



瑞好采暖和制冷系统

技术手册

关于管路、连接和系统指南的本技术手册从
2017年1月起开始生效。

本出版物的出版生效意味着有关 RAUTITAN 和
RAUTHERM 管道的《瑞好地板采暖和制冷系
统》以及《瑞好瑞铁坦散热器连接管路》的
先前版本不再有效。

本技术手册的最新版本可登录
www.rehau.com.cn 进行下载。

本文件受版权保护。保留翻译、复制、图纸
绘制、公布和以照相制版方式或类似方法进
行提供以及储存在数据处理系统中的权利。

**所有测量值和重量值均为近似数值。
错漏和变更除外。**



采暖和制冷系统

目录

1. 信息和安全建议.....	11	14. 瑞好管道支撑槽	61
2. 概述.....	13	15. 管道支撑和固定.....	63
3. 系统概述: RAUTITAN 和 RAUTHERM.....	16	16. 线性热膨胀	65
4. 聚合物材料	17	17. 偏斜脚.....	66
5. 运输和储存	20	18. 防火安全.....	68
6. 管道.....	21	19. 安装建议.....	71
7. 管件和收紧套环	29	20. 管道压力试验和清洗.....	74
8. 安装工具: RAUTOOL	40	21. 散热器采暖	76
9. 切管器.....	44	22. 压力损失表	86
10. 扩管工具.....	46	23. 瑞好 RAUTITAN 管件局部阻力系数表	101
11. 收紧套环方式连接.....	50	24. 地板采暖/制冷简介.....	102
12. 拆卸收紧套环接头.....	55	25. 安装系统-地板.....	105
13. 弯曲管道.....	57	26. 安装系统-墙壁.....	163

27. 系统附件..... 188

28. 分集水器..... 197

29. 控制..... 204

30. 混凝土楼板结构采暖/制冷系统..... 231

31. 特殊应用..... 259

32. 项目规划..... 279

附件..... 280

1.....	信息和安全建议	11
2.....	概述.....	13
2.1	优点.....	13
2.2	系统组件一览	15
3.....	系统概述: RAUTITAN 和 RAUTHERM	16
3.1	安装 RAUTITAN PX 管件和 RAUTITAN PX 收紧套环的重要信息.....	16
4.....	管道.....	17
4.1	交联聚乙烯 (PE-X) 材料	17
4.2	材料-管道 (概述).....	17
4.3	由 PPSU 制成的 RAUTITAN PX 无忧管件	17
4.3.1	由 PVDF 制成的 RAUTITAN PX 收紧套环	18
4.4	瑞好材料试验	18
5.....	运输和储存	20
5.1	管道及系统组件的搬运	20
6.....	管道.....	21
6.1	RAUTITAN stabil 铝塑管	21
6.2	RAUTITAN flex 通用管道	22
6.3	RAUTITAN pink 采暖管道.....	23
6.4	RAUTHERM 采暖管道	24
6.5	RAUTHERM E 采暖管道	25
6.6	RAUTHERM E professional 采暖管道.....	26
6.7	管理技术参数	27
7.....	无忧管件和收紧套环.....	29
7.1	合适的无忧管件和收紧套环	29
7.2	RAUTITAN 系统无忧管件和收紧套环.....	29
7.2.1	无忧管件	31
7.2.2	收紧套环	32
7.3	RAUTHERM S、RAUTHERM E、RAUTHERM E professional 采暖管道适用的管件和收紧套环	33
7.3.1	RAUTHERM S、RAUTHERM E 采暖管道适用的管件	33
7.3.2	RAUTHERM S、RAUTHERM E 采暖管道适用的收紧套环	33
7.3.3	RAUTHERM E professional 采暖管道专用管件和套环.....	33
7.4	连接至其他管道材料.....	35
7.5	连接至配件	37
7.6	连接组件的安装说明.....	37
8.....	安装工具: RAUTOOL.....	40
8.1	RAUTOOL M1	41
8.2	RAUTOOL H2.....	41
8.3	RAUTOOL A-light2 Kombi.....	41
8.4	RAUTOOL A-Light2	42
8.5	RAUTOOL Xpand QC	42
8.6	RAUTOOL G2	42
8.7	RAUTOOL M-Light	42
8.8	RAUTOOL K10 x 1.1	43
8.9	RAUTOOL K12 x 2.0	43
8.10	RAUTOOL K14 x 1.5	43

9	切管器	44
9.1	管剪 16/20	45
9.2	管剪 25	45
9.3	管剪 40	45
9.4	管剪 63	45
10	扩管工具	46
10.1	管道用扩管头和扩管套件	46
10.2	扩管套件	49
10.3	扩管头使用的安全建议	49
11	收紧套环方式连接	50
11.1	管道切割	50
11.2	把收紧套环滑到管上	51
11.3	用扩管器扩管	51
11.4	把管件插入被扩张后的管道中	52
11.5	把接头放入收紧工具	54
11.6	收紧套环至管件颈处	54
12	拆卸收紧套环接头	55
12.1	切断接头	55
12.2	剪下的接头可重复使用性	55
12.3	从供水安装切断接头	56
12.3.1	加热已切断接头	56
12.3.2	卸除收紧套环	56
13	弯曲管道	57
13.1	弯曲 RAUTITAN stabil 管道	57
13.2	弯曲 RAUTHERM flex、RAUTITAN pink 管道	58
13.3	弯曲 RAUTHERM S、RAUTHERM E、RAUTHERM E professional 管道	60
14	瑞好管道支撑槽	61
14.1	使用瑞好管道支撑槽的优点	61
14.2	功能	61
14.3	瑞好管道支撑槽的组装	61
15	管道支撑和固定	63
15.1	管托和管夹	63
15.2	固定点	63
15.3	滑动点	63
15.4	管托和管夹的间距	63
15.5	明装	63
16	线性热膨胀	65
16.1	指导	65
16.2	优点	65
16.3	线性热膨胀量计算	65
17	偏斜脚	66
17.1	偏斜脚长度计算	67
17.2	计算举例	67

18.	防火安全	68
19.	安装建议	71
19.1	靠近热源	71
19.2	户外安装	71
19.3	位于暴露于紫外线辐射区域的安装	72
19.4	与沥青和薄板及涂层结合安装	72
19.5	伴热系统	73
19.6	在有沥青砂浆区域的安装	73
19.7	电位均衡	73
20.	管道压力试验和清洗	74
20.1	压力试验指南	74
20.2	水压试验	74
20.2.1	水压试验前的准备	74
20.2.2	初步试验	75
20.2.3	主水压试验	75
20.2.4	完成水压试验	75
20.3	管道的清洗	75
21.	散热器采暖	76
21.1	具有中央楼层集管的章鱼式系统	76
21.2	双管系统（管路最短）	77
21.3	单管系统	78
21.4	系统参数	79
21.4.1	供水和回水温度	79
21.4.2	波动加热运行	79
21.4.3	恒温加热运行	79
21.4.4	最大运行参数（特殊运用）	79
21.5	散热器连接的解决方案	80
21.5.1	墙至紧凑型散热器或散热器温控阀的散热器连接	80
21.5.2	地面至散热器温控阀的散热器连接	81
21.5.3	墙至散热器温控阀之间的散热器连接	82
21.6	压力损失表	83
21.7	RAUTITAN 压紧连接套件安装过程-示意	84
22.	压力损失表	86
22.1	管路系统计算	86
22.2	压力损失表一览	86
22.3	当计算压力损失时使用1k表格的注意事项	86
22.4	压力损失表：采暖安装（温差1k）	88
22.5	压力损失表：采暖 RAUTITAN stabil 16.2 x 2.6 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	89
22.6	压力损失表：采暖 RAUTITAN stabil 20 x 2.9 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	90
22.7	压力损失表：采暖 RAUTITAN stabil 25 x 3.7 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	91
22.8	压力损失表：采暖 RAUTITAN stabil 32 x 4.7 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	92
22.9	压力损失表：采暖 RAUTITAN stabil 40 x 6.0 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	93
22.10	压力损失表：采暖 RAUTITAN pink/flex 16 x 2.2 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	94
22.11	压力损失表：采暖 RAUTITAN pink/flex 20 x 2.8 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	95
22.12	压力损失表：采暖 RAUTITAN pink/flex 25 x 3.5 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	96
22.13	压力损失表：采暖 RAUTITAN pink/ flex 32 x 4.4 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	97
22.14	压力损失表：采暖 RAUTITAN pink/ flex 40 x 5.5 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	98
22.15	压力损失表：采暖 RAUTITAN pink/ flex 50 x 6.9 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	99
22.16	压力损失表：采暖 RAUTITAN pink/ flex 63 x 8.6 毫米管道（ ΔT_{10} ，15和20k）	100

23.	瑞好 RAUTITAN 管件局部阻力系数表	101
23.1	瑞好 RAUTITAN 管件局部阻力系数 (zeta值 ζ) 依据 DVGW W575 (摘录)	101
24.	地板采暖/制冷简介.....	102
24.1	地板采暖	102
24.2	地板制冷	103
25	安装系统-地板.....	105
25.1	基本资料	106
25.1.1	标准和准则	106
25.1.2	对客户端的要求	106
25.2	规划	106
25.2.1	绝热和隔音	106
25.2.2	湿法施工	108
25.2.3	干法施工/干填充层元件	110
25.2.4	安装系统和加热回路管道	112
25.2.5	调试注意事项	114
25.2.6	地板材料	115
25.3	瑞好 Varionova 蘑菇板系统.....	116
25.4	瑞好 Vario 蘑菇板系统.....	123
25.5	瑞好卡钉系统	129
25.5.1	RAUTAC 卡钉和瑞好卡钉	131
25.5.2	RAUTAC 卡钉	131
25.5.3	瑞好卡钉	131
25.5.4	瑞好卡钉枪	131
25.5.5	用于 RAUTAC 卡钉和瑞好卡钉装置的升级组件	132
25.6	瑞好 RAUFIX 系统.....	137
25.7	瑞好钢丝网管夹系统.....	144
25.8	瑞好干式系统	152
25.9	瑞好基板 TS-14.....	157
26.	安装系统-墙壁.....	163
26.1	基本资料	164
26.1.1	标准和准则	164
26.1.2	对客户端的要求	164
26.1.3	施工	164
26.1.4	系统概念	165
26.2	规划	166
26.2.1	额外协调要求	166
26.2.2	消防和消音要求	166
26.2.3	极限热条件	166
26.2.4	绝热	167
26.2.5	采暖/制冷区	167
26.2.6	水力连接	168
26.2.7	性能图表	170
26.2.8	控制技术	170
26.2.9	确定压力损失	170
26.3	调试注意事项	172
26.4	湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷	173
26.4.1	安装	174
26.4.2	墙壁采暖灰泥	176
26.5	瑞好气候元件系统.....	178
26.5.1	基材	181
26.5.2	抹墙粉作业	186

27.	系统附件	188
27.1	瑞好边角保温条	188
27.2	瑞好伸缩接头型材瑞好填充型材	189
27.3	瑞好系统安装材料	190
27.4	瑞好胶带/瑞好胶带分割器	192
27.5	瑞好试压泵	192
27.6	瑞好水泥添加剂P	193
27.7	带瑞好合成纤维的瑞好水泥添加剂“Mini”	193
27.8	残余水分瑞好测量点	194
27.9	瑞好管道放管器（冷式）	195
27.10	瑞好管道放管器（热式）	196
28.	分集水器	197
28.1	瑞好分集水器	197
28.2	瑞好分集水器箱	200
28.3	瑞好热量计连接装置	202
29.	控制	304
29.1	基本资料	204
29.2	瑞好温度补偿自动混水单元	205
29.3	瑞好固定值 控制装置	207
29.4	瑞好紧凑型自动混水单元	210
29.4.1	TRS-20 瑞好自动混水单元	210
29.4.2	PMG-25、PMG-32 瑞好自动混水单元	211
29.4.3	瑞好进水温度控制装置	212
29.5	RAUMATIC M 室温控制器	213
29.5.1	系统组件	213
29.5.2	扩展件选项说明	215
29.5.3	规划说明	215
29.5.4	组装和调试	216
29.5.5	瑞好温控中心 EIB, 6 通道/12通道	217
29.6	RAUMATIC R 无线电遥控温控面板	217
29.6.1	系统组件说明	218
29.6.2	组装和调试	219
29.7	瑞好采暖/制冷控制技术	219
29.7.1	系统组件说明	210
29.7.2	使用系统组件的方法	223
29.7.3	组装说明	225
29.7.4	技术数据	229
30.	混凝土楼板结构采暖/制冷系统	231
30.1	简介	231
30.1.1	一般信息	231
30.1.2	原理	231
30.2	系统种类	232
30.2.1	瑞好 BKT 模块	232
30.2.2	现场安装瑞好混凝土楼板结构采暖制冷系统	232
30.3	系统组件	233
30.4	施工现场组装	241
30.5	两种系统型号的分析	243
30.5.1	制冷边界条件	244
30.5.2	带静态加热表面和辅助气候控制装置的混凝土楼板结构采暖和制冷系统型号	246
30.5.3	带静态加热表面和窗户通风的混凝土楼板结构采暖和制冷系统型号	250

30.6	要求	254
30.6.1	构造要求	254
30.6.2	建筑使用	255
30.6.3	建筑技术	255
30.7	输出	256
30.7.1	水力连接类型	257
31.	特殊应用	259
31.1	瑞好工业地板采暖系统	259
31.1.1	组装	261
31.1.2	规划	261
31.2	用于连接标准分集水器的管道支架RAUFIX的瑞好采暖系统	265
31.2.1	安装	266
31.3	连接管道分水器的瑞好弹性运动地板采暖系统	268
31.3.1	组装	269
31.4	瑞好户外地板采暖	272
31.4.1	规划	272
31.4.2	组装	273
31.5	瑞好户外采暖	273
31.6	瑞好工业分集水器	275
31.6.1	1.25 英寸IVK瑞好工业分集水器	276
31.6.2	1½ 英寸IVKE瑞好工业分集水器	277
31.6.3	1½ 英寸IVKK瑞好工业分集水器	278
32.	项目规划	279
32.1	互联网	279
32.2	瑞好规划软件	279
附件A		280
瑞好地板采暖/制冷系统压力测试记录表		280
附件B		281
地板采暖/制冷功能性加热记录表		281
附件C		282
墙壁采暖/制冷调试记录表		282
附件D		284
瑞好混凝土结构采暖和制冷系统记录表		284

1. 信息和安全建议

关于本技术手册的注意事项

有效性

本技术手册仅在中国地区有效。

索引

在本文件开始部分，可找到一页详细内容页码，在该页码上，列出各章及其对应的页码。

定义

- 供应管路或管道由管道及其接头（如收紧套环、管件、螺纹连接件或类似产品）构成。这适用于天然气管道、生活饮用水和采暖管道以及本技术手册中的其它所有管道。
- 管道系统，安装，系统等由管道和必要组件构成。
- 连接组件由带有对应收紧套环和管道的管件构成，以及密封件和螺纹连接件。

显示

单个子系统的图例采用对应的管道、管件和收紧套环颜色进行列出。

适用于整个系统应用的图例，如生活饮用水、采暖、供气安装或地板采暖/制冷系统采用灰色管路以及白色管件和收紧套环进行图示说明。

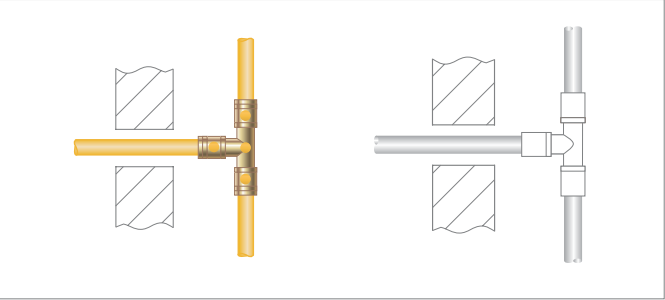


图1-1 示例：供气安装子系统图例（左图）和示例：广泛系统应用的图例（右图）

标志的解释



安全信息



法律信息



需要考虑的重要信息



互联网上的信息



您获得的好处/优势



最新技术信息

为确保瑞好产品的安全使用，请经常查看是否可获得更新版本的技术信息。收到的技术信息的发布日期可在封底右下角找到。最新的技术手册可从瑞好销售办公室和指定的经销商处获得，也可从公司网站：www.rehau.com.cn 上进行下载。

安全建议和操作说明

- 在开始安装工作前，请仔细完整的阅读这些安全说明和技术信息，以确保自身安全和他人安全。
- 请保留本文件，供日后参考。
- 如对安全说明和/或单独安装说明存在任何疑问或需要进一步阐明的，请联系最近的瑞好销售办公室。
- 未遵守安全信息/说明的，可能导致财产损坏和人员损伤。

专用用途

瑞好系统组件和收紧套环连接技术被视为专用系统并应依照瑞好的技术手册进行设计、安装和操作。禁止用于系统的专用用途之外的其他任何目的。



安装此管道系统时，请遵守所有适用的国内和国际关于安装、事故预防和安全的规范以及本手册中所包含的信息。

也应遵守适用的法律、标准、指南和规范（例如 DIN, EN, ISO, DVGW, TRGI, VDE, GB 和 VDI）以及关于环境保护的规范、专业协会的规定以及地方公用事业公司的规范。

本手册中未描述的任何应用-如非标准应用-必须与瑞好公司的技术应用部门进行讨论。更多详细建议，请联系您相应的瑞好销售办公室。

设计和安装信息仅涉及特定的瑞好产品。在某些情况下，也参考适用标准和规范的部分内容。另外，始终应遵守任何指南、标准或规范的最现行版本。

也应参考关于饮用水、采暖或建筑服务系统的设计、安装和运行的更多标准、规范和指南，但这些标准、规范和指南并不构成本技术手册的组成部分。



一般安全措施

- 保持工作场所的清洁度并无任何障碍。
- 确保始终有充足照明。
- 让孩童、宠物和未授权人员远离工具和安装区域。这点对于在占用区域内执行翻修/维修工作时尤为重要。
- 只将由瑞好认可批准的组件用于对应的管道系统。使用不是系统组成部分的组件或不是源自相应的瑞好安装系统的工具可能会导致事故或其它危害。

行业资格

- 仅允许经授权和培训过的人员安装瑞好系统。
- 而在电气系统和电缆上的作业也应只由合格的、经授权的专业人员予以执行。

工作服

- 佩戴护目镜、穿戴适当的工作服、防护鞋和安全帽，如留长发，则应佩戴发网。
- 不穿戴可能被活动部件勾住的宽松衣物或首饰。
- 在执行面部水平位置或头上位置的安装工作时，尤其应佩戴安全帽。

遵守安装说明

- 仔细阅读并始终遵守使用的瑞好安装工具的操作手册。
- 不恰当操作工具可能导致肢体割伤、压伤或残断。
- 不恰当使用工具可能损坏接合组件并导致泄露。
- 瑞好切管器有锋利刀片，存放和操作瑞好切管器时应确保其不会造成任何损伤风险。
- 在将管道切割至所需长度时，在持管手和工具（切管器）之间保持一定的安全距离。
- 切割时，不得将手伸进工具的切割区域内或靠近其活动部件。
- 在扩管过程后，管道的扩张端部将恢复至原始形状（因记忆效应）。在这段时间内，不得将其它任何物体放入到扩张管道的末端内，但对于将使用的瑞好管件除外。
- 在接合过程中，将手部远离活动部件或工具按压区域。
- 在完成连接前，管件可能掉出管道。小心！
- 在执行维修工作和更换任何可移动部件（如收紧夹具）前或在将工具移动至现场的一个新位置时始终将工具的电源断开。

运行参数

如超出运行参数的，则管道和连接可能超负荷。因而，不允许不遵守运行参数。

必须通过安全/控制设备（如减压装置和安全阀等）确保维持在运行参数范围内。

2. 概述



2.1 优点

瑞好收紧套环连接技术

- 通用和坚固的接头，非常适合施工现场
- 不用 O 型环连接（管道材料自动封闭）
- 简单的目测检查
- 良好的液压特性，管道在连接处延伸
- 可快速密封接头
- 无需校准管道或清理毛刺
- 生活饮用水系统、天然气和采暖系统均使用相同的连接技术和工具
- 符合 DIN 1988、DVGW 工作表 W534和 DVGW VP625等标准的永久性密封收紧套环连接技术
- 依据 DIN 18380（VOB）批准使用于暗埋式安装

RAUTITAN 和 RAUTHERM 采暖管道

- 管道具有耐腐蚀性：无点状腐蚀
- 管道材料具有隔音特性
- 无积垢或结垢迹象
- 管道材料具有高抗冲击韧性
- 良好的耐磨性
- 以用途为基准，提供盘管或直管的交货包装
- 分集水器，立管和水平连接管的完整安装系统

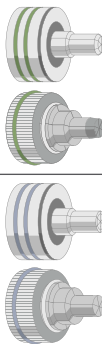
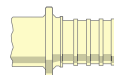
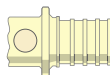
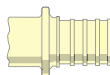
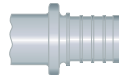
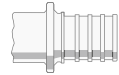
瑞好管件

- 采暖连接管路系统用 RAUTITAN MX 管件、RAUTITAN MX+G 管件、RAUTITAN LX+ 管件和 RAUTITAN MX 收紧套环、RAUTITAN LX+ 收紧套环
- RAUTITAN MX 和 RAUTITAN MX+G 管件由符合 DIN EN 12164、DIN EN 12165 和 DIN EN 12168 等标准、等级A的特殊抗脱锌黄铜制成并且符合最高要求

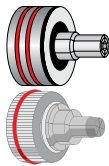
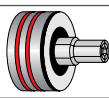
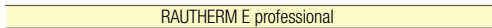
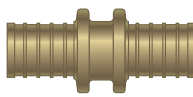
瑞好通用工具 RAUTOOL

- 手动、机械液压或电动液压传动
- 适合于所有尺寸的管道

2.2 系统组件一览

管道系统				
	外径 16-40		外径 50-63	工具
采暖 RAUTITAN 系统				
管道	 RAUTITAN stabil			
	 RAUTITAN pink			
	 RAUTITAN flex			
收紧套环	 RAUTITAN PX 聚偏二氟乙烯	 RAUTITAN LX+ 黄铜，表面镀镍	 RAUTITAN MX 黄铜	RAUTOOL
管件	 RAUTITAN PX 聚苯砜	 RAUTITAN MX / RAUTITAN RX 抗脱锌黄铜/青铜		
	 RAUTITAN MX+G 抗脱锌黄铜			
	 RAUTITAN MX / RAUTITAN RX 抗脱锌黄铜/青铜			
	 RAUTITAN SX 不锈钢			
	 RAUTITAN LX+ 黄铜，表面镀镍			

详细尺寸范围请见产品目录

管道系统					
	外径10-14	外径16-20	外径25-32	工具	
RAUTHERM 采暖系统					
管道		RAUTHERM S			
		RAUTHERM E			
收紧套环和管件	 	采暖管道 RAUTHERM S / E 适用的收紧套环 黄铜，表面为银色 采暖管道 RAUTHERM S / E 适用的管件 黄铜，表面为银色			RAUTOOL 
	外径16				
管道					
收紧套环和管件	 采暖管道 RAUTHERM E professional 适用的收紧套环， 黄铜  采暖管道 RAUTHERM E professional 适用的管件， 黄铜				

详细尺寸范围请见产品目录

3. 系统概述 RAUTITAN 和 RAUTHERM

3.1 安装 RAUTITAN PX 管件和 RAUTITAN PX 收紧套环的重要信息

适用于散热器采暖系统安装的 RAUTITAN 系统

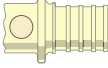
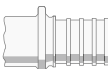
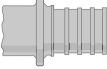
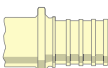
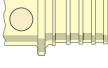
收紧套环	外径 16-40	外径 16-63	
			RAUTITAN MX
	RAUTITAN PX		RAUTITAN LX+
无螺纹管件	外径 16-40	外径 16-63	
			RAUTITAN MX
	RAUTITAN PX		RAUTITAN RX
			RAUTITAN MX+G
			RAUTITAN LX+
用于螺纹连接，外径 16-32 焊接，压接 的管件	外径 16-63		
			RAUTITAN MX
	RAUTITAN SX		RAUTITAN RX
			RAUTITAN MX+G

表3-1 适用于采暖系统安装的 RAUTITAN 收紧套环和管件
详细尺寸范围请见产品目录

	RAUTITAN PX	
	RAUTITAN MX	
	RAUTITAN RX	
	RAUTITAN MX+G	
	RAUTITAN SX	
	RAUTITAN LX+	
		

图3-1 与 RAUTITAN PX 收紧套环许可的配合

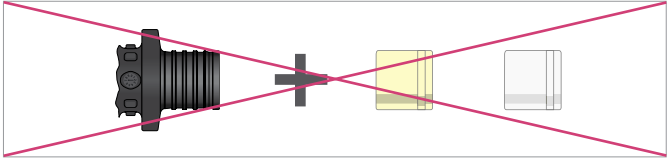


图3-2 RAUTITAN PX 与 RAUTITAN MX、RAUTITAN LX+ 收紧套环的不允许配合

只有聚合物材质的 RAUTITAN PX 收紧套环（黑色）可与聚合物材质的 RAUTITAN PX 配件（黑色）配合使用。

按 RAUTITAN 收紧套环的方向推进。

通常把铜质收紧套环滑移到管道上，并确保倒角面朝向管件连接方向。



对于 RAUTITAN PX 收紧套环，与滑移方向无关。

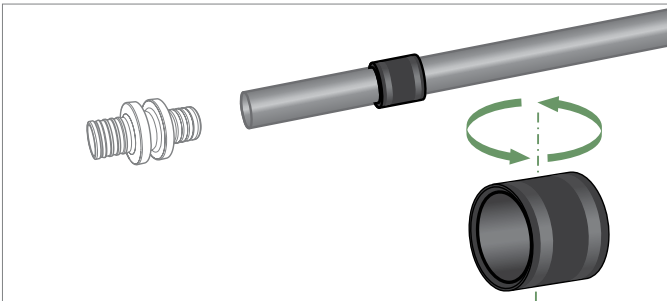


图3-3 RAUTITAN PX 收紧套环的滑移方向：任意方向

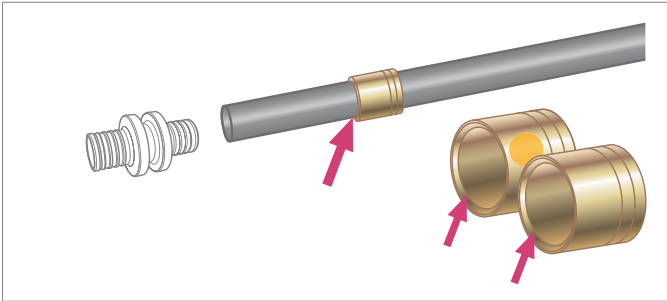


图3-4 RAUTITAN MX、RAUTITAN LX+ 收紧套环的滑移方向：倒角面朝向管件连接方向。

4. 管道

4.1 交联聚乙烯（PE-X）材料

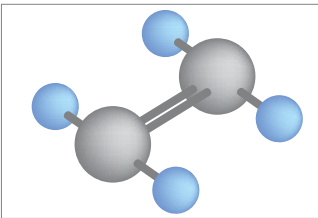


图4-1 乙烯

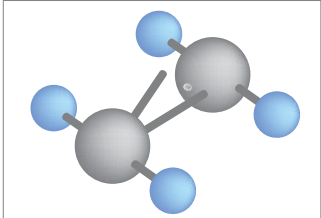


图4-2 乙烯，双键断裂

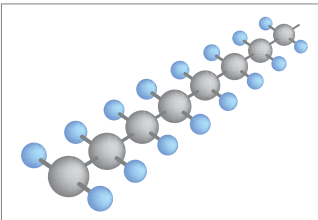


图4-3 聚乙烯（PE）

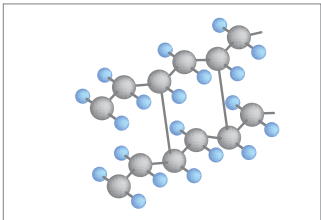


图4-4 交联聚乙烯（PE-X）



- 管道防腐性：无点状腐蚀
- 无积垢迹象
- 聚合物管道材质减少声音沿管道传播
- 良好的耐磨性
- 无毒、无生理伤害
- 具有 DVGW 认证的所有 RAUTITAN 管道符合KTW规范

过氧化物交联聚乙烯

过氧化物交联聚乙烯称为PE-Xa。该交联方式是在过氧化物的辅助下在高温、高压进行交联反应。聚乙烯的独立分子链结合形成一个三维网状结构。高压交联的特点是熔化物中的交联避开了微晶熔点。管道在滞留于模具中管道被塑成型阶段发生交联反应。该交联方式保证了交联的均匀性和厚壁管道的整个横截面的高交联度。

辐射交联聚乙烯

辐射交联聚乙烯称为 PE-Xc。交联反应发生在产品生产出来后，再采用高能辐射照射的结果。

RAUTITAN stabil 铝塑管道

RAUTITAN stabil 铝塑管中与流体接触的内层称作内衬，内衬是由交联聚乙烯（PE-X）制成。

4.2 材料-管道（概述）

成分/材料	管道
- 自承压PE-X内层	RAUTITAN stabil 铝塑管道 RAUTITAN stabil
- 铝层	
- 聚乙烯外层	
	RAUTITAN flex 管道 RAUTITAN flex
- PAU-PE-Xa	RAUTITAN pink 管道 RAUTITAN pink
- 粘合剂层	
- 阻氧层	RAUTHERM S 管道 RAUTHERM S
	RAUTHERM E 管道 RAUTHERM E
- PAU-PE-Xa	RAUTHERM E professional 管道 RAUTHERM E professional
- PE保护层	

表4-1 管道成份/材料，由内至外

4.3 由PPSU制成的RAUTITAN PX无忧管件

聚苯砜（PPSU）是一种高性能聚合物，多年以来它已经在供给技术领域证明了自己。



- 高冲击强度
- 良好的耐化学性
- 耐高温性
- 耐腐蚀性
- 卫生无害
- 无结垢倾向
- 重量轻

4.3.1 由 PVDF 制成的 RAUTITAN PX 收紧套环

聚偏二氟乙烯（PVDF）是一种具有高强度的经过检测的热塑性聚合物。



- 良好的滑动性能
- 柔性材料
- 所需的收紧力较小，较长的电池使用时间
- 收紧套环两侧均可被滑入管道
- 重量轻

4.4 瑞好进行材料试验

在瑞好，所有类型的管道都要经过持久的质量保证并通过许多短期和长期性的试验，以确保瑞好管道的质量。在瑞好实验室内进行的几个标准试验在下文中将会描述。就承受热负荷和机械负荷的聚合物管道材料而言，必须注意到，变形和强度取决于温度和暴露时间。为了确定对长期负荷的允许条件，有必要在长时间内以及在不同温度下检测机械性能。这也适用于内部承受压力的管道。

爆破压力试验

在爆破压力试验中，管道需承受试验设备提供的逐渐增大的压力，直至管道破裂。室温下的爆破压力大约是最高系统运行压力的七倍。



图4-5 通用管 RAUTITAN flex 的爆破

缺口冲击强度试验

管道对冲击影响的承受性在缺口冲击强度试验装置中被测试。一个锤子形状的钟摆在受控的条件下敲击被测试的管道。由交联聚乙烯制成的管道对这些剧烈的机械影响具有非常高的承受力。描述的试验实例（见图4-6）显示管道在零下30℃的温度的情况下的缺口冲击强度试验的结果为管道不破裂。



图4-6 缺口冲击强度测试装置中的通用管道 RAUTITAN flex

拉伸试验

在拉伸试验机中，管道在受控的条件下被高拉力纵向拉伸，直至管道破裂为止。由交联聚乙烯制成的管道显示出与金属管道相比极高的伸长率。延长的管道的长度可以是原始管道长度的几倍。收紧套环连接技术在运行条件下不被拔出。管道不能被从连接处拔出。



图4-7 拉伸试验程序

长期试验

管道在建筑物中的使用需要50年或以上的使用寿命。为了确定长期效应，如，通过温度波动、压力和机械负荷，管道在长期试验中经受极端的温度和压力条件并且通过上述试验方法进行定期测试。然后，管道进行照相光学检查。



图4-8 进行长期试验中的管道（承受压力并被浸于水池中）

瑞好的必要测试参数是基于在实验室中和很多实践性使用以及在对由高压交联聚乙烯制成的管道进行的广泛试验中所累积的超过25年的经验来确定的。具有棕色表面的管道

（见图4-8）是瑞好开始生产管道时在95℃和10巴压力下一直被放置于测试水池中进行测试至今。其他试验根据适用的标准和规范进行，例如，这些测试包括交联度的测量、收缩试验、老化试验、温度循环试验、脉冲测试及更多试验。

5. 运输和储存

5.1 管道及系统组件的搬运

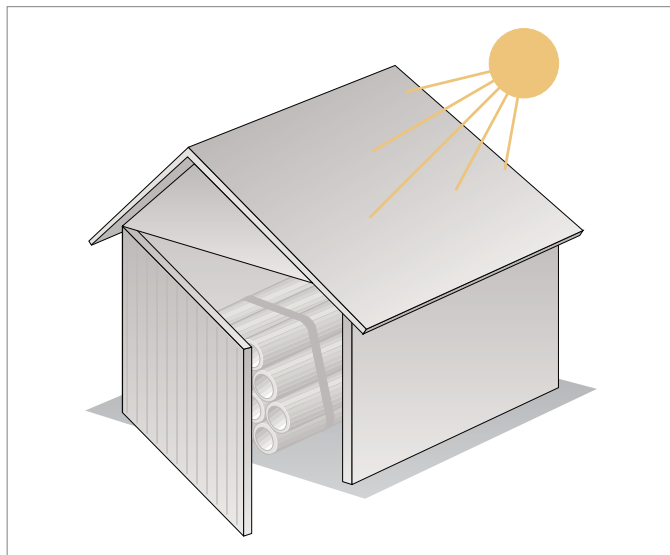


图5-1 避免管道遭受阳光照射

- 储存及运输管道时应防止紫外线辐射。
- 在可能发生紫外线辐射（例如阳光、霓虹灯）的区域铺设管道时应使用防紫外线材料将管道充分覆盖。

避免破坏管道和系统部件：

- 装卸时应小心谨慎。
- 只能采用一种适合于材料的方式进行运输。
- 勿在地板和混凝土地面上拖拽管道。
- 在无锐利边缘的平整表面上进行储存。
- 防止管道遭受机械损伤。
- 防止受尘土、钻尘、砂浆、润滑油、油、油漆、溶剂、化学品、湿气等的影响。
- 避免阳光照射，例如使用一种不透明塑料材质或类似材料进行遮盖。
- 在施工阶段避免长时间的日光曝晒。
- 只能在铺设前不久将其取出。
- 注意卫生要求（例如，管端的密封、管件保护、符合 VDI 6023 — 饮用水系统规划、执行、运行和安装方面的卫生要求）。

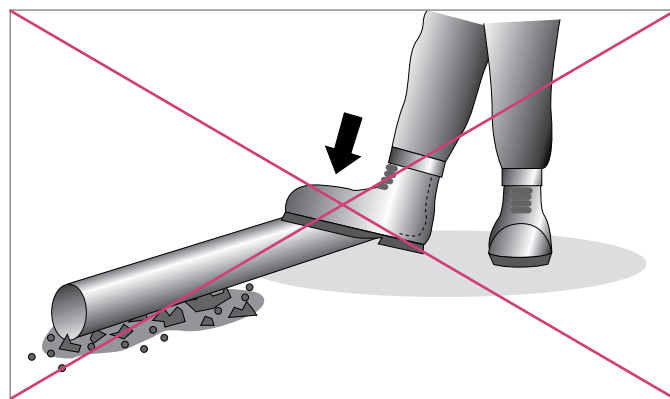


图5-2 勿在锐利表面上存放管道

6. 管道

6.1 RAUTITAN stabil 铝塑管



图6-1 RAUTITAN stabil

- 由金属/聚合物组成的管道，其从内至外具有以下结构：
 - 由交联聚乙烯（PE-X）制成的承压层（抗压内层）
 - 铝层，阻氧
 - 聚乙烯（PE）外层
- 应用领域
 - 采暖系统安装

关于 RAUTITAN stabil white 管道

RAUTITAN stabil white 管道与 RAUTITAN stabil 管道结构、尺寸完全一样，两者均仅应用于采暖和制冷系统中，应用时，两者的性能、连接方式等等完全一样。两者的区别仅仅是外观颜色不同，其中，RAUTITAN stabil 外观颜色为灰色，而 RAUTITAN stabil white 管道外观为白色。

因此在本技术手册中，不再单独提及 RAUTITAN stabil white 管道，而将 RAUTITAN stabil white 视为 RAUTITAN stabil 管道，所有适用于 RAUTITAN stabil 的性能、特点、连接等信息也均适用于 RAUTITAN stabil white 管道（需要区别外观颜色时除外）

交货规格

外径 d	壁厚 s	水容量
[mm]	[mm]	[l/m]
16.2	2.6	0.095
20	2.9	0.158
25	3.7	0.243
32	4.7	0.401
40	6.0	0.616

表6-1 RAUTITAN stabil 铝塑管道的交货规格

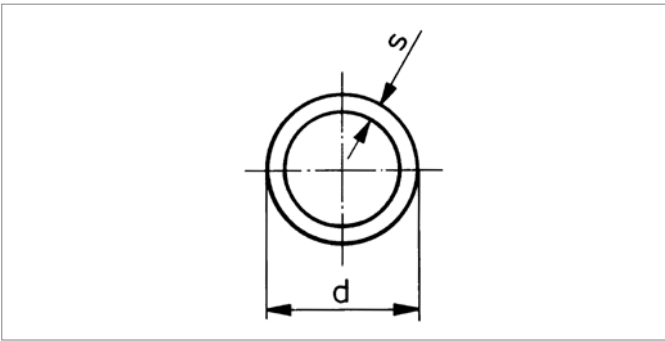


图6-2 外径/壁厚

标准及质量认证

- RAUTITAN stabil 铝塑管道符合 DIN EN ISO 21003 中的应用等级1-5 / 10bar

地方性批准

地方性批准可能有所不同。使用瑞好管道安装系统时请咨询您所在的地区的瑞好的销售办公室。



RAUTITAN stabil 铝塑管道仅适用于采暖和制冷系统安装!

6.2 RAUTITAN flex 通用管道



图6-3 RAUTITAN flex 通用管道

- 管道由 RAU-PE-Xa 交联聚乙烯制成
 - 过氧化物交联聚乙烯 (PE-Xa)
 - 带有阻氧层
 - 阻氧符合德国 DIN 4726
- 应用领域
 - 采暖系统安装

交货规格

外径 d	壁厚 s	DN	水容量
[mm]	[mm]		[l/m]
16	2.2	12	0.106
20	2.8	15	0.163
25	3.5	20	0.254
32	4.4	25	0.432
40	5.5	32	0.661
50	6.9	40	1.029
63	8.6	50	1.633

表6-2 RAUTITAN flex 通用管道交货规格

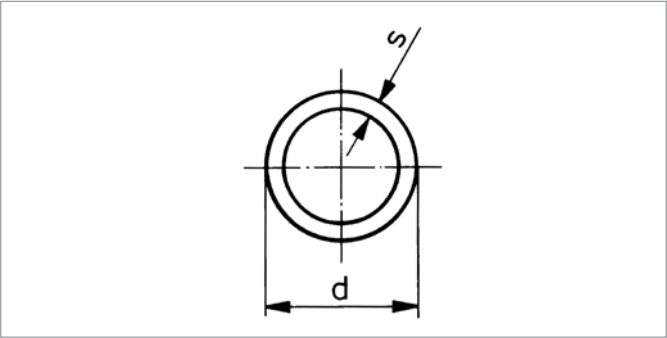


图6-4 外径/壁厚

标准及质量认证

- RAUTITAN flex 通用管道和收紧套环连接技术及其组件已经获得DVGW认证
 - 系统批准16-63： DVGW DW-8501AU2200
- RAUTITAN flex 通用管道符合DIN EN ISO 15875标准
 - DIN CERTCO 认证确保了管道的适宜性，采暖安装符合DIN 4726/ DIN EN ISO 15875 中的应用等级1-4/10 bar 和5/8 bar，以及必要的阻氧性

地方性批准

地方性批准可能有所不同。使用瑞好管道安装系统时请咨询您所在的地区的瑞好的销售办公室。

§

RAUTITAN flex 管道交付时已经预先安装了端帽，可以在运输和存储过程中保证卫生条件。

6.3 RAUTITAN pink 采暖管道



图6-5 RAUTITAN pink 采暖管道

- 管道由 RAU-PE-Xa 制成
 - 过氧化物交联聚乙烯 (PE-Xa)
 - 带有阻氧层
 - 阻氧符合德国 DIN 4726
- 应用领域
 - 采暖系统安装

交货规格

外径 d	壁厚 s	DN	水容量
[mm]	[mm]		[l/m]
16	2.2	12	0.106
20	2.8	15	0.163
25	3.5	20	0.254
32	4.4	25	0.423
40	5.5	32	0.661
50	6.9	40	1.029
63	8.6	50	1.633

表6-3 RAUTITAN pink 采暖管道交货规格

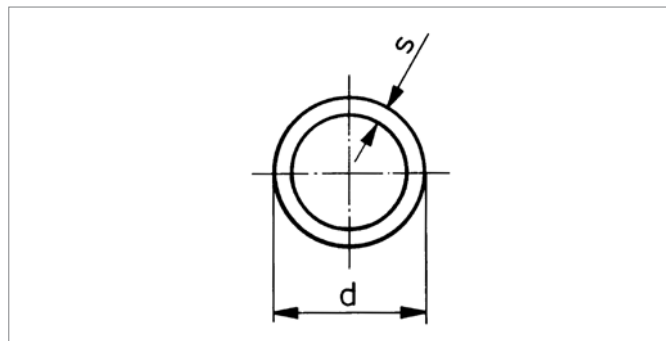


图6-6 外径/壁厚

标准及质量认证

- RAUTITAN pink 采暖管道符合 DIN EN ISO 15875 标准
- DIN CERTCO 认证确保了管道的适宜性，采暖安装符合DIN 4726/ DIN EN ISO 15875中的应用等级1-4 / 10 bar 和5/8 bar，以及必要的阻氧性

地方性批准

地方性批准可能有所不同。使用瑞好管道安装系统时请咨询您所在的地区的瑞好的销售办公室。

§

RAUTITAN pink 采暖管道仅适用于采暖和制冷系统安装！

6.4 RAUTHERM S 采暖管道



图6-7 RAUTHERM S 采暖管道

- 管道由 RAU-PE-Xa 制成
 - 过氧化物交联聚乙烯 (PE-Xa)
 - 带有阻氧层
 - 阻氧符合德国 DIN 4726
- 应用领域
 - 采暖系统安装

交货规格

外径 d	壁厚 s	水容量
[mm]	[mm]	[l/m]
10.1	11	0.049
12	2.0	0.050
14	1.5	0.095
16	2.0	0.113
17	2.0	0.133
20	2.0	0.201
25	2.3	0.327
32	2.9	0.539

表6-4 RAUTHERM S 采暖管道交货规格

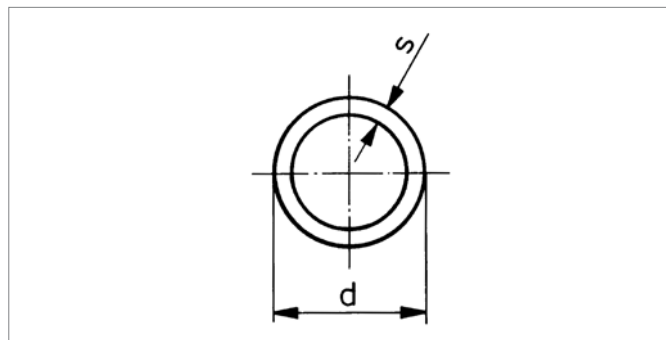


图6-8 外径/壁厚

标准及质量认证

- RAUTHERM S 采暖管道符合 DIN EN ISO 15875 标准要求
- 对尺寸 10.1/14/17/20 和 25 的 DIN CERTCO 认证确保了管道的适宜性，采暖安装符合 DIN 4726/ DIN EN ISO 15875 中的应用等级 4-5/6 bar，以及必要的阻氧性

地方性批准

地方性批准可能有所不同。使用瑞好 RAUTHERM S 管道安装系统时请咨询您所在的地区的瑞好的销售办公室。

§

RAUTHERM S 采暖管道仅适用于采暖和制冷系统安装！

6.5 RAUTHERM E 采暖管道



图6-9 RAUTHERM E 采暖管道

- 管道由 RAU-PE-Xa 制成
 - 过氧化物交联聚乙烯 (PE-Xa)
- 应用领域
 - 采暖系统安装

依据德国 DIN 4726 标准采暖管道的氧气渗透量不大于0.10克/（立方米·天）。对于使用非阻氧管道的采暖系统，推荐采取防腐措施，例如：系统隔离或在系统中添加除氧剂。

瑞好推荐在采暖系统中使用带有阻氧层的管道，例如 RAUTHERM S 管道。

交货规格

外径 d	壁厚 s	水容量
[mm]	[mm]	[l/m]
16	2.0	0.113
20	2.0	0.201

表6-5 RAUTHERM E 采暖管道交货规格

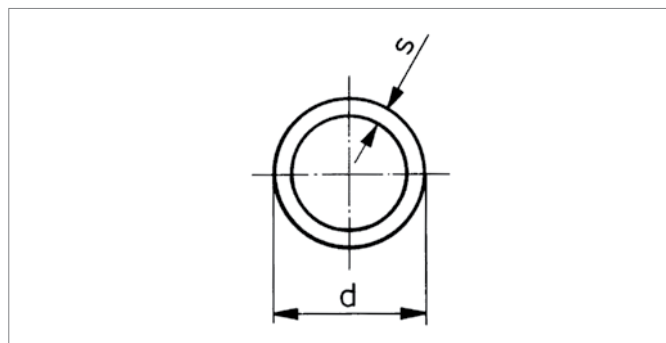


图6-10 外径/壁厚

标准及质量认证

- RAUTHERM E 采暖管道符合 ISO 15875 和 GB/T 18992标准要求
- 采暖安装符合 ISO 15875 和 GB/T 18992 标准中的应用等级 4-5/6 bar

地方性批准

地方性批准可能有所不同。使用瑞好 RAUTHERM E 管道安装系统时请咨询您所在的地区的瑞好的销售办公室。

§

RAUTHERM E 采暖管道仅适用于采暖和制冷系统安装！

6.6 RAUTHERM E professional 采暖管道



图6-11 采暖管道

- 管道由 RAU-PE-Xa 制成
 - 过氧化物交联聚乙烯 (PE-Xa)
- 应用领域
 - 采暖系统安装

依据德国 DIN 4726 标准采暖管道的氧气渗透量不大于0.10克/（立方米·天）。对于使用非防渗氧管道的采暖系统，推荐采取防腐措施，例如：系统隔离或在系统中添加除氧剂。

瑞好推荐在采暖系统中使用带有阻氧层的管道，例如 RAUTHERM S 管道。

§

RAUTHERM E professional 采暖管道仅能使用下列产品：

分集水器接头：316075-001

直接头：169007-001

套环：138953-001

扩管头：268694-001

除上述产品外，其它产品均不适用！即便是适合于 RAUTHERM S 和 RAUTHERM E 的产品也不可以用于 RAUTHERM E professional 管道！

更多信息请咨询您所在地区的瑞好销售办公室。

交货规格

外径 d	壁厚 s	水容量
[mm]	[mm]	[l/m]
16	20	0.113

表6-6 RAUTHERM E professional 采暖管道交货规格

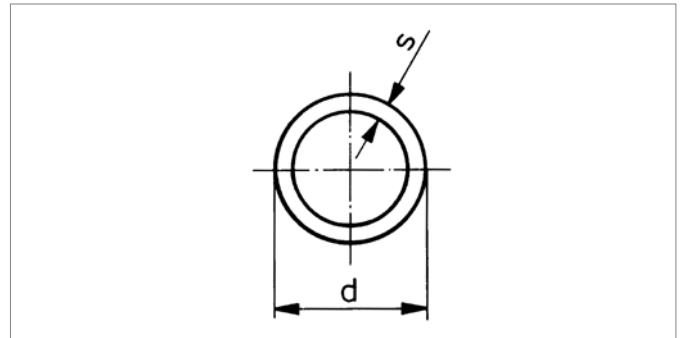


图6-12 外径/壁厚

标准及质量认证

- RAUTHERM E professional 采暖管道符合ISO 15875 和 GB/T 18992标准要求
- 采暖安装符合 ISO 15875 和 GB/T 18992 标准中的应用等级 4-5/6 bar

地方性批准

地方性批准可能有所不同。使用瑞好 RAUTHERM E professional管道安装系统时请咨询您所在的地区的瑞好的销售办公室。

§

RAUTHERM E professional 采暖管道仅适用于采暖和制冷系统安装！

6.7 管道技术参数

技术参数	单位	管道 采暖管道 RAUTITAN stabil RAUTITAN stabil	管道 通用管道 RAUTITAN flex RAUTITAN flex
材料	-	PE-X/A/PE	PE-Xa 外覆 EVAL
颜色（表面）	-	银灰色（RAUTITAN stabil white为白色）	银灰色
20℃时的缺口冲击强度	-	不破裂	不破裂
-20℃时的缺口冲击强度	-	不破裂	不破裂
平均膨胀系数	[mm/(mK)]	0.026	0.15
当使用管道支撑槽进行铺设时： - 外径16-40 - 外径50-63		- -	0.04 0.1
导热率	[W/(mK)]	0.43	0.35
管道粗糙度	[mm]	0.007	0.007
氧扩散率（符合DIN 4726）	-	阻氧	阻氧
材料常数C	-	33	12
建筑材料等级，依据DIN 4102-1建筑 产品等级，依据DIN EN 13501-1	- -	B2 E	B2 E
最高/最低铺设温度	[℃]	+50 /-10	+50 /-10
不使用工具时的最小弯曲半径 d=管道外径	-	5xd	8xd
使用螺旋弹簧/工具时的最小弯曲半径 d=管道外径	-	3xd	-
使用弯管护套时的最小弯曲半径d=管 道外径	-	-	3 - 4xd给水 5xd 给水/采暖
适用外径	[mm]	16-40	16-63

表6-7 管道技术参数（近似值）



某些异常情况可能会导致 RAUTITAN stabil 管道表面起泡。这些起泡并不代表在质量或者适用性方面的下降，也就是无关紧要。

管道	管道	管道	管道
采暖管道 RAUTITAN pink	采暖管道 RAUTHERM S	采暖管道 RAUTHERM E	采暖管道 RAUTHERM E professional
RAUTITAN pink	RAUTHERM S	RAUTHERM E	RAUTHERM E professional
PE-Xa 外覆 EVAL	PE-Xa 外覆 EVAL	PE-Xa	PE-Xa
紫红色	红色	桔黄色	桔黄色
不破裂	不破裂	不破裂	不破裂
不破裂	不破裂	不破裂	不破裂
0.15	0.15	0.15	0.15
0.04 0.1			
0.35	0.35	0.35	0.35
0.007	0.007	0.007	0.007
阻氧	阻氧	不阻氧	不阻氧
12	12	12	12
B2 E	B2 E	B2 E	B2 E
+50 /-10	+50 /-10	+50 /-10	+50 /-10
8xd	5xd (安装温度>0℃)	5xd (安装温度>0℃)	5xd (安装温度>0℃)
5xd	5xd	5xd	5xd
16-63	10-32	16-20	16

7. 无忧管件和收紧套环

7.1 合适的无忧管件和收紧套环

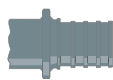
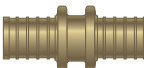
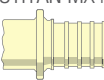
管件和收紧套环的应用范围			
RAUTITAN stabil RAUTITAN flex RAUTITAN pink		RAUTHERM S RAUTHERM E	
管件	套环	管件	套环
			
RAUTITAN PX	RAUTITAN PX	RAUTHERM E professional	
		  (仅169007-001) (仅137953-001)	
RAUTITAN MX+G	RAUTITAN MX		
			
RAUTITAN MX/ RAUTITAN RX	RAUTITAN LX+		
			
RAUTITAN LX+			
			
RAUTITAN SX			

表7-1 采暖制冷系统中可用的管件和套环的组合



只能以滑入的方式将聚合物 RAUTITAN PX 收紧套环装入聚合物 RAUTITAN PX 管件中。

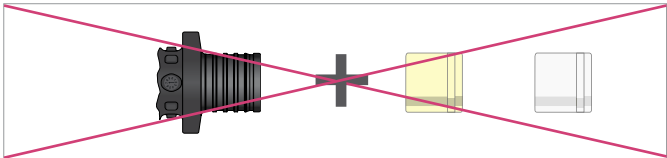


图7-1 RAUTITAN PX 管件不适用于铜质收紧套环

7.2 RAUTITAN 系统无忧管件和收紧套环



图7-2 用 PPSU 制成的 RAUTITAN PX 管件



图7-3 RAUTITAN MX（黄铜）、RAUTITAN RX（青铜）和 RAUTITAN SX（不锈钢）管件



图7-4 RAUTITAN 收紧套环



- 具有永久密封性的收紧套环连接技术，符合 DIN 1988、DVGW -工作表 W 534、DVGW VP 625和 DVGW VP 626
- 经批准的暗装安装符合 DIN 18380 (VOB)
- 坚固的连接技术，非常适合于施工现场
- 无O形环（管道具有自密封性）
- 易于目测检查
- 可立即进行压力测试
- 通过扩张管道的方式可对管道内径和管件内径进行水力调整
- 生活饮用水用 RAUTITAN MX 和 RAUTITAN MX+G 管件由符合 DIN EN 12164、DIN EN 12165 和 DIN EN 12168 的A级（最高要求类别）抗脱锌黄铜制成
- 不存在与通用的 RAUTITAN PX 生活饮用水系统用收紧套环相混淆的风险
 - DVGW 认证（所有尺寸）
 - RAUTITAN 生活饮用水系统用管道
- 瑞好收紧套环连接技术
- 使用 RAUTOOL 组装收紧套环接头
 - 尤其是配合 RAUTITAN 系统一起使用
 - 瑞好直接进行开发和监督

RAUTITAN 采暖安装用管件和收紧套环尺寸：			
16x2.2	20x2.8	25x3.5	32x4.4
40x5.5	50x6.9	63x8.6	

材料

- RAUTITAN 采暖安装用管件由以下部分构成：
 - RAUTITAN PX：PPSU（聚苯砜）
 - RAUTITAN MX 和 RAUTITAN MX+G：符合 DIN EN 12164、DIN EN 12165 EN 12168 的 A 级（最高要求类别）的抗脱锌黄铜
 - RAUTITAN LX+：黄铜（表面镀镍）
 - RAUTITAN RX：青铜
 - RAUTITAN SX：不锈钢
- RAUTITAN SX 系统过渡接头和 RAUTITAN SX 系统的压用过渡接头是根据 DIN EN 10088 第三部分（材料型号1.4404/1.4571）制造的
- 仅用于采暖安装的特殊管件由黄铜、铜或不锈钢制成
- RAUTITAN 采暖安装用收紧套环由以下部分构成：
 - RAUTITAN PX：PVDF（聚偏二氟乙烯）
 - RAUTITAN MX：符合 DIN EN 12164、DIN EN 12165 和 DIN EN12168 标准的热退火黄铜。
 - RAUTITAN LX+：采用RAUTITAN MX 收紧套环镀镍而成
- 更多精确的材料规格可在产品范围中找到。

抗脱锌腐蚀

在某些类型的生活饮用水作用下，被称为脱锌的一种特殊腐蚀形式可能会出现在标准黄铜合金如易切削黄铜中。用于生活饮用水系统的 RAUTITAN MX 和 RAUTITAN MX+G 管件由抗脱锌黄铜制成并接受了符合 DIN ISO 6509 标准的饮用水安装测试。由抗脱锌黄铜制成的管件已在实践中得到验证并且已被使用了数十年。

耐应力开裂

用于生活饮用水系统的 RAUTITAN MX、RAUTITAN MX+G 管件和 RAUTITAN MX 收紧套环符合 DVGW 工作表 GW 393/DIN 50916 第二部分规定的耐应力腐蚀断裂要求。

磨损/磨损腐蚀

磨损是由过高流速造成的从材料表面开始进行的破坏。

磨损腐蚀是包括磨损和侵蚀的一种过程。RAUTITAN 生活饮用水管道在连接之前进行扩管处理，因此管道的过水断面被调节至与管件相适宜的程度。与管道在连接之前没有接受扩管的系统相比，用于生活饮用水系统的 RAUTITAN 系统优化了阻力损失和耐腐蚀性的优势。



- 饮用水系统只能使用 RAUTITAN PX、RAUTITAN MX、RAUTITAN MX+G、RAUTITAN RX 或 RAUTITAN SX 的管件和收紧套环。
- 只能将 RAUTITAN PX 收紧套环滑入 RAUTITAN PX 管件中。
- 不要连接不同范围的管件和收紧套环。
- 请注意管件和收紧套环的尺寸。
- 你可以在最新的产品目录上找到连接组件的范围。

7.2.1 无忧管件

RAUTITAN 采暖安装用管件的外形

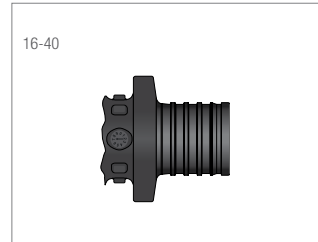


图7-5 外径16-40, PPSU 材质的
RAUTITAN PX

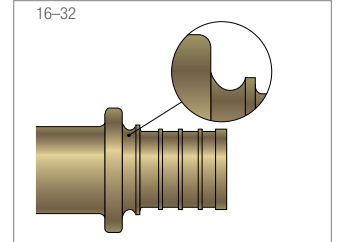


图7-6 外径16-32, RAUTITAN MX、
RAUTITAN MX+G、
RAUTITAN RX 和 RAUTITAN LX+

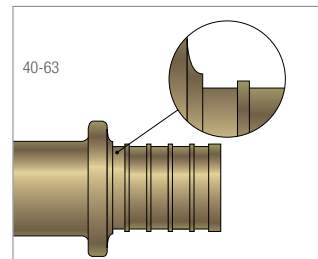


图7-7 外径 40-63, RAUTITAN MX

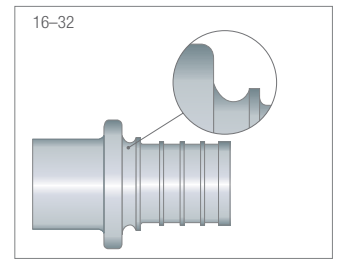


图7-8 外径16-32, RAUTITAN SX

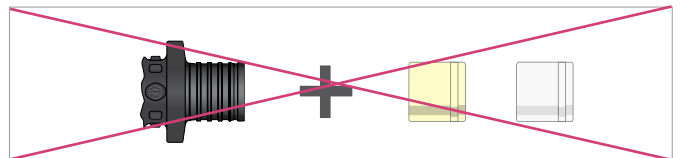


图7-9 未被批准的组合：RAUTITAN PX 管件搭配 RAUTITAN MX、RAUTITAN LX+ 收紧套环

7.2.2 收紧套环

RAUTITAN 管道适用的收紧套环



图7-10 PVDF 材质的 RAUTITAN PX 收紧套环，外径16-40



图7-12 铜质 RAUTITAN MX 收紧套环，外径32-40，带滚花



图7-14 铜质 RAUTITAN LX+ 收紧套环，外径为16-25



图7-11 铜质 RAUTITAN MX收紧套环，外径为16-25和50-63



图7-13 铜质 RAUTITAN MX 收紧套环，带轴环



- 可以用于 RAUTITAN pink 、RAUTITAN flex、RAUTITAN stabil 的所有管道。
- 永久性密封的收紧套环连接技术。
 - 依据 DIN 1988 和 DVGW 工作表 W534。
 - 依据 DIN 18380 (VOB)，批准用于暗埋安装。
- 对于采暖系统管道来说，使用通用收紧套环不会造成混淆的风险。
- 现存的 RAUTITAN 铜质收紧套环仍然可以与黄铜、青铜或不锈钢材质的 RAUTITAN 管件配合使用。

	RAUTITAN PX	RAUTITAN MX	RAUTITAN LX+
尺寸	16x2.2 mm 20x2.8 mm 25x3.5 mm 32x4.4 mm 40x5.5 mm	16x2.2 mm 20x2.8 mm 25x3.5 mm 32x4.4 mm 40x5.5 mm 50x6.9 mm 63x8.9 mm	16x2.2 mm 20x2.8 mm 25x3.5 mm
材料	PVDF	热退火铜，依据： - DIN EN 12164 - DIN EN 12165 - DIN EN 12168	采用 RAUTITAN MX 套环表面镀镍
颜色	黑色	铜本色	银色
性能特点	- 可以从两端滑动到管件上	- 只能从一端滑动到管件上 - 环绕凹槽	

表7-2 RAUTITAN 收紧套环

7.3 RAUTHERM S、RAUTHERM E、RAUTHERM E professional采暖管道适用的管件和收紧套环



- 请不要将 RAUTHERM 采暖管道的配件、收紧套环与 RAUTITAN 管道的管件、收紧套环混淆。
(例如: RAUTITAN SX 系统过渡接头或者散热器弯管连接套件)
- 请注意管件和收紧套环的尺寸。
- 您可以在最新的产品手册中找到连接组件的可用范围。

7.3.1 RAUTHERM S、RAUTHERM E 采暖管道适用的管件



图7-14 RAUTHERM S、RAUTHERM E 采暖管道所适用的收紧套环连接用管件

RAUTHERM S、RAUTHERM E 采暖管道的配件	
尺寸	10.1x1.1 mm 12x2.0 mm 14x1.5 mm 16x2.0 mm 17x2.0 mm 20x2.0 mm 25x2.3 mm 32x2.9 mm
材料	黄铜，表面银色

表7-3 RAUTHERM S、RAUTHERM E 采暖管道的配件

7.3.2 RAUTHERM S、RAUTHERM E 采暖管道适用的收紧套环



图7-15 RAUTHERM S、RAUTHERM E 采暖管道所适用的收紧套环

表面特征	
尺寸	表面特征
10.1x1.1	一圈环形凹槽，黄铜，表面银色
12x2.0	一圈环形凹槽，黄铜，表面无银色
14x1.5	两圈环形凹槽，黄铜，表面银色
16x2.0	一圈环形凹槽，黄铜，表面银色
17x2.0	两圈环形凹槽，黄铜，表面银色
20x2.0	
25x2.3	
32x2.9	

表7-4 RAUTHERM S、RAUTHERM E 管道用收紧套环

7.3.3 RAUTHERM E professional 采暖管道专用管件和套环



图7-14 RAUTHERM E professional 采暖管道所适用的管见和套环

RAUTHERM E professional 采暖管道仅提供下表中的收紧套环连接配件:

RAUTHERM E professional 采暖管道专用管件和套环	
直接	d16，黄铜本色，货号：169007-001
套环	d16，黄铜本色，货号：138953-001

表7-3 RAUTHERM E professional 采暖管道的配件



RAUTHERM E professional 采暖管道仅能使用专用管件和收紧套环，且该专用管件和套环不能用于其它管道！



RAUTHERM S、RAUTHERM E、RAUTHERM E professional 采暖制冷用管道的收紧套环仅能从一侧滑入管件上。

7.4 连接至其他管道材料



图7-14 带有外螺纹的 RAUTITAN LX+、RAUTITAN MX 过渡接头与 RAUTITAN RX 焊接/压接过渡接头



水管路

- 只能在焊接点完成后进行连接。
- 让焊接点完全冷却。

如果维修工作或管道系统扩展对 RAUTITAN 系统造成必要改变，则必须在不同系统之间使用螺纹过渡接头以明显区分并保持质保。

本规则的一个例外情况是使用 RAUTITAN RX 焊接/压接过渡接头和 RAUTITAN SX 系统压接过渡接头。

在从 RAUTITAN 系统连接到焊接或金属压接系统时（DVGW 工作表 W534 的径向压接接头），使用 RAUTITAN RX 焊接/压接过渡接头，例如与铜或软钢（采暖安装）之间转换。

在使用金属压接系统时，要确保焊接/压接端的表面没有凹槽和变形，并遵循金属压接系统制造商的说明。

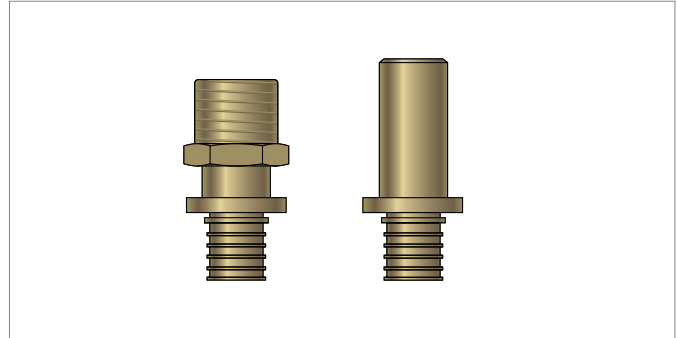


图7-15 用于与其他材料连接的 RAUTITAN MX、RAUTITAN MX+G 管件

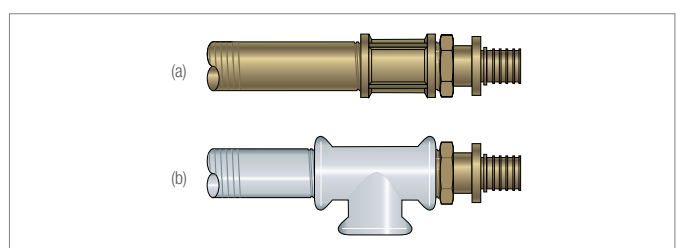


图7-16 带有 RAUTITAN MX、RAUTITAN MX+G、RAUTITAN LX+、RAUTITAN RX 外螺纹的过渡接头接入：

- (a) 铜管件
- (b) 镀锌钢管和管件的系统

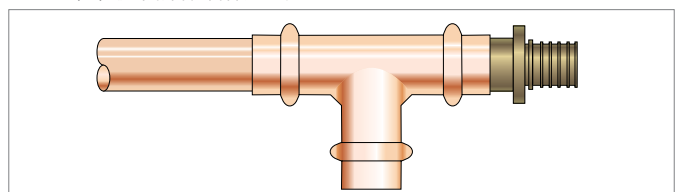


图7-17 带有铜压接系统的 RAUTITAN RX 焊接/压接过渡接头

同样具有焊接功能（标识 L，见最新的产品目录）的带有 RAUTITAN 外螺纹的过渡接头可以直接焊接到铜管端。软焊和硬焊要使用适合的焊剂和溶剂。

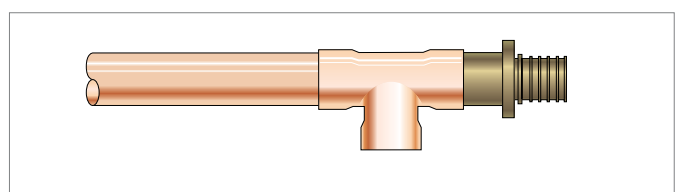


图7-18 带有铜管系统的 RAUTITAN RX 焊接/压接过渡接头

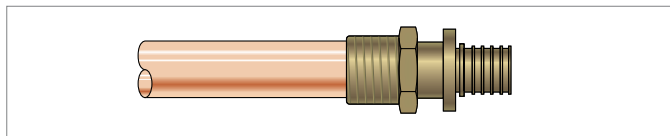


图7-19 焊接入铜管系统的 RAUTITAN MX、RAUTITAN MX+G 外螺纹过渡接头

连接到不锈钢系统



图7-20 带外螺纹 RAUTITAN SX 系统过渡接头与 RAUTITAN SX 系统压接过渡接头



不锈钢系统过渡接头

- 从 RAUTITAN 系统直接连接至带铜过渡接头的不锈钢安装系统会导致管件渗漏或损坏。
- 对于不锈钢的连接安装系统，只能使用均由不锈钢制作的 RAUTITAN SX 系统压接过渡接头以及带外螺纹的 RAUTITAN SX 系统过渡接头。
- 请注意管件尺寸。

不锈钢螺纹管件

- 不要使用会释放水溶性氯离子的密封带或密封剂（例如聚偏四氟乙烯）。
- 使用不会释放水溶性氯离子的密封剂（例如麻丝）。

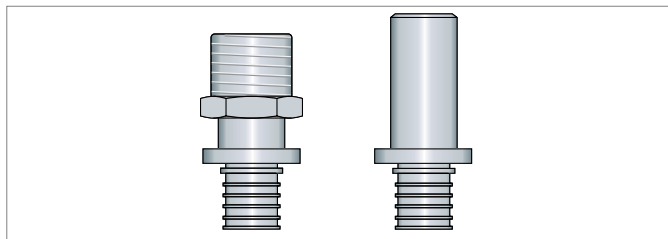


图7-21 带外螺纹 RAUTITAN SX 系统过渡接头与 RAUTITAN 系统压接过渡接头

如果使用互连管配件（例如暗装阀或水表）将 RAUTITAN 系统与其他不锈钢系统连接起来，则不必使用 RAUTITAN SX 过渡接头。

铜和不锈钢的材料组合很早就技术规范中得到认可。但是，不锈钢系统的供应商质保指南中并没有明确规定与其他系统的直接连接点。

为了避免瑞好系统用户的质保损失，在与不锈钢系统连接时必须使用同一材料。

瑞好仅规定将 RAUTITAN SX 系统压接过渡接头与带外螺纹 RAUTITAN SX 系统过渡接头（均由不锈钢制作）用于与不锈钢安装系统的直接系统连接。

与 RAUTITAN 系统压接过渡接头相同的装置适用于 RAUTITAN RX 焊接/压接过渡接头。

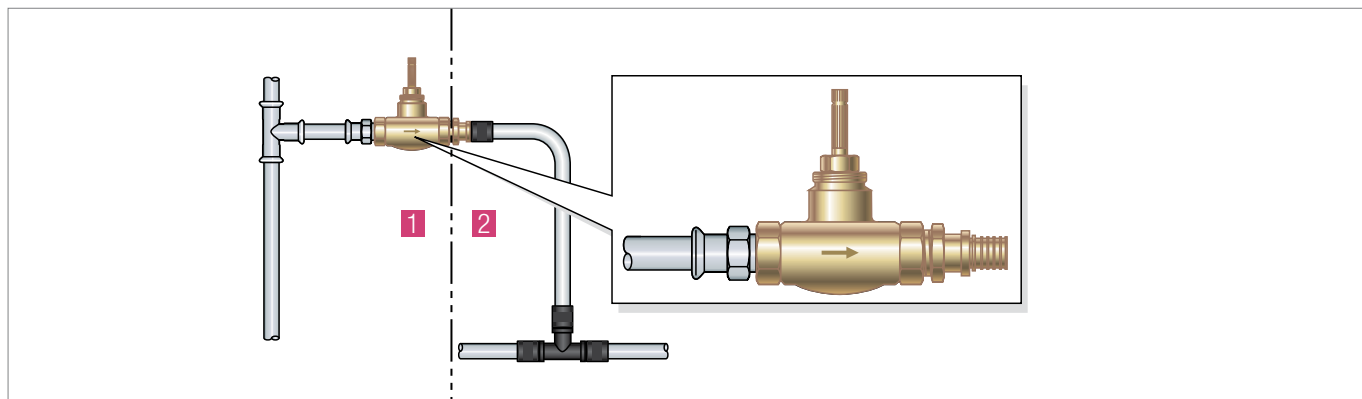


图7-22 将系统过渡接头安装到暗装阀门上的情形（实例）

1 带暗装阀门的不锈钢系统 2 带 RAUTITAN MX、RAUTITAN MX+G、RAUTITAN LX+、RAUTITAN RX 过渡接头的 RAUTITAN系统（黄铜）

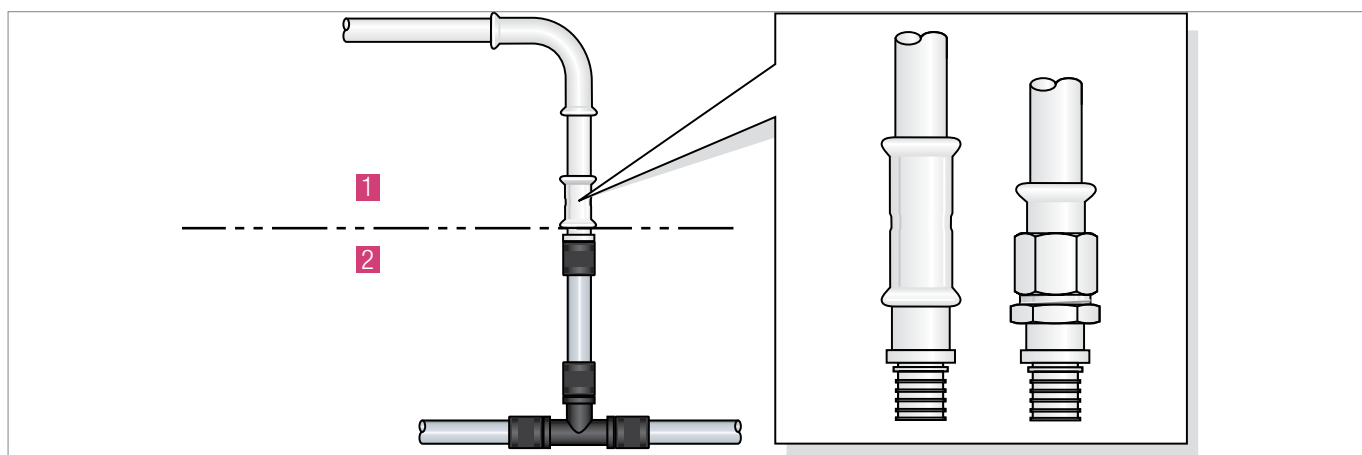


图7-23 不锈钢系统与外径尺寸最大到32的 RAUTITAN 系统或带有不锈钢最大到 R1/Rp1螺纹的 RAUTITAN 系统的直接连接（实例）

1 不锈钢系统 2 带 RAUTITAN SX 过渡接头的 RAUTITAN 系统（不锈钢）

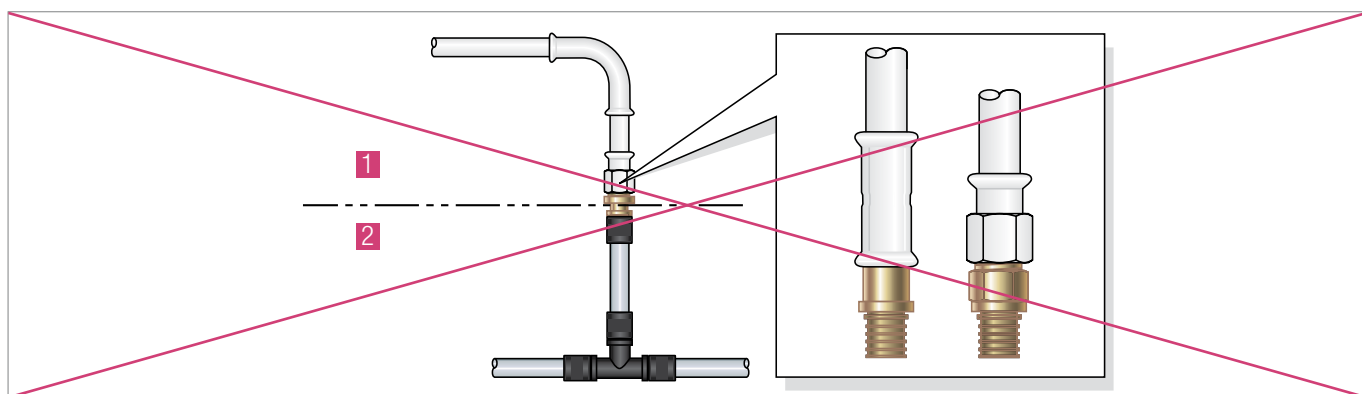


图7-24 不锈钢系统与外径尺寸达到32或带有达到R1/Rp1的螺纹的 RAUTITAN 系统的非直接连接

1 不锈钢系统 2 带 RAUTITAN MX、RAUTITAN MX+G、RAUTITAN LX+、RAUTITAN RX 过渡接头的 RAUTITAN 系统（黄铜）

7.5 连接至配件



图7-25 采用平面密封的 RAUTITAN MX、RAUTITAN MX+G、RAUTITAN LX+ 过渡活接头

设备和配件可通过使用采用平面密封的过渡活接头轻易进行连接。



选择合适的接头时，应考虑管道以及其名义尺寸。

例如：

接头 20-G $\frac{3}{4}$ 适合于带有 G $\frac{3}{4}$ 外螺纹的 DN15 阀门。

在安装螺纹管件时应遵守以下说明：

- 仅使用被允许用于气体和水安装的密封材料（如 DVGW 认证的密封材料）。
- 不要延伸安装工具的杠杆，如带有管道的。
- 将螺纹接头旋紧在一起时，需确保螺纹端可见。
- 在将螺纹旋紧前应确定不同的螺纹类型能够结合（按照 ISO7-1、DIN EN 10226-1 和 ISO228），如公差、自由运动。

其他类型螺纹不允许使用。

- 如果使用长螺纹，则确保具有内螺纹的对应部件的最大可旋入深度以及足够的螺纹深度。

螺纹管件的螺纹应符合：

- 符合 ISO7-1 和 DIN EN 10226-1 的螺纹：
 - Rp = 圆柱内螺纹
 - R = 圆锥外螺纹
- 符合 ISO228 的螺纹：
 - G = 非密封管螺纹

7.6 连接组件的安装说明

- 避免过分旋紧螺纹接头。
- 使用合适尺寸的开口扳手。不要将配件在老虎钳中夹得太紧。
- 使用管钳可能对管件和收紧套环造成损害。
- 不要将过多的纤维应用于螺纹接头。螺纹端必须是可见的。
- 不要使管件和收紧套环遭受塑形应变，如锤击。
- 仅使用符合 ISO7-1、DIN EN 10226-1 和 ISO 228 标准的螺纹。

不允许使用其他类型螺纹

- 确保连接组件在装配期间和使用中免于承受不能接受的应力。确保管道有足够的移动范围（如，从偏斜脚开始）。
- 不要使用不干净的或损坏的系统组件、管道、管件、收紧套环或密封件。
- 当平面密封接头（或类似的）被打开时，如有必要，在重新连接和插入新的密封件之前应确定密封表面未被损坏。



瑞好推荐抗脱锌黄铜材质的螺纹管件，用于系统中。



安装温度

- 最低安装温度为 -10℃
- 最高安装温度为 +50℃

校准管件

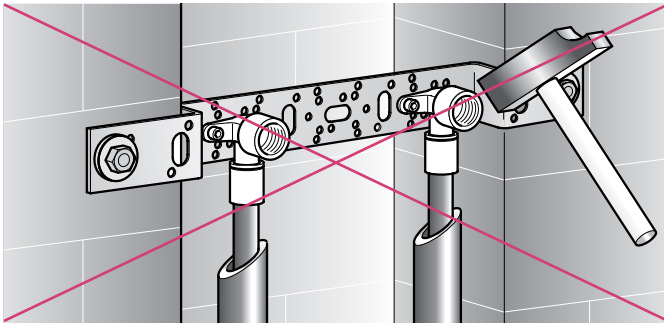


图7-26 不要使用锤子进行校准

只能使用合适的工具校准管件，如管螺纹接套或开口扳手。

防腐蚀和损坏

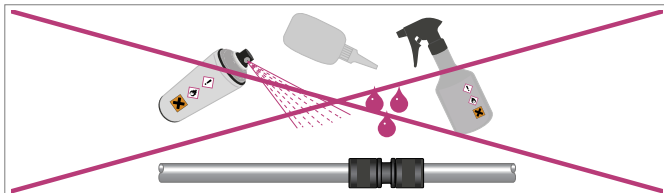


图7-28 RAUTITAN PX: 避免接触油漆、液体螺纹密封剂、攻丝油等

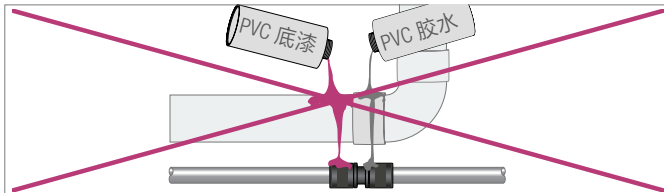


图7-2 RAUTITAN PX: 避免接触胶水（例如：PVC 胶水）

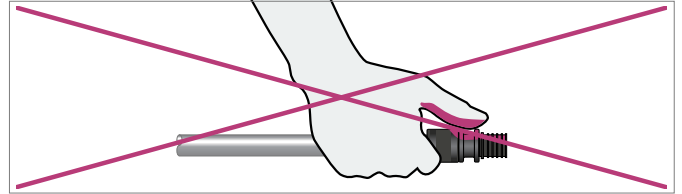


图7-30 RAUTITAN PX: 避免无意中接触侵蚀性物质

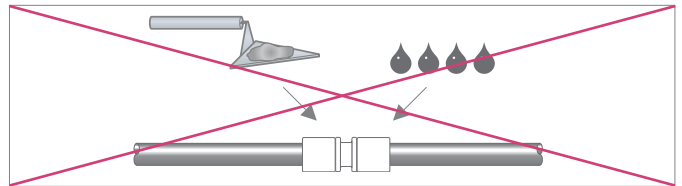


图7-27 避免腐蚀

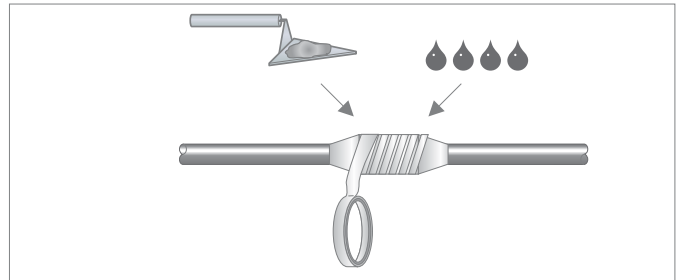


图7-28 保护连接件免遭腐蚀



- 使用合适的护套保护管件和收紧套环，使其避免与砌砖或砂浆层、水泥、灰泥、粘合剂、腐蚀介质和其他可能造成腐蚀的材料和物质接触。
- 防止管件、管道和收紧套环受到湿气侵蚀。
- 确保使用的密封剂、清洁剂、建筑泡沫等不包含任何可能造成应力断裂的组分，如氨水、含氨的、芳烃类和氧化的溶剂（如酮和乙醚）、氯化烃类。
- 防止管件、管道和收紧套环遭到尘土、钻尘、灰泥、油脂、油、油漆、瓷漆、粘性/防护底漆、溶剂等的损害。
- 在腐蚀性环境中（如耕作、埋入混凝土、海水环境、清洁剂），充分保护管道和管件，使其免于遭受腐蚀，将其密封防止气体扩散（例如，腐蚀性气体、发酵气体的进入）。
- 防止管件、管道和收紧套环受到湿气侵蚀。
- 防止系统受到损害（如，在施工阶段、车辆区域、机器或耕作、以及动物造成的损害）。



RAUTITAN PX

- 只使用经过 PPSU 和 PVDF 材料制造商核准的具有当前 DVGW 认证的检漏剂（如发泡剂）。
- 只使用经过 PPSU 和 PVDF 材料制造商核准的密封剂、螺纹密封剂、胶带和熔剂。
- 当使用连接件时，检查材料对相应的应用范围的兼容性。
- 不允许与芳烃类和氧化溶剂（如酮和乙醚）以及卤代烃（如氯化烃类）接触。
- 不允许与水基丙烯酸漆料和粘性/防护底漆接触。

RAUTITAN SX

- 不能使用能释放可溶于水的氯离子的密封带或密封剂（如聚偏四氟乙烯）。
- 使用不释放可溶于水的氯离子的密封剂（如麻丝）。

水添加剂

如果使用抑制剂、抗冻剂或其他热水器添加剂，则管道可能被损坏。

必须从各自的制造商和我们的技术应用部门获得批准。

在这种情况下，请联系你所在地区的瑞好销售办公室。

8. 安装工具

RAUTOOL



- 在使用工具之前，请阅读并完全遵守操作说明中的信息。
- 如果这些操作说明不再和工具一并获得或不再可获得，则请订购或从网络上下载。
- 不要使用损坏的工具或只具备部分功能的工具；请将这些工具送到你所在地区的瑞好销售办公室进行维修。



操作说明可以从 www.rehau.com.cn 在线下载。



安装工具 RAUTOOL 的交货范围可以在产品目录中查到。



- RAUTOOL 安装工具是专门针对瑞好产品使用而特别研发的。
- 由瑞好直接研发和监督。
- RAUTOOL 安装工具得以持续改进和进一步发展。
- RAUTOOL 安装工具的不同驱动方法可供选择。
- 就 16/20、25/32 和 40 的接头尺寸而言：
 - 液压或手动扩张是可能的。
- 就16-32的接头尺寸而言：
 - 可以在没有改装工具的情况下，使用双尺寸夹具，可用于两种管道外径。
- 灵活且正确的工具装卸
 - 紧凑设计
 - 简单装配，即使在密闭空间内（不利的装配情况）
 - 液压工具，RAUTOOL H1/H2、E2 和 G1 的驱动装置和收紧工具的分
- 采用瑞好的收紧套环连接技术时，不需要对管道进行任何校准。
- 管道的切割可以利用瑞好切管器对所有尺寸进行并且只需要较少的空间和时间。不必使用管割刀。

关于40收紧夹具的说明

用于 RAUTITAN PX 收紧套环的收紧夹具，尺寸40					
	收紧夹具，新产品 Ø40	收紧套环 Ø40		收紧夹具，旧产品 Ø40	收紧套环 RAUTITAN PX Ø40
收紧夹具组件 40（黑色） 201801-001 201803-001		 +			 +
收紧夹具组件 M1 40（黑色） 201798-001 201804-001			收紧夹具组件 M1 40（金黄色） 137374-001 138333-001		
收紧夹具组件 G1 40（黑色） 201802-001			收紧夹具组件G1 40（金黄色） 137964-001		

表8-1 适用于 RAUTITAN PX 收紧套环尺寸40的收紧夹具

RAUTITAN PX 40 尺寸的收紧套环需使用新的40尺寸黑色收紧夹具进行收紧连接。



先前其他尺寸的收紧夹具（金黄色），如16、20、25、32、50、63，仍可无限制地使用。



- 只用 RAUTOOL 40 尺寸收紧夹具（黑色）收紧 RAUTITAN PX 40 尺寸收紧套环。
 - 你可以在你所在地区的瑞好销售办公室找到更多有关关于可将你的旧 40 收紧夹具（金黄色）更换为新收紧夹具的信息。
- 只能用 RAUTOOL 工具进行收紧套环连接。如果在连接时使用其他工具，这些工具必须经相应制造商许可与 RAUTITAN 系统一起使用，尤其是与新的 RAUTITAN PX 管件和收紧套环一起使用。

收紧套环工具：RAUTOOL

- 适合于 RAUTITAN 系统
- 适合于 RAUTHERM 瑞好采暖/制冷系统
- 适合于 RAUPEX 工业应用
- 适合于区域供热的 RAUTHERM EX 和 RAUVITHERM
- 各种可选附加装置和附件（见产品目录）

8.1 RAUTOOL M1



图8-1 RAUTOOL M1

- 手动工具
- 尺寸16至40



RAUTOOL M1 只使用 M1 的收紧夹具。

8.2 RAUTOOL H2



图8-2 RAUTOOL H2

- 机械-液压工具
- 用脚踏泵/手动泵驱动
- 尺寸16至40

8.3 RAUTOOL A-light2 Kombi



图8-3 RAUTOOL A-light2 Kombi

- 锂电池供电液压收紧、扩管一体工具
- 尺寸16至40
- 带有快速更换扩管头系统（专利）

8.4 RAUTOOL A-light2



图8-4 RAUTOOL A-light2

- 电池供电液压收紧工具
- 尺寸：16至40



液压工具 A-light2 / A-light, E3/ E2 和 H2 /H1 是相互兼容的，可安装许多相同的配件。

8.5 RAUTOOL Xpand QC



图8-5 RAUTOOL E2

- 锂电池供电液压工具
- 尺寸：16-40mm
- 带有快速更换扩管头系统（专利）

8.6 RAUTOOL G2



图8-6 RAUTOOL G2

- 采用电动液压驱动单元
- 尺寸：50-63mm
- 选配独立扩展配件，可适用于最大110mm

8.7 RAUTOOL M-light



图8-7 RAUTOOL M-light

- 机械收紧工具，适用于 RAUTITAN PX 收紧套环
- 尺寸：16-20mm
- 不适用于铜质套环的连接

8.8 RAUTOOL K10 X 1.1



图8-8 RAUTOOL K10 x 1.1

- RAUTHERM S 10x1.1毫米管道所适用的扩管、收紧的手动一体工具
- 适用尺寸 10x1.1

8.10 RAUTOOL K14 X 1.5



图8-10 RAUTOOL K14 x 1.5

- RAUTHERM S 14x1.5毫米管道所适用的扩管、收紧的手动一体工具
- 适用尺寸 14x1.5

8.9 RAUTOOL K12 X 2.0



图8-9 RAUTOOL K12 x 2.0

- RAUTHERM S 12x2.0毫米管道所适用的扩管、收紧的手动一体工具
- 适用尺寸 12x2.0

9. 管剪



- 定期检查管剪刀片是否损坏，若有必要需更换损坏的刀片或管剪。损坏或钝化的刀片可能会在管道上留下毛刺或切痕；在扩管时，管道可能在这些毛刺或切痕处破裂。
- 如果管道切割不正确，请再次进行切割，以确保笔直且没有毛刺的切割。
- 如果在扩管区域出现裂痕、请切下损坏的管端并重复扩管程序。

可以重新订购管剪所使用的备用刀片（管剪25除外）。
在管道切割过程中，应遵守以下规定：

- 仅使用与相应的管道类型相对应的正确管剪。
- 应对管道进行笔直切割，且切割后的管道应无毛刺。
- 管剪工作状况必须良好。

管道尺寸		16/20	25至40			
RAUTITAN stabil	RAUTITAN stabil					
		至20	至25	至40	40至63	
RAUTITAN flex 通用管道	RAUTITAN flex					
RAUTITAN pink 采暖管道	RAUTITAN pink					
RAUTHERM S 采暖管道	RAUTHERM S					
RAUTHERM E 采暖管道	RAUTHERM E					
RAUTHERM E professional 采暖管道	RAUTHERM E professional					

表9-1 管剪的选择

9.1 管剪16/20



图9-1 使用管剪16/20切断 RAUTITAN stabil 管道

使用管剪16/20对 RAUTITAN stabil 管道进行垂直无毛边的剪切。



对外径为16或20的 RAUTITAN stabil 管道，仅使用管剪16/20进行剪切。



PE-X管也可以使用管剪16/20进行剪切。



图9-2 整圆器



当使用压紧螺母套件时，请使用管剪16/20上附带的整圆器对 RAUTITAN stabil 管道进行整圆。

9.2 管剪25

对外径尺寸至25的 PE-X 管道进行无毛刺切割的专用产品（参见表9-1 管剪的选择）。

9.3 管剪40

对外径尺寸至40的 PE-X 管道进行无毛刺切割的专用产品（参见表9-1 管剪的选择）。

9.4 管剪63

专门用于对外径尺寸为40至63的 PE-X 管道进行无毛刺切割（参见表9-1 管剪的选择）。

10. 扩管工具

10.1 管道用扩管头与扩管套件

	扩管头	扩管头/扩管套件	RAUTOOL G2 扩管头
管道尺寸	16/20/25/32	40	
RAUTITAN stabil RAUTITAN stabil		 	
管道尺寸	16/20/25/32	40	40/50/63
RAUTITAN flex 通用管道 RAUTITAN flex		 	
RAUTITAN pink 采暖管道 RAUTITAN pink			

RAUTITAN 管道所适用的扩管头

	扩管头	扩管头
管道尺寸	16	17-32
RAUTHERM S 采暖管道 RAUTHERM S	 RAUTHERM S 和 RAUTHERM E 管道16x2.0 使用扩管头16x2.2 进行扩管（蓝色标记）	
RAUTHERM E 采暖管道 RAUTHERM E		
管道尺寸	16	
RAUTHERM E professional 采暖管道 RAUTHERM E professional	 RAUTHERM E professional 管道16x2.0 仅能使用扩管头 268694-001进行扩管	

RAUTHERM 采暖管道适用的扩管头

QC 扩管工具和 R0 扩管工具得注意事项

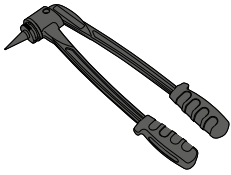
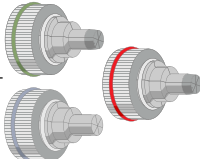
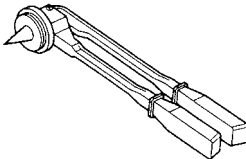
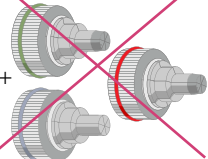
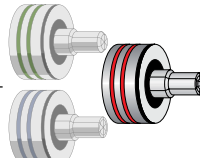
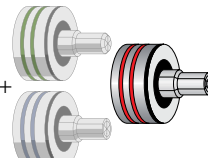
扩管工具和扩管头					
QC扩管工具		扩管头	R0扩管工具		扩管头
产品编号 214176-001		QC 	产品编号 139592-001		QC 
		R0 			R0 

表10-1 扩管工具和扩管头

黑色的扩管工具 QC 可以无限制地使用螺纹接口的R0 扩管头和带卡口的 QC 扩管头。

扩管套件 16/20



图10-1 扩管套件16/20

扩管套件16/20 可与 RAUTOOL A-light2 / A-light, A3/ A2, E3 /E2 和 H2 一起用于 RAUTITAN flex、RAUTITAN pink 管道的扩管。



新的 QC 扩管头带有单个色环，将不能用于 R0 扩管工具（银色）。

扩管头之间的区别

- RAUTITAN stabil 铝塑管道使用的扩管头
 - 绿色标记
 - 管道尺寸为16-32的采用黑色外壳
 - 扩管段带斜角
- RAUTITAN flex, RAUTITAN pink 管道适用的扩管头
 - 蓝色标记
 - 管道尺寸为16-32的采用银色外壳
 - 扩管段无斜角
- RAUTHERM S, RAUTHERM E 管道适用的扩管头
 - 红色标记（除了尺寸为16的管道，使用蓝色标记）
 - 管道尺寸为17-32的采用银色外壳
 - 扩管段无斜角
- RAUTHERM E professional 管道适用的扩管头
 - 尺寸为16的管道仅可使用扩管头 268694-001
 - 红色标记
 - 银色外壳
 - 扩管段无斜角



RAUTHERM E professional 16x2.0 管道仅能使用扩管头268694-001进行扩管，并且该扩管头不能用于其他任何管道。

10.2 扩管套件

当与 RAUTOOL 工具 A-light2/A-light, A3/A2, E3/E2 和 H2/H1 配合使用时，可以使用以下扩管套件：

- QC 和 RO 通用扩管套件 25/32
- 铝塑管扩管套件 40x6.0
- 扩管套件 40x5.5

10.3 扩管头使用的安全建议



- 请勿使用有缺陷的扩管段或扩管头（例如：弯曲、断裂、破裂）。
- 确保管道整个圆周范围内扩管均匀。
- 对扩管不均匀的管道进行报废处理。
- 检查扩管头是否损坏，如有需要，需进行扩管试验来检验其扩管的均匀性（例如：无凹槽、管道材料没有出现局部过度伸长现象）
- 更换有缺陷的扩管头
- 请勿在扩管段上涂抹润滑油脂或类似材料
- 请在扩管工具圆锥上涂抹润滑油脂
- 请勿使用被弄脏或损坏的扩管头、管道或连接件
- 如果在扩管区出现了裂缝或如果管端扩管不正确，则应切下损坏的管端并重新进行扩管
- 遵照为各种类和尺寸的管道所进行的扩管头配置。

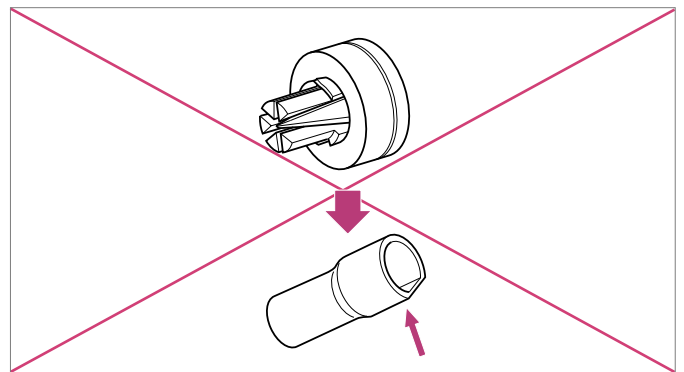


图10-2 使用有缺陷的扩管工具对管材造成的损坏



RAUTITAN flex 通用管道、RAUTITAN pink、RAUTHERM S 采暖管道带有阻氧层。阻氧层并不总是与PE-X 基材一样柔韧。因此，当在低温下对管道进行扩管时，就可能会发现阻氧层明显破裂。这些破裂并不影响管道的性能，并且对收紧套环连接没有任何影响。因为破裂处位于收紧套环连接之内，并且两面均被管件或套环覆盖，因此对于 DIN 4726 所规定的阻氧性能没有显著影响。

11. 收紧套环方式连接



下文对外径尺寸为 16-32 毫米的管道用瑞好收紧套环连接技术进行了描述。工具使用及其它管道尺寸连接说明分别在工具使用说明书中进行了描述。



- 仅能使用 RAUTOOL 工具进行收紧套环连接。若要使用其它工具进行连接，则应获得瑞好的批准以确保这些工具与 RAUTITAN 系统能够共同使用，尤其是与新的 RAUTITAN PX 管件和收紧套环一起使用的。
- 仅能使用恰当的安装工具进行连接。
- 有关安装工具和接头的信息，请参阅技术信息手册和相应的操作说明和说明手册。
- 禁止使用脏或损坏的连接件或工具。
- 电池和电源驱动的工具，如 A-light2, A3, E3, G2, 不适合长时间工作。在连续50次收紧工作之后，应当暂停使用至少15分钟，以便工具能够冷却。
- 连接件的产品范围可在最新的产品目录中查到。

铺设温度

- 请勿在低于-10℃的情况下安装。
- 请勿在高于+50℃的情况下安装。



若需在极低温度（接近最低安装温度）下进行简单安装，瑞好建议使用液压驱动的 RAUTOOL 工具。



可通过网址 www.rehau.com.cn 下载使用说明书。



- 通用瑞好收紧套环连接技术
- 永久性密封连接
- 无需O形圈（管道具有自密封性能）
- 简单目视检查
- 可立即进行水压试验
- 无需校准管道或为管道去毛刺
- 坚固的连接技术、特别适用于现场施工

11.1 管道切割

1. 在开始工作之前，请检查确认管剪状态良好。
2. 注意根据管道种类选用适当的管剪。
3. 垂直切割管道并且切割后的管道应无毛刺。请使管剪与您握管道的手掌之间保持一定的安全距离。

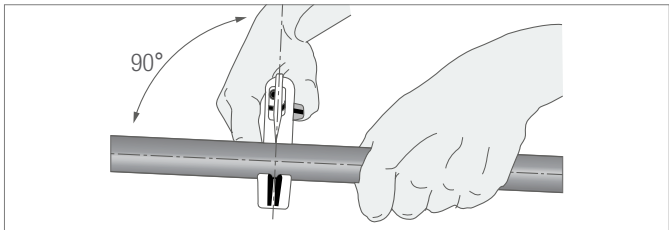


图11-1 对管道进行垂直切割

4. 确保仅在直管段（无弯曲）上进行连接结合并采取进一步的加工步骤。直管段必须至少等于收紧套环长度的三倍。

11.2 把收紧套环滑到管上

把收紧套环滑到管上：

- RAUTITAN PX 收紧套环的两端均可收紧管件，因而不考虑方向。
- 铜质收紧套环收紧时，倒角面须面对管件。

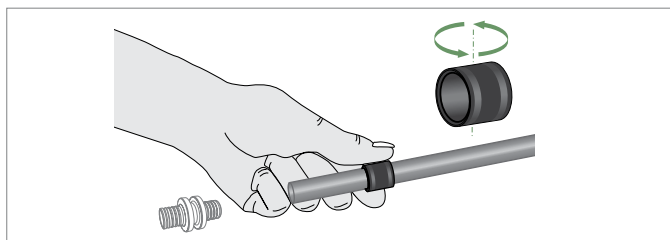


图11-2 把 RAUTITAN PX 收紧套环滑到管上

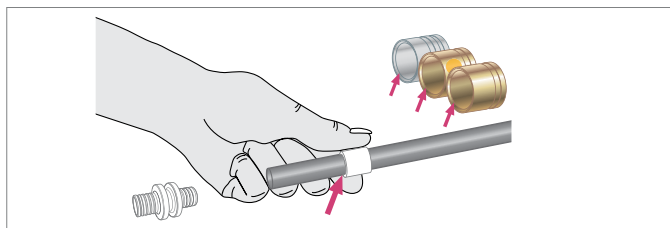


图11-3 把铜质收紧套环滑到管上，倒角面须面对管件



把铜质收紧套环滑到管上时，倒角面总是面对接头。

11.3 用扩管器扩管



- 遵循扩管头的安全提示。
- 如果必要，检查扩管头是否可以自由移动、是否清洁、干净。
- 把扩管头充分旋入扩管器（确保旋转管道时不会分开）。
- 保持管道和收紧套环之间的最短距离（至少为收紧套环长度的两倍）
- 在合适的环境温度下扩张管道，把管件插入扩张过的管道中。
- 只把瑞好生产的收紧套环管件（而不是其它物体）插入扩张过的管道末端。

- 定期检查管剪的刀片是否损坏，必要时替换刀片或管剪。
- 只用完整、无损伤的扩管头扩张管道。
- 如果被扩张区域产生裂纹，或管端未适当扩张，切断受损管端，重复进行管道扩张。

扩张前，管道温度必须均匀。避免局部加热（如，用检验灯等）。在合适的环境温度下扩张管道，并插入管件。

1. 把收紧套环滑到管上，管端和收紧套环之间的最短距离至少保持在收紧套环长度的两倍以上。

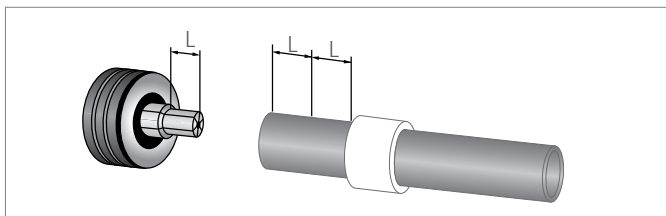


图11-4 管道和收紧套环之间的最短距离

2. 扩管头各段须全部插入管道。避免扩管头倾斜。
3. 扩张管道一次。

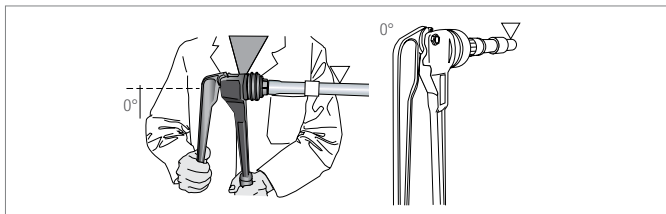


图11-5 扩张管道一次

4. 旋转扩管器约 30° 。管道仍然保持在原位。
5. 再次扩张管道。

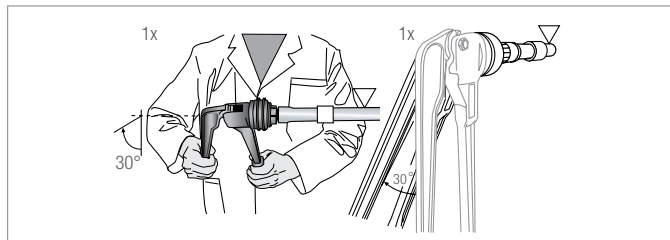


图11-6 在同一管道位置旋转扩管器约 30° ，并再次扩张管道。

11.4 把管件插入被扩张后的管道中

正确扩张管道后，管件可轻易插入被扩张后的管道中。较短时间后，管道开始收缩（记忆效应），管件在管道中被固定。

把没有被管道收缩夹紧的接头放置于收紧工具上时和在收紧过程中，需小心处理，防止接头脱落。管道被扩张后，应马上完全插入管件（直至预停止处）至被扩张后的管道中。

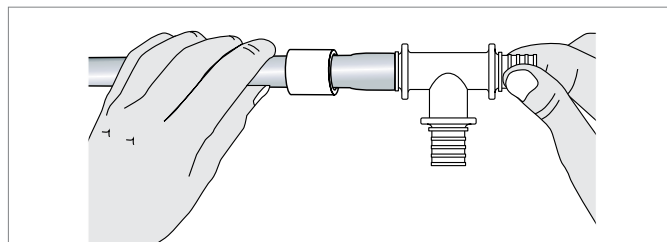


图11-7 把管件插入被扩张后的管道中

所有密封管肋必须如表11-1所示被管道全部覆盖。

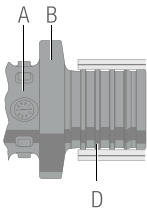
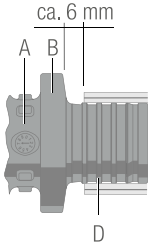
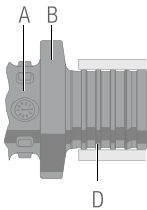
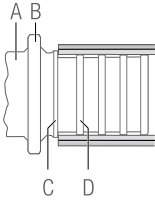
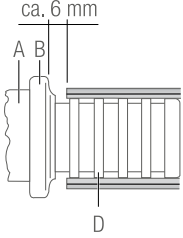
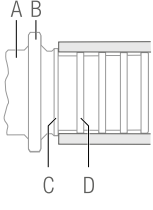
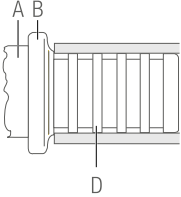
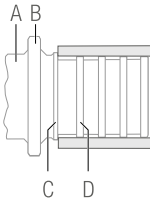
管道在RAUTITAN PX 管上正确的位置				
尺寸		16-32	40	50-63
RAUTITAN stabil 铝塑管道	RAUTITAN stabil			-
RAUTITAN flex RAUTITAN pink	RAUTITAN flex RAUTITAN pink			-
管道在金属管件上的正确位置				
管道		16-32	40	50-63
RAUTITAN stabil 铝塑管道	RAUTITAN stabil			-
RAUTITAN flex RAUTITAN pink	RAUTITAN flex RAUTITAN pink			
管道		16-32	40	50-63
RAUTHERM S RAUTHERM E RAUTHERM E professional	RAUTHERM S RAUTHERM E RAUTHERM E professional			-

表11-1 管道在管件上的正确位置

A 管件本体 B 管件颈 C 预停止环 D 密封肋

11.5 把接头放入收紧工具

把收紧套环接头放置到收紧工具上。

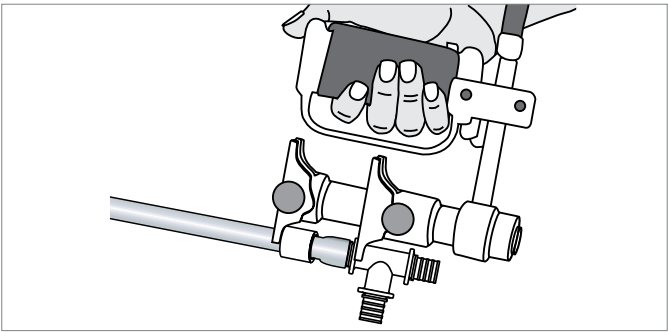


图11-8 把管件和收紧套环放入收紧夹具



为避免干扰。需将收紧夹具放置于整个表面上，并保持适当角度。



收紧时收紧套环处的管道凸出会影响接头质量，通常在使用旧扩管头时会发生。
使用旧扩管头时，RAU-PE-Xa 管道(不适用于 RAUTITAN stabil 或 RAUTITAN gas stabil)可能会在收紧过程中被压到一起。发生这种情况时，在即将凸出前（约距管件颈处2mm），停止收紧铜质收紧套环。

1. 操作压力开关或收紧工具底座。
2. 充分推动收紧套环至管件颈处。
3. 目测接头是否受损，收紧套环是否完全收紧。

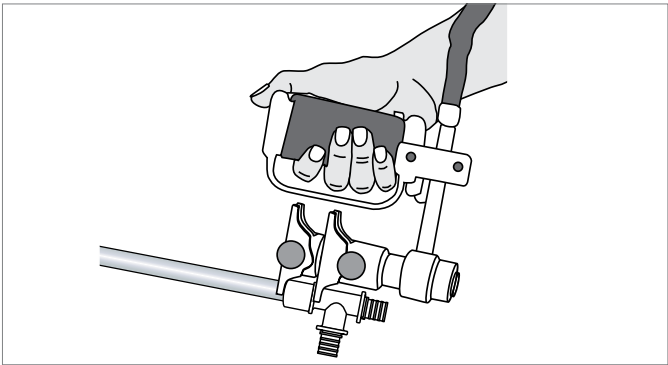


图11-9 挤压收紧套环

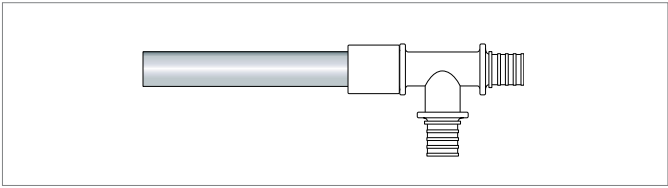


图11-10 完全收紧套环接头

- 使用收紧工具后需清洗并润滑
- 收紧工具需被储存于干燥地点

11.6 收紧套环至管件颈处



仅在管道平直区域（而不是管道弯曲区域）进行连接。管道平直区域长度必须至少为收紧套环长度的三倍。

- 不能去夹紧未被正确夹住的接头，将接头放入收紧夹具后，并保持接头与收紧夹具完全接触。
- 充分挤压收紧套环至管件颈处。
- 进行收紧套环连接时，不得使用润滑剂、水等。

12. 拆卸收紧套环接头



如果不遵循以下说明（例如，进行接头连接时加热收紧套环），瑞好将不承担任何责任。

12.1 切断接头

使用切管器从现有管道上完全切断需拆卸的接头。握紧管道的手需和切管器保持一定安全距离。

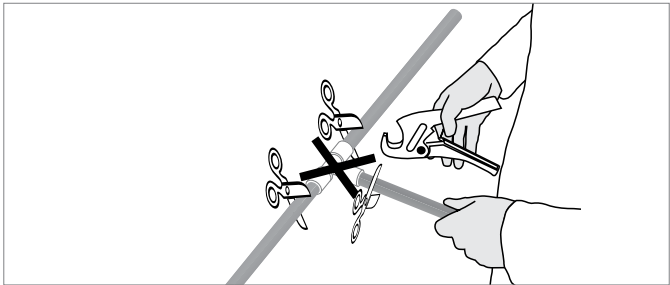


图12-1 切断接头

12.2 剪下的接头可重复使用性

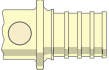
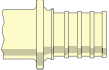
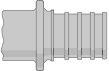
被切断的收紧套环接头可重复使用性			
可重复使用		不可重复使用 同剪切的所有管道一同丢弃	
RAUTITAN 系统	RAUTHERM 采暖和制冷系统	收紧套环	管件
 1) RAUTITAN MX+G	 RAUTHERM	 RAUTITAN PX	 RAUTITAN PX
 RAUTITAN MX RAUTITAN RX		 RAUTITAN MX	
 RAUTITAN LX+		 RAUTITAN LX+	
 RAUTITAN SX		 RAUTHERM	

表12-1 被切断的收紧套环接头的可重复使用性

1) 只适用于给水和采暖系统



供气系统安装中拆卸的金属配件

- 供气系统中已使用过的组件不可重复利用。
- 丢弃拆下的接头。

水系统安装中拆卸的金属配件

- 丢弃用过的 RAUTITAN PX 管件和 RAUTITAN PX 收紧套环。

- 只能再次使用状况良好，与被拆卸用途相同的被拆卸的金属管件。
- 丢弃被切断的管段和收紧套环。
- 从水系统中拆下的金属配件不可再用于供气系统中，即使配件上带有黄色标记。

12.3 从供水安装切断接头

12.3.1 加热已切断接头



把 RAUTITAN PX 收紧套环加热到200℃以上或直接燃烧暴露部分可能会产生有毒气体。

- 不能把 RAUTITAN PX 收紧套环加热到200℃以上。
- 不允许燃烧 RAUTITAN PX 收紧套环或使其燃烧。

1. 用热风枪加热切断的金属管件。遵循热风枪的操作指南中的相关安全提示。
2. 温度达到135℃左右时，将收紧套环从管件本体上卸除（如，用钳子）。

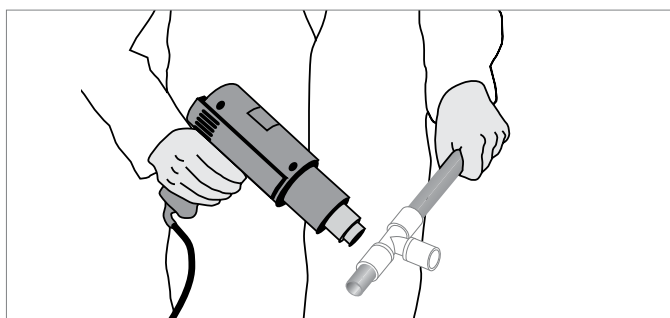


图12-2 加热已切断的接头

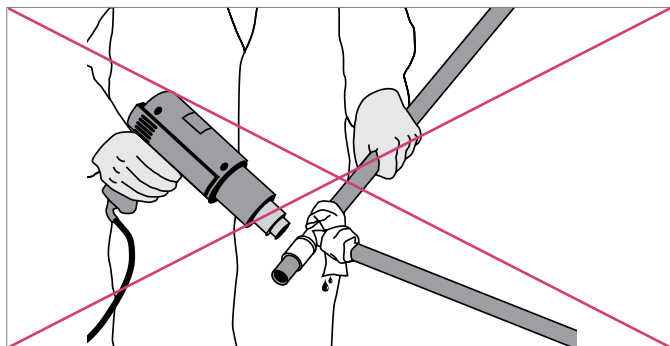


图12-3 不允许的加热方式



当加热已切断的接头时，被加热的管件的所有连接已不再密封。

需把待加热的管件与管路系统完全隔离。

12.3.2 卸除收紧套环

1. 从管件本体上卸除管道。
2. 清洗管件上的污垢。
 - 如果管件状况良好且被冷却，金属管件可被重新使用。
 - 不能重新使用卸除的收紧套环和管段。
3. 丢弃卸除的管段和收紧套环。

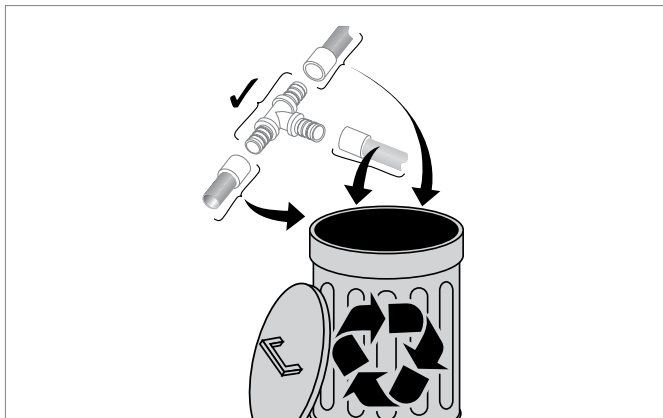


图12-4 丢弃卸除的管段和收紧套环

13. 弯曲管道

13.1 弯曲 RAUTITAN stabil 管道

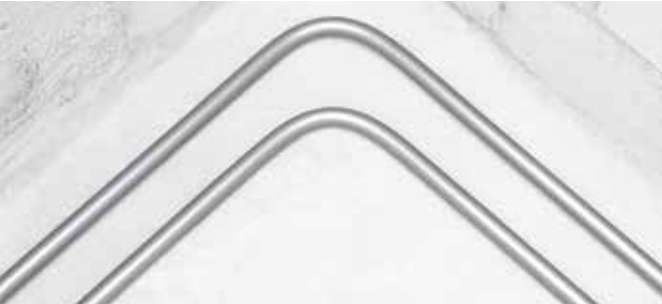


图13-1 弯曲 RAUTITAN stabil 管道

RAUTITAN stabil 管道可以用手弯曲或者使用弯管工具。

最小弯曲半径

- 当用手弯曲时，最小的弯曲半径应为管道外径的5倍。
- 当使用弯管工具时，最小的弯曲半径应为管道外径的3倍。
- 最小弯曲半径是沿管道中心测得的。
- 安装时确保遵循规定的最小弯曲半径。
- 弯曲后，应确认没有挤压、起皱、凸起、外层PE 保护层和铝层没有损坏。



在0℃安装时，管道弯头必须比需要的弯的更多一些。
RAUTITAN stabil 管道只能进行冷弯。

管道	RAUTITAN stabil 使用弯管工具(90°) 3 x d		RAUTITAN stabil 手工弯曲(90°) 5 x d	
	弯曲半径 R [mm]	弧长 B [mm]	弯曲半径 R [mm]	弧长 B [mm]
16	48.6	76	81	127
20	60	94	100	157
25	75	118	125	196
32	96	151	160	251
40	120	188	200	314

表13-1 RAUTITAN stabil 管道的最小弯曲半径

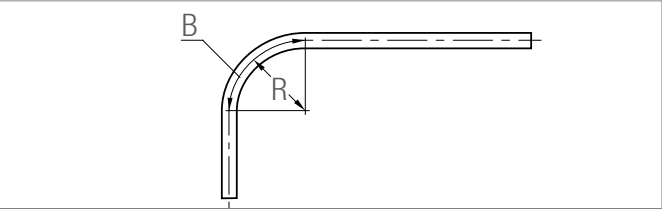


图13-2 弯半径和弧长

R = 弯曲半径
B = 弧长

已被批准用于 RAUTITAN stabil 铝塑管道的弯曲工具

RAUTITAN stabil			
管道尺寸[mm]	供应商	型号描述	产品编号
16/20	参见 REHAU 销售清单	铝塑管内置弯管弹簧16	247484-001
		铝塑管内置弯管弹簧20	247494-001
16/20/25	Roller, D-71332 Waiblingen	Roller Polo	153022
16/20/25	CML Germany, D-73655 Plüderhausen	Ercolina Junior	0130G
16/20/25	REMS, D-71332 Waiblingen	REMS Swing	153022
16/20/25/32/40	CML Germany, D-73655 Plüderhausen	Ercolina Jolly	0101
40	REMS, D-71332 Waiblingen	Curvo	580025
40	Rothenberger, D-69779 Kelkheim	Robull MSR	5.7900
40	Tinsel, D-73614 Schorndorf	UNI 42	—
16/20/25/32	Tinsel, D-73614 Schorndorf	OB 85	—

表13-2 已被批准用于 RAUTITAN stabil 铝塑管道的弯曲工具
(截止: 2015)

13.2 弯曲 RAUTITAN flex、RAUTITAN pink管道



图13-3 弯管支架，给水用 (3-4 x d) -90° 或45°，适用于16-32



图13-5 弯管支架，给水采暖用 (4 x d) -90°，和弯管支架给水/采暖用 (5 x d) -90°，适用于32



图13-4 弯管支架，给水采暖用 (5 x d) -90° 或45°，适用于16-25



加热弯曲 RAUTITAN flex、RAUTITAN pink 可能会损坏阻氧层。
仅在常温下弯曲 RAUTITAN flex、RAUTITAN pink管道。



对于外径尺寸为16-32的管道，并非总是要求使用弯头管件。使用弯管护套，同样可以在室温条件下迅速方便的90° 和45° 的弯曲。
我们推荐外径尺寸为40-63的管道使用弯头管件。

最小弯曲半径

当用手完成人工弯曲后，最小的弯曲半径应为管道外径的八倍。

当使用弯管护套进行安装时，生活饮用水管道安装中的最小的弯曲半径应为管道外径的三倍，此外，若是采暖管道安装，则最小弯曲半径应为管道外径的五倍。

最小弯曲半径是沿管道中心测得的。

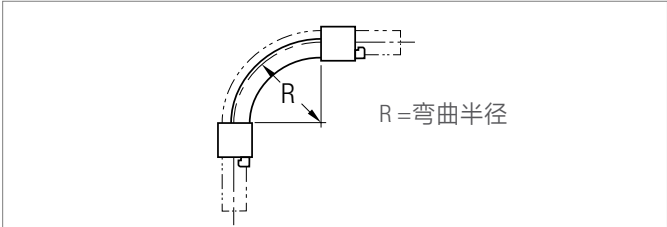


图13-6 用于外径尺寸为16-32管道的给水系统用90° 弯管支架和用于外径尺寸为32的管道的给水/采暖系统（5xd）用90° 弯管支架。

管道	给水系统用 弯管支架90° 约 3-4 x d		给水/采暖系统用 弯管支架90° 5 x d		手工弯曲手工弯曲90° 8 x d	
	flex		flex pink		flex pink	
管道外径	弯曲半径 R	弧长 B	弯曲半径 R	弧长 B	弯曲半径 R	弧长 B
16	48	75	80	126	128	201
20	60	94	100	157	160	251
25	75	118	125	196	200	314
32	112	176	160	251	256	402

表13-3 RAUTITAN 管道的最小弯曲半径

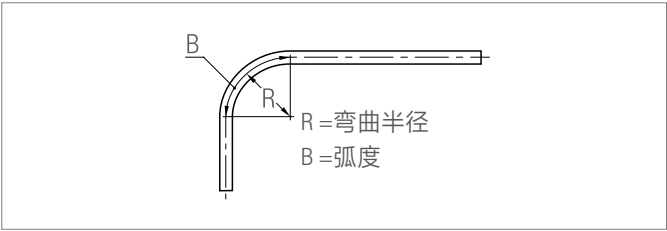


图13-5 弯半径和弧长

13.3 弯曲RAUTHERM S、RAUTHERM E、
RAUTHERM E professional 管道

RAUTHERM S RAUTHERM E RAUTHERM E professional



- 加热后弯曲 RAUTHERM S 采暖管道会破坏阻氧层
- 仅在常温下弯曲 RAUTHERM S 采暖管道
 - 使用卷管设备易于管道安装

使用弯管支架弯曲 RAUTHERM S、RAUTHERM E 、RAUTHERM E profes-
sional 管道时，其最小弯曲半径为5倍外径，且仅能使用5xd的弯
管支架。

手工弯曲(90°)	5xd(安装温度>0°)
使用弯管支架(90°)	5xd

表13-4 RAUTHERM S 、RAUTHERM E、RAUTHERM E professional 管道的最小弯曲半
径



图13-6 弯管支架，采暖用（5xd）-90° 或45° ，适用于RAUTHERM16-25



使用3-4xd 弯管支架可能会将 RAUTHERM 管道折扁！

14. 瑞好管道支撑槽

14.1 使用瑞好管道支撑槽的优点



- 减少热膨胀的长度变化
- 夹住管道增强了轴向保持力
- 保持管道稳固，避免管道下垂及侧面弯曲
- 增强了刚度
- 管道支架的间距可背延长至2m（不考虑管件）
- RAUTITAN 管道在明装区域，具有优美的安装外形
- 装配简便
- 夹住管道
- 不需要任何额外的固紧物（例如：绷扎带、绝缘胶带等）
- 被割断的管道支撑槽仍可使用

14.2 功能

瑞好管道支撑槽覆盖60%的管道部分，并且其外形允许其在不需要额外固紧物的前提下将管道完全包住。这种强的夹持效应能防止管道发生弯曲并且能够减少热膨胀的长度。

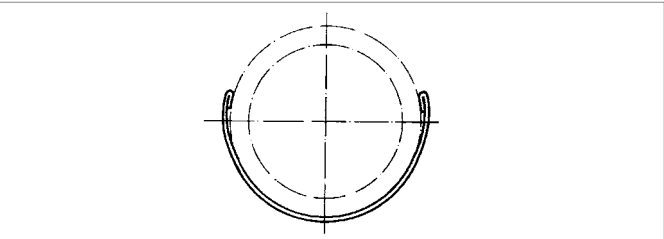


图14-1 管道支撑槽的横截面

14.3 瑞好管道支撑槽的组装

勿将管道支撑槽或管道固紧件安装在靠近偏斜脚的位置以便管道能够弯曲。

管道覆盖

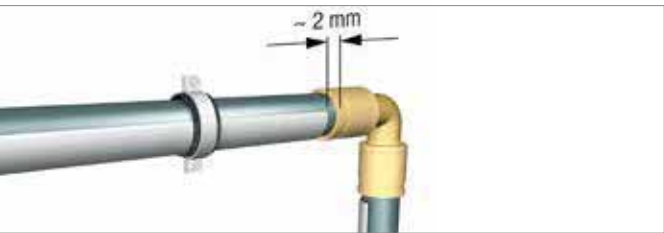


图14-2 瑞好管道支撑槽末端应位于收紧套环前大约2mm处

必须将管道支撑槽安装在整个管道上并位于收紧套环前2mm处，因为只有这样才能保证减少热膨胀的长度。

管道支架的间距



图14-3 最大管道支架的间距

使用管道支撑槽时，所有尺寸的管道的管道支架的间距均为2m。从管端或者从方向发生改变的位置到第一个管道支架的距离不应超过0.5m。这样便可以一种均匀且有效的方式连接管路或地下室内的管道支架。

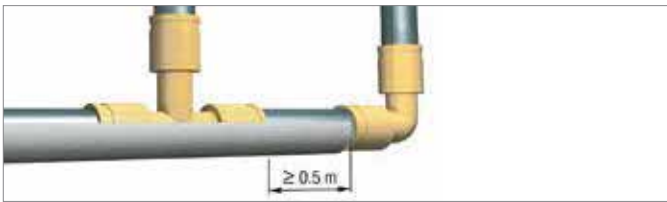


图14-4 最小重叠0.5m

如果使用管道支撑槽对尺寸为50和63的黄铜收紧套环及管件进行夹住时，距离收紧套环的管道支撑槽至少0.5m以上。此类安装不需要对管件处的辅管槽进行切割。

当使用 RAUTITAN PX 收紧套环时，不能将管件夹住。

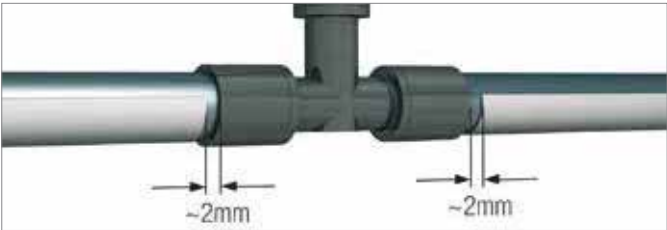


图14-5 勿夹住 RAUTITAN PX 收紧套环

瑞好管道支撑槽的组装

管道支撑槽的夹持力降低可能会使管道发生更强的热膨胀。

避免由于不正确的储存或组装，而导致管道支撑槽的夹持力降低。

1. 使用金属锯切割管道支撑槽（参见图14-6）。
手握位置与切割工具之间应保持一定的安全距离。从管道支撑槽后侧而非其开口边对其进行切割以避免在其有边的一端发生向外弯曲。

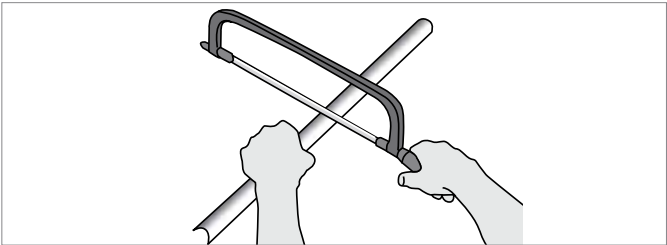


图14-6 切割管道支撑槽

2. 如果当切割管道支撑槽至一定长度时其发生向内或向外弯曲，那么应将其恢复原状。
3. 去掉辅助管槽末端的毛刺。

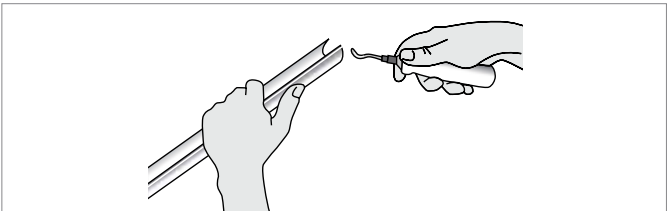


图14-7 管道支撑槽去毛刺

4. 将管道支撑槽夹在管道上（用手或使用钳子或塑料钳口的管钳）。勿将管道支撑槽末端重叠。

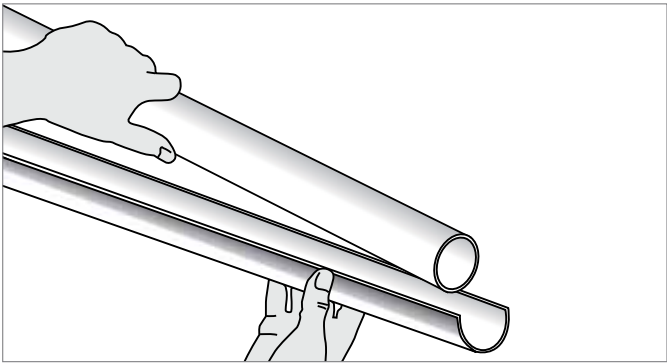


图14-8 夹住管道

5. 使用截断的管槽将两根管道支撑槽接合在一起并夹住两端。

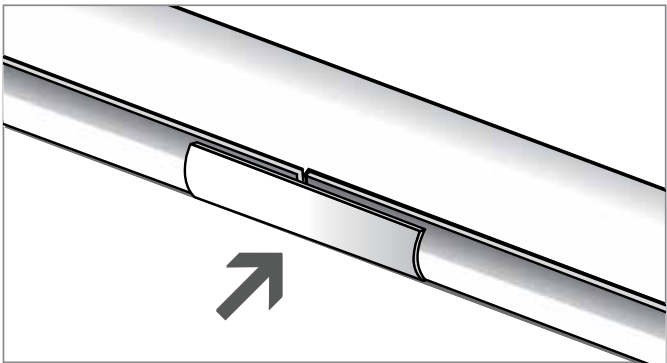


图14-9 两根管道支撑槽的接合

为确保无废弃物的安装，可使用截断的管槽截来夹住连接处。

15. 管道支撑和固定

15.1 管托和管夹

只使用具有以下特征的管托和管夹：

- 适合于塑料管道
- 通过使用橡胶内衬改进声响特征
- 正确的尺寸（以允许在不拉出橡胶内衬的情况下能轻松地滑动管道）
- 无毛刺

15.2 固定点

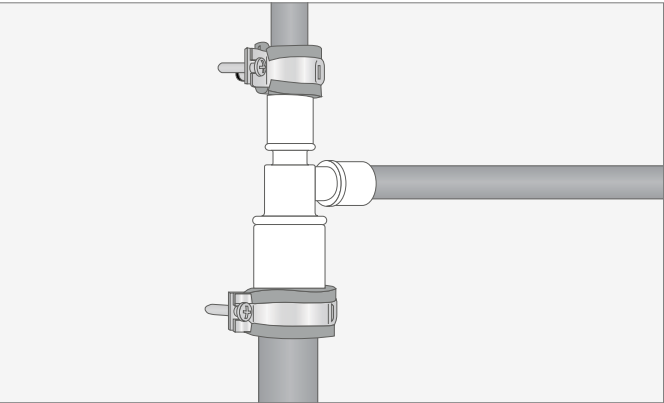


图15-1 用管夹制作的固定点

固定点用于完全将管道固定住，以避免该处管道发生任何移动。



- 遵循管托/管夹制造商的说明和指导方针。
- 如果需要，调整管托和管夹的设计和安装建议值（根据表15-1）以使其适应建筑物要求和管托/管夹制造商的建议。
- 固定点可被用来将线性热膨胀限制在一个方向上。
- 可通过增加若干个固定点将长管道分为若干个管段。
- 固定点可固定于三通、弯头或连接点上。基于固定的目的，可将管夹直接安装于各接头的套环前。

15.3 滑动点

滑动点用于将管道限制，但允许该处管道沿管道轴向自由移动。



勿将管托安装在收紧套环上。

15.4 管托和管夹的间距

根据带有或不带有管道支撑槽的安装建议值（参见表15-1）选择正确的管托间距。

15.5 明装

对于由 RAU-PE-Xa 材料制成的管道，在明装区域安装管道或在无方向变化的情况下安装较长管道时建议使用管道支撑槽。

- 对于无管道支撑槽的安装，以6m为间距安装固定点。
- 确保留有足够的空间以便于管道的膨胀。



对于由 RAU-PE-Xa 材料制成的管道，在安装时若没有使用管道支撑槽，那么可以预见到管道将会下垂。

管道	管径[mm]	l=最大管夹距离[m]	
		无管道支撑槽	有管道支撑槽

RAUTITAN stabil RAUTITAN stabil	16	1	-
	20	1.25	-
	25	1.5	-
	32	1.75	-
	40	2	-
RAUTITAN flex RAUTITAN flex RAUTITAN pink RAUTITAN pink	16	1	2
	20	1	2
	25	1.2	2
	32	1.4	2
	40	1.5	2
	50	1.5	2
	63	1.5	2

表15-1 建议的管托/管夹间距

16. 线性热膨胀

16.1 指导

基于物理定律，所有管道材料受热时均会膨胀，冷却时均收缩。在安装生活饮用水、采暖系统和天然气管道时必须考虑到这一效应（其发生于管道材料无关）。该效应同样适用于 RAUTITAN-PE-Xa 管道系统。

热膨胀和收缩的发生主要是由于不同的安装温度、环境温度和工作温度造成的。安装时必须考虑到为管道活动（例如，方向改变）留有余地的以及为管道的膨胀留有相应适合的空间。通常额外的偏斜脚如 U 形膨胀弯或伸缩节在长度变化较大时需要采用。

16.2 优点



RAUTITAN flex、RAUTITAN pink 管道在安装瑞好管道支撑槽时，以及使用 RAUTITAN stabil 管道时，管道将具有较小的热膨胀变化量（参见表16-1）

16.3 线性热膨胀量计算

使用以下公式计算长度的受热变化量：

$$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$$

ΔL =长度变化（单位：mm）
 α =线性热膨胀系数（单位： $\frac{mm}{m \cdot K}$ ）
 L =直管长度（单位：m）
 ΔT =温度差异（单位：K）

必须根据已安装管道的类型以及是否安装瑞好管道支撑槽来选择线性热膨胀系数。

确定直管长度
直管长度L 是现场固定点、膨胀弯或膨胀环之间的实际已安装的管道长度。有时可能需要通过增加固定点或膨胀弯和膨胀环来将管道分为若干段以保持管道的低热膨胀量。

确定温度差异
确定温度差异是，在其计算中必须将安装温度以及工作期间（例如热消毒）管壁的最低和最高温度以及系统故障时间考虑在内。

管道类型		管道尺寸	线性热膨胀系数 $\alpha [\frac{mm}{m \cdot K}]$	材料常数 C
公式			$\Delta L = \alpha \cdot L \cdot \Delta T$	$L_{es} = C \cdot \sqrt{d_a \cdot \Delta L}$
RAUTITAN stabil	RAUTITAN stabil	16-40	0.026	33
RAUTITAN flex	RAUTITAN flex	16-63无管道支撑槽	0.15	12
RAUTITAN pink	RAUTITAN pink	16-40带管道支撑槽	0.04	-
		50-63带管道支撑槽	0.1	-

表16-1 用于偏斜脚计算的线性热膨胀系数（近似值）和材料常数（近似值）



17. 偏斜脚

热长度变化量可通过偏斜脚进行调解。由于 RAU-PE-Xa 管道具有柔性，因此其特别适合于此点。

偏斜脚为自由活动管道长度，其能够获得要求的热长度变化量。偏斜脚的长度主要受材料（材料常数 C）影响。

偏斜脚主要是由于管道方向的变化而造成的。对于较长管道长度，应在管道内安装附加偏斜脚以弥补热长度变化。



不要将管道支撑槽或管托安装在靠近偏斜脚的位置，以便其能够自由弯曲。

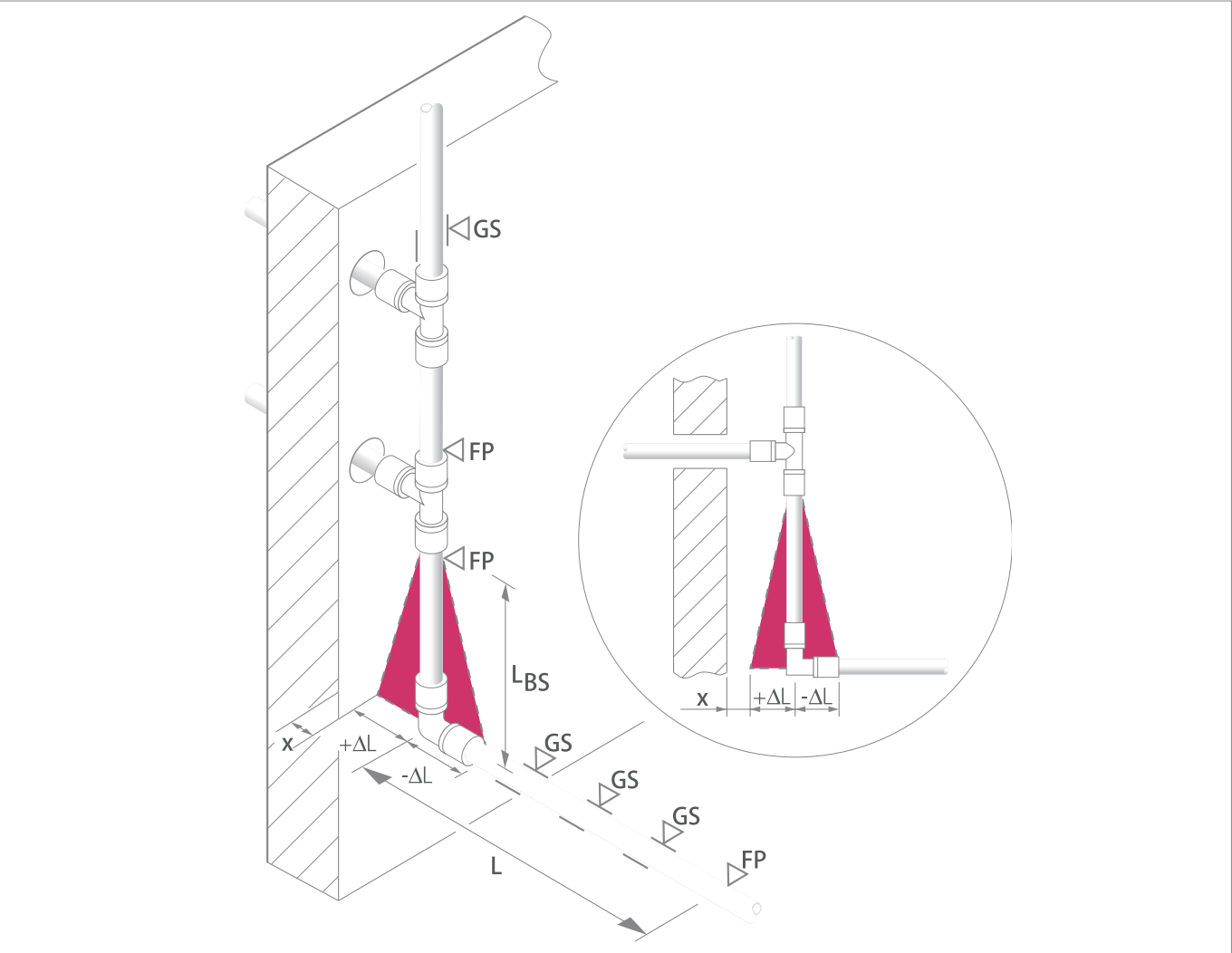


图17-1 偏斜脚

LBS	偏斜脚长度	x	管道与墙之间的最小距离
ΔL	热长度变化	FP	固定点
L	直管长度	GS	滑动点

17.1 偏斜脚长度计算

通过以下公式计算偏斜脚的最小长度（BS）：

$$L_{BS} = C \cdot \sqrt{d_a \cdot \Delta L}$$

 L_{BS} = 偏斜脚长度
 d_a = 管道外径（单位：mm）
 ΔL = 长度变化（单位：mm）
 C = 管道材料常数

关于材料常数 C 的近似值，参见图17-1。



不要将管道支撑槽或管托安装再靠近偏斜脚的位置以便其进行弯曲。

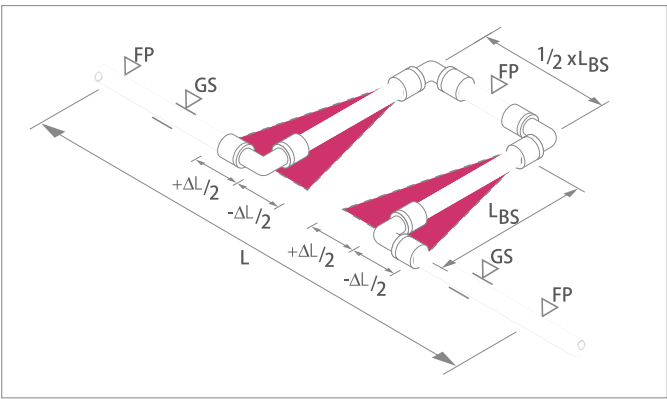


图17-2 U形膨胀弯

L_{BS}	偏斜脚长度
ΔL	热长度变化
L	直管长度
FP	固定点
GS	滑动点

17.2 计算举例

在一偏斜长度处对热长度变化进行调节的管长度 L 为7m。

最高温度值和最低温度值（安装温度及其后的工作温度）之间的差值为50k。已安装的管道外径为25mm。

不同安装类型的管道所需要的偏斜脚长度为多少？

安装有瑞 RAUTITAN stabil 管道的偏斜脚长度计算。

RAUTITAN stabil	
ΔL	$= \alpha \cdot L \cdot \Delta T$
ΔL	$= 0.026 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot 7\text{m} \cdot 50\text{K}$
ΔL	$= 9.1\text{mm}$
L_{BS}	$= C \cdot \sqrt{d_a \cdot \Delta L}$
L_{BS}	$= 33 \cdot \sqrt{25\text{mm} \cdot 9.1\text{mm}}$
L_{BS}	$= 498\text{mm}$

安装有瑞好管道支撑槽的 RAU-PE-Xa 管道偏斜脚长度计算。

RAUTITAN stabil	RAUTITAN pink
ΔL	$= \alpha \cdot L \cdot \Delta T$
ΔL	$= 0.04 \frac{\text{mm}}{\text{m} \cdot \text{K}} \cdot 7\text{m} \cdot 50\text{K}$
ΔL	$= 14\text{mm}$
L_{BS}	$= C \cdot \sqrt{d_a \cdot \Delta L}$
L_{BS}	$= 12 \cdot \sqrt{25\text{mm} \cdot 14\text{mm}}$
L_{BS}	$= 224\text{mm}$

结果评价

由于 RAUTITAN stabil 管道拥有金属铝层，相比 RAU-PE-Xa 管道，有更低的热变化量。但是，得益于材料的柔韧性，RAU-PE-Xa 管道所需的偏斜脚长度要更小。

对于金属管道，由于其比 RAUTITAN 管道系统具有更高的材料常数（C），因此安装期间相同工作参数所需的偏斜脚长度更大。

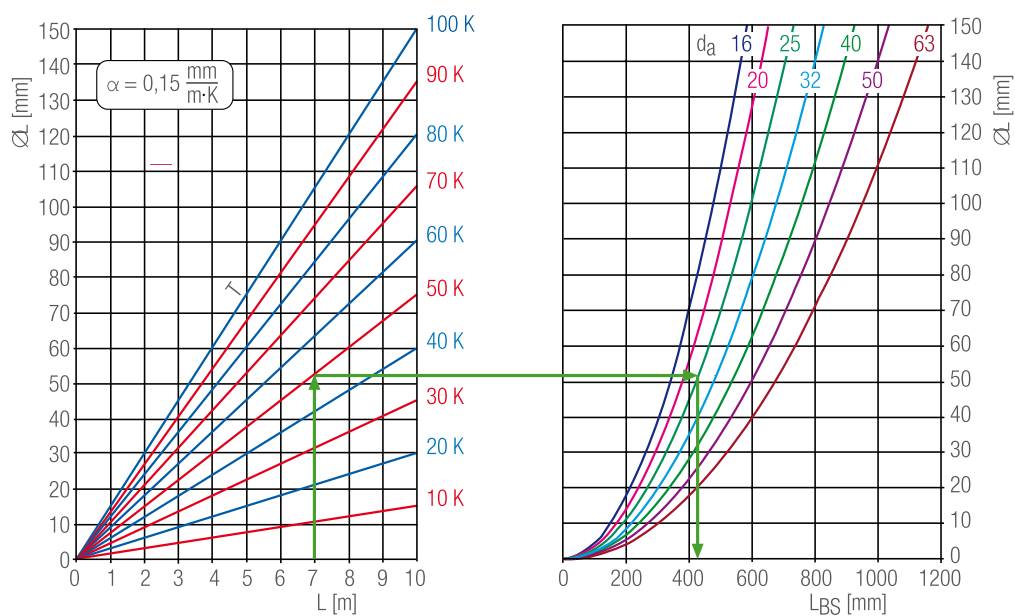


图17-3 管径为16-63mm 的无管道支撑槽的 RAUTITAN PE- Xa 管道的线性热膨胀和偏斜脚长度

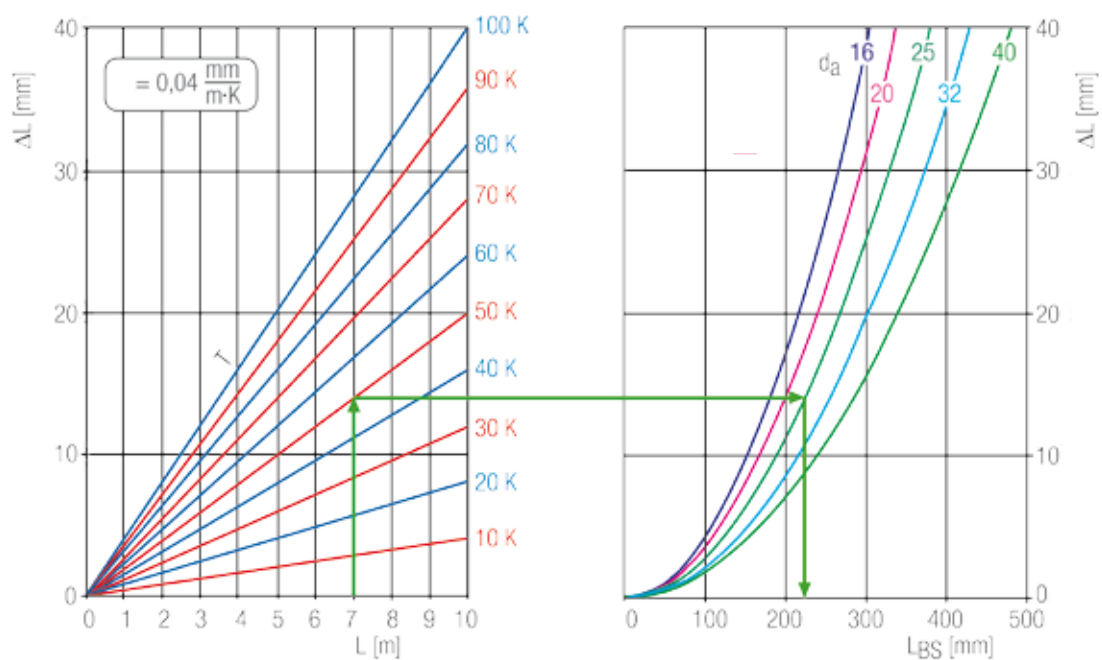


图17-4 管径为16-40mm 的装有管道支撑槽的 RAUTITAN PE-Xa 管道的线性热膨胀和偏斜脚长度

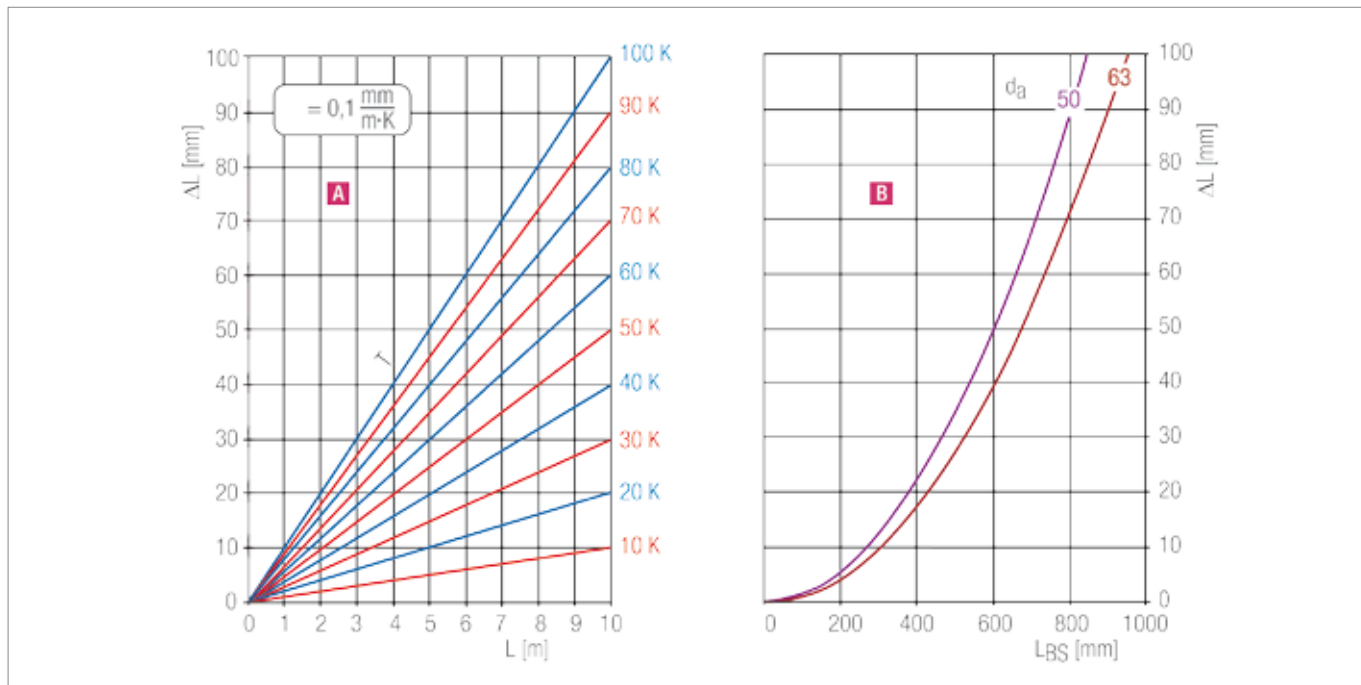


图17-5 管径为50-63mm 的装有管道支撑槽的 RAUTITAN PE-Xa 管道的线性热膨胀和偏斜脚长度

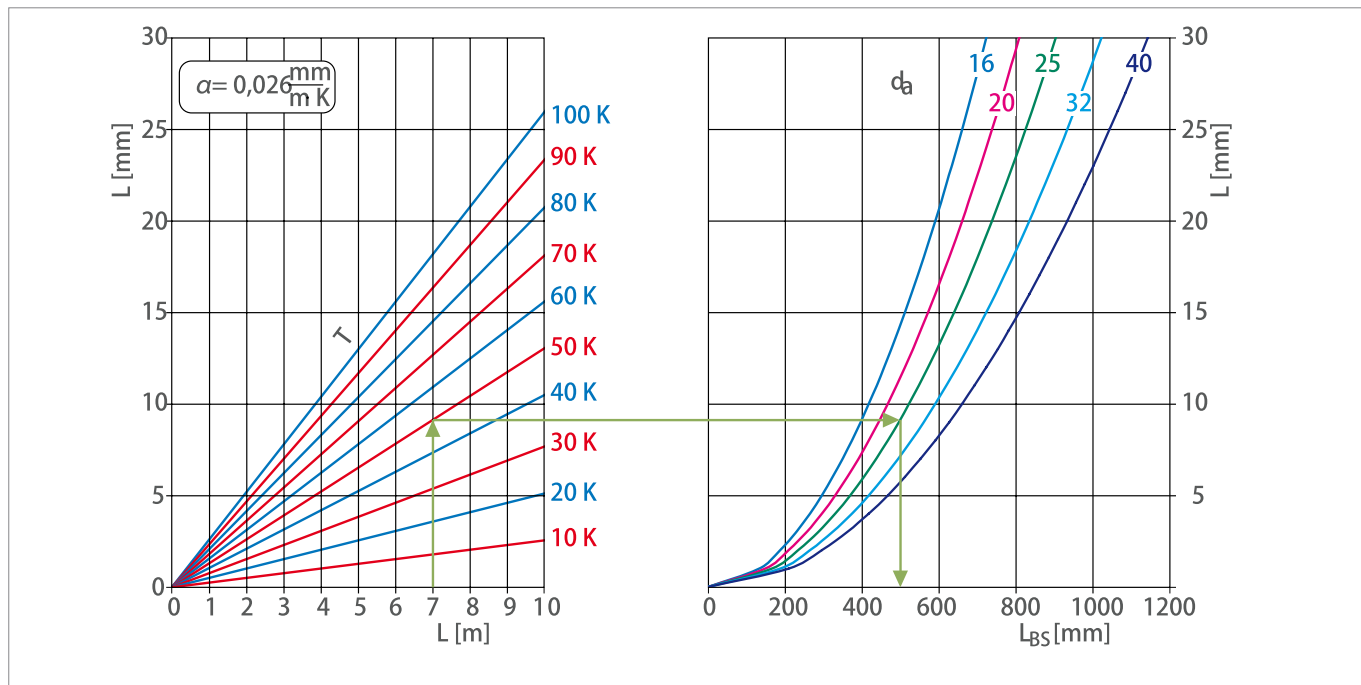


图17-6 管径为16-40mm 的 RAUTITAN stabil 铝塑复合管道的线性热膨胀和偏斜脚长度

18. 防火安全

如果发生火灾，每一种贯穿物会发生不同的反应。由于这些试验结果只适用于被测得墙体或楼板结构，不适用安装的管道和所采用的阻火圈。负责某一特定建筑物的消防安全工程师可自行解决接受来自不同试验装置的实验结果，条件是如果其认为上述建筑物比被测建筑物所获得的防火等级更高。

瑞好建议只使用在 RAUTITAN 管道系统上进行过特定试验的防火方法。瑞好不承担消防系统的正确制造或安装责任或义务。



应要求，可以 Promat's promaseal 处得到 RAUTITAN 管道的耐火等级及改进的 UniCollars。试验的进行符合 AS 1530.4 但不适合每一个国家。

19. 安装建议

19.1 靠近热源

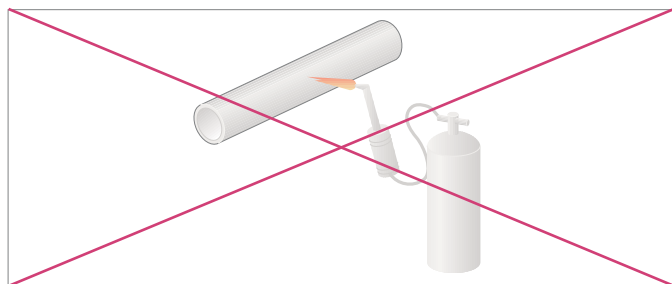


图19-1 防止管路承受过多的热量

在施工期间，极其靠近的维护或维修工作应注意使 RAU-PE-Xa 管道系统不暴露于明火（焊接）、泛光灯或其它局部热源，因为这将对其造成永久损坏或严重缩短其使用寿命。

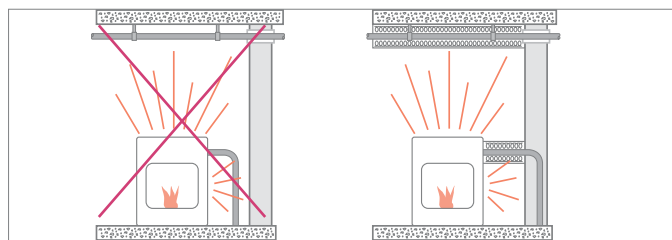


图19-2 防止受到温度诱导应力

靠近有高温排放物设备的管路必须充分隔热，并永久性防止其受到不许可的加热。

遵守最大容许工作参数（比如工作温度、压力和持续时间）。

19.2 户外安装

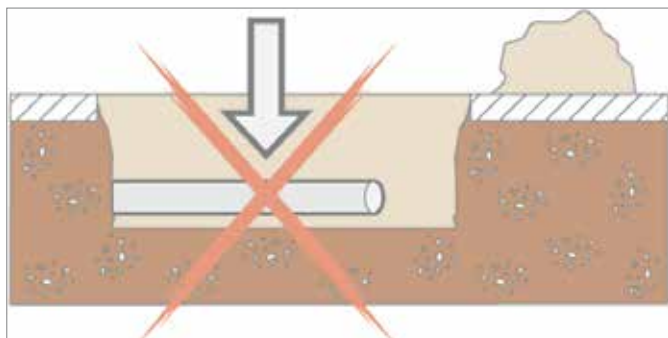


图19-3 禁止埋地安装

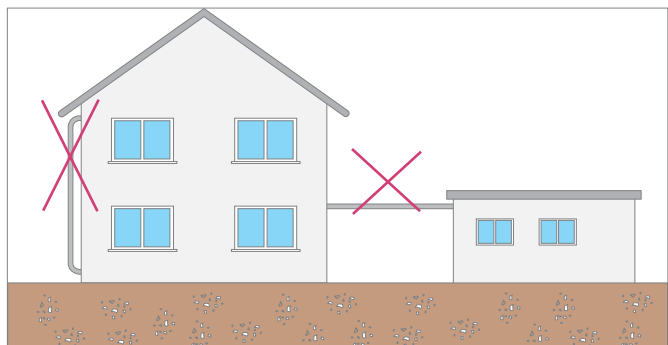


图19-4 仅在采取了足够的防护措施时，才允许进行水管的户外安装



对于 RAUTITAN 或 RAUTHERM 管道：

- 不能用于埋地安装
- 保护不受紫外线辐射的影响
- 保护不受霜冻的影响
- 防止受到高温
- 防止被损坏

19.3 位于暴露于紫外线辐射区域的安装

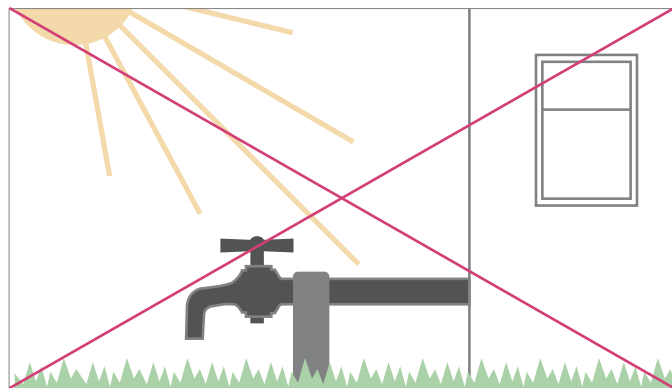


图19-5 禁止在暴露于紫外线辐射区域进行无防护的安装，例如：户外



- 在存放及运输管道时防止受到紫外线辐射的影响。
- 在可能出现紫外线辐射的区域保护管道不受紫外线的影响（比如：日光和霓虹灯）。

19.4 与沥青和薄板及涂层结合安装

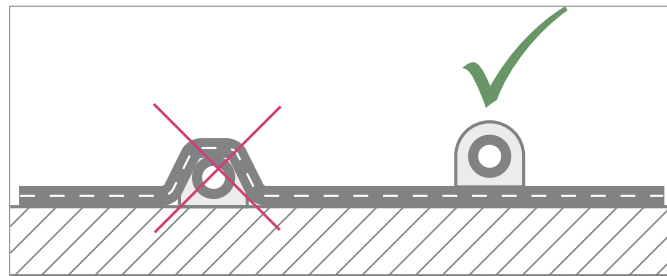


图19-6 只能将管道安装在油毛毡上



切勿将管道敷设在油毛毡之下。
将管道安装在油毛毡下会对管道或油毛毡造成损坏。

- 在敷设管道之前，使含有溶剂的油毛毡或沥青涂层完全干燥。
- 遵守制造商所规定的凝固时间。
- 在敷设管道之前，确保管道和饮用水都不会受到不利影响。
- 在灼热的油毛毡附近敷设管道时，充分保护管道不会受热。

19.5 伴热系统

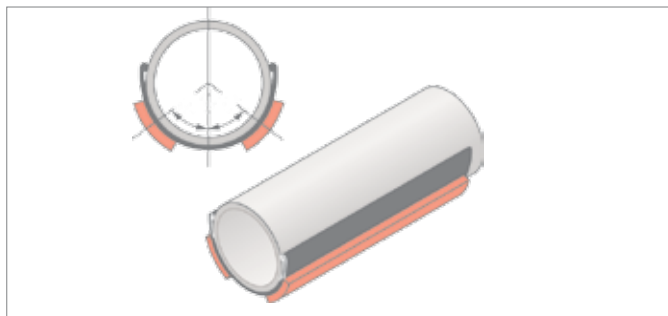


图19-8 安装到 RAUTITAN 或 RAUTHERM 管道上有管道支撑槽的伴热示范

- 如果管道安装有瑞好管道支撑槽，则加热条必须固定在管道支撑槽的外部。
- 采取适当的措施以确保管路和连接组件在任何点都不超过 70℃。
- 将伴热条安装到管道上时，按照制造商的安装说明书进行。

至少应采取以下措施保护管路（比如管道、管件、收紧套环和接头）不会暴露于高温。任何一点的管路隔热都不应超过 100℃：

- 将管道直接敷设到底层地板上。
- 将管道完全嵌入绝缘颗粒中。

采用火山珠光岩制成的绝缘颗粒（此材料还可用于水准测量目的，且具有较好的声学隔热特性）。

对于绝缘颗粒层的最大厚度并无限制：

- 采用至少10毫米厚的密实材料覆盖管道。
- 对于40毫米或更厚的覆盖层，在将隔热罩置于顶部之前，用机械手动压紧材料。



始终与承包商取得一致，将热沥青砂浆铺设在适当的隔热层上，并采取防护措施防止因过热而使管道受到损坏。

19.6 在有沥青砂浆区域的安装

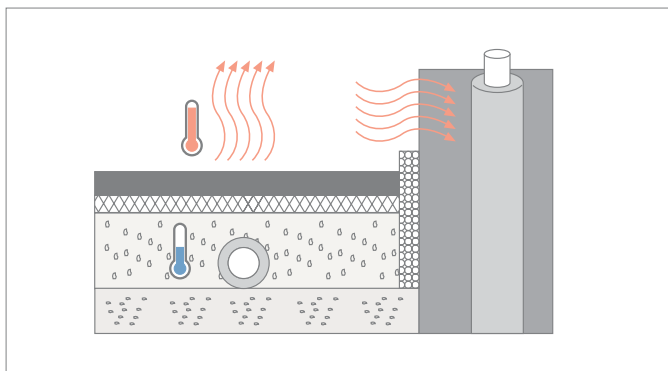


图19-9 在热沥青砂浆之下安装

热沥青砂浆在约250℃的温度下铺设。为了防止管路过热，需要采取正确的步骤。

由于这些步骤取决于结构条件，且不会受到瑞好的影响，因此这些步骤必须协调，且须经过规划师的批准。

19.7 电位均衡

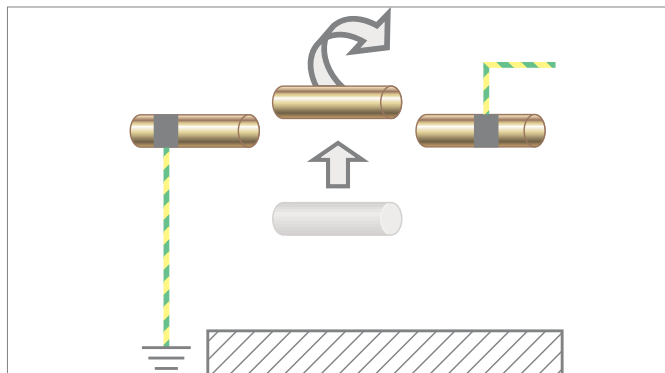


图19-10 更换管道时的电位均衡



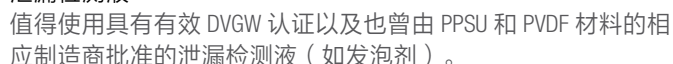
RAUTITAN 或 RAUTHERM 管路不可用作电器设备的接地导线。

在采用 RAUTITAN 或 RAUTHERM 系统更换完现有的金属管道之后，必须由电工对电位均衡的功能及电气安全装置的有效性进行验证。

管道压力 试验和清洗



- 系统的密封性仅可通过对未隐藏管路进行目视查看而进行检查。
- 微小泄露仅可通过在高压条件下执行一次目视检查（出水口或泄漏检测液）而进行检测。
- 将管道系统划分为更小的试验部分可提高检验准确度。





管道系统中温度的波动可能在很大程度上影响压力试验，如10K的温度变化可能导致0.5巴至1巴的压力变化。

因管道材料属性的原因（如在增压条件下的管道伸长），在压力试验（初步试验和主试验）期间的压力损失（ $\Delta P1$ 和 $\Delta P2$ ）可能与标准值存在偏差。

试验压力以及试验期间发生的压力分级并不构成对系统气密性的任何充分结论。为此，按标准中的规定，整个给水系统都必须进行目视检查是否存在任何泄漏。

20.2.2 初步试验

1. 给水系统内增压至试验压力。
2. 在10分钟和20分钟后，读取和记录试验压力并将补压至试验压力。
3. 对整个给水系统的泄漏进行目视检查，尤其要查看接头处。
4. 在30分钟的额外试验期后，在压力试验记录中注明试验压力。

如试验压力降低超过0.6巴（ $\Delta P1$ ）：

1. 重复对管道、泄水点和接头处执行一次彻底的目视检查。
2. 如在目视检查期间并未发现任何泄漏，则可开始进行主试验。
3. 在解决完压降的原因后，重复进行一次初步试验。

20.2.3 主水压试验

在成功完成初步试验后应立即进行大约两个小时的主试验：

1. 在初步试验后读取试验压力并将其记录在压力试验表中。
2. 两个小时之后，读取试验压力并将其记录在压力试验表中。
3. 目视检查整个供水装置，尤其是接头处是否存在泄漏。

如在目视检查期间并未发现任何泄漏，则压力试验被视为合格。

如在两个小时之后，试验压力下降超过0.2巴（ $\Delta P2$ ）：

1. 对管道、泄水点和接头处重复进行一次彻底目视检查。
2. 如在目视检查期间并未发现任何泄漏，则压力试验被视为合格。
3. 在解决完压降的原因后，重新进行初步试验和主试验。

20.2.4 完成水压试验

在完成主试验之后：

1. 与承包商和客户确认压力试验表中的压力试验数据。
2. 拆卸压力试验装置。
3. 在压力试验之后，为确保卫生，应彻底冲洗给水管道系统。
4. 重新安装所有拆卸的安全装置和水表。

20.3 管道的清洗

为清除储存和施工阶段所产生的污渍，打开所有泄水点几分钟，再清洗掉给系统中的污染物。

使用 DIN 1988 标准第2部分规定的水气混合物对管道进行长时间的清洗，以保护金属管道不会出现腐蚀，对于 RAUTITAN 管道是不必要的。

我们建议如系统未立即投入运行，则应完全排空，以确保卫生和避免霜冻。

在调试之前对排空的系统进行彻底清洗。

21. 散热器采暖

必须严格遵守本技术手册中的安装说明，当使用交联聚乙烯管道 RAUTITAN 管道时，不应直接与散热器和热水总管道连接，管道回路需要被铺设至散热器前约1.5米处。采用此方法，拉伸和压缩力能在管道产生线性膨胀的情况下被吸收。

有三种基本安装类型

- 具有中央楼层分集水器的章鱼式系统
- 双管系统（管路最短）
- 单管系统



为了更好地显示细节，图片中未显示保温及安装配件。

21.1 具有中央楼层集管的章鱼式系统

在这种连接系统中，每个散热器的进水管和回水管均与分水器相连。

供/进水管和回水管均与分集水器相连。



集中于分水器区域的管道应做绝热处理，防止水泥/地板温度过高。



图21-1 REHAU 散热器采暖用分水器

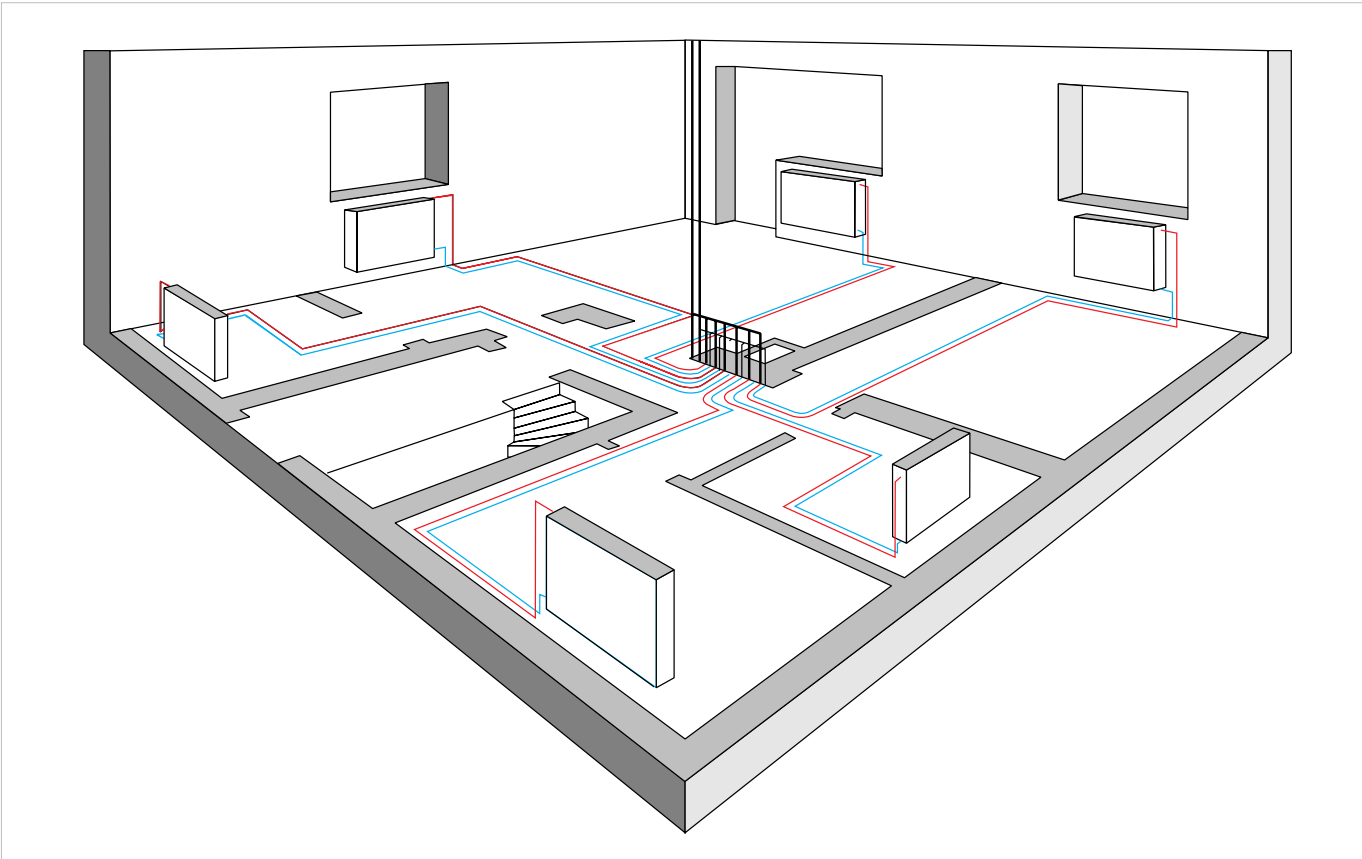


图21-2 具有楼层集中分配采暖器的章鱼式系统

21.2 双管系统（管路最短）

管路最短的意思就是连接散热器的分支管的支管长度最短。在这种类型的安装方式中，作为连接到分水器的一种替代方式，散热器也可以直接和立管相连。在安装新的采暖系统时，立管可使用三通和 RAUTITAN 管道将热水分配到每一楼层。

在建筑物改造中，已有铜管或钢管立管的情况下，与 RAUTITAN 管道的连接同样可用 REHAU 接头来实现。

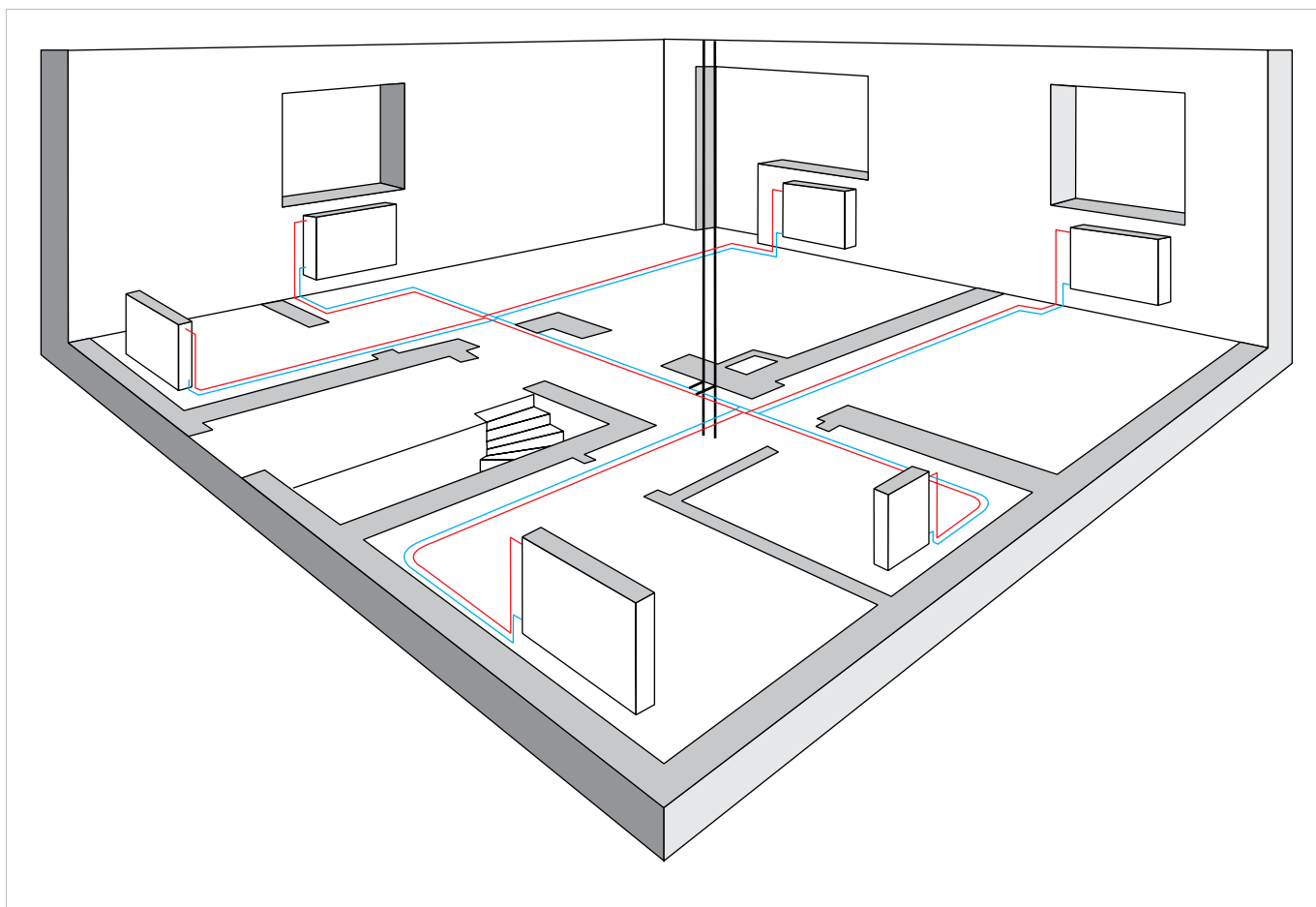


图21-3 双管系统（管路最短）

21.3 单管系统

在单管系统中，使用 RAUTITAN 管道将若干散热器依次相连。

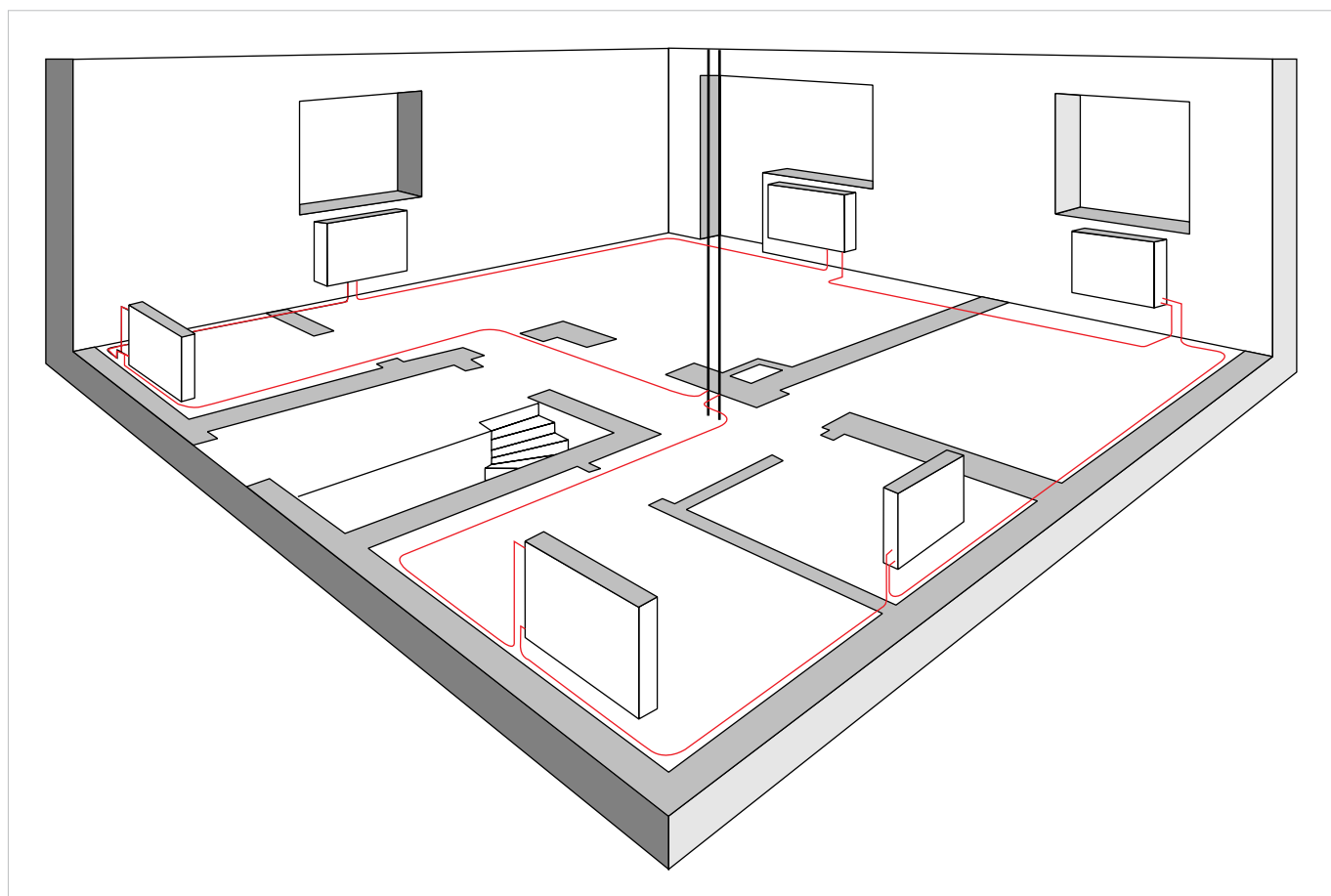


图21-4 单管系统

21.4 系统参数

21.4.1 供水和回水温度

依据采暖技术相关规定（例如 DIN EN 442，辐射和对流），标准热量输出是基于热水在 75°C 的供水温度和 65°C 的回水温度情况下的。

由于温控器的不同开度，管道的热损失，以及由于节能而降低温度等等原因，采用最高温度 75°C 作为供水温度在实际中很常见。许多著名的散热器制造商的设计表都考虑到了这一点。



散热器明装扣槽系统
系统供水温度不得超过 80°C

21.4.2 波动加热运行

在系统的整个使用寿命期间，加热系统通常不会再恒定温度下运行。不同的工作参数，例如对于夏季和冬季运行，在 DIN EN ISO 15875 标准（冷热水设备用塑料管道系统-交联聚乙烯 PE-X）和 DIN EN ISO 21003（建筑内冷热水设施多层管道系统）。在这些标准中，假定的使用寿命被划分为几个不同温度所对应的几个时间段。

考虑到以下实际情况：

- 夏季和冬季运行
- 在不同采暖阶段的多种温度曲线
- 使用寿命：50年

以高温散热器连接（根据 ISO 10508 的应用等级 5）为例，在 50 年的使用寿命内，不同温度所对应的时间段假设值如下表所示：

设计温度 [°C]	压力 [bar]	使用时长 TD [年]
20	8	14
60	8	+25
80	8	+10
90	8	+1
总计		50年

表22-1 50年夏季/冬季运行的温度-压力组合（应用等级5，根据 ISO 10508）

对于夏季和冬季运行的各种模式，下面是最大工作参数值：

- 短期最高温度 $T_{\max}$ ：90°C（50年内共计1年）
- 短期故障温度 $T_{\max}$ ：100°C（50年内共计100小时）
- 最大工作压力：8bar
- 使用寿命：50年

波动加热运行的典型领域是低温加热系统。

21.4.3 恒温加热运行

对于不受夏季和冬季运行影响的恒温运行，不能超过以下系统参数：

参数	值
设计温度	最大70°C
运行压力	最大10 bar
使用寿命	50年

表22-2 恒温运行的系统参数

21.4.4 最大运行参数（特殊应用）

在不是设计使用寿命为50年的加热应用中，瑞好管可以在其最高温度和压力组合下运行。

管道	设计温度 [°C]	工作压力 (最大) [bar]	使用寿命 [年]
RAUTITAN stabil	95	10	5
RAUTITAN flex	90	8	10
RAUTITAN pink	90	8	10

21.5 散热器连接的解决方案

21.5.1 墙至紧凑型散热器或散热器温控阀的散热器连接。

使用 REHAU 螺纹直接头（外螺纹）的直接连接

- 与具有内螺纹 16-Rp $\frac{1}{2}$ 的标准阀门进行连接
- 适用于16和20毫米的管道



- 不需要很多附件
- 管道弯曲处可使用弯管套

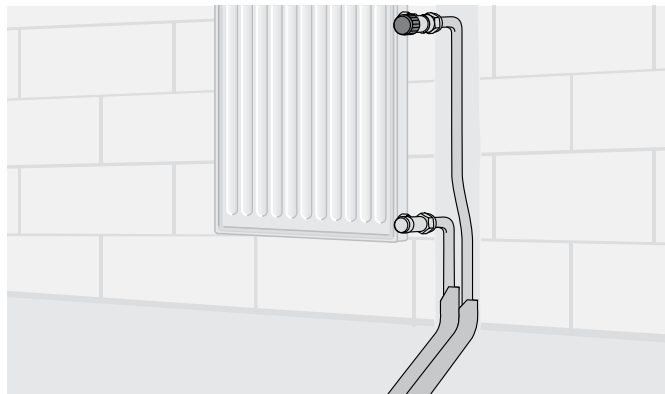


图21-6 使用 REHAU 螺纹直接头（外螺纹）连接至紧凑型散热器

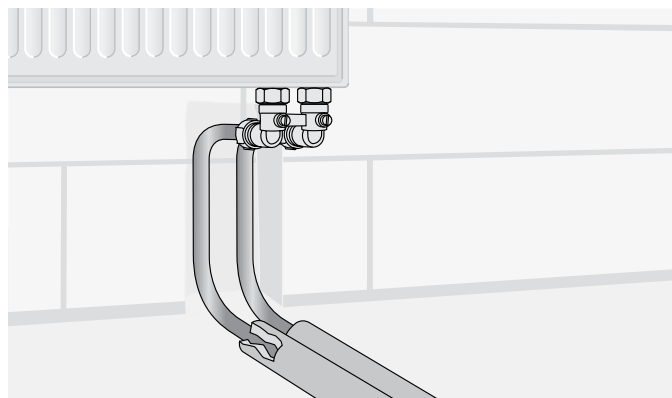


图21-5 使用 REHAU 螺纹直接头（外螺纹）连接至散热器温控阀



图21-7 REHAU 螺纹直接头（外螺纹）Rp $\frac{1}{2}$ ''

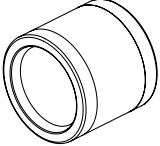
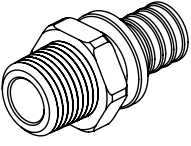
	数量	产品名称
		例如：连接至标准温控阀和回水阀时使用螺纹接头Rp $\frac{1}{2}$ ''
	2 或 2	收紧套环16 RAUTITAN 收紧套环20 RAUTITAN
	2 或 2	REHAU 螺纹直接头（外螺纹）16-R $\frac{1}{2}$ REHAU 螺纹直接头（外螺纹）20-R $\frac{1}{2}$

表21-3 使用 REHAU 螺纹直接头（外螺纹）进行从墙至标准温控阀的散热器（连接螺纹Rp $\frac{1}{2}$ ）连接用部件

21.5.2 地面至散热器温控阀的散热器连接

使用 RAUTITAN 管道和 REHAU 散热器连接套件的直接连接

- 管道尺寸16毫米
- 使用 REHAU 散热器连接套件的管路布置
- 在可见区域使用套管作为管道护套



- 可在未完成地面上固定
- 连接管的中心距离是固定的

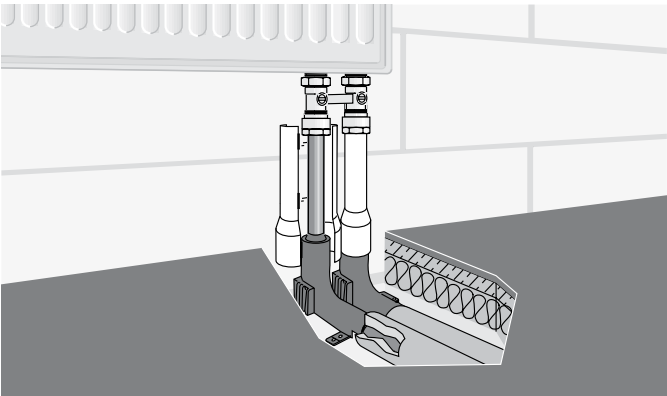


图21-8 使用 REHAU 散热器连接套件从地面至散热器温控阀进行直接散热器连接的安装示意图



图21-9 REHAU 散热器连接套件

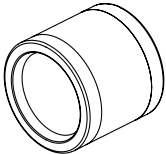
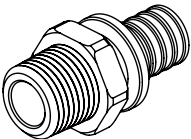
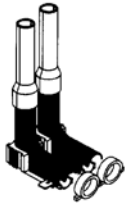
	数量	产品名称
	2 或 2	收紧套环 16 RAUTITAN 收紧套环 20 RAUTITAN
	2 或 2	REHAU 螺纹直接头（外螺纹）16-R ¹ / ₂ REHAU 螺纹直接头（外螺纹）20-R ¹ / ₂
	1	REHAU 散热器连接套件

表21-4 使用 RAUTITAN pink 进行从地面至散热器温控阀的散热器连接用部件

21.5.3 墙至散热器温控阀之间的散热器连接

挂墙式安装弯头

- 两个挂墙式安装弯头，尺寸为16-Rp1/2
- 管道尺寸16



- 埋墙式连接。无“可见”管路
- 在涂抹水泥和涂装操作后也可连接散热器



图21-10 REHAU 挂墙式安装弯头16-Rp1/2

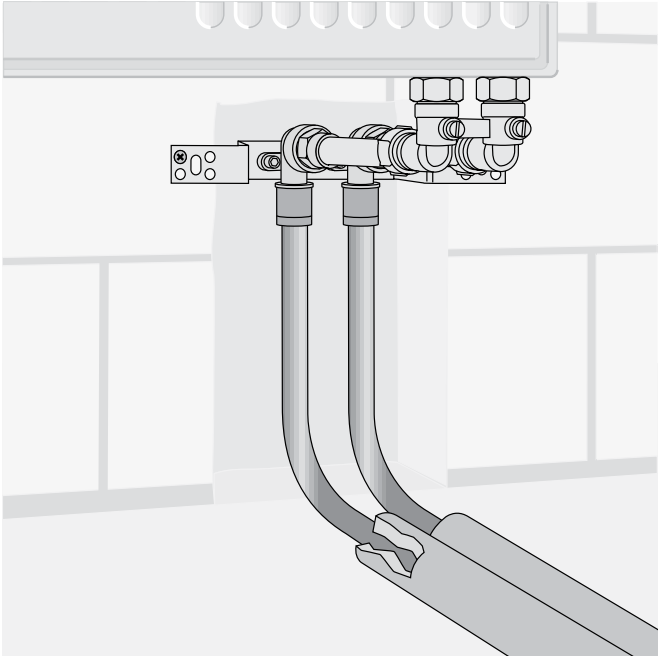


图21-11 使用 REHAU 挂墙式安装弯头16-Rp1/2进行从墙到散热器温控阀的散热器连接管安装实例

	数量	产品名称
	1	REHAU 带有G1/2 × G3/4变径螺纹直接的球H型阀，角形
	1	REHAU 连接套件G 3/4-15
	1	REHAU 连接套件G 3/4-13-15
	2	REHAU 散热器连接管道R1/2 × 15
	2	REHAU 挂墙式安装弯头16-Rp1/2
	2	REHAU 收紧套环16 RAUTITAN

表21-5 使用挂墙式安装弯头16-Rp1/2进行从墙到散热器温控阀的散热器连接用部件

21.6 采用压紧连接套件连接



压紧连接套件 RAUTITAN stabil



压紧连接套件 RAUTITAN flex/pin



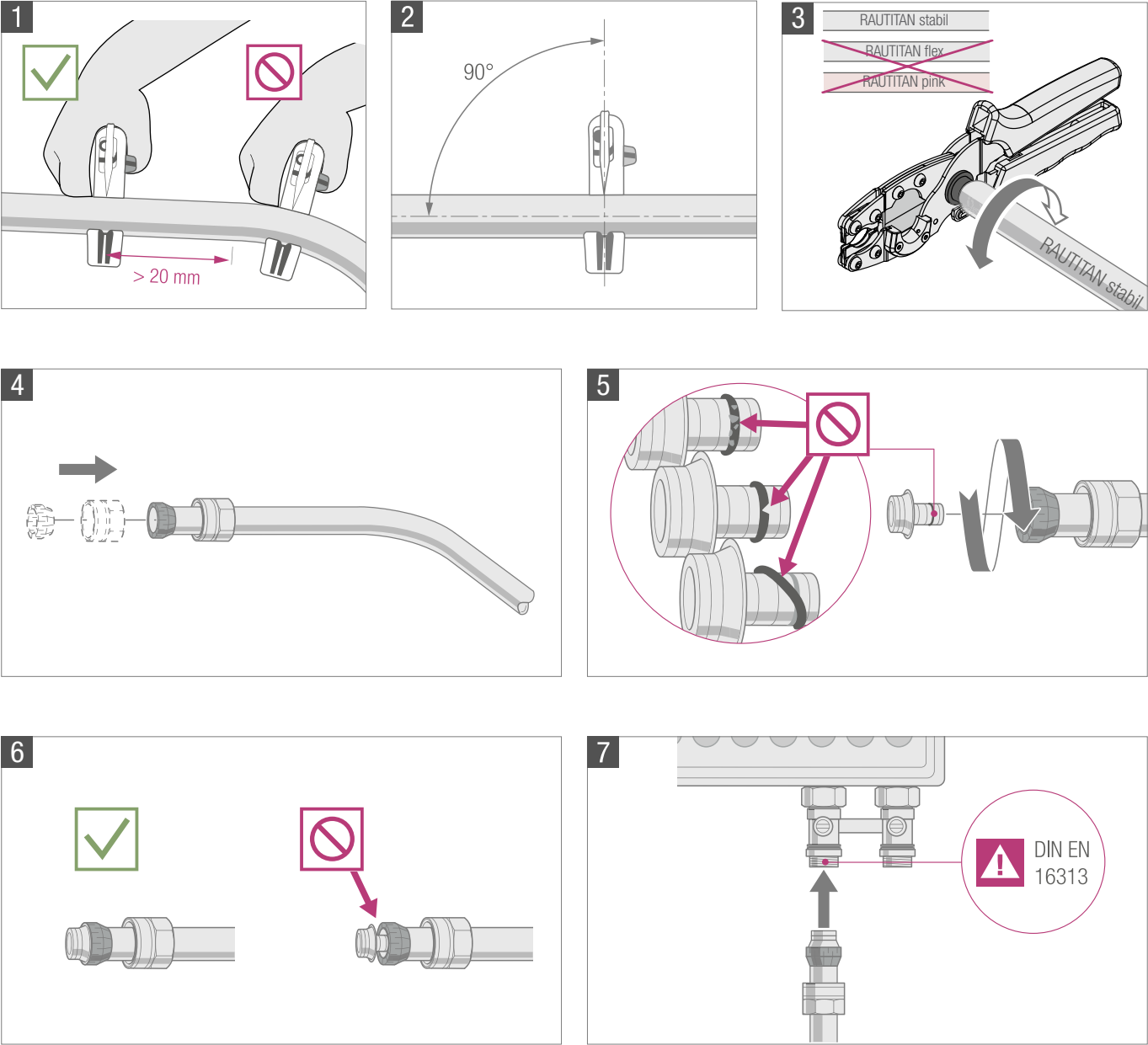
确保在安装和运行期间，管道和压紧连接套件没有不允许的机械应力（例如，在压紧连接套件之后对管道进行直接弯曲）。

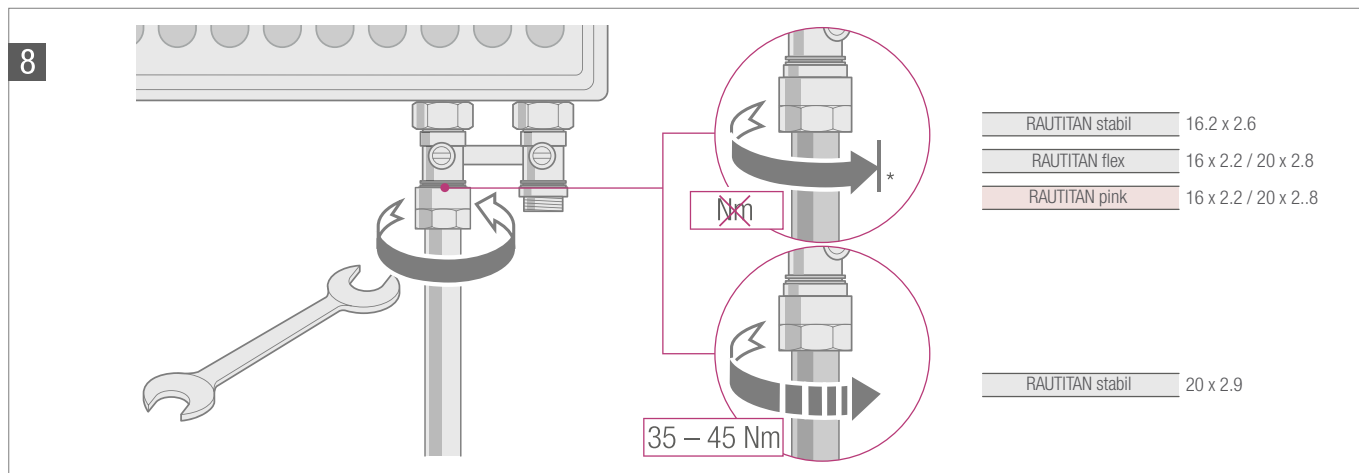
标记 连接套件		帽子	管剪		管道校正	拧紧连接套件
RAUTITAN stabil RAUTITAN stabil	16.2 x 2.6	绿色			 是必须 	直道停止 ¹⁾
	20 x 2.9					无机机械停止；采用35-45 Nm 进行拧紧
RAUTITAN flex RAUTITAN flex	16.2 x 2.2	蓝色			不需要	直道停止 ¹⁾
RAUTITAN pink RAUTITAN pink	20 x 2.8					直道停止 ¹⁾

1) 采用最大35-45 Nm 进行拧紧

表22-6 压紧连接套件一览

21.7 RAUTITAN 压紧连接套件安装过程-示意





* 直到停止

22. 压力损失表

22.1 管路系统计算



对于给水和采暖系统的计算，瑞好可以提供多样化的服务。更多信息，请与您最近的销售办公室联系。

22.2 压力损失表一览

RAUTITAN stabil /RAUTITAN flex (温差1K)	87
RAUTITAN stabil 16	88
RAUTITAN stabil 20	89
RAUTITAN stabil 25	90
RAUTITAN stabil 32	91
RAUTITAN stabil 40	92
RAUTITAN flex /RAUTITAN pink 16	93
RAUTITAN flex /RAUTITAN pink 20	94
RAUTITAN flex /RAUTITAN pink 25	95
RAUTITAN flex /RAUTITAN pink 32	96
RAUTITAN flex /RAUTITAN pink 40	97
RAUTITAN flex /RAUTITAN pink 50	98
RAUTITAN flex /RAUTITAN pink 63	99

22.3 当计算压力损失时使用 1K 表格时的注意事项

在热水采暖系统中，所需热量必须经由管道系统运输送到采暖区域。经过采暖区域时水的热量向外散发，其温度会在供和回的连接点自动成比例地产生温度差（温差）。

- (1) $\Phi \sim \Delta \Theta$
- (2) $\Delta \Theta = \Theta_v - \Theta_r [K]$

温差由设计人员根据采暖需求和系统水力情况进行选择。下面的数值可以用作参考基础：

正常热量需求 $\Phi [kW]$	温差 $\Delta \Theta [K]$
<50	10-20
>50	≥ 20
自己可控制的集中采暖	~10

表22-1 温差取决于采暖需求

在将热量输送到室内的过程中，热量输出恒定时，温差将会影响流量。

- (3) $\Phi = m \cdot c \cdot \Delta \Theta [W]$

因此，对于管路系统的计算，流量是一个重要参数。将这个参数（与温差无关）放入到1K表格中。

- (4) $m = \frac{\Phi}{c \cdot \Delta \Theta} [kg/h]$

对于不同的管道尺寸，可以得到不同的流速 v 和压力损失 R 数值。这些数值不应当超过下面的大约数值。

对于散热器采暖连接管道： $v \sim 0.5 \text{ m/s}$
对于分集水器和立管： $v \sim 1.0-1.5 \text{ m/s}$

对于小系统： $R \sim 100 \text{ Pa/m}$
对于大系统： $R \sim 100-200 \text{ Pa/m}$



这些大约数值是基于经验，并且可能与个别情况有所差异。例如，在分水器主干管的局部，压力损失 R 可以高一些。

举例：使用 RAUTITAN stabil 的应用：

Φ = 5815 W (热量需求)
 $\Delta\Theta$ = 10 K (温差)
 c = 1.163 Wh/kg·K (水的比热容)

根据公式(4)我们可以得到： $m = 500 \text{ kg/h}$

采暖安装压力损失表（温差1K）显示：

- 选项 1：RAUTITAN stabil 32 x 4.7
- 选项 2：RAUTITAN stabil 25 x 3.7

R值	RAUTITAN stabil				
Pa/m	16.2 x 2.6	20 x 2.9	25 x 3.7	32 x 4.7	...
50	53.4	112.3	201.2	396.6	...
	0.16	0.20	0.23	0.28	...
55	56.4	118.6	212.4	418.8	...
	0.17	0.21	0.25	0.29	...
60	59.3	124.7	223.3	440.1	...
	0.18	0.22	0.26	0.31	...
65	62.1	130.5	233.7	460.7	...
	0.19	0.23	0.27	0.32	...
70	64.8	136.2	243.8	480.6	...
	0.20	0.24	0.28	0.34	...
75	67.4	141.6	253.6	500.0	...
	0.21	0.25	0.29	0.35	...
80	69.9	146.9	263.1	518.7	...
	0.22	0.26	0.31	0.37	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...
220	124.6	261.9	469.1	924.7	...
	0.38	0.47	0.54	0.65	...
240	131.0	275.3	493.0	971.8	...
	0.40	0.49	0.57	0.68	...
260	137.1	228.2	516.0	1017.3	...
	0.42	0.51	0.60	0.72	...
280	143.0	300.6	538.4	1061.3	...
...	...	...	...	...	...
...	...	...	...	...	...

选项 1

在 500 kg/h 时

- 流速 $v = 0.35 \text{ m/s}$
- 压力损失 $R = 75 \text{ Pa/m}$

选项 2

此处采用两个数值经插值得到
在 500 kg/h 时

- 流速 $v = 0.58 \text{ m/s}$
- 压力损失 $R = 245 \text{ Pa/m}$

表22-2 计算举例

22.4 压力损失表：采暖安装（温差1K）

水温：60℃

R/值	RAUTITAN stabil			RAUTITAN stabil			RAUTITAN flex / pink			RAUTITAN flex		RAUTITAN pink			m
Pa/m	16.2x2.6	20x2.9	25x3.7	32x4.7	40x6.0	16x2.2	20x2.8	25x3.5	32x4.4	40x5.5	50x6.9	63x8.6	v		
50	53.4	112.3	201.2	396.6	709.4	66.4	118.9	213.8	430.8	817.3	1478.5	2649.6	kg/h		
	0.16	0.20	0.23	0.28	0.33	0.17	0.20	0.24	0.29	0.34	0.39	0.46	m/s		
55	56.4	118.6	212.4	418.8	749.1	70.1	125.6	225.8	454.9	863.1	1561.2	2797.9	kg/h		
	0.17	0.21	0.25	0.29	0.34	0.18	0.21	0.25	0.30	0.36	0.42	0.49	m/s		
60	59.3	124.7	223.3	440.1	787.3	73.7	132.0	237.3	478.1	907.0	1640.8	2940.5	kg/h		
	0.18	0.22	0.26	0.31	0.36	0.19	0.23	0.26	0.32	0.37	0.44	0.51	m/s		
65	62.1	130.5	233.7	460.7	824.1	77.2	138.1	248.4	500.5	949.5	1717.6	3078.2	kg/h		
	0.19	0.23	0.27	0.32	0.38	0.20	0.24	0.28	0.33	0.39	0.46	0.53	m/s		
70	64.8	136.2	243.8	480.6	859.7	80.5	144.1	259.1	522.1	990.6	1791.9	3211.3	kg/h		
	0.20	0.24	0.28	0.34	0.39	0.21	0.25	0.29	0.35	0.41	0.48	0.56	m/s		
75	67.4	141.6	253.6	500.0	894.3	83.7	149.9	269.6	543.1	1030.4	1864.0	3340.5	kg/h		
	0.21	0.25	0.29	0.35	0.41	0.22	0.26	0.30	0.36	0.43	0.50	0.58	m/s		
80	69.9	146.9	263.1	518.7	927.9	86.9	155.5	279.7	563.5	1069.1	1934.0	3465.9	kg/h		
	0.22	0.26	0.31	0.37	0.43	0.23	0.27	0.31	0.37	0.44	0.52	0.60	m/s		
90	74.8	157.2	281.5	554.9	922.5	92.9	166.4	299.2	602.7	1143.5	2068.6	3707.2	kg/h		
	0.23	0.28	0.33	0.39	0.46	0.24	0.28	0.33	0.40	0.47	0.55	0.64	m/s		
100	79.4	166.9	298.9	589.3	1054.1	98.9	176.7	317.7	640.1	1214.5	2197.0	3937.3	kg/h		
	0.24	0.30	0.35	0.42	0.48	0.26	0.30	0.35	0.42	0.50	0.59	0.68	m/s		
110	83.9	176.3	315.7	622.3	1113.1	104.2	186.6	335.5	676.0	1282.5	2320.0	4157.7	kg/h		
	0.26	0.31	0.27	0.44	0.51	0.27	0.32	0.37	0.45	0.53	0.62	0.72	m/s		
120	88.1	185.3	331.8	654.0	1169.9	109.5	196.1	352.6	710.4	1374.9	2438.3	4369.6	kg/h		
	0.27	0.33	0.39	0.46	0.54	0.29	0.34	0.39	0.47	0.56	0.65	0.76	m/s		
130	92.3	193.9	347.3	684.6	1224.6	114.6	205.3	369.1	743.7	1410.9	2552.4	4574.1	kg/h		
	0.28	0.35	0.40	0.48	0.56	0.30	0.35	0.41	0.49	0.58	0.68	0.79	m/s		
140	96.3	202.3	362.3	714.2	1277.6	119.6	214.1	385.1	775.9	1472.0	2662.8	4772.0	kg/h		
	0.30	0.36	0.42	0.50	0.59	0.31	0.37	0.43	0.51	0.61	0.71	0.83	m/s		
150	100.1	210.5	376.9	742.9	1328.9	124.4	222.7	400.6	807.1	1531.2	2769.9	4963.9	kg/h		
	0.31	0.38	0.44	0.52	0.61	0.33	0.38	0.44	0.53	0.63	0.74	0.86	m/s		
160	103.9	218.4	391.0	770.8	1378.9	129.1	231.1	415.6	837.4	1588.7	2873.9	5150.4	kg/h		
	0.32	0.39	0.45	0.54	0.63	0.34	0.40	0.46	0.55	0.66	0.77	0.89	m/s		
170	107.5	226.1	404.8	798.0	1427.5	133.6	239.3	430.3	866.9	1644.7	2975.2	5331.9	kg/h		
	0.33	0.40	0.47	0.56	0.65	0.35	0.41	0.48	0.57	0.68	0.79	0.93	m/s		
180	111.1	233.6	418.2	824.5	1474.9	138.1	247.2	444.6	895.7	1699.3	3075.0	5508.9	kg/h		
	0.34	0.42	0.49	0.58	0.68	0.36	0.42	0.49	0.57	0.70	0.82	0.96	m/s		
190	114.6	240.9	431.4	850.4	1521.1	142.4	255.0	458.5	923.8	1752.6	3170.4	5681.8	kg/h		
	0.35	0.43	0.50	0.60	0.70	0.37	0.44	0.51	0.61	0.72	0.85	0.99	m/s		
200	118.0	248.1	444.2	875.7	1566.4	146.6	262.5	472.1	951.3	1804.7	3264.8	5850.8	kg/h		
	0.36	0.44	0.52	0.62	0.72	0.39	0.45	0.52	0.63	0.75	0.87	1.02	m/s		
220	124.6	261.9	469.1	924.7	1654.1	154.9	277.2	498.6	1004.5	1905.8	3447.5	6178.3	kg/h		
	0.38	0.47	0.54	0.65	0.75	0.41	0.47	0.55	0.67	0.79	0.92	1.07	m/s		
240	131.0	275.3	493.0	971.8	1738.4	162.7	291.4	524.0	1055.7	2002.9	3623.2	6493.3	kg/h		
	0.40	0.49	0.57	0.68	0.80	0.43	0.50	0.58	0.70	0.83	0.97	1.3	m/s		
260	137.1	288.2	516.0	1017.3	1819.7	170.4	305.0	549.0	1105.1	2096.7	3792.8	6797.1	kg/h		
	0.42	0.51	0.60	0.72	0.83	0.45	0.52	0.61	0.73	0.87	1.01	1.18	m/s		
280	143.0	300.6	538.4	1061.3	1898.5	177.7	318.2	572.2	1152.1	2187.4	3956.9	7091.2	kg/h		
	0.44	0.54	0.63	0.75	0.87	0.47	0.54	0.64	0.73	0.90	1.06	1.23	m/s		
300	148.8	312.7	560.0	1104.0	1974.8	184.9	331.0	595.2	1199.3	2275.3	4116.0	7376.3	kg/h		
	0.46	0.56	0.65	0.78	0.91	0.49	0.57	0.66	0.79	0.91	1.10	1.28	m/s		
320	154.4	324.5	581.1	1145.5	2049.0	191.8	343.4	617.6	1244.3	2360.8	4270.6	7653.4	kg/h		
	0.48	0.58	0.67	0.81	0.94	0.50	0.59	0.69	0.82	0.98	1.14	1.33	m/s		
360	165.1	347.0	621.5	1225.2	2191.6	205.2	367.3	660.6	1331.0	2525.1	4567.9	8186.3	kg/h		
	0.51	0.62	0.72	0.86	1.01	0.54	0.63	0.73	0.88	1.04	1.22	1.42	m/s		
400	175.4	368.6	660.1	1301.2	2327.6	217.9	390.1	701.6	1413.6	2681.8	4851.4	8694.3	kg/h		
	0.54	0.66	0.77	0.92	1.07	0.57	0.67	0.78	0.94	1.11	1.30	1.51	m/s		
450	187.6	394.3	706.0	1391.8	2489.7	233.1	417.3	750.4	1512.0	2868.6	5189.2	9229.6	kg/h		
	0.58	0.70	0.82	0.98	1.14	0.61	0.71	0.83	1.00	1.19	1.39	1.62	m/s		
500	199.2	418.7	749.8	1478.2	2644.2	247.6	443.2	797.0	1605.8	3046.6	5511.2	9876.7	kg/h		
	0.61	0.75	0.87	1.04	1.21	0.65	0.76	0.88	1.06	1.26	1.47	1.72	m/s		
550	210.4	442.2	791.8	1560.9	22792.2	261.4	468.0	841.6	1695.7	3217.1	5819.7	10429.5	kg/h		
	0.65	0.79	0.92	1.10	1.28	0.69	0.80	0.93	1.12	1.33	1.55	1.81	m/s		
600	221.1	464.7	832.2	1640.5	2934.5	274.7	491.8	884.5	1782.1	3381.1	6116.3	10961.2	kg/h		
	0.68	0.83	0.97	1.16	1.35	0.72	0.84	0.98	1.18	1.40	1.63	1.90	m/s		
700	241.4	507.5	908.8	1791.6	3204.8	300.0	537.1	996.0	1946.2	3692.4	6679.5	11970.5	kg/h		
	0.74	0.91	1.06	1.26	1.47	0.79	0.92	1.07	1.29	1.53	1.78	2.08	m/s		
800	260.6	547.7	980.9	1933.6	3458.9	323.8	579.7	1042.6	2100.5	3985.2	7209.2	12919.6	kg/h		
	0.80	0.98	1.14	1.36	1.59	0.85	0.99	1.16	1.39	1.63	1.93	2.24	m/s		
1000	296.0	622.2	1114.3	2196.6	3929.3	367.9	658.6	1184.4	2386.2	4527.2	8189.6	14676.7	kg/h		
	0.91	1.11	1.29	1.55	1.80	0.97	1.12	1.31	1.58	1.87	2.19	2.55	m/s		

动态粘度：0.000467 kg/(m·s)

密度：983.2 kg/m³

22.5 压力损失表：采暖 RAUTITAN stabil 16.2x2.6毫米管道（ ΔT 10,15和20K）

RAUTITAN stabil

水温：60℃

热量 $\dot{Q}$ W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失
	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m
400	34.4	0.10	22.1	22.9	0.07	11.2	17.2	0.05	6.9
500	43.0	0.13	32.3	28.7	0.09	16.3	21.5	0.06	10.1
600	51.6	0.15	44.1	34.4	0.10	22.1	25.8	0.08	13.6
700	60.2	0.18	57.5	40.1	0.12	28.8	30.1	0.09	17.7
800	68.8	0.20	72.3	45.9	0.14	36.1	34.4	0.10	22.1
900	77.4	0.23	88.6	51.6	0.15	44.1	38.7	0.12	27.0
1000	86.0	0.26	106.4	57.3	0.17	52.9	43.0	0.13	32.3
1100	94.6	0.28	125.5	63.1	0.19	62.3	47.3	0.14	38.0
1200	103.2	0.31	146.0	68.8	0.20	72.3	51.6	0.15	44.1
1300	111.8	0.33	167.9	74.6	0.22	83.0	55.9	0.17	50.6
1400	120.4	0.36	191.1	80.3	0.24	94.4	60.2	0.18	57.5
1500	129.0	0.38	215.6	86.0	0.26	106.4	64.5	0.19	64.7
1600	137.6	0.41	241.4	91.8	0.27	119.0	68.8	0.20	72.3
1700	146.2	0.43	268.5	97.5	0.29	132.2	73.1	0.22	80.3
1800	154.8	0.46	296.9	103.2	0.31	146.0	77.4	0.23	88.6
1900	163.4	0.49	326.6	109.0	0.31	160.4	81.7	0.24	97.3
2000	172.0	0.51	357.5	114.7	0.34	175.5	86.0	0.26	106.4
2100	180.6	0.54	389.0	120.4	0.36	191.1	90.3	0.27	115.8
2200	189.2	0.56	423.1	126.1	0.38	207.3	94.6	0.28	125.5
2300	197.8	0.59	457.8	131.9	0.39	224.1	98.9	0.29	135.6
2400	206.5	0.61	493.7	137.6	0.41	241.4	103.2	0.31	146.0
2500	215.1	0.64	530.8	143.4	0.43	259.4	107.5	0.32	156.8
2600	223.7	0.66	569.1	149.1	0.44	277.9	111.8	0.33	167.9
2700	232.3	0.36	608.6	154.8	0.46	296.9	116.1	0.35	179.3
2800	240.9	0.72	649.3	160.6	0.48	316.6	120.4	0.36	191.1
2900	249.5	0.74	691.2	166.3	0.49	336.8	124.7	0.37	203.2
3000	258.1	0.77	732.3	172.0	0.51	357.5	129.0	0.38	215.6
3100	266.7	0.79	778.6	177.8	0.53	387.9	133.3	0.40	228.3
3200	275.3	0.82	824.0	183.5	0.55	400.7	137.6	0.41	241.4
3300	283.9	0.84	870.6	189.2	0.56	423.1	141.9	0.42	254.8
3400	292.5	0.87	918.4	195.0	0.58	446.1	146.2	0.43	268.5
3500	301.1	0.90	967.4	200.7	0.60	469.6	150.5	0.45	282.6
3600	309.7	0.92	1017.5	206.5	0.61	493.7	154.8	0.46	296.9
3700	318.3	0.95	1068.8	212.2	0.63	518.3	159.1	0.47	311.6
3800	326.9	0.97	1121.2	217.9	0.65	543.4	163.4	0.49	326.6
3900	335.5	1.00	1174.8	223.7	0.66	569.1	167.7	0.50	341.9
4000	-	-	-	229.4	0.68	595.3	182.0	0.51	357.5
4100	-	-	-	235.1	0.70	622.0	176.3	0.52	373.5
4200	-	-	-	240.9	0.72	649.3	180.6	0.54	389.7
4300	-	-	-	246.6	0.73	677.1	184.9	0.55	406.3
4400	-	-	-	252.3	0.75	705.4	189.2	0.56	423.1
4500	-	-	-	258.1	0.77	734.3	193.5	0.58	440.3
4700	-	-	-	269.5	0.80	793.6	202.2	0.60	475.6
4900	-	-	-	281.0	0.84	855.0	210.8	0.63	512.1
5100	-	-	-	292.5	0.87	918.4	219.4	0.65	549.8
5300	-	-	-	303.9	0.90	984.0	228.0	0.68	588.7
5500	-	-	-	315.4	0.94	1051.6	236.6	0.70	628.8
5700	-	-	-	326.9	0.97	1121.2	245.2	0.73	670.1
5900	-	-	-	338.4	1.01	1192.9	263.8	0.75	712.6
6100	-	-	-	-	-	-	262.4	0.78	756.3
6300	-	-	-	-	-	-	271.0	0.81	801.1
6500	-	-	-	-	-	-	279.6	0.83	847.2
6700	-	-	-	-	-	-	288.2	0.86	894.4
6900	-	-	-	-	-	-	296.8	0.88	942.8
7100	-	-	-	-	-	-	305.4	0.91	992.3
7300	-	-	-	-	-	-	314.0	0.93	1043.0
7500	-	-	-	-	-	-	322.6	0.96	1094.9
7700	-	-	-	-	-	-	331.2	0.98	1147.9
7900	-	-	-	-	-	-	339.8	1.01	1202.0

动态粘度：0.000467kg/(m.s) 密度：983.2kg/m³

22.6 压力损失表：采暖 RAUTITAN stabil 20x2.9毫米管道（ ΔT 10,15和20K）

RAUTITAN stabil

水温：60℃

热量 $\dot{Q}$ W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失
	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m
600	51.6	0.09	13.2	34.4	0.06	6.7	25.8	0.05	4.1
700	60.2	0.11	17.2	40.1	0.07	8.7	30.1	0.05	5.3
800	68.8	0.12	21.6	45.9	0.08	10.8	34.4	0.06	6.7
900	77.4	0.14	26.4	51.6	0.09	13.2	38.7	0.07	8.1
1000	86.0	0.15	31.7	57.3	0.10	15.8	43.0	0.08	9.7
1200	103.2	0.18	43.4	68.6	0.12	21.6	51.6	0.09	13.2
1400	120.4	0.21	56.6	80.3	0.14	28.1	60.2	0.11	17.2
1600	137.6	0.25	71.4	91.8	0.16	35.4	68.8	0.12	21.6
1800	154.8	0.28	87.7	103.2	0.18	43.4	77.4	0.14	26.4
2000	172.0	0.31	105.4	114.7	0.20	52.0	86.0	0.15	31.7
2200	189.2	0.34	124.5	126.2	0.23	61.4	94.6	0.17	37.3
2400	206.5	0.37	145.1	137.6	0.25	71.4	103.2	0.18	43.4
2600	223.7	0.40	167.0	149.1	0.27	82.1	111.8	0.20	49.8
2800	240.9	0.43	190.3	160.6	0.29	93.4	120.4	0.21	56.6
3000	258.1	0.46	214.9	172.0	0.31	105.4	129.0	0.23	63.8
3200	275.3	0.49	240.9	183.5	0.33	118.0	137.6	0.25	71.4
3400	292.5	0.52	268.2	195.0	0.35	131.2	145.2	0.26	79.4
3600	309.7	0.55	296.8	206.5	0.37	145.1	154.8	0.28	87.7
3800	326.9	0.58	326.7	217.9	0.39	159.5	163.4	0.29	96.4
4000	344.1	0.61	358.0	229.4	0.41	174.6	172.0	0.31	105.4
4200	361.3	0.64	390.4	240.9	0.43	190.3	180.6	0.32	114.8
4400	378.5	0.68	424.2	252.3	0.45	206.6	189.2	0.34	124.5
4600	395.7	0.71	459.2	263.8	0.47	233.5	197.8	0.35	134.6
4800	412.9	0.74	495.5	275.3	0.49	240.9	206.5	0.37	145.1
5000	430.1	0.77	533.1	286.7	0.51	259.0	215.1	0.38	155.9
5200	447.3	0.80	571.8	298.2	0.53	277.6	223.7	0.40	167.0
5400	464.5	0.83	611.9	309.7	0.55	296.8	232.3	0.41	178.5
5600	481.7	0.86	653.1	321.1	0.57	316.6	240.8	0.43	190.3
5800	498.9	0.89	695.6	332.6	0.59	337.0	249.5	0.45	202.5
6000	516.1	0.92	739.3	344.1	0.61	358.0	258.1	0.46	214.9
6200	533.3	0.95	784.3	355.6	0.63	379.5	266.7	0.48	227.8
6400	550.5	0.98	830.4	367.0	0.65	401.6	275.3	0.49	240.9
6600	567.7	1.01	877.8	378.5	0.68	424.2	283.9	0.51	254.4
6800	-	-	-	390.0	0.70	447.4	292.5	0.52	268.2
7000	-	-	-	401.4	0.72	471.2	301.1	0.54	282.4
7200	-	-	-	412.9	0.74	495.5	309.7	0.55	296.8
7400	-	-	-	424.4	0.75	520.4	318.3	0.57	311.6
7600	-	-	-	435.8	0.78	545.8	326.9	0.58	326.7
7800	-	-	-	447.3	0.80	571.8	335.5	0.60	342.2
8000	-	-	-	458.8	0.82	598.4	344.1	0.61	358.0
8200	-	-	-	470.3	0.84	625.5	352.7	0.63	374.0
8400	-	-	-	481.7	0.86	653.1	361.3	0.64	390.4
8600	-	-	-	493.2	0.88	681.3	369.9	0.66	407.2
8800	-	-	-	504.7	0.90	710.1	378.5	0.68	424.2
9000	-	-	-	516.1	0.92	739.3	387.1	0.69	441.6
9200	-	-	-	527.6	0.94	769.2	395.7	0.71	459.2
9400	-	-	-	539.1	0.96	799.5	404.3	0.72	477.2
9600	-	-	-	550.5	0.98	830.4	412.9	0.74	495.5
9800	-	-	-	562.0	1.00	861.9	421.5	0.75	514.1
10000	-	-	-	-	-	-	430.1	0.77	533.1
10200	-	-	-	-	-	-	438.7	0.78	552.3
10400	-	-	-	-	-	-	447.3	0.80	571.8
10600	-	-	-	-	-	-	455.9	0.81	591.7
10800	-	-	-	-	-	-	464.5	0.83	611.9
11000	-	-	-	-	-	-	473.1	0.84	632.3
11500	-	-	-	-	-	-	494.6	0.88	684.9
12000	-	-	-	-	-	-	516.1	0.92	739.3
12500	-	-	-	-	-	-	537.6	0.96	795.7
13000	-	-	-	-	-	-	559.1	1.00	854.0

动态粘度：0.000467kg/(m.s) 密度：983.2kg/m³

22.7 压力损失表：采暖 RAUTITAN stabil 25x3.7毫米管道（ ΔT 10,15和20K） RAUTITAN stabil 水温：60℃

热量 $\dot{Q}$ W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失
	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m
1000	86.0	0.10	11.5	57.3	0.07	5.8	43.0	0.05	3.6
1200	103.2	0.12	15.7	68.8	0.08	7.9	51.6	0.06	4.8
1400	120.4	0.14	20.5	80.3	0.09	10.2	60.2	0.07	6.3
1600	137.6	0.16	25.8	91.8	0.11	12.8	68.8	0.08	7.9
1800	154.8	0.18	31.6	103.2	0.12	15.7	77.4	0.09	9.6
2000	172.0	0.20	37.9	114.7	0.13	18.8	86.0	0.10	11.5
2200	189.2	0.22	44.8	126.2	0.15	22.2	94.6	0.11	13.5
2400	206.5	0.24	52.1	137.6	0.16	25.8	103.2	0.12	15.7
2600	223.7	0.26	59.9	149.1	0.17	29.6	111.8	0.13	18.0
2800	240.9	0.28	68.2	160.6	0.19	33.6	120.4	0.14	20.5
3000	258.1	0.30	77.0	172.0	0.20	37.9	129.0	0.15	23.0
3200	275.3	0.32	86.2	183.5	0.21	42.4	137.6	0.16	25.8
3400	292.5	0.34	95.9	195.0	0.23	47.2	146.2	0.17	28.6
3600	309.7	0.36	106.0	206.5	0.24	52.1	154.8	0.18	31.6
3800	326.9	0.38	116.6	217.9	0.25	57.2	163.4	0.19	34.7
4000	344.1	0.40	127.7	229.4	0.27	62.6	172.0	0.20	37.9
4200	361.3	0.42	139.2	240.9	0.28	68.2	180.6	0.21	41.3
4400	378.5	0.44	151.1	252.3	0.29	74.0	189.2	0.22	44.8
4600	395.7	0.46	163.5	263.8	0.31	80.0	197.8	0.23	48.4
4800	412.9	0.48	176.3	275.3	0.32	86.2	206.5	0.24	52.1
5000	430.1	0.50	189.5	286.7	0.33	92.6	215.1	0.25	55.9
5200	447.3	0.52	203.2	298.2	0.35	99.2	223.7	0.26	59.9
5400	464.5	0.54	217.3	309.7	0.36	106.0	232.3	0.27	64.0
5600	481.7	0.56	231.8	321.1	0.37	113.0	240.9	0.28	68.2
5800	498.9	0.58	246.8	332.6	0.38	120.3	249.5	0.29	72.5
6000	516.1	0.60	262.2	344.1	0.40	127.7	258.1	0.30	77.0
6200	533.3	0.62	277.9	355.6	0.41	135.3	266.7	0.31	81.5
6400	550.5	0.64	294.1	367.0	0.43	143.1	275.3	0.32	86.2
6600	567.7	0.66	310.8	378.5	0.44	151.1	283.9	0.33	91.0
6800	584.9	0.68	327.8	390.0	0.45	159.3	292.5	0.34	95.9
7000	602.2	0.70	345.3	401.4	0.47	167.7	302.1	0.35	100.9
7400	636.6	0.74	381.4	424.4	0.49	185.1	318.3	0.37	111.3
7800	671.0	0.78	419.2	447.3	0.52	203.2	335.5	0.39	122.1
8200	705.4	0.82	458.5	470.3	0.55	222.1	352.7	0.40	133.4
8600	739.8	0.86	499.5	493.2	0.57	241.8	369.9	0.43	145.1
9000	774.2	0.90	542.1	516.1	0.60	262.2	387.1	0.45	157.2
9400	808.6	0.94	586.3	539.1	0.63	283.3	404.3	0.47	169.8
9800	843.0	0.98	632.1	562.0	0.65	305.2	421.5	0.49	182.9
10200	877.4	1.02	679.5	584.9	0.68	327.8	438.7	0.51	196.3
10600	-	-	-	607.9	0.71	351.2	455.9	0.53	210.2
11000	-	-	-	630.8	0.73	375.3	473.1	0.55	224.5
11500	-	-	-	659.5	0.77	406.4	494.6	0.57	243.0
12000	-	-	-	688.2	0.80	438.6	516.1	0.60	262.2
12500	-	-	-	716.8	0.83	472.0	537.6	0.62	282.0
13000	-	-	-	745.5	0.87	506.5	559.1	0.65	302.4
13500	-	-	-	774.2	0.90	542.1	580.6	0.67	323.5
14000	-	-	-	802.9	0.93	578.9	602.2	0.70	345.3
14500	-	-	-	831.5	0.97	616.7	623.7	0.72	367.6
15000	-	-	-	860.2	1.00	655.6	645.2	0.75	390.7
15500	-	-	-	-	-	-	666.7	0.77	414.3
16000	-	-	-	-	-	-	688.2	0.80	438.6
16500	-	-	-	-	-	-	709.7	0.82	463.6
17000	-	-	-	-	-	-	731.2	0.85	489.1
17500	-	-	-	-	-	-	752.7	0.87	515.3
18000	-	-	-	-	-	-	774.2	0.90	542.1
18500	-	-	-	-	-	-	795.7	0.92	569.6
19000	-	-	-	-	-	-	817.2	0.95	597.6
19500	-	-	-	-	-	-	838.7	0.97	626.3
20000	-	-	-	-	-	-	860.2	1.00	655.6

动态粘度：0.000467kg/(m.s) 密度：983.2kg/m³

22.8 压力损失表：采暖 RAUTITAN stabil 32x4.7毫米管道（ ΔT 10,15和20K）

RAUTITAN stabil

水温：60℃

热量 $\dot{Q}$ W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失
	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m
1800	154.8	0.11	9.7	103.2	0.07	4.8	77.4	0.05	3.0
2000	172.0	0.12	11.6	114.7	0.08	5.8	86.0	0.06	3.5
2200	189.2	0.13	13.7	126.2	0.09	6.8	94.6	0.07	4.2
2400	206.5	0.15	15.9	137.6	0.10	7.9	103.2	0.07	4.8
2600	223.7	0.16	18.2	149.1	0.11	9.1	111.8	0.08	5.5
2800	240.9	0.17	20.7	160.6	0.11	10.3	120.4	0.08	6.3
3000	258.1	0.18	23.4	172.0	0.12	11.6	129.0	0.09	7.1
3200	275.3	0.19	26.2	183.5	0.13	12.9	137.6	0.10	7.9
3400	292.5	0.21	29.1	195.0	0.14	14.4	146.2	0.10	8.8
3600	309.7	0.22	32.1	206.5	0.15	15.9	154.8	0.11	9.7
3800	326.9	0.23	35.3	217.9	0.15	17.4	163.4	0.12	10.6
4000	344.1	0.24	38.6	229.4	0.16	19.1	172.0	0.12	11.6
4500	387.1	0.27	47.5	258.1	0.18	23.4	193.5	0.14	14.2
5000	430.1	0.30	57.2	286.7	0.20	28.1	215.1	0.15	17.0
5500	473.1	0.33	67.7	315.4	0.22	33.2	236.6	0.17	20.1
6000	516.1	0.36	78.9	344.1	0.24	38.6	258.1	0.18	23.4
6500	559.1	0.39	90.9	372.8	0.26	44.5	279.6	0.20	26.9
7000	602.2	0.42	103.7	401.4	0.28	50.7	301.1	0.21	30.6
7500	645.2	0.45	117.2	430.1	0.30	57.2	322.6	0.23	34.5
8000	688.2	0.48	131.4	458.8	0.32	64.1	344.1	0.24	38.6
8500	731.2	0.51	146.4	487.5	0.34	71.3	365.6	0.26	43.0
9000	774.2	0.55	162.1	516.1	0.36	78.9	387.1	0.27	47.5
9500	817.2	0.58	178.5	544.8	0.38	86.8	408.6	0.29	52.3
10000	860.2	0.61	195.7	573.5	0.40	95.1	430.1	0.30	57.2
10500	903.2	0.64	213.5	602.2	0.42	103.7	451.6	0.32	62.3
11000	946.2	0.67	232.1	630.8	0.44	112.6	473.1	0.33	67.7
11500	989.2	0.70	251.3	659.5	0.45	121.8	494.6	0.35	73.2
12000	1032.3	0.73	271.3	688.2	0.48	131.4	516.1	0.36	78.9
12500	1075.3	0.76	291.9	716.8	0.50	141.3	537.6	0.38	84.8
13000	1118.3	0.79	313.3	745.5	0.53	151.5	559.1	0.39	90.9
13500	1161.3	0.82	335.3	774.2	0.55	162.1	580.6	0.41	97.2
14000	1204.3	0.85	358.0	802.9	0.57	173.0	602.2	0.42	103.7
14500	1247.3	0.88	381.4	831.5	0.59	184.1	623.7	0.44	110.3
15000	1290.3	0.91	405.5	860.2	0.61	195.7	645.2	0.45	117.2
15500	1333.3	0.94	430.2	888.9	0.63	207.5	666.7	0.47	124.2
16000	1376.3	0.97	455.6	917.6	0.65	219.6	688.2	0.48	131.4
16500	1419.4	1.00	481.7	946.2	0.67	232.1	709.7	0.50	138.8
17000	-	-	-	974.9	0.69	244.8	731.2	0.51	146.4
17500	-	-	-	1003.6	0.71	257.9	752.7	0.53	154.1
18000	-	-	-	1032.3	0.73	271.3	774.2	0.55	162.1
18500	-	-	-	1060.9	0.75	285.0	795.7	0.56	170.2
19000	-	-	-	1089.6	0.77	299.0	817.2	0.58	178.5
19500	-	-	-	1118.3	0.79	313.3	838.7	0.59	187.0
20000	-	-	-	1147.0	0.81	327.9	860.2	0.61	195.7
20500	-	-	-	1175.6	0.83	342.8	881.7	0.62	204.5
21000	-	-	-	1204.3	0.85	358.0	903.2	0.64	213.5
21500	-	-	-	1233.0	0.87	373.5	924.7	0.65	222.7
22500	-	-	-	1290.3	0.91	405.5	967.7	0.68	241.6
23500	-	-	-	1347.7	0.95	438.6	1010.8	0.71	261.2
24500	-	-	-	1405.0	0.99	473.0	1053.8	0.74	281.5
25500	-	-	-	1462.4	1.03	508.5	1096.8	0.77	302.5
26500	-	-	-	-	-	-	1139.8	0.80	324.2
27500	-	-	-	-	-	-	1182.8	0.83	346.6
28500	-	-	-	-	-	-	1225.8	0.86	369.6
29500	-	-	-	-	-	-	1268.8	0.89	393.4
30500	-	-	-	-	-	-	1311.8	0.94	417.8
31500	-	-	-	-	-	-	1354.8	0.95	442.9
32500	-	-	-	-	-	-	1397.8	0.98	468.6
33500	-	-	-	-	-	-	1440.9	1.01	495.0

动态粘度：0.000467kg/(m.s) 密度：983.2kg/m³

22.9 压力损失表：采暖 RAUTITAN stabil 40x6.0毫米管道（ ΔT 10,15和20K） RAUTITAN stabil 水温：60℃

热量 $\dot{Q}$ W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失
	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m
2800	240.9	0.11	7.5	160.6	0.07	3.7	120.4	0.06	2.3
3000	258.1	0.12	8.5	172.0	0.08	4.2	129.0	0.06	2.6
3200	275.3	0.13	9.5	183.5	0.08	4.7	137.6	0.06	2.9
3400	292.5	0.13	10.5	195.0	0.09	5.2	146.2	0.07	3.2
3600	309.7	0.14	11.6	206.5	0.09	5.8	154.8	0.07	3.5
3800	326.9	0.15	12.7	217.9	0.10	6.3	163.4	0.07	3.9
4000	344.4	0.16	13.9	229.4	0.11	6.9	172.0	0.08	4.2
4500	387.1	0.18	17.1	258.1	0.12	8.5	193.5	0.09	5.1
5000	430.1	0.20	20.6	286.7	0.13	10.2	215.1	0.10	6.2
5500	473.1	0.22	24.3	315.4	0.14	12.0	236.6	0.11	7.3
6000	516.1	0.24	28.3	344.1	0.16	13.9	258.1	0.12	8.5
6500	559.1	0.26	32.6	372.8	0.17	16.0	279.6	0.13	9.7
7000	602.2	0.28	37.2	401.4	0.18	18.2	301.1	0.14	11.0
7500	645.2	0.30	42.2	430.1	0.20	20.6	322.6	0.15	12.5
8000	688.2	0.32	47.0	458.8	0.21	23.0	344.1	0.16	13.9
8500	731.2	0.34	52.3	487.5	0.22	25.6	365.6	0.17	15.5
9000	774.2	0.36	57.9	516.1	0.24	28.3	387.1	0.18	17.1
9500	817.2	0.37	63.8	544.8	0.25	31.1	408.6	0.19	18.8
10000	860.2	0.39	69.8	573.5	0.26	34.1	430.4	0.20	20.6
10500	903.2	0.41	76.1	602.2	0.28	37.2	451.6	0.21	22.4
11000	946.2	0.43	82.7	630.8	0.29	40.3	473.1	0.22	24.3
11500	989.2	0.45	89.5	659.5	0.30	43.6	494.6	0.23	26.3
12000	1032.3	0.47	96.6	688.2	0.32	47.0	516.1	0.24	28.3
13000	1118.3	0.51	111.4	745.5	0.34	54.2	559.1	0.26	32.6
14000	1204.3	0.55	127.2	802.9	0.37	61.8	602.2	0.28	37.2
15000	1290.3	0.59	143.9	860.2	0.39	69.8	645.2	0.30	42.0
16000	1376.3	0.63	161.6	917.6	0.42	78.3	688.2	0.32	47.0
17000	1462.4	0.67	180.2	974.9	0.45	87.2	731.2	0.34	52.3
18000	1548.4	0.71	199.7	1032.3	0.47	96.6	774.2	0.36	57.9
19000	1634.4	0.75	220.6	1089.6	0.50	106.4	817.2	0.37	63.8
20000	1720.4	0.79	241.4	1147.0	0.53	116.6	860.2	0.39	69.8
21000	1806.5	0.83	263.6	1204.3	0.55	127.2	903.2	0.41	76.1
22000	1892.5	0.87	286.7	1261.6	0.58	138.2	946.2	0.43	82.7
23000	1978.5	0.91	310.7	1319.0	0.61	149.7	989.2	0.45	89.5
24000	2064.5	0.95	335.6	1376.3	0.63	161.6	1032.3	0.47	96.6
25000	2150.5	0.99	361.4	1433.7	0.66	173.9	1075.3	0.49	103.9
26000	-	-	-	1491.0	0.68	186.6	1118.3	0.51	111.4
27000	-	-	-	1548.4	0.71	199.7	1163.3	0.53	119.2
28000	-	-	-	1605.7	0.74	213.2	1204.3	0.55	127.2
29000	-	-	-	1663.1	0.76	227.1	1247.3	0.57	135.4
30000	-	-	-	1720.4	0.79	241.4	1290.3	0.59	143.9
31000	-	-	-	1777.8	0.82	256.1	1333.3	0.61	152.6
32000	-	-	-	1835.1	0.84	271.2	1376.3	0.63	161.6
33000	-	-	-	1892.5	0.87	286.7	1419.4	0.65	170.8
34000	-	-	-	1949.8	0.89	302.6	1462.4	0.67	180.2
35000	-	-	-	2007.2	0.92	318.9	1505.4	0.69	189.8
36000	-	-	-	2064.5	0.95	335.6	1548.4	0.71	199.7
37000	-	-	-	2121.9	0.97	352.7	1591.4	0.73	209.8
38000	-	-	-	-	-	-	1633.7	0.75	220.1
39000	-	-	-	-	-	-	1676.7	0.77	230.6
40000	-	-	-	-	-	-	1719.7	0.79	241.4
42000	-	-	-	-	-	-	1805.7	0.83	263.6
44000	-	-	-	-	-	-	1891.7	0.87	286.7
46000	-	-	-	-	-	-	1977.6	0.91	310.7
48000	-	-	-	-	-	-	2063.6	0.95	335.6
50000	-	-	-	-	-	-	2149.6	0.99	361.4

动态粘度：0.000467kg/(m.s) 密度：983.2kg/m³

22.10 压力损失表：采暖 RAUTITAN pink /flex 16x2.2毫米管道（ ΔT 10,15和20K）

RAUTITAN flex

RAUTITAN pink

水温：60℃

热量 $\dot{Q}$ W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失
	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m
400	34.4	0.09	16.8	22.9	0.06	8.5	17.2	0.05	5.3
500	43.0	0.11	24.5	28.7	0.08	12.3	21.5	0.06	7.6
600	51.6	0.14	33.4	34.4	0.09	16.8	25.8	0.07	10.3
700	60.2	0.16	43.4	40.1	0.11	21.8	30.1	0.08	13.4
800	68.8	0.18	54.6	45.9	0.12	27.3	34.4	0.09	16.8
900	77.4	0.20	66.9	51.6	0.14	33.4	38.7	0.10	20.5
1000	86.0	0.23	80.2	57.3	0.15	39.9	43.0	0.11	24.5
1100	94.6	0.25	94.6	63.1	0.17	47.0	47.3	0.12	28.8
1200	103.2	0.27	110.1	68.8	0.18	54.6	51.6	0.14	33.4
1300	111.8	0.29	126.5	74.5	0.20	62.7	55.9	0.15	38.2
1400	120.4	0.32	143.9	80.3	0.21	71.2	60.2	0.16	43.4
1500	129.0	0.34	162.4	86.0	0.23	80.2	64.5	0.17	48.9
1600	137.6	0.36	181.8	91.7	0.24	89.7	68.8	0.18	54.6
1700	146.2	0.38	202.1	97.5	0.26	99.7	73.1	0.19	60.6
1800	154.8	0.41	223.5	103.2	0.27	110.1	77.4	0.20	66.9
1900	163.4	0.43	245.7	108.9	0.29	120.9	81.7	0.21	73.4
2000	172.0	0.45	268.9	114.7	0.30	132.9	86.0	0.23	80.2
2100	180.6	0.47	293.1	120.4	0.32	143.9	90.3	0.24	87.3
2200	189.2	0.50	318.1	126.1	0.33	156.1	94.6	0.25	94.6
2300	197.8	0.52	344.1	131.9	0.35	168.7	98.9	0.26	102.2
2400	206.4	0.54	371.0	137.6	0.36	181.8	103.2	0.27	110.1
2500	215.0	0.57	398.8	143.3	0.38	195.2	107.5	0.28	118.1
2600	223.6	0.59	427.5	149.1	0.39	209.1	111.8	0.29	126.5
2700	232.2	0.61	475.1	154.8	0.41	223.5	116.1	0.31	135.1
2800	240.8	0.63	487.6	160.5	0.42	238.2	120.4	0.32	143.9
2900	249.4	0.66	519.0	166.3	0.44	253.4	124.7	0.33	153.0
3000	258.0	0.68	551.2	172.0	0.45	268.9	129.0	0.34	162.4
3100	266.6	0.70	584.4	177.7	0.47	284.9	133.3	0.35	171.9
3200	275.2	0.72	618.4	183.5	0.48	301.3	137.6	0.36	181.8
3300	283.8	0.75	653.3	189.2	0.50	318.1	141.9	0.37	191.8
3400	292.4	0.77	689.1	194.9	0.51	335.4	146.2	0.38	202.1
3500	301.0	0.79	725.7	200.7	0.53	353.0	150.5	0.40	212.7
3700	318.2	0.84	801.5	212.1	0.56	389.4	159.1	0.42	234.5
3900	335.4	0.88	808.8	223.6	0.59	427.5	167.7	0.44	257.2
4100	352.6	0.93	963.5	235.1	0.62	467.2	176.3	0.46	280.9
4300	369.8	0.97	1049.5	246.5	0.65	508.4	184.9	0.49	305.5
4500	-	-	-	258.0	0.68	551.2	193.5	0.51	331.0
4700	-	-	-	269.5	0.71	595.6	202.1	0.53	357.4
4900	-	-	-	280.9	0.74	641.6	210.7	0.55	384.8
5100	-	-	-	292.4	0.77	689.1	219.3	0.58	413.1
5300	-	-	-	303.9	0.80	738.1	227.9	0.60	442.2
5500	-	-	-	315.3	0.83	788.6	236.5	0.62	472.2
5700	-	-	-	326.8	0.86	840.7	245.1	0.64	503.2
5900	-	-	-	338.3	0.89	894.3	253.7	0.67	535.0
6100	-	-	-	349.7	0.92	949.4	262.3	0.69	567.7
6300	-	-	-	361.2	0.95	1006.1	270.9	0.71	601.3
6500	-	-	-	372.7	0.98	1064.2	279.5	0.73	635.7
6700	-	-	-	-	-	-	288.1	0.76	671.1
6900	-	-	-	-	-	-	296.7	0.78	707.3
7100	-	-	-	-	-	-	305.3	0.80	744.3
7300	-	-	-	-	-	-	313.9	0.83	782.2
7500	-	-	-	-	-	-	322.5	0.85	821.0
7700	-	-	-	-	-	-	331.1	0.87	860.6
7900	-	-	-	-	-	-	339.7	0.89	901.1
8100	-	-	-	-	-	-	348.3	0.92	942.5
8300	-	-	-	-	-	-	356.9	0.94	984.7
8500	-	-	-	-	-	-	365.5	0.96	1027.7
8800	-	-	-	-	-	-	378.4	0.99	1093.8

动态粘度：0.000467kg/(m.s) 密度：983.2kg/m³

22.11 压力损失表：采暖 RAUTITAN pink /flex 20x2.8毫米管道（ ΔT 10,15和20K） RAUTITAN flex RAUTITAN pink 水温：60℃

热量 $\dot{Q}$ W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失
	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m
600	51.6	0.09	12.0	34.4	0.06	6.1	25.8	0.04	3.8
700	60.2	0.10	15.6	40.1	0.07	7.9	30.1	0.05	4.9
800	68.8	0.12	19.6	45.9	0.08	9.9	34.4	0.06	6.1
900	77.4	0.13	24.0	51.6	0.09	12.0	38.7	0.07	7.4
1000	86.0	0.15	28.8	57.3	0.10	14.4	43.0	0.07	8.8
1100	94.6	0.16	33.9	63.1	0.11	16.9	47.3	0.08	10.4
1200	103.2	0.18	39.4	68.8	0.12	19.6	51.6	0.09	12.0
1300	111.8	0.19	45.3	74.5	0.13	22.5	55.9	0.10	13.8
1400	120.4	0.21	51.4	80.3	0.14	25.6	60.2	0.10	15.6
1600	137.6	0.23	64.9	91.7	0.16	32.2	68.8	0.12	19.6
1800	154.8	0.26	79.6	103.2	0.18	39.4	77.4	0.13	24.0
2000	172.0	0.29	95.7	114.7	0.20	47.3	86.0	0.15	28.8
2200	189.2	0.32	113.0	126.1	0.22	55.8	94.6	0.16	33.9
2400	206.4	0.35	131.7	137.6	0.23	64.9	103.2	0.18	39.4
2600	223.6	0.38	151.6	149.1	0.25	74.5	111.8	0.19	45.3
2800	240.8	0.41	172.7	160.5	0.27	84.8	120.4	0.21	51.4
3000	258.0	0.44	195.0	172.0	0.29	95.7	129.0	0.22	58.0
3200	275.2	0.47	218.6	183.5	0.31	107.1	137.6	0.23	64.9
3400	292.4	0.50	243.3	194.9	0.33	119.1	146.2	0.25	72.1
3600	309.6	0.53	269.2	206.4	0.35	131.7	154.8	0.26	79.6
3800	326.8	0.56	296.3	217.9	0.37	144.8	163.4	0.28	87.5
4000	344.0	0.59	324.6	229.3	0.39	158.5	172.0	0.29	95.7
4200	361.2	0.62	354.0	240.8	0.41	172.7	180.6	0.31	104.2
4400	378.4	0.65	384.6	252.3	0.43	187.4	189.2	0.32	113.0
4600	395.6	0.67	416.4	263.7	0.45	202.7	197.8	0.34	122.2
4800	412.8	0.70	449.2	275.2	0.47	218.6	206.4	0.35	131.7
5000	430.0	0.73	483.2	286.7	0.49	234.9	215.0	0.37	141.5
5200	447.2	0.76	518.3	298.1	0.51	251.8	223.6	0.38	151.6
5400	464.4	0.79	554.6	309.6	0.53	269.2	232.2	0.40	162.0
5600	481.6	0.82	591.9	321.1	0.55	287.2	240.8	0.41	172.7
5800	498.8	0.85	630.4	332.5	0.57	305.6	249.4	0.43	183.7
6000	516.0	0.88	670.0	344.0	0.59	324.6	258.0	0.44	195.0
6200	533.2	0.91	710.6	355.5	0.61	344.1	266.6	0.45	206.6
6400	550.4	0.94	752.4	366.9	0.63	364.1	275.2	0.47	218.6
6600	567.6	0.97	795.3	378.4	0.65	384.6	283.8	0.48	230.8
6800	584.8	1.00	839.2	389.9	0.66	405.6	292.4	0.50	243.3
7000	-	-	-	401.3	0.68	427.2	301.0	0.51	256.1
7200	-	-	-	412.8	0.70	449.2	309.6	0.53	269.2
7400	-	-	-	424.3	0.72	471.8	318.2	0.54	282.6
7600	-	-	-	435.7	0.74	494.8	326.8	0.56	296.3
7800	-	-	-	447.2	0.76	518.3	335.4	0.57	310.3
8000	-	-	-	458.7	0.78	542.4	344.0	0.59	324.6
8200	-	-	-	470.1	0.80	566.9	352.6	0.60	339.2
8400	-	-	-	481.6	0.82	591.9	361.2	0.62	354.0
8600	-	-	-	493.1	0.84	617.5	369.8	0.63	369.2
8800	-	-	-	504.5	0.86	643.5	378.4	0.65	384.6
9000	-	-	-	516.0	0.88	670.0	387.0	0.66	400.3
9200	-	-	-	527.5	0.90	697.0	395.6	0.67	416.4
9600	-	-	-	550.4	0.94	752.4	412.8	0.70	449.2
9800	-	-	-	561.9	0.96	780.9	421.4	0.72	466.1
10000	-	-	-	573.3	0.98	809.8	430.0	0.73	483.2
10500	-	-	-	-	-	-	451.5	0.77	527.3
11000	-	-	-	-	-	-	473.0	0.81	573.1
11500	-	-	-	-	-	-	494.5	0.84	620.7
12000	-	-	-	-	-	-	516.0	0.88	670.0
12500	-	-	-	-	-	-	537.5	0.92	721.0
13000	-	-	-	-	-	-	559.0	0.95	773.7
13500	-	-	-	-	-	-	580.5	0.99	828.1

动态粘度：0.000467kg/(m.s) 密度：983.2kg/m³

22.12 压力损失表：采暖 RAUTITAN pink /flex 25x3.5毫米管道（ ΔT 10,15和20K）

RAUTITAN flex

RAUTITAN pink

水温：60℃

热量 $\dot{Q}$ W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量 $\dot{m}$ kg/h	流速 v m/s	压力损失 R Pa/m	质量流量 $\dot{m}$ kg/h	流速 v m/s	压力损失 R Pa/m	质量流量 $\dot{m}$ kg/h	流速 v m/s	压力损失 R Pa/m
1000	86.0	0.09	10.0	57.3	0.06	5.0	43.0	0.05	3.1
1100	94.6	0.10	11.8	63.1	0.07	5.9	47.3	0.05	3.6
1200	103.2	0.11	13.7	68.6	0.08	6.9	51.6	0.06	4.2
1300	111.8	0.12	15.7	74.5	0.08	7.9	55.9	0.06	4.8
1400	120.4	0.13	17.9	80.3	0.09	8.9	60.2	0.07	5.5
1500	129.0	0.14	20.1	86.0	0.09	10.0	64.5	0.07	6.2
1600	137.6	0.15	22.5	91.7	0.10	11.2	68.8	0.08	6.9
1700	146.2	0.16	25.0	97.5	0.11	12.4	73.1	0.08	7.6
1800	154.8	0.17	27.6	103.2	0.11	13.7	77.4	0.08	8.4
1900	163.4	0.18	30.3	108.9	0.12	15.0	81.7	0.09	9.2
2000	172.0	0.19	33.1	114.7	0.13	16.4	86.0	0.09	10.0
2200	189.2	0.21	39.0	126.1	0.14	19.4	94.6	0.10	11.8
2400	206.4	0.23	45.4	137.6	0.15	22.5	103.2	0.11	13.7
2600	223.6	0.24	52.2	149.1	0.16	25.8	111.8	0.12	15.7
2800	240.8	0.26	59.5	160.5	0.18	29.4	120.4	0.13	17.9
3000	258.0	0.28	67.1	172.0	0.19	33.1	129.0	0.14	20.1
3200	275.2	0.30	75.1	183.5	0.20	37.0	137.6	0.15	22.5
3400	292.4	0.32	83.6	194.9	0.21	41.1	146.2	0.16	25.0
3600	309.6	0.34	92.4	206.4	0.23	45.4	154.8	0.17	27.6
3800	326.8	0.36	101.6	217.9	0.24	49.9	163.4	0.18	30.3
4000	344.0	0.38	111.2	229.3	0.25	54.6	172.0	0.19	33.1
4400	378.4	0.41	131.6	252.3	0.28	64.5	189.2	0.21	39.0
4800	412.8	0.45	153.5	275.2	0.30	75.1	206.4	0.23	45.4
5200	447.2	0.49	176.9	298.1	0.33	86.5	223.6	0.24	52.2
5600	481.6	0.53	201.8	321.1	0.35	98.5	240.8	0.26	59.5
6000	516.0	0.56	228.2	344.0	0.38	111.2	258.0	0.28	67.1
6400	550.4	0.60	256.0	366.9	0.40	124.7	275.2	0.30	75.1
6800	584.8	0.64	285.3	389.9	0.43	138.8	292.4	0.32	83.6
7200	619.2	0.68	316.0	412.8	0.45	153.5	309.6	0.34	92.4
7600	653.6	0.71	348.1	435.7	0.48	169.0	326.8	0.36	101.6
8000	688.0	0.75	381.6	458.7	0.50	185.1	344.0	0.38	111.2
8500	731.0	0.80	425.4	487.3	0.53	206.1	365.5	0.40	128.8
9000	774.0	0.84	471.5	516.0	0.56	228.2	387.0	0.42	137.0
9500	817.0	0.89	519.7	544.7	0.59	251.3	408.5	0.45	150.7
10000	860.0	0.94	570.0	573.3	0.63	275.4	430.0	0.47	165.1
10500	903.0	0.99	622.5	602.0	0.66	300.4	451.5	0.49	180.0
11000	-	-	-	630.7	0.69	326.5	473.0	0.52	195.5
11500	-	-	-	659.3	0.72	353.6	494.5	0.54	211.6
12000	-	-	-	688.0	0.75	381.6	516.0	0.56	228.2
12500	-	-	-	716.7	0.78	410.6	537.5	0.59	245.4
13000	-	-	-	745.3	0.81	440.6	559.0	0.61	263.2
13500	-	-	-	774.0	0.84	471.5	580.5	0.63	281.5
14000	-	-	-	802.7	0.88	503.4	602.0	0.66	300.4
14500	-	-	-	831.3	0.91	536.2	623.5	0.68	319.9
15000	-	-	-	860.0	0.94	570.0	645.0	0.70	339.9
15500	-	-	-	888.7	0.97	604.8	666.5	0.73	360.5
16000	-	-	-	917.3	1.00	640.5	688.0	0.75	381.6
16500	-	-	-	-	-	-	709.5	0.77	403.2
17000	-	-	-	-	-	-	731.0	0.80	425.4
17500	-	-	-	-	-	-	752.5	0.82	448.2
18000	-	-	-	-	-	-	774.0	0.84	471.5
18500	-	-	-	-	-	-	795.5	0.87	495.3
19000	-	-	-	-	-	-	817.0	0.89	519.7
19500	-	-	-	-	-	-	838.5	0.92	544.6
20000	-	-	-	-	-	-	860.0	0.94	570.0
20500	-	-	-	-	-	-	881.5	0.96	596.0
21000	-	-	-	-	-	-	903.0	0.99	622.5
21400	-	-	-	-	-	-	920.2	1.00	644.1

动态粘度：0.000467kg/(m.s) 密度：983.2kg/m³

22.13 压力损失表：采暖 RAUTITAN pink /flex 32x4.4毫米管道（ ΔT 10,15和20K）

RAUTITAN flex

RAUTITAN pink

水温：60℃

热量 $\dot{Q}$ W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失
	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m
1800	154.8	0.10	8.3	103.2	0.07	4.1	77.4	0.05	2.5
2000	172.0	0.11	9.9	114.7	0.08	5.0	86.0	0.06	3.0
2200	189.2	0.12	11.7	126.1	0.08	5.8	94.6	0.06	3.6
2400	206.4	0.14	13.6	137.6	0.09	6.8	103.2	0.07	4.1
2600	223.6	0.15	15.6	149.1	0.10	7.8	111.8	0.07	4.7
2800	240.8	0.16	17.8	160.5	0.11	8.8	120.4	0.08	5.4
3000	258.0	0.17	20.0	172.0	0.11	9.9	129.0	0.08	6.1
3200	275.2	0.18	22.4	183.5	0.12	11.1	137.6	0.09	6.8
3400	292.4	0.19	24.9	194.9	0.13	12.3	146.2	0.10	7.5
3600	309.6	0.20	27.5	206.4	0.14	13.6	154.8	0.10	8.3
3800	326.8	0.21	30.3	217.9	0.14	14.9	163.4	0.11	9.1
4000	344.0	0.23	33.1	229.3	0.15	16.3	172.0	0.11	9.9
4200	361.2	0.24	36.1	240.8	0.16	17.8	180.6	0.12	10.8
4400	378.4	0.25	39.1	252.3	0.17	19.3	189.2	0.12	11.7
4600	395.6	0.26	42.3	263.7	0.17	20.8	197.8	0.13	12.6
4800	412.8	0.27	45.6	275.2	0.18	22.4	206.4	0.14	13.6
5000	430.0	0.28	49.0	286.7	0.19	24.1	215.0	0.14	14.6
5500	473.0	0.31	57.9	315.3	0.21	28.4	236.5	0.16	17.2
6000	516.0	0.34	67.5	344.0	0.23	33.1	258.0	0.17	20.0
6500	559.0	0.37	77.8	372.7	0.24	38.1	279.5	0.18	23.0
7000	602.0	0.40	88.7	401.3	0.26	43.4	301.0	0.20	26.2
7500	645.0	0.42	100.2	430.0	0.28	49.0	322.5	0.21	29.6
8000	688.0	0.45	112.4	458.7	0.30	54.9	344.0	0.23	33.1
8500	731.0	0.48	125.2	487.3	0.32	61.0	365.5	0.24	36.8
9000	774.0	0.51	138.6	516.0	0.34	67.5	387.0	0.25	40.7
9500	817.0	0.54	152.6	544.7	0.36	74.3	408.5	0.27	44.7
10000	860.0	0.57	167.2	573.2	0.38	81.3	430.0	0.28	49.0
10500	903.0	0.59	182.5	602.0	0.40	88.7	451.5	0.30	53.4
11000	946.0	0.62	198.3	630.7	0.41	96.3	473.0	0.31	57.9
11500	989.0	0.65	214.8	659.3	0.43	104.2	494.5	0.32	62.6
12000	1032.0	0.68	231.8	688.0	0.45	112.4	516.0	0.34	67.5
12500	1075.0	0.71	249.4	716.7	0.47	120.8	537.5	0.35	72.6
13000	1118.0	0.73	267.6	745.3	0.49	129.6	559.0	0.37	77.8
13500	1161.0	0.76	286.4	774.0	0.51	138.6	580.5	0.38	83.1
14000	1204.0	0.79	305.8	802.7	0.53	147.9	602.0	0.40	88.7
14500	1247.0	0.82	325.7	831.3	0.55	157.4	623.5	0.41	94.4
15000	1290.0	0.85	346.3	860.0	0.57	167.2	645.0	0.42	100.2
16000	1376.0	0.90	389.0	917.3	0.60	187.7	688.0	0.45	112.4
17000	1462.0	0.96	434.1	974.7	0.64	209.2	731.0	0.48	125.2
18000	-	-	-	1032.0	0.68	231.8	774.0	0.51	138.6
19000	-	-	-	1089.3	0.72	255.4	817.0	0.54	152.6
20000	-	-	-	1146.7	0.75	280.1	860.0	0.57	167.2
21000	-	-	-	1204.0	0.79	305.8	903.0	0.59	182.5
22000	-	-	-	1261.3	0.83	332.5	946.0	0.62	198.3
23000	-	-	-	1318.7	0.87	360.3	989.0	0.65	214.8
24000	-	-	-	1376.0	0.90	389.0	1032.0	0.68	231.8
25000	-	-	-	1433.3	0.94	418.8	1075.0	0.71	249.4
26000	-	-	-	1490.7	0.98	449.6	1118.0	0.73	267.6
27000	-	-	-	-	-	-	1161.0	0.76	286.4
28000	-	-	-	-	-	-	1204.0	0.79	305.8
29000	-	-	-	-	-	-	1247.0	0.82	325.7
30000	-	-	-	-	-	-	1290.0	0.85	346.3
31000	-	-	-	-	-	-	1333.0	0.88	367.4
32000	-	-	-	-	-	-	1376.0	0.90	389.0
33000	-	-	-	-	-	-	1419.0	0.93	411.3
34000	-	-	-	-	-	-	1462.0	0.96	434.1
35000	-	-	-	-	-	-	1505.0	0.99	457.5
35500	-	-	-	-	-	-	1526.5	1.00	469.4

动态粘度：0.000467kg/(m.s) 密度：983.2kg/m³

22.14 压力损失表：采暖 RAUTITAN pink /flex 40x5.5毫米管道（ΔT 10,15和20K） RAUTITAN flex RAUTITAN pink 水温：60℃

热量 Q W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失
	m kg/h	v m/s	R Pa/m	m kg/h	v m/s	R Pa/m	m kg/h	v m/s	R Pa/m
2800	240.8	0.10	6.2	160.5	0.07	3.1	120.4	0.05	1.9
3000	258.0	0.11	7.0	172.0	0.07	3.5	129.0	0.05	2.1
3200	275.2	0.12	7.8	183.5	0.08	3.9	137.6	0.06	2.4
3400	292.4	0.12	8.6	194.9	0.08	4.3	146.2	0.06	2.6
3600	309.6	0.13	9.5	206.4	0.09	4.7	154.8	0.07	2.9
3800	326.8	0.14	10.5	217.9	0.09	5.2	163.4	0.07	3.2
4000	344.0	0.14	11.5	229.3	0.10	5.7	172.0	0.07	3.5
4500	387.0	0.16	14.1	258.0	0.11	7.0	193.5	0.08	4.2
5000	430.0	0.18	16.9	286.7	0.12	8.3	215.0	0.09	5.1
5500	473.0	0.20	20.0	315.3	0.13	9.8	236.5	0.10	6.0
6000	516.0	0.22	23.3	344.0	0.14	11.5	258.0	0.11	7.0
6500	559.0	0.24	26.8	372.7	0.16	13.2	279.5	0.12	8.0
7000	602.0	0.25	30.5	401.3	0.17	15.0	301.0	0.13	9.1
7500	645.0	0.27	34.4	430.0	0.18	16.9	322.5	0.14	10.2
8000	688.0	0.29	38.6	458.7	0.19	18.9	344.0	0.14	11.5
8500	731.0	0.31	42.9	487.3	0.20	21.0	365.5	0.15	12.7
9000	774.0	0.33	47.5	516.0	0.22	23.3	387.0	0.16	14.1
9500	817.0	0.34	52.3	544.7	0.23	25.6	408.5	0.17	15.4
10000	860.0	0.36	57.2	573.3	0.24	28.0	430.0	0.18	16.9
10500	903.0	0.38	62.4	602.0	0.25	30.5	451.5	0.19	18.4
11000	946.0	0.40	67.8	630.7	0.27	33.1	473.0	0.20	20.0
11500	989.0	0.42	73.4	659.3	0.28	35.8	494.5	0.21	21.6
12000	1032.0	0.43	79.1	688.0	0.29	38.6	516.0	0.22	23.3
13000	1118.0	0.47	91.3	745.3	0.31	44.4	559.0	0.24	26.8
14000	1204.0	0.51	104.2	802.7	0.34	50.7	602.0	0.25	30.5
15000	1290.0	0.54	117.9	860.0	0.36	57.2	645.0	0.27	34.4
16000	1376.0	0.58	132.3	917.3	0.39	64.2	688.0	0.29	38.6
17000	1462.0	0.61	147.5	974.7	0.41	71.5	731.0	0.31	42.9
18000	1548.0	0.65	163.4	1032.0	0.43	79.1	774.0	0.33	47.5
19000	1634.0	0.69	180.1	1089.3	0.46	87.1	817.0	0.34	52.3
20000	1720.0	0.72	197.5	1146.7	0.48	95.5	860.0	0.36	57.2
21000	1806.0	0.76	215.7	1204.0	0.51	104.2	903.0	0.38	62.4
22000	1892.0	0.80	234.5	1261.3	0.53	113.2	946.0	0.40	67.8
23000	1978.0	0.83	254.1	1318.7	0.55	122.6	989.0	0.42	73.4
24000	2064.0	0.87	274.5	1376.0	0.58	132.3	1032.0	0.43	79.1
25000	2150.0	0.90	295.5	1433.3	0.60	142.3	1075.0	0.45	85.1
26000	2236.0	0.94	317.3	1490.7	0.63	152.7	1118.0	0.47	91.3
27000	2322.0	0.98	339.7	1548.0	0.65	163.4	1161.0	0.49	97.6
28000	-	-	-	1605.3	0.68	174.5	1204.0	0.51	104.2
29000	-	-	-	1662.7	0.70	185.8	1247.0	0.52	110.9
30000	-	-	-	1720.0	0.72	197.5	1290.0	0.54	117.9
31000	-	-	-	1777.3	0.75	209.5	1333.0	0.56	125.0
32000	-	-	-	1834.7	0.77	221.9	1376.0	0.58	132.3
33000	-	-	-	1892.0	0.80	234.5	1419.0	0.60	139.8
34000	-	-	-	1949.3	0.82	247.5	1462.0	0.61	147.5
35000	-	-	-	2006.7	0.84	260.8	1505.0	0.63	155.4
36000	-	-	-	2064.0	0.87	274.5	1548.0	0.65	163.4
37000	-	-	-	2121.3	0.89	288.4	1591.0	0.67	171.7
38000	-	-	-	2178.7	0.92	302.7	1634.0	0.69	180.1
39000	-	-	-	2236.0	0.94	317.3	1677.0	0.71	188.7
40000	-	-	-	2293.3	0.96	332.2	1720.0	0.72	197.5
42000	-	-	-	-	-	-	1806.0	0.76	215.7
44000	-	-	-	-	-	-	1892.0	0.80	234.5
46000	-	-	-	-	-	-	1978.0	0.893	254.1
48000	-	-	-	-	-	-	2064.0	0.87	274.5
50000	-	-	-	-	-	-	2150.0	0.90	295.5
52000	-	-	-	-	-	-	2236.0	0.94	317.3
55000	-	-	-	-	-	-	2365.0	0.99	351.2

动态粘度：0.000467kg/（m.s） 密度：983.2kg/m³

22.15 压力损失表：采暖 RAUTITAN pink /flex 50x6.9毫米管道（ ΔT 10,15和20K） RAUTITAN flex RAUTITAN pink 水温：60℃

热量 $\dot{Q}$ W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失	质量流量	流速	压力损失
	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m	$\dot{m}$ kg/h	v m/s	R Pa/m
4500	387.0	0.10	4.9	258.0	0.07	2.4	193.5	0.05	1.5
5000	430.0	0.12	5.9	286.7	0.08	2.9	215.0	0.06	1.8
5500	473.0	0.13	7.0	315.3	0.09	3.4	236.5	0.06	2.1
6000	516.0	0.14	8.1	344.0	0.09	4.0	258.0	0.07	2.4
6500	559.0	0.15	9.3	372.7	0.10	4.6	279.5	0.08	2.8
7000	602.0	0.16	10.6	401.3	0.11	5.2	301.0	0.08	3.2
7500	645.0	0.17	11.9	430.0	0.12	5.9	322.5	0.09	3.6
8000	688.0	0.19	13.4	458.7	0.12	6.6	344.0	0.09	4.0
8500	731.0	0.20	14.9	487.3	0.13	7.3	365.5	0.10	4.4
9000	774.0	0.21	16.5	516.0	0.14	8.1	387.0	0.10	4.9
9500	817.0	0.22	18.1	544.7	0.15	8.9	408.5	0.11	5.4
10000	860.0	0.23	19.8	573.3	0.15	9.7	430.0	0.12	5.9
11000	946.0	0.26	23.4	630.7	0.17	11.5	473.0	0.13	7.0
12000	1032.0	0.28	27.3	688.0	0.19	13.4	516.0	0.14	8.1
13000	1118.0	0.30	31.5	745.3	0.20	15.4	559.0	0.15	9.3
14000	1204.0	0.32	35.9	802.7	0.22	17.5	602.0	0.16	10.6
15000	1290.0	0.35	40.6	860.0	0.23	19.8	645.0	0.17	11.9
16000	1376.0	0.37	45.5	917.3	0.25	22.2	688.0	0.19	13.4
17000	1462.0	0.39	50.7	974.7	0.26	24.7	731.0	0.20	14.9
18000	1548.0	0.42	56.2	1032.0	0.28	27.3	774.0	0.21	16.5
19000	1634.0	0.44	61.9	1089.3	0.29	30.1	817.0	0.22	18.1
20000	1720.0	0.46	67.8	1146.7	0.31	32.9	860.0	0.23	19.8
21000	1806.0	0.49	74.0	1204.0	0.32	35.9	903.0	0.24	21.6
22000	1892.0	0.51	80.4	1261.3	0.34	39.0	946.0	0.26	23.4
23000	1978.0	0.53	87.1	1318.7	0.36	42.2	989.0	0.27	25.4
24000	2064.0	0.56	94.0	1376.0	0.37	45.5	1032.0	0.28	27.3
25000	2150.0	0.58	101.1	1433.3	0.39	49.0	1075.0	0.29	29.4
26000	2236.0	0.60	108.5	1490.7	0.40	52.5	1118.0	0.30	31.5
27000	2322.0	0.63	116.1	1548.0	0.42	56.2	1161.0	0.31	33.7
28000	2408.0	0.65	124.0	1605.3	0.43	59.9	1204.0	0.32	35.9
29000	2494.0	0.67	132.0	1662.7	0.45	63.8	1247.0	0.34	38.2
30000	2580.0	0.70	140.4	1720.0	0.46	67.8	1290.0	0.35	40.6
32000	2752.0	0.74	157.7	1834.7	0.50	76.1	1376.0	0.37	45.5
34000	2924.0	0.79	176.0	1949.3	0.53	84.8	1462.0	0.39	50.7
36000	3096.0	0.84	195.1	2064.0	0.56	94.0	1548.0	0.42	56.2
38000	3268.0	0.88	215.2	2178.7	0.59	103.5	1634.0	0.44	61.9
40000	3440.0	0.93	236.2	2293.3	0.62	113.5	1720.0	0.46	67.8
42000	3612.0	0.97	258.1	2408.0	0.65	124.0	1806.0	0.49	74.0
44000	-	-	-	2522.7	0.68	134.8	1892.0	0.51	80.4
46000	-	-	-	2637.3	0.71	146.0	1978.0	0.53	87.1
48000	-	-	-	2752.0	0.74	157.7	2064.0	0.56	94.0
50000	-	-	-	2866.7	0.77	169.8	2150.0	0.58	101.1
52000	-	-	-	2981.3	0.80	182.2	2236.0	0.60	108.5
54000	-	-	-	3096.0	0.84	195.1	2322.0	0.63	116.1
56000	-	-	-	3210.7	0.87	208.4	2408.0	0.65	124.0
58000	-	-	-	3325.3	0.90	222.1	2494.0	0.67	132.0
60000	-	-	-	3440.3	0.93	236.2	2580.0	0.70	140.4
62000	-	-	-	3554.7	0.96	250.7	2666.0	0.72	148.9
64000	-	-	-	3669.3	0.99	265.5	2752.0	0.74	157.7
66000	-	-	-	3783.3	1.04	289.5	2838.0	0.77	166.7
68000	-	-	-	3897.9	1.10	305.7	2924.0	0.79	176.0
70000	-	-	-	-	-	-	3010.0	0.81	185.4
73000	-	-	-	-	-	-	3139.0	0.85	200.1
75000	-	-	-	-	-	-	3225.0	0.87	210.1
77000	-	-	-	-	-	-	3311.0	0.89	220.4
80000	-	-	-	-	-	-	3440.0	0.93	236.2
83000	-	-	-	-	-	-	3569.0	0.96	252.5
86000	-	-	-	-	-	-	3698.0	1.00	269.3

动态粘度：0.000467kg/(m.s) 密度：983.2kg/m³

22.16 压力损失表：采暖 RAUTITAN pink /flex 63x8.6毫米管道（ΔT 10,15和20K）

RAUTITAN flex

RAUTITAN pink

水温：60℃

热量 Q W	ΔT 10K			ΔT 15K			ΔT 20K		
	质量流量 ṁ kg/h	流速 v m/s	压力损失 R Pa/m	质量流量 ṁ kg/h	流速 v m/s	压力损失 R Pa/m	质量流量 ṁ kg/h	流速 v m/s	压力损失 R Pa/m
7000	602.0	0.10	3.5	401.3	0.07	1.7	301.0	0.05	1.1
8000	688.0	0.12	4.5	458.7	0.08	2.2	344.0	0.06	1.3
9000	774.0	0.13	5.5	516.0	0.09	2.7	387.0	0.07	1.6
10000	860.0	0.15	6.6	573.3	0.10	3.2	430.0	0.07	2.0
11000	946.0	0.16	7.8	630.7	0.11	3.8	473.0	0.08	2.3
12000	1032.0	0.18	9.1	688.0	0.12	4.5	516.0	0.09	2.7
13000	1118.0	0.19	10.4	745.3	0.13	5.1	559.0	0.10	3.1
14000	1204.0	0.20	11.9	802.7	0.14	5.8	602.0	0.10	3.5
15000	1290.0	0.22	13.4	860.0	0.15	6.6	645.0	0.11	4.0
16000	1376.0	0.23	15.1	917.3	0.16	7.4	688.0	0.12	4.5
18000	1548.0	0.26	18.6	1032.0	0.18	9.1	774.0	0.13	5.5
20000	1720.0	0.29	22.4	1146.7	0.20	10.9	860.0	0.15	6.6
22000	1892.0	0.32	26.5	1261.3	0.21	12.9	946.0	0.16	7.8
24000	2064.0	0.35	31.0	1376.0	0.23	15.1	1032.0	0.18	9.1
26000	2236.0	0.38	35.7	1490.7	0.25	17.4	1118.0	0.19	10.4
28000	2408.0	0.41	40.8	1605.3	0.27	19.8	1204.0	0.20	11.9
30000	2580.0	0.44	46.1	1720.0	0.29	22.4	1290.0	0.22	13.4
32000	2752.0	0.47	51.8	1834.7	0.31	25.1	1376.0	0.23	15.1
34000	2924.0	0.50	57.7	1949.3	0.33	28.0	1462.0	0.25	16.8
36000	3096.0	0.53	63.9	2064.0	0.35	31.0	1548.0	0.26	18.6
38000	3268.0	0.56	70.5	2178.7	0.37	34.1	1634.0	0.28	20.4
40000	3440.0	0.59	77.3	2293.3	0.39	37.4	1720.0	0.29	22.4
42000	3612.0	0.61	84.4	2408.0	0.41	40.8	1806.0	0.31	24.4
44000	3784.0	0.64	91.8	2522.7	0.43	44.3	1892.0	0.32	26.5
46000	3956.0	0.67	99.4	2637.3	0.45	48.0	1978.0	0.34	28.7
48000	4128.0	0.70	107.4	2752.0	0.47	51.8	2064.0	0.35	31.0
50000	4300.0	0.73	115.6	2866.7	0.49	55.7	2150.0	0.37	33.3
52000	4472.0	0.76	124.1	2981.3	0.51	59.7	2236.0	0.38	35.7
54000	4644.0	0.79	132.9	3096.0	0.53	63.9	2322.0	0.39	38.2
56000	4816.0	0.82	141.9	3210.7	0.55	68.3	2408.0	0.41	40.8
58000	4988.0	0.85	151.3	3325.3	0.57	72.7	2494.0	0.42	43.4
60000	5160.0	0.88	160.9	3444.0	0.59	77.3	2580.0	0.44	46.1
62000	5332.0	0.91	170.7	3554.7	0.60	82.0	2666.0	0.45	48.9
64000	5504.0	0.94	180.9	3669.3	0.62	86.8	2752.0	0.47	51.8
66000	5676.0	0.97	191.3	3784.0	0.64	91.8	2838.0	0.48	54.7
68000	5848.0	0.99	202.0	3898.7	0.66	96.8	2924.0	0.50	57.7
70000	-	-	-	4013.3	0.68	102.0	3010.0	0.51	60.8
72000	-	-	-	4128.0	0.70	107.4	3096.0	0.53	63.9
74000	-	-	-	4242.7	0.72	112.8	3182.0	0.54	67.2
76000	-	-	-	4357.3	0.74	118.4	3268.0	0.56	70.5
78000	-	-	-	4472.0	0.76	124.1	3354.0	0.57	73.8
80000	-	-	-	4586.7	0.78	129.9	3440.0	0.59	77.3
82000	-	-	-	4701.3	0.80	135.9	3526.0	0.60	80.8
84000	-	-	-	4816.0	0.82	141.9	3612.0	0.61	84.4
86000	-	-	-	4930.7	0.84	148.1	3698.0	0.63	88.0
88000	-	-	-	5045.3	0.86	154.4	3784.0	0.64	91.8
90000	-	-	-	5160.0	0.88	160.9	3870.0	0.66	95.6
94000	-	-	-	5389.3	0.92	174.1	4042.0	0.69	103.4
98000	-	-	-	5618.7	0.96	187.8	4214.0	0.72	111.4
102000	-	-	-	5848.0	0.99	202.0	4386.0	0.75	119.8
106000	-	-	-	-	-	-	4558.0	0.78	128.5
110000	-	-	-	-	-	-	4730.0	0.80	137.4
114000	-	-	-	-	-	-	4902.0	0.83	146.6
118000	-	-	-	-	-	-	5074.0	0.86	156.0
122000	-	-	-	-	-	-	5246.0	0.89	165.8
127000	-	-	-	-	-	-	5461.0	0.93	178.3
132000	-	-	-	-	-	-	5676.0	0.97	191.3
137000	-	-	-	-	-	-	5891.0	1.00	204.7

动态粘度：0.000467kg/（m.s） 密度：983.2kg/m³

23. 瑞好 RAUTITAN 管件局部阻力系数表

23.1 瑞好 RAUTITAN 管件局部阻力系数（zeta值 ζ ），依据 DVGW W575（摘录）

No.	管件 ¹⁾	短代码 依据 DVGW W 575	图示 ²⁾ 简化表示	阻力系数 ζ						
				管道外径 d_a [mm]						
				16 DN 12	20 DN 15	25 DN 20	32 DN 25	40 DN 32	50 DN 40	63 DN 50
1	等径三通 通道至分支口	TA		3.8	3.6	4.4	3.8	4.2	2.6	2.4
2	等径三通 直通	TD		1.0	0.9	1.1	0.9	1.0	0.5	0.4
3	等径三通 合流，至出口	TG		3.9	3.8	4.5	3.9	4.4	2.7	2.4
4	等径三通 合流，支口至出口	TVA		9.0	8.0	8.6	6.3	7.2	4.1	3.8
5	等径三通 合流，直通	TVD		17.3	13.5	16.4	12.2	14.2	7.8	7.1
6	等径三通 合流，支口至出口	TVG		9.8	9.2	9.6	7.3	8.5	5.2	4.9
7	弯头90°	W90		3.7	3.6	4.1	3.6	4.2	2.5	2.3
8	弯头45°	W45		-	1.2	1.8	1.1	1.7	1.0	0.6
9	变径直接 (减少一个尺寸等级)	RED		0.6	0.6	0.6	0.6	0.5	0.4	-
10	墙装式弯头	WS		2.4	3.5	3.8	-	-	-	-
11	墙装式弯头 通道至通道	WSD		1.4	1.1	-	-	-	-	-
12	墙装式弯头 通道至分支出口	WSA		1.8	1.9	-	-	-	-	-
13	收紧套环的分集水器 主体至分支出口	STV		1.0	1.1	-	-	-	-	-
14	等径直接	K		0.6	0.6	0.7	0.6	0.6	0.3	0.3

1) 对于异径三通，其阻力系数相当于使用较小尺寸三通

2) 流速符号 v 标示的是管件内的参考流速方向

表中的阻力系数（ ζ 值）仅为 RAUTITAN 管件产品的摘录，完整产品范围内的阻力系数已经整合进瑞好设计软件。对于个别的 RAUTITAN PX、RAUTITAN MX 和 RAUTITAN SX 管件，可以按需提供。

24. 地板采暖/制冷简介

24.1 地板采暖

热舒适

瑞好地板采暖系统基于低表面温度和均匀热分布以柔和舒适
的辐射能供热。与静态加热系统相比较，人和房间墙体表面
之间产生了辐射平衡，从而达到最佳舒适感。

节能

加热过程中可在较低的室温下获得较高的舒适度，这是由于
瑞好地板采暖系统产生的高辐射能。因此在同等舒适条件
下，可使室温降低1至2℃。这意味着一年节能6%至12%。

环保

由于即使在低流体温度下也具有高加热能力，瑞好地板采暖
系统容易结合冷凝式燃气锅炉、热泵和太阳能热发电系统一
起使用。

低敏感性

由于瑞好地板采暖系统对流气流极少，室内空气几乎不动
动。这使得粉尘循环和粉尘碳化成为了历史。有助于保护过
敏或过敏人群的呼吸道。

没有散热器从而带来房间的美观

瑞好地板采暖系统

- 使用户可以随意装饰和安排房间
- 使建筑师规划时有了更大的自由度
- 减少了伤害危险，例如在幼儿园、学校、医院和托儿所
中。

室温符合 DIN EN 12831 Supplement 1标准

- 起居室和普通房间：20℃
- 浴室：24℃

《工作场所指南》的指导值（ASR 6，从01年5月生效）

- 坐姿活动：19 – 20℃
- 非坐姿活动：12 – 19℃，取决于工作强度

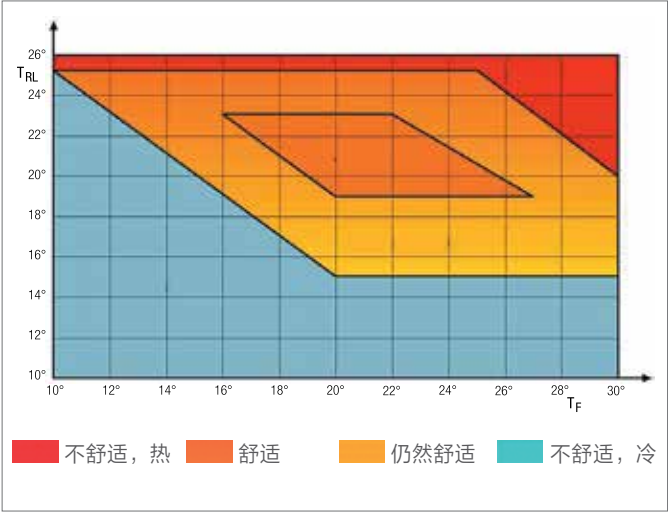


图24-1 热舒适，取决于室温 T_{RL} 和房间墙体表面的温度 T_F

加热的房间的温度曲线示例

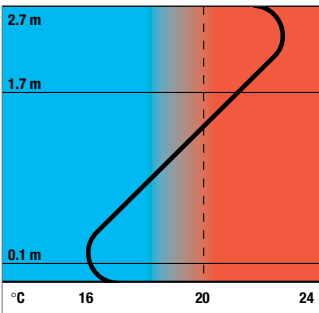


图24-2 散热器采暖

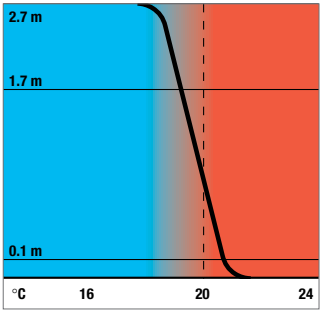


图24-3 理想的热分布

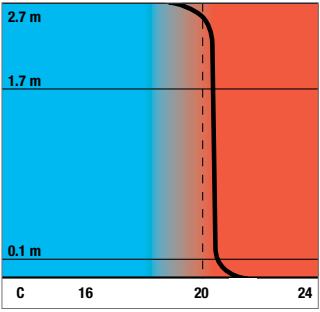


图24-4 地板采暖

表面温度

由于医学和生理原因，必须遵守人直接接触表面的最高许可表面温度：

- 地板：
 - 人经常活动的区域：29℃
 - 很少有人站立/行走的区域（周界区）：35℃
- 墙壁：35℃

24.2 地板制冷



- 舒适度高
- 没有气流
- 投资成本最低
- 操作成本最低
- 环保
- 不限制房间布置

热舒适

房间中人的热舒适取决于：

- 人的活动
- 人穿的衣服
- 气温
- 气速
- 湿度
- 表面温度

人体散热主要通过三种机制：

- 辐射
- 蒸发
- 对流



当人体通过辐射散热占总散热量50%以上时感觉最佳。有了瑞好地板制冷，人和冷表面之间的能量交换在一个大面积中并主要通过辐射进行，因此提供了舒适的室内气候的最佳前提。

传统气候系统

传统气候系统处理的制冷负荷通过对流或换气产生，具有以下副作用：

- 存在气流
- 室内空气流速高
- 出口温度低
- 噪音大

这使居住者感觉到不舒适的室内气候，称为病态建筑综合症。

传统气候控制系统的经济缺陷：

- 投资成本高
- 运行费用高

制冷量

瑞好地板制冷的普通制冷量为50 W/m²，符合 DIN 4715 – 1 标准。

此制冷量是采用：

- RAUFIX 系统
- 管的安装间距10厘米
- RAUTHERM S 管，17x2.0毫米
- 制冷剂制冷温度10K
- 温度差2K

在实际的日常条件下，

- 表面温度19-20℃
- 室温26℃时，可以达到35至40 W/m²的制冷量。

对制冷量的影响

地板制冷可达到的最大制冷量取决于：

- 地板/墙壁表面和绝热
- 安装管的间距
- 管直径
- 地板/墙壁构造
- 制冷系统



但是，这些因素每一种对制冷量的影响程度都不同。

地板/墙壁表面修饰和安装管的间距对“辐射制冷”输出有重大影响。

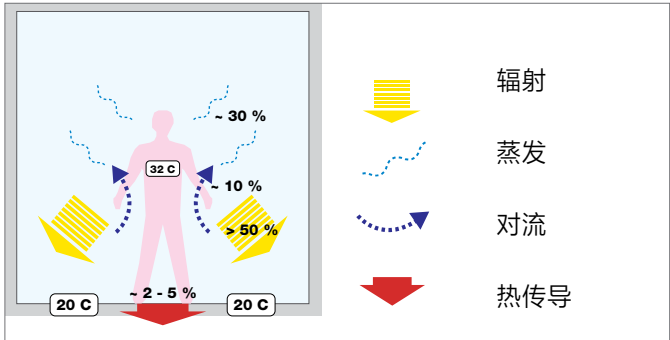


图24-5 人体热平衡

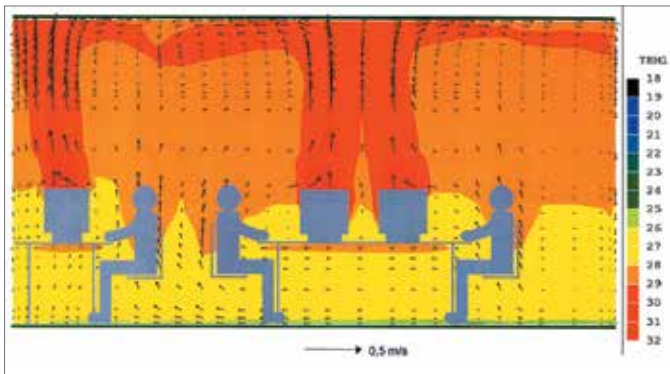
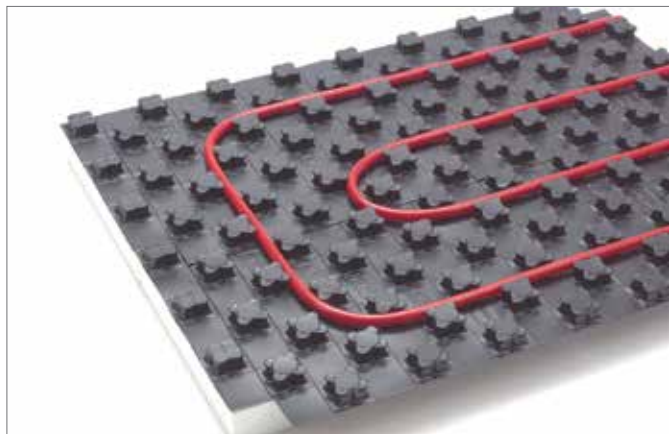


图24-6 地板制冷的空气温度和速度

25. 安装系统 地板

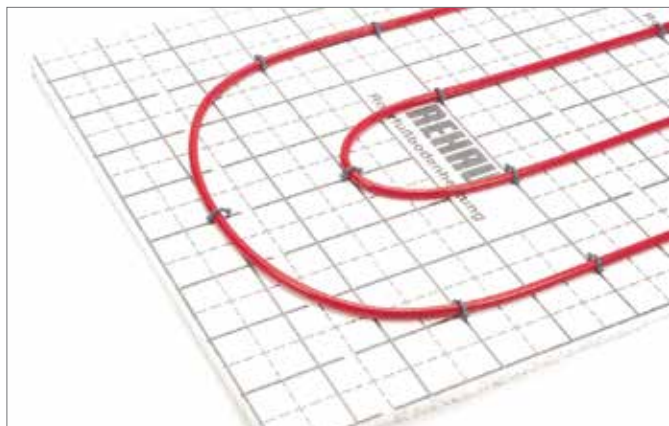
瑞好 Varionova 蘑菇板系统



瑞好管夹系统



瑞好卡钉系统



瑞好干式系统



瑞好 RAUFIX 系统



瑞好基板 TS-14



25.1 基本资料

25.1.1 标准和准则

规划和安装瑞好地板采暖/制冷系统时必须遵守以下标准和准则：

- DIN 18202, 建筑物尺寸公差
- DIN 18195, 建筑物防水
- DIN EN 13163-13171, 建筑物绝热产品
- DIN 4108, 建筑物绝热
- DIN 4109, 建筑物隔音
- VDI 4100, 住宅建筑隔音
- DIN 18560, 水泥填充层
- DIN EN 1264, 地板采暖系统
- 节能法 (EnEV)
- VDI 2078, 制冷负荷计算
- DIN 1055-3, 建筑设计负载
- DIN 4102, 建筑消防

25.1.2 对客户端的要求

- 房间必须加盖屋顶，而且必须安装窗户和门。
- 墙壁必须抹灰泥。
- 若要安装分集水器箱，必须提供壁龛/墙壁凹处以及墙壁和天花板的开口用于连接电线。
- 必须提供电源和水（用于工具和压力测试）。
- 毛坯天花板必须足够牢固，清扫干净、干燥，而且平坦度必须达到 DIN 18202 标准。
- 必须有“高度标记”，而且必须经过测试。
- 接触地面部件的建筑物防水必须达到DIN18195标准。
- 必须提供安装设计图，标记加热回路的确切布置和每个加热回路必要的管长度。
- 必须为伸缩接缝提供有效的伸缩接头设计图。

25.2 规划

25.2.1 绝热和隔音



- 地板上不允许安装两层以上的隔音层。
- 所有隔音层的总压缩性不能超过以下值：
 - 5毫米，地板负荷 $\leq 3 \text{ kN/m}^2$
 - 3毫米，地板负荷 $\leq 5 \text{ kN/m}^2$
- 空导管或其它管线必须安装在补偿绝热层中。补偿绝热层的高度相当于空导管或管路的高度。
- 空导管或其它管路不能妨碍必要的隔音层。
- 在含有溶剂的沥青建筑防水层或用沥青胶处理的建筑防水层中使用聚乙烯时，必须在两种成分层之间使用膜。

确定必要的隔音层

合适的隔音层对于楼层的隔音起决定性作用。撞击声改善尺寸取决于隔声层的动态刚性以及所使用的填充层质量。DIN 4109 和 VDI 4100 是有关隔音的标准，其中包含了隔声的必要数据。如果调整的估计天花板标准撞击声等级 $\leq$ DIN 4109 / VDI 4100 的要求值，可使用选择的撞击声隔音层。

以下公式适用于确定天花板材料是不是特制的：

$$L_{n,w,R} = L_{n,w,eq,R} - \Delta L_{w,R} + 2\text{dB}$$

式中：

$L_{n,w,R}$ = 调整的估计标准撞击声等级

$L_{n,w,eq,R}$ = 等效估计标准撞击声等级
(未加工天花板)

$\Delta L_{w,R}$ = 屏蔽/隔声层的撞击声改善尺寸

2 dB = 校正值

EnEV 和 DIN EN 126 标准的绝热要求

节能法 (EnEV) 规定了建筑围护结构的热要求，并体现在为特定建筑物而制定的“能量要求许可证”中。不管能量要求许可证中的建筑围护结构是什么，当采用地板采暖加热、外界温度较低或紧靠未加热的房间时必须考虑某些额外最小热导阻力。
(见表25-1) 按照德国建筑技术研究所 (DIBt) 的规定，地板采暖的额外特定传热损失下降，因此在计算年能量需求时，在加热表面和外部结构或紧靠未加热房间结构之间绝热层的热传导阻力至少为 $2.0 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 的情况下不需要考虑传热损失 (按照 DIN V 4108-6)。

应用	最小传热阻力	可能的额外绝热要求
1: 房间的下层也为采暖房间	$R \geq 0.75 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	R 额外绝热 = $0.75 - R$ 系统散热板
2: 未加热的房间，房间定期加热或 直接在地面加热 ¹⁾	$R \geq 1.25 \text{ m}^2 \text{ K/W}$	R 额外绝热 = $1.25 - R$ 系统散热板
3: 外界温度较低	$R \geq 2.00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ ($-5^\circ\text{C} > T_d \geq -15^\circ\text{C}$)	R 额外绝热 = $2.00 - R$ 系统散热板

表25-1: 根据 DIN EN 1264 标准于地板采暖/制冷系统下方绝热层的最低要求

¹⁾ 当地下水高度 $\geq 5 \text{ m}$ 时应增加

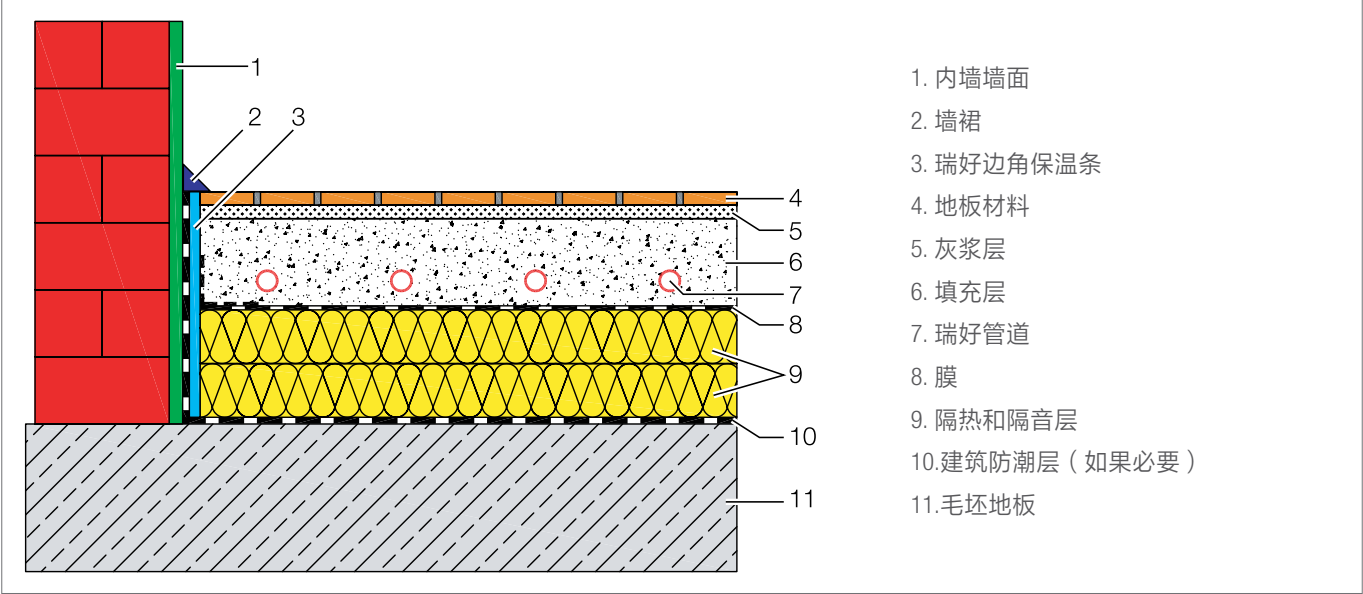


图25-1 湿法施工地板采暖制冷系统部面图

25.2.2 湿法施工

地板

瑞好采暖和制冷系统地板实例如图所示。

使用抹灰填充层

如果使用抹灰填充层必须特别注意以下事项：

- 整个表面必须完全密封（形成一个浅盘）。
- 连续运行温度不大于55℃。
- 硫酸钙板只是部分适用于不干燥的房间。使用时必须遵守厂家的规定。

填充层和伸缩缝



DIN 18560 的规定适用于加热填充层的设计和安装。此外，填充层生产商的操作说明和许可应用也对其适用。

在设计阶段相关建筑师、规划师、采暖安装商和地板材料安装商必须对以下规格达成一致意见：

- 填充层种类和厚度，以及地板材料
- 填充层表面分布和接头的布置/形式
- 残留水分测量的测试点数目

地板材料和伸缩缝

对于硬材料（瓷砖、木地板等），接缝必须伸出材料的顶边。对于软地板材料（合成和纺织材料），同样建议采用该措施以防顺弯或窜槽。所有地板材料必须经过地板材料安装商批准，才可用于地板采暖/制冷系统。



伸缩缝接头布置和形状不当是引起地板填充层损坏的最常见原因。



根据 DIN 18560 和 DIN EN 1264 标准，以下要求适用：

- 作为服务要求的一部分，建筑设计师应绘制接头平面设计图并提交给负责安装的人员。
- 除了通过边角保温条在四周隔离之外，加热的填充层必须通过接头在以下点隔离：
 - 填充层面积 $> 40 \text{ m}^2$ 或
 - 边长 $> 8 \text{ m}$ 或
 - 长宽比 $a/b > 1/2$
 - 建筑物活动接头上方
 - 弹性很高的区域 $\leq 8 \text{ m}$

伸缩接头布置

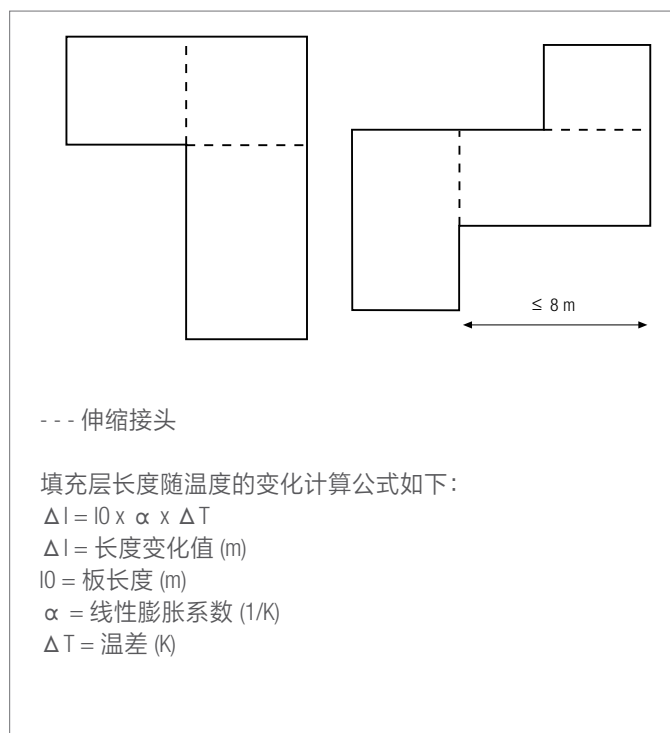


图25-2 伸缩缝接头的布置

加热回路布置

加热回路和接头必须如下所示互相配合：

- 管道调节装置必须规划和安装在不穿过伸缩缝接头的位置。
- 只有连接管才能穿过伸缩缝接头。
- 在这些区域，当保护套管（瑞好波纹管或绝热壳）在接头两侧伸出20cm左右时必须防止加热管承受任何剪切应力。

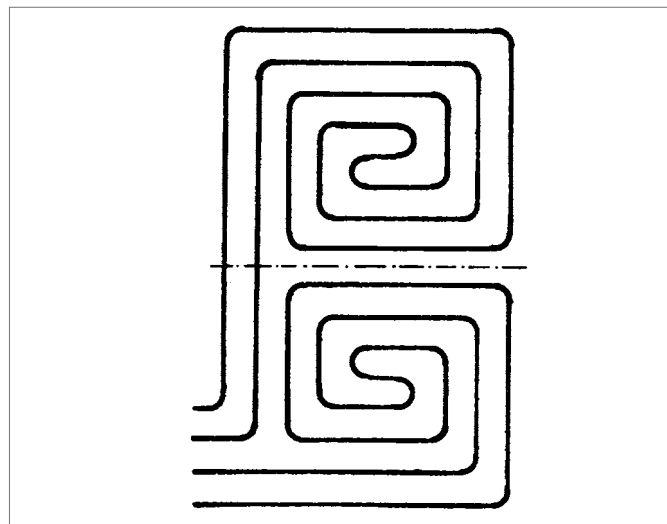


图25-3 带加热回路的正确伸缩缝布置

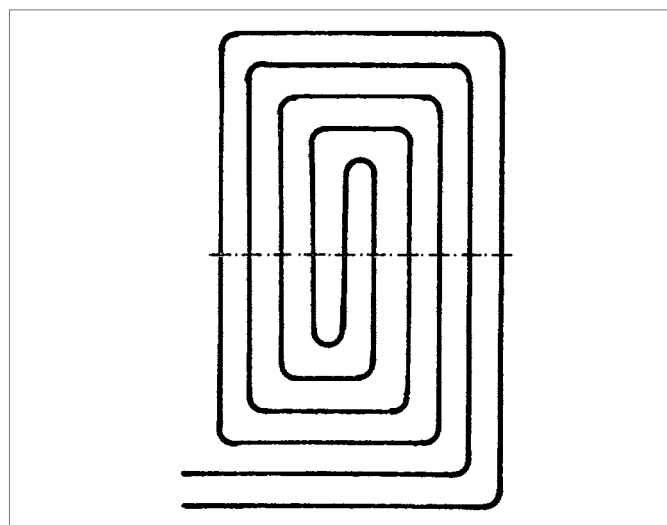


图25-4 带加热回路的错误伸缩缝布置

25.2.3 干法施工/干填充层元件



负荷和使用领域

石膏结构的干填充层不能承受45℃以上的温度。

制造商保证的点负荷和面积负荷是在实心及木制构架天花板上使用瑞好干式装置系统的整个楼面负荷和区域负荷的最终衡量标准。

瑞好干式系统

应用 (单位面积负荷qK [kN/m ²])	Fermacell 2E11 填充层元件 (厚度 =20mm) ¹⁾	Fermacell 2E22 填充层元件 (厚度 =25mm) ²⁾	Fermacell 2E22+12.5mm 填充层元件 (厚度 =37.5mm) ³⁾	Knauf Brio 18 填充层元件 (厚度 =18mm) ⁴⁾	Knauf Brio 23 填充层元件 (厚度 =23mm) ⁴⁾
- 住宅建筑的起居室、走道和阁楼，附带洗手间的宾馆客房A1 (1.0) +A2 (1.5) +A3 (2.0)	✓	✓	✓	✓	✓
- 办公楼的办公室、走道和阁楼，医生诊所，医生诊所的候诊室 (包括走道) B1 (2.0) - 住宅和办公楼中50平方以下建筑面积的零售空间D1 (2.0)	✓	✓	✓	-	✓
- 宾馆、康复中心、寄宿学校等的走道，治疗室 (包括没有重型设备的手术室) B2 (3.0) - 摆设桌椅的区域：例如等候室、报告厅、教室、学习室、餐厅、咖啡厅、餐馆、接待室C1 (3.0)	-	✓	✓	-	-
- 医院、康复中心的走道、治疗室(包括没有重型设备的手术室)B3 (5.0) - 大型集会场所，例如通往报告厅和教室的走道、教堂、剧院或电影院C2 (4.0) - 会议大厅、集会室、等候室、音乐厅C5 (5.0) - 没有支撑柱的区域，例如博物馆、展览区，以及公共建筑和宾馆的入口C3 (5.0) - 体育娱乐区，例如舞厅、体育馆、健身房、舞台C4 (5.0) - 零售店和仓库区域D2 (5.0)	-	-	✓	-	-

表25-2 按照 DIN 105 标准瑞好干式系统和 Fermacell 及 Knauf 填充层元件的应用

¹⁾ 最大许可点负荷： 1.5 kN

²⁾ 最大许可点负荷： 2.5 kN

³⁾ 最大许可点负荷： 3.5 kN

⁴⁾ 更高要求的应用只能在咨询 Knauf 地板应用技术部之后实施

瑞好基板 TS-14

应用 (单位面积负荷qk [kN/m²])	Fermacell 2E11 填充层元件 (厚度 =20mm) ¹⁾	Fermacell 2E22 填充层元件 (厚度 =25mm) ²⁾	Fermacell 2E22+12.5mm 填充层元件 (厚度 =37.5mm) ³⁾	Knauf Brio 18 填充层元件 (厚度 =18mm) ⁴⁾	Knauf Brio 23 填充层元件 (厚度 =23mm) ⁴⁾
- 住宅建筑的起居室、走道和阁楼，附带洗手间的宾馆客房A1 (1.0) +A2 (1.5) +A3 (2.0))	✓	✓	✓	✓	✓
- 办公楼的办公室、走道和阁楼，医生诊所，医生诊所的候诊室 (包括走道) B1 (2.0) - 住宅和办公楼中50平方以下建筑面积的零售空间D1 (2.0)	✓	✓	✓	-	-
- 宾馆、康复中心、寄宿学校等的走道，治疗室 (包括没有重型设备的手术室) B2 (3.0) - 摆设桌椅的区域：例如等候室、报告厅、教室、学习室、餐厅、咖啡厅、餐馆、接待室C1 (3.0)	-	✓	✓	-	-
- 医院、康复中心的走道、治疗室(包括没有重型设备的手术室)B3 (5.0) - 大型集会场所，例如通往报告厅和教室的走道、教堂、剧院或电影院C2 (4.0) - 会议大厅、集会室、等候室、音乐厅C5 (5.0) - 没有支撑柱的区域，例如博物馆、展览区，以及公共建筑和宾馆的入口C3 (5.0) - 体育娱乐区，例如舞厅、体育馆、健身房、舞台C4 (5.0) - 零售店和仓库区域D2 (5.0)	-	-	✓	-	-

表25-3 按照 DIN 105 标准瑞好干式系统和 Fermacell 及 Knauf 填充层元件的应用

¹⁾ 最大许可点负荷: 1.5 kN

²⁾ 最大许可点负荷: 2.5 kN

³⁾ 最大许可点负荷: 3.5 kN

⁴⁾ 更高要求的应用只能在咨询 Knauf 地板应用技术部之后实施

结构板的要求

结构板必须能够承受负荷，而且洁净干燥。由于作为瑞好干式安装系统上方负荷分配层的干填充层不是自流平材料，为了承受瑞好干式安装系统重量表面下方必须绝对平整。因此开始安装以前必须检查结构板的平整度，并采取合适措施弥补不平之处。

合适的措施为：

- 对于不平整在 0-10 mm:
 - 小面积：涂抹墙粉 (Knauf + Fermacell)
 - 大面积：涂自流平液体填料 (Knauf + Fermacell)
- 对于更大的不平整：
 - 使用自动互锁式松散填充隔绝材料并覆盖一层10mm以上的厚石膏板(Fermacell)
 - 使用边界补料灰泥，厚度最小15mm，最大800mm

木制构架天花板

如果按照干填充层制造商指定的安装指南进行安装，在木制构架天花板上可以使用瑞好干式安装系统。安装前必须检查木制构架天花板的结构情况。下表面不能有弹性。如果需要，压紧松散的板材。必须遵守有关板材必要厚度的要求。如有疑问，静态检查毛坯天花板的负荷能力。

隔热

附加的隔热板必须符合以下要求：

- 膨胀聚苯乙烯 (EPS):
 - 密度：至少 30 kg/m³
 - 厚度：最多 60 mm
- 硬质聚氨酯泡沫 (PUR):
 - 密度：至少 33 kg/m³
 - 厚度：最多 90 mm
- 最多可额外安装两层隔热板垫在瑞好干式安装系统中。

隔音层

以下材料方可作为许可的附加隔音层：

- 木纤维隔声板 (Knauf + Fermacell)
- 矿棉隔声板 (Fermacell)

在地板采暖系统下方使用矿棉隔声板时，在矿棉隔音板和地板采暖系统之间应安装一层松弛安装的10 mm厚石膏板 (Fermacell) 。

许可布置形式

许可的瑞好干式安装系统布置形式取决于建筑设计师的采暖和隔音要求和毛坯地板的平整度。

25.2.4 安装系统和加热回路管道

不管安装的是何种系统，房间的热要求都是可以满足的。不同安装系统只影响地板表面和房间内的温度分布。房间的热量要求从外墙区至房间内部递减。因此在热量要求较高的区域（周边区）加热管通常比人多的区域安装得更密集。

周边区域

周边区域的规划要求取决于：

- 外墙类型（墙壁U值、窗户表面部分，窗户表面质量）
- 房间类型

安装间隔

在周边区减少安装管间距，在人多区域增加安装间距（以回折型或双平行型铺设）具有如下优点：

- 整个房间舒适度高
- 地板热输出能力增大
- 降低了所需进水温度，因此减少能耗

瑞好地板采暖/制冷系统安装

以下安装方式可用于瑞好地板采暖/制冷的加热回路：

- 回折型
 - 瑞好 Varionova 蘑菇板
 - 瑞好 Vario 蘑菇板
 - 瑞好卡钉系统
 - 瑞好钢丝网管夹
- 双平行型
 - 瑞好 Varionova 蘑菇板
 - 瑞好 Vario 蘑菇板
 - 瑞好卡钉系统
 - 瑞好钢丝网管夹
- 双平行型
 - 瑞好 Varionova 蘑菇板（仅用底部带撞击声隔音层 30-2)
 - 瑞好 Vario 蘑菇板
 - 瑞好卡钉系统
 - 瑞好 RAUFIX
 - 瑞好钢丝网管夹
 - 瑞好干式系统
 - 瑞好基板 TS-14

回折型安装系统



- 整个加热回路温度分布均匀
- 易于使用的90°弯管架可作为加热管的保护装置

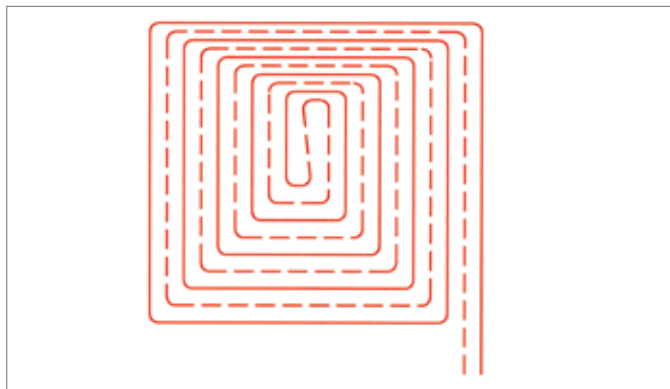


图25-5 回折型安装系统，整体式边界区排布更密

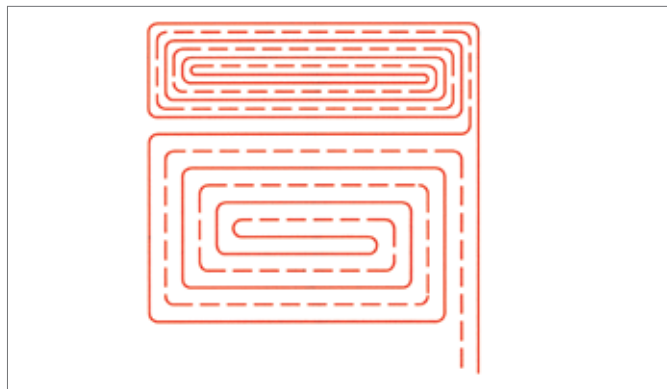


图25-6 回折型安装系统，边界区在前

双平行型安装系统



整个加热回路温度分布均匀。

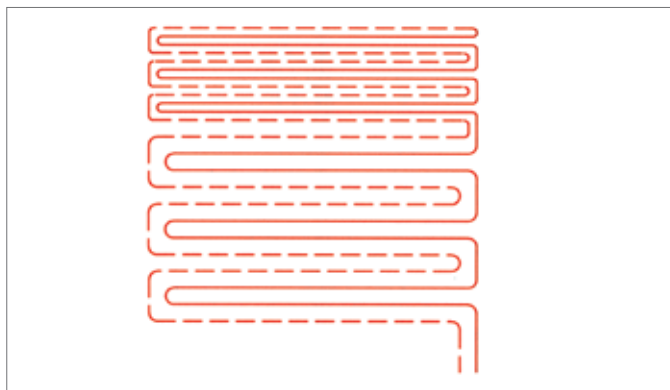


图25-7 双平行型安装系统，整体式边界区排布更密



在双平行型安装系统中，安装180°转向弯头时必须符合加热管的许可弯曲半径。

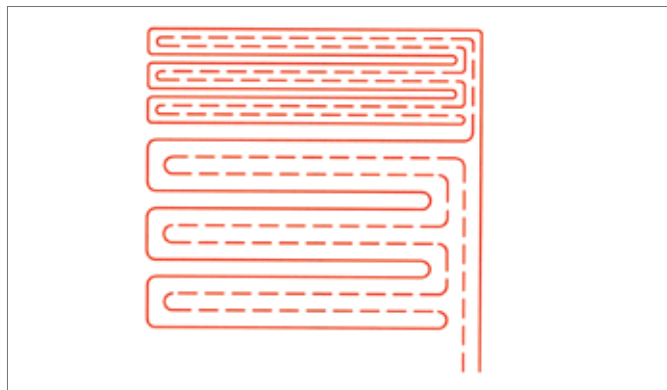


图25-8 双平行型安装系统，边界区在前

平行安装系统



在平行型安装系统中，安装180° 转向弯头时必须符合加热管的许可弯曲半径。

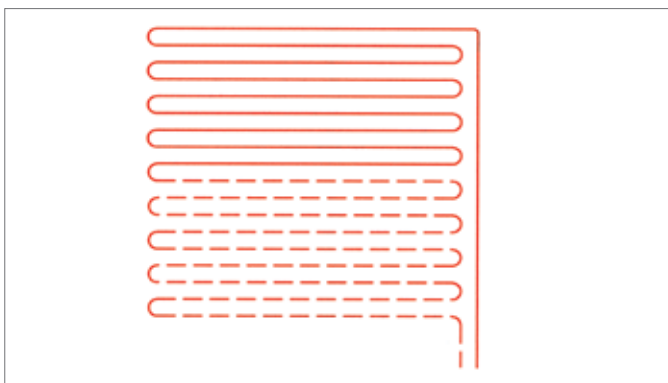


图25-9 平行型安装系统

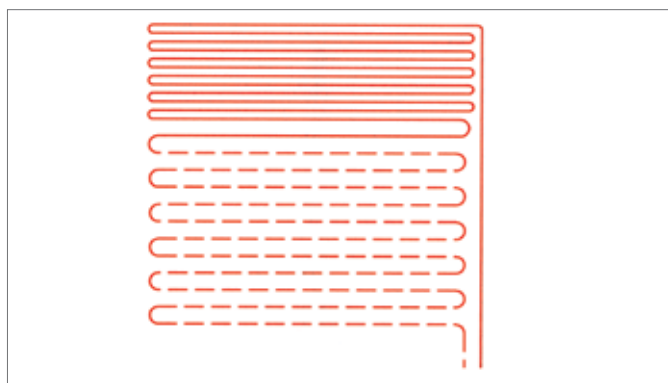


图25-10 平行型安装系统，带有排布更密的边界区

25.2.5 调试注意事项

瑞好地板采暖/制冷系统的调试包括以下步骤：

- 管道/回路冲洗、充水并排气。
- 进行压力测试。
- 进行功能性加热。
- 如果需要进行再热。

此时必须考虑以下信息：



必须进行压力测试和功能性加热，并按照压力测试记录表：瑞好采暖/制冷（见附件）和瑞好地板采暖/制冷功能性加热记录本（见附件）进行记录。



功能性加热

- 填充层施工和功能性加热之间必须经过以下时间：
 - 水泥层，21天
 - 无水石膏抹灰填充层，7天
 - 或按照厂商说明
- 预热阶段后关闭地板采暖时，应防止填充层出现气流并快速冷却。



再热

- 填充层的残留水分含量必须由处理地板材料的公司通过合适的测量方法进行测定，以确定是否需要。
- 客户可要求进行再热以达到所需的残留水分含量。（按照VOB的特别服务）

25.2.6 地板材料



必须严格遵守制造商关于安装、施工和使用的建议。

纺织物地板材料

地毯应整体用胶水粘住，以确保更好的传热。地毯厚度应当不超过10 mm。

木地板

木地板可用于地板采暖。使用时还必须考虑接头的形状。胶合是适当的处理方法。胶合必须彻底以确保安装期间木头和填充层的水分含量符合一般许可值，而且胶水始终保持弹性。

合成地板材料

理论上合成地板材料同样适合于地板采暖。建议胶合合成板或合成条。

石头、地砖、瓷砖

石头、地砖或其它瓷砖地板最适合使用地板采暖。瓷砖和板的一般安装工作没有任何限制：

- 在硬化水泥板上薄层安装
- 在硬化水泥板上厚层安装
- 在隔离层的灰浆层上安装

确定传热阻力

对地板采暖进行热计算时（确定加热水温度和管间距），应考虑地板材料的传热阻力。

地板材料	厚度 d [mm]	导热系数 λ [W/mK]	传热阻力 $R_{\lambda, B}$ [m ² K/W]
纺织物地板材料	10	0.07	最大 0.15
实木复合地板	8	0.2	0.04
	2	0.2	0.01
	总计 10		总计 0.05
合成地板材料 (如PVC)	5	0.23	0.022
瓷地板砖 薄层灰浆	10	1.0	0.01
	2	1.4	0.001
	总计 12		总计 0.011
瓷地板砖 灰浆层	10	1.0	0.01
	10	1.4	0.007
	总计 20		总计 0.017
天然或合成石材 大理石、灰浆层	15	3.5	0.004
	10	1.4	0.007
	总计 25		总计 0.011

表25-4 普通地板材料的导热系数和热阻



地板材料的传热阻力不能超过 $R_{\lambda, B} = 0.15 \text{ m}^2 \text{ K/W}$ 。

应正确计算每种构造情况下地板材料的传热阻力值。上表的值可用于估计。

25.3 瑞好 VARIONOVA 蘑菇板系统



- 适合 14-17 mm 瑞好管道
- 安装简单迅速
- 很容易在上面行走
- 管道连接稳固
- 部件安装简单

系统组件

- 瑞好 Varionova 蘑菇板系统
 - 带有隔音层 30 – 2
 - 没有底部隔热层
- 瑞好连接带
- 瑞好接头带
- 瑞好镶钉梁
- 瑞好板固定件

可使用的瑞好管道

底部带隔音层 30 – 2 的瑞好蘑菇板：

- RAUTHERM S / E / E professional
 - 14x1.5 mm
 - 16x2.0 mm
 - 17x2.0 mm
- RAUTITAN pink / flex
 - 16x2.2 mm

对于没有底部隔音层的瑞好：

蘑菇板：

- RAUTHERM S
 - 14x1.5 mm

附件

- 瑞好边角保温条
- 瑞好伸缩缝型材
- 瑞好填充板

说明

瑞好 Varionova 蘑菇板出厂时可带可不带底部隔音层 30 – 2。在两种型号中，多功能聚苯乙烯膜都确保了极佳的管道固定能力、行走方便并安全密封填充层中的水和潮气。带隔音层的型号中，隔音层由经过质量检验的聚苯乙烯泡沫制成，满足 DIN EN 13613 的要求。连接在底部的格架可以快速笔直地切割。

特殊设计的蘑菇轮廓使得管道安装间距为 5 厘米和 5 厘米的倍数，同时保证管道在转向点的固定。板两侧模制的接头钉使得管道可以快速稳固地连接，并防止声桥和热桥。板连接工艺使得分离时不造成任何损坏。

瑞好连接带、瑞好接头带和瑞好镶钉梁可用于两种型号的瑞好 Varionova 蘑菇板。瑞好 Varionova 蘑菇板系统指定用于符合 DIN 18560 标准的填充层。



图25-11 带底部隔音层30-2的瑞好 Varionova 蘑菇板系统



图25-12 带底部隔音层30-2的顶部瑞好 Varionova 蘑菇板

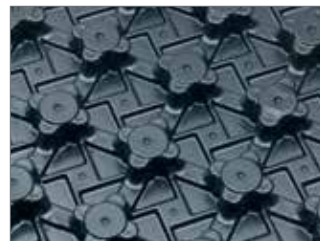


图25-14 不带底部隔音层的顶部瑞好 Varionova 蘑菇板



图25-13 板连接技术



图25-15 使用瑞好连接带部件易于固定

组装

- 将瑞好分集水器安装到位。
- 安装瑞好分集水器。
- 固定瑞好边角保温条。
- 如果需要，安装瑞好系统安装材料。
- 切割瑞好 Varionova 蘑菇板，并从瑞好边角保温条开始安装。



- 悬垂的膜必须沿着带底部隔音层 30-2 的瑞好 Varionova 蘑菇板的边角保温条切下。
- 将不带底部隔音层的瑞好 Varionova 蘑菇板固定在瑞好板固定件的底部绝热层。
- 将瑞好边角保温条的膜基粘在瑞好 Varionova 蘑菇板上，请勿拉紧膜基。
- 笔直切下的瑞好 Varionova 蘑菇板的剩余部分可以用连接带进一步处理。



图25-16 使用中的桥嵌入件

- 将瑞好管的一端连接在瑞好分集水器上。
- 将瑞好管铺在瑞好 Varionova 蘑菇板的凹凸格架中。
- 在45° 安装时，用瑞好镶钉梁固定瑞好管。
- 将瑞好管的另一端连接在瑞好分集水器上。
- 安装伸缩缝接头和套管。

瑞好板固定件确保不带底部隔声层的瑞好 Varionova 蘑菇板稳固地连接在客户的绝热层上。



图25-17 板固定件



图25-18 接头带

用瑞好接头带稳固地固定门转换头和填充层运动接头。按照需要将瑞好系统装置安装在底部接近接头带的位置。

技术数据

系统板		带底部隔音层 30-2 的瑞好 Varionova 蘑菇板	不带底部隔音层的 瑞好 Varionova 蘑菇板
隔声材料		EPS 040 DES sg	
多功能膜材料		聚苯乙烯膜	聚苯乙烯膜
尺寸	长	1,450 mm	1,450 mm
	宽	850 mm	850 mm
	总厚度	50/48 mm	24 mm
	加热管下隔音层厚度	30 mm	-
结构尺寸	长	1,400 mm	1,400 mm
	宽	800 mm	800 mm
	面积	1.12 m ²	1.12 m ²
安装管间距		5 cm 和其倍数	5 cm 和其倍数
管道升高		≤ 5 mm	≤ 5 mm
型号(依据DIN 18560和DIN EN)		A	A
导热系数		0.040 W/mK	-
传热阻力		0.75 m ² K/W	-
材料等级(依据DIN 4102)		B2	B2
火灾行为(依据DIN EN 13501)		E	E
最大面积负荷		5.0 kN/m ²	60 kN/m ² ¹⁾
撞击声改善 ²⁾ Δ LW, R		28	-

表25-5 瑞好 Varionova 蘑菇板技术参数

¹⁾ 取决于所用的隔声层

²⁾ 隔音层上安装的实心天花板和填充层的面积质量 ≥ 70 kg/m²

符合 DIN EN 1264-4 的最小隔热要求

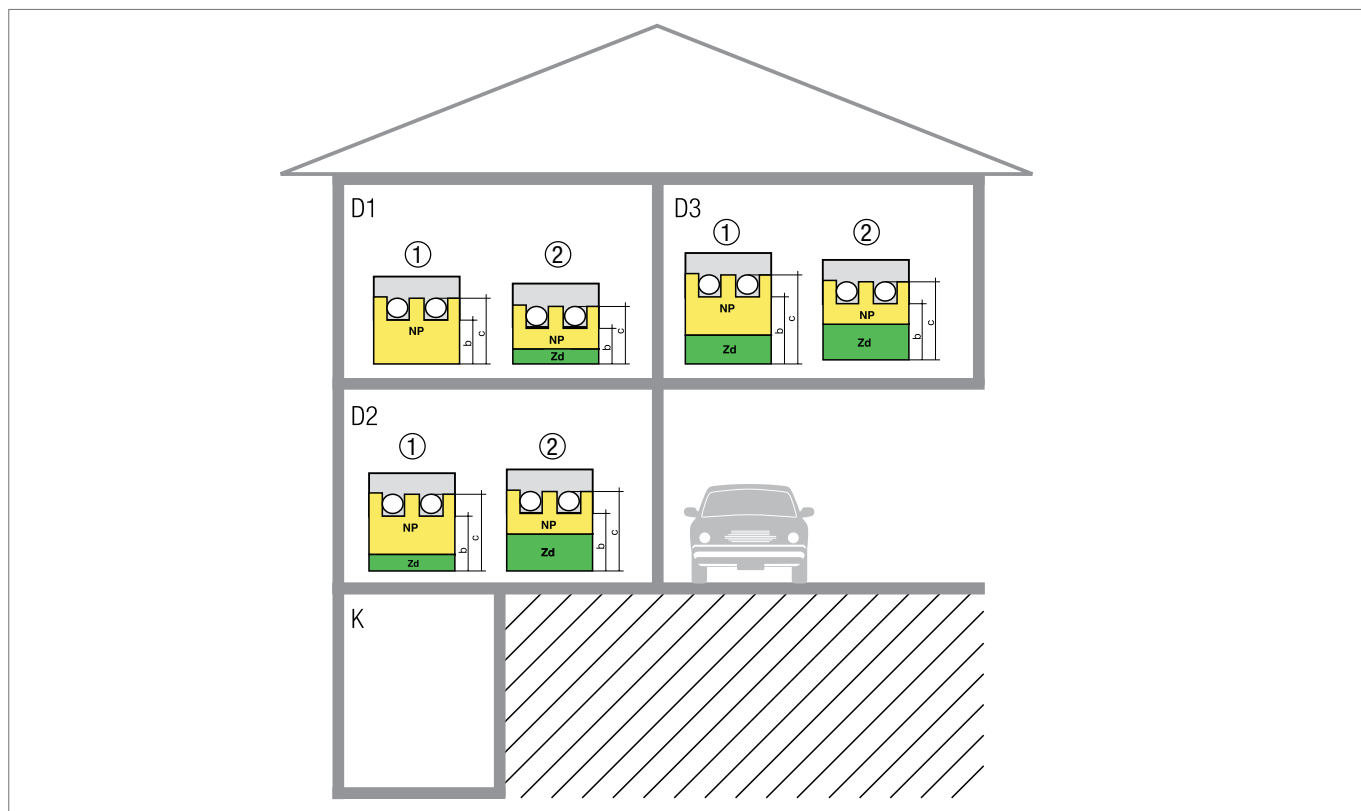


图25-19: 瑞好 Varionova 蘑菇板的最小隔热层结构

- 1 带底部隔音层30-2的瑞好 Varionova 蘑菇板
- 2 不带底部隔音层的瑞好 Varionova 蘑菇板
- K 地下室
- NP 蘑菇板
- Zd 附加隔热

D1 绝热情况1: $R \geq 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$

房间下层也为采暖房间

D2 绝热情况2: $R \geq 1.25 \text{ m}^2\text{K/W}$

(在地下水位 $\leq 5 \text{ m}$ 时该值应增加) 房间下层为不采暖
房间或间歇性采暖房间, 或直接与土壤接触

D3 绝热情况3: $R \geq 2.00 \text{ m}^2\text{K/W}$

外界设计温度较低: $-5^\circ\text{C} > T_d \geq -15^\circ\text{C}$



符合 DIN EN 1264-4 的最小隔热要求不管 EnEV 对建筑围护结构的
绝热要求如何, 都必须遵守这些最小绝热要求 (参见表 25-1: “
根据 DIN EN 1264 标准于地板采暖/制冷系统下方绝热层的最低要
求”)。

带底部隔音层的瑞好 Varionova 蘑菇板			
	绝热情况 1	绝热情况 2	绝热情况 3
附加绝热Zd [mm]		Zd = 20	Zd = 50
		EPS DE0 035	EPS DE0 040
绝热厚度[mm]	b = 28	b = 48	b = 78
到管道顶边的结构高度[mm]	c14 = 42	c14 = 62	c14 = 92
	c16 = 44	c16 = 64	c16 = 94
	c17 = 45	c17 = 65	c17 = 95

表25-6 带底部隔音层的瑞好 Varionova 蘑菇板绝热层的最小推荐结构

不带底部隔音层的瑞好 Varionova 蘑菇板						
	有隔音要求			没有隔音要求		
	绝热情况 1	绝热情况 2	绝热情况 3	绝热情况 1	绝热情况 2	绝热情况 3
附加绝热Zd [mm]	Zd = 30-2	Zd = 50-2	Zd = 70-2	Zd = 30	Zd = 50 -2	Zd = 50
	EPS DES 040	EPS DES 040	EPS DES 035	EPS DES 040	EPS DE0 040	PUR DE0 025
绝热厚度 [mm]	b = 28	b = 48	b = 68	b = 30	b = 50	b = 50
到管道顶边的结构高度 [mm]	c14 = 46	c14 = 66	c14 = 86	c14 = 48	c14 = 68	c14 = 68
	c16 = 48	c16 = 68	c16 = 88	c16 = 50	c16 = 70	c16 = 70

表25-7 不带底部隔声层的瑞好 Varionova 蘑菇板绝热层的最小推荐结构

符合 DIN 18560-2 标准带底部隔音层 30-2 的瑞好 Varionova 蘑菇板的最小建议填充层结构高度

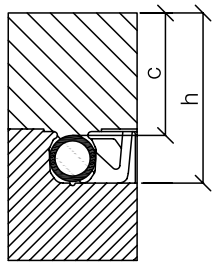
面积载荷 [kN/m ²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	
	结构高度	h = 79 mm	h = 81 mm	h = 82 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 70 mm	c = 70 mm	c = 70 mm	
	结构高度	h = 84 mm	h = 86 mm	h = 87 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 75 mm	c = 75 mm	c = 75 mm	
	结构高度	h = 89 mm	h = 91 mm	h = 92 mm	

表25-8 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的 CT 水泥板的填充层结构高度

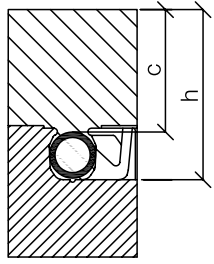
面积载荷 [kN/m ²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 54 mm	h = 56 mm	h = 57 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 55 mm	c = 55 mm	c = 55 mm	
	结构高度	h = 69 mm	h = 71 mm	h = 72 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 60 mm	c = 60 mm	c = 60 mm	
	结构高度	h = 74 mm	h = 76 mm	h = 77 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	
	结构高度	h = 79 mm	h = 81 mm	h = 82 mm	

表25-9 符合 DIN 18560-2 标准 F5 级弯曲抗拉强度的 CT 水泥板的填充层结构高度

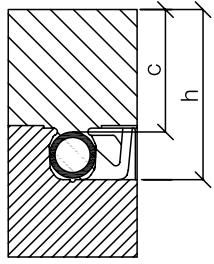
面积载荷 [kN/m ²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 54 mm	h = 56 mm	h = 57 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 60 mm	c = 60 mm	c = 60 mm	
	结构高度	h = 74 mm	h = 76 mm	h = 77 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	
	结构高度	h = 79 mm	h = 81 mm	h = 82 mm	

表25-10 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰的填充层结构高度

面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTTAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 44 mm	h = 46 mm	h = 47 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 55 mm	c = 55 mm	c = 55 mm	
	结构高度	h = 69 mm	h = 71 mm	h = 72 mm	

表25-11 符合 DIN 18560-2 标准 F5 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰的填充层结构高度

面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTTAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 44 mm	h = 46 mm	h = 47 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 54 mm	h = 56 mm	h = 57 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 64 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	

表25-12 符合 DIN 18560-2 标准 F7 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰的填充层结构高度



对于不带底部隔热层的 Varionova 蘑菇板，蘑菇之间管道的管脊升高了 3 毫米。这使表格中规定的尺寸 C 减小了 3 毫米。应遵守 DIN 18560-2 标准规定的管道上方最小覆盖深度 30 毫米的要求。

热相关测试

瑞好 Varionova 蘑菇板系统的热性能按照 DIN EN 1264 标准进行测试并通过认证。



图25-20 认证号: 7F218



设计和组装瑞好 Varionova 蘑菇板系统时必须遵守 DIN EN 1264, Part 4 的要求。

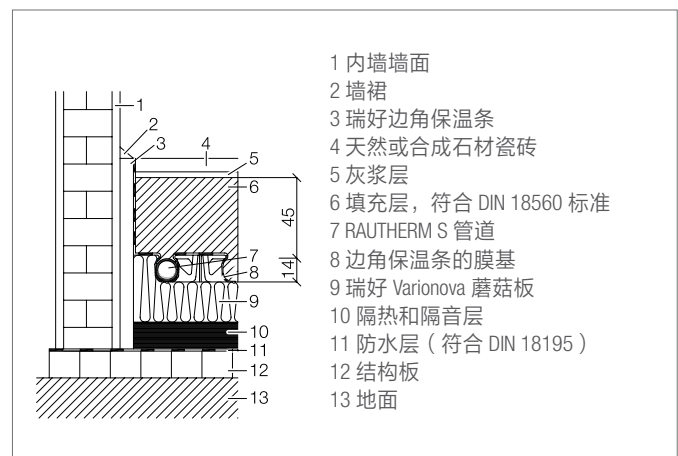


图25-21 安装 RAUTHERM S 管道的瑞好 Varionova 蘑菇板

25.4 瑞好 VARIO 蘑菇板系统



- 可使用自流平水泥填充层
- 安装简单快速
- 弹性管道引导器
- 环保：100%可回收利用

系统组件

- 瑞好 Vario 蘑菇板
 - 不带撞击声隔音层
 - 带撞击声隔音层（PST - 17-2）

可使用的瑞好管

- RAUTHERM S / E / E professional
 - 14x1.5 mm
 - 16x2.0 mm
 - 17x2.0 mm
- RAUTITAN pink / flex
 - 16x2.2 mm

附件

- 瑞好边角保温条
- 瑞好伸缩缝型材
- 瑞好填料型材

说明

瑞好 Vario 蘑菇板由经过质量检验的聚苯乙烯泡沫制成，并满足 DIN EN 13163 的要求。顶部层压的聚苯乙烯膜可密闭填充层中的水份和潮气，符合 DIN 18560 和 DIN EN 1264 的要求。蘑菇柱和空置区域的交互排布使得安装管道间距为5毫米及其倍数，极其柔软的管道引导器具有15°至180°的转向能力。

这使得系统特别适合于在柱子、通风管、电气出口、外凸和内凹物、不垂直墙的附近安装管道。环形的钩槽确保快速而稳固的连接，并防止声桥和热桥的形成。

带 PST 17-2 的瑞好 Vario 蘑菇板提供额外的隔音层。连接在底部的网格确保快速而笔直的切割。瑞好 Vario 蘑菇板系统指定用于符合 DIN 18560 的填充层。



图25-22 瑞好 Vario 蘑菇板系统



图25-23 瑞好 Vario 蘑菇板顶部



图25-25 瑞好 Vario 蘑菇板底部



图25-26 瑞好 Vario 蘑菇板钩槽



图25-27 带 PST 17-2 的瑞好 Vario 蘑菇板

安装

- 在适当位置安装瑞好分集水器箱。
- 安装瑞好分集水器。
- 固定瑞好边角保温条。
- 如果需要，安装瑞好系统安装材料。
- 用瑞好绝热板切割器切割瑞好 Vario 蘑菇板，并从瑞好边角保温条开始安装。



- 两块板交接处的蘑菇网格图案必须吻合，这样可以保持原来的管道安装间距。
- 沿瑞好边角保温条切割钩槽以防填充层下出现空心点。
- 将瑞好边角保温条的膜基粘在瑞好 Vario 蘑菇板上，勿拉紧膜基。
- 平直切下的瑞好 Vario 蘑菇板剩余部分仍可用于安装。

- 将瑞好管的一端连接在瑞好分集水器上。
- 将瑞好管铺设在瑞好 Vario 蘑菇板的镶钉网格中。
- 将瑞好管的另一端连接在瑞好分集水器上。
- 组装伸缩接头和填充型材。



图18-27 在瑞好 Vario 蘑菇板上安装管道

技术数据

系统板		Vario 保温板	带 PST 17-2 的 Vario 保温板
基板材料		EPS 035 DE0	EPS 035/045 DESsg
多功能膜材料		聚苯乙烯膜	聚苯乙烯膜
尺寸	长	1,230 mm	1,230 mm
	宽	830 mm	830 mm
	总厚度	46 mm	63/61 mm
	加热管下隔热厚度	23 mm	40 mm
结构尺寸	长	1,200 mm	1,200 mm
	宽	800 mm	800 mm
	面积	0.96 m ²	0.96 m ²
安装管间距		5 cm and multiples	5 cm and multiples
管道升高		≤ 5 mm	≤ 5 mm
型号(依据 DIN 18560 和 DIN EN)		A	A
导热系数		0.035 W/mK	0.035/0.045 W/mK
传热阻力		0.65 m ² K/W	1.00 m ² K/W
材料等级(依据 DIN 4102)		B2	B2
火灾行为(依据 DIN EN 13501)		E	E
最大面积负荷		80.0 kN/m ²	5.0 kN/m ² ¹⁾
撞击声改善 ¹⁾ Δ		-	26

表25-13 瑞好 Vario 蘑菇板技术参数

¹⁾ 隔音层上安装的实心天花板和填充层的面积质量 ≥70 kg/m²

符合 DIN EN 1264-4 的最小隔热要求

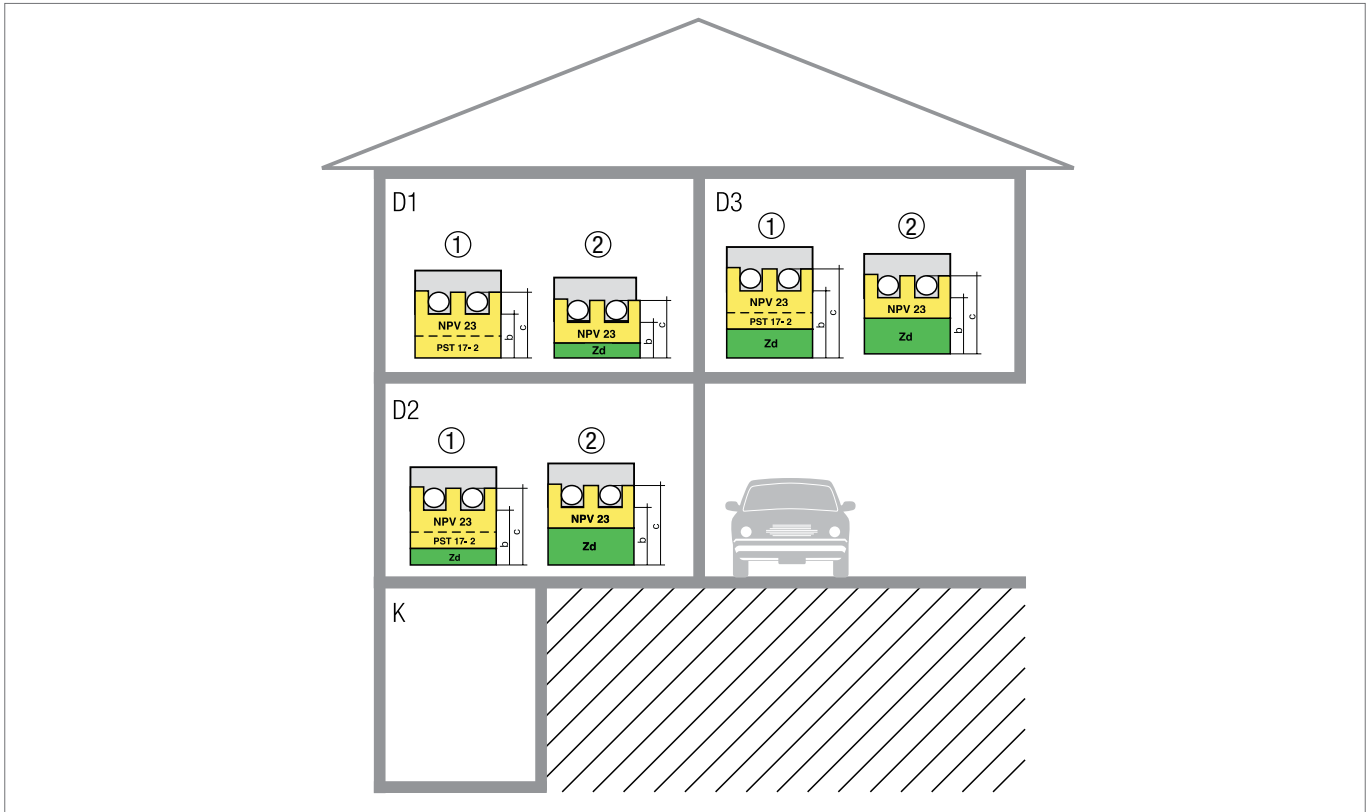


图25-28 采用瑞好 Vario 蘑菇板系统时的最小保温层结构

- 1 带底部隔音层 (ISDI) 的瑞好 Vario
- 2 不带底部隔音层 (ISDI) 的 Vario
- K 地下室
- NPV Vario 蘑菇
- Zd 附加隔热

D1 绝热情况1: $R \geq 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$

房间下层也为采暖房间

D2 绝热情况2: $R \geq 1.25 \text{ m}^2\text{K/W}$

(在地下水位 $\leq 5 \text{ m}$ 时该值应增加) 房间下层为不采暖房间或间歇性采暖房间, 或直接与土壤接触

D3 绝热情况3: $R \geq 2.00 \text{ m}^2\text{K/W}$

外界设计温度较低: $-5^\circ\text{C} > T_d \geq -15^\circ\text{C}$



不管 EnEV 对建筑围护结构的绝热要求如何, 都必须遵守这些最小绝热要求 (参见表 25-1: “根据 DIN EN 1264 标准于地板采暖/制冷系统下方绝热层的最低要求”)。

	绝热情况 1		绝热情况 2		绝热情况 3	
	带ISDI	不带ISDI	带ISDI	不带ISDI	带ISDI	不带ISDI
附加绝热 Zd [mm]		Zd = 10	Zd = 10	Zd = 30	Zd = 40	Zd = 50
		EPS 040 DEO dm	EPS 035 DEO dh	EPS 040 DEO dm	EPS 035 DEO dh	EPS 035 DEO dh
绝热厚度 [mm]	b = 38	b = 33	b = 48	b = 53	b = 78	b = 73
到管道顶边的结构高度 [mm]	c14 = 52	c14 = 47	c14 = 62	c14 = 67	c14 = 92	c14 = 87
	c16 = 54	c16 = 49	c16 = 64	c16 = 69	c16 = 94	c16 = 89
	c17 = 55	c17 = 50	c17 = 65	c17 = 70	c17 = 95	c17 = 90

表25-14 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的 CT 水泥板的填充层结构高度

符合 DIN 18560-2 标准的最小推荐填充层结构高度

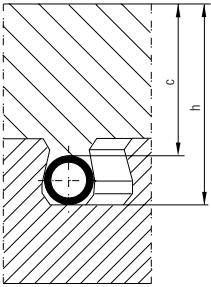
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	
	结构高度	h = 79 mm	h = 81 mm	h = 82 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 70 mm	c = 70 mm	c = 70 mm	
	结构高度	h = 84 mm	h = 86 mm	h = 87 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 75 mm	c = 75 mm	c = 75 mm	
	结构高度	h = 89 mm	h = 91 mm	h = 92 mm	

表25-15 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的水泥层的填充层结构高度

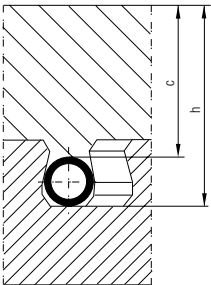
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 54 mm	h = 56 mm	h = 57 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 55 mm	c = 55 mm	c = 55 mm	
	结构高度	h = 69 mm	h = 71 mm	h = 72 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 60 mm	c = 60 mm	c = 60 mm	
	结构高度	h = 74 mm	h = 76 mm	h = 77 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	
	结构高度	h = 79 mm	h = 81 mm	h = 82 mm	

表25-16 符合 DIN 18560-2 标准 F5 级弯曲抗拉强度的水泥层的填充层结构高度

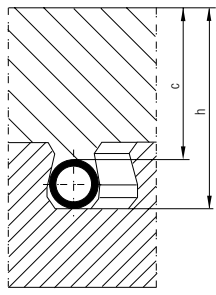
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 54 mm	h = 56 mm	h = 57 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 60 mm	c = 60 mm	c = 60 mm	
	结构高度	h = 74 mm	h = 76 mm	h = 77 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	
	结构高度	h = 79 mm	h = 81 mm	h = 82 mm	

表25-17 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

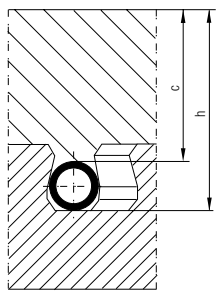
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 44 mm	h = 46 mm	h = 47 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 55 mm	c = 55 mm	c = 55 mm	
	结构高度	h = 69 mm	h = 71 mm	h = 72 mm	

表25-18 符合 DIN 18560-2 标准 F5 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

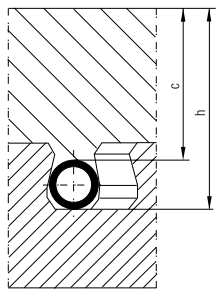
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 44 mm	h = 46 mm	h = 47 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 54 mm	h = 56 mm	h = 57 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	

表25-19 符合 DIN 18560-2 标准 F7 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

相关热测试

瑞好 Varin 蘑菇板系统的热性能按照 DIN EN 1264 标准进行测试并通过认证。



图25-29 认证号: 7F 092

§

设计和安装瑞好 Varin 蘑菇板系统时必须遵守 DIN EN 1264, Part 4 的要求。

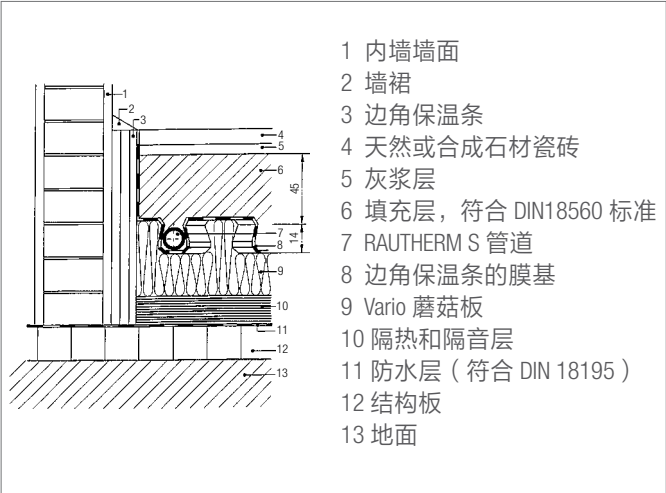


图25-30 安装 RAUTHERM S 管道的瑞好 Vario 蘑菇板

25.5 瑞好卡钉系统



- 安装快速
- 安装灵活性大
- 可使用自流平水泥
- 结合隔热和隔音

系统部件

- 瑞好卡钉系统
 - 卷式
 - 折叠板
- 瑞好 RAUTAC 卡钉
- 瑞好卡钉
- 瑞好卡钉枪

附件

- 瑞好边角保温条
- 瑞好伸缩缝型材
- 瑞好胶带
- 瑞好胶带分割器

说明

瑞好卡钉板由经过质量检验的聚苯乙烯泡沫组成，符合 DIN EN 13163 的要求。该产品确保隔热和隔音符合 DIN 18560 和 DIN EN 1264 的要求。

瑞好卡钉板表面覆有防水和抗撕的聚乙烯膜，隔绝填充层的水份和潮气。长边的膜突出，防止出现热桥和声桥。管道安装对应于 DIN 18560 和 DIN EN 13813 中的构造类型。

瑞好卡钉板尤其适合小的弯曲的房间，因为它的安装管尺寸较小。安装管间距可采用 5 厘米及其倍数。卡压式安装网格使得管道可以快速而准确地安装。瑞好卡钉系统指定用于符合 DIN 18560 标准的填充层。



图25-31 瑞好卡钉系统



图25-32 卷式和折叠板式瑞好卡钉板

安装

- 在适当位置设置瑞好分集水器箱。
- 安装瑞好分集水器。
- 固定瑞好边角保温条。
- 从瑞好边角保温条开始安装瑞好卡钉板。瑞好卡钉板必须紧密接触瑞好边角保温条。
- 用瑞好胶带将瑞好卡钉板的重叠部分粘在纺织膜上。
- 将瑞好边角保温条的自粘式膜基放在瑞好卡钉板上，并固定住。
- 将瑞好管连接在瑞好分集水器上。
- 根据安装网格安装瑞好管，并以 50 厘米的间距在瑞好 RAUTAC 卡钉或瑞好

卡钉装置进行固定。卡钉板上的卡钉装置始终垂直管道固定。



当安装卡钉时，均匀地向下按压手柄再完全拉回。这确保卡钉完全固定。

瑞好卡钉板		20-2	30-2	30-3	30-2	50-2	70-2
型式		卷式			折叠板		
基板材料		EPS 040 DES sg	EPS 040 DES sg	EPS 040 DES sm	EPS 040 DES sg	EPS 040 DES sg	EPS 035 DES sg
纺织膜材料		PE	PE	PE	PE	PE	PE
尺寸	长 [m]	12	12	12	2	2	2
	宽 [m]	1	1	1	1	1	1
	厚 [mm]	20	30	30	30	50	70
	面积 [m²]	12	12	12	2	2	2
安装管间距 [cm]		5 及其倍数	5 及其倍数	5 及其倍数	5 及其倍数	5 及其倍数	5 及其倍数
管道升高 [mm]		≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5	≤ 5
型号（按照DIN 18560和DIN EN 13813）		A	A	A	A	A	A
导热系数 [W/mK]		0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.035
传热阻力 [m²K/W]		0.50	0.75	0.75	0.75	1.25	2.00
材料等级， 据 DIN 4102 ¹⁾		B2	B2	B2	B2	B2	B2
火灾行为， 据 DIN EN 13501		E	E	E	E	E	E
设计负荷 [kN/m²]		5.0	5.0	4.0	5.0	5.0	10.0
动态刚度[MN/m³]		30	20	20	20	15	30
撞击声改善尺寸 ΔLw,R (dB) ²⁾		26	28	28	28	29	26

表25-20 瑞好卡钉板技术参数

¹⁾ 材料等级规格参见由聚苯乙烯基板和聚乙烯膜组成的工厂复合材料。

²⁾ 隔音层上安装的结构板和水泥填充层面积质量 ≥ 70 kg/m²

25.5.1 RAUTAC 卡钉和瑞好卡钉



图25-33 RAUTAC 卡钉和瑞好卡钉

卡钉通过加热连接在一起，形成内含30个卡钉的料盒。通常的固定带对其不适用，并且不会出现固定带剩余部分对安装操作有任何损坏。

25.5.2 RAUTAC 卡钉

可使用的瑞好管

- RAUTHERM S 14x1.5毫米
- RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0毫米
- RAUTHERM S 17x2.0毫米
- RAUTITAN pink /flex 16x2.2毫米
- RAUTITAN stabil 16.2x2.6毫米

说明

RAUTAC 卡钉特制的固定倒钩保证瑞好管道连接不会上翘。



图25-34 RAUTAC 卡钉



图25-35 RAUTAC 卡钉

18.5.3 瑞好卡钉

可使用的瑞好管

- RAUTHERM S / E 20x2.0 毫米mm
- RAUTITAN pink /flex 20x2.8 毫米

说明

瑞好卡钉特制的固定倒钩防止瑞好管的上翘。

25.5.4 瑞好卡钉枪

可使用的瑞好卡钉

- RAUTAC 卡钉
- 瑞好卡钉

说明

瑞好卡钉枪装置用于将 RAUTAC 卡钉或瑞好卡钉固定在瑞好卡钉板上。进一步处理两种卡钉还需要一个夹具。将卡钉盒插入料盒轴杆中。辅助进钉装置增加了卡钉上的压力，并确保了卡钉的正确安装，从而减少了安装时间。

向符合人体工学的操作手柄均匀施加向下的压力可以将卡钉插入瑞好卡钉板的外膜中。松开制动器手柄，它会受到弹簧作用返回原有位置，并且该安装过程可立即重复。



图25-36 RAUTAC 卡钉

25.5.5 用于 RAUTAC 卡钉和瑞好卡钉装置的升级组件



加热的卡钉盒若要和标题所述设备一起使用，则夹具必须配备一个升级组件。您可以从各自的瑞好销售办事处获取该组件。

升级组件只要通过几个步骤就可以安装在卡钉装置上。安装说明附于每个升级组件中。

升级组件中包括一个可以向卡钉盒加压的辅助进钉装置。

将辅助进钉装置固定在装满的料盒轴杆上，以确保卡钉均匀进钉和最佳填装压力。



图25-37 安装的升级组件

符合 DIN EN 1264-4 的最小隔热要求

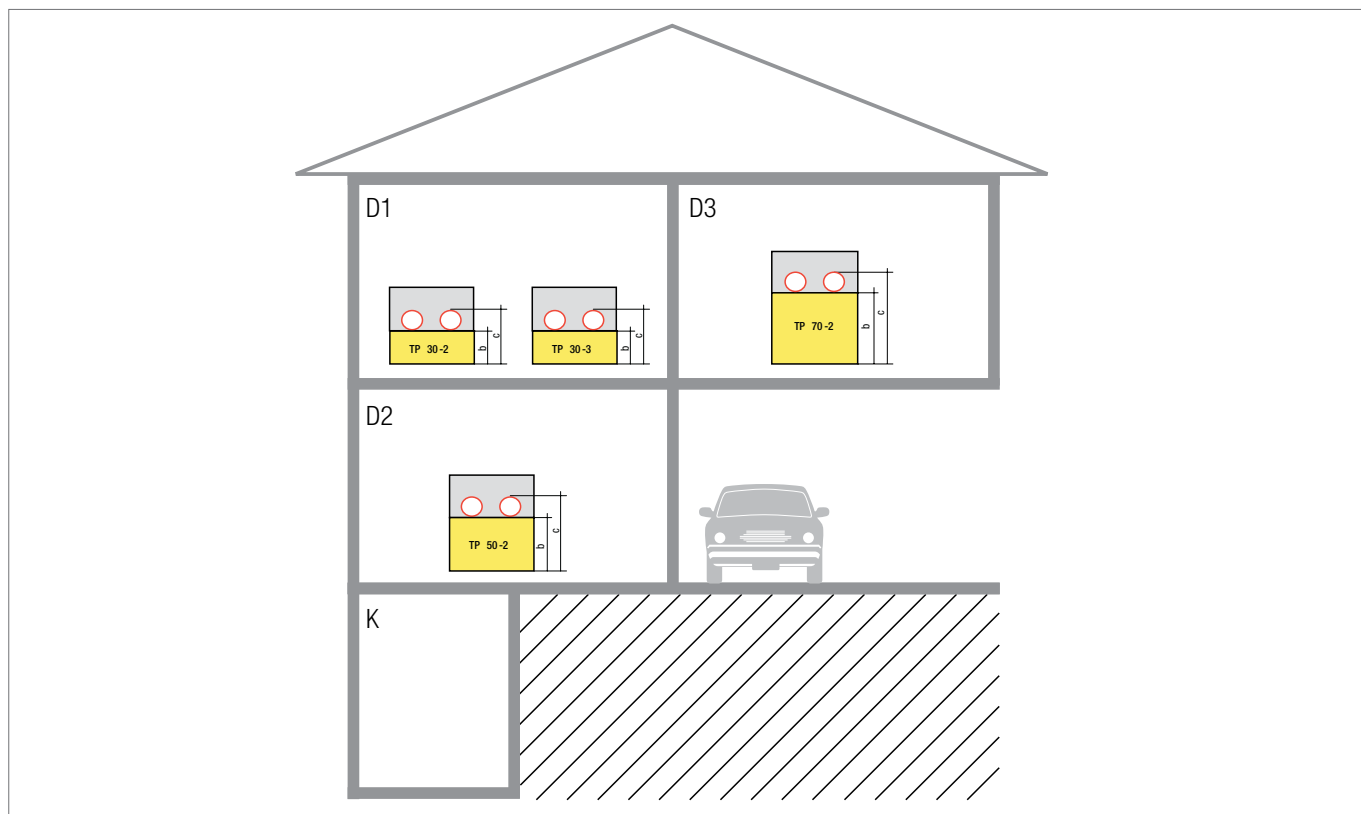


图25-38 瑞好 RAUTAC 卡钉和瑞好卡钉板系统的最小隔热层结构
K 地下室

D1 绝热情况1: $R \geq 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$
房间下层也为采暖房间

D2 绝热情况2: $R \geq 1.25 \text{ m}^2\text{K/W}$
(在地下水位 ≤ 5 米时该值应增加) 房间下层为不采暖房间或间歇性采暖房间, 或直接与土壤接触

D3 绝热情况3: $R \geq 2.00 \text{ m}^2\text{K/W}$
外界设计温度较低: $-5^\circ\text{C} > T_d \geq -15^\circ\text{C}$



不管EnEV对建筑围护结构的绝热要求如何, 都必须遵守这些最小绝热要求(参见表25-1: “根据 DIN EN 1264 标准于地板采暖/制冷系统下方绝热层的最低要求”)

	绝热情况 1	绝热情况 2	绝热情况 3
		带隔音层	
绝热厚度 [mm]	b = 28/27	b = 48	b = 68
到管道顶边的结构高度 [mm]	c14 = 42/41 c16 = 44/43 c17 = 45/44 c20 = 48/47	c14 = 62 c16 = 64 c17 = 65 c20 = 68	c14 = 82 c16 = 84 c17 = 85 c20 = 88

表25-21 推荐最小绝热层结构

符合 DIN 18560-2 标准的最小推荐填充层结构高度

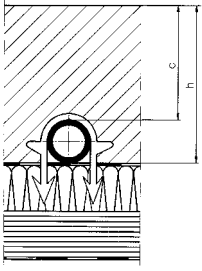
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	h = 65 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	
	结构高度	h = 79 mm	h = 81 mm	h = 82 mm	h = 85 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 70 mm	c = 70 mm	c = 70 mm	c = 70 mm	
	结构高度	h = 84 mm	h = 86 mm	h = 87 mm	h = 90 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 75 mm	c = 75 mm	c = 75 mm	c = 75 mm	
	结构高度	h = 89 mm	h = 91 mm	h = 92 mm	h = 95 mm	

表25-22 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的水泥层的填充层结构高度

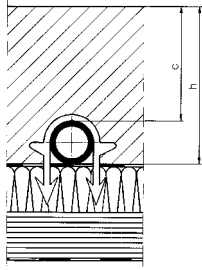
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 54 mm	h = 56 mm	h = 57 mm	h = 60 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 55 mm	c = 55 mm	c = 55 mm	c = 55 mm	
	结构高度	h = 69 mm	h = 71 mm	h = 72 mm	h = 75 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 60 mm	c = 60 mm	c = 60 mm	c = 60 mm	
	结构高度	h = 74 mm	h = 76 mm	h = 77 mm	h = 80 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	
	结构高度	h = 79 mm	h = 81 mm	h = 82 mm	h = 85 mm	

表25-23 符合 DIN 18560-2 标准 F5 级弯曲抗拉强度的水泥层的填充层结构高度

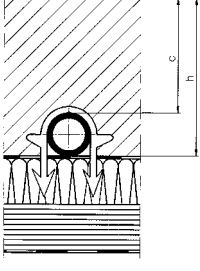
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 54 mm	h = 56 mm	h = 57 mm	h = 60 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	h = 70 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 60 mm	c = 60 mm	c = 60 mm	c = 60 mm	
	结构高度	h = 74 mm	h = 76 mm	h = 77 mm	h = 80 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	c = 65 mm	
	结构高度	h = 79 mm	h = 81 mm	h = 82 mm	h = 85 mm	

表25-24 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的水泥层的填充层结构高度

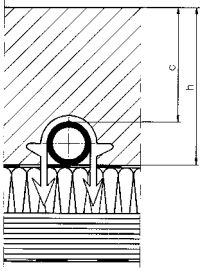
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 44 mm	h = 46 mm	h = 47 mm	h = 50 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	h = 65 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	h = 70 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 55 mm	c = 55 mm	c = 55 mm	c = 55 mm	
	结构高度	h = 69 mm	h = 71 mm	h = 72 mm	h = 75 mm	

表25-25 符合 DIN 18560-2 标准 F5 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

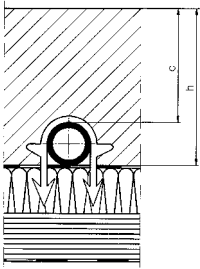
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 44 mm	h = 46 mm	h = 47 mm	h = 50 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 54 mm	h = 56 mm	h = 57 mm	h = 60 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	h = 70 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	h = 70 mm	

表25-26 符合 DIN 18560-2 标准 F7 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

相关热测试
瑞好 RAUTAC 卡钉系统的相
关热性能按照 DIN EN 1264
标准进行测试并通过认证。



图25-39 认证号: 7F 027



设计和安装瑞好 RAUTAC 卡钉系统时必须遵守 DIN EN 1264, Part 4 的要求。

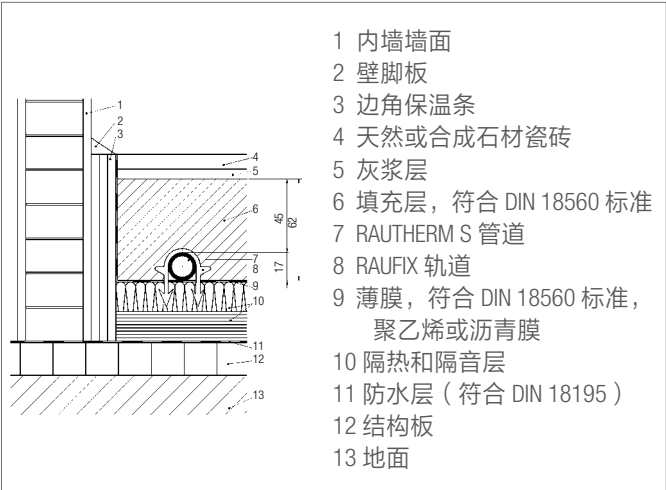


图25-40 带 RAUTHERM S 管道的瑞好 RAUTAC 卡钉板 (带隔热隔音层)

18.6 瑞好 RAUFIX 系统



- 压紧配合式的管道安装
- 轨道安装无需工具
- 轨道连接精准
- 系统易于施工

系统组件

- 瑞好 RAUFIX 轨道12/14
- 瑞好 RAUFIX 轨道16/17/20
- 瑞好卡钉

可使用的瑞好管道：

- 对于瑞好 RAUFIX 轨道12/14：
 - RAUTHERM S 14 x 1.5 mm
- 对于瑞好 RAUFIX 轨道 16/17/20：
 - RAUTHERM S / E / E professional 16 x 2.0 mm
 - RAUTHERM S 17 x 2.0 mm
 - RAUTHERM S / E 20 x 2.0 mm
 - RAUTITAN pink / flex 16 x 2.2 mm
 - RAUTITAN stabil 16.2 x 2.6 mm

附件

- 瑞好胶带
- 瑞好胶带分割器
- 瑞好边角保温条
- 瑞好伸缩缝型材
- 瑞好系统安装材料
- 瑞好膜



图25-41 瑞好RAUFIX系统

说明

瑞好 RAUFIX 轨道由聚乙烯制成，管道升高为5毫米，符合 DIN 18560 和 DIN EN 13813 标准。单回旋和双回旋管道引导板，安装间距为5厘米及其倍数。

瑞好 RAUFIX 轨道中模制的连接器使得管道支架无需工具即可连接。顶端固定夹确保了管道连接部件不会抬高。瑞好 RAUFIX 轨道顶部固定夹上的钩子保证了管道的夹紧。连接器上的卡钉确保1米长的瑞好 RAUFIX 轨道连接可靠迅速。瑞好 RAUFIX 轨道底部的倒钩保证了瑞好附加绝热层的准确固定。

瑞好 RAUFIX 系统指定采用符合 DIN 18560 标准的填充层。

瑞好 RAUFIX 膜由抗撕聚乙烯制成，符合 DIN 18560 和 DIN EN 1264 的要求。隔绝填充层中的水份。防止热桥和声桥。遮盖力强，为瑞好卡钉提供了很大的支撑力。



图25-42 瑞好 RAUFIX 轨道

瑞好 RAUFIX 膜由抗撕聚乙烯制成，符合 DIN 18560 和 DIN EN 1264 的要求。隔绝填充层中的水份。防止热桥和声桥。遮盖力强，为瑞好卡钉提供了很大的支撑力。



瑞好膜不能代替可能需要的防潮层。



图25-43 瑞好膜



图25-44 瑞好固定钉

安装



在10℃以下的温度下和/或安装管间距 ≤ 15厘米时，RAUTHERM S / E / E professional 管道16、17、20及 RAUTITAN pink / flex 16管道必须使用瑞好管道拆卷机（热）和加热器加热和安装。

- 在适当位置安装分集水器箱。
- 安装瑞好分集水器。
- 固定瑞好边角保温条。
- 如果需要，安装瑞好系统安装材料。



瑞好膜的损坏将影响其功能。
安装时请勿损坏瑞好膜。

- 瑞好膜上的任何孔或裂口都必须用瑞好胶带全部修补好。
- 安装瑞好膜时使其至少重叠8厘米。
- 用瑞好胶带将重叠的膜基完全密封。
- 将瑞好边角保温条的自粘式膜基粘在瑞好卡钉板上，勿施加张力。
- 连接瑞好 RAUFIX 轨道以形成所需的长度，并将轨道平行压入地面，间距为1米。



使用自流平水泥时，瑞好 RAUFIX 轨道的间距可能需要减少。

- 用瑞好卡钉以40厘米为间距固定瑞好 RAUFIX 轨道。
- 将瑞好卡钉穿过瑞好 RAUFIX 轨道压入地面。



图18-45 将瑞好 RAUFIX 轨道压入



图18-46 将瑞好固定钉压入

将瑞好管一端连接在瑞好分集水器上。

- 将瑞好管安装在固定夹中。
- 将瑞好管的另一端连接在瑞好分集水器上。
- 用额外的瑞好 RAUTAC 卡钉或瑞好卡钉在管道拐弯区域固定瑞好管。
- 安装瑞好伸缩缝型材。

RAUFIX轨道技术数据

轨道材料	聚丙烯
轨道长度	1 m
轨道高度（不计底部倒钩）	
轨道 12/14	24 mm
轨道 16/17/20	27 mm
轨道高度	
轨道 12/14	40 mm
轨道 16/17/20	50 mm
轨道宽度	5 mm
安装管间距	5 cm及其倍数

表25-27 RAUFIX 轨道技术数据

瑞好卡钉技术数据

钉材料	聚丙烯
钉长度	50 mm
尖端长度	20 mm

表25-28 瑞好卡钉技术数据

符合 DIN EN 1264-4 的最小隔热要求

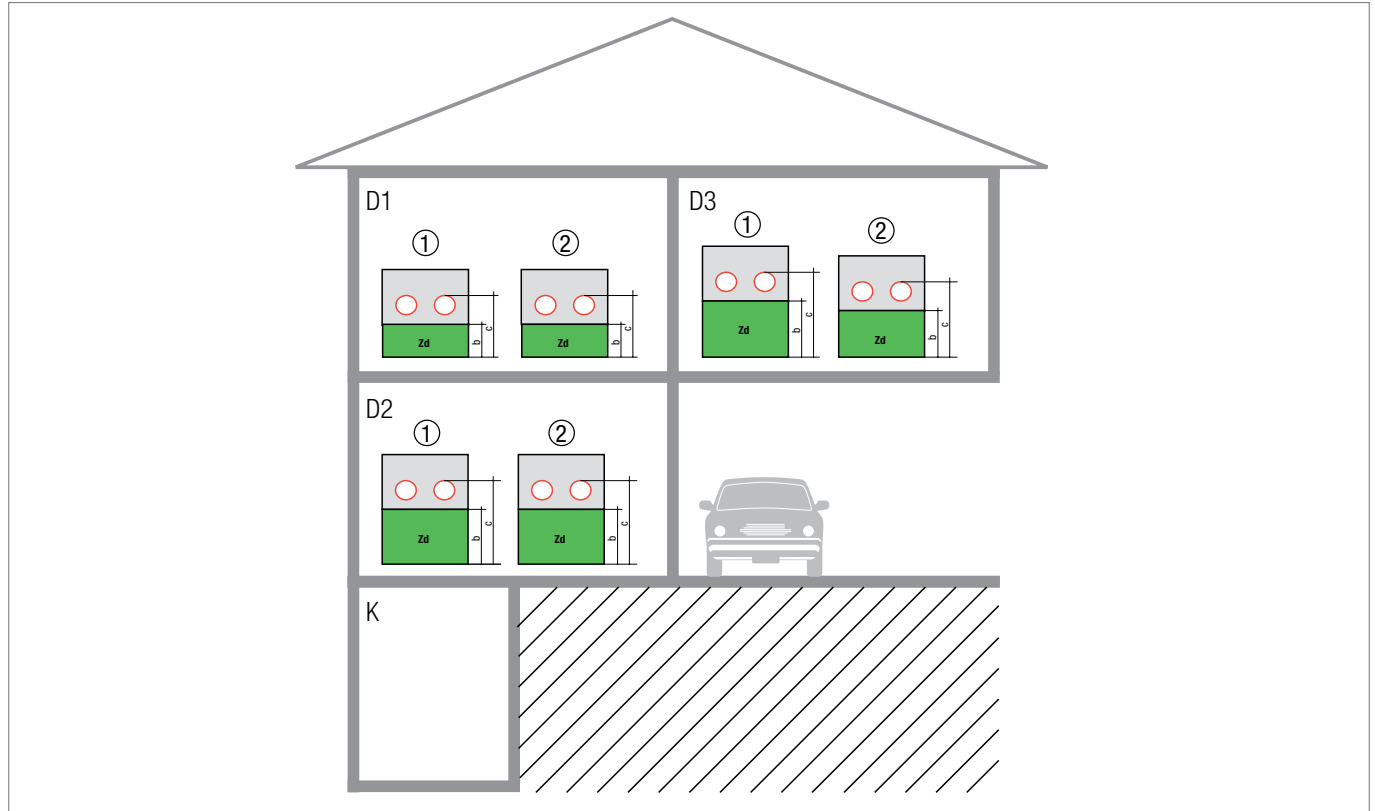


图25-47 瑞好 RAUFIX 系统的最小隔热层结构

1 带隔音层 (ISDI)

2 不带隔音层 (ISDI)

K 地下室

Zd 附加隔热

D1 绝热情况1: $R \geq 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$

房间下层也为采暖房间

D2 绝热情况2: $R \geq 1.25 \text{ m}^2\text{K/W}$

(在地下水位 ≤ 5 米时该值应增加) 房间下层为不采暖房间或间歇性采暖房间, 或直接与土壤接触

D3 绝热情况3: $R \geq 2.00 \text{ m}^2\text{K/W}$

外界设计温度较低: $-5^{\circ}\text{C} > T_d \geq -15^{\circ}\text{C}$



不管 EnEV 对建筑围护结构的绝热要求如何，都必须遵守这些最小绝热要求（参见表 25-1：“根据 DIN EN 1264 标准于地板采暖/制冷系统下方绝热层的最低要求”）。

	绝热情况 1		绝热情况 2		绝热情况 3	
	带隔音层	不带隔音层	带隔音层	不带隔音层	带隔音层	不带隔音层
附加绝热 Z_d [mm]	$Z_d = 30 - 2$	$Z_d = 30$	$Z_d = 50 - 2$	$Z_d = 50$	$Z_d = 70 - 2$	$Z_d = 50$
	EPS 040 DES sg	EPS 040 DEO dm	EPS 040 DES sg	EPS 040 DEO dm	EPS 035 DES sg	PUR 025 DEO dh
绝热厚度 [mm]	$b = 28$	$b = 30$	$b = 48$	$b = 50$	$b = 68$	$b = 50$
到管道顶边的结构高度 [mm]	$c_{14} = 47$	$c_{14} = 49$	$c_{14} = 67$	$c_{14} = 69$	$c_{14} = 87$	$c_{14} = 69$
	$c_{16} = 49$	$c_{16} = 51$	$c_{16} = 69$	$c_{16} = 71$	$c_{16} = 89$	$c_{16} = 71$
	$c_{17} = 50$	$c_{17} = 52$	$c_{17} = 70$	$c_{17} = 72$	$c_{17} = 90$	$c_{17} = 72$
	$c_{20} = 53$	$c_{20} = 55$	$c_{20} = 73$	$c_{20} = 75$	$c_{20} = 93$	$c_{20} = 75$

表25-29 推荐最小绝热层结构

符合 DIN 18560-2 标准的最小推荐填充层结构高度

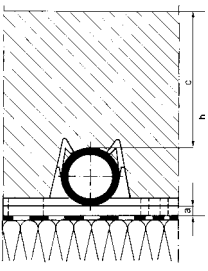
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	$c = 45$ mm	$c = 45$ mm	$c = 45$ mm	$c = 45$ mm	
	结构高度	$h = 64$ mm	$h = 66$ mm	$h = 67$ mm	$h = 70$ mm	
≤ 3	覆盖层	$c = 60$ mm	$c = 60$ mm	$c = 60$ mm	$c = 60$ mm	
	结构高度	$h = 79$ mm	$h = 81$ mm	$h = 82$ mm	$h = 85$ mm	
≤ 4	覆盖层	$c = 65$ mm	$c = 65$ mm	$c = 65$ mm	$c = 65$ mm	
	结构高度	$h = 84$ mm	$h = 86$ mm	$h = 87$ mm	$h = 90$ mm	
≤ 5	覆盖层	$c = 70$ mm	$c = 70$ mm	$c = 70$ mm	$c = 70$ mm	
	结构高度	$h = 89$ mm	$h = 91$ mm	$h = 92$ mm	$h = 95$ mm	

表25-30 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

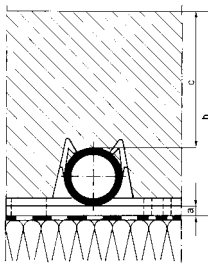
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	$c = 35$ mm	$c = 35$ mm	$c = 35$ mm	$c = 40$ mm	
	结构高度	$h = 54$ mm	$h = 56$ mm	$h = 57$ mm	$h = 60$ mm	
≤ 3	覆盖层	$c = 50$ mm	$c = 50$ mm	$c = 50$ mm	$c = 50$ mm	
	结构高度	$h = 69$ mm	$h = 71$ mm	$h = 72$ mm	$h = 75$ mm	
≤ 4	覆盖层	$c = 55$ mm	$c = 55$ mm	$c = 55$ mm	$c = 55$ mm	
	结构高度	$h = 74$ mm	$h = 76$ mm	$h = 77$ mm	$h = 80$ mm	
≤ 5	覆盖层	$c = 60$ mm	$c = 60$ mm	$c = 60$ mm	$c = 60$ mm	
	结构高度	$h = 79$ mm	$h = 81$ mm	$h = 82$ mm	$h = 85$ mm	

表25-31 符合 DIN 18560-2 标准 F5 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

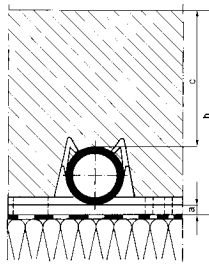
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	h = 65 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	h = 70 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 55 mm	c = 55 mm	c = 55 mm	c = 55 mm	
	结构高度	h = 74 mm	h = 76 mm	h = 77 mm	h = 80 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 60 mm	c = 60 mm	c = 60 mm	c = 60 mm	
	结构高度	h = 79 mm	h = 81 mm	h = 82 mm	h = 85 mm	

表25-32 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

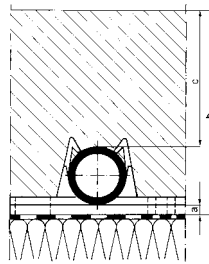
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 49 mm	h = 51 mm	h = 52 mm	h = 55 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	h = 65 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	h = 70 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	c = 50 mm	
	结构高度	h = 69 mm	h = 71 mm	h = 72 mm	h = 75 mm	

表25-33 符合 DIN 18560-2 标准 F5 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

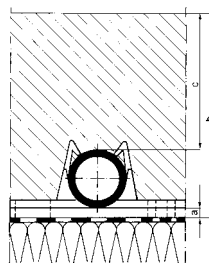
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S 14x1.5 mm	RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 49 mm	h = 51 mm	h = 52 mm	h = 55 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 35 mm	c = 35 mm	c = 35 mm	c = 35 mm	
	结构高度	h = 54 mm	h = 56 mm	h = 57 mm	h = 60 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 59 mm	h = 61 mm	h = 62 mm	h = 65 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 64 mm	h = 66 mm	h = 67 mm	h = 70 mm	

表25-34 符合 DIN 18560-2 标准 F7 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

相关热测试
瑞好 RAUFIX 系统的相关热性能按照 DIN EN 1264 标准进行测试并通过认证。



图25-48 认证号: 7F 026

§
设计和组装瑞好 RAUFIX 卡钉系统时必须遵守 DIN EN 1264, Part 4 的要求。

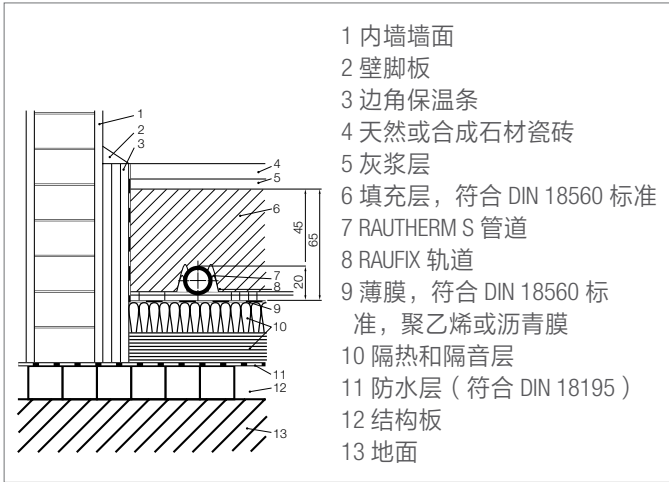


图25-49 带 RAUTHERM S 管道的瑞好 RAUFIX 轨道系统

安装系统
地板

25.7 瑞好钢丝网管夹系统



- 通用型，与选择的隔热层无关
- 在 PUR 隔热层上使用适合高载荷区域
- 钢丝网管夹安装迅速
- 可使用自流平水泥

系统组件

- 瑞好钢丝网 RM 100
- 瑞好管夹系带
- 瑞好管夹系带安装器
- 瑞好拧入式夹
- 瑞好夹固定器
- 瑞好链条定位销

可使用的瑞好管

- RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0毫米
- RAUTHERM S 17x2.0毫米
- RAUTHERM S / E 20x2.0毫米
- RAUTITAN pink / flex 16x2.2毫米
- RAUTITAN pink / flex20x2.8毫米

附件

- 瑞好边角保温条
- 瑞好伸缩缝型材
- 瑞好胶带
- 瑞好胶带分割器
- 瑞好系统安装材料
- 瑞好膜



图25-50 瑞好钢丝网管夹系统

说明

瑞好钢丝网管夹系统可使用符合 DIN 18560 和 DIN EN 13813 标准 A 类加热填充层。

瑞好钢丝网管夹的安装间距为5厘米及其倍数。

使用瑞好系带安装器和瑞好系带，可以简单而牢固地连接瑞好钢丝网管夹。

瑞好钢丝网管夹系统指定采用符合 DIN 18560 标准的填充层。



图25-51 瑞好系带安装器和瑞好系带



图25-52 瑞好固定钉

使用抹灰填充层时瑞好链条定位销可防止钢丝网翘起。

瑞好拧入式管夹由聚丙烯制成，它确保了瑞好管道和瑞好钢丝网通过顶部模制的两个带倒钩的夹子和底部四个模制的夹子稳固连接。



图25-53 瑞好拧入式管夹

瑞好拧入式管夹可以使用瑞好夹固定器在站立姿势时轻松安装。



图25-54 瑞好夹固定器

瑞好膜由抗撕聚乙烯制成，符合 DIN 18560 和 DIN EN 1264 的要求。它隔绝了填充层中的水份。防止热桥和声桥产生。



图25-55 瑞好膜



瑞好膜不能代替必需的防潮层。

安装

在适当位置设置瑞好分集水器箱。

- 安装瑞好分集水器。
- 固定瑞好边角保温条。
- 如果需要，安装瑞好系统安装材料。



瑞好膜的大量损坏会削弱其功能。

- 瑞好膜中的大孔或裂口必须用瑞好胶带修补完全。

安装瑞好膜，使其至少重叠8厘米。

- 用瑞好胶带完全密封瑞好膜的重叠部分。
- 将边角保温条的自粘式膜基粘在瑞好膜上，勿施加张力。



瑞好地板采暖/制冷中禁止使用普通的建筑钢丝网。



使用自流平水泥时，钢丝网可能上翘。

- 用瑞好链条定位销固定钢丝网管夹。

- 将瑞好钢丝网铺设在边角保温条紧密结合的一侧，间距大约为5厘米。
- 安装瑞好钢丝网时边沿重叠，并用瑞好系带扭住边沿的网格。



地面上伸缩接头附近的钢丝网管夹必须分离。

- 按照设计的管道路径，使用瑞好夹固定器将瑞好拧入式夹固定在钢丝网上。注意以下几点：



- 直管部分拧入式夹的间距大约为50厘米，弯曲半径小的曲线段间距大约10厘米。
- 应遵守使用的各种瑞好管的最小弯曲半径。

- 分集水器附近的拧入式夹朝外放置。首先以两倍管间距定位进水管的管夹，然后以设计的管间距定位回水管的管夹。
- 顺时针方向旋转可以连接在横杆上，反时针方向旋转可以连接在钢丝网管夹的纵向杆上。
- 将瑞好管的一端连接在瑞好分集水器上。
- 将瑞好管安装在拧入式夹中。
- 将瑞好管的另一端连接在瑞好分集水器上。
- 安装伸缩缝型材。

技术数据

材料	钢丝
钢丝厚度	3 mm
长度（包括边沿网格）	2,050 mm
宽度（包括边沿网格）	1,050 mm
边沿网格纵向和横向的宽度	50 mm
有效安装面积	2 m²
网格尺寸	100 mm
安装管间距	5 cm 及其倍数

表25-35 钢丝网管夹系统技术数据

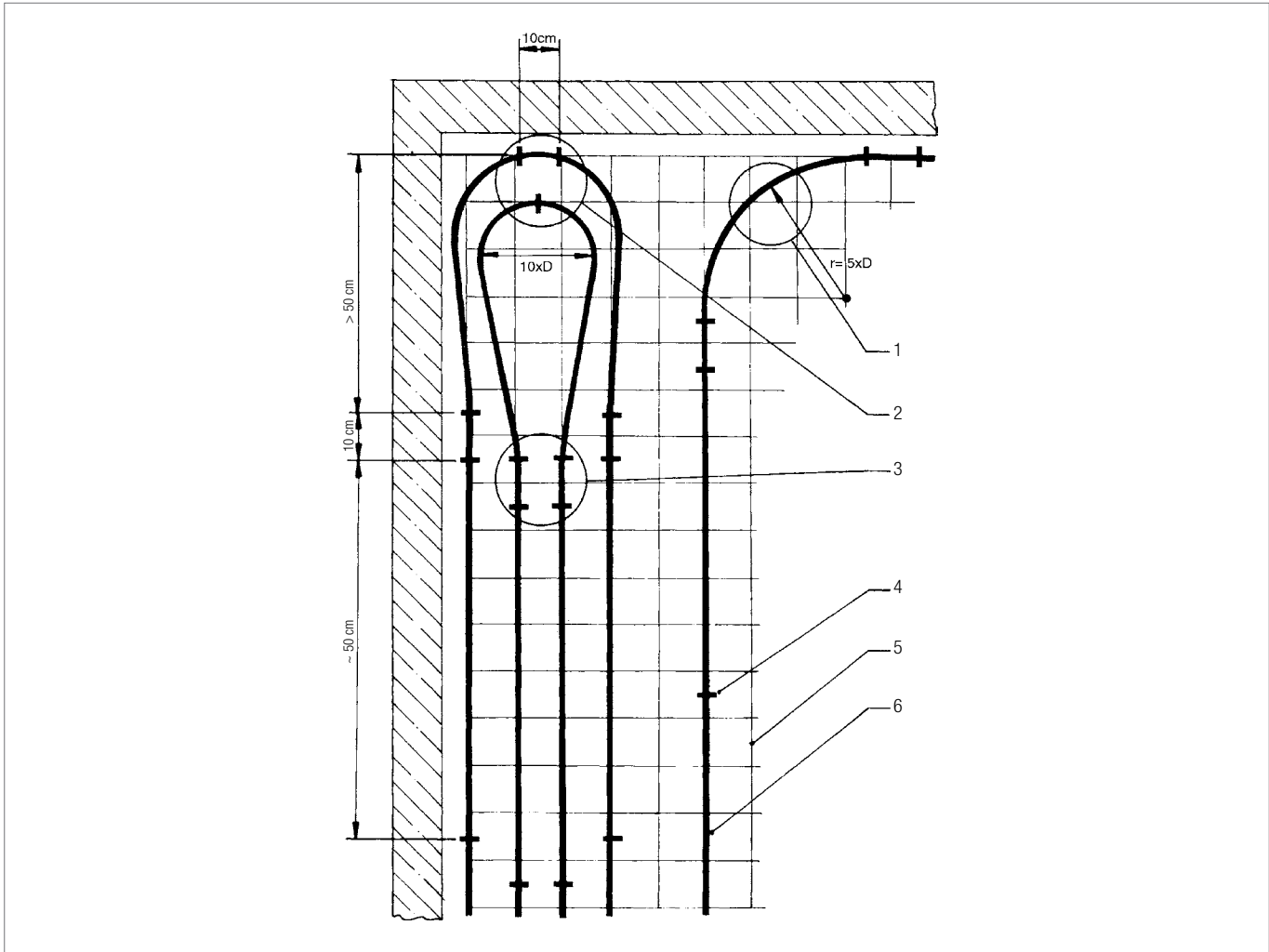


图25-56 加热管调节装置的转向环和变向

- 1 90° 弯曲
2 顶点
3 辅助弯曲
4 拧入式夹
5 钢丝网
6 管道

符合DIN EN 1264-4的最小隔热要求

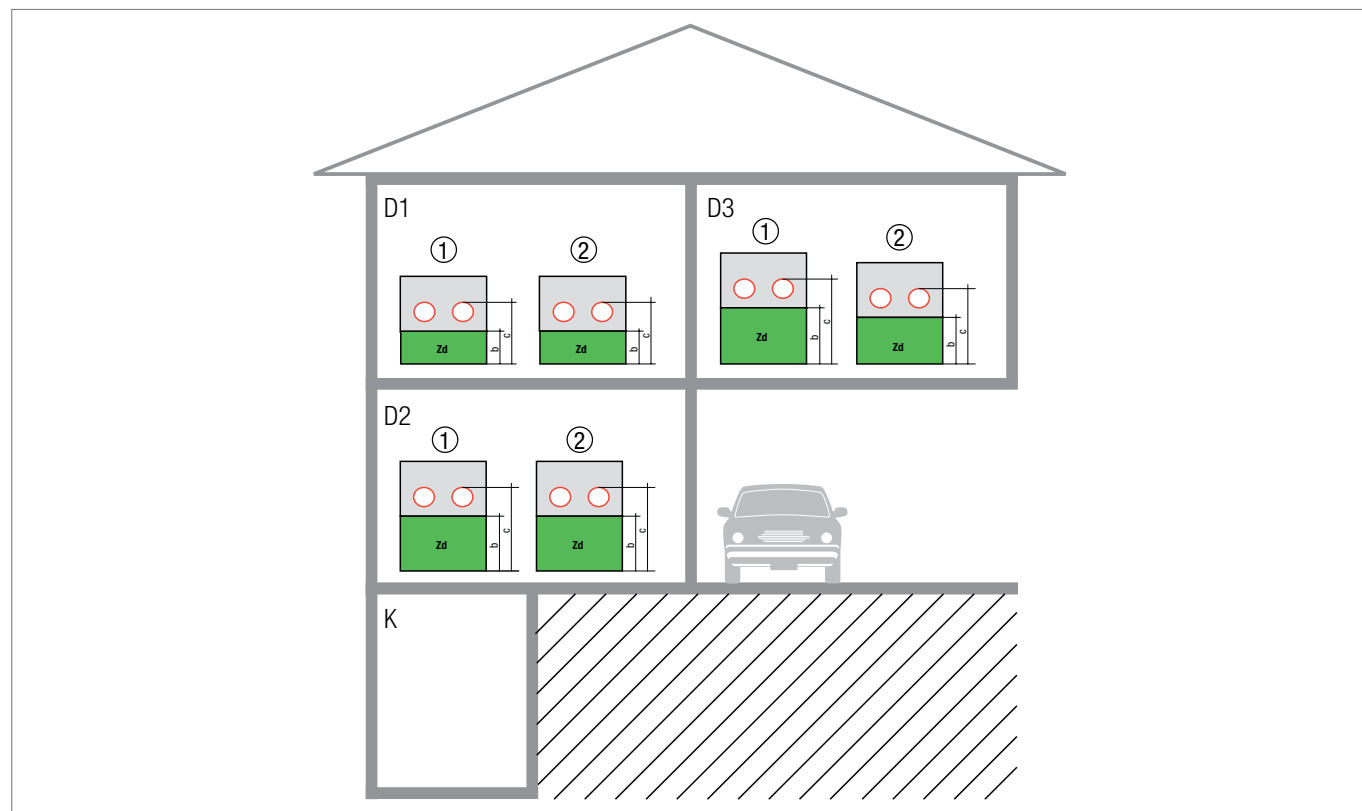


图25-47 瑞好钢丝网管夹系统的最小隔热层结构

- 1 带隔音层 (ISDI)
- 2 不带隔音层 (ISDI)
- K 地下室
- Zd 附加隔热

D1 绝热情况1: $R \geq 0.75 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

房间下层也为采暖房间

D2 绝热情况2: $R \geq 1.25 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

(在地下水位 ≤ 5 米时该值应增加) 房间下层为不采暖房间
或间歇性采暖房间, 或直接与土壤接触

D3 绝热情况3: $R \geq 2.00 \text{ m}^2 \text{ K/W}$

外界设计温度较低: $-5^\circ\text{C} > T_d \geq -15^\circ\text{C}$



不管 EnEV 对建筑围护结构的绝热要求如何, 都必须遵守这些最小绝热要求 (参见表 25-1: “根据 DIN EN 1264 标准于地板采暖/制冷系统下方绝热层的最低要求”)。

	绝热情况 1		绝热情况 2		绝热情况 3	
	带ISDI	不带ISDI	带ISDI	不带ISDI	带ISDI	不带ISDI
附加绝热 Zd [mm]	Zd = 30 - 2 EPS 040 DES sg	Zd = 30 EPS 040 DEO dm	Zd = 50 - 2 EPS 040 DES sg	Zd = 50 EPS 040 DEO dm	Zd = 70 - 2 EPS 035 DES sg	Zd = 50 PUR 025 DEO dh
绝热厚度 [mm]	b = 28	b = 30	b = 48	b = 50	b = 68	b = 50
到管道顶边的结构高度 [mm]	c16 = 58 c17 = 59 c20 = 62	c16 = 60 c17 = 61 c20 = 64	c16 = 78 c17 = 79 c20 = 82	c16 = 80 c17 = 81 c20 = 84	c16 = 98 c17 = 99 c20 = 102	c16 = 80 c17 = 81 c20 = 84

表25-36 推荐最小绝热层结构

符合 DIN 18560-2 标准的最小推荐填充层结构高度

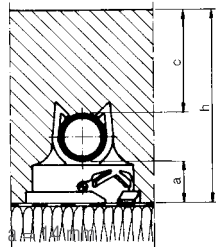
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 45 mm	c = 45 mm	c = 45 mm	
	结构高度	h = 75 mm	h = 76 mm	h = 79 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 51 mm	c = 51 mm	c = 51 mm	
	结构高度	h = 81 mm	h = 82 mm	h = 85 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 56 mm	c = 56 mm	c = 56 mm	
	结构高度	h = 86 mm	h = 87 mm	h = 90 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 61 mm	c = 61 mm	c = 61 mm	
	结构高度	h = 91 mm	h = 92 mm	h = 95 mm	

表25-37 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

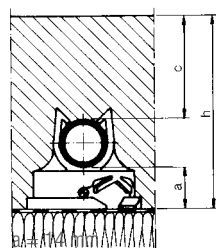
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 60 mm	h = 61 mm	h = 64 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 41 mm	c = 41 mm	c = 41 mm	
	结构高度	h = 71 mm	h = 72 mm	h = 75 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 46 mm	c = 46 mm	c = 46 mm	
	结构高度	h = 76 mm	h = 77 mm	h = 80 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 51 mm	c = 51 mm	c = 51 mm	
	结构高度	h = 81 mm	h = 82 mm	h = 85 mm	

表25-38 符合 DIN 18560-2 标准 F5 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

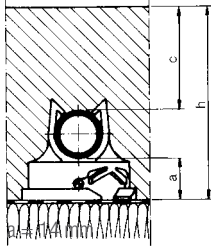
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S 17x2.0 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 70 mm	h = 71 mm	h = 74 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 40 mm	c = 40 mm	c = 40 mm	
	结构高度	h = 70 mm	h = 71 mm	h = 74 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 46 mm	c = 46 mm	c = 46 mm	
	结构高度	h = 76 mm	h = 77 mm	h = 80 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 51 mm	c = 51 mm	c = 51 mm	
	结构高度	h = 81 mm	h = 82 mm	h = 85 mm	

表25-39 符合 DIN 18560-2 标准 F4 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

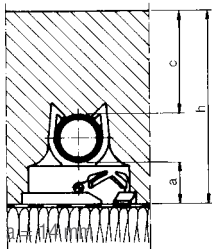
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTITAN flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 60 mm	h = 61 mm	h = 64 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 31 mm	c = 31 mm	c = 31 mm	
	结构高度	h = 61 mm	h = 62 mm	h = 65 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 36 mm	c = 36 mm	c = 36 mm	
	结构高度	h = 66 mm	h = 67 mm	h = 70 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 41 mm	c = 41 mm	c = 41 mm	
	结构高度	h = 71 mm	h = 72 mm	h = 75 mm	

表25-40 符合 DIN 18560-2 标准 F5 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

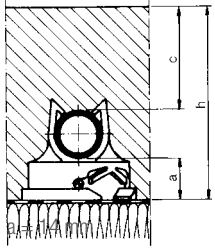
面积载荷 [kN/m²]		RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 16x2.2 mm	RAUTITAN flex 16x2.2 mm	RAUTHERM S / E 20x2.0 mm RAUTITAN pink / flex 20x2.8 mm	结构设计图
≤ 2	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 60 mm	h = 61 mm	h = 64 mm	
≤ 3	覆盖层	c = 30 mm	c = 30 mm	c = 30 mm	
	结构高度	h = 60 mm	h = 61 mm	h = 64 mm	
≤ 4	覆盖层	c = 31 mm	c = 31 mm	c = 31 mm	
	结构高度	h = 61 mm	h = 62 mm	h = 65 mm	
≤ 5	覆盖层	c = 36 mm	c = 36 mm	c = 36 mm	
	结构高度	h = 66 mm	h = 67 mm	h = 70 mm	

表25-41 符合 DIN 18560-2 标准 F7 级弯曲抗拉强度的 CAF 硫酸钙抹灰层的填充层结构高度

相关热测试

瑞好钢丝网管夹系统的相关热性能按照 DIN EN 1264 标准进行测试并通过认证。



图25-58 认证号: 7F 025

§

设计和安装瑞好钢丝网管夹系统时必须遵守 DIN EN 1264, Part 4 的要求。

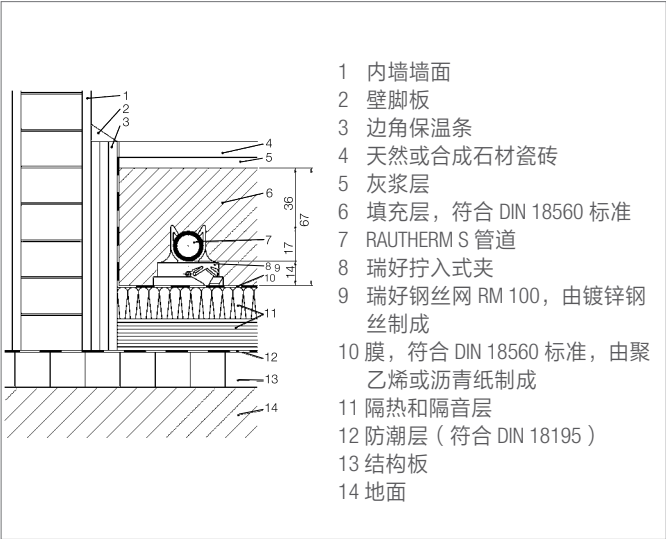


图25-59 连接 RAUTHERM S 管道的瑞好钢丝网 (RTM), 带拧入式管夹

25.8 瑞好干式系统



- 工厂预装导热片，安装快速安全。
- 沿着预先确定的整体式折断槽，可既简单又迅速地切割至一定尺寸。
- 安装加热板时导热片无需抬高。
- 非常坚固耐用；在上面行走没有任何问题。
- 安装高度最小

系统组件

- 瑞好安装板
 - VA 12.5（周边区域）
 - VA 25（经常活动区域）
- 瑞好转向板
 - VA 12.5（周边区域）
 - VA 25（经常活动区域）
- 瑞好转换板
- 瑞好填充板
- 瑞好管沟切割器

可使用的瑞好管道

- RAUTHERM S / E / E professional 16x2.0毫米
- RAUTITAN pink / flex 16x2.2毫米
- RAUTITAN stabil 16.2x2.6毫米

附件

- 瑞好边角保温条
- 瑞好膜
- 瑞好系统安装材料

瑞好干式系统采用干填充层元件（参见第 25.2.3 章节: 干法施工/干填充层元件）。也可采用符合 DIN 18560 标准的填充层。



图25-60 瑞好干式系统



如果瑞好干式系统和干填充层一起用于制冷，管道或石膏纤维板的前后侧可能会结露。

- 为防止冷凝，使用瑞好采暖/制冷控制装置和露点传感器或其它合适的控制和监控设备。

说明

瑞好干式系统可以在实心木制构架天花板上使用 DIN 18560 和 DIN EN 13813 标准 B 型地板加热器。瑞好干式系统的所有系统板由膨胀聚苯乙烯组成，并符合 DIN EN 13163 的要求。

瑞好安装板顶部还具有工厂预装导热铝型材，用于插入加热管和横向散热。预先确定的整体式折断槽确保可以在施工场地简单而且快速地使安装板变小。瑞好转向板用于加热管靠墙时转向。



图25-61 瑞好安装板 VA 12.5/VA 25,
带瑞好转向板



图25-62 瑞好转向板和瑞好转换板

瑞好填充板指定用于如下区域：

- 在分集水器前面（大约1米）
- 接近突出物、柱、通风出口等。
- 填满非四方形的空区域。

在施工场地用瑞好管槽切割器将管道引导板切割成填充板。

瑞好转换板用于 VA12.5 向VA25的转换。



瑞好干式系统还可结合水泥填充层安装。瑞好膜在系统板上安装时应重叠。膜的重叠部分以及边角保温条的膜基必须仔细粘合。

使用干式填充层规定的额外隔热和/或隔音层要求在此处不适用。



图25-63 瑞好填充板



图25-64 瑞好管槽切割器

技术数据

系统板	安装板 VA 12.5 和 25 cm	变向板 VA 12.5 和 25 cm 转换板	填充板
材料	EPS 035 DE0, 带层压铝制传热型格	EPS 035 DE0	EPS 035 DE0
长度[mm]	1,000	250	1,000
宽度[mm]	500	变向板：500 转换板：375	500
厚度[mm]	30	30	30
导热系数[W/mk]	0.035	0.035	0.035
传热阻力[m²K/W]	0.80	0.80/0.70	0.85
2%压缩应力[kPa]	45.0	45.0	60.0
材料等级 (据 DIN 4102)	B2	B1	B1
火灾行为 (据 DIN EN 13501)	E	E	E

表25-42 系统板、安装板、变向板和填充板的技术数据

安装



使用干填充层时，瑞好隔音层可能不能用于瑞好干式系统。

- 与带有 EPS 隔热层的隔音层一起使用时，先安装隔热层。
- 与带有 PUR 隔热层的撞击声隔音层一起使用时，先安装隔音层。



所有外部配件（包括松散填充的隔热层）都必须征得干填充层制造商的同意，方可与瑞好干式系统一起使用。

- 在适当位置设置分集水器箱。
- 安装瑞好分集水器。
- 固定瑞好边角保温条。
- 如果需要，安装瑞好系统安装材料。



注意！

烫伤和火灾危险！

- 切勿握住瑞好管槽切割器灼热的切割刀片。
- 操作时勿使瑞好管槽切割器无人照看。
- 请勿将瑞好管槽切割器放在可燃的表面上。
- 按照安装设计图安装瑞好板，不留缺口（参见图 25-65）。如果需要，用瑞好管槽切割器将管道导向装置切割成填充板。
- 连接瑞好管的一端和瑞好分集水器。
- 将瑞好管安装在系统的导向槽中。
- 连接瑞好管的另一端和瑞好分集水器。
- 按压收紧套环接头，使其靠近瑞好变向板与瑞好变向板的顶部平齐，或者用切割机切割散热板使其位置接近瑞好安装板。

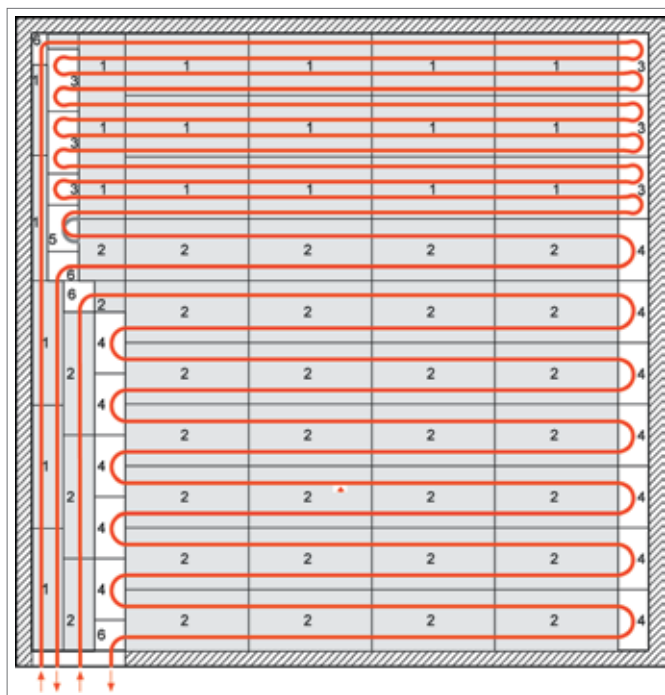


图25-65 瑞好干式系统安装设计图例

- 1 瑞好安装板 VA 12.5
- 2 瑞好安装板 VA 25
- 3 瑞好变向板 VA 12.5
- 4 瑞好变向板 VA 25
- 5 瑞好转换板
- 6 瑞好填充板

- 将瑞好膜安装在管道上方的干式系统上。



- 木制构架天花板只能安装透气的防滴装置（例如苏打纸或沥青纸），因为存在发霉危险。
- 将瑞好膜或防滴装置粘在瑞好边角保温条的膜基上。

符合 DIN EN 1264-4 的最小隔热要求

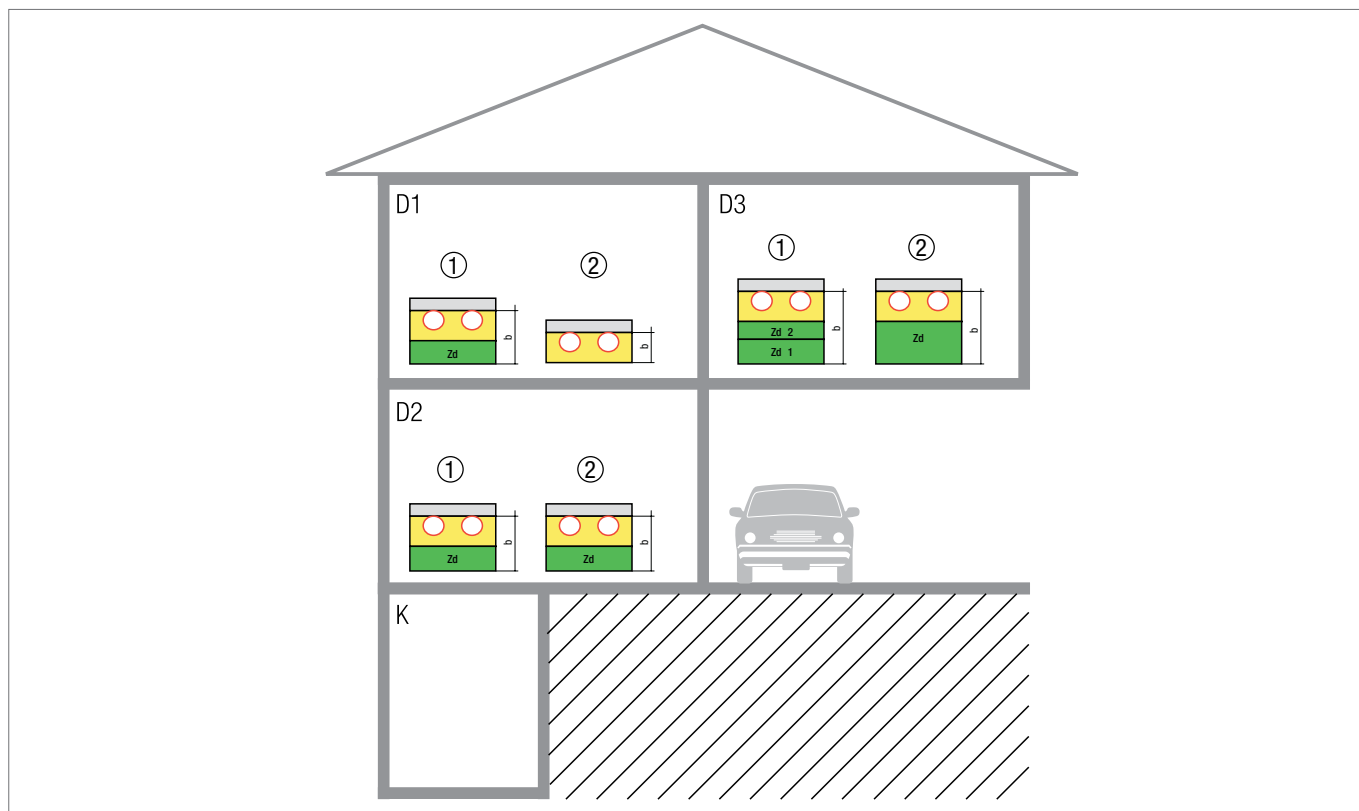


图25-66 瑞典干式系统的最小隔热层结构

- 1 带隔音层 (ISDI)
- 2 不带隔音层 (ISDI)
- K 地下室
- Zd 附加隔热

D1 绝热情况1: $R \geq 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$

房间下层也为采暖房间

D2 绝热情况2: $R \geq 1.25 \text{ m}^2\text{K/W}$

(在地下水位 ≤ 5 米时该值应增加) 房间下层为不采暖房间或间歇性采暖房间, 或直接与土壤接触

D3 绝热情况3: $R \geq 2.00 \text{ m}^2\text{K/W}$

外界设计温度较低: $-5^\circ\text{C} > T_d \geq -15^\circ\text{C}$



不管EnEV对建筑围护结构的绝热要求如何, 都必须遵守这些最小绝热要求 (参见表25-1: “根据 DIN EN 1264 标准于地板采暖/制冷系统下方绝热层的最低要求”)。



干填充层元件的施工和结构高度单独列出 (参见表25-2)。

	绝热情况 1		绝热情况 2		绝热情况 3	
	带ISDI	不带ISDI	带ISDI	不带ISDI	带ISDI	不带ISDI
附加绝热 Z_d [mm]	$Z_d = 20 - 2$ 木纤维/ 矿物棉绝热层 040		$Z_d = 20 - 2$ 木纤维/ 矿物棉绝热层 WLG 040	$Z_d = 20$ EPS 035 DEO	$Z_d = 20 - 2$ 木纤维/矿物棉绝 热层 WLG 040 $Z_d 1 = 30$ EPS 035 DEO	$Z_d = 50$ EPS 035 DEO
绝热厚度 [mm]/ 到管道顶边的结构高度[mm]	$b = 48$	$b = 30$	$b = 48$	$b = 50$	$b = 78$	$b = 80$

表25-43 推荐最小绝热层结构

符合 DIN EN 18560-2 标准的最小推荐填充层结构高度

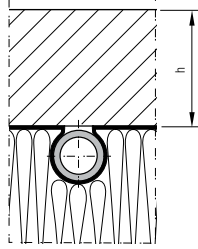
面积载荷 [kN/m ²]	CT水泥填充层 弯曲抗拉强度等级		CAF硫酸钙抹灰填充层 弯曲抗拉强度等级			结构设计图
	F4	F5	F4	F5	F7	
≤ 2	$h = 45 \text{ mm}$	$h = 40 \text{ mm}$	$h = 35 \text{ mm}$	$h = 30 \text{ mm}$	$h = 30 \text{ mm}$	
≤ 3	$h = 65 \text{ mm}$	$h = 55 \text{ mm}$	$h = 50 \text{ mm}$	$h = 45 \text{ mm}$	$h = 40 \text{ mm}$	
≤ 4	$h = 70 \text{ mm}$	$h = 60 \text{ mm}$	$h = 60 \text{ mm}$	$h = 50 \text{ mm}$	$h = 45 \text{ mm}$	
≤ 5	$h = 75 \text{ mm}$	$h = 65 \text{ mm}$	$c = 65 \text{ mm}$	$c = 55 \text{ mm}$	$c = 50 \text{ mm}$	

表25-44 符合 DIN EN 18560-2 标准的最小推荐填充层结构高度

相关热测试

瑞好干式系统的相关热性能按照 DIN EN 1264 标准进行测试并通过认证。



图25-67 认证号: 7F 106

§

设计和安装瑞好干式系统时必须遵守 DIN EN 1264, Part 4 的要求。

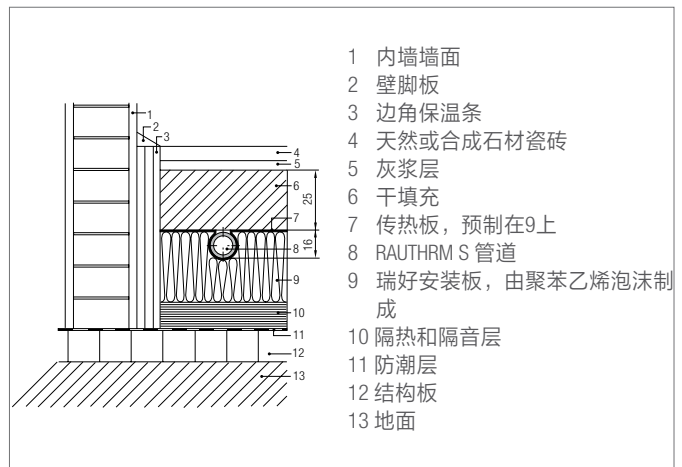


图25-68 安装 RAUTHERM S 管道的瑞好干式系统

25.9 瑞好基板 TS-14



- 结构高度最小
- 通过预制的折断点可以简单快速地切割传热板条
- 通过补偿支架钉，变向板条 TS-14 具有最好的夹紧效果



瑞好基板 TS-14 应采用干填充层元件（参见表25-3）。可以和符合 DIN 18560 标准的抹灰填充层一起使用。

- 瑞好基板 TS-14
- 瑞好散热板条 TS-14
- 瑞好变向板条 TS-14
- 瑞好填充板 TS-14

可使用的瑞好管道

- RAUTHERM S 14x1.5毫米

附件

- 瑞好管槽切割器
- 瑞好边角保温条
- 瑞好膜
- 瑞好系统安装材料



如果瑞好基板 TS-14 和干填充层一起用于制冷，管道或石膏纤维板的前后侧可能会结露。

- 为防止结露，使用瑞好采暖/制冷控制装置和露点传感器或其它合适的控制和监控设备。



图25-69 瑞好基板TS-14系统



瑞好基板 TS-14 还可与抹灰填充层一起使用。在系统板上安装瑞好膜时应重叠。膜的重叠部分以及边角保温条的膜基必须小心粘合。

使用干填充层元件的额外隔热和/或隔音层的要求在此处不适用。

说明

瑞好基板 TS-14 可以在实心木制构架天花板上使用符合 DIN 18560 和 DIN EN 13813 标准的B型地板加热器。

TS - 14 瑞好基板和 TS - 14 瑞好填充板由膨胀聚苯乙烯制成，符合 DIN EN13163 要求。

瑞好基板 TS-14 中可以采取 12.5 厘米的安装管道间距进行单回旋安装。

通过传热板条 TS-14 和变向板条 TS-14，几乎整个面积都可以散热。

瑞好传热板条 TS-14 上预制的折断点保证了现场简单快速的切割。

带 Ω 槽的瑞好传热 TS-14 是压入安装在带 Ω 槽的瑞好基板 TS-14 中。

瑞好变向板条 TS-14 安装在变向区域。

瑞好基板 TS-14 指定用于以下区域：

- 在分集水器前面（大约1米）
- 接近突出物、柱、通风出口等。
- 填满非四方形的小块空区域

在施工现场用瑞好管槽切割器将管道引导板切割成填充板。



图25-70 瑞好基板 TS-14



图25-71 瑞好传热板条 TS-14



图25-72 瑞好变向板条 TS-14



图25-73 瑞好填充板



25-74 瑞好管槽切割器

组装



使用干填充层元件时，瑞好隔音层可能不能用于瑞好基板 TS-14。

- 与带有 EPS 隔热层的隔音层一起使用时，先安装隔热层。
- 与带有 PUR 隔热层的撞击声隔音层一起使用时，先安装隔音层。



所有外部配件（包括松散填充的隔热层）都必须征得干填充层制造商的同意，方可与瑞好干式系统一起使用。

在适当位置设置瑞好分集水器箱。

- 安装瑞好分集水器。
- 固定瑞好边角保温条。
- 如果需要，安装瑞好系统安装材料。



注意！

烫伤和火灾危险！

- 切勿握住瑞好管槽切割器灼热的切割刀片。
- 操作时勿使瑞好管槽切割器无人照看。
- 请勿将瑞好管槽切割器放在可燃的表面上。

- 按照安装设计图安装瑞好板，不留缺口（参见图18-75）。如果需要，用瑞好管槽切割器将管道导向装置切割成填充板。将传热板条 TS-14 夹在基板 TS-14 中。
- 连接瑞好管的一端和瑞好分集水器。
- 将瑞好管夹在传热板条的 Ω 槽中，在边沿区则夹在变向板 TS-14 中。
- 请勿将收紧套环接头放在靠近瑞好变向板 TS-14 或瑞好传热板 TS-14 的位置。
- 连接瑞好管的另一端和瑞好分集水器。
- 将瑞好膜安装在管道上方的系统板上。



- 由于存在发霉危险，木制构架天花板只能安装透气的防滴装置（例如苏打纸或沥青纸）。

- 将瑞好膜或防滴装置粘在瑞好边角保温条的膜基上。

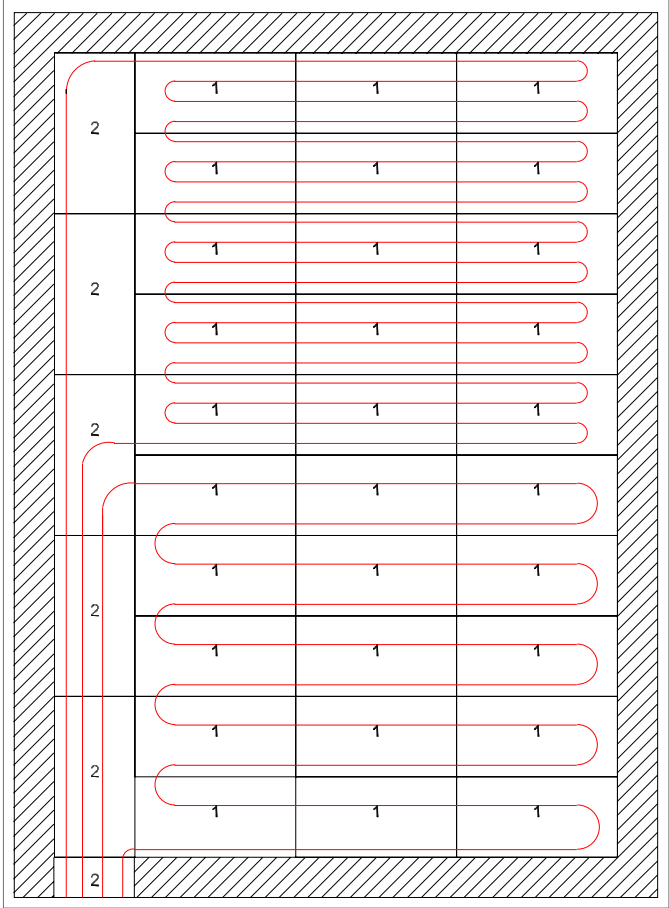


图25-75 瑞好基板 TS-14 安装设计图

1 带夹入式传热和变向板条 TS-14 的瑞好基板 TS-14

2 瑞好填充板

技术数据

系统板/ 名称	基板 TS-14 VA 12.5 cm	填充板 TS-14
材料	EPS 035 DE0 dh	EPS 035 DE0 dh
长度 [mm]	1000	1000
宽度 [mm]	500	500
厚度 [mm]	25	25
导热系数 [W/mK]	0.035	0.035
传热阻力 [m²K/W]	0.50	0.70
2%压缩应力 [kPa]	60.0	60.0
材料等级 (据DIN 4102)	B2	B1
火灾行为 (据DIN EN 13501)	E	E

表25-45 瑞好基板 TS-14 技术数据

符合 DIN EN 1264-4 的最小隔热要求

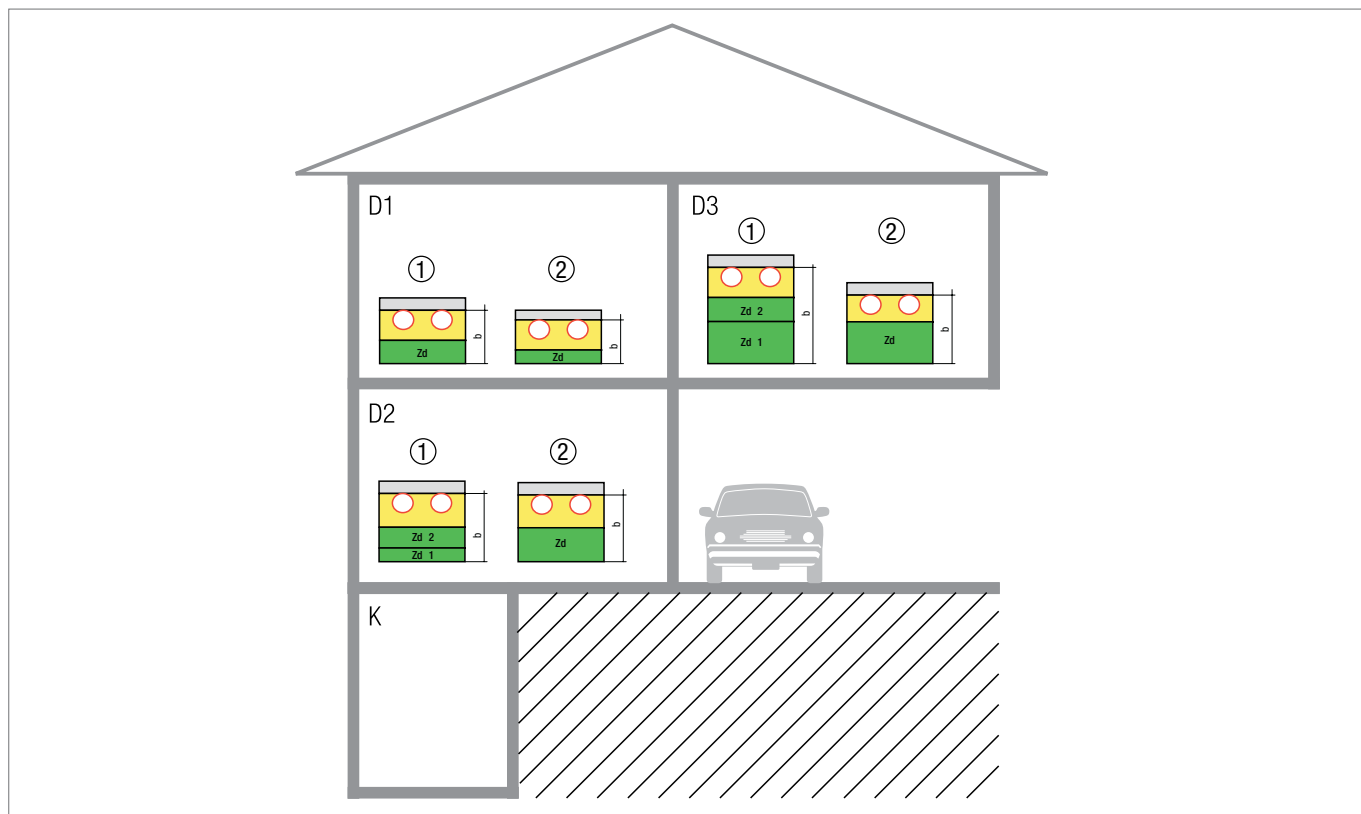


图25-76 瑞好干式系统的最小隔热层结构

- 1 带隔音层 (ISDI)
- 2 不带隔音层 (ISDI)
- K 地下室
- Zd 附加隔热层

D1 绝热情况1: $R \geq 0.75 \text{ m}^2\text{K/W}$

房间下层也为采暖房间

D2 绝热情况2: $R \geq 1.25 \text{ m}^2\text{K/W}$

(在地下水位 ≤ 5 米时该值应增加) 房间下层为不采暖房间或间歇性采暖房间, 或直接与土壤接触

D3 绝热情况3: $R \geq 2.00 \text{ m}^2\text{K/W}$

外界设计温度较低: $-5^\circ\text{C} > T_d \geq -15^\circ\text{C}$



不管 EnEV 对建筑围护结构的绝热要求如何, 都必须遵守这些最小绝热要求 (参见表25-1: “根据 DIN EN 1264 标准于地板采暖/制冷系统下方绝热层的最低要求”)。



干填充层元件的施工和结构高度单独列出 (参见表25-2)。

	绝热情况 1		绝热情况 2		绝热情况 3	
	带ISDI	不带ISDI	带ISDI	不带ISDI	带ISDI	不带ISDI
附加绝热 Zd [mm]	Zd = 20 - 2 木纤维/ 矿物棉绝热层 WLG 040	Zd = 10 EPS 035 DEO dh	Zd 2 = 20 - 2 木纤维/ 矿物棉绝热层 WLG 040 Zd 1 = 10 mm EPS 035 DEO dh	Zd = 30 EPS 035 DEO dh	Zd 2 = 20 - 2 木纤维/ 矿物棉绝热层 WLG 040 Zd 1 = 40 PUR 025 DEO dh	Zd = 40 PUR 025 DEO dh
绝热厚度 [mm]/ 到管道顶边的结构高度 [mm]	b = 43	b = 35	b = 53	b = 55	b = 83	b = 65

表25-46 推荐最小绝热层结构

符合 DIN EN 18560-2 标准的最小推荐填充层结构高度

面积载荷 [kN/m²]	CT水泥填充层 弯曲抗拉强度等级		CAF硫酸钙抹灰填充层 弯曲抗拉强度等级			结构设计图
	F4	F5	F4	F5	F7	
≤ 2	h = 45 mm	h = 40 mm	h = 35 mm	h = 30 mm	h = 30 mm	
≤ 3	h = 65 mm	h = 55 mm	h = 50 mm	h = 45 mm	h = 40 mm	
≤ 4	h = 70 mm	h = 60 mm	h = 60 mm	h = 50 mm	h = 45 mm	
≤ 5	h = 75 mm	h = 65 mm	c = 65 mm	c = 55 mm	c = 50 mm	

表25-47 按照 DIN 18560-2 标准填充层的结构高度 (带 RAUTHERM S 管道 14 × 1.5 mm)

相关热测试

瑞好钢丝网管夹系统的相关热性能按照 DIN EN 1264 标准进行测试并通过认证。



图25-77 认证号: 7F 186

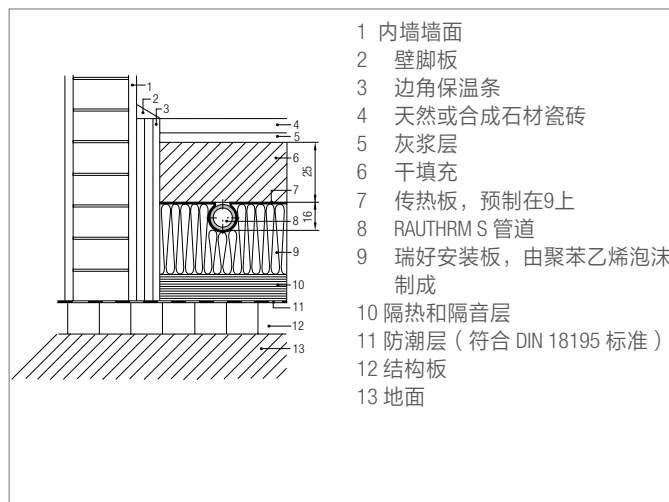


图25-78 安装 RAUTHERM S 管道的瑞好基板 TS-14 系统



设计和安装瑞好基板 TS-14 系统时必须遵守 DIN EN1264, Part 4 的要求。

湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷系统



瑞好气候元件系统



26.1 基本资料

- 必须保证230伏电源和供水。
- 如果安装了瑞好气候元件系统，安装阶段平均相对湿度不能超过70%。

26.1.1 标准和准则

规划和安装瑞好墙壁采暖/制冷系统时必须遵守以下标准和准则：

- DIN 1186 建筑石膏
- DIN 4102 建筑物消防
- DIN 4108 建筑物绝热
- DIN 4109 建筑物隔音
- DIN 4726 合成管道
- DIN 18180 石膏板
- DIN EN 520 石膏板
- DIN 18181 石膏板安装配件
- DIN 18182 附件，石膏板的安装。
- DIN 18195 建筑物防水
- DIN 18202 建筑物公差
- DIN 18350 灰泥和灰泥作业
- DIN 18550 灰泥
- DIN 18557 厂制灰浆
- DIN EN 1264 地板采暖系统
- DIN EN 13162-13171 建筑物绝热产品
- 节能法（EnEV）

26.1.2 对客户端的要求

开始组装瑞好墙壁采暖/制冷系统以前，必须遵守以下要求：

- 配备瑞好墙壁采暖/制冷系统的施工项目必须已经处于建筑外壳成形阶段。
- 必须安装门窗。
- 如果在接触地面的墙壁中安装瑞好墙壁采暖/制冷系统，密封作业必须符合 DIN 18195 的要求。
- 必须检查水平和垂直高度公差和角度公差是否符合 DIN 18202。
- 所有房间必须标有水平高度线例如“地板完成面上1米”线。

26.1.3 施工

瑞好墙壁采暖/制冷系统几乎可用于所有建筑类型和使用区域。可用做全负荷加热或基本或峰值负荷加热。

瑞好为每种施工情况提供最佳解决方案：

- 湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷系统
- 干法施工瑞好气候元件系统（以下简称 CES）作为墙壁采暖/制冷系统

湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷系统的主要应用

- 新施工和翻新的住宅，单独使用或与瑞好地板采暖/制冷系统一起使用
- 代表性入口区
- 洗手间、桑拿和温水浴间，作为瑞好地板采暖/制冷系统的补充

瑞好气候元件系统的主要应用

- 新施工和翻新的住宅，单独使用或与瑞好地板采暖/制冷系统一起使用
- 代表性入口区
- 阁楼结构
- 按照低能耗标准施工的木屋

26.1.4 系统概念

瑞好墙壁采暖/制冷系统可用作：

- 全负荷加热
- 与瑞好地板采暖/制冷系统一起使用
- 作为静态加热表面的辅助加热方法

瑞好墙壁采暖/制冷系统作为全负荷热源

由于绝热要求更加严格，一套瑞好墙壁采暖/制冷系统就可能完全满足建筑的热要求。尤其是低能耗房屋必然要使用该系统。

瑞好墙壁采暖/制冷系统和地板采暖/制冷系统一起使用
在舒适度要求最高的区域建议使用该组合，例如：

- 住宅区人多区域
- 洗手间
- 桑拿
- 温水浴间
- 其它湿区域

瑞好气候元件系统不适合：

- 受潮的商业建筑房间
- 住宅或商业建筑中的潮湿房间

作为静态加热表面辅助加热的瑞好墙壁采暖/制冷系统

这一组合基本负荷是由瑞好墙壁采暖/制冷系统承担，峰值负荷由静态加热表面承担。这种组合尤其在翻新建筑中使用比较合理。

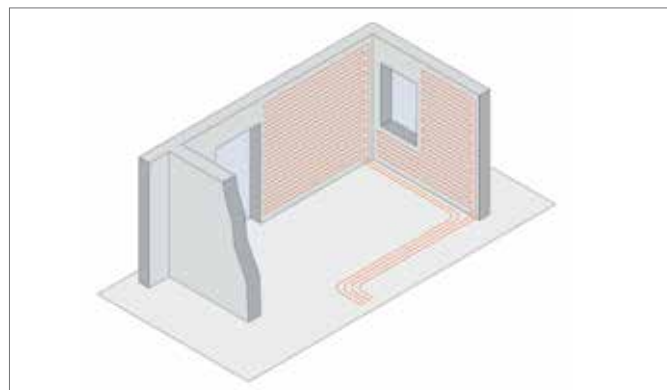


图26-1 瑞好墙壁采暖/制冷系统用作全负荷加热

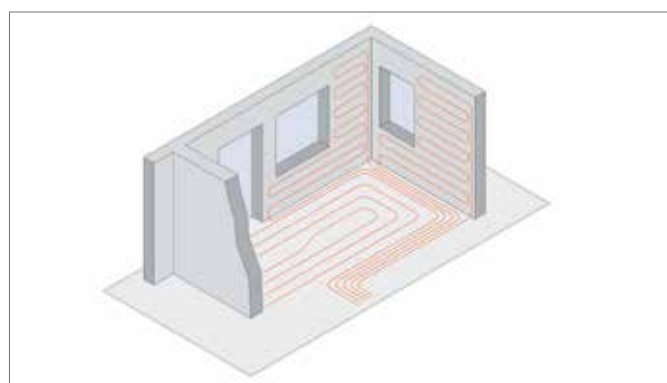


图26-2 瑞好墙壁采暖/制冷系统和地板采暖/制冷系统一起使用

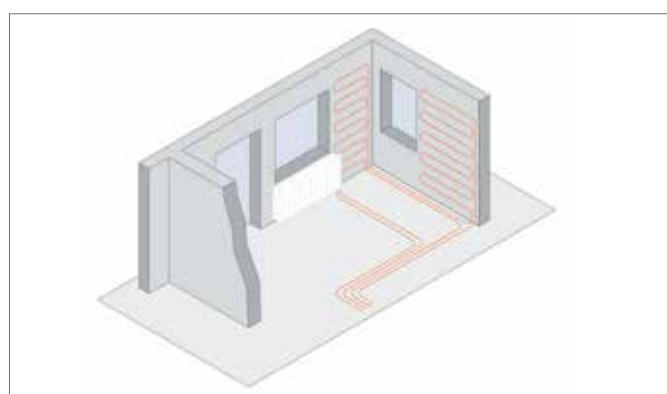


图26-3 瑞好墙壁采暖/制冷系统用做静态加热表面的辅助加热

26.2 规划

26.2.1 额外协调要求

除了施工项目的常见协调要求之外，建筑师/职业规划者还必须注意以下要点：

- 与开发商一起决定柜子、架子和上油漆所需的开阔区。
- 及早与采暖安装商和泥水匠协调有关工作日程安排以及容纳墙壁采暖/制冷系统区域所需的预处理。
- 墙壁采暖灰泥有足够的干燥时间，以避免灰泥损坏。

26.2.2 消防和消音要求

如果使用瑞好墙壁采暖/制冷系统的建筑和增建物必须满足消防和/或消音要求，则墙壁/基础必须满足这些要求。建筑师或职业规划师必须考虑这些事情的相关问题。

26.2.3 极限热条件

- 为了舒适，设计图中不能让墙壁表面温度高于35℃。
- 瑞好气候元件系统的最高许可连续运行温度为45℃。
- 设计湿法施工的瑞好墙壁采暖/制冷系统时，必须遵守灰泥制造商规定的最低和最高许可运行温度。

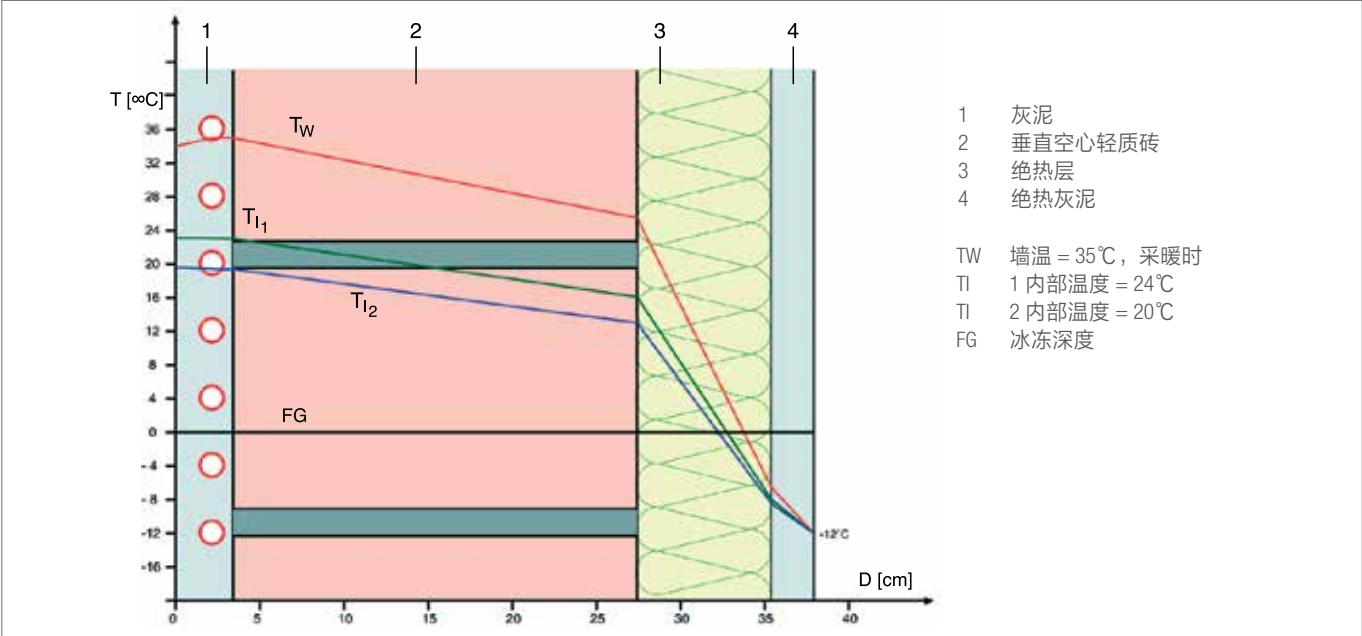


图26-4 多层外墙 (U 值 $< 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$) 温度曲线的比较

26.2.4 绝热

加热过程温度变化

采用瑞好墙壁采暖/制冷系统墙壁的温度曲线会变化至较高温度。这改变了外墙的霜点。因此采用外部绝热几乎完全消除了墙壁结霜的危险。

此外，由于外部绝热的存在，可以采用整体实心墙来保暖。

如果要求内部绝热，绝热层应由以下材料组成：

- 与水泥结合的绝热颗粒板或多层绝热颗粒板
- 与水泥或菱镁矿结合的绝热矿棉板或多层绝热矿棉板
- 由聚苯乙烯EPS泡沫制成的绝热板
- 由挤塑式聚苯乙烯制成的绝热板
- 绝热软木板
- 矿棉PTP

此外，还必须考虑各种灰浆制造商使用的粘合剂的规定。

§

- 墙壁采暖/制冷系统和外界空气之间的组件层或内部温度非常低的建筑部件的传热系数应按照EnEV确定。可能还需考虑能量需求。
- U值最好至少 0.35 W/m²K。
- 翻新房屋时，按照 EnEV, Appendix 3，外墙U值 < 0.45 W/m²K 或 0.35 W/m²K 也合适。
- 必须对未知区域进行墙壁采暖/制冷，这样才能满足整个结构传热阻力 $R = 0.75 \text{ (m}^2\text{K)/W}$ 的要求。计算从加热管高度开始进行。

人多区域对墙壁采暖/制冷导热系数（U_w值）的要求与墙壁的布置无关（例如外墙/内墙）。

U_w 值的计算方法和 DIN EN ISO 6946 中的方法类似，但是不考虑内部传热系数 $1/\alpha_i$ 。

i

- 安装绝热层时露点可能会变动。
- 所需的绝热层必须尽可能远离外墙的外侧。必须使用市面上的合适绝热粘接体系。

26.2.5 采暖/制冷区

瑞好气候元件系统

以下每个加热回路中板的最大数目适用于串联连接CES板的

瑞好气候元件系统：

- 最多3块大 VA60 CES 板
- 最多5块大 VA104 CES 板
- 最多6块小 VA60 CES 板
- 最多9块小 VA104 CES 板
- 最多4块横向 VA75 CES 板

如果瑞好气候元件系统使用同程技术连接，不管使用的是哪种板，带加热回路的瑞好分集水器上最多都可以连接20块CES板（相同类型）。

湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷

对于湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷：

- 最大加热区域宽度：10米
- 最大加热区域高度：2米

宽度大于10米的墙壁必须分成多个最多10米宽的墙壁加热区域。由于灰泥长度上的热变化，设计中必须根据灰泥制造商的规格设置墙壁加热区之间的伸缩缝。

根据安装管间距和加热区连接类型，湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷的最大加热区尺寸如表所示。

这样做的原因是为了避免加热回路压力损失大于300毫巴。
经过最优调节的循环泵在满负荷下工作时有助于节能。

对单平行和双平行安装而言，合理的安装管间距为：

- 安装管间距10厘米
- 安装管间距15厘米

湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷的最大加热区尺寸 按安装管间距和连接类型分类 ¹⁾			
安装管间距	每个墙壁加热区单独连接	多个墙壁加热区串联成一个加热回路	多个墙壁加热区使用Tichelmann 技术连接
10 cm	9 m ²	所有墙壁加热区总面积 ≤ 9 m ²	最多3个加热区域，每个加热区域最大 9 m ²
15 cm	12 m ²	所有墙壁加热区总面积 ≤ 12 m ²	最多3个加热区域，每个加热区域最大 12 m ²
20 cm	15 m ²	所有墙壁加热区总面积 ≤ 15 m ²	最多3个加热区域，每个加热区域最大 15 m ²
30 cm	20 m ²	所有墙壁加热区总面积 ≤ 20 m ²	最多3个加热区域，每个加热区域最大 15 m ²

表26 - 1 湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷的最大加热区尺寸

¹⁾ 以热媒温度变化值平均在15K至6K之间，墙壁采暖灰浆的导热系数 = 0.87 W/mK

26.2.6 水力连接

瑞好墙壁采暖/制冷系统可采用以下种类的水力连接：

- 独立
- 串联
- 使用同程技术



使用同程技术连接需要满足：

- 采用湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷时，加热回路的所有墙壁采暖/制冷区具有相同的管长度。
- 瑞好气候元件系统的每个加热回路只能使用一种CES板。

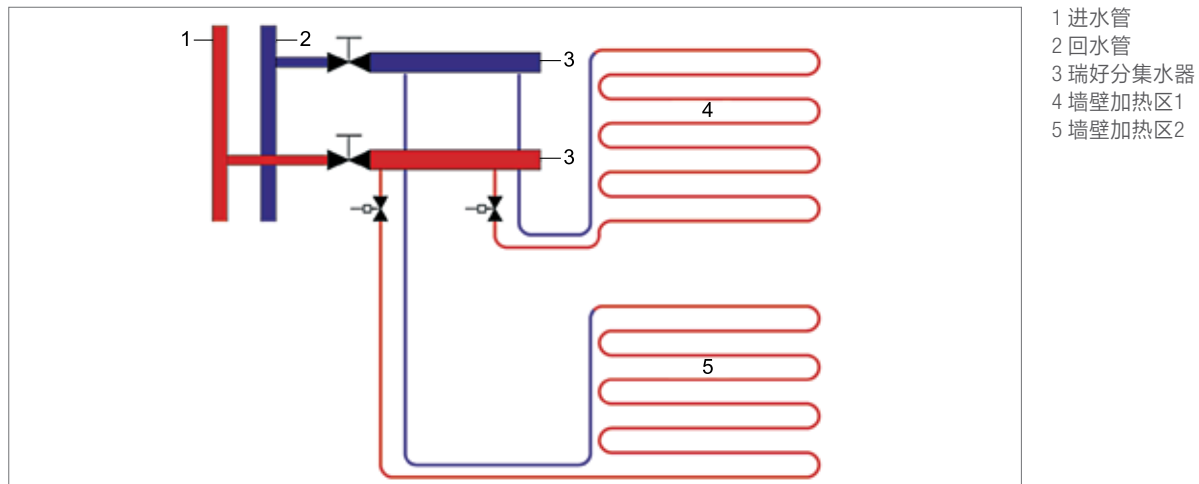


图26-5: 每个墙壁加热区独立连接示意图

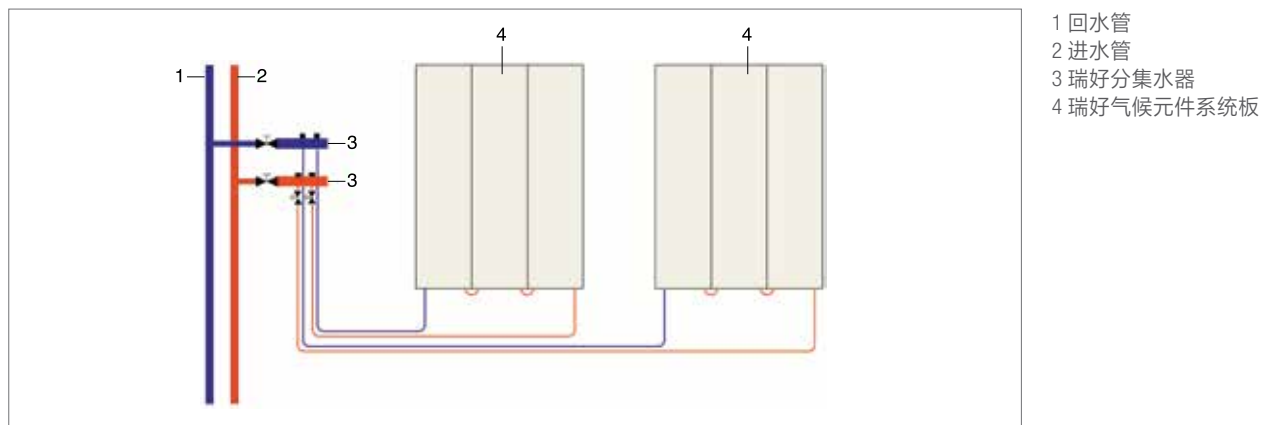


图26-6 多个墙壁加热区并联示意图

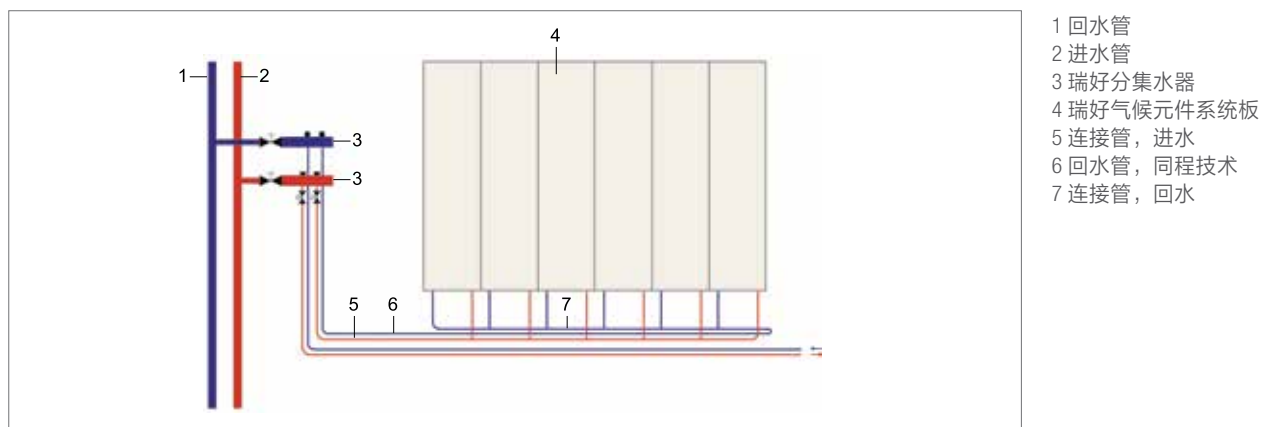


图26-7 多个墙壁加热区采用同程技术连接示意图

26.2.7 性能图表



性能图表见于瑞好主页 www.rehau.com.cn

湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷系统以及瑞好气候元件系统的采暖制冷能力、安装管间距和墙壁表面处理之间的相关性和依赖性如性能图表所示。为防止不同室温下要求不同的图表，图表是以平均的过量或不足加热水温度为基础显示的。

墙壁采暖灰泥的图表是按湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷系统管道顶点的以下导热系数而得出的：

- $\lambda = 0.7 \text{ W/mK}$
- $\lambda = 0.8 \text{ W/mK}$
- $\lambda = 0.87 \text{ W/mK}$

灰泥覆盖层为：

- 10毫米
- 15毫米

图表中绘制了瑞好气候元件系统在60毫米、75毫米和104毫米的安装管间距下的性能数据。

此外，还提供了通过墙壁加热区后部确定散热的计算图。图中显示了散热，它取决于墙壁构造以及墙壁前侧和后侧的温差。

26.2.8 控制技术

瑞好墙壁采暖/制冷系统控制技术和瑞好地板采暖/制冷系统中的一致。

设置单个房间控制

除了必须考虑的一般规则外（例如不要位于窗帘后面、气流中，不要让太阳直射），设置连接瑞好墙壁采暖/制冷系统单个房间的控制时必须注意以下要点。



- 单个房间控制器不能直接放在采暖/制冷表面！
- 单个房间控制器离下一个采暖/制冷区不能少于20厘米！

加热区的电源线



如果加热区安装了电源线，应遵守 DIN VDE 0298 Part 4，“高压系统中电缆和绝缘线的使用——建筑中电缆和电线和软线的电流负荷推荐值”。



PVC 护套线（NYM型）的最大许可温度为70℃。

根据安装条件、安装类型、环境温度和电线直径，VDE 指南 DIN VDE 0298 规定了最大电流值，该值确保了电流不会达到此限值。在加热区安装电缆以前，必须使用换算表来确定对应于电线直径和环境温度的最大许可电流值。选择合适保险丝时必须考虑采用这种方法确定的值。

26.2.9 确定压力损失

瑞好气候元件系统CES板的压力损失如压力损失图所示（参见图26-8）。湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷系统的CPE管道压力损失如压力损失图所示（参见图26-9）。

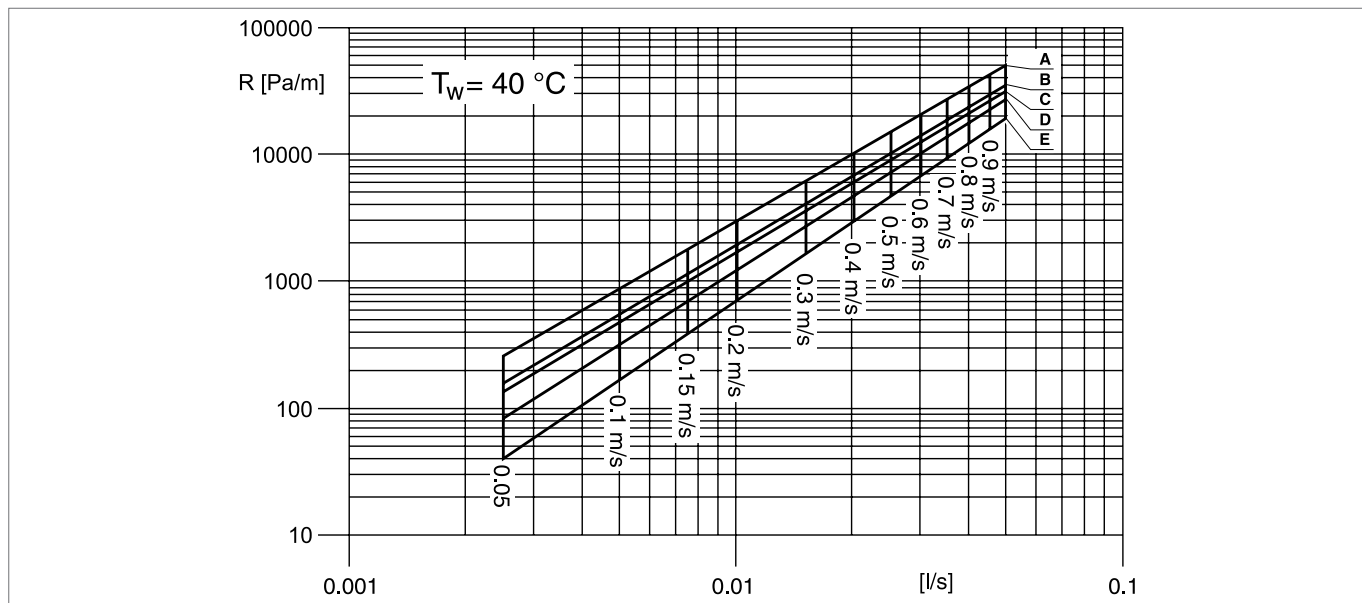


图26-8 瑞好气候元件系统 CES 板的压力损失图 (水温 T_w :40℃)

A 大 VA60 管
B 横向 VA75 管

C 大 VA104 管
D 小 VA60 管

E 小 VA104 管

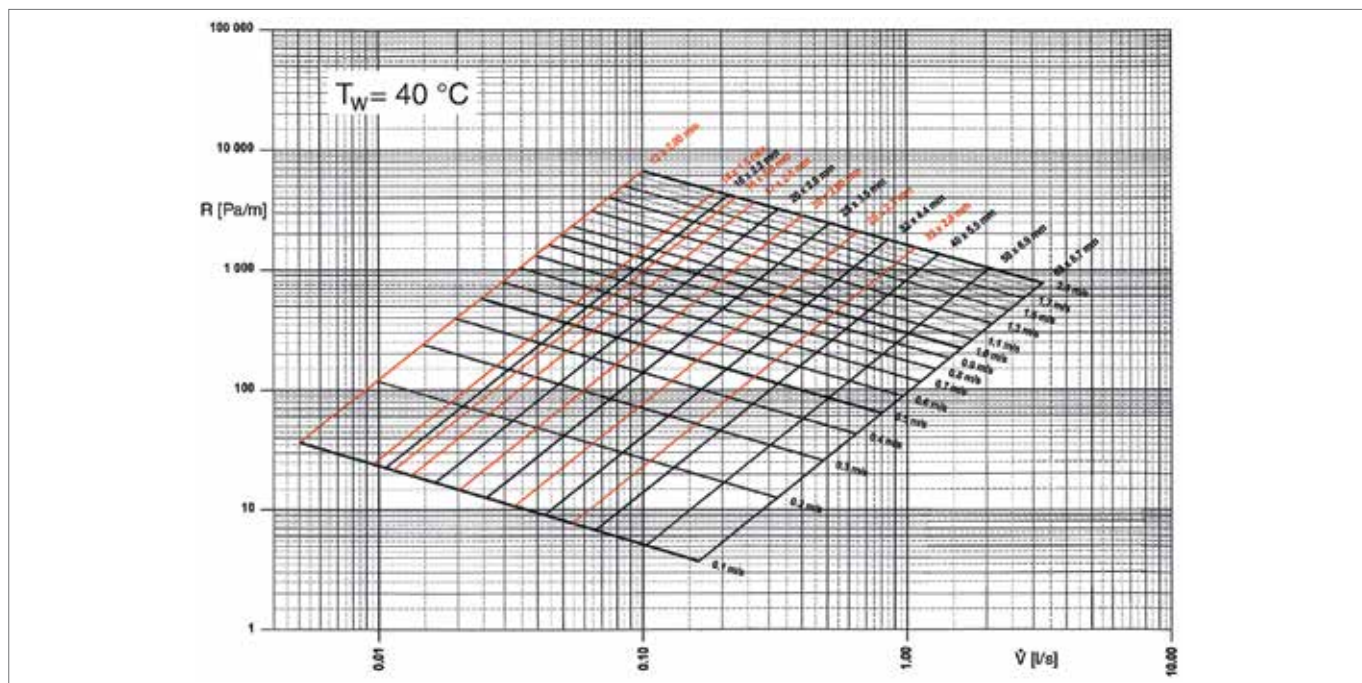


图26-9 RAU-VPE 管压力损失图 (水温 T_w :40℃)

R 压力损失
V 体积流量

通用 RAUTITAN 管
RAUTHERM S 管

26.3 调试注意事项

瑞好墙壁采暖/制冷系统的调试包括以下步骤：

- 冲洗、充水和除气。
- 压力测试。
- 功能性加热。

此时必须考虑以下信息：

冲洗、充水和除气



- 若要赶出所有气泡，必须确保达到最小体积流量：
即：
 - 湿法施工墙壁采暖/制冷系统：1.5升/分（相当于流速为0.25米/秒）
 - 气候元件系统：0.8升/分（相当于流速为0.2米/秒）
- 若要进行充水，必须按照设计图对加热回路进行水力平衡。

压力测试



- 应按照瑞好墙壁采暖/制冷调试记录表进行压力测试并记录（详见附件）。
- 压力测试必须在开始灰泥/抹墙粉施工以前进行。
- 如果存在霜冻危险，必须采取合适的措施，例如
 - 调节建筑温度
 - 使用抗冻剂（一旦不再需要抗冻剂时，至少重复充水并排空3次以清除抗冻剂）。
- 第一次测试后测试压力应保持2小时。
- 如果12小时后墙壁采暖/制冷装置、连接管线或分集水器任何位置都没有渗出水而且测试压力下降不超过每小时0.1巴则认为通过了压力测试。

功能性加热



- 应按照瑞好墙壁采暖/制冷调试记录表进行功能性加热测试并记录（详见附件）。
- 灰泥厂家和类型不同则灰泥施工以前、施工中和施工之后功能性加热的规定都不同。因此必须遵守这些规定。

26.4 湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷



- 管道安装快速灵活
- 墙壁加热区的连接选择灵活
- 由于RAUFIX轨道为圆角，对管道无损坏
- 管道安装安全可靠

系统组件

- 瑞好 RAUFIX 12/14 轨道，底部无模制的倒钩
- 瑞好变向支架
- 瑞好转接器，14xR1/2”
- 瑞好90°弯管架，带有模制的挡片
- 瑞好连接器14x1.5毫米
- 瑞好收紧套环14x1.5毫米
- 瑞好异径接头 17 - 14
- 瑞好三通 17 - 14 - 17

可使用的瑞好管

- RAUTHERM S 14x1.5毫米
- RAUTHERM S 17x2.0毫米，用作连接管线

附件

- 瑞好保护套管 12/14
- 瑞好保护套管 17

说明

瑞好 RAUFIX 12/14 轨道由抗冲击、高稳定性聚丙烯制成，用于将管道固定在毛坯墙上。安装管间距可以为5厘米及其倍数。

RAUFIX 轨道会使管道升高5毫米。



图26-10 湿法施工瑞好墙壁采暖/制冷系统

瑞好变向支架用于在管道变向点稳定地固定管道。

墙壁采暖/制冷区为公称尺寸为14x1.5毫米的 RAUTHERM S 管道。瑞好分集水器的连接管路是公称尺寸为14x1.5毫米和17x2.0毫米的 RAUTHERM S 管道。

瑞好90°弯管架由玻璃纤维增强聚酰胺制成，使连接管道从墙壁采暖/制冷的垂直管道到水平管道变向最佳而且没有扭曲。模制的挡片使得安装稳固。

一些墙壁采暖/制冷区可以采用17-14-17三通和17-14异径接头以同程技术结合起来，形成一个加热回路，并连接至瑞好分集水器的出口。此时使用的连接管路为公称尺寸为17x2.0毫米的 RAUTHERM S 管道。

连接管路伸出填充层并接入分集水箱中，并且带保护套筒12/14和17，不会损坏管道。



图26-11 瑞好 RAUFIX 12/14轨道



图26-12 瑞好90°弯管架，带模制挡片



图26-13 瑞好管件

26.4.1 安装



管道以单平行型或双平行型的布置方式铺设：

- 水平
- 按进水方向
- 向上

- 在适当位置设置瑞好分集水器箱。
- 安装瑞好分集水器。



市面上圆头直径13至20毫米的钉或定位销（例如8x60）可用于固定 RAUFIX 轨道和变向支架。

- 将RAUFIX 轨道垂直固定在毛坯墙上。保持以下间距
 - 两条轨道之间：≤ 50厘米
 - 轨道和房间角落或加热区的起点之间：大约40厘米
 - 固定点之间：≤ 40厘米
- 将变向支架固定在毛坯墙上，距离第一个 RAUFIX 轨道约30厘米。
- 按照设计的安装管间距构建墙壁采暖/制冷区。



安装管间距交替为5厘米和15厘米，从而使平均安装管间距为10厘米，这时可以保证最佳的气流。

- 将 RAUTHERM S 管道夹入 RAUFIX 轨道和变向支架。
- 连接90°弯管支架，该支架为垂直和水平管道的转换点。
- 将连接管道夹入90°弯管支架。
- 如果需要，对连接管进行隔热。
- 将连接管道接在瑞好分集水器上。

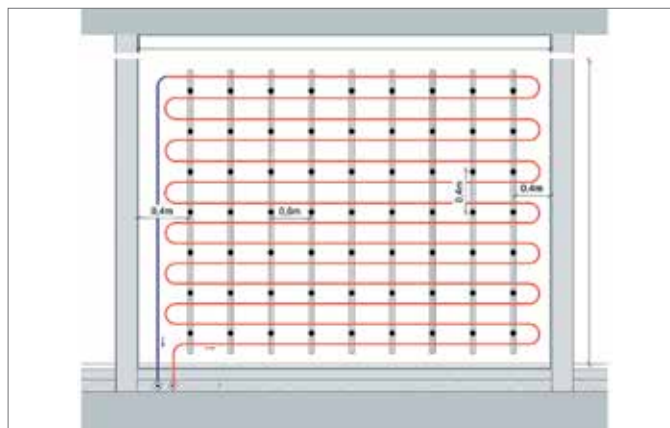


图26-14 单平行型设计

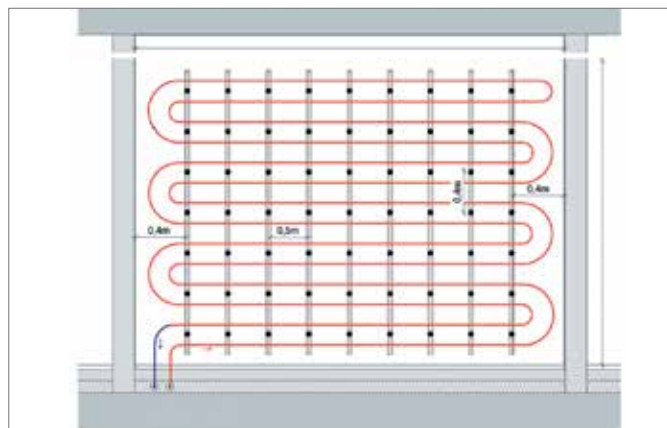


图26-15 双平行型设计

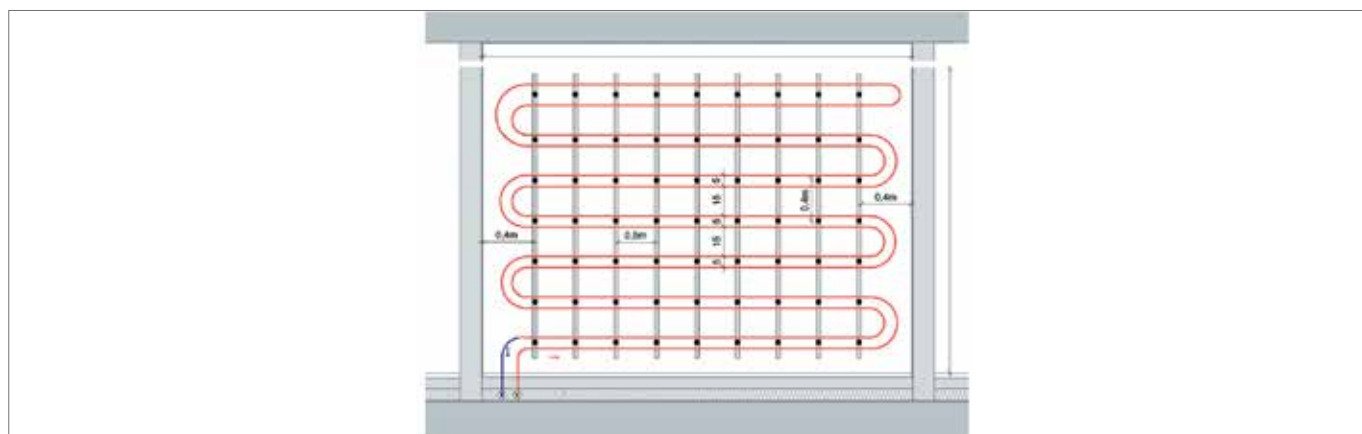


图26-16 以10厘米的平均安装管间距安装可以避免拐弯处形成气阻

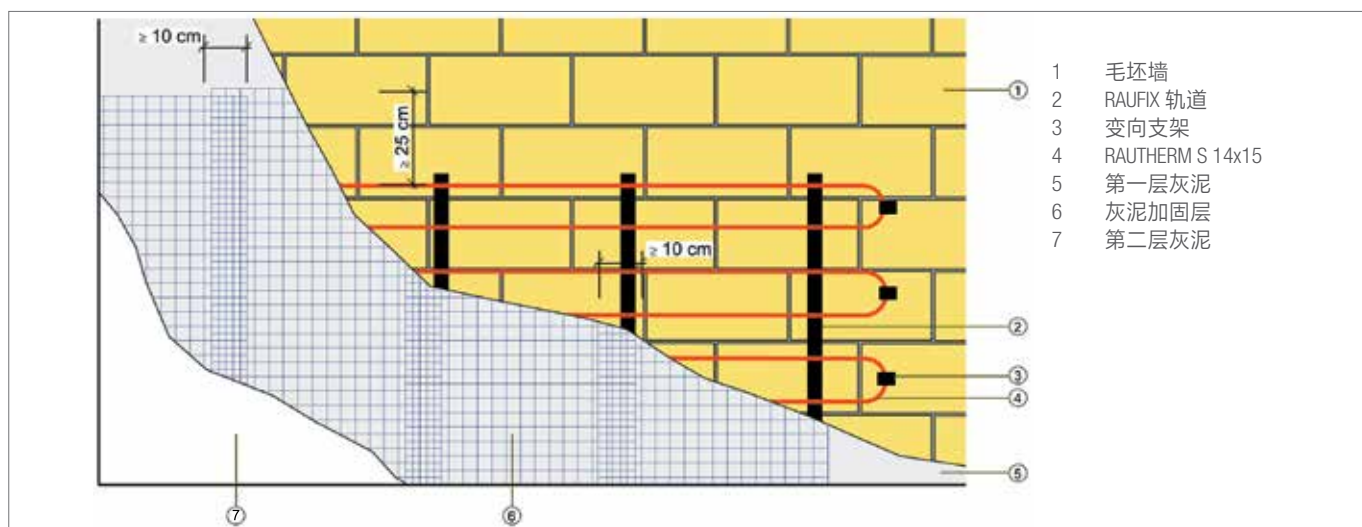


图26-17 湿法施工墙壁采暖/制冷结构示意图

26.4.2 墙壁采暖灰泥

墙壁采暖/制冷需要专业应用的墙壁采暖灰泥才能正常工作。

灰泥类型

灰泥类型墙壁采暖/制冷系统的灰泥必须具有良好的导热性。因此轻质灰泥或绝热灰泥都不适合。

只有含以下粘结剂的特种灰泥才适合于墙壁采暖系统：

- 石膏/石灰
- 石灰
- 石灰/水泥
- 水泥
- 制造商推荐的特种灰泥，例如粘土灰泥。

只有含以下粘结剂的特种灰泥才适合墙壁制冷系统：

- 石灰/水泥
- 水泥

墙壁采暖灰泥的一般应用取决于：

- 房间的使用
- 房间的湿负荷
- 持续运行温度
- 随后及进一步的墙壁处理

抹灰表面要求



必须遵守 DIN 18202 中有关平整度、垂直度和一致性的容许公差。

抹灰表面必须满足以下要求：

- 平整
- 可承重而且坚固
- 形状稳定
- 不疏水
- 均一
- 吸收均匀
- 未处理而且干燥
- 没有灰尘
- 没有污损
- 不结霜冻
- 温度高于+5°C

抹灰表面预处理

抹灰表面预处理可以使灰泥和抹灰表面粘结稳固长久，处理方法必须在安装开始以前和灰泥商达成一致意见。

应用	灰泥
房屋内部湿负荷极少或没有湿负荷的房间	粘土灰泥 石膏/石灰灰泥 石灰灰泥 石灰/水泥灰泥 水泥灰泥
受潮的房间，例如厨房和洗手间，带有中等湿负荷和墙壁制冷	石灰/水泥 灰泥 水泥灰泥
潮湿的房间和受潮的公共房间，湿负荷大而且墙壁制冷	水泥灰泥 特种灰泥

表26-2 灰泥应用

除了其它事项外，还必须就以下事项达成一致意见：

- 空位的填补
- 具有腐蚀危险的金属部件的拆除/保护
- 除尘
- 接缝、破口和狭缝的封闭
- 用于弥补表面（例如加气混凝土）吸收率的变动和/或高吸收率的物质
- 在密封和/或吸收较差的表面（例如外墙内侧的绝热层）使用的松粘接剂

强化灰泥

玻璃纤维网格强化灰泥用来控制开裂处，也是墙壁采暖/制冷表面必须使用的材料。

玻璃纤维网格必须满足以下要求：

- 可用于强化灰泥材料
- 横向和纵向抗拉强度大于1,500 N/5厘米
- 墙壁采暖灰泥稳定（pH 值在8和11之间）
- 安装的玻璃纤维网格缝宽为7×7毫米
- 带抹墙粉的玻璃纤维网格缝宽为4×4毫米



- 在开始抹灰作业以前应与灰泥商就安装方法达成一致。
- 必须遵守灰泥制造商的规定。
- 管道顶部外侧第三层灰泥层中必须安装强化玻璃纤维网格。

玻璃纤维网格有两种安装方法：

- 安装玻璃纤维网格：

这种方法用于多层灰泥层的情况

- 大约涂设计灰泥厚度2/3的灰泥层。
- 安装玻璃纤维网格时，至少超过危险区域25 mm，而且至少10厘米是重叠的。
- 铺设玻璃纤维网格，拉紧。
- 涂抹剩余部分的灰泥层。
- 对于含石膏的灰泥，“湿法铺设”处理面积不能大于20m²。遵守管道顶部灰泥覆盖层10毫米的最小要求。

- 通过抹墙粉粘合玻璃纤维网格：

这种方法用于多层灰泥层的情况

涂抹第一次灰泥层并待其硬化。

- 涂抹抹墙粉。
- 压入玻璃纤维网格。铺设时网格之间必须至少重叠10厘米。
- 确保交叉点“粘接剂渗透”。
- 用抹墙粉盖住整个玻璃纤维网格。遵照制造商规定的各层厚度。
- 抹墙粉干透后按照制造商规定涂抹第二层抹墙粉。



- 当墙壁采暖系统长度大于10米时，由于受热会造成长度的变化因此必须设计接缝（通过灰泥）。
- 制冷时管道上可能出现结露。
- 为防止结露，使用瑞好采暖/制冷控制组件以及露点传感器或其它合适的控制和监控设备。
- 对于含石膏的灰泥，进水温度不能超过45℃。

26.5 瑞好气候元件系统



- 预制CES板组装迅速简单
- 没有等待灰泥干透的等待时间
- 管道无需嵌入抹墙粉中
- 结构高度最小
- 加热迅速
- 表面适合进一步处理



瑞好气候元件系统的基材是 Fermacell 公司生产的石膏板，该石膏板由水、石膏和回收纸张制成。不加入任何粘接剂将原材料压成坚固的板材，然后干燥，加入疏水剂使其憎水，然后切割成各自的尺寸。板材经试为环保材料，不含对人体有害的物质，而且没有任何气味。

系统组件

- 瑞好 VA60 CES 大板
- 瑞好 VA60 CE 小板
- 瑞好 VA104 CES 大板
- 瑞好 VA104 CES 小板
- 瑞好横向 VA75 CES 板
- 瑞好夹环螺纹接头 12x2.0毫米
- 瑞好连接器 12x2.0毫米
- 瑞好收紧套环 12x2.0毫米
- 瑞好异径接头 17-12
- 瑞好转接器 12x2.0毫米 至 R½
- 瑞好三通 17-12-17
- 收紧套环 17x2.0毫米
- Fermacell 接缝粘接剂

可使用的瑞好管道

- RAUTHERM S 12x2.0毫米
- RAUTHERM S 17x2.0毫米用作连接管道

附件

- 瑞好保护套管 12/14 和 17



如果瑞好气候元件系统用于制冷，管道或石膏板的前后侧可能出现结露。

- 为防止结露，使用瑞好采暖/制冷控制组件以及露点传感器或其它合适的控制和监控设备。

说明

瑞好气候元件系统由带铣槽的石膏板和公称尺寸12x2.0毫米的内置 RAUTHERM S 管道组成。为防止运输和储存时造成污损，用封盖将组件盖住。



图26-18 CES 板 (VA60, 小)



图26-19 CES 板(VA104,小)



图26-20 用于瑞好气候元件的管件产品系列

应用

瑞好气候元件系统可用于所有

- 没有湿负荷或湿负荷极少的住宅和商业区
- 屋内有喷水的间歇性湿负荷的房间

这相当于国家干式施工研究组确定的湿负荷等级1级。瑞好气候元件系统不适合湿负荷等级为2至4级的房间。

包括：

- 商业区受潮的房间（例如小旅馆的洗手间）
- 住宅或商业区的潮湿房间，例如桑拿、餐厅、厨房和游泳池的浴室



CES板不可用于20℃下平均相对湿度≥80%的区域。

运输和储存

瑞好CES板

- 交货时放置在货箱中
- 必须在平滑干燥的水平面上储藏
- 必须防止受潮和受污
- 在施工现场搬运时必须从边沿搬运
- 如果潮湿，只能待其干透后瑞施工

CES 板	大 VA60	小 VA60	大 VA104	小 VA104	横向 VA75
说明					
板长度	200 cm	100 cm	200 cm	100 cm	83 cm
板宽度	62 cm	62 cm	62 cm	62 cm	125 cm
板厚度	18 mm	18 mm	18 mm	18 mm	18 mm
安装管间距	60 mm	60 mm	104 mm	104 mm	75 mm
重量	24.18 kg	12.09 kg	24.18 kg	12.09 kg	20.23 kg
安装管长度	20.0 m	10.0 m	12.4 m	6.5 m	14.4 m
导热系数	$\lambda = 0.36 \text{ W/mK}$				
扩散阻力因子	$\mu = 11$				
光板密度	$\rho = 1.180 \pm 60 \text{ kg/m}^3$				
材料等级	符合 DIN 4102 标准2级				

表26-3 CES 板技术参数

26.5.1 基材

合适的墙壁整体构造对于瑞好气候元件系统发挥最佳功能十分重要。

一般要求

- CES 板的接触面至少50毫米宽
- CES 板和底层的边沿覆盖物至少为20毫米
- 基材的两个垂直支撑物之间的间距最多为310毫米

理论上瑞好气候元件系统可以在三种不同的墙结构中集成：

- 在外墙的内侧
- 在房间隔墙的一侧或两侧
- 在倾斜的屋顶区

瑞好气候元件系统的基材可以是

- 整体木制基材
- 木构架结构
- 金属型材

整体表面基材

在整体表面基材上组装CES板时，板材接触的区域应当用光滑的塑料带将接缝胶和下方的承重层分隔开来。

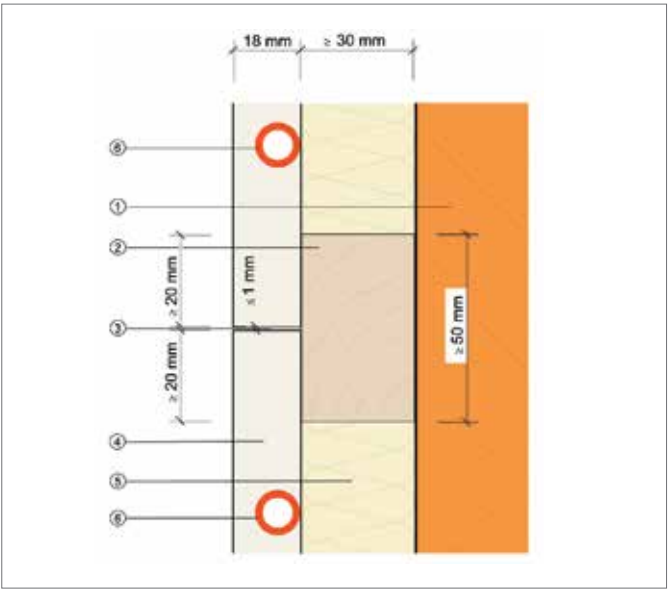


图26-21 基材的尺寸（顶视图）

- 1 毛坯墙
- 2 基板
- 3 带接缝胶的对接接缝
- 4 CES 板
- 5 绝热层
- 6 RAUTHERM S 12x2.0 mm

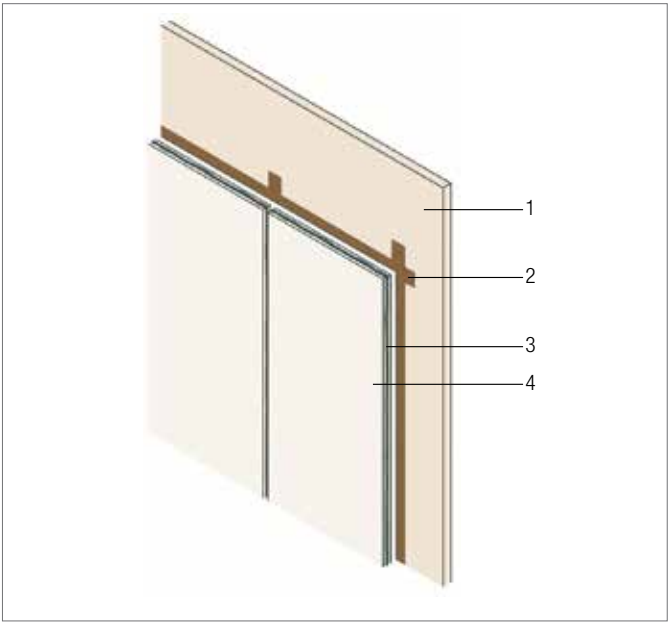


图26-22 整体表面木制基材上的CES板

- 1 整体表面木制基材
- 2 隔离层（例如塑料带）
- 3 对接接缝，1毫米，带接缝胶
- 4 CES 板

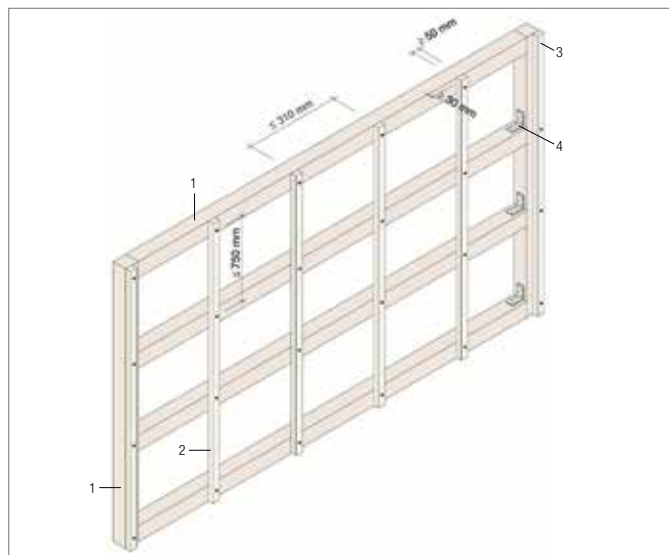


图26-23 木构架结构示例

- 1 承重结构
- 2 垂直木条
- 3 通过部分拧紧螺钉固定
- 4 通过连接支架固定

木构架结构基材

如果瑞好气候元件系统的基材是木架和支架构成的，必须遵守以下要求：

- 使用的木头必须适合木构架结构，而且在施工时必须干燥。
- 使用的木条最小厚度必须达到30 × 50毫米。
- 木构架结构外框不能有弹性。
- 承重结构的中心距不能超过750毫米。

金属结构基材

瑞好气候元件系统使用金属型材作基格时必须遵守以下要点：

- 必须防止所有金属型材和紧固件腐蚀。
- 框架结构必须符合 DIN 18182, Part 1 要求。
- 金属型材板的厚度必须至少为0.6毫米且不超过0.7毫米。
- 固定在墙上的C和U形型材必须垂直而且对齐。
- 垂直摆放在CW型材只能通过连接件（支架）连接UW型材。
- 水平连接点之间不能超过70厘米，垂直连接点不能超过100厘米。

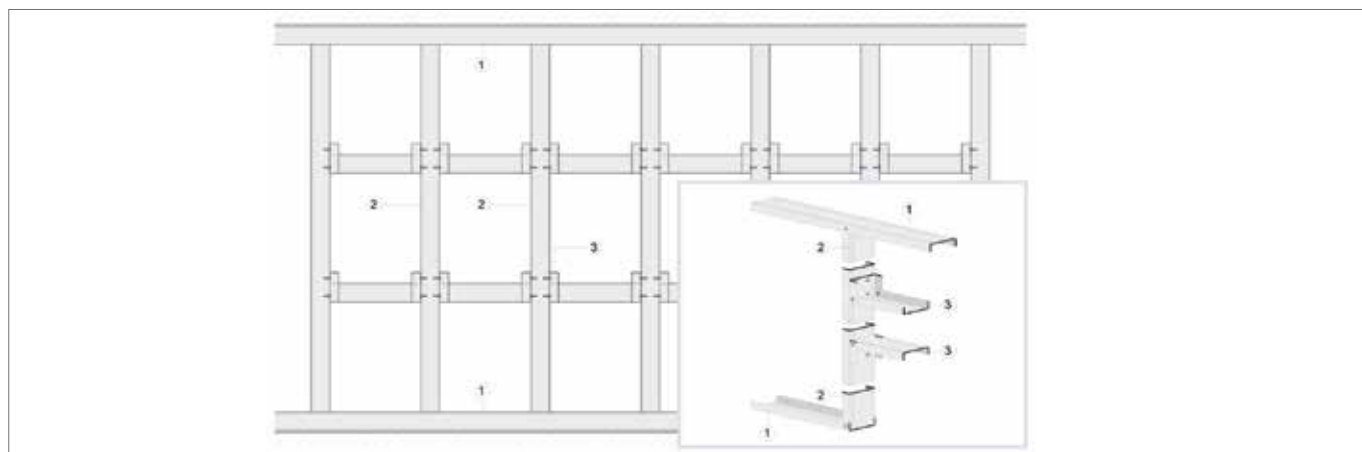


图26-24 金属结构基材示例

- 1 UW 连接型材
- 2 CW 垂直型材
- 3 UW 型材，带折叠条

安装

- 安装基材。
- 在合适位置设置瑞好分集水器箱。
- 安装瑞好分集水器。



CES板的管道始终朝向后墙。各块CES板始终先固定一侧再固定另一侧，或者从CES板中间开始向外固定。

- 用 Fermacell 3.9x45毫米（木头）或3.9x30毫米（金属）的墙用螺丝将第一块 CES 板固定在基材（木头或金属）上预先中心冲孔的点上，板的底边至少比毛坯地板的顶部高7厘米。



每平方米 CES 板大约要使用20颗墙用螺丝。

- 用 Fermacell 接缝胶涂抹在第一块 CES 板的边沿。
- 第二块 CES 板和第一块板对接，接缝宽度最大为1毫米，按上面的方法在基材上对准并固定该板。
- 组装加热区的其它所有 CES 板，不要带十字接头。
- 用市售厚度18毫米 Fermacell 石膏板补齐不使用加热板的区域(例如前述区域)，不要带十字接头。
- 布置连接管路，并连接至分集水器。
- 对墙壁加热回路冲洗、充水并除气。
- 进行压力测试，最后设置为运行压力并保持该压力。
- 表面涂上抹墙粉，并完成表面施工。



必须遵守石膏板制造商提供的安装指南。

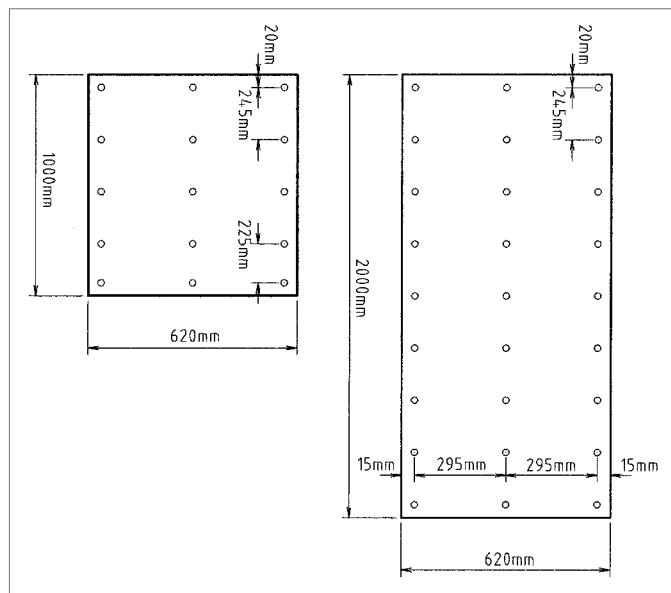


图26-25 宽度62厘米瑞好CES板的固定点和组装间距

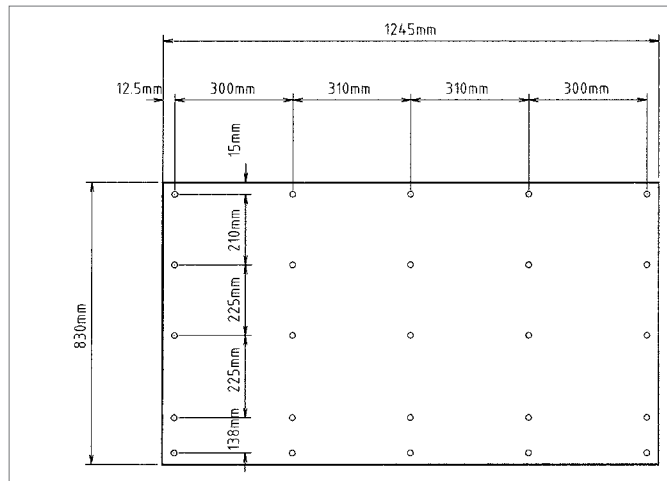


图26-26 宽度125厘米瑞好CES板固定点和组装间距

用支架固定CES板

按照 DIN 18182, Part 2 要求，用支架固定CES板只适用于木结构。使用的固定间距和支架数目可以从石膏板制造商的文件中找到。

接缝形式

必须区分以下事项

- 活动接缝
- 膨胀接缝
- 对接接缝

活动接缝

组装配备瑞好气候元件系统的墙壁时，活动接缝始终是必要的，此时建筑内同样需要活动接缝。

膨胀接缝

CES板在室内气候变化时长度发生变化（膨胀和收缩）。这一现象需通过设置膨胀接缝加以弥补。

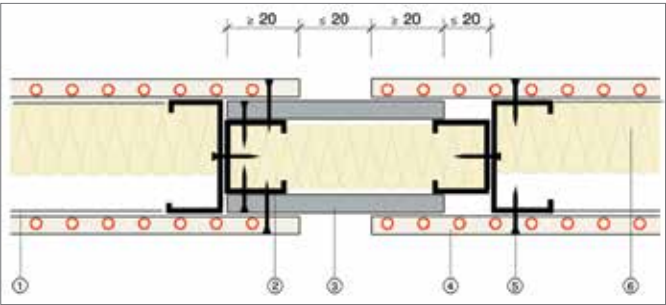


图26-27 活动和膨胀接缝结构示意图

- 1 U形型材，镀锌
- 2 C形型材，镀锌
- 3 石膏板
- 4 CES 板
- 5 墙用螺丝
- 6 绝热层



膨胀接缝应按照不大于800厘米的间距进行设置！

对接接缝

安装时 CES 板之间以及 CES 板和市售石膏板之间出现对接接缝，目的是为了使表面均一。

- 对接接缝最大为1毫米宽。
- 接触CES板的干法施工板必须使用 Fermacell 石膏板。
- 按照如下顺序进行安装：

板 – 粘接剂 – 板，使用 Fermacell 接缝胶固定各块 CES板时，必须留出对接接缝。

消耗量：一盒310毫升（430克）胶水足以胶合大约8平方米气候元件系统的接缝。

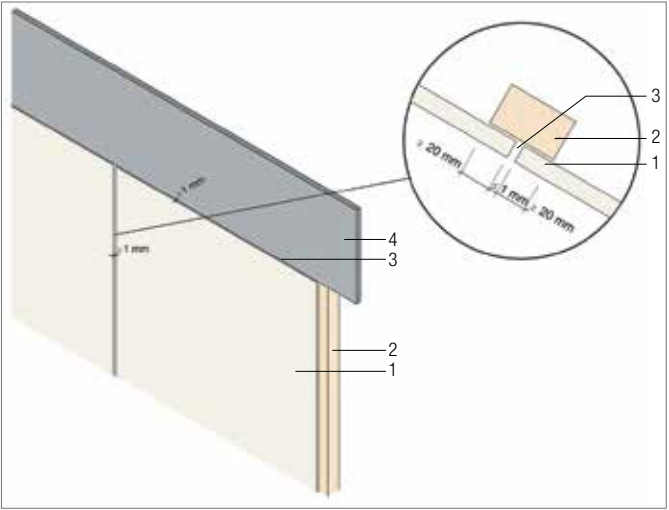


图26-28 对接接缝结构示意图

- 1 CES 板
- 2 木条，为承重结构
- 3 带接缝胶的对接接缝
- 4 石膏板

移动墙和幕墙的连接

中空的外幕墙可以承受风引起的压力和抽吸运动。为了连接安装瑞好气候元件系统的间隔墙，在建造金属或木制基材和外幕墙的连接时必须考虑这一因素。此外，气候元件系统需要和周围材料（例如，灰泥、露石混凝土或大理石）分隔。



CES 板不能固定在连接型材上！

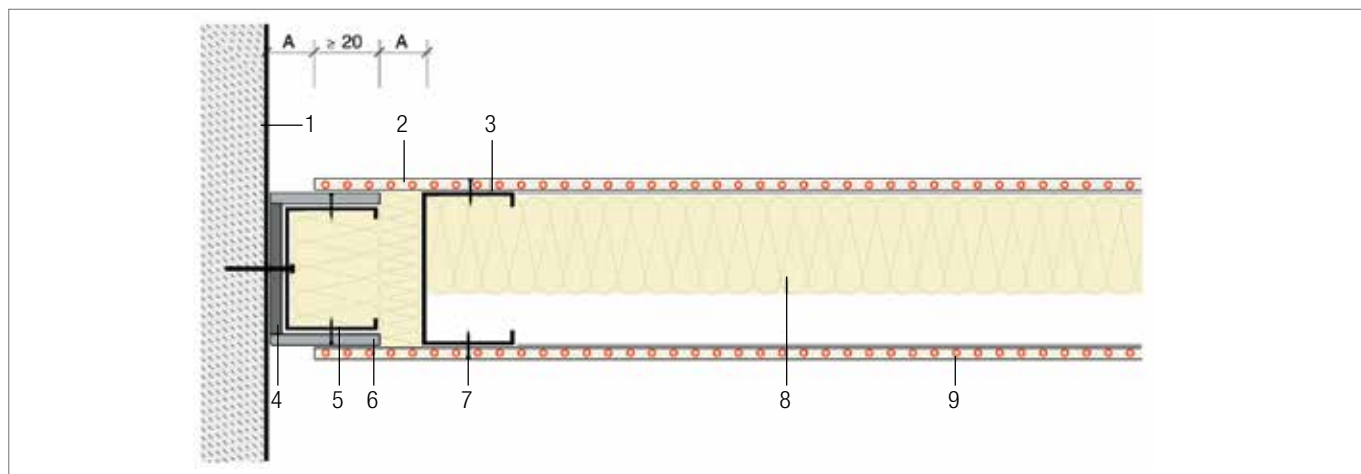


图26-29 移动墙和幕墙连接的示意图

- | | |
|------------|------------------------|
| 1 外墙 | 6 石膏板条 |
| 2 CES 板 | 7 墙用螺丝 |
| 3 CW板型材，镀锌 | 8 绝热层 |
| 4 弹性密封条 | 9 RAUTHERM S 12x2.0 mm |
| 5 连接型材 | A 移动尺寸 |

26.5.2 抹墙粉作业

表面细抹墙粉作业

Fermacell 细抹墙粉用于瑞好气候元件系统的细抹墙粉作业。使用抹墙粉可以抹平凹凸点和凹陷的螺丝头。此时可使用市售赶光抹子和抹刀。

要求

在开始细抹墙粉作业以前，CES 板的表面必须：

- 干燥度均匀
- 没有残留的石膏和灰泥
- 没有灰尘

在以下材料完全干透以前请勿进行细抹墙粉作业

- CES 板
- 周围的石膏板
- 同一房间中的抹灰填充层或湿灰泥

消耗量

- 表面抹墙粉：大约 0.2kg/m²
- 填缝：大约 0.1 kg/m²

表面处理

CES板的表面可用以下材料覆盖：

- 墙板/瓷砖
- 斑纹灰泥
- 表面涂料
- 墙纸

要求

- 所有对接接缝、刮痕和凹陷的螺丝必须用 Fermacell 细抹墙粉填补，抹平，填上砂子，再均匀地干燥。
- CES 板的表面和周围的石膏板必须干透，并均匀地铺上砂子。
- 斑纹灰泥或涂料所需的干燥型底漆必须按照制造商的规定施工并干透。
- 接触水的表面（例如淋浴和盆浴区）必须提供额外的液体密封膜或密封胶，而且必须干透。

铺贴墙板/瓷砖

必须符合以下规定：

- CES板含水量必须小于1.3%。
- 必须使用薄层安装方法。
- 采用适于干燥环境的瓷砖粘合剂，例如塑料改良水泥粉、软胶。
- 瓷砖不能预先浸泡。
- 接缝使用弹性接缝灰泥。
- 在形成接缝以前瓷砖粘接剂必须完全干透。
- 在任何情况下都必须遵守各粘接剂制造商的安装指南。

斑纹灰泥施工

必须符合以下规定：

- CES板含水量必须小于1.3%。
- 和石膏板一起使用的合成剂和矿物灰泥必须得到各制造商的批准。
- 只能使用厚度最大为4毫米的薄层斑纹灰泥。
- 接缝必须用玻璃绒条强化。

表面涂料施工

- 乳胶、分散剂和漆都适用。
- 矿物油漆（例如石灰和硅酸盐）必须得到各自制造商许可方可在石膏板中使用。
- 施工必须遵守制造商的规定。

墙纸施工

- 除乙烯基墙纸外其它所有墙纸都适用。
- 可使用市售墙纸胶粘贴。
- 除非墙纸制造商规定，否则不必使用底漆。
- 对于厚墙纸，必须使用干燥型墙纸胶。

确定含热媒管道的位置

CES 板中含热媒管道可在加热时使用热膜定位。为此，可将热膜贴在检查区域，并对气候元件系统进行调试。热膜可多次使用。



图26-30 通过热膜定位含热媒管道的位置

墙壁独立悬挂负荷



如果介质的 RAUTHERM S 管道已经事先定位，方可在瑞好气候元件系统使用钉子、中空销、尖头销、石膏板特制销和画钩。

不管固定点的数目是多少，具有以下固定点的 CES 板的独立负荷最大为35公斤：

- 1个固定点：最大15公斤
- 2个固定点：最大25公斤
- 3个固定点：最大35公斤

必须遵守有关安装元件固定的规定。

27. 系统附件

27.1 瑞好边角保温条



- 带有后胶条
- 自粘式膜基
- 可使用自流平水泥
- 特别适合于角落



图27-1 瑞好边角保温条

应用

- 瑞好 Varionova 蘑菇板
- 瑞好 Vario 蘑菇板
- 瑞好卡钉系统
- 瑞好 RAUFIX 系统
- 瑞好钢丝网夹
- 瑞好干式系统
- 瑞好基板 TS-14

说明

瑞好边角保温条的聚乙烯轮廓确保墙角和突出物的清楚形状。聚乙烯后侧分层的胶条和膜基确保最佳的粘接力 and 快速的安装。防撕膜基防止潮气和填充层水分的渗透。防止声桥和热桥的形成。瑞好边角保温条确保了加热填充层5毫米的移动，达到 DIN 18560 要求。

技术数据

绝热材料	PE
膜基材料	PE
材料等级（据DIN 4102）	B2
火灾行为（据DIN 13501）	E
高度 [mm]	180
膜基长度 [mm]	280
厚度 [mm]	10

表27-1 瑞好边角保温条技术数据

安装



安装瑞好边角保温条时，绝热条互相接触的位置必须至少重叠5厘米。

- 撕下聚乙烯后壁的胶条保护膜。
- 粘贴瑞好边角保温条，膜基朝向房间。瑞好文字面朝上。
- 将膜基轻铺在绝热层上。
- 撕下膜基的胶条保护层。
- 固定膜基。



图27-2 将膜基粘贴在瑞好 Vario 蘑菇板上

27.2 瑞好伸缩接头型材瑞好填充型材



- 自粘式
- 柔韧性好
- 快速安装



图27-3：瑞好伸缩缝型材和瑞好填充型材

应用

- 瑞好 Varionova 蘑菇板
- 瑞好 Vario 蘑菇板
- 瑞好卡钉系统
- 瑞好 RAUFIX 系统
- 瑞好钢丝网夹
- 瑞好干式安装系统
- 瑞好基板 TS-14

说明

瑞好伸缩缝型材和瑞好填充型材用于形成加热填充板的永久弹性连接，并用于填充层边界区域。伸缩缝型材和填充型材的自粘式基材确保在瑞好底部加热系统上稳固地固定。

- 伸缩接头型材：高×厚×长 100 x 10 x 1200 毫米
- 填充型材：高×厚×长 24 x 18 x 1,200 毫米

在 Varionova 和 Vario 蘑菇板上安装

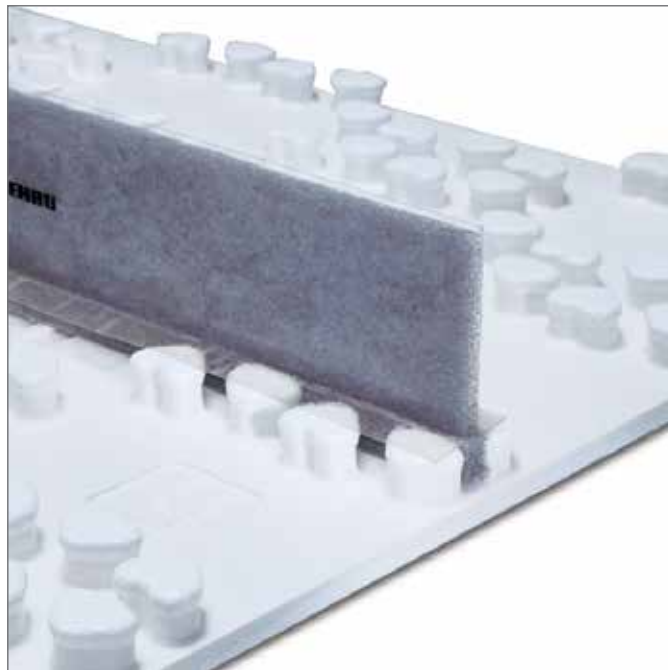


图27-4：Vario蘑菇板中的瑞好伸缩缝型材和填充型材



- 在所有瑞好安装系统中组装伸缩缝型材都不需要填充型材即可完成。此时连接管道的引入部分可能需要开槽。
- 安装在安装管道之后进行。

- 如果需要，切割30厘米左右瑞好保护套管制成的管套并套在伸缩接头附近的连接管路上。
- 从填充型材的底部撕下保护带。
- 将填充型材切割成需要的长度，并安装在 Varionova 或 Vario 蘑菇板上。
- 从伸缩缝型材的底部撕下保护带。
- 将伸缩缝型材安装在填充型材和蘑菇板上。

27.3 瑞好系统安装材料

系统组件

- 瑞好膨胀聚苯乙烯隔音层
- 瑞好膨胀聚苯乙烯额外隔热层
- 瑞好PUR聚苯乙烯绝热层

作为瑞好系统的额外绝热层，用于：

- 瑞好 Varionova 蘑菇板
- 瑞好 Vario 蘑菇板
- 瑞好卡钉板
- 瑞好 RAUFIX
- 瑞好钢丝网夹
- 瑞好干式系统
- 瑞好基板 TS-14



瑞好干式系统和瑞好基板TS - 14与干填充层板一起使用时，只允许使用密度不小于30 kg/m³ 的 EPS 035 DEO 或 PUR 作为额外绝热层。

说明

瑞好额外绝热和隔音层由不含 CFC、符合 DIN EN13163 标准的膨胀聚苯乙烯组成。

瑞好额外绝热 PUR 由不含 CFC 并经过质量检测符合 DIN EN 13165 的 PUR 硬泡沫塑料组成，两面涂有防热扩散铝膜。

组装



安装多层绝热层时，最多可以有两层隔音层。整个绝热层的压缩性不超过以下值：

- 地板负荷 $\leq 3 \text{ kN/m}^2$ 时5毫米
- 地板负荷 $\leq 5 \text{ kN/m}^2$ 时3毫米

- 在整个表面上安装系统绝热层，不留缺口，而且各层互相直接接触，不形成十字接头。
- 安装多层绝热层时，使顶层接缝和底层接缝之间的距离不小于10厘米。
- 当抹灰填充层下隔音层与绝热层结合使用时，首先安装隔音层（隔音系统板不适用，管道补偿时绝热板不适用）。

技术数据

名称和 类型	膨胀聚苯乙烯隔音层						膨胀聚苯乙烯隔音层												额外PUR 绝热铝涂层				
	30-2	50-2	70-2	10	10	10	20	30	30	30	40	50	50	50	50	50	50	50	50	50	PUR 40	PUR 50	
材 料	EPS 040 DES sg	EPS 040 DES sg	EPS 035 DES sg	EPS 040 DEO dm	EPS 035 DEO dh	EPS 035 DEO dh	EPS 035 DEO dh	EPS 040 DEO dm	EPS 035 DEO dh	EPS 035 DEO dh	EPS 035 DEO dh	EPS 040 DEO dm	EPS 035 DEO dh	EPS 035 DEO dh	EPS 040 DEO dm	EPS 035 DEO dh	EPS 035 DEO dh	EPS 035 DEO dh	EPS 035 DEO dh	EPS 035 DEO dh	PUR 025 DEO dh	PUR 025 DEO dh	
产 品 编 号	239053-001 239053-001	239303-001 239303-001	239093-001 239093-001	239113-001 239113-001	239123-001 239123-001	239123-001 239123-001	286328-001 286328-001	239133-001 239133-001	239313-001 239313-001	239323-001 239323-001	239143-001 239143-001	239153-001 239153-001	239163-001 239163-001	239183-001 239183-001	239153-001 239153-001	239163-001 239163-001	239183-001 239183-001	239183-001 239183-001	239183-001 239183-001	239183-001 239183-001	239183-001 239183-001	227828-001 227828-001	227838-001 227838-001
公称厚度 dN(mm)	30	50	70	10	10	10	10	20	30	30	40	50	50	50	50	50	50	50	50	50	40	50	
压缩性 c(mm)	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
长 度 (mm)	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,200	1,200	
宽 度 (mm)	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	500	600	600	
密 度 (kg/m ²)	-	-	-	20	25	30	30	30	30	30	25	20	25	30	20	25	30	30	30	30	30	30	
寻热性 (W/mK)	0.040	0.040	0.035	0.040	0.035	0.035	0.035	0.040	0.035	0.035	0.035	0.040	0.035	0.035	0.040	0.035	0.035	0.035	0.035	0.025	0.025	0.025	
传热阻力 (m ² K/W)	0.75	1.25	2.00	0.25	0.25	0.25	0.25	0.75	0.55	0.85	1.10	1.30	1.40	1.40	1.30	1.40	1.40	1.40	1.40	1.60	2.00	2.00	
最大设计负荷 (kN/m ²)	5.0	5.0	10.0	20.0	28.0	36.0	36.0	20.0	36.0	36.0	28.0	20.0	36.0	36.0	20.0	28.0	28.0	28.0	28.0	100.0	100.0	100.0	
动态刚性 (MN/m ²)	20	15	30	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
撞击声改善尺寸 (dB)	28	29	26	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
材料等级 (据 DIN 4102)	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B1	B2	B2	B2	
火灾行为 (据 DIN EN 13051)	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	

表27-2 瑞好保温板技术数据
¹) 撞击声改善尺寸 ΔLW, R, 隔音层上安装了质量≥70kg/m²的实心天花板和水泥填充层。

27.4 瑞好胶带/瑞好胶带分割器



- 胶合力强
- 抗撕力强
- 胶带分割器极轻



图27-5 瑞好胶带



图27-6 瑞好胶带分割器

应用

- 用于以下瑞好安装系统中急需胶合的膜重叠部分：
 - 瑞好卡钉系统
 - 瑞好 RAUFIX 系统
 - 瑞好钢丝网夹系统
- 和抹灰填充层一起使用的瑞好干式系统和基板 TS-14
- 用于急需胶合的膜基和不带自粘胶条的边角保温条。

技术数据

胶带卷宽度	50 mm
胶带卷长度	66 m
抗撕力	至少 10 N/mm ²

表27-3 瑞好胶带技术数据

27.5 瑞好试压泵



- 精密试压泵，用于精确快速的压力和泄漏测试
- 压力测试可用水和抗冻剂
- 充水和压力测试一步完成



图27-7 瑞好液压测试泵

应用

按照 DIN EN 1264, Part 4 要求，瑞好地板采暖/制冷系统加热回路的压力和泄漏测试采用瑞好试压泵进行。

技术数据

尺寸	720 x 170 x 260 mm
容积	12 升
压力范围	0 至 60 bar
抽吸体积	大约45毫升/冲程
接口	R½”
重量	约 8 kg

表27-4 瑞好液压测试泵技术数据

27.6 瑞好水泥添加剂 P



- 改善流动特性和可加工性
- 水泥层微结构均匀
- 改善弯拉强度和压缩强度
- 改善相关热性能



图27-8: 瑞好水泥添加剂P

应用

瑞好水泥试压剂P适用于符合 DIN 18560 的所有水泥。

单位面积使用量

一般而言：每平方米面积每厘米厚的填充层需要0.035公斤水泥添加剂P。

技术数据

发货单位	10 kg/桶
密度	1.1 g/cm ³
pH值	8
火灾行为	不可燃
储存	干燥阴凉处不低于0℃
保质期	参见包装中的说明书
生态等级	无害

表27-5 瑞好瑞好水泥添加剂 P 技术数据

27.7 带瑞好合成纤维的瑞好水泥添加剂“MINI”



- 形成改良式薄层合成填充层
- 增进弯拉强度和压缩强度
- 使用的混合水更少
- 改善可加工性



图27-9: 瑞好填充层成分“Mini”

薄层填充层必须采用该方法形成，按照 DIN 18560，Part 2 标准管道至少要覆盖30厘米。瑞好填充层成分 Mini 支持并满足这一要求，同时增加水泥含量。

应用

- 符合 DIN 18560 标准的水泥
- 所有瑞好地板采暖/加热系统

说明

通过添加瑞好水泥添加剂分“Mini”、瑞好合成纤维并增加水泥含量：

- 根据设计负荷（1.5 kN/m²），填充层的厚度（从顶端开始算起）可以减少为允许的最小值30毫米，符合 DIN 18560 标准。
- 水泥填充层的强度等级从F4增加为F5级。
- 减少了干燥和硬化过程中裂缝的形成。

单位面积使用量

- 每平方米面积每厘米厚的填充层一般需要0.2公斤水泥添加剂“Mini”。
- 每平方米面积每厘米厚的填充层一般需要10克合成纤维。

可采用以下配比进行混合

- 60公斤水泥 CEM 32.5
- 150公斤0-4毫米沙子
- 100公斤4-8毫米沙子
- 大约20升水
- 3.12公斤填充层成分“Mini”
- 0.20公斤合成纤维

技术数据

发货单位	25 kg/桶
密度	1.05 g/cm ³
pH 值	8
火灾行为	耐火
储存	干燥，不低于0℃
保质期	参见包装中的说明书
生态等级	生物降解

表27-6 瑞好水泥添加剂“Mini”技术数据

27.8 残余水分瑞好测量点



图27-10: 残余水分瑞好测试点

说明

根据地板面层的不同，覆盖水泥层前水泥层的残余水分不能超过特定水平。

这就是为什么要在最上层的地板上进行水分含量（CM）测量，确定填充层的残余水分。为此必须对找平层取样。

在未标记的测试点进行水分测试时，不能排除对采暖系统的损坏。这就是为什么要使用测试点来标记可取样区。

在铺设填充层以前，将残余水分测试点的四个定位脚放在采暖系统的表面。为此，预先可以用锐利的工具在采暖系统的膜中切出测试点的四个连接孔。测试点的数目和位置由建筑师/规划师确定。如果需要，每个房间至少包括一个测试点。

27.9 瑞好管道放管器（冷式）



- 操作快速简单
- 简单安装 RAUTHERM S / E / E professional 、RAUTITAN stabil 和 RAUTITAN pink 管道，节省时间
- 可以“单人安装”



图27-11 瑞好管道放管器（冷式）

应用

- RAUTHERM S / E / E professional 管
- RAUTITAN pink / flex 管
- RAUTITAN stabil 管

公称尺寸达20毫米，卷长达600米的管。

说明

使用瑞好管道放管器（冷式），可以快速简单地现场安装含介质的瑞好管道。



图27-12 组装前的瑞好管道放管器（冷式）

组装

- 定螺丝。
- 打开折叠移动支脚。
- 拉出移动支脚的延长杆。
- 打开折叠支撑杆。
- 打开折叠固定杆。
- 拉出延长杆至最大环高度/宽度。

技术数据

总直径	1.40 m
管道放管器安装高度（最大）	大约 86 cm
材料	镀锌钢
不带盘管的重量	约12.5 kg

表27-7 瑞好管道放管器（冷式）技术数据

27.10 瑞好管道放管器（热式）



- 简化带介质管道的安装
 - 在低室外温度和未加热的房间中安装
 - 安装管间距窄
 - 可安装大卷管道（长度达600米）



图27-13 瑞好管道放管器（热式）

应用

适合盘管：

- 长度达600米，管道外径最大17毫米
- 长度达500米，管道外径最大20毫米
- 长度达350米，管道外径最大25毫米
- 长度达200米，管道外径最大32毫米

使用要求

- 温控装置最大电压/电流为400伏/16安
- 可连接水
- 在所需位置安装分集水器



在10℃以下安装温度、安装管间距 ≤15厘米的情况下，安装带 RAUFIX 轨道、公称尺寸17x2.0毫米和20 × 2.0毫米的 RAUTHERM S / E 管或16 × 2.2 毫米的 RAUTITAN pink / flex管的瑞好采暖/制冷系统时，必须使用瑞好管道放管器（热式）。

说明

瑞好管道放管器（热式）带有一个分配器，它可以连接一个带循环泵的温度控制装置。50℃至60℃的循环水使得安装的管道即使在不利的条件下也可变软而且易弯，使得管道铺设迅速简单。

安装

- 温度控制装置的进水/回水管连接瑞好分集水器的进水/回水。
- 将盘管放在管道开放管器上。
- 将盘管的进水管连接在相应的分集水器入口。
- 将盘管的回水管连接在管道放管器的鼓状枪上，并在此处安装一根返回分集水器的软管。
- 向盘管和温度控制装置充水并调试。

技术数据

长度	1.20 m
宽度	0.78 m
高度	0.93 m
不带盘管	约37 kg

表27-8 瑞好管道放管器（热式）技术数据

28. 分集水器

28.1 瑞好分集水器



- 优质耐脱锌黄铜制造
- 平缝连接点
- 螺纹接头偏移布置，安装更方便
- 分集水器可两端连接
- 已在支架上预先组装

型号

- HKV 分集水器
- HKV-D 分集水器

应用

HKV /HKV-D 分集水器用于低温地板采暖/制冷系统中流量的分配和调节。HKV /HKV-D 分集水器必须使用符合 VDI 2035的水。对于加热水中含腐蚀颗粒或污染物的系统，必须在加热系统中安装一个筛孔不大于0.8毫米的集尘器或过滤器，以保护分集水器的测量和调节设备。80℃下最大许可持续运行压力为6巴。20℃下最大许可测试压力为8巴。

附件

- 瑞好分集水器箱，明装或暗装
- 瑞好量热计连接套件
- 瑞好温度控制站 TRS-V
- 瑞好固定值控制套件，1英寸

HKV

- 进水管中配有调节阀
- 回水管中配有可用于瑞好温控热电阀的阀门
- 进水和回水管配有连接球阀
- 分集水器末端带除气/排气装置
- 镀锌支架带绝热插件

HKV-D

和 HKV 相似，但另外包括：

- 进水管中有流量计和快速关断阀
- 回水管中配有可用于瑞好温控热电阀的阀门



图28-1 瑞好HKV分集水器



图28-2 瑞好 HKV-D 分集水器

技术数据

材料	黄铜
分水器/集水器	由独立的NW1英寸黄铜管组成
回路数量	适用于2 – 12个加热回路（组）
HKV	在回水管中每个加热回路中有一个可用于温控热电阀的阀门。在进水管中每个加热回路中有一个调节阀。
HKV-D	在供水管中每个加热回路中有一个带快速关断阀的流量计。在回水管中每个加热回路中有一个带流量控制的恒温器插件。
分集水器端盖	带有排气阀和排水阀
回路接口间距	55 mm
3/4英寸 Eurocone 接头	用于瑞好夹环螺纹连接
固定器/支架	隔音，适用于墙面明装和箱内暗装

表28-1 瑞好分集水器技术数据

分集水器尺寸	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
L in mm	190	245	300	355	410	465	520	575	630	685	740
总尺寸(mm)	307	362	417	472	527	582	637	692	747	802	857

表28-2 瑞好分集水器结构尺寸

瑞好 HKV 分集水器连接尺寸

安装

- 在瑞好分集水器箱中：
 - 将分集水器支架固定在C型滑轨上。分集水器可采用立式和水平方式固定。
- 在墙壁上：
 - 用随附的固定组件（四颗塑料销 S8 + 四颗 6x50 螺丝）穿过分集水器支架中的孔将分集水器固定在墙上。

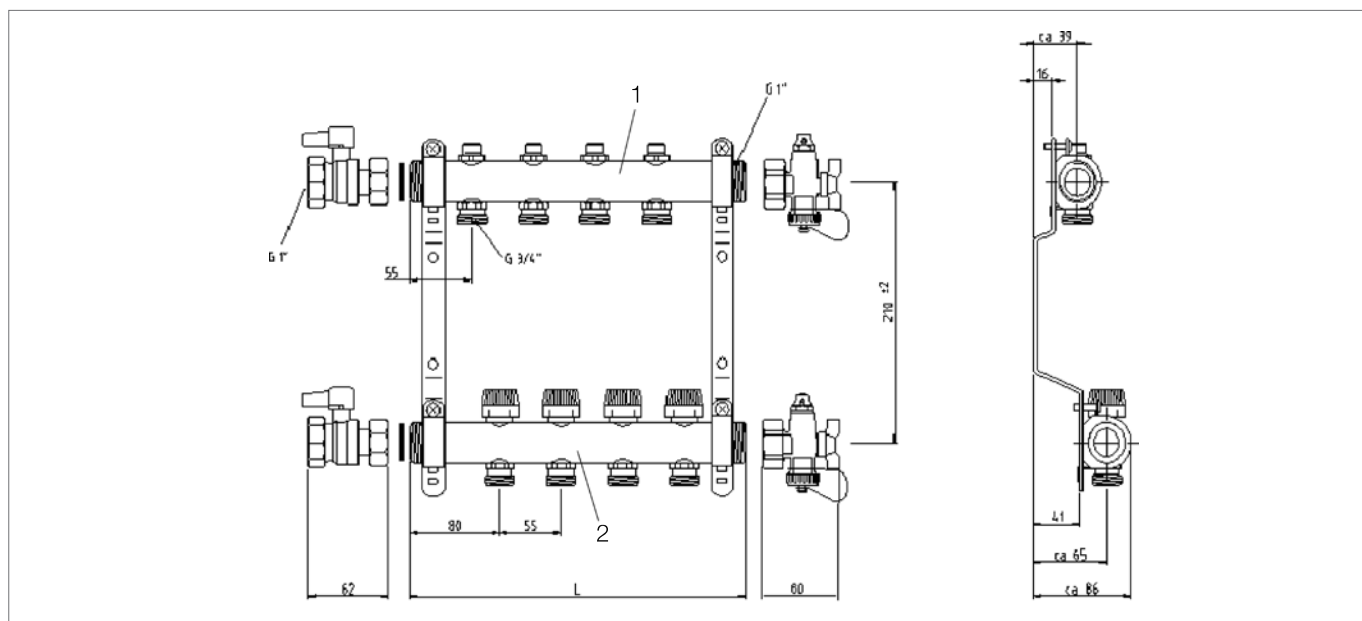


图28-3 瑞好 HKV 分集水器连接尺寸

- 1 进水
2 回水

瑞好 HKV-D 分集水器连接尺寸

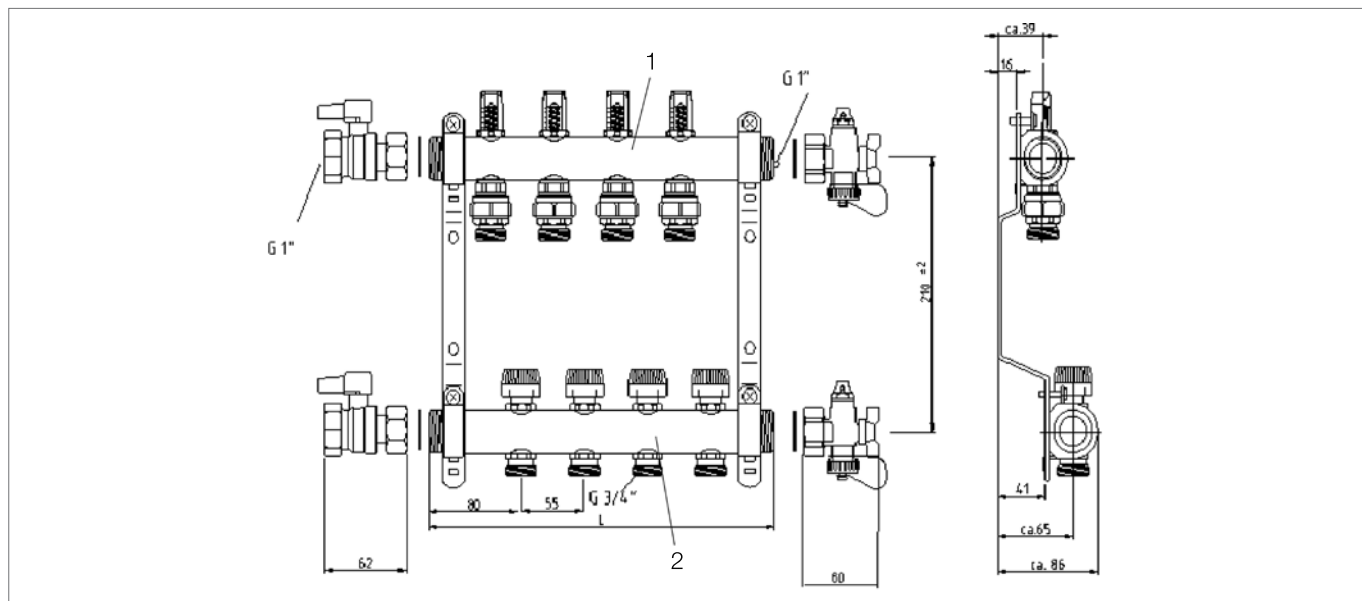


图28-4 瑞好 HKV-D 分集水器连接尺寸

- 1 进水
2 回水

28.2 瑞好分集水器箱

UP 分集水器箱



图28-5 瑞好 UP 分集水器箱

瑞好 UP 分集水器箱为平壁安装而设计。它由森吉米尔镀锌钢板组成，可调节高度和深度。侧壁可按照需要在左侧或右侧切出安装进水/回水管的切口。前挡板确保连接区域管的定向，该管可调节或拆除。此外，可调式前挡板确保表面安装时的清洁。

在顶部，分集水器箱配备标准轨道，用于容纳瑞好控制部件。根据下表分集水器箱可有10种不同的尺寸。

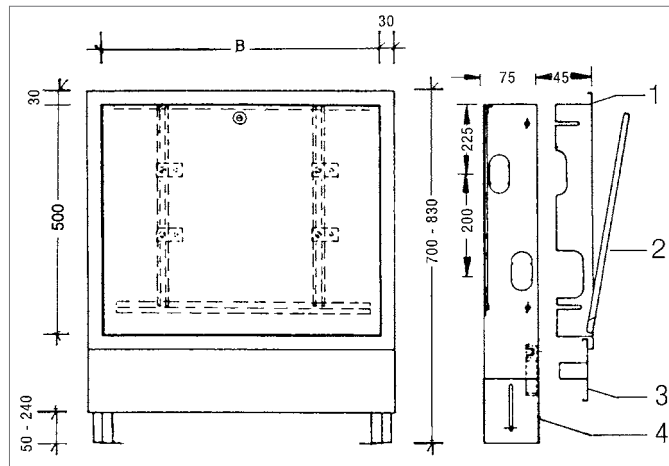


图28-6 UP 分集水器箱的连接尺寸

- 1 前框
- 2 面板
- 3 前挡板, 可拆卸
- 4 后框
- 5 支脚, 垂直, 可调式

箱种类	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
箱高度[mm] ¹⁾ , 不带外框	700 – 850	700 – 850	700 – 850	700 – 850	700 – 850	700 – 850	700 – 850	700 – 850	700 – 850	700 – 850
箱外侧总宽度[mm] “B”, 不带外框	450	554	665	754	835	868	954	1,033	1,154	1,303
箱 ²⁾ 外侧总深度[mm]	110 – 160	110 – 160	110 – 160	110 – 160	110 – 160	110 – 160	110 – 160	110 – 160	110 – 160	110 – 160
所需原始切块, 宽度[mm]	500	600	700	800	900	900	1,000	1,100	1,200	1,350
所需原始切块, 高度[mm]最小\最大	702/852	702/852	702/852	702/852	702/852	702/852	702/852	702/852	702/852	702/852
所需原始切块, 深度[mm]	125 – 175	125 – 175	125 – 175	125 – 175	125 – 175	125 – 175	125 – 175	125 – 175	125 – 175	125 – 175
箱重理[kg]	10.9	12.4	14.2	16.0	17.1	17.7	18.9	20.5	21.7	23.0

表28-3 嵌入式箱的箱体大小和尺寸（用于墙壁安装/平壁安装）

¹⁾ 高度可通过可调式机箱支脚在700和850毫米之间连续调节。

²⁾ 外框可在110和160毫米之间调节，这使内置式箱适合于各种深度的壁龛。

AP 分集水器箱



图28-7 瑞好 AP 分集水器箱

明装的分集水器箱也是分集水器箱系列中的一部分，箱体由森吉米尔镀锌钢制成。前挡板可拆卸。分集水器箱配备分集水器通用支架和一个用于容纳瑞好控制部件的标准轨道。

所需箱体尺寸选择表

按如下顺序选择：

1. HKV/HKVD 出口管数目
2. 型号：
 - 明装
 - 暗装
3. 选配：带 (●) / 不带 (○)：
 - 量热计连接装置 (WMZ)
 - 固定值控制装置 (FWRS)
 - 温度控制站分集水器 (TRSV)

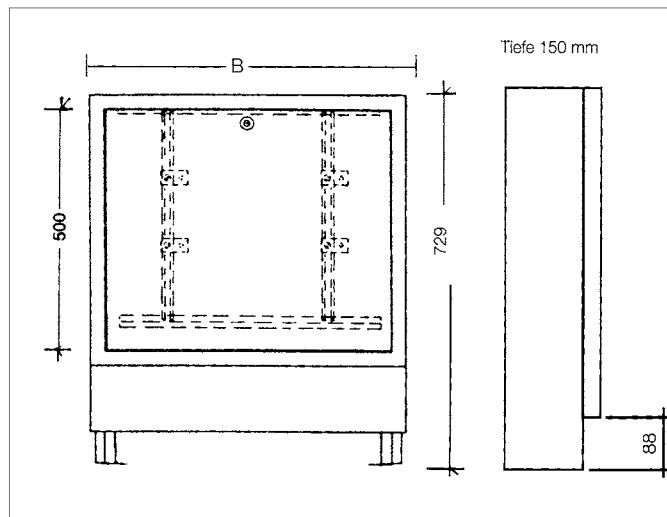


图28-8 瑞好 AP 分集水器箱的安装尺寸

T 深度

B 宽度

箱种类	2	4	7	9	10
箱结构高度 [mm]	729	729	729	729	729
箱总宽度“B” [mm]	605	605	1,005	1,205	1,353
箱外侧总深度 [mm]	150	150	150	150	150
箱重量 [kg]	11.6	14.2	17.6	20.7	22.0

表28-4 箱大小和尺寸（用于明装）

HKV/HKVD 回路数	选配	暗装UP型...					明装AP型...				
	WMZ	○	○	●	●	○	○	○	●	●	○
	FWRS	○	●	○	●	○	○	●	○	●	○
	TRS-V	○	○	○	○	●	○	○	○	○	●
2		1	2	2	4	3	2	2	2	4	4
3		1	3	3	5	3	2	4	4	7	4
4		2	3	3	6	4	2	4	4	7	4
5		2	4	4	7	4	2	4	4	7	4
6		3	5	4	8	5	4	4	4	7	7
7		3	5	5	8	6	4	7	7	9	7
8		4	6	6	9	7	4	7	7	9	7
9		5	7	7	9	8	7	7	7	9	9
10		6	8	8	10	8	7	7	9	9	9
11		7	8	8	10	9	7	9	9	10	9
12		7	9	9	10	9	7	9	9	10	9

表28-5 AP分集水器箱选型表

瑞好 UP 75毫米分集水器箱



图28-9 瑞好UP 75毫米分集水器箱

瑞好 UP 75毫米分集水器箱为平面安装装置而设计，例如在立柱框墙壁中安装。它由森吉米尔镀锌钢板组成，可调节高度和深度。侧壁可按照需要在左侧或右侧提供安装进水/回水管的切口。此外，可调式填充层端板确保在表面安装的清洁。在顶部，分集水器箱配备标准轨道，用于容纳瑞好控制部件。

根据下表分集水器箱可有4种不同的尺寸。

按如下顺序选择：

1. HKV/HKVD 出口数目
2. 设置：带 (●) / 不带 (○) 量热计连接装置 (WMZ)

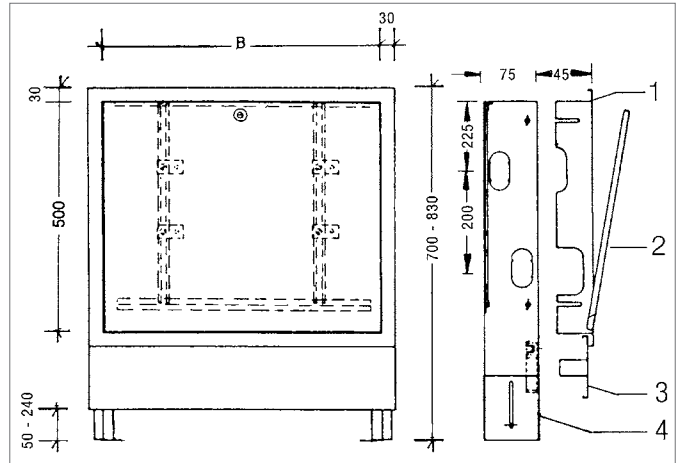


图28-10 瑞好UP 75毫米分集水器箱连接尺寸

- 1 外框
- 2 开口
- 3 端板
- 4 支脚，可垂直调节

HKV/HKVD出口管数目	设备	
	WMZ ¹⁾	
2		3 4
3		3 4
4		4 4
5		4 4
6		5 7
7		6 7
8		7 7
9		8 9
10		8 9
11		9 9
12		9 9

表28-6 嵌入式箱的箱体大小和尺寸

1) 注：量热计连接装置 (WMZ) 可用于深度不小于100毫米 的拉出式箱

箱种类	1	2	3	4
箱结构高度[mm] ²⁾ ，不带外框	700-850	700-850	700-850	700-850
箱外侧总宽度[mm] “B”，不带外框	554	754	954	1154
箱 ³⁾ 外侧总深度[mm]	75-120	75-120	75-120	75-120
所需原始切块，宽度[mm]	600	800	1000	1200
所需原始切块，高度[mm]最小/最大	702/852	702/852	702/852	702/852
所需原始切块，深度[mm]	90/135	90/135	90/135	90/135
箱重量[kg]	9.7	11.9	15.1	18.3

表28-7 嵌入式箱的箱体大小和尺寸

²⁾ 高度可通过可调式机箱支脚在700和850毫米之间连续调节。

³⁾ 外框可在110和160毫米之间调节，这使内置式箱适合于各种深度的壁龛。

28.3 瑞好热量计连接装置



- 在分集水器处平缝连接
- 可在分集水器的左侧或右侧组装
- 可控制分集水器的总质量流量

系统组件

- 连接带以下接头热量计的转接头
- G 3/4英寸，长度110毫米
- G 1英寸，长度130毫米
- 开口，用于组装电脑装置的浸入式探头
- 闭塞阀或控制阀，用于控制分集水器的总质量流量

组装



由于热量计电脑装置的深度不同以及规定的箱体深度，可以安装独立组装的电脑装置。

注意！

- 将 HKV/HKV-D 的回水分集水器板朝上放置，因为热量计的标准安装方式为应装入回水管中！
- 瑞好热量计连接装置采用1英寸连接螺母和密封件以螺纹直接方式连接分集水器。
- 分集水器附带的球形止阀可安装在热量计连接装置较低的接头处。

按照此处所示图形设置总质量流量时需要8毫米六角扳手。

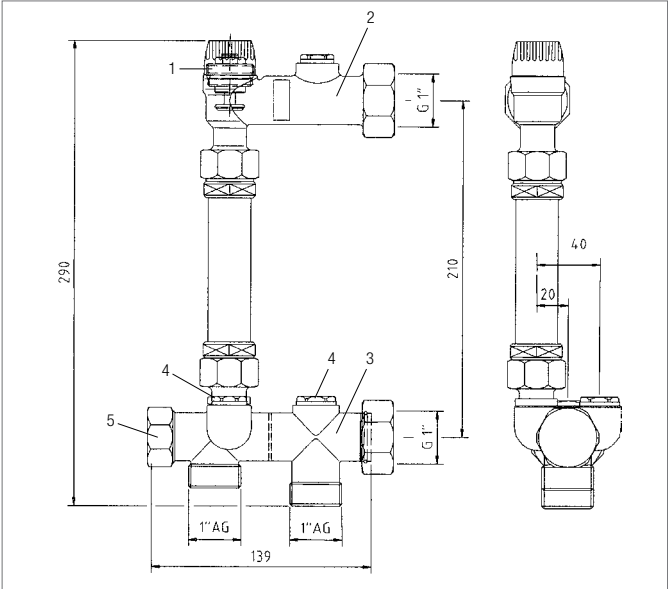


图28-11 量热计连接装置的构造尺寸

- 1 控制阀
- 2 回水分集水器连接
- 3 供水分集水器连接
- 4 用于容纳VL探头的1/2英寸孔塞
- 5 接头盖1英寸

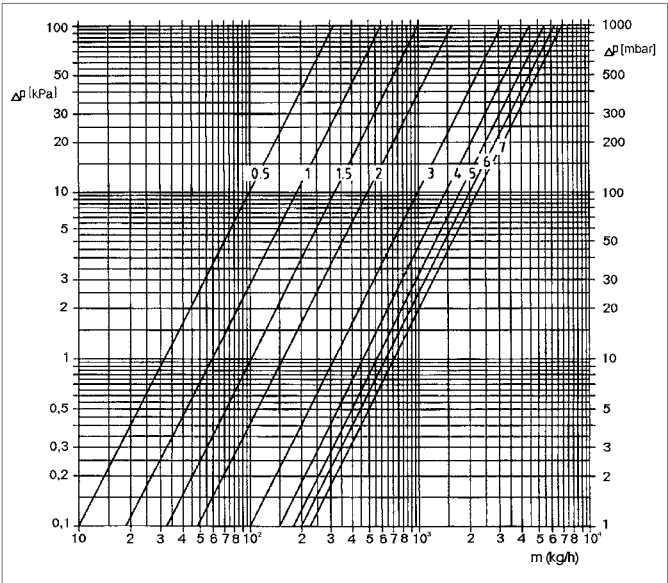


图28-12 热量计连接装置控制阀的设置图

- m 质量流量
- Δp 压降
- 0.5-7 调节工具旋转圈数

29. 控制

29.1 基本资料

法律要求

采暖系统的经济运行取决于：

- 尺寸和设计
- 服务
- 控制技术

通过合适的、专业安装的控制技术，一套采暖系统每年可以减少高达20%的能量需要。

立法机关在节能法（EnEV）中有这样的规定：为了尽量高效地运行采暖系统，控制部件必须配备控制部件。

合适的控制技术

根据功能采暖系统的控制技术可以分为两类：

- 温度控制

作用是保证始终可以提供充足的能量。

这通常通过计算外界平均温度（加热曲线）加上定时器功能（节能/舒适操作）实现。适合这一范围的控制设备见于后页中。

- 单独的房间温度控制

其作用是每个房间分配适量的能量。这是通过控制进水量实现（操作加热回路阀的热电阀）。

此时定时器功能也是必要的。

如果没有定时器功能，室温控制器在进水温度控制的降温调节阶段始终要求保持相同的室温。这种来回的控制使得大部分可能节省的能量无法节省。

合适的控制技术见于以下章节。

关于地板采暖系统控制的基本资料

地板采暖的房间代表着非常稳定的系统，因为该系统有着极大的储热能力。

一方面，这意味着可以迅速补偿小的温度波动，例如流出的空气造成的波动。另一方面，它意味着加热一间非常冷的房间需要更多时间。

这种特性对于控制技术有着特殊的要求：

- 为了防止房间过热，使用的控制器必须适应控制任务的要求。
- 房间合适的定时加热和降温调节应自动控制，以实现最大程度的舒适性和尽可能低的能耗。



瑞好控制系统正是为此目的而特别设计的；可以提供适于地板采暖的调控行为，而且可以通过时间程序控制。

自动控制效应

理论上，自动控制效应在每个采暖系统中都能观察到。

它是基于这样一个事实，即加热能力取决于加热表面的表面温度和房间温度的温差。

这意味着房间温度升高会降低热输出，而温度降低则增加热输出。

当加热表面温度和环境温度的温差变小时这种效应变得更明显。

加热表面的比功率由以下关系式确定：

$$q_H = \alpha_{\text{整体}} (T_H - T_R)$$

式中：

q_H = 每平方米表面的加热功率

α_{total} = 传热系数

T_R = 室温

T_H = 加热表面温度

当表面平均温度 25°C 时这一效应的作用最大。

因此当进水温度控制设置恰当时，该效应支持室温控制功能，也不会使进水温度控制装置多余。

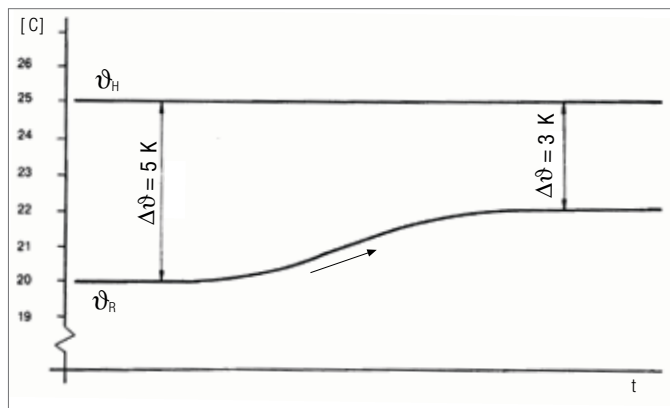


图29-1 自动控制效应：通过自动控制效应加热功率由 $q = 55 \text{ W/m}^2$ 下降到 $q = 33 \text{ W/m}^2$

- ϑ_H 加热表面温度
- ϑ_R 室温
- 通过外部热的作用房间温度提高

29.2 瑞好温度补偿自动混水单元



- 紧凑型装置，可立即安装
- 可安装在分集水器的左侧或右侧
- 全部为平缝连接点，无一例外
- 进水温度控制器由外部控制
- 由于采用电动控制泵，节省能量
- 控制器具有填充层加热功能



图29-2 瑞好自动混水单元

系统组件

- 电加热控制器，编程式，可立即运行
- 三通混合阀 kvs 值 $5.0 \text{ m}^3/\text{h}$ ，公称直径20，带热电磁阀
- 电控泵 Wilo E 25/1-5，泵连接了最高限温恒温器
- 外部温度传感器
- 进水温度传感器，组装并连接电缆

应用

地板采暖系统自动混水单元

- 作为带中央供暖的多户住宅的家用混水
- 和散热器采暖一起使用

附件

- 室温传感器，用于校正进水温度（“锁定”在室温）
- 回水温度传感器（启动控制器或回水温度限制）

说明

电子控制器具有以下出厂设置：

- 进水温度控制器，由外界条件根据斜率0.6的加热曲线控制
- 每日降温调节时间从晚上10点至早上6点
- 泵启动的设置点为进水温度高于22℃（加热）
- 当降温调节阶段开始时泵停止30分钟

泵由自动的日夜控制器根据模糊逻辑进行控制（日夜控制）。

对于具有换向阀的热水加热系统，可能出现液压方面的问题，因为初级侧的进水或回水被切断。

- 事先检查水力适宜性！

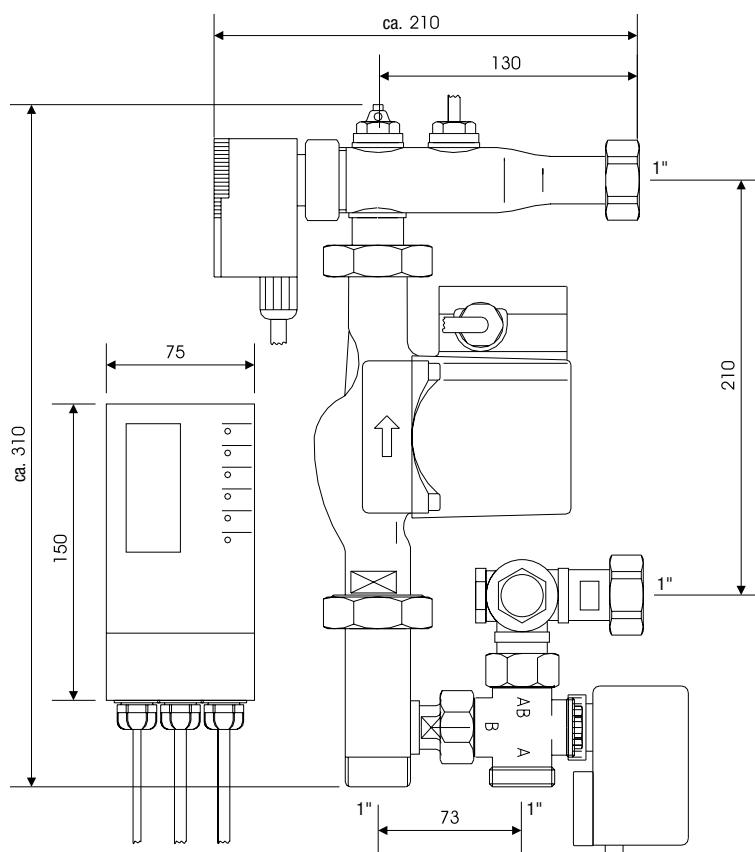


图29-3 瑞好自动混水单元 TRS-V 的尺寸

组装



注意!

系统只能由经过培训的专业技术人员安装。

- 注意下列事项：
 - 当前国家法规
 - 产品随附的组装说明信息



所有电子部件通过特定的连接器连接。这使得装置更容易组装而且避免了控制器的损坏。

- 连接所有管道。
- 将控制器组装在分集水器箱后壁。
- 连接外部温度传感器电缆到探针连接器。
- 将主电源连接电缆插入分集水器插座。
- 连接所有电气接头。

技术数据

尺寸 (W x H x D)	260 x 380 x 155 mm
温度传感器	Ni1000
电源电压	230 V AC
最大许可运行温度	+110°C
最小许可运行温度	+15°C

表29-1 瑞好温度补偿自动混水单元

最大许可运行压力	10 bar
泵	
扬程	1 至 5 m
流量	最大 3.5 m³/h
功耗	36 至 99 W
长度	130 mm
三通混合阀	
kvs 值	5.0 m³/h
公称尺寸	DN 20
材料	
管件	热挤压黄铜
管路	黄铜管
“O”形圈	EPDM 弹性体

表29-2 瑞好固定值控制装置技术数据

29.3 瑞好固定值控制装置



- 将现有散热器系统扩展为瑞好地板采暖系统
- 控制所需进水温度
- 在瑞好加热回路分水器处平缝连接
- 可组装在分集水器的左侧或右侧



图29-4 瑞好固定值控制装置

系统组件

- 格兰富 UPS 25/60 泵，长度130毫米，带有限定温度的浸入式恒温器
- 1/2英寸恒温器阀，设定范围20°C至50°C，通过浸入式探头测量温度
- 1/2英寸控制阀，用于调节质量流量
- 连接支架，配备温度传感器和1/2英寸放气阀
- 连接支架，配备充水和1/2英寸排水阀

说明

- 工作基于额外控制原理
- 在恒温器阀设置所需温度
- 恒温器阀的开度通过集水器后的浸入式探头测量的混合温度设定
- 如果超过最大温度限制关闭循环泵。一旦温度下降至低于最大温度则泵自动开启。

泵控制

为了根据需求控制循环泵，使用热电磁阀时固定值控制装置的主电源是通过 RAUMATIC M 或 RAUMATIC R 的泵/电源模块操作。

所有阀门关闭时循环泵也关闭。

功率限值

下列表格列出了根据初级端进水温度可达到的加热功率：

T _{进水}	最大加热功率
50℃	3.3 kW
55℃	4.7 kW
60℃	5.9 kW
65℃	7.2 kW
70℃	8.5 kW

表29-3: 瑞好固定值控制装置的最大加热功率



对于配备换向阀的热水加热，存在一个潜在问题，因为初级端进水或回水管被切断。

- 事先检查水力合适性！

组装



注意！

系统只能由经过培训的专业技术人员安装。

注意下列事项：

- 当前国家法规
- 产品随附的组装说明信息

温度传感器的毛细管不能打结。

- 按照系统平面图安装（见图29-5）
- 按照产品附带的安装说明设定回水管螺纹接头

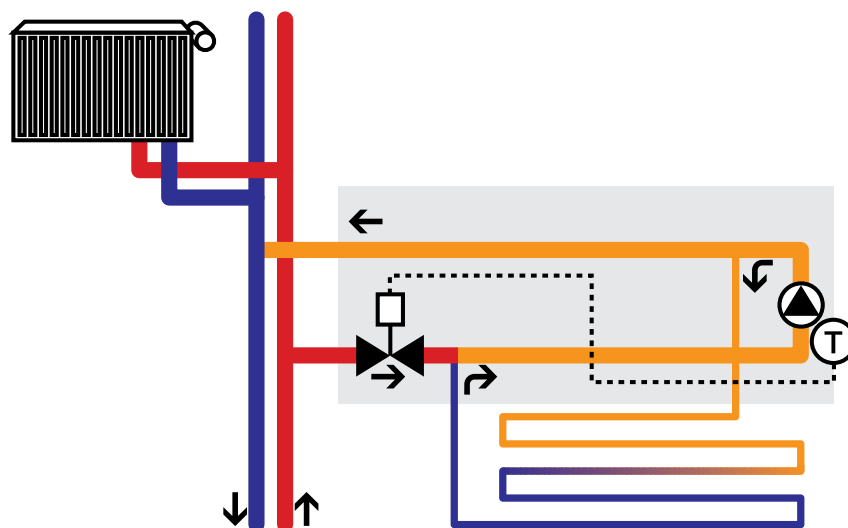


图29-5 系统平面图

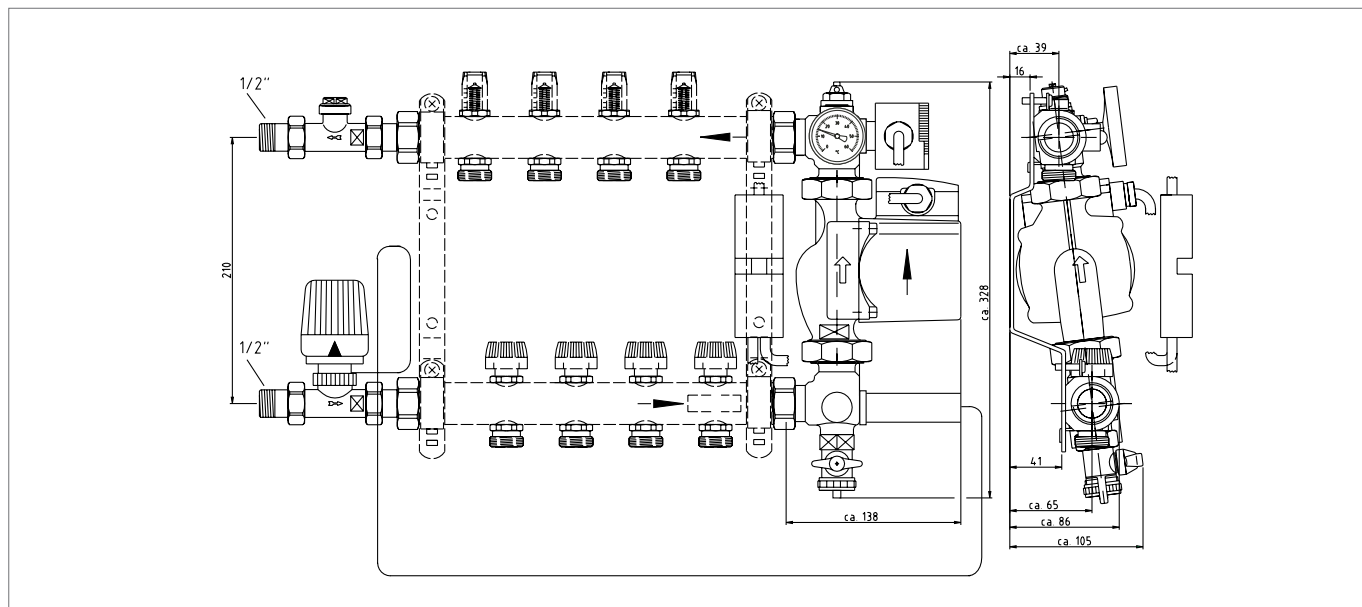


图29-6 带 HKV-D 的瑞好固定值控制装置

29.4 瑞好紧凑型自动混水单元

29.4.1 TRS-20 瑞好自动混水单元



- 紧凑型装置，可立即安装
- 全部为平缝连接点，无一例外
- 进水温度控制器由外部条件控制
- 由于采用电动控制泵，节省能量
- 绝热外壳由膨胀聚丙烯制成
- 控制器具有填充层加热功能



图29-7 瑞好温度控制自动混水单元TRS-20

系统组件

- 电子加热控制器，编程式，可立即运行
- 三通混合阀 $kvs = 4.0 \text{ m}^3/\text{h}$ ，公称直径20，带热电阀
- 电控泵 Wilo E 25/1-5
- 泵连接最高限温恒温器
- 外部温度传感器
- 进水温度传感器，组装并连接电缆
- 供回水管中具有温度传感器

应用

地板采暖系统混水单元，在中心位置或锅炉处安装。

附件

- 室温传感器，用于校正进水温度（“锁定”在室温）
- 回水温度传感器（启动控制或回水温度限制）

说明

装置在墙式固定支架上安装，并且全部预先连线。

电子控制器具有以下出厂设置：

- 供水温度控制器，由外界条件根据斜率0.6的加热曲线控制
- 每日降温调节时间从晚上10点至早上6点。
- 加热时泵自动启动泵由自动式日夜控制器根据模糊逻辑进行控制（日夜控制）。

组装



注意！

系统只能由经过培训的专业技术人员安装。

- 注意下列事项：
 - 当前国家法规
 - 产品随附的组装说明信息
- 连接所有管道。
- 组装装置。
- 连接外部温度传感器电缆到探针连接器。
- 将主电源连接电缆插入分集水器旁插座。

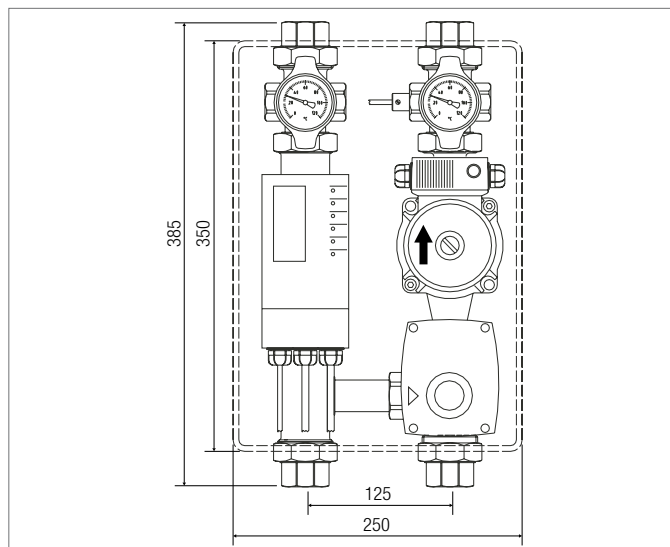


图29-8 瑞好温度控制站 TRS-20 的尺寸

技术数据

尺寸 (W x H x D)	250 x 385 x 260 mm
管中心和墙壁的距离	100 mm
温度传感器	Ni1000
电源电压	230 V AC
最大许可运行温度	+110°C
最小许可运行温度	+15°C
最大许可运行压力	10 bar
连接	1"
泵	
扬程	1至5 m
流量	流速最大 3.5 m³/h
功耗	36至99 W
长度	130 mm
三通混合阀	
kvs值	4.0 m³/h
公称尺寸	DN 20
机箱	红黄铜，暗镍涂层
材料	
管件	热挤压黄铜
管路	黄铜管
“O”形圈	EPDM 弹性体
绝热外壳	膨胀聚丙烯

表29-4 瑞好温度控制站 TRS-20 的技术数据

29.4.2 PMG-25、PMG-32 瑞好自动混水单元



- 紧凑型装置，可立即组装
- 全部为平缝连接点，无一例外
- 由于采用电动控制泵，节省能量
- 绝热外壳由膨胀聚丙烯制成



图29-9 PMG-25/32瑞好自动混水单元

系统组件

- 三通混合阀，公称直径25，带热电阀，230伏
- 电控泵 Wilo E 25/1-5 /Wilo E30/1-5。供回水管中具有温度传感器

应用

地板采暖系统混水单元站，在中心位置或锅炉处组装。

说明

装置在墙式固定支架上安装，并且全部预先连线。通过瑞好进水温度控制装置可扩充至独立的混水单元。



注意！

系统只能由经过培训的专业技术人员安装。

- 注意下列事项：
- 当前国家法规
- 产品随附的组装说明信息

技术数据

宽度	250 mm
高度	395 mm
深度	230 mm
三通混合阀	
kvs 值	8.0 m³/h 或 18 m³/h
公称尺寸	DN 25 或 DN 32
机箱	红黄铜，暗镍涂层

表29-5 瑞好自动混水单元的技术数据

29.4.3 瑞好进水温度控制装置



- 电子加热控制器，编程式，可立即运行
- 供水温度控制器由外部条件控制
- 外部温度传感器和供水温度传感器，Ni 1000
- 最高限温调温器
- 预先连线连接器，易于安装
- 运行电压 230 VAC

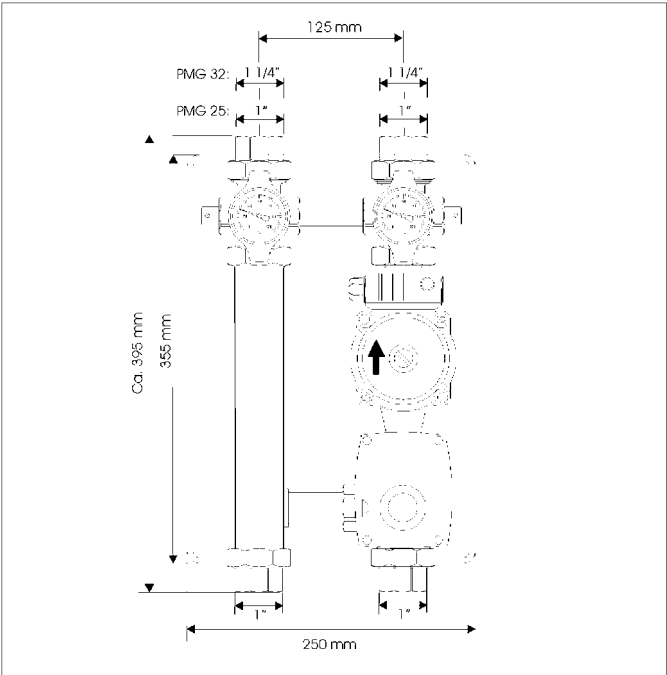


图29-10 PMG-25/32瑞好自动混水单元

附件

- 室温传感器，用于校正供水温度（“锁定”在室温）
- 回水温度传感器（启动控制或回水温度限制）

说明

电子控制器具有以下出厂设置：

- 供水温度控制器由外界条件根据斜率0.6的加热曲线控制
- 每日降温调节时间从晚上10点至早上6点。
- 加热时泵自动启动



注意！

系统只能由经过培训的专业技术人员安装。

- 注意下列事项：
 - 当前国家法规
 - 产品随附的组装说明信息



图29-11 瑞好进水温度控制装置

29.5 RAUMATIC M 室温控制器



- 考虑周详的完整解决方案
- 精确的高温控制
- 安装简单、迅速、安全
- 所有部件采用无螺纹连接技术
- 组件式可扩展系统
- 设计引人注目
- 可提供24V和230V系统

系统组件

- 系统插座，用于室温温控面板
- 室温温控面板、室温温控面板 Comfort、温控面板 Control 以及室温温控面板E
- 温控中心
- 热电阀

扩展件

- 定时模块
- 泵/动力模块
- 室温温控面板扩展模块
- 热电阀扩展模块



该瑞好室温温控面板（包括 Comfort 和 Control 型）只能和瑞好系统底座一起用于温控面板中！

说明

室温温控面板有着最简单的样式，它和温控中心一起就足以行使功能。温控中心最多可以连接6个室温恒温器和14个热电阀。

29.5.1 系统组件

瑞好系统底座



- 电气连接由安装商在施工阶段完成。
- 温控面板连接简单，以便调试系统。

系统底座适合 RAUMATIC M 系列的所有室温温控面板（温控面板E除外）。

瑞好室温温控面板

- 室温温控面板具有“轻按”式设定值调节器，温度范围大，刻度为1/4度。
- 拆除操作按钮时可限制设定点温度范围。
- 降温调节温度设定为4K。
- 降温调节的温度控制通过定时模块进行。



图29-12 RAUMATIC M 组件

瑞好室温温控面板 Comfort

本温控面板侧面安装滚珠开关，还可以改变成以下模式：

- 自动式（通过定时模块控制）
- 舒适温度
- 降温调节
 - 通过控制器商发光的“月亮”标志显示
 - 降温调节温度可以设定为2K到6K

瑞好室温温控面板 Control

除了 Comfort 型具有的优点以外，该温控面板还具有以下

优点：

- 即插式数字时钟，用于降温调节时间的独立编程
- 时钟导航功能，即将降温调节时间转到另一个室温温控面板上。

瑞好室温温控面板、瑞好室温温控面板Komfort和瑞好室温温控面板 Control 的技术数据

颜色	纯白色（类似 RAL9003）
运行电压	24 V 或 230 V
切换温差	约 0.2 K
切换能力	5个瑞好执行器
防护等级	IP20

表29-6 瑞好室温温控面板、瑞好室温温控面板Komfort和瑞好室温温控面板 Control 的技术数据

颜色

所有型号的温控面板可以根据需要提供以下颜色：

- 黄色（类似于 RAL 1004）
- 绿色（类似于 RAL 6029）
- 蓝色（类似于 RAL 5002）
- 红色（类似于 RAL 3003）
- 灰色
- 黑色
- 灰色
- 金属蓝黑
- 金属香槟色
- 金属青铜色
- 金属铂

瑞好温控面板 E（仅限230伏）



图29-13 瑞好温控面板 E

- 双金属温控面板，带热量循环孔
- 5℃至30℃可调式温度范围
- 具有降温调节温度输入
- 拆除操作按钮时可限制设定点温度范围
- 直接在墙壁安装或使用平壁安装盒（不适合瑞好系统插座）
- 通过螺纹接头连接
- 兼容 RAUMATIC M 系统其它组件（230伏）

技术数据

集成的温度范围限制	
切换触点	230伏热电磁阀开启，常闭
降温调节温度通过定时器和手动开关连接	
切换温差	大约0.5 K，热量再循环
降温调节温	大约4K
温度范围	5℃ 至 30℃
宽度	76 mm
高度	76 mm
深度	23 mm
机箱颜色	阿尔卑斯白
运行电压	230 V
切换功率	10 (4) A, 250 V AC
保护等级	IP30
保护类别	II

表29-7 瑞好温控面板E的技术数据



- 所有连接为即插式
- LED 指示诊断，用于操作热电磁阀和保险丝故障
- 易于连接扩展件（无需连线）
- 可连接多达6个温控面板和14个热电磁阀
- 整体式保险丝 DIN 轨或壁式安装

温控中心用于连接 RAUMATIC M 系统组件。

瑞好热电磁阀



- 温控热电磁阀，常闭
- 状态显示清楚
- 易于组装
- 可安装在高处
- “首先开启”功能，用于施工阶段（组装控制器以前）操作地板采暖系统
- 适应于各种阀和分集水器
- 保护等级 IP54



高处安装热电磁阀需要特别的适配器。

- 请联系瑞好销售办事处！

29.5.2 扩展件选项说明

瑞好定时模块

瑞好定时模块是星期定时器，并提供两种独立的时间程序。

瑞好泵/动力模块

瑞好泵/动力模块用于根据需要操作循环泵（如果没有热量需求，则关闭）。可设置追踪时间。

瑞好温控中心

连接额外两个恒温器，每个具有4个热电磁阀（每个分配控制器最多14个热电磁阀）。

瑞好热电磁阀扩展模块

瑞好热电磁阀扩展模块可连接2×4个额外的热电磁阀（每个温控中心最多14个热电磁阀）。

29.5.3 规划说明

连接控制器需要四根电源线（一根用于降温调节）。

- 24 伏系统：所需截面积：

所需截面积：

- 1 mm²（最多40 m 长电缆）
- 1.5 mm²（最多70 m 长电缆）



- 对于24伏系统我们也推荐使用硬电缆，因为它们很容易插入不带线头的接线片中。
- 系统插座安装在符合 DIN 49073 标准的市售平壁式安装接线盒中。
- 控制分集水器的电源应有独立的保险丝。
- 在卫生间安装温控面板时（参见 DIN VDE 100, Part 701 相关规定），我们建议使用24伏系统。

29.5.4 组装和调试



注意!

系统只能由经过培训的专业技术人员安装。

- 注意下列事项：
 - 当前国家法规
 - 产品随附的组装说明信息
- 连接系统插座和平壁安装盒上的装置（对于温控面板E：控制器安装在壁式或平壁安装盒中）。
- 连接装置在壁式或平壁安装盒上。
- 将热电阀接在温控中心上。
- 将热电阀插入阀转换器中。



出厂时，热电阀为开启的（首先开启功能）。

- 如果需要，连接额外的系统组件（定时模块等）。
- 连接温控中心的主电源线。
- 装上温控中心的盖。
- 开启主电源保险丝。操作显示器发光。
- 再次关闭主电源保险丝。

一旦涂装作业完成后：

- 将温控面板接在系统插座上并固定到位。
- 检查功能和房间布置：
 - 开启主电源保险丝
 - 依次设定温控面板直至最大值，并让开关打开各自的LED 指示灯（由热电阀启动）发光。15分钟后首先开启功能失效。
 - 将控制器设定为最小值。热电阀在5分钟左右过后关闭。

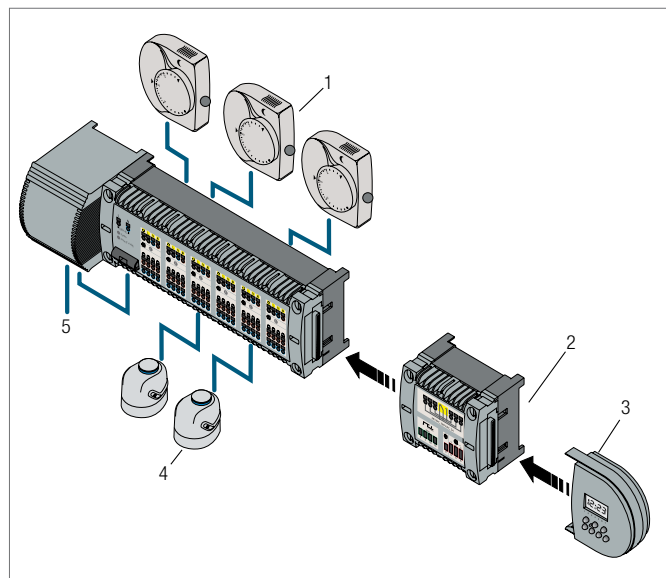


图29-14 RAUMATIC M 组件连接设计图

- 1 温控面板（最多6个）
- 2 泵/动力模块
- 3 定时模块
- 4 热电阀（最多14个）
- 5 230 VAC 主电源

29.5.5 瑞好温控中心 EIB, 6 通道/12通道



- 整体式总线连接器
- 最多可连接13个热电磁阀
- 可选择恒定或切换执行变量
- 由于 TRIAC 技术切换时没有噪音
- 夏季操作带有保护功能，以防阀门卡住（可选项）

温控中心 EIB 代表了带有EIB的EIB系统和瑞好24伏热电磁阀的连接。

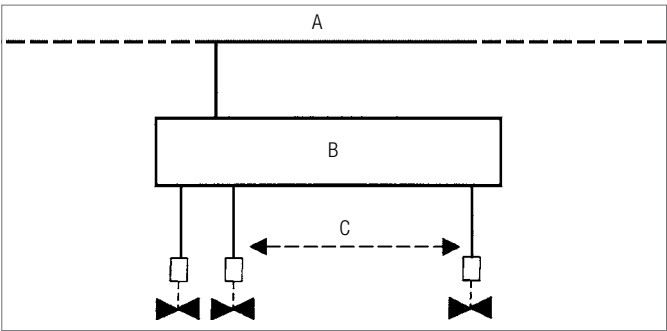


图29-15 EIB 系统中的 EIB 瑞好温控中心
A 主电源线EIB
B 瑞好温控中心EIB
C 最多13个热电磁阀

29.6 RAUMATIC R 无线电



- 经济的无线电遥控温控面板，用于地板采暖
- 无需接线
- 安装清楚、迅速，不会混淆
- 调试最简单
- 现代化的迷人设计
- 操作/指示显示清楚
- 可连接泵/动力组件和定时模块
- RAUMATIC M 系统的所有其它优点

系统组件

- 无线电遥控房间控制
- 无线电遥控温控中心
- 定时模块
- 24伏泵/动力模块
- 24伏热电磁阀

基本设置

基本设置要求以下内容：

- 每个房间一个无线电遥控房间控制
- 无线电遥控温控中心
- 一个24伏瑞好热电磁阀

扩展件



定时模块和泵/动力模块与24伏 RAUMATIC M 系统的扩展件一样。

- 定时模块可以通过温控中心一个程序操作两个独立的区域。
- 如果没有控制器需要热量，则泵/动力模块关闭循环泵。



在非常不利的接收条件下该系统可补充一个无线电接收器。
- 请联系瑞好销售办事处。

29.6.1 系统组件说明

无线电遥控房间控制以无线电遥控温控中心的无线电传输、温度信号传输和编码进行房间温度控制。

- 旋转型“轻按”式设置值手柄，增量为1/4度
- 可选择的操作模式（降温调节温度“开启”、“关闭”或“自动”）
- 868兆赫短波发射机

技术数据

发射频率	868 MHz
发身功率	< 10 mW
范围	屋内大约30 m
电池	2 x 1.5 V Mignon (AA, LRG), 碱性电池
电池寿命	大约5年
温度设置范围	10℃ 至 28℃
颜色	纯白
尺寸 (W x H x D)	118 x 79 x 27 mm
内附 Mignon 电池	

表29-8 瑞好无线房间温控器的技术数据



图29-16 EIB系统中的瑞好温控中心 EIB

无线电遥控温控中心, 6 x, 24 V



- 适合6个无线电遥控温控面板
- 可连接13个24伏瑞好热电阀
- 集成接口，具有模块扩展能力
- 可选择通过2个加热程序（C1/C2）由定时模块进行自动降温调节

无线电遥控房间控制和24伏热电阀的连接系统。

- 控制显示：
 - 操作电压
 - 无线电遥控房间控制切换输出
 - 故障保险丝
- 功能：
 - 防霜冻（抗冻模式）
 - 调试期间无线电连接测试作为辅助测试

技术数据

操作电压	230 V 50/60 Hz
变压器	230 V / 24 V, 50/60 Hz, 50 VA
最大功耗	50 W
频带	868 MHz
保护类型	IP 20
保护等级	II
尺寸 W x H x D	302 x 70 x 75 mm
机箱底部颜色	银灰色 (RAL 7001)
机箱盖颜色	透明的

表29-4 瑞好无线电遥控温控中心技术数据

29.6.2 组装和调试



注意！

系统只能由经过培训的专业技术人员安装。

- 注意下列事项：
 - 当前国家法规
 - 产品随附的组装说明信息

- 将温控中心装在分集水箱箱中。
- 将热电阀连接在温控中心上。



出厂时，热电阀为开启的（首先开启功能）。

- 如果需要，连接额外的系统组件(定时模块等)。
- 将主电源连接温控中心的变压器。
- 打开主电源保险丝。操作指示灯发光。大约5秒之后，所有二极管发光，温控中心即可指派控制任务。



开启主电源保险丝后，温控中心自动打开输出。最多8分钟之后，首先开启功能失效。

- 按照产品随附的说明书指派各个区的室温控制任务。
- 从指定的组装地点向外分配室温控制任务。
- 标记设置点调节器下方的温控面板。
- 在指定地点组装控制器。
- 根据产品随附的组装说明书检查无线电遥控温控中心分配的任务。

29.7 瑞好采暖/制冷控制技术



- 确保最佳制冷输出
- 防止水冷凝
- 全自动，并根据需要改变采暖/制冷操作模式
- 防止地板过冷
- 模块构造，适于各种系统概念

系统组件

- 采暖/制冷控制装置，包括：
 - 中央控制ZR-HK
 - 供水温度传感器 F-VL
 - 外部温度传感器 F-AT
 - 地板温度传感器 F-BT
 - 湿度/温度传感器 MU-FT
- 独立房间控制ER-HK
- 热电阀HK
- 用于采暖/制冷管的接口区阀 DV，配备驱动器
- 带有连续驱动器的三通阀MV
- 温控中心 RV-HK
- 遥控控制HK附件
- 露点传感器 TPW



连接中央控制 ZRRK、带24伏操作电压的组件和将要安装的每个温控中心 RV-HK 都将配备一个24伏安全变压器。尺寸取决于连接组件的数目。可按照要求对合适的种类提出

附件

- 露点传感器 TPW

应用



组合式地板管道采暖/制冷系统需要精细调节的控制技术。

由于必须维持的最低表面温度和冷凝危险，在制冷期间许可工作范围较小。为了获得尽可能大的效力，此范围必须能够完全利用。通过合适的传感器和精密的控制技术，瑞好采暖/制冷控制系统达到了这些要求。预见式制冷启动的独特方法代表了一种独特的特性。由于可选择单独适应建筑特性的部件，可以达到可能的最高效力。

29.7.1 系统组件说明

瑞好中央控制器 ZR-HK



图29-15 瑞好中央采暖/制冷控制 ZR-HK

- 加热期间供水温度控制器由外部条件控制
- 自动在采暖/过度季/制冷之间切换
- 制冷采用预见式方法启动，达到可能的最高效力
- 制冷期间根据计算的露点限制冷水温度，防止冷凝
- 制冷期间维持20℃的最冷地板温度
- 阀驱动器的操作（在采暖/制冷之间切换）
- 热源或制冷剂以及各个泵的启动



MV（混合阀）三通阀通过0至10伏信号操作。

- 如果使用的阀/驱动器组合不是 MV15/MV20/MV25，则使用0至10伏连续驱动器和24伏交流电源电压。

瑞好独立温控面板 ER-HK



图29-18 瑞好独立温控面板ER-HK

- 控制采暖/制冷回路的体积流量
- 通过中央控制在采暖/制冷之间切换
- 降温调节模式通过外部接触器启动

瑞好湿度/温度传感器 MU-FT



图29-19 瑞好湿度/温度传感器 MU-FT

测量

- 相对湿度
- 室温

在参考房间：

- 计算露点
- 确定中央采暖/制冷控制 ZR-HK 在采暖和制冷之间切换的标准

瑞好电动二通阀 DV



图29-20 瑞好电动二通阀 DV

- 通过四个阀在采暖和制冷管之间切换
- 与24V交流电源驱动器组合，以下阀为标准件：
- 接口区阀DV20，公称尺寸 DN20，kvs值 4.5 m³/h
- 接口区阀DV25，公称尺寸 DN25，kvs值 5.5 m³/h
- 接口区阀DV32，公称尺寸 DN32，kvs值 10 m³/h

瑞好三通阀 MV



图29-21 带热电磁阀的瑞好三通阀 MV

- 通过与回水互相混合调节进水温度
- 与24V交流电源驱动器组合，以下阀为标准件：
- 三通阀MV15，公称尺寸 DN15，kvs值 2.5 m³/h
- 三通阀MV20，公称尺寸 DN20，kvs值 5.0 m³/h
- 三通阀MV25，公称尺寸 DN25，kvs值 6.5 m³/h

瑞好执行器 HK



图29-22 瑞好执行器 HK

- 适合加热回路集合管 HKV 和 HKV-D
- 通过侧面透明的观察窗指示位置
- 操作电压24伏交流电
- 保护类型IP44；水平组装时，IP43

分配控制器 RV-HK



图29-23 分配控制器 RV-HK

- 最多连接6个瑞好 ERHK 独立室温控制器和12个HK执行器
- 采暖/制冷和纯粹采暖期间多个控制的连接选项
- 控制输入用于
 - 在采暖/制冷之间切换
 - 降温调节
- 集成式过压保护，集成式保险丝

瑞好遥控控制器 HK



图29-24 瑞好遥控控制器 HK

- 遥控 ZR-HK 控制器：
 - 采暖/制冷操作模式
 - 在有控制/无控制之间切换
 - 校正设定值
- 显示操作模式，有/无控制，时间和外部温度
- 76×76毫米机箱，纯白（RAL 9010）

瑞好进水温度传感器 F-VT

进水温度测量

- 用于采暖和制冷
- 传感器套有直径6毫米、长度50毫米的黄铜套筒
- 配备支架和张力带，用于固定在管道上

瑞好外部温度传感器 F-BT

测量外部温度用于：

- 在采暖期间根据需要指导时水温度
- 确定采暖和制冷切换的标准

瑞好地板温度传感器 F-BT



遵循地板温度传感器安装信息！

测量找平层顶部的地板温度。

29.7.2 使用系统组件的方法



- 卫生间、厨房之类的房间可能不能制冷。由于湿度快速上升，地板上可能出现冷凝物。
- 使用分配控制器 RV-HK，可以确保连接的独立室温控制器ER-HK只以需要的操作模式运行。
- 从制冷机到分集水器的管道必须密封安装。

考虑露点温度

必须可靠防止水冷凝物的形成。这同样适用于冷却表面和分集水器的供水管。

为了避免在分集水器的加热回路中使用价格昂贵的密封，进水温度设置为靠近露点，并带有安全余量。

额外工作设置：

安全余量2K

进水温度的限制常常是由于“进水温度”标准而确定的，这意味着在大多数操作时间不存在输出损失。

考虑地板温度

当测量的地板温度接近20℃的温度限值时，进水温度上升。

关联两个标准

确定的两个温度设定值中较高的值用于控制进水温度。这确保遵守了两个标准。

瑞好露点传感器 TPW

建议在进水和加热回路分集水器中安装露点传感器 TPW。当开始冷凝时，独立室温控制器的操作电压被切断，从而停止冷却剂的流动。

一旦由于空间条件或使用类型无法明确确定房间的湿度分布时，这种方法是不可缺少的。

在采暖/制冷操作模式之间切换

自动切换

启动采暖时，以室外平均温度为标准（平均值的计算可在0至72小时范围确定）：

指导值：

- 平均值计算超过48小时
- 15℃限值的下冲
- 滞后0.5K



启动制冷

一般使用的方法局限于只考虑内部和外部温度。

中央控制 ZR-HK 采用了相关温度值的计算处理同时估计内部温度的趋势。

这种特殊的计算方法具有以下优点：

- 及时启动制冷
- 考虑建筑特性
- 考虑内部负荷
- 防止不必要的制冷器备用期

这种“预见式”控制功能的结果是，当考虑其它经济功能时，地板管制冷系统达到了可能的最高效力。

手动切换

以下操作模式可通过操作控制器的按钮或连接遥控装置进行选择：

- 自动
- 关闭（抗霜冻）
- 采暖
- 制冷



防止故障损坏的措施

根据 DIN EN 1264，必须安装一个独立于操作装置的安全设备，在出现不容许的高进水温度时关闭循环泵。

- 在用户侧安装一个限温恒温器。

中央控制 ZR-HK 送出的控制信号是根据预先确定的参数处理测定值得到的结果。

传感器和电子器件损坏，或用户参数设置错误都会导致故障。

但是，故障不会损坏系统。

必须采用合适的方法安全防范可能发生的故障。我们推荐使用 SIEMENS 紧凑型控制器 LOGO! 230RC-L 和瑞好系统一起使用。

紧凑型控制器的优点

- 防止故障
- 适应系统条件灵活性高
- 所需的连线极少
- 提供诊断选项

紧凑型控制器代表了进水温度控制和采暖/制冷系统的联系。

集成式逻辑和时间锁定确保所有相关组件（阀驱动器、泵、锅炉、冷却器）正确运行。

SIEMENS 紧凑型控制器

LOGO! 230RC-L 可提供多种用于不同系统模型的程序实例。这些程序可以简单地改编到其它应用中。

显示器中显示的输入和输出条件使得调试更容易。

29.7.3 组装说明



系统只能由经过培训的专业技术人员安装。

注意下列事项:

- 当前国家法规
- 产品随附的组装说明信息

中央控制 ZR-HK



- 为了防止控制器受到湿气和灰尘损坏，该控制器必须放置在封闭的机箱中或安装在开关板中。
- 控制器必须常年连接主电源电压。

组装位置

插座，最好是标准轨道或直接在墙壁上安装。

独立室温控制 ER-HK



分配控制RV-HK的使用确保了以下功能:

- 通过输出4和输入c/o的连接在采暖和制冷之间进行切换（转换）。
- 控制只加热的房间（卫生间、厨房）所配备的操作电压在制冷时关闭。执行器配置为“常闭”，因此安全地关闭了相关区域。

组装位置

- 高于地板150厘米左右
- 不在通风区域
- 不靠近热表面
- 不被覆盖或在壁龛中

进水温度传感器 F-VL

组装位置

- 循环管之后30厘米左右
- 三通阀之前
- 在浸入式套筒中或以支架和固定件连接在管道上

温度/温度传感器 MU-FT

组装位置

- 高于地板90至150厘米
- 不在通风区域
- 不靠近热表面
- 不被覆盖或在壁龛中

外部温度传感器 F-AT

组装位置

- 建筑的北面幕墙
- 不靠近排气设备和要打开的窗户

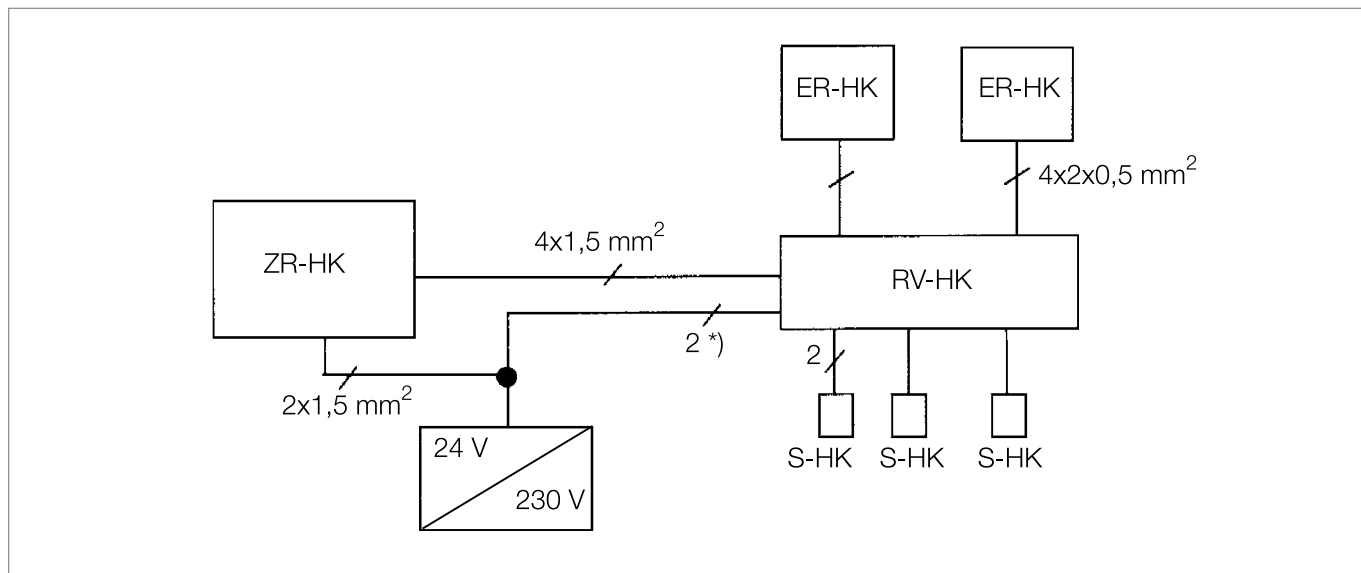


图29-25 分配控制器RV-HK连接原理示意图

ZR-HK: 中央控制器 HK
 ER-HK: 独立房间控制器 HK
 RV-HK: 分配控制器 HK
 S-HK: 执行器 HK

*) 必要的电缆直径尺寸

地板温度传感器



探头的定位必须使探头在制冷期间测量到最低地板温度。

此时，主要关注人多的区域，即只要人们是在走廊中，局部制冷区也是可以接受的。

组装位置

- 安装密度较大的区域，即，靠近分集水器。
- 如果有多根集合管，应选择向参考房间供水的分集水器。
- 在安装了管道并在制冷期间使用该管道的区域；通常是参考房间的供水管。
- 在薄壁金属保护套筒（直径15毫米）中插入探头，尽量靠近地板表面。



保护套筒（40毫米，内径 毫米）的最小弯曲半径不能过低，这样可以容易插入探头。

- 从前方封闭保护套筒
- 将封闭的套筒末端固定在比找平层的顶部大约低10厘米的位置。安装信息参见图22-26。



- 在安装找平层以前必须小心固定保护套筒。
- 根据局部条件，可在墙式箱中设置一个接线点或让头电缆（3米长）穿过空导管。

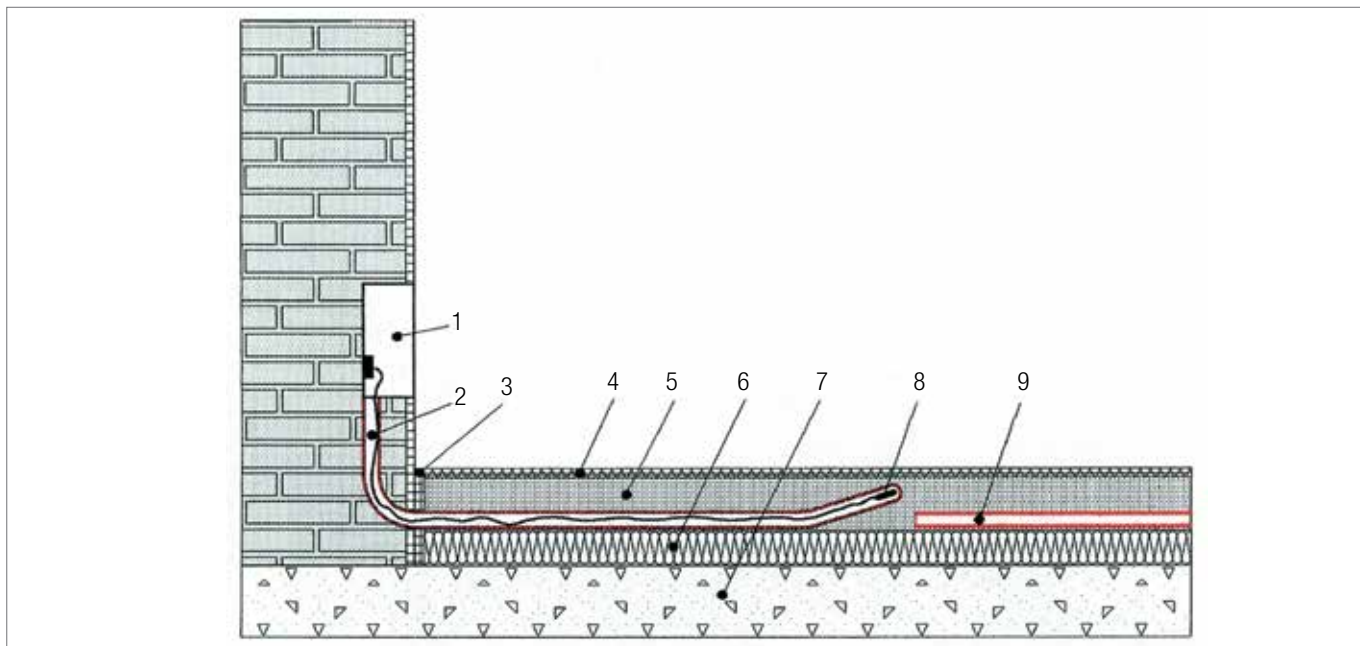


图29-26 地板温度传感器的组装

- | | |
|------------|---------------|
| 1 接线盒 | 6 瑞好绝热和撞击声隔音层 |
| 2 空导管 | 7 结构板 |
| 3 瑞好边沿绝热材料 | 8 地板温度传感器 |
| 4 地板材料 | 9 管 |
| 5 找平层 | |

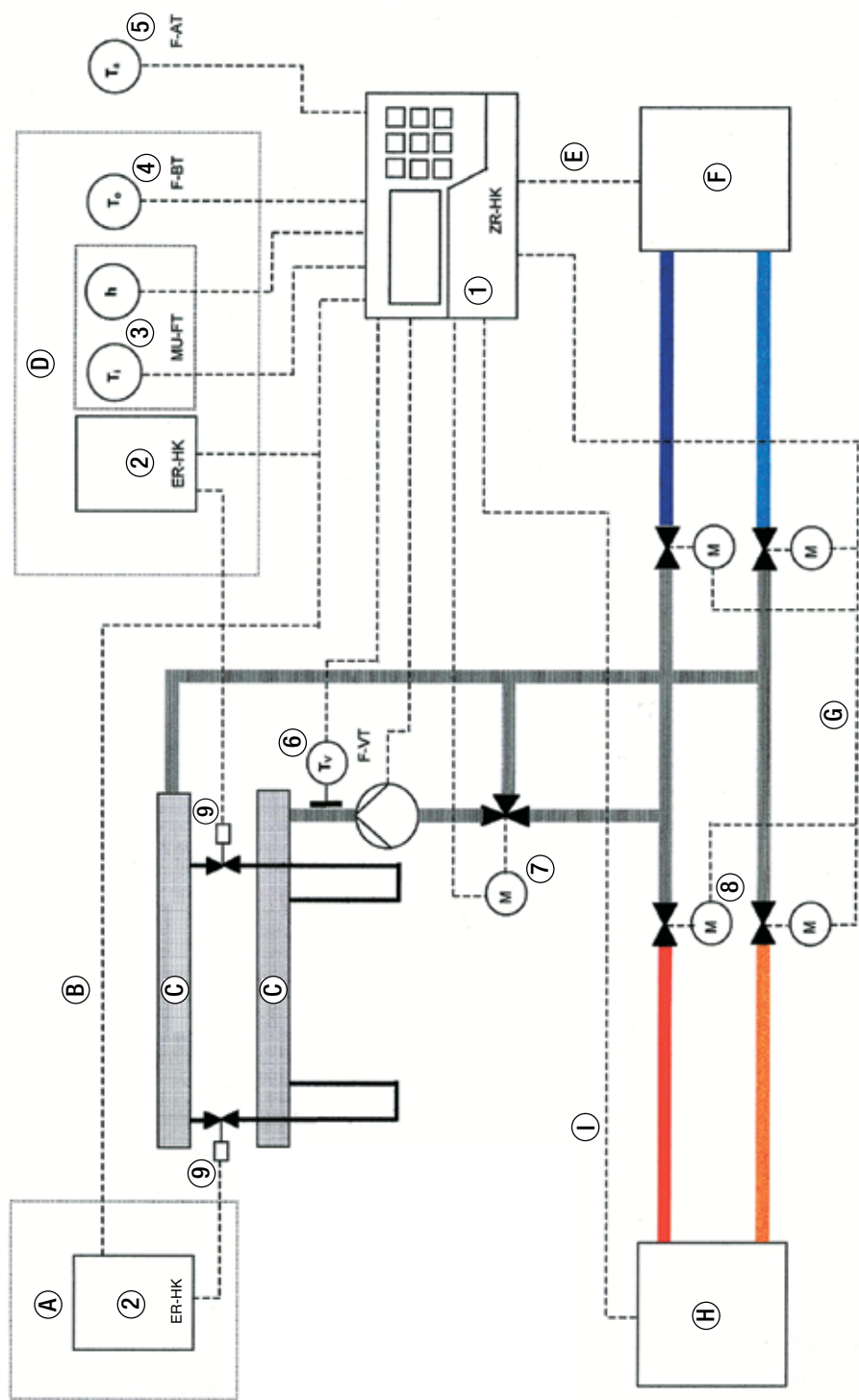


图29-27 地板采暖/制冷水系统和控制设计图

- | | | |
|-----------------|-----------|--------------|
| 1 中央控制ZR-HK | D 参考房间 | 7 带驱动器的三通阀 |
| 2 独立室温控制器ER-HK | E 启动制冷 | 8 带温控驱动器的换向阀 |
| 3 湿度/温度传感器MU-FT | F 冷却器 | 9 执行器HK |
| 4 地板温度传感器F-BT | G 采暖/制冷切换 | A 房间 |
| 5 外部温度传感器F-AT | H 热发生器 | B 转换、降温调节信号 |
| 6 进水温度传感器F-VT | I 启动采暖 | C 分集水器 |

29.7.4 技术数据

控制装置 HK

中央控制器 ZR-HK

- 星期定时器，具有白天自动节能功能
- 通过即插式记忆模块设置参数，用于立即调试和备份
- 前面带有LCD显示、数字键盘、铅密封手动/自动/维修模块滑动开关
- 144x96毫米机箱，由纯白阻燃热塑料制成，符合 DIN 43700 标准
- 在墙上、开关板或顶帽式导轨上安装
- 插座带螺旋夹

湿度/温度传感器MU-FT

- 电容探头，测量范围5至95%相对湿度
- 温度测量，测量范围0至50℃
- 输出信号0至10伏
- 76x76毫米机箱，由纯白热塑料制成
- 2x1.5毫米2电缆插座，适于直接墙式安装
- 电源电压24伏交流电，20%，50至60赫兹，功耗大约0.8伏安

湿度/温度传感器MU-FT

- 电容探头，测量范围5至95%相对湿度
- 温度测量，测量范围0至50℃
- 输出信号0至10伏
- 76x76毫米机箱，由纯白热塑料制成
- 2x1.5 mm² 电缆插座，适于直接墙式安装
- 电源电压24伏交流电，20%，50至60赫兹，功耗大约0.8伏安

地板温度传感器F-BT

技术数据和F-VT一样，只是电缆长度为3米长

外部温度传感器 F-AT

- 薄镍涂层传感器，符合DIN43760标准
- 测量范围 - 50℃至+80℃
- 电缆从背面或底下塞入，电缆螺纹连接，导轨螺纹11
- 保护类型 IP 42 (据 EN 60529)

独立房间控制器 HK

独立室温恒温器 ER-HK

- 电子室温恒温器，利用输出切换进行采暖和制冷控制
- 温度设定范围10至30℃，切换温差0.5K
- 通过外部条件在采暖/制冷以及节能/舒适操作模式之间切换
- 电源电压24伏交流电
- 电流额定值（例如，和热电阀一样为电阻负载）8安培
- 76x76毫米机箱，由纯白阻燃热塑料制成（RAL 9010）
- 适合墙上安装和在平壁安装盒中安装

热电阀 HK

- 带有位置指示
- 该设备出厂为常闭
- 拆除即插件可以成为“常开”型
- 弹性105 N
- 运行时间3分钟，行程3毫米
- 以M30x1.5管接螺母连接区位阀
- 适于加热回路分集水器 HKV 和 HKV-D
- 具有适合不同类型阀门的转接器
- 电源电压24伏交流电
- 最大启动电流250毫安

温控中心 RV-HK

- 运行电压24伏交流电，20%，50至60赫兹
- 集成式保险丝4安
- 接线端子
 - 最大1.5 mm² 软线
 - 2.5 mm² 硬线
- 许可环境温度0至50℃
- 保护类型 IP 20
- 尺寸 W x H x D: 390 x 88 x 38毫米
- 最多连接6个瑞好独立室温控制 ERHK 和12个热电阀HK
- 控制输入，用于在采暖/制冷（C/O）和降温调节（N/R）之间切换。
- 采暖/制冷和纯粹采暖期间控制器的连接选项
- 过压保护电阻器
- 墙式安装

阀门和驱动器 HK

接口区阀

阀体由红铜制成，带螺纹管连接，阀杆由不锈钢制成，带软密封阀盖，压盖带有双层O形密封圈。公称压力PN 16。泄漏率为 kvs 值的0.001%，阀行程为4毫米。接口区阀出厂时配备温控执行器和合适的螺纹管口装置、管接螺母和密封。

接口区阀执行器

- 带位置指示
- 运行时间3分钟，行程4毫米，弹性N = 125 N
- 运行电压24伏交流电，20%，运行功耗3瓦
- 启动功率6伏安，启动电流250毫安
- 取下即插件可从“常闭”变为“常开”
- 机箱由纯白自熄式塑料制成

阀	公称尺寸	kvs	最大压差 Δ pmax
DV 20	DN 20	4.5 m³/h	1.5 bar
DV 25	DN 25	5.5 m³/h	1.0 bar
DV 32	DN 32	10.0 m³/h	3.5 bar

表29-10 接口区阀

三通阀

阀体由黄铜制成，带外螺纹，镀镍，阀杆由不锈钢制成，带软密封阀头，密封套带双O形密封圈，公称压力PN 16。配备连续式阀驱动器和合适螺纹的接管组件、接管螺母和密封件。

三通阀执行器

- 集成式LED指示灯，用于检查运行条件
- 运行时间60秒，行程4.5毫米，推力120牛
- 操作电压24伏交流电，功耗5瓦
- 塑料机箱，浅灰色
- 连接电缆1.5米
- 保护类型IP40（据）

阀	公称尺寸	kvs
DV 15	DN 15	2.5 m³/h
DV 20	DN 20	5.0 m³/h
DV 25 ¹⁾	DN 25	6.5 m³/h

表29-11 三通阀

¹⁾ 阀体未涂镍涂层

HK扩展件

HK遥控器

- 遥控 ZR-HK 控制器
- 运行模式：采暖/制冷/自动/关闭
- 在舒适/节能模式遥控间切换，校正设定值
- 显示操作模式，舒适/节能模式遥控，时间和室外温度
- 通过最长30米的4 × 0.5毫米的连接电缆连接至中央控制器 ZR-HR

露点传感器 TPW

- 防止冷凝
- 用张力带黏附直径10 – 100毫米管
- 切换触点1安，24伏（响应率95% ± 4%），70 – 85%相对湿度下输出信号0 – 10伏
- 机箱由纯白阻燃热塑料制成，带弹簧悬吊露点传感器

30. 混凝土楼板结构采暖制冷系统

30.1 简介

30.1.1 一般信息

现代建筑、气候、日益增多的IT技术应用和舒适性要求的提高对创新式建筑技术提出了很高的要求。混凝土中心温度控制正是符合这些要求的为未来而设计的制冷和采暖系统。



- 投资成本极低
- 舒适程度最高，性能最佳
- “软制冷”，没有波动
- 减少换气量和空调装置
- 没有病态建筑综合症
- 通过启用储热体，需要的制冷机较小
- 进水温度低，节能
- 可使用交替冷冻水和采暖水生成系统

30.1.2 原理

混凝土楼板结构采暖制冷系统的原理是在建筑构件中储热。这一原理可以在夏天的历史性建筑中（比如外墙非常厚的城堡和教堂）观察到。由于墙壁中的大量储热体，夏天即使外部温度很高房间的温度也能让人感到舒适凉爽。房间升高的热负荷被凉爽的实心建筑部件所吸收。

混凝土楼板结构采暖制冷系统通过携带制冷和加热水的管道利用了实心混凝土部件的储热特性。这样就产生出“无限”储热体。

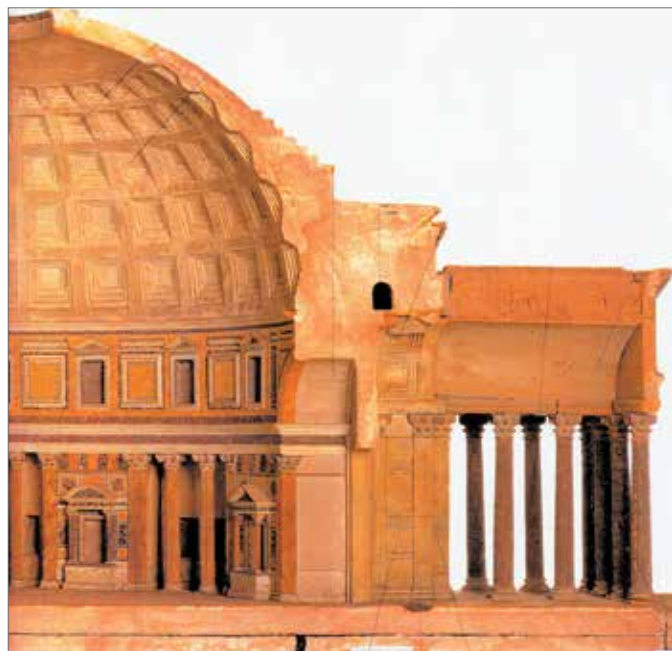


图30-1 历史建筑



图30-2 混凝土楼板结构采暖制冷截面

30.2 系统种类

30.2.1 瑞好 BKT 模块



- 快速安装
- 模块可变尺寸
- 标准和特殊形状

系统组件

- 瑞好 BKT 模块
- 瑞好 BKT 网格
- 瑞好 BKT 隔板
- 瑞好 BKT 格架扎带/瑞好电缆扎带
- 瑞好保护套筒

管尺寸

- RAUTHERM S 17x2.0毫米
- RAUTHERM S 20x2.0毫米

预制瑞好 BKT 模块确保很高的质量标准和很短的组装时间。

30.2.2 现场安装瑞好混凝土楼板结构采暖制冷系统



- 结构采暖制冷系统回路对建筑形状的适应性高
- 结构采暖制冷系统回路长度可变
- 管道易于安装

系统组件

- 瑞好 RAUTHERM S 管
- 瑞好 BKT 网格
- 瑞好压缩空气管盖
- 瑞好 RAUFIX 轨道
- 瑞好 BKT 格架扎带/瑞好电缆扎带

管尺寸

- RAUTHERM S 17x2.0毫米
- RAUTHERM S 20x2.0毫米

由于管道在施工现场直接安装，结构采暖和制冷系统可灵活适应任何建筑形状。



图30-3 瑞好BKT模块



图30-4 预制混凝土部件上的瑞好BKT模块



图30-5 现场安装的瑞好结构采暖和制冷系统

30.3 系统组件

瑞好BKT模块和瑞好 BKT RAUFIX 模块与符合 DIN 472标准的防渗氧瑞好加热管一起使用，包括尺寸16x2.0毫米、17x2.0毫米或20x2.0毫米的 RAUTHERM S 管和尺寸16x2.2毫米或20x2.8毫米的 RAUTITAN pink 管。

管端头用空插塞和压缩空气管帽密封。密封通过瑞好专利技术永久密封收紧套环连接 EPO 339 248 BA 实现。

您可以从以下两种安装类型进行选择：

- 双平行型
- 单平行型

双平行型管道安装的特点是，整个模块表面的温度分布比单平行更均匀。

尤其是对于大面积的模块，这可以在建筑部件中产生更均匀的温度分布，而且建筑部件的表面温度更均匀。

您可以从以下值中选择安装管道间距：

- 15 cm (VA 15)
- 20 cm (VA 20)

每个模块配备了两根连接管用于进水和回水，每根管2米长。运输时连接管固定在模块上。

瑞好BKT模块

瑞好 RAUTHERM S 管在工厂中即用瑞好BKT格架扎带固在混凝土的钢格架上。

瑞好BKT RAUFIX模块

瑞好 RAUTHERM S 管通过 RAUFIX 轨道固定。



瑞好可根据要求提供特殊长度的连接管。

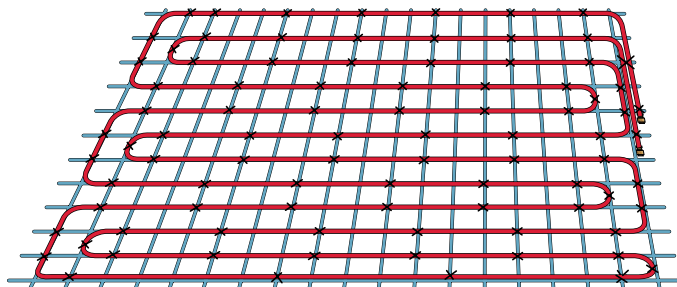


图30-6 瑞好 BKT 模块 DM

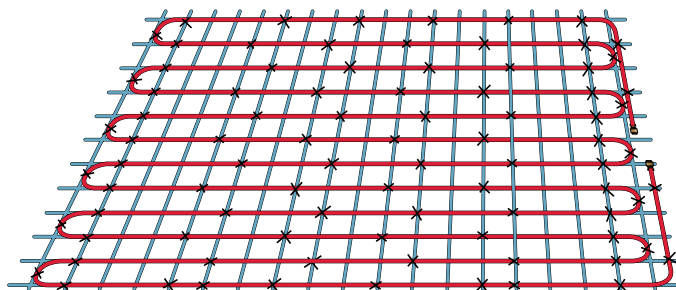


图30-7 瑞好 BKT 模块 EM

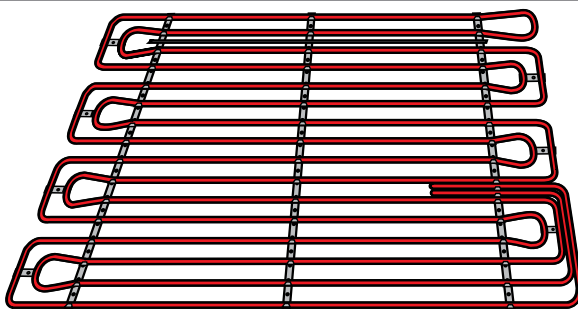


图30-8 瑞好 BKT RAUFIX 模块 DM

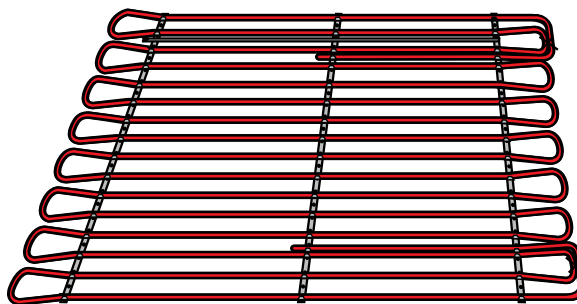


图30-9 瑞好 BKT RAUFIX 模块 EM

VA15/20 瑞好 BKT 模块和瑞好 BKT RAUFIX 模块 DM/EM 的效热面积

瑞好BKT 模块和瑞好 BKT RAUFIX 模块可定制以下尺寸：

	VA 15	VA 20
长：	0.9 - 2.4 m	0.8 - 2.4 m
宽：	1.35 - 6.3 m	1.4 - 6.4 m

该尺寸的选择取决于：

- 管道安装类型
- 管道尺寸
- 安装间距

根据要求，瑞好可提供不是标准模块的特殊尺寸和形状。

安装管间距150 mm/VA 15

宽度 [m]	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10	2.40
长度 [m]	有效 面积 [m ²]	有效 面积 [m ²]	有效 面积 [m ²]	有效 面积 [m ²]	有效 面积 [m ²]	有效 面积 [m ²]
1.35	1.22	1.62	2.03	2.43	2.84	3.24
1.50	1.35	1.80	2.25	2.70	3.15	3.60
1.65	1.49	1.98	2.48	2.97	3.47	3.96
1.80	1.62	2.16	2.70	3.24	3.78	4.32
1.95	1.76	2.34	2.93	3.51	4.10	4.68
2.10	1.89	2.52	3.15	3.78	4.41	5.04
2.25	2.03	2.70	3.38	4.05	4.73	5.40
2.40	2.16	2.88	3.60	4.32	5.04	5.76
2.55	2.30	3.06	3.83	4.59	5.36	6.12
2.70	2.43	3.24	4.05	4.86	5.67	6.48
2.85	2.57	3.42	4.28	5.13	5.99	6.84
3.00	2.70	3.60	4.50	5.40	6.30	7.20
3.15	2.84	3.78	4.73	5.67	6.62	7.56
3.30	2.97	3.96	4.95	5.94	6.93	7.92
3.45	3.11	4.14	5.18	6.21	7.25	8.28
3.60	3.24	4.32	5.40	6.48	7.56	8.64
3.75	3.38	4.50	5.63	6.75	7.88	9.00
3.90	3.51	4.68	5.85	7.02	8.19	9.36
4.05	3.65	4.86	6.08	7.29	8.51	9.72
4.20	3.78	5.04	6.30	7.56	8.82	10.08
4.35	3.92	5.22	6.53	7.83	9.14	10.44
4.50	4.05	5.40	6.75	8.10	9.45	10.80
4.65	4.19	5.58	6.98	8.37	9.77	11.16
4.80	4.32	5.76	7.20	8.64	10.08	11.52
4.95	4.46	5.94	7.43	8.91	10.40	11.88
5.10	4.59	6.12	7.65	9.18	10.71	12.24
5.25	4.73	6.30	7.88	9.45	11.03	12.60
5.40	4.86	6.48	8.10	9.72	11.34	12.96
5.55	5.00	6.66	8.33	9.99	11.66	13.32
5.70	5.13	6.84	8.55	10.26	11.97	13.68
5.85	5.27	7.02	8.78	10.53	12.29	14.04
6.00	5.40	7.20	9.00	10.80	12.60	14.40
6.15	5.54	7.38	9.23	11.07	12.92	14.76
6.30	5.67	7.56	9.45	11.34	13.23	15.12

管道铺设间距200毫米/VA 20

宽度 [m]	0.90	1.20	1.50	1.80	2.10
长度 [m]	有效 面积 [m ²]	有效 面积 [m ²]	有效 面积 [m ²]	有效 面积 [m ²]	有效 面积 [m ²]
1.40	1.12	1.68	2.24	2.80	3.36
1.60	1.28	1.92	2.56	3.20	3.84
1.80	1.44	2.16	2.88	3.60	4.32
2.00	1.60	2.40	3.20	4.00	4.80
2.20	1.76	2.64	3.52	4.40	5.28
2.40	1.92	2.88	3.84	4.80	5.76
2.60	2.08	3.12	4.16	5.20	6.24
2.80	2.24	3.36	4.48	5.60	6.72
3.00	2.40	3.60	4.80	6.00	7.20
3.20	2.56	3.84	5.12	6.40	7.68
3.40	2.72	4.08	5.44	6.80	8.16
3.60	2.88	4.32	5.76	7.20	8.64
3.80	3.04	4.56	6.08	7.60	9.12
4.00	3.20	4.80	6.40	8.00	9.60
4.20	3.36	5.04	6.72	8.40	10.08
4.40	3.52	5.28	7.04	8.80	10.56
4.60	3.68	5.52	7.36	9.20	11.04
4.80	3.84	5.76	7.68	9.60	11.52
5.00	4.00	6.00	8.00	10.00	12.00
5.20	4.16	6.24	8.32	10.40	12.48
5.40	4.32	6.48	8.64	10.80	12.96
5.60	4.48	6.72	8.96	11.20	13.44
5.80	4.64	6.96	9.28	11.60	13.92
6.00	4.80	7.20	9.60	12.00	14.40
6.20	4.96	7.44	9.92	12.40	14.88
6.40	5.12	7.68	10.24	12.80	15.36

有效采暖面积的参考尺寸

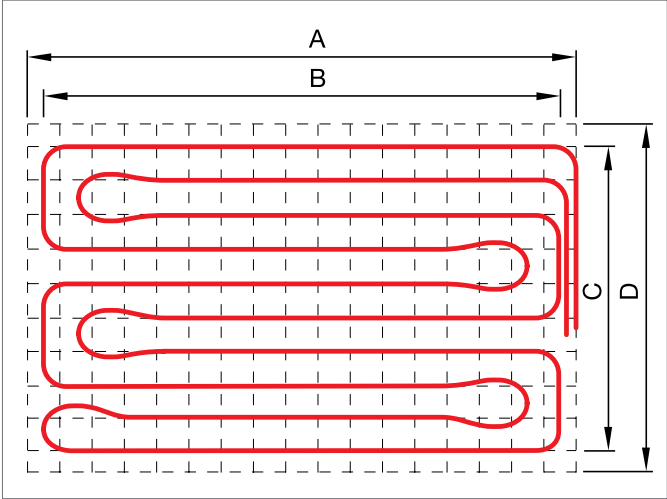


图23-10 安装尺寸
A 模块长度：有效长度（米）
B 带管的模块长度：A-VA（米）
C 带管的模块宽度：D-VA（米）
D 模块宽度：有效宽度（米）
有效模块面积：B×C（平方米）

瑞好 BKT 加固筐



图30-11 瑞好 BKT 加固筐

瑞好 BKT 加固筐由钢筋混凝土制成，带合成支脚，用于将瑞好 BKT 模块垂直放置在混凝土天花板中。该部件放置在混凝土板中。采用瑞好 BKT模块确保了安全的简单。

材料	BSt 500/550
部件厚度	5.5 mm
总高度	70 - 200 mm

瑞好 BKT 格架扎带



图30-12 瑞好 BKT 格架扎带

瑞好BKT格架扎带由塑料包裹的金属丝组成，用于将瑞好 BKT 模块固定在钢筋，以及固定在瑞好 BKT 间隔板上。它还可瑞好结构采暖和制冷系统现场使用。

材料	塑料包裹的金属丝
金属丝直径	1.4 mm
长度	140 mm
颜色	黑色

瑞好 BKT S 蛇形件

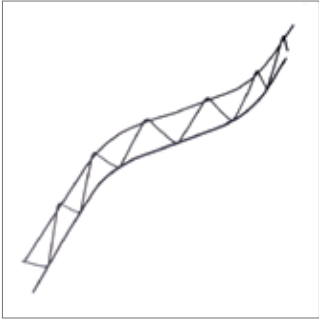


图30-13 瑞好 BKT S 蛇形件

瑞好 BKT S 蛇形件由钢筋混凝土制成，用于将瑞好BKT模块垂直放置在混凝土天花板中。该部件放置在下方的钢筋上。在可见式混凝土天花板中瑞好 BKT 模块的使用确保了组装的简单。

材料	钢丝
部件厚度	4 mm
总高度	20 - 200 mm

瑞好绞合工具



图30-14 瑞好绞合工具

瑞好绞合工具由塑料包裹的金属组成，用于快速准确地扭弯瑞好 BKT 格架扎带。该部件用于瑞好 BKT 模块的连接以及现场安装的瑞好结构采暖和制冷系统。

材料	钢
长度	310 mm
绞合工具直径	30 mm
颜色	黑色

瑞好BKT护套管



图30-17 瑞好 BKT 护套管

瑞好BKT护套管由抗冲击聚乙烯制成，用于引导瑞好BKT模块的连接管道穿出混凝土天花板。它可作为单独的导模使用还可通过模制的连接器多个护套管一起使用。

材料	聚乙烯
长度	400 mm
宽度	50 mm
高度	60 mm
管直径	17x2.0 / 20x2.0

瑞好塑料绑扎带



图30-16 瑞好塑料绑扎带

瑞好塑料绑扎带由聚酰胺制成，用于将瑞好 BKT 模块固定在钢筋上以及瑞好 BKT 间隔板上。该部件还可在现场用于瑞好结构采暖和制冷系统。

材料	聚酰胺
长度	178 mm
宽度	4.8 mm
颜色	自然色

瑞好RAUFIX导轨



图30-17 瑞好 RAUFIX 导轨

瑞好RAUFIX导轨不带倒钩，由聚丙烯制成，用于将结构采暖和制冷系统的管道固定在预制混凝土部件上。管道可以单平行或双平行形式安装。因此安装间距可以是5厘米及其倍数。

材料	聚乙烯
管直径	17x2.0 / 20x2.0
长度	1 m (可连接)
颜色	黑色

瑞好接头



图30-18 瑞好接头

瑞好接头用于密封管端，并安装到配备瑞好收紧套筒连接的瑞好 RAUTHERM S 管上。

材料	黄铜
管直径	17x2.0 / 20x2.0

瑞好保护套筒



图30-19 瑞好保护套筒

瑞好保护套筒由聚乙烯制成，用于伸缩接头。还可用于引导连接管穿过混凝土天花板到天花板上。

材料	聚乙烯
管直径	17x2.0 / 20x2.0
长度	1 m (可连接)
颜色	黑色

瑞好压缩空气管盖



图30-20 瑞好压缩空气管盖

瑞好压缩空气管盖用于施工现场的压力测试，并且是在工厂组装在配备瑞好收紧套筒连接的瑞好BKT模块中。在现场安装的瑞好结构采暖中，该部件由用户组装。

材料	黄铜
管直径	17x2.0 / 20x2.0
长度	59/58 mm

瑞好压力计



图30-21 瑞好压力计

瑞好压力计是在施工现场压力测试时和瑞好压缩空气堵头一起使用。压力测试是在施工现场浇筑混凝土以前和检查下层混凝土板高度之后进行。

材料	钢
长度	40 mm
连接	R¼ ”

瑞好压缩空气堵头



图30-22 瑞好压缩空气堵头

瑞好压缩空气堵头是在施工现场压力测试时和瑞好压力计一起使用。压力测试是在施工现场浇筑混凝土以前和检查下层混凝土板高度之后进行。

材料	黄铜
长度	33 mm
连接	Rp¼ ”

瑞好收紧套环



图30-23 瑞好收紧套环

瑞好收紧套环由镀锌黄铜制成，在瑞好伸缩套筒连接中夹紧 RAUTHERM S 管的管件支撑体。这样产生了符合 DIN 18380 的永久密封连接（VOB）。

材料	镀锌黄铜
管直径	17x2.0 / 20x2.0
长度	20 mm

瑞好接头



图30-24 瑞好接头

瑞好接头用于连接现场安装的瑞好结构采暖和制冷系统的管端头。它和瑞好收紧套环一起产生了符合 DIN 18380 的永久密封连接（VOB）。

材料	镀锌黄铜
管直径	17x2.0 / 20x2.0
高度	53 mm

瑞好 BKT 保护带



图30-25 瑞好BKT保护带

瑞好BKT保护带由软聚氯乙烯制成，用于防止瑞好压接套筒直接接触混凝土，符合 DIN 186560 要求。

材料	软 PVC
带宽度	50 mm
带长度	33 m
颜色	红色



混凝土中的每个瑞好收紧套环连接必须按照 DIN 18560 标准包裹瑞好保护带。

技术数据

材料	4.0 m
宽度	1.0 m
高度	2.2 m
材料	涂层钢
量重	235 kg



注意！
瑞好 BKT 运输架只能在固定负载的情况下运输。



图30-26 瑞好BKT运输架

瑞好BKT运输架

瑞好BKT模块是在瑞好运输架上直接运输到施工现场。支撑臂上悬挂并固定了多层的模块。运输架适于用户的起重机运输，而且配备叉车起吊属具。一旦卸货完毕后，瑞好运输架可以合并后一起归还。

瑞好运输架的特点是安全性最高，而且符合欧盟机械指令（EC Machine Directive）89/392/ECC，Appendix IIA 和 欧盟机械指令（EC Machine Directive）93/44/ECC，并符合 EN 292 DIN 15018，Part 1/Part 2 要求。此外，它们要每年检查一次。

30.4 施工现场组装

瑞好混凝土楼板结构采暖和制冷系统由本公司专业安装人员组装。

1. 组装瑞好导套

- 按照安装尺寸图将瑞好导套铺在下层格架上，并用产品随附的钉子固定。
- 下层的钢筋由用户安装。

安装图参见建筑的参考轴/点。

2. 组装瑞好 BKT S 蛇形件

- 在板上设置瑞好 BKT S 蛇形件。
- 用瑞好 BKT 钢丝网管夹将瑞好BKT S蛇形件固定在下层钢筋中。

3. 组装瑞好BKT模块

- 将瑞好BKT模块在瑞好BKT S蛇形件上对齐并固定。
- 安装并固定连接管。
- 在施工现场进行6巴压力测试。
- 将连接管完全插入瑞好套中并固定。

4. 进行压力测试

- 进行肉眼观察。
- 用6巴压缩空气进行第一次压力测试。
- 将连接管完全插入瑞好套并固定。
- 监控混凝土的浇筑。
- 检查下层板高度后进行第二次压力测试。

按照工业地板采暖系统的组装方法进行瑞好 BKT 模块的现场组装。

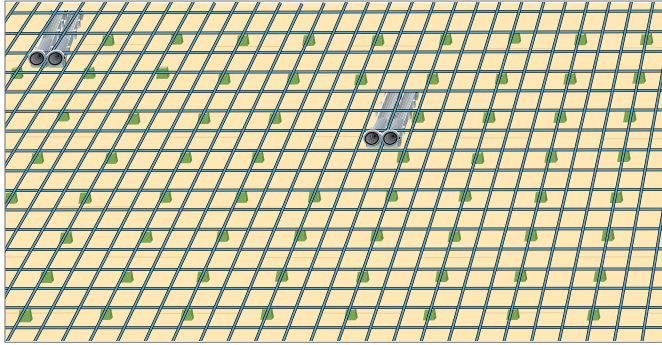


图30-27 步骤1-组装瑞好导套

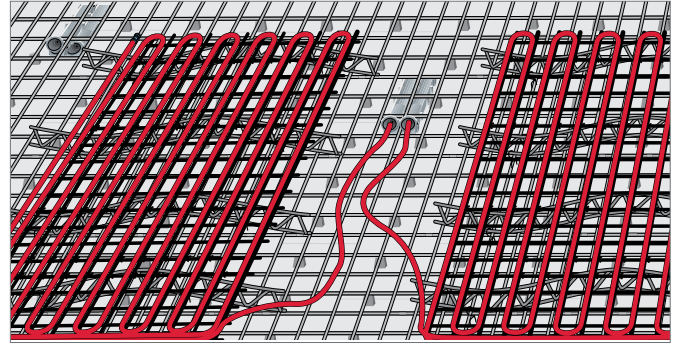


图30-29 3-组装瑞好BKT模块

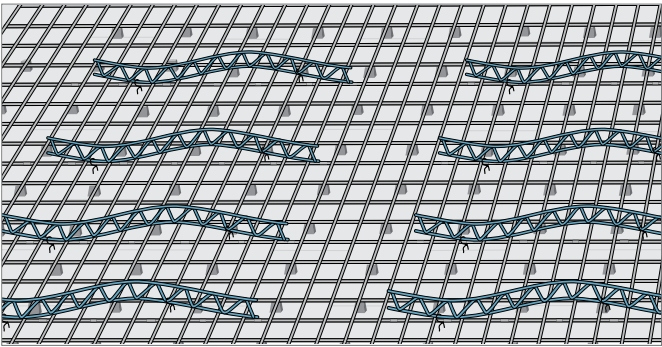


图30-28 2-组装瑞好BKT蛇形件



图30-30 步骤4-进行压力测试

30.5 两种系统型号的分析

为了全面评估建筑中混凝土结构采暖和制冷系统的采暖和制冷功能，对于系统的失效进行热模拟和进水模拟是合理的做法。

混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制极其简单的结构和可达到的制冷和采暖能力使我们可以根据建筑实施多种创新的系统型式。假定大量办公和行政大楼中典型用途和尺寸的参考项目实例，对其进行的建筑模拟显示了以下混凝土结构采暖和制冷系统型式的采暖和制冷功能。

- 带静态加热表面和辅助气候控制装置的混凝土结构采暖和制冷系统
- 带静态加热表面和窗户通风的混凝土结构采暖和制冷系统

分析混凝土楼板结构采暖和制冷系统型式时考虑以下要点：

- 负荷波动行为
- 气温分布
- 气流分布
- 舒适度
- 成本效率

该技术系统失效情况下，负荷突然变化下的行为对于评估混凝土楼板结构采暖和制冷系统型式有着特别的意义。

对于评估的情况：

- 制冷：制冷时内部负荷加倍
- 采暖：冬天热量需求突然减少

特性舒适度

除了各种因素外，热舒适度对于人多区域的健康感有着重大影响。

如果达到以下边界条件，可以认为房间空调是舒适的：

- 运行室温：
 - $T_{\text{夏天最大温度}} \leq +27^{\circ}\text{C}$
 - $T_{\text{冬季最高温度}} = +21^{\circ}\text{C}$
- 室内空气速度：
 - $w_{+27^{\circ}\text{C}} \leq 0.30 \text{ m/s}$
 - $w_{+21^{\circ}\text{C}} \leq 0.16 \text{ m/s}$
- 温度梯度： $TG \leq 2\text{K}$
- 相对湿度： $30\% \leq \phi \leq 65\%$
- 绝对湿度： $x \leq 11.5 \text{ g/kg}$

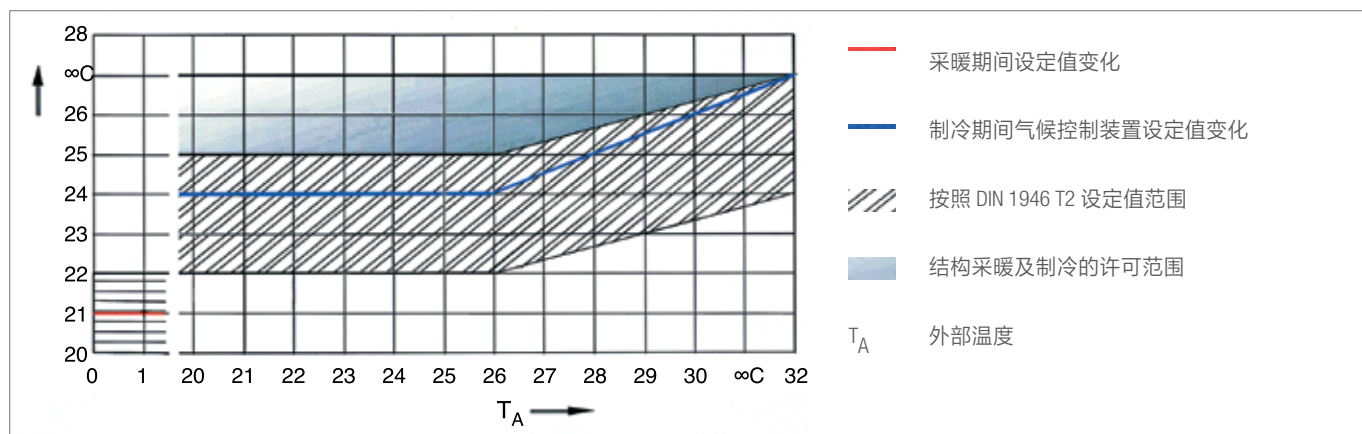


图30-31 按照 DIN 1946 运行室温的设定值

运行室温

运行室温或干燥导致的温度是由室内平均气温和房间墙体表面辐射温度的平均值形成的。

该温度考虑到表观温度不仅取决于室内气温，而且取决于人和房间墙体表面的辐射交换。DIN 1946, Part 2 规定了根据外部温度舒适运行室温的范围。（参见图30-31）

外部温度在26℃时，运行室温可以在22℃到25℃之间，当外部温度在32℃时房间气温条件达到27℃也是许可的。

和动态气候系统相比，以混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制不可能达到基于房间条件根据确切的外部温度设定点的调节。

但是，以下模拟表明，如果经过妥善设计混凝土楼板结构采暖和制冷系统可以在采暖和制冷期间达到舒适的房间气温条件。

30.5.1 制冷边界条件

采暖的边界条件可以向您所在地区的瑞好销售办事处索取。

热模拟

指定的气候条件为：温暖夏天里温度上升的连续5天，最高上升至32.5℃。在第一天和第二天，房间按正常操作方式使用。内部制冷负荷在这一时期中间增加了一倍。功率突然达到2180瓦，而不是1090瓦。

例如，当由于开会额外多了8个人或使用吊装的投影机时就会出现这种情况。这里假设了不常见的但是现实的极端情况。在制冷期间混凝土中心温度控制承受了极端情况。

气流模拟

气流模拟在指定的参考房间进行：在热模拟中最热的第5天以极端的方式在以下条件下进行。

- 日期 : 8月3日
- 时间 : 下午4点
- 外部温度 : 32.5℃
- 最高设定点 : 27℃
- 天空 : 晴天

参考建筑

整栋建筑只有一个使用者。没有地下室。

建筑数据：

- 位置：德国埃森
- 制冷负荷区 : 3（据VDI 2078）
- 最高外部温度 : +32℃
- 最低外部温度 : -10℃（按DIN 4701）
- 长边 : 南/北
- 短边 : 东/西
- 层数 : 4
- 使用面积 : 1,340 m²
- 建筑长度 : 33.5 m
- 建筑宽度 : 13.9 m
- 建筑高度 : 13.5 m
- 建筑重量 : 876 kg/m²重型构造
- 面积/体积 比率 : 0.352 m²/m³

参考房间

对参考建筑中位于夹层楼面的一个指定的标准房间进行检测。建造时支承天花板和外墙为实心混凝土的一部分。隔墙为轻质石膏板，带矿物纤维绝热层。

房间数据:

- 房屋面积 : 30.4 m²
- 净高 : 3.0 m
- 层高 : 3.3 m
- 房间体积 : 90.7 m³
- 天花板 : 28 cm 混凝土,
7 cm 找平层,
1 cm 装饰板
- 内墙 : 轻质结构
- 玻璃g值 : 0.62
- 防晒z值 : 0.25
- 使用时间 : 8 a.m. 至 6 p.m.
- 人口密度 : 1/10 m²
- 根据DIN 4701的热需求 : 1007 W 31.1 W/m²
- 根据VDI 2078的制冷负荷 : 1656 W 54.5 W/m²

在7月晴朗的一天, 根据 VDI 2078 确定了制冷负荷, 并且与模拟程序 TRNSYS 比较。

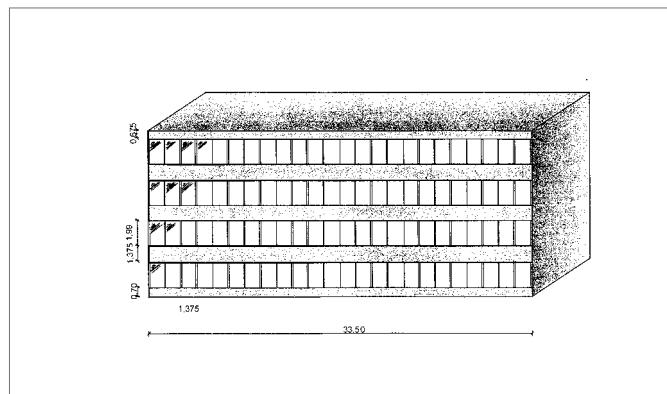


图30-32 参考建筑

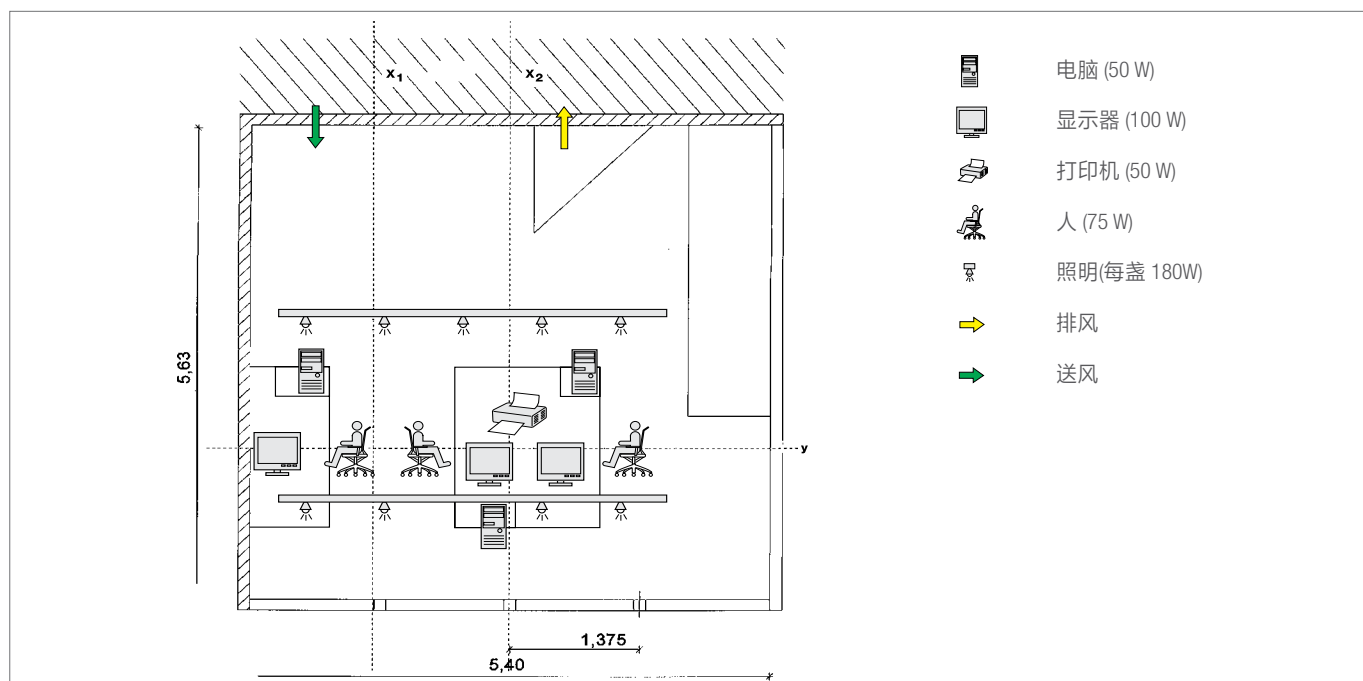


图30-33 参考房间地面图

30.5.2 带静态加热表面和辅助气候控制装置的混凝土楼板结构采暖和制冷系统型号

该型号结合混凝土楼板结构采暖和制冷系统、静态加热表面和辅助气候控制装置，对以下因素进行优化：

- 动态系统行为
- 湿度控制

气候控制装置仅在有人使用建筑时运行，即上午8点至下午6点。通过靠近地板的气源出口向房间送风。由于没有气流气源系统适合和结构采暖与制冷控制一起使用。

废气通过走道隔墙中天花板下的通风栅排出房间。混凝土中心温度控制和气候控制系统的楼层分配管位于走道中吊顶的空间中。因此在这些区域启用实心混凝土天花板是不再有意义。

混凝土楼板结构采暖和制冷系统

与表面相关的数据参考了参考房间的混凝土楼板结构采暖与制冷系统的有效热面积数据：

- 有效面积 : 21.3 m²
- 占有率 : 70 %
- RAUTHERM S : 17x2.0 mm
- 管位置 : 双回旋

- 安装管间距 : 15 cm
- 安装类型 : DM
- 房间温度 : +26℃
- 天花板制冷能力 : 36 W/m²
- 地板制冷能力 : 14 W/m²
- 制冷进水温度 : +17℃
- 房间温度 : +21℃
- 天花板采暖能力 : 8 W/m²
- 地板采暖能力 : 5 W/m²
- 采暖进水温度 : +25℃

辅助全气候控制系统

- 换气量：每2.5小时与外部空气交换一次
- 采暖送风温度 : +20℃ 恒温
- 制冷送风温度 : +21℃ 恒温
- 空气处理 : - 加湿
- 去湿
- 加热
- 冷却

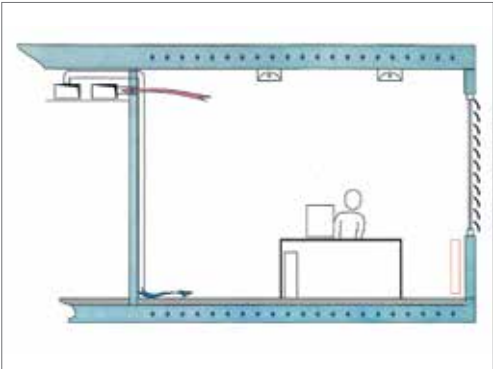


图30-34 参考房间截面图内部负荷：三人；三台电脑，每台150瓦；一台50瓦的打印机；365瓦的照明；窗玻璃：g=0.62，防晒：z=0.25

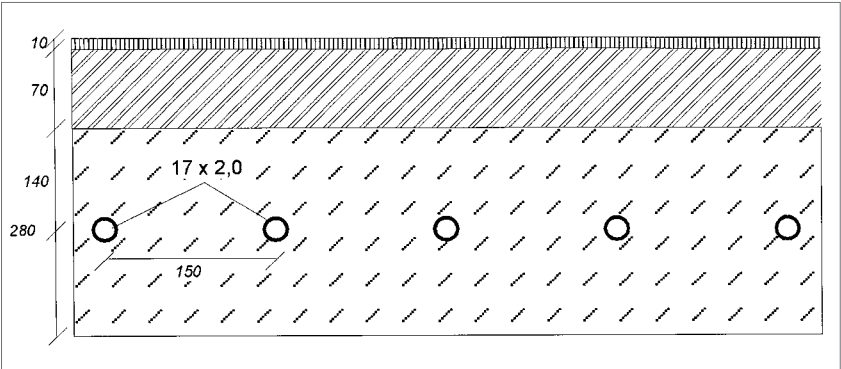


图30-35 混凝土楼板结构采暖与制冷系统天花板结构截面图

制冷的热模拟结果



- 正常运行时，达到24℃至25℃的舒适室温。
- 负荷波动下最高运行室温为26.5℃。
- 为达到每日固定初始温度22℃，混凝土中心必须在夜里部分冷却。

室温

使用期间，第一天和第二天最高室温为24℃至25℃之间，达到了按照 DIN 1946 标准设定范围的上限。

第三天带有负荷波动时，按照 DIN 1946 标准室温只超过运行室温的设定值1.5K至2.0K。

带负荷波动时，最高室温为26.5℃。没有超过混凝土结构采暖与制冷系统许可限值27℃。在正常运行的炎热的第四天和第五天，负荷波动的作用已经减弱。室温大约为25℃，在设定值范围内。开始使用时，系统的每日固定初始温度为22℃，处于设定值范围的下限。

输出

结构采暖的“预见式”控制策略调节系统的运行时间，从而达到22℃的每日初始值。

为确保每天舒适的初始条件，混凝土结构采暖和制冷系统只需要在夜间偶尔制冷。白天出现的额外热负荷（例如增多的室内制冷负荷）通过夜间不时运行的结构制冷控制在一段延迟期后得以缓解。

结构制冷控制的“预见式”控制在夜间合适的时候停止使用有效储热系统，以免房间在开始运行时过冷。

辅助气候控制装置的制冷能力限制了负荷波动时室温超过限值的情况。

该系统的“自动控制效应”导致混凝土结构采暖和制冷系统输出的变动。

结构制冷温度控制系统制冷量的波形变化取决于设定的室温波动。

实心部件的冷却能力和温差大体成正比。从结构制冷系统输出的短期增加可以追溯到室温的增加。

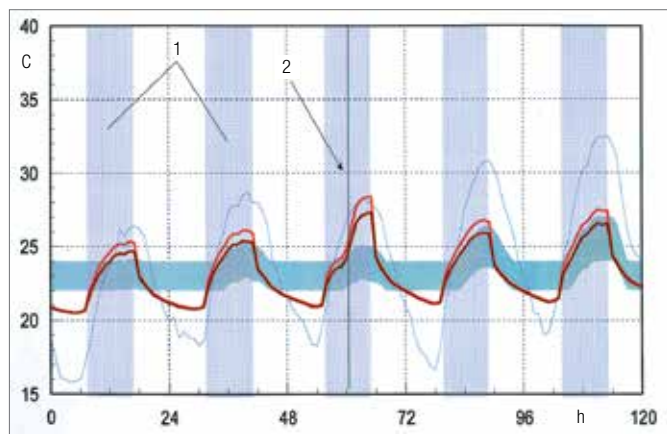


图30-36 制冷期间温度随时间的变化

- 室内空气
- 外部空气
- 运行温度
- 设定值
- 1 运行时间
- 2 负荷波动

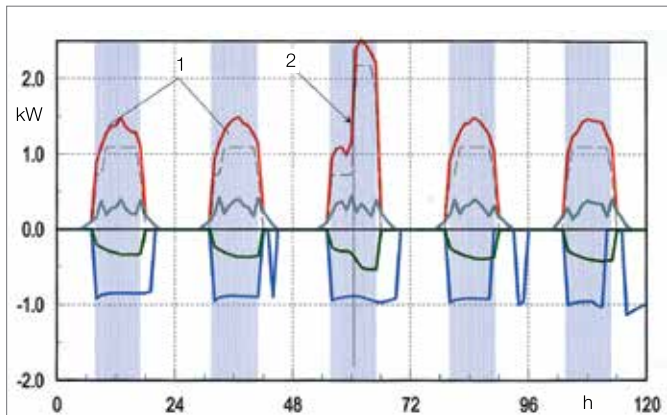


图30-37 制冷期间输出随时间的变化

- 阳光
- 内部热负荷
- 总热负荷
- 混凝土中心温度控制
- 通风
- 1 运行时间
- 2 负荷波动



采暖绝热材料可向您所在地的瑞好销售办事处索取。

制冷期间气流模拟的结果



- 在头部高度，达到了24℃至26℃的舒适运行室温。
- 在人多区域风速 < 0.1 m/s，达到舒适标准。
- 湿度可以由气候控制系统调节。
- 在人多区域垂直温度梯度设置为4K。

室温

形成水平层流空气，水平的层流空气互相明显分离，这也是无气流地板制冷系统的特点。

1米左右以下形成室温在23℃至25℃令人舒适凉爽的气“海”。在头部高度（即，比地面高1.35米），室温在25℃至27℃之间。头部高度的实际表观运行室温在24℃至26℃之间。没有超过27℃的设定值。

通过空气出口，地板和走道附近直达房间中央形成一层室温在20℃至22℃之间的气层。

表面温度

系统达到以下表面温度：

地板：+23℃至+24℃

天花板：+21℃至+22℃

与表面温度大约为17℃的天花板制冷相比，结构制冷系统下冲至露点的危险更低。

风速

制冷期间，在人多区域1.5米左右高度以下房间风速 < 0.1 米/秒，明显低于0.3米/秒的舒适房间风速的限值。由于参考房间中出现室内热源（工作站的三台电话），三个房间的气流卷动。

在这些热源上方至天花板立即出现暖气流，风速达0.25 米/秒。

地板靠近走廊处空气通风达到0.2米/秒的风速。

温度梯度

人多区域1.8米左右高度以下垂直温度梯度为4K，在这方面系统不能满足舒适性要求。

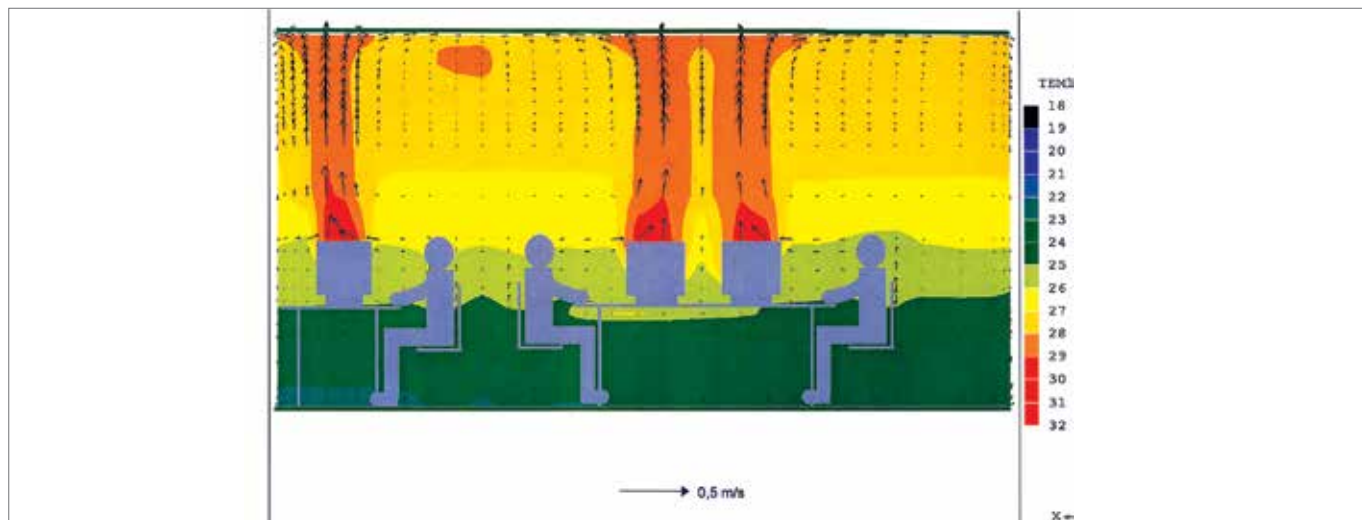


图30-38 制冷期间的房间气温和气流，参考房间，Y方向上方(参见图30-33)

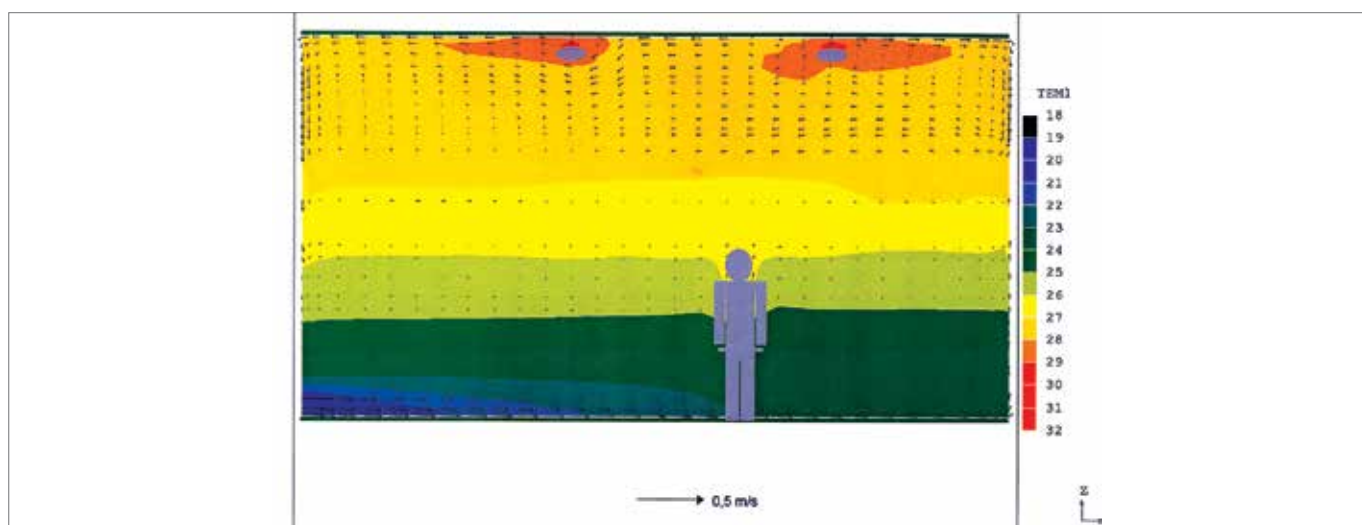


图30-39 制冷期间的房间气温和气流，参考房间，X方向上方(参见图30-33)



采暖期间的气流模拟可向您所在地的瑞好销售办事处索取。

30.5.3 带静态加热表面和窗户通风的混凝土楼板结构采暖和制冷系统型号

该系统型号中，参考房间的整体热需求必须由混凝土结构采暖与制冷系统和静态加热表面一起提供。在冬天，以下因素通过传统散热器优化：

- 动态系统行为
- 极冷时期的采暖

所需与外界的换气是通过不时打开窗户强制通风而进行的。窗户通风仅在建筑运行时间才进行。静态加热表面在矮墙区。

结构制冷系统

表面相关数据参见参考房间的混凝土结构采暖和制冷系统的有效面积。

- 有效面积：21.3 m²
- 占有率：70%
- RAUTHERM S：17x2.0 mm
- 管位置：中间区
- 安装管间距：15 cm
- 安装类型：双回旋（DM）

- 房间温度：+26℃
- 天花板制冷能力：36 W/m²
- 地板制冷能力：14 W/m²
- 制冷进水温度：+17℃
- 房间温度：+21℃
- 天花板采暖能力：19 W/m²
- 地板采暖能力：12 W/m²
- 采暖进水温度：+28℃

窗户通风

- 换气：1.25小时一次，

仅为外界气体

- 冬季进气温度：可变，最低 -14℃
- 夏季进气温度：可变，最高 +32.5℃

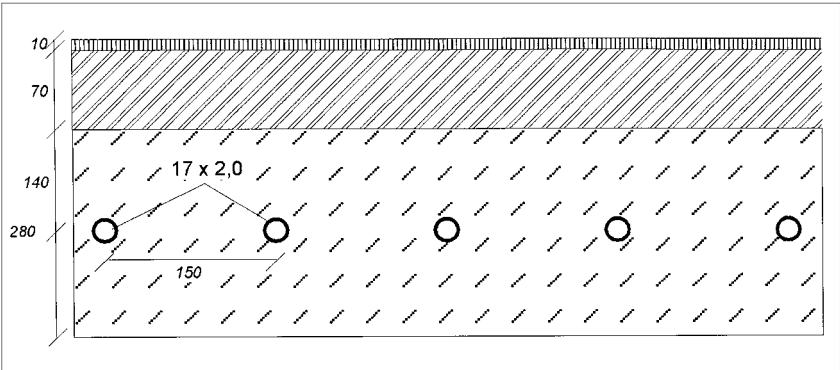


图30-39 混凝土楼板结构采暖和制冷系统天花板结构截面图

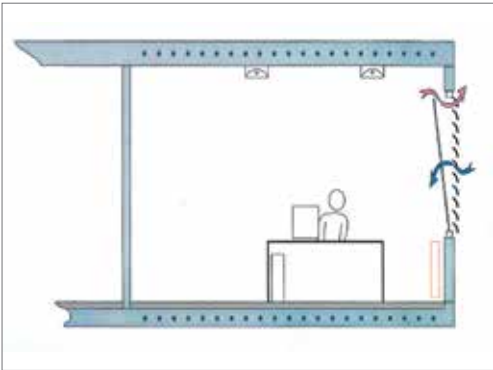


图30-40 参考房间截面图内部负荷：三人；三台电脑，每台150瓦；一台50瓦的打印机；365瓦的照明；窗玻璃：g=0.62，防晒：z=0.25

制冷期间气流模拟的结果



- 在正常运行期间，运行室温 24°C 至 26°C ，为设定范围的上限。
- 带负荷波动时最高运行室温为 27.5°C 。
- 在极端条件下，24小时运行混凝土结构采暖和制冷系统是必要的，目的是为了达到第二天的初始温度。

室温

第一天和第二天的最高平均室温为 24°C 至 25°C ，在设定值范围之内。

带有负荷波动时，超过按 DIN 1946, Part 2 设定的设定值 2.5K 。最高温度为 27.5°C ，比混凝土结构采暖与制冷系统的容许限值高 0.5K 。在正常运行的炎热的第四天和第五天，负荷波动的作用已经减弱。最高室温分别为 26°C 和 27°C ，在容许的设定值范围内。

开始使用时，系统的每日固定初始温度为 22°C ，处于设定值范围的下限。

输出

结构采暖及制冷控制的预见式控制策略调节的目的是力求达到每日初始值。

为确保每天舒适的初始温度，混凝土中心温度控制系统需要在第一天和第二天的夜间制冷。

通过延长结构制冷系统的运行时间，白天房间热负荷的作用得以抵消。结构制冷控制的预见式控制在第一天和第二天的夜里短时间停用了有效储热系统，以免房间在开始运行时过冷。

但是，为确保气候期炎热的第四天和第五天达到温度限值，结构采暖及制冷需要24小时运行。

由于第三天的负荷波动以及第四天和第五天室外温度的升，只能通过24小时连续运行有效储热系统抵消热负荷的影响。系统的正反馈引起结构制冷控制系统制冷量的变化。结构制冷控制制冷量的波形变化取决于设定的室温波动。

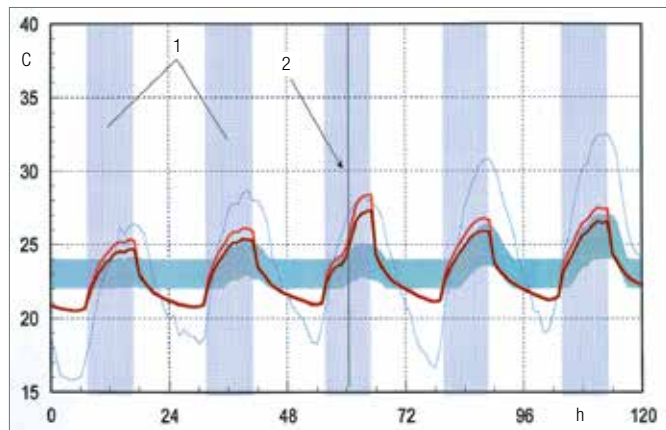


图30-42 制冷期间随时间的变化

- 室内空气
- 外部空气
- 运行温度
- 设定值
- 1 运行时间
- 2 负荷波动

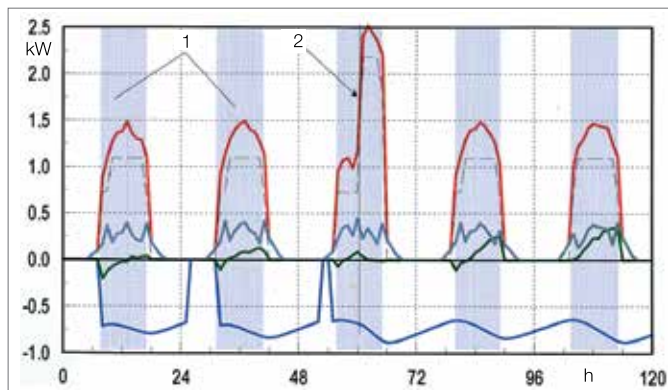


图30-43 制冷期间输出随时间的变化

- 阳光
- 内部热负荷
- 总热负荷
- 混凝土中心温度控制
- 通风
- 1 运行时间
- 2 负荷波动



采暖绝热材料可向您所在地的瑞好销售办事处索取。

制冷期间气流模拟的结果



- 在人多区域风速 $< 0.1 \text{ m/s}$ ，达到舒适标准。
- 在头部高度，运行室温为 27°C 至 29°C 之间。
- 在人多区域垂直温度梯度设置为 5K 。
- 湿度不能通过窗户通风调节。

室温

形成水平层流空气，水平层流空气互相明显分离，这也是无气流地板制冷系统的特点。地板至地板上方7厘米左右高度形成了一层 24°C 至 26°C 的层流空气。

在头部高度(即，比地面高1.35米左右)，室温在 28°C 至 30°C 之间。

在就座活动时，头部高度的实际表观运行室温在 27°C 至 29°C 之间。在某些地方比 DIN 1946 规定的设定值高 2K 。从房间高度2米左右开始，设定的室温大于 30°C 。

表面温度

系统达到以下表面温度：

地板 : $+22^{\circ}\text{C}$ 至 $+23^{\circ}\text{C}$

天花板 : $+20^{\circ}\text{C}$ 至 $+21^{\circ}\text{C}$

与表面温度大约为 17°C 的天花板制冷相比，结构制冷控制系统下冲至露点的危险更低。

风速

制冷期间，在人多区域1.5米左右高度以下房间风速 $< 0.1 \text{ m/s}$ ，明显低于 0.3 m/s 的舒适房间风速的限值。由于参考房间中出现室内热源，三个房间的气流卷动。

在这些热源上方至天花板立即出现了不严重的暖气流，风速达 0.25 m/s 。

打开的窗户的影响可以在幕墙附近参考房间角落上方的区域观察到。温度 32.5°C 的外部。

空气进入房间，在天花板冷却，并形成房间的气卷。

温度梯度

人多区域1.5米左右高度以下的垂直温度梯度为 5K ，在这方面系统不能满足舒适性要求。

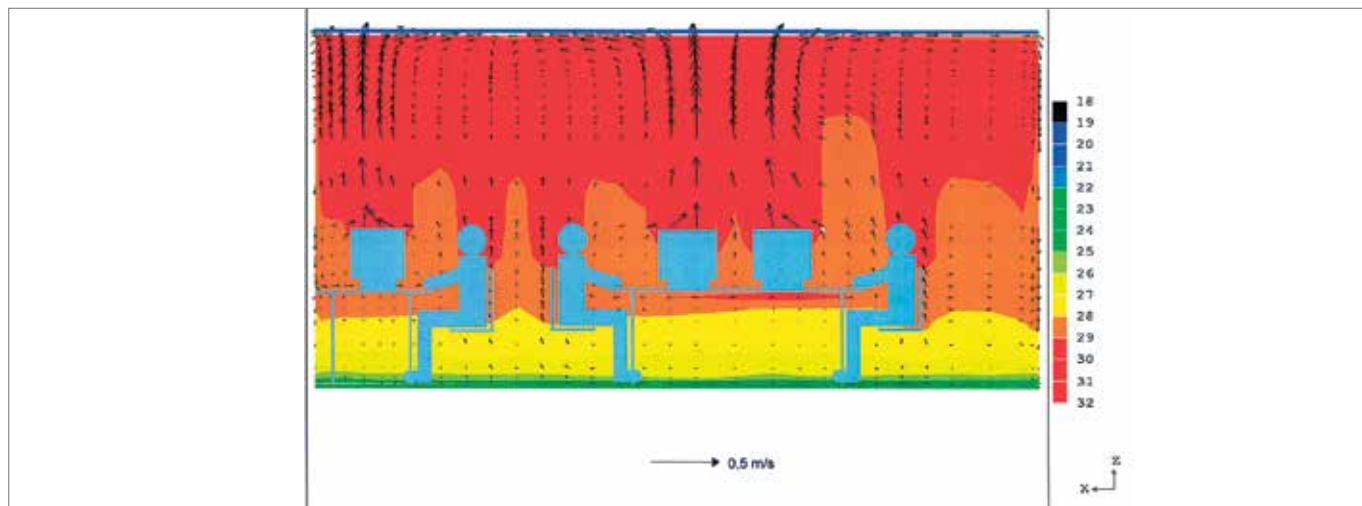


图30-44 制冷期间的房间气温和气流，参考房间，Y方向上方(参见图30-33)

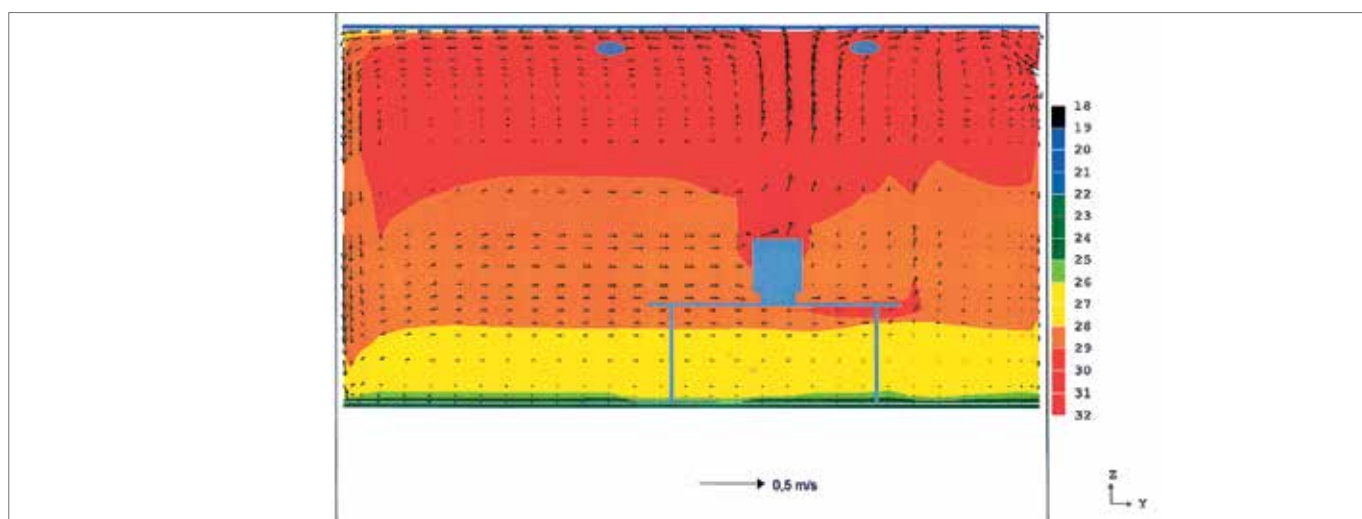


图30-45 制冷期间的房间气温和气流，参考房间，X方向上方(参见图23-33)



采暖期间的气流模拟可向您所在地的瑞好销售办事处索取。

30.6 要求



结构采暖及制冷温度控制系统的有效使用离不开以下因素的辅助：

- 采暖和制冷期间均匀的负荷曲线
- 窗户的导热系数 $U_{\text{窗户}}$: 1.0 至 1.3 W/m²K
- 容许遮阳因子 $b_{\text{防晒}}$: 0.15 至 0.20
- 标准热负荷 Φ_{HL} DIN EN 12831: 40 至 50 W/m²
- 制冷负荷 QK VDI 2078: 最高 60 W/m²
- 毛坯天花板厚度（材料：标准混凝土）： $s_{\text{毛坯天花板}}$: 25 至 30 cm
- 功能区没有封闭的吊顶
- 允许在极热的日子里采取灵活的室温
- 带辅助气候控制装置的系统型号最高27℃左右
- 带窗户通风的系统型号最高29℃左右
- 用途相同
- 建筑使用人数一致
- 建筑使用类型一致
- 没有独立的房间控制，但是建筑有分区
- 运行参数：
 - 采暖进水温度：+27℃ 至 +29℃
 - 制冷进水温度：+16℃ 至 +19℃

30.6.1 构造要求

在采暖和制冷时具有平衡而均匀的负荷曲线是有效使用结构采暖度控制系统的基本要求。在办公楼的正常运行期间内部负荷可视为常数。负荷波动是由于气候条件的影响。通过优化建筑外壳的以下方面可以显著减轻气象的干扰：

- 窗户
- 遮阳
- 阻止传热

通过在办公楼大楼大量使用表面导热系数达到 1.0 至 1.3 W/m²K 之间的窗户玻璃，这对减少传热要求有着重大作用，从而使负荷变化更平稳。

通过使用平均容许 b 因子为0.15至0.2的室外遮阳装置，夏季阳光对房间的影响可以减少85%。孔径角为45° 的室外金属遮光板 b 因子为0.15。采用室内遮阳措施（例如遮光布）则无法达到这种遮光效果。

通过改善外部部件的传热能力可以实现现代办公和行政大楼 40 W/m²至 50 W/m²的热需求。根据天花板结构不同，结构采暖及制冷控制系统的平均加热能力为 25 W/m²至 30 W/m²，混凝土结构采暖和制冷系统的平均加热能力可以达到75%的热需求一般用途的办公大楼制冷负荷达 60 W/m²。根据天花板结构不同，结构采暖及制冷控制系统的平均制冷能力为 35 W/m²至 50 W/m²，结构采暖及制冷控制系统的平均制冷能力可以达到80%的制冷负荷。

在毛坯天花板厚度为25至30厘米时结构采暖及制冷控制系统的储热效果达到最好。

为了减少实心部件中的蒸汽扩散，按照 DIN 1045 标准，普通混凝土材料制成的功能性混凝土天花板的密度应在2.0吨/立方米和2.8吨/立方米之间。

在毛坯天花板的功能区不允许安装封闭的吊顶。安装开放式吊顶格架时也必须彻底核查并评估每种情况。建议在大型办公室采取隔音措施。在功能区不允许安装吸音吊顶。大型办公室，尤其是大厅，必须经过核查以确定是否需要优化房间的隔音

30.6.2 建筑使用

建筑使用者必须容许在室外温度达到32℃左右的极热的几天制冷时人多区域的运行室温稍高。

混凝土楼板结构采暖和制冷系统的最佳边际条件是建筑结构的统一使用。同一类型的建筑用途（例如只是销售办事处或只是办公楼），对于一致的负荷变化有积极的作用。如果建筑中不同楼层有不同的使用者，同样可以运行混凝土结构采暖和制冷系统。但是，在规划阶段就需要对加热成本的费用和分区给出有充分根据的解释。

30.6.3 建筑技术

由于结构采暖及制冷控制系统的效力问题，它和天花板制冷一样，不可能进行独立房间控制。但是，对建筑中具有相同负荷变化的协调控制区进行结构分区则是可能的。将建筑结构分成北区和南区时，这些部分可以采用不同的进水温度和流量。

通过选择合适的进水温度，可以防止采暖期间出现重大的室温过冲。为了防止制冷期间功能部件表面冷凝水的损失，夏天进水温度不能低于16℃。

30.7 输出

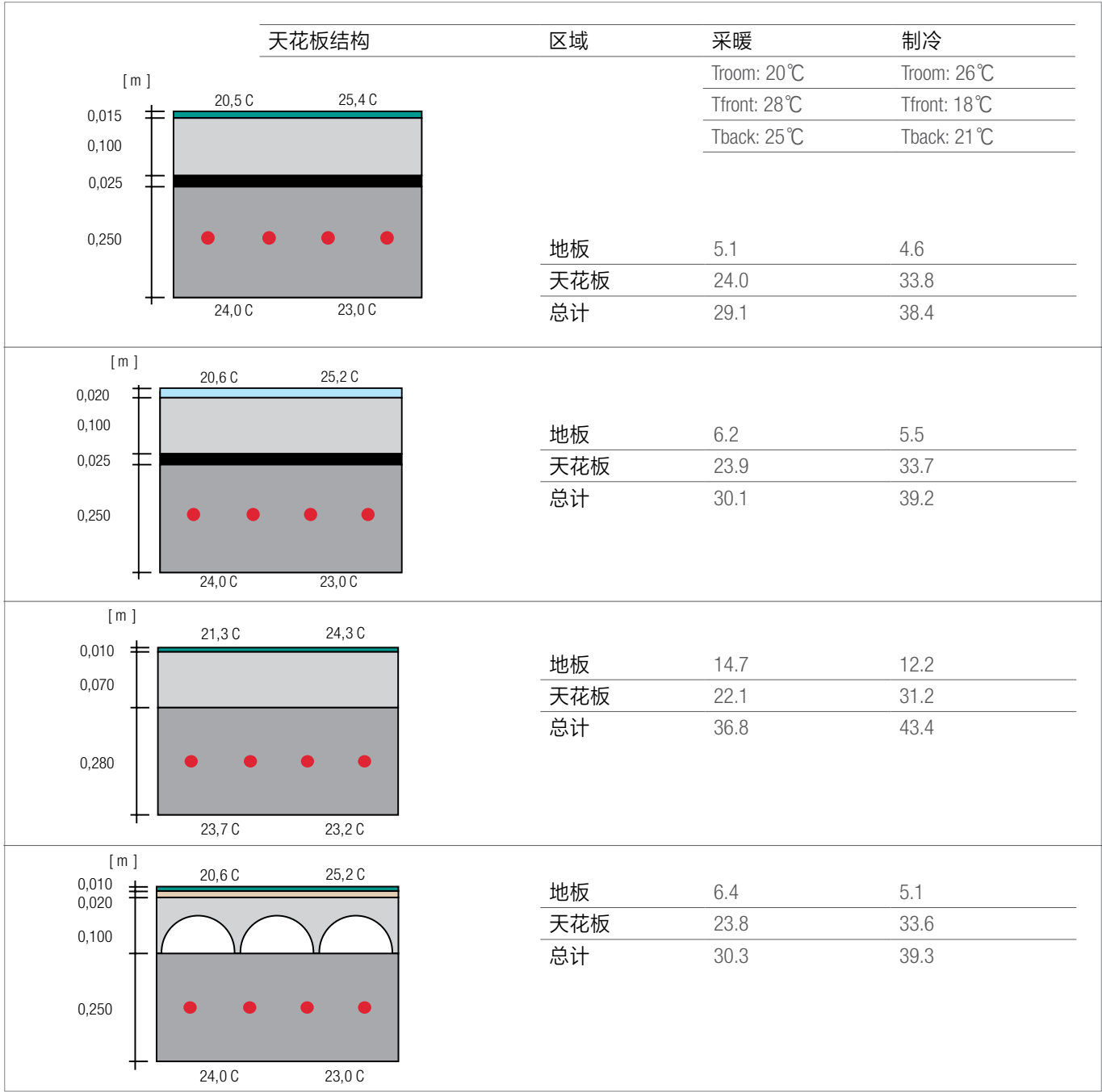


图23-46 平均静态输出(有效面积) W/m²

- 地毯
- 瓷砖
- 木地板
- 绝热层
- 找平层
- 双层地板
- 混凝土
- RAUTHERM S 管17x2.0 VA 15

30.7.1 水力连接类型



每种连接类型都要求混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制回路和整个管网的水力平衡。

分集水器连接

瑞好混凝土楼板结构采暖和制冷系统的连接可以采取和瑞好地板采暖和制冷系统一样的方式，将混凝土楼板结构采暖和制冷系统分集水器连接在分集水器路的管网上。建议采用球阀和控制阀切断和调节系统。设计阶段必须考虑以下事项：

- 每个混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制回路的最大压力损失为300毫巴
- 混凝土结构采暖和制冷系统控制回路尺寸几乎一样

采用同程原理的双管路系统

每个混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制回路和带有双管路系统的集合管路直接相连。建议采用可以放空球阀和控制阀进行切断、放空和调节。采用同层原理安装集合管路可以达到几乎一致压力损失。设计阶段必须考虑以下事项：

- 每个混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制回路的最大压力损失为300毫巴
- 混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制回路尺寸几乎一样

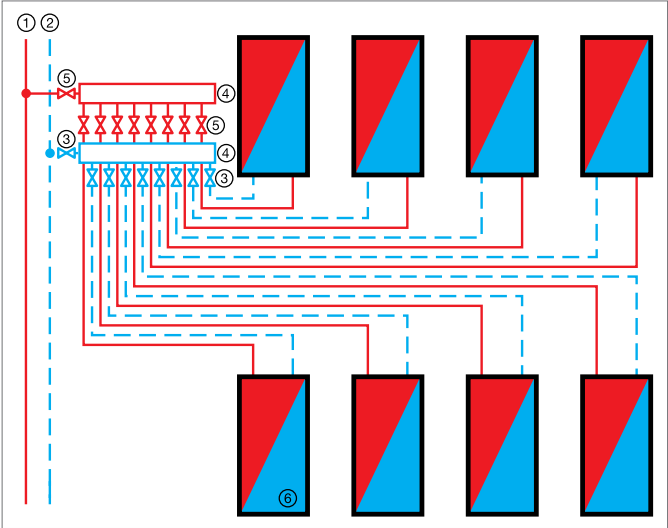


图30-47 分集水器连接示意图

- | | |
|----------|---------------|
| 1 进水 | 4 总管 |
| 2 回水 | 5 截止阀 |
| 3 控制和截止阀 | 6 混凝土中心温度控制回路 |

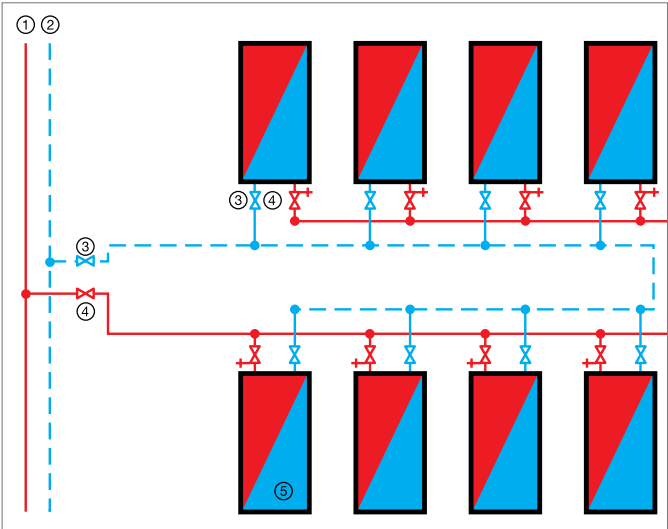


图30-48 双管系统示意图

- | | |
|----------|---------------|
| 1 进水 | 4 截止阀 |
| 2 回水 | 5 混凝土中心温度控制回路 |
| 3 控制和截止阀 | |

混凝土
楼板结构

三管路系统

为了确保混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制回路根据所需制冷和采暖负荷不同具有更大的灵活性，可以使用三管路系统。此时，您可以用三通阀使每个混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制回路在两个不同的的进水温度之间切换。该系统具有共同的回水管路。设计阶段必须考虑以下事项：

- 每个混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制回路的最大压力损失为300毫巴
- 混凝土楼板结构采暖和制冷系统控制回路尺寸几乎一样

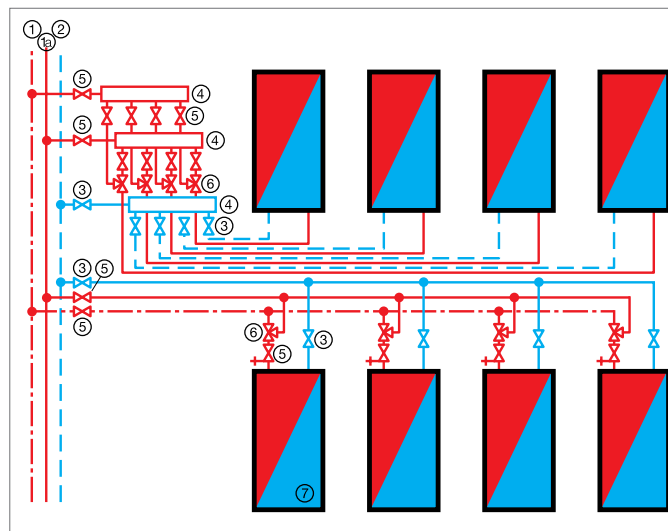


图30-49 三管系统示意图

- | | |
|----------|---------------|
| 1 进水1 | 4 分配总管 |
| 1a 进水2 | 5 关断阀 |
| 2 回水 | 6 三通阀 |
| 3 控制和关断阀 | 7 混凝土中心温度控制回路 |

31. 特殊应用

31.1 瑞好工业地板采暖系统



- 安装简单迅速
- 地板表面温度受控、舒适
- 温度曲线均一
- 气流速度低
- 没有灰尘的干扰
- 房间布置灵活性最高
- 运行温度低
- 适合热泵和太阳能系统
- 无维护成本

组件

- 瑞好工业分集水器
- 瑞好塑料绑扎带
- 瑞好 RAUFIX 导轨
- 瑞好 RAILFIX 导轨
- 瑞好卡钉

管尺寸

- RAUTHERM S 20x2.0毫米
- RAUTHERM S 25x2.3毫米

系统附件

- 瑞好弯管支架

说明

瑞好工业地板采暖系统是在混凝土地板中平行安装。在标准的安装方式中，用瑞好电缆扎带将加热管固定在钢筋中，并连接到瑞好工业集水器。

集水器和分水器由黄铜管制成，配备排出阀和 KFE 阀。进水管中的球阀（或自动恒温阀）和回水管中的微调阀（用于每个加热回路的液压平衡）确保切断每个加热回路。管路在坚固的镀锌隔音支架上安装。



图31-1 工业大厅中的地板采暖系统

瑞好工业分集水器 manifold



图31-2 瑞好工业分集水器

瑞好电缆扎带



图31-3 瑞好塑料绑扎带

用于将加热管固定在地板的钢筋上，加以保护。

材料	聚酰胺
可承受温度	-40℃ 至 +105℃

表31-1 瑞好塑料绑扎带技术数据

瑞好 RAUFIX 轨道



图31-4 瑞好 RAUFIX 轨道

聚丙烯制成的夹紧轨道，用于固定20×2.0毫米 RAUTHERM S 管。底部带有模制的倒钩。由于采用咬合连接，轨道两边都可以延长。

可能的安装管间距	5 cm 及其倍数
管道升高	5 mm

瑞好 RAILFIX 轨道



图31-5 瑞好RAILFIX轨道

PVC 制成的夹紧轨道，用于固定25×2.3毫米 RAUTHERM S 管。

可能的安装管间距	10 cm 及其倍数
管道升高	10 mm

瑞好卡钉



图31-6 瑞好卡钉

用于将 RAUFIX 或 RAILFIX轨道固定在绝热层上。

颜色	红色
----	----

瑞好弯管支架



图31-7 瑞好弯管支架

用于连接加热管和分集水器时准确改变加热管的方向。

材料	聚酰胺
颜色	黑色

31.1.1 组装



相关施工和规划人员及早协商对于组装的顺利完成是很必要的！

- 安装绝热层并盖上一层膜（见“隔离和移动层”，第228页）。
- 组装垫层和下层钢筋格架（建筑公司提供的金属丝格栅）。
- 如果设计了特别的“中间区管道”施工方式（见“地板镶板”，第228页），组装特制筐或框架。
- 按照设计图安装加热管并连接至分集水器。
- 冲洗加热回路，充水并除气。
- 进行压力测试。
- 完成上方钢筋的安装。
- 向地板镶板浇铸混凝土。



我们建议加热管安装商在浇铸混凝土时要在场。

31.1.2 规划

楼板

瑞好工业楼板采暖系统可以安装在钢盘混凝土、钢纤维混凝土或真空混凝土（以水泥为粘接剂）结构的楼板中。例外情况包括所有沥青混凝土型楼板（冷安装或热安装）。

工业大厅的使用类型以及因此产生的人流车流和使用负荷不影响瑞好工业楼板采暖的设计，只影响楼板的静态尺寸设计。

为此，混凝土楼板的设计（考虑以上提到的应力）和表面质量以及地下水位只能由结构工程师处理。结构工程师还要确定楼板中加热管的位置以及接缝布置。

- 对于钢架结构的楼板，下层钢筋通常可以用作管架，即直接用瑞好电缆扎带将加热管固定在下层钢筋架上。只有在这之后才能组装间隔筐和上层钢筋架。这种标准的安装方案（见图31-8）具有许多优点：
 - 易于组装
 - 无需管架部件的额外费用
 - “钻孔灵活性”更高
- 如果结构工程师更愿意将加热管安装在中间区，则必须采用特殊方案（见图31-9）。将加热管组装在间隔筐可作为特别部件订购，它还可以作为之后安装的上层钢筋架的间隔装置。
- 在钢纤维混凝土板中，传统的钢筋板（钢架、钢条）被钢纤维取代。为了保证达到设计的加热管的安装管间距，必须使用额外的固定件。最简单并经过重复测试的方案是用于20x2.0毫米 RAUTHERM S 管的瑞好 RAUFIX 轨道和25x2.3毫米 RAUTHERM S 管的瑞好 RAILFIX 轨道（见图31-10）。如果需要，可以用背衬板代替夹紧轨道。

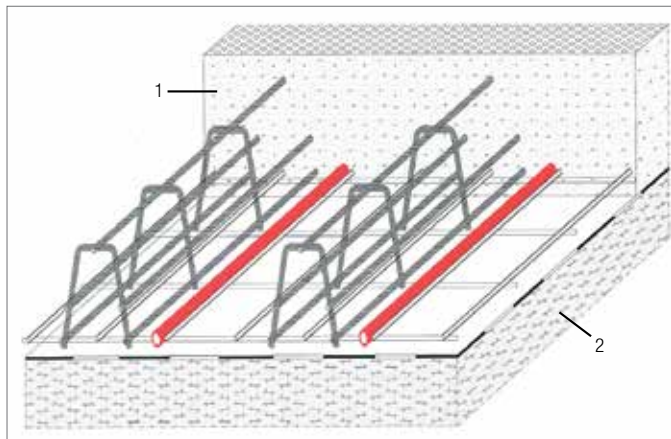


图31-8 钢架楼板：在下层钢筋架安装加热管的标准施工方式

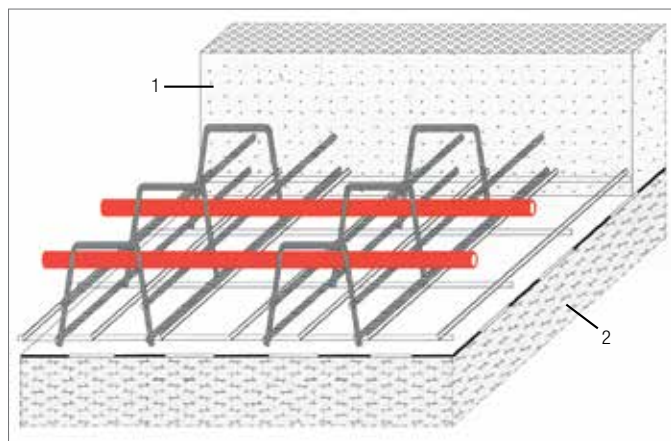


图 31-9 钢架楼板：在镶板中央安装加热管的特殊施工方式

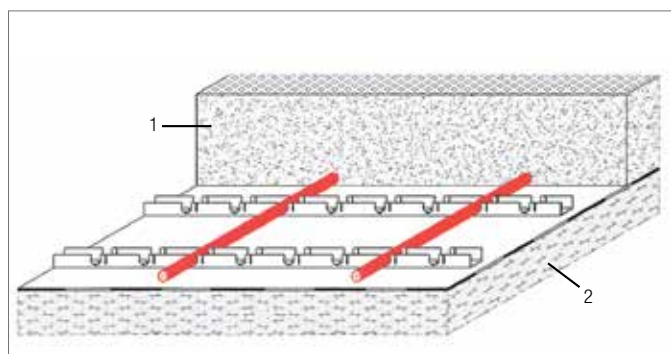


图31-10 钢纤维楼板：在夹紧轨道上安装加热管的特殊施工方式

- 1 混凝土板 plate
- 2 基础

隔离和移动层

为了防止混合水渗入绝热层或未胶合的承重层。在它们上面覆盖一层隔离层（例如，一层聚乙烯膜）。为了避免楼板和支撑层的摩擦，可以使用所谓的移动层（例如，两层聚乙烯膜）。隔离层和移动层一般由建筑公司安装。

绝热层

从2002年2月开始生效的节能法（EnEV）区分（第1章，第1和第2段）了以下建筑：

- 普通室内温度的建筑
- 低室内温度的建筑

在普通室内温度的建筑中

(EnEV 的第2章，第1和第2段，即室内温度在19℃以上，一年采暖超过4个月)，楼板R1（EN 1264 Part4）下绝热层的传热阻力不能低于以下值：

- 楼板靠采暖房间：
 $R_{\text{最小值}} \geq 0.75 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
- 楼板靠不采暖房间、间歇地板采暖的房间：
 $R_{\text{最小值}} \geq 1.25 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
- 楼板靠室外，气温 $-5^\circ\text{C} > T_d \geq -15^\circ\text{C}$ ：
 $R_{\text{最小值}} \geq 2.00 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$
- 地下水位 $\geq 5 \text{ m}$ 时，该值应增加。

在合理的情况下（硬度不合理），负责当局可以按照当地法律取消本要求（EnEV的第17章）。

在低室内温度的建筑中

(EnEV 的第3章，即室内温度在12℃至19℃之间，一年采暖超过4个月)，EnEV 对此没有要求。此时 DIN 4108-2 规定的传热阻力的最低值适用。

根据表3，第7、8和10行，传热阻力的值不能低于 $0.90 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ ，即 $R_{\text{最小值}} \geq 0.90 (\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$

建筑防水

建筑防水（地面潮气、不带压力或带压力的水）的规划和实施必须符合 DIN 18195 要求。一般而方，建筑防水设施由建筑公司安装。

接头布置

为了吸收楼板移动（例如热膨胀）的冲击并平衡内应力，可以采用伸缩接头或假接头。如果楼板是几个部分粘接的（取决于活动混凝土厂的能力），则采用压接接头。

- 伸缩接头将楼板和其它建筑部分隔开来（例如，墙、基础），并将较大的楼板分隔成较小的区域。
- 假接缝防止楼板移动不受控制。

伸缩接头可做成“套接”（只能在接头处自由运动）或“非套接”（所有方向都可自由运动）。接头的种类和位置由负责的结构工程师确定。



伸缩接头中只能穿过电源电缆。必须对跨过接头的加热管加以保护。

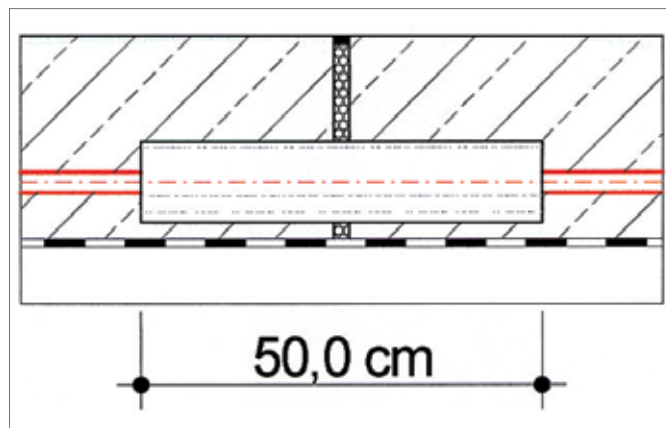


图31-11 不带加强销的接缝使用100%保温的瑞好保温管

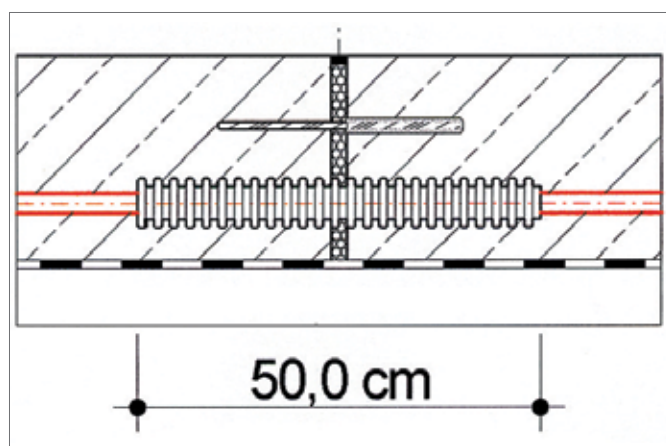


图31-12 带加强销的接缝使用瑞好保护套管

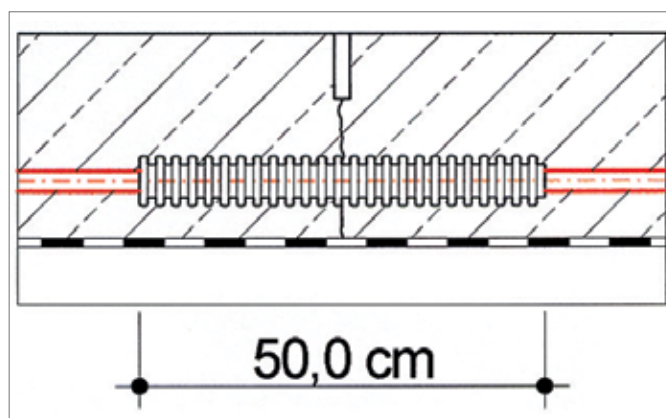


图31-13 半接缝使用瑞好加强保护套管

安装类型

此处一般不使用传统的逆螺旋安装方式。回旋式安装方式为适应支撑筐或支撑架的路线（即没有碰撞）提供了更好的选择。（加热高度和表面）温度的降低可以通过平行安装进水和回水管加以弥补。按照需要，加热回路可以隔离或平行安装。几个平行运行的加热回路形成了一个表面温度均匀的区域。同时，避免了复杂的分集水器压力平衡，因为这种方式铺设的加热回路的长度几乎相等。

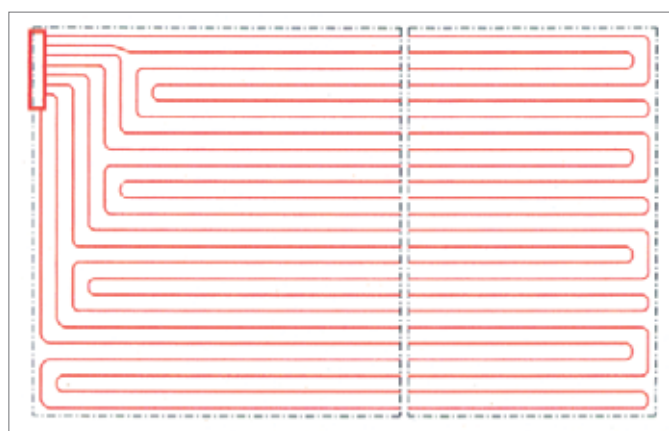


图31-14 加热回路隔离

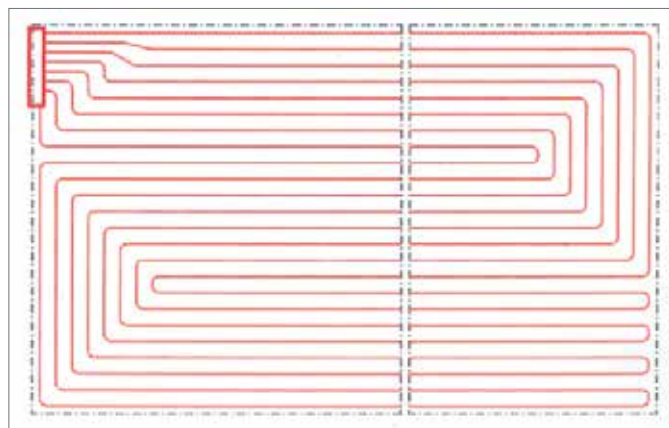


图31-15 加热回路平行运行（区域形状）

设计

使用性能图确定工业地板采暖的运行参数。该图根据 DIN 4725 计算。以下示意图中所示任何必要的边沿区的布置必须和表面下加热不同。

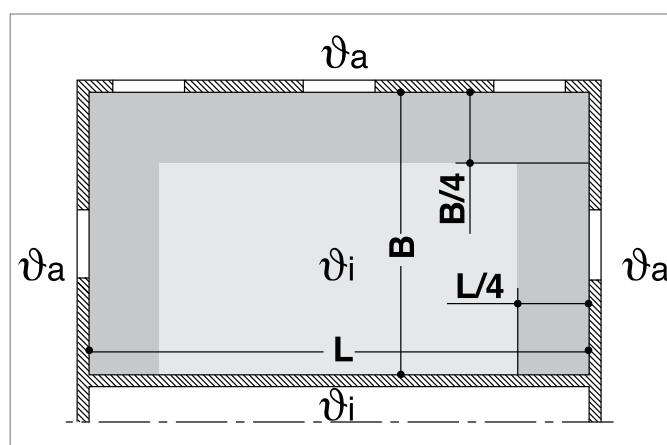


图31-16 区域布置

内区
边沿区

31.2 用于连接标准分集水器的管道支架RAUFIX的瑞好采暖系统



- 安装迅速
- 地板表面温度受控、舒适
- 由于辐射能高，节省能量
- 没有灰尘的干扰
- 最小空气流动
- 管道连接方式不会对地板带来负面影响
- 拆除时不降低地板的弹性特性
- 与其它采暖系统相比投资成本最低

组件

- 瑞好绝热板，预切
- 瑞好 RAUFIX 导轨16/17/20
- 瑞好卡钉

管道尺寸

RAUTHERM S 20x2.0 mm

附件

- 瑞好分集水器
- 瑞好分集水箱

瑞好卡钉



图31-17 瑞好卡钉

瑞好卡钉特殊形状的钉尖
用于将瑞好 RAUFIX 轨道牢固地固定在瑞好绝热板上。
瑞好 RAUFIX 轨道穿孔的楼板用于插瑞好卡钉。

瑞好绝热板，预先切割



图31-19 瑞好绝热板，预先切割

绝热板由不含 CFC 的 PUR 硬泡沫组成，该泡沫两侧带有防扩散涂层（铝层）。按照 DIN 4108 绝热板导热系数类别为 025，特征值 $0.025 \text{ W/m}^2\text{K}$ 。该板一般不可燃，按照 DIN 4102 材料级别为 B2。瑞好绝热板出厂时预先切割。因此地板格架的尺寸必须在规划阶段确定。这消除了施工场地耗时、辛苦而且不准确的切割过程。

瑞好 RAUFIX 轨道



图31-20 瑞好 RAUFIX 轨道

瑞好 RAUFIX 轨道是由聚丙烯制成的固定部件，该轨道使安装管间距可为5厘米及其倍数。瑞好 RAUFIX 导轨的固定夹顶部的钩子保证了管道的牢固固定。在连接器上的固定使得1米长瑞好 RAUFIX 轨道的连接可靠迅速。



图31-18 瑞好运动地板系统

弹性地板采暖使得规划和计算更加复杂。为了处理增加的复杂性，建筑师、规划师、运动大厅地板安装商和运营商的合作至关重要。每个施工项目规划始终应在与建筑师和弹性地板制造商协商下独立进行。

31.2.1 安装

将瑞好分集水器箱设置到位，并安装瑞好分集水器。

- 安装预先切割的瑞好绝热板。
- 将瑞好 RAUFIX 轨道设置到位，并用瑞好卡钉以40厘米间距固定。
- 将 RAUTHERM S 管连接至瑞好分集水器。
- 按照安装平面图铺设 RAUTHERM S 管。
- 冲洗加热回路，并充水、除气。
- 进行压力测试。

客户安装防潮层后，再安装预先切割的绝热板。安装时从弹性地板安装商确定的角落开始，然后向外移动。应以附近的瑞好绝热板确保垫块的格架尺寸。之后，用瑞好卡钉以1米的安装管间距固定瑞好 RAUFIX 轨道。轨道必须在管道变向点附近呈辐射状固定，以保证管道的牢固固定。我们建议安装加热管时从安装格架最外面的“沟槽”开始。从卷状管上将加热管压入轨道的管导槽中。安装管时，必须注意地锚和底部的排出阀。

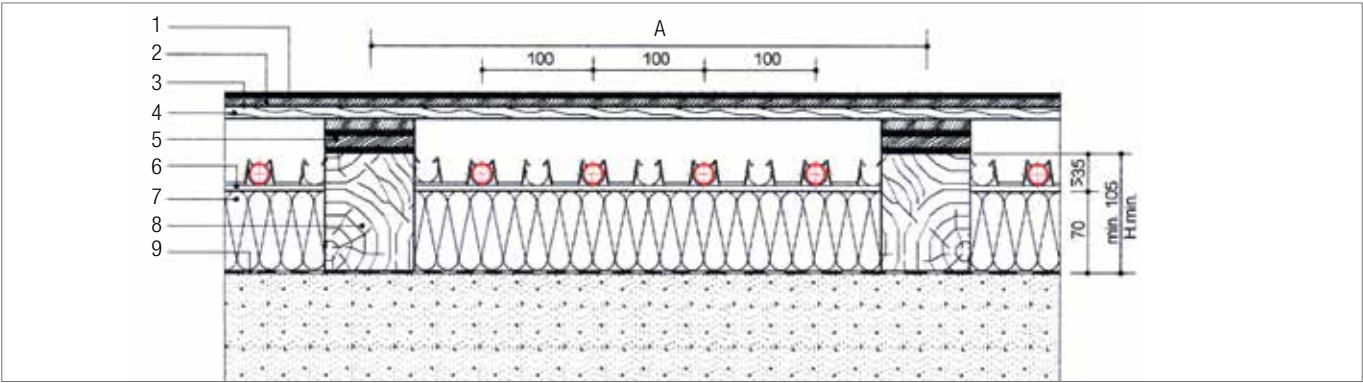


图31-21 弹性地板采暖结构

- | | |
|-----------------------|---------------------------|
| 1 地板材料 | 6 瑞好 RAUFIX 轨道 |
| 2 负荷分配板(纸板、复合板和生物材料板) | 7 瑞好绝热板，预切 |
| 3 聚乙烯膜 | 8 垫块(例如70毫米绝热板：高度至少105毫米) |
| 4 衬板 | 9 防潮层 |
| 5 双层吸振部件 | |

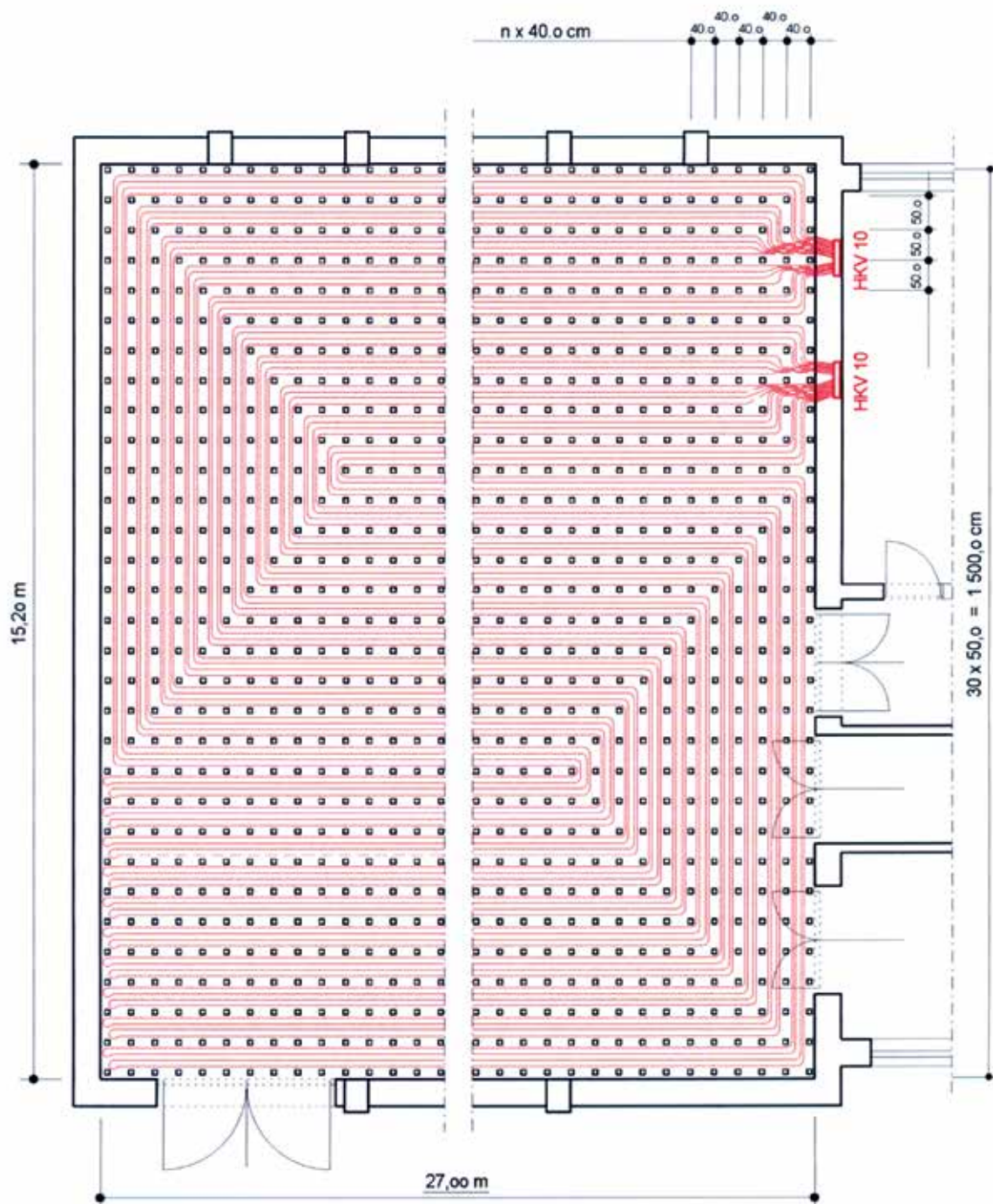


图31-22 瑞好弹性运动地板采暖系统的标准分集水器

31.3 连接管道分水器的瑞好弹性运动地板采暖系统



- 安装迅速
- 地板表面温度受控、舒适
- 由于辐射能高，节省能量
- 没有灰尘的干扰
- 最小空气流动
- 管道固定方式不会对地板带来负面影响
- 拆除时不降低地板弹性特性
- 与其它采暖系统相比投资成本最低

组件

- 瑞好绝热板，预先切割
- 瑞好 RAILFIX 轨道
- 瑞好卡钉
- 瑞好管道分集水器

管道尺寸

- RAUTHERM S 25x2.3 mm

附件

- 瑞好分集水器
- 瑞好分集水箱

瑞好卡钉



图31-23 瑞好卡钉

瑞好卡钉特殊形状的钉尖用于将瑞好 RAILFIX 轨道牢固地定在瑞好绝热板上。瑞好 RAILFIX 轨道穿孔的地板镶板用于插瑞好卡钉。

瑞好绝热板，预先切割



图31-24 瑞好绝热板，预先切割

绝热板由不含 CFC 的 PUR 硬泡沫组成，该泡沫两侧带有防扩散涂层（铝层）。按照 DIN 4108 绝热板导热系数类别为025，特征值 $0.025 \text{ W/m}^2\text{K}$ 。该板一般不可燃，板安装商和运营商的合作至关重要。每个施工项目规划始终应在与建筑师和弹性地板制造商协商下独立进行。

按照 DIN 4108 材料级别为B2。瑞好绝热板出厂时预先切割。因此地板格架的尺寸必须在规划阶段确定。这消除了施工场地耗时、辛苦而且不准确的切割过程。

瑞好 RAILFIX 轨道



图31-25 瑞好RAILFIX轨道

瑞好 RAILFIX 轨道使安装管间距可为10厘米及其倍数。它可用作准确的管道定位器。



图31-26 瑞好运动地板系统

瑞好管分集水器

瑞好管分集水器采用40×3.7毫米 RAUTHERM FW 管和带有收紧套筒的瑞好管件构成。它们用于连接25×2.3毫米 RAUTHERM S 管道。在施工场地根据施工详图按照施工场地条件进行施工。

31.3.1 组装

- 安装预先切割的瑞好绝热板。
- 将瑞好 RAILFIX 轨道设置到位，并按40厘米间距用瑞好卡钉固定。
- 安装、对准并连接瑞好分集水器。
- 按照安装平面图铺设 RAUTHERM S 管。
- 将安装的加热回路连接至瑞好管分集水器。
- 冲洗加热回路，并充水、除气。
- 进行压力测试。

客户安装防潮层后，安装预先切割的绝热板。安装时从弹性地板安装商确定的角落开始，然后向外移动。应以旁边的瑞好绝热板确保垫块的格架尺寸。之后，用瑞好卡钉按1米的安装管间距固定瑞好 RAILFIX 轨道。轨道必须在管道变向点附近呈辐射状固定，以保证管道的牢固固定。组装瑞好管分集水器时，必须遵照合适顺序组装分集水器部件。该顺序见于施工详图。我们建议安装加热管时从安装格架最外面的“沟槽”开始。从卷状管上将加热管压入轨道的管导槽中。安装管时，必须注意地锚和底部排出阀。在这些区域安装管道要与弹性地板安装商协商。

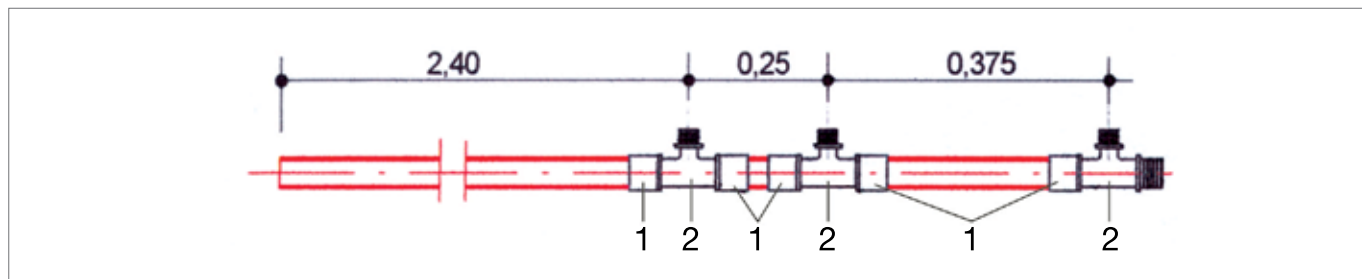


图31-27 瑞好分集水管

1 收紧套环: 40x3.7

2 三通: 40x3.7 - 25x2.3 - 40x3.7

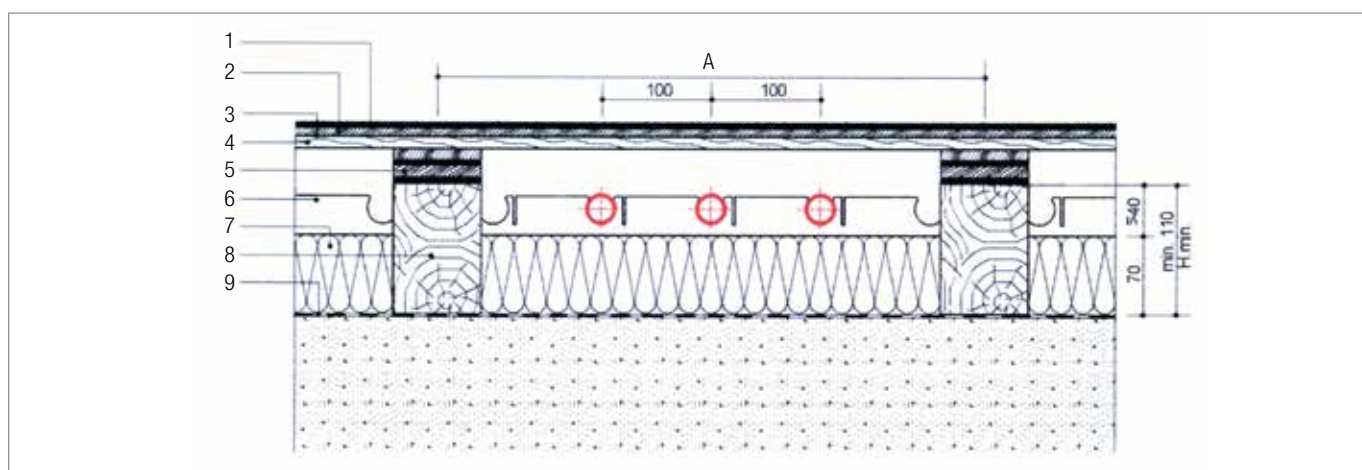


图31-28 弹性地板采暖结构

1 地板材料

2 荷载分配板(纸板、复合板和生物材料板)

3 聚乙烯膜

4 衬板

5 双层吸振部件

6 瑞好RAUFI轨道

7 瑞好绝热板, 预切

8 垫块(例如70毫米绝热板: 高度至少105毫米)

9 防潮层

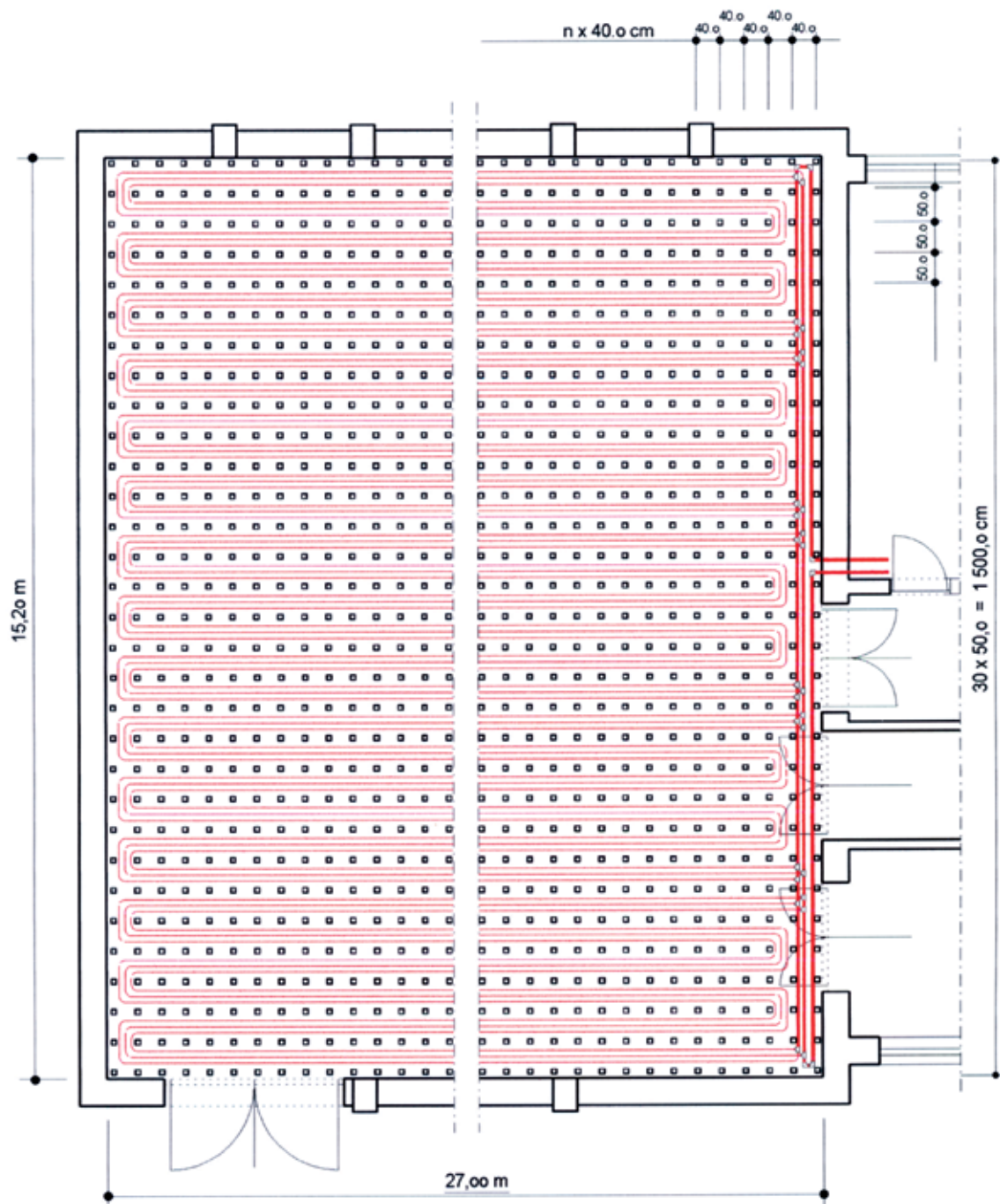


图31-29 瑞好弹性地板采暖系统的标准分集水器

31.4 瑞好户外地板采暖



- 组装简单迅速
- 使街道、停车场、车库的车道、散步道没有冰雪
- 运行温度低
- 适合热泵和太阳能系统
- 没有维护费用

系统组件

- 瑞好工业分集水器
- 瑞好电缆扎带
- 瑞好 RAUFIX 轨道
- 瑞好 RAILFIX 轨道
- 瑞好卡钉

管尺寸

- RAUTHERM S 20x2.0 mm
- RAUTHERM S 25x2.3 mm

系统附件

- 瑞好弯管支架

系统说明

瑞好室外地板采暖用于清除以下表面冰雪：

- 街道和停车场
- 直升机着陆架
- 车库的车道
- 散步道
- 等



注意！

霜冻损坏。

- 运行所有室外地板采暖系统时应使用抗冻剂。



图31-30 瑞好室外地板采暖：加热停车场



进行压力损失计算时，必须考虑抗冻剂对压力损失增加的影响！

31.4.1 规划

地板结构

加热管在混凝土地板镶板中主要平行安装（并常安装在沙层中，例如在散步道中），并连接至瑞好工业分集水器。

如果加热管嵌入混凝土镶板中，瑞好室外地板采暖系统的结构和瑞好工业地板采暖结构一样。这意味着地板镶板结构、接头布置、隔离和移动层的使用以及安装类型和组装顺序都是一样的。在地板镶板下面通常不安装绝热层。这使室外地板采暖的能力下降，从而意味着在日常使用中要连续运行。

该方案的优点：利用了地下的蓄热能力（形成热透镜）。

在沙层中安装加热管时，主要使用瑞好 RAUFIX 或 RAILFIX 轨道作为管道定位器。该方案的主要缺点是当砂子干透时导热系数下降。这增加了运行温度并降低了室外地板采暖的效率。

为此，应避免在坚固、紧密的覆盖物下（天然石铺路面、混凝土路面）的沙层中安装加热管。

设计

由于室外混凝土表面散热很大程度上取决于天气条件，性能和运行温度必须根据材料相关因素确定。为迅速确定热工作站的性能，可以假定当表面无冰时室外地板采暖的能力为 $q = 150 \text{ W/m}^2$ 。

安装类型

和瑞好工业地板采暖一样，可使用平行管路线和回旋安装。

31.4.2 组装

相关施工和规划人员及早协商对于顺利组装十分必要！

- 安装膜（隔离层）。
- 组装垫层和下层钢筋格架。
- 如果设计了特别的施工方式（在中间区），组装特制筐或框架。
- 在设计的位置组装工业分集水器。
- 按照设计图安装加热管，并连接至分集水器。
- 冲洗加热回路、充水并除气。
- 完成上方钢筋的安装。
- 向地板镶板浇筑混凝土。

我们建议加热管安装商在浇筑混凝土时在场。

31.5 瑞好户外采暖



- 组装简单迅速
- 保持区域无冰雪
- 低运行温度，适合热泵和太阳能系统
- 不妨碍草地和地面绿化
- 不妨碍草地维护
- 无维护费用

系统组件

- 瑞好管道分集水器
- 瑞好 RAILFIX 轨道

管尺寸

- RAUTHERM S 25x2.3 mm

应用

瑞好户外采暖用于保证天然和人工足球场没有冰雪。

系统说明

瑞好户外采暖是瑞好户外地板采暖的一种特殊形式。加热回路由经过试验和测试的 RAUTHERM S 25 × 2.3毫米制成，以平行方式安装并通过瑞好收紧套环连接工艺连接在分集水器上。使用的定位器为瑞好 RAILFIX 轨道。瑞好分集水器的管道根据各项目安装，并且管道为特别的定制产品。加热回路一致的长度、分集水器管道的尺寸以及采用同程原理连接的分集水器管道和分集水器，这一切保证了整个运动场地均匀的温度分布。

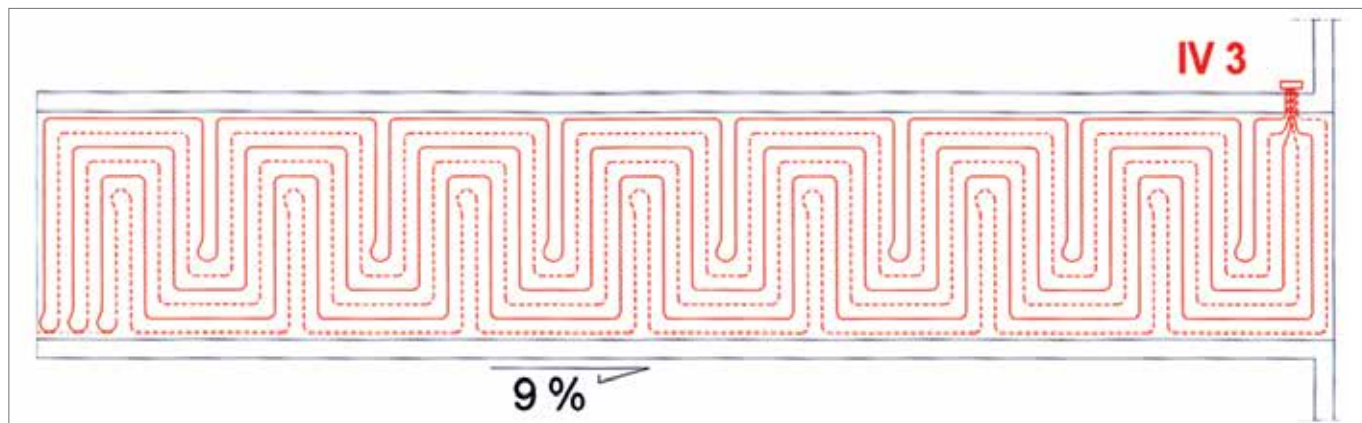


图31-31 瑞好室外地板采暖：加热斜坡（安装示意图）



图31-34 加热的运动场



图31-33 安装沥青



图31-32 在运动场安装排水装置



图31-35 安装加热管

31.6 瑞好工业分集水器



- 分集水器由1.25和1.5英寸黄铜管制成。
- 进水和回水管端盖带有 KFE 阀和脱气器。
- 进水管中安装球阀（带 IVT 的恒温器阀），带有卡环和 EUROCONE 螺纹连接的微调阀
- 在镀锌安装支架（符合 DIN 4109）上组装

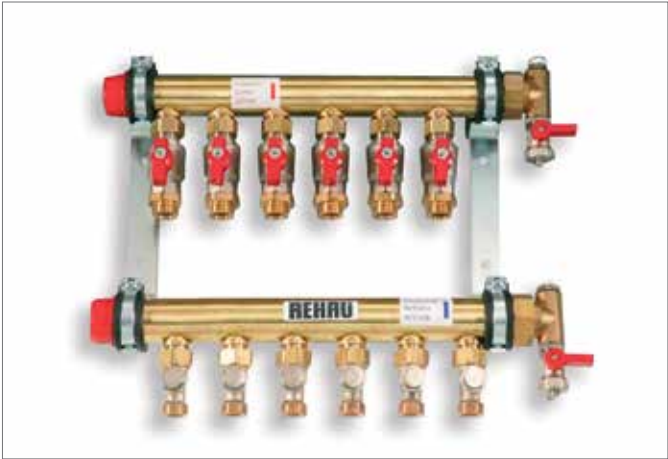


图31-36 实例：工业分集水器，1.25英寸

总表

	1.25英寸分集水器	1.5英寸分集水器	
名称	IVK	IVKK	IVKE
出口	1/2 ”	3/4 ”	3/4 ”
进水管设置	球阀	球阀	球阀
回水管设置	微调阀	微调阀	微调阀
管道连接	RAUTHERM S / E 16x2.0 / 20x2.0	RAUTHERM S 25x2.3	RAUTHERM S / E 16x2.0 / 20x2.0
螺纹接头	EUROCONE ¹⁾	夹环螺纹接头	EUROCONE ¹⁾
可连接的加热回路数目	2 to 12	2 to 12	2 to 12
出口中心距	55 mm	75 mm	75 mm

表31-1 瑞好工业分集水器
¹⁾ 夹环螺纹接头必须单独订购

31.6.1 1.25英寸 IVK 瑞好工业分集水器

- 进水管中设置球阀
- EUROCONE 17x2.0 mm / 20x2.0 mm

型号	产品编号	B [mm]	M [kg]
IVK 2	246609-001	220	4.12
IVK 3	246619-001	275	4.96
IVK 4	246629-001	330	5.81
IVK 5	246639-001	385	6.65
IVK 6	246649-001	440	7.50
IVK 7	246659-001	495	8.34
IVK 8	246669-001	550	9.19
IVK 9	246679-001	605	10.03
IVK 10	246689-001	660	10.88
IVK 11	246699-001	715	11.72
IVK 12	246709-001	770	12.57

表31-2 结构长度B和重量M

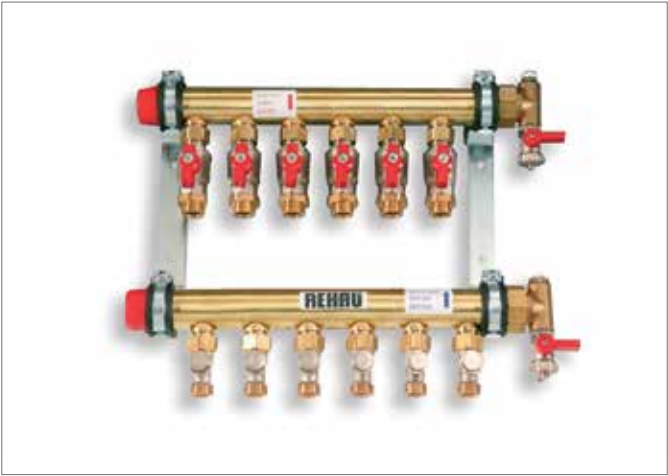


图31-37 1.25英寸IVK瑞好工业分集水器

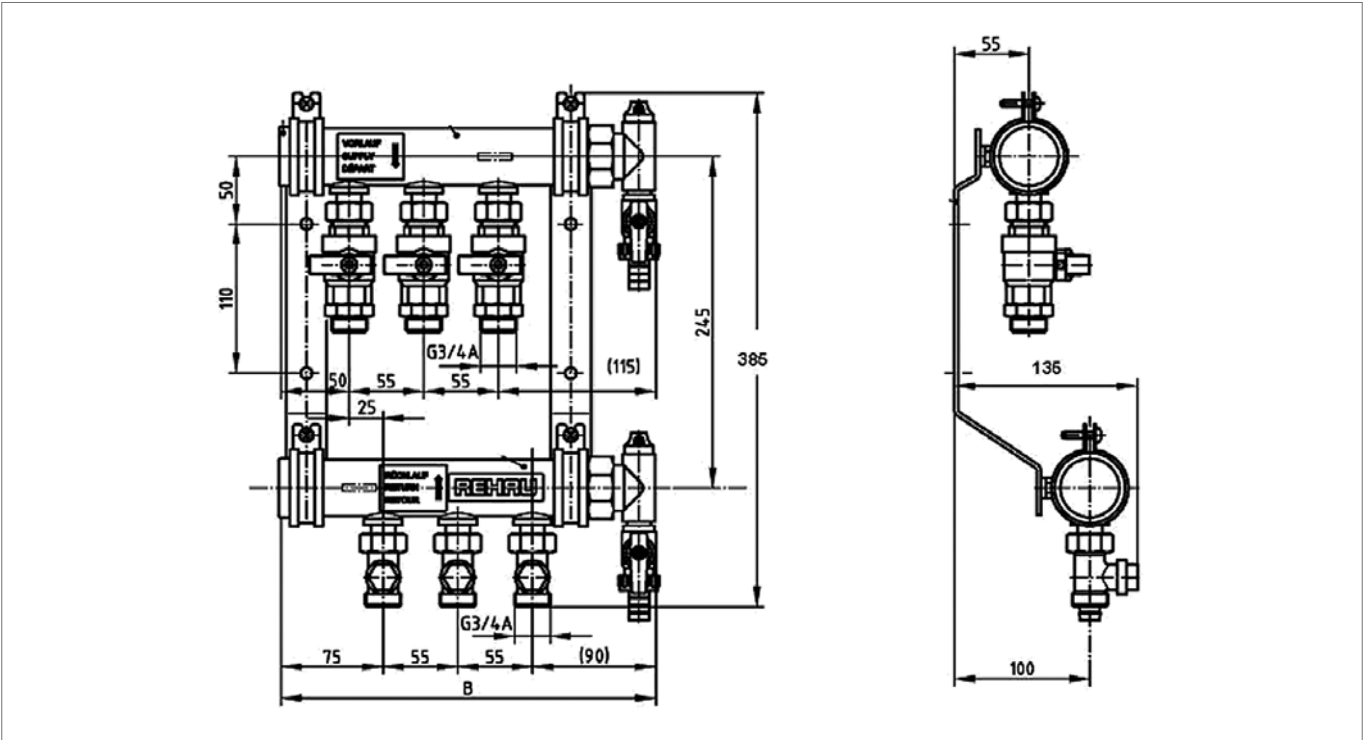


图31-38 尺寸

31.6.3 1½英寸 IVKK 瑞好工业分集水器

- 进水管中设置球阀
- 夹环螺纹接头 25x2.3 mm

型号	产品编号	B [mm]	M [kg]
IVKK 2	248870-001	285	5.6
IVKK 3	248880-001	360	7.2
IVKK 4	248890-001	435	8.8
IVKK 5	248900-001	510	10.4
IVKK 6	248910-001	585	12.0
IVKK 7	248920-001	660	13.6
IVKK 8	248930-001	735	15.2
IVKK 9	248940-001	810	16.8
IVKK 10	248950-001	885	18.4
IVKK 11	248960-001	960	20.0
IVKK 12	248970-001	1035	21.6

表31-4 结构长度B和重量 M

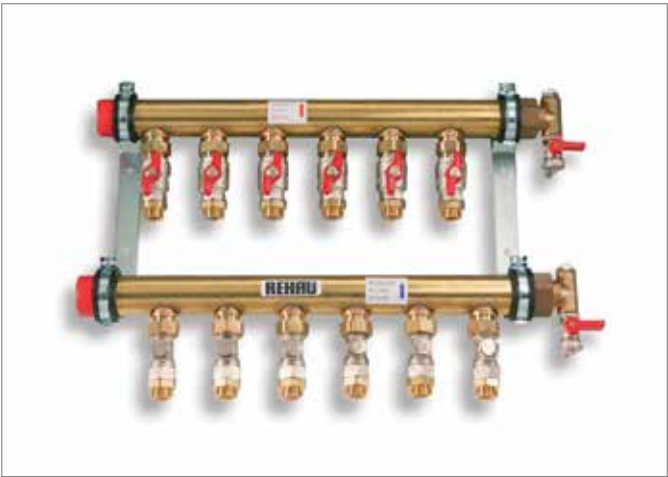


图24-41 1.5英寸 IVKK 瑞好工业分水器

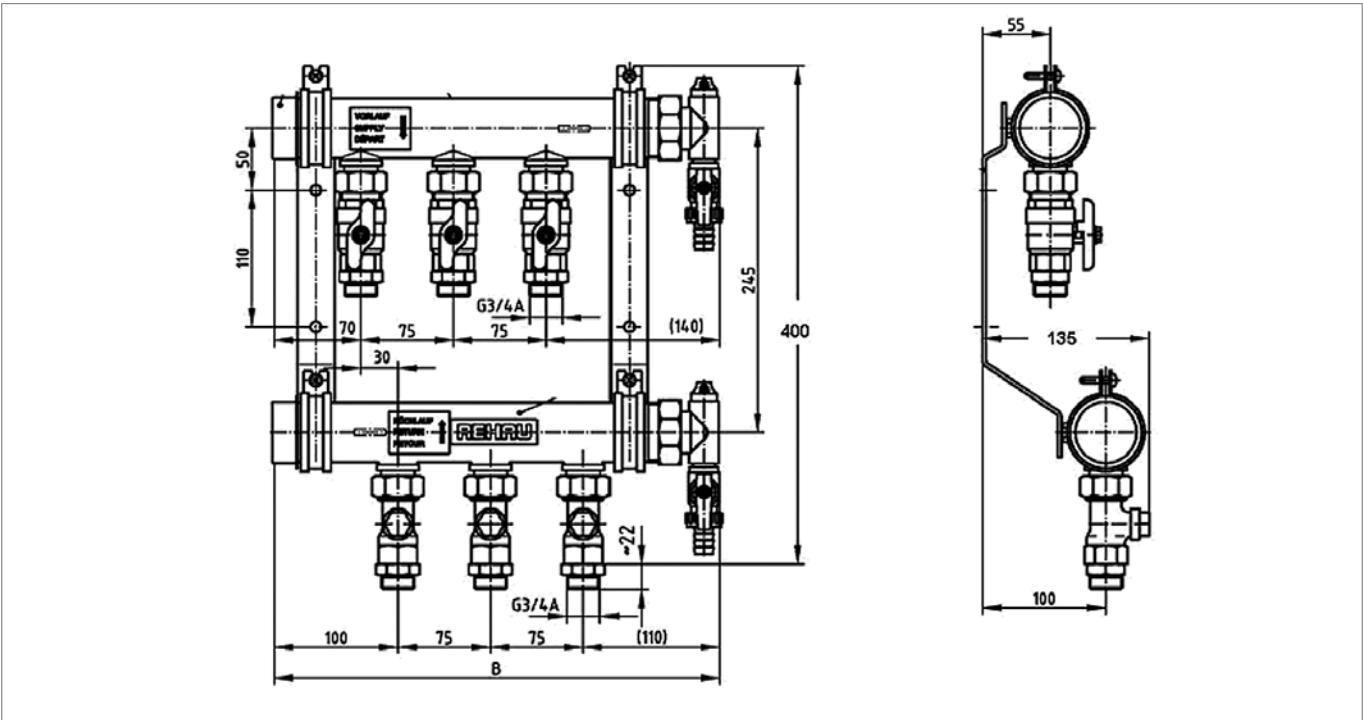


图31-42 尺寸

32. 项目规划

我们提供全面的地板采暖/制冷系统项目规划服务，并通过互联网和瑞好规划软件 RAUCAD/RAUWIN 的规划和设计资料为您提供技术支持。

32.1 互联网



有关项目规划的详细信息，请访问我们的互联网网站。
www.rehau.com.cn 的地板采暖/制冷部分。

除了规划和设计信息之外，您还将从网站得到有关系统的总体信息和技术资料。您会找到可以下载的检查清单、论坛、记录表和投标邀请书。互联网还提供数据规范、联系信息、常见问题回答等信息。

32.2 瑞好规划软件

瑞好产品系列能满足您的所有需求，并使您可以进行热量和管路规划和计算，快速、简单而且用户友好。

为了满足您的需求，我们开发了三种程序模块：

- RAUWIN
 - 加热负荷计算
 - 散热器设计
 - 瑞好地板采暖设计
- RAUCAD / RAUCADplus
 - 地面图和方案设计
 - 加热、软水和下水道图示管网计算。
 - RAUCADplus，包括 AutoCAD-OEM



有关软件详细信息，请浏览我们的互联网网站。
www.REHAU.com.cn

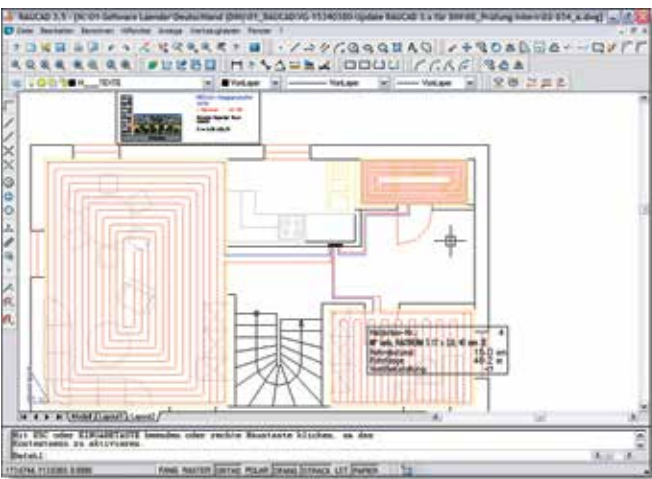


图32-1 用瑞好 RAUCAD 规划软件的瑞好地板采暖系统项目规划实例

附件 A

瑞好地板采暖/制冷系统压力测试记录表

瑞好地板采暖/制冷系统压力测试记录表

1. 系统数据

项目名称：

客户：

安装地点：

最大运行压力：

最大运行温度：

2. 压力测试

	完成
a. 关闭分集水器的球阀	☐
b. 对各加热回路逐个充水并冲洗	☐
c. 对系统除气	☐
d. 进行压力测试：2倍运行压力，但是不低于6巴（根据 DIN EN 1264 Part 4）	☐
e. 2小时后重新施压，因为压力可能由于管道膨胀而下降	☐
f. 测试时间12小时	☐
g. 如果水不从管路的任何一点漏出，而且测试压力下降不超过0.1巴/小时，则通过压力测试	☐

注：
当安装填充层时，必须施加最大运行压力，这样可以立即检测到泄漏位置。

3. 确认

泄漏测试操作正确。没有出现泄漏和没有部件永久变形。

城市日期

客户承包商

附件 B

地板采暖/制冷功能性加热记录表

地板采暖/制冷功能性加热记录表
根据 DIN 1264, Part 4, 安装地板覆面以前必须加热无水石膏和水泥找平层。按照制造商的规定, 该操作应在水泥找平层至少安装21天后进行, 无水石膏则为7天以上。
缩短上述干燥时间并/或改变下述加热顺序(温度、加热步骤的数目和持续时间)需要在加热阶段开始之前得到找平层制造商和/或安装商的书面许可。

规划建筑: _____

采暖施工公司: _____

找平层安装公司: _____

瑞好安装系统: _____

瑞好管(型号/公称尺寸/安装管间距): _____

找平层类型: ☐ 水泥找平层厚度 _____ cm ☐ 无水石膏找平层厚度 _____ cm

找平层安装日期 _____

开始功能性加热前的室外温度: _____

开始功能性加热前的室内温度: _____

1. 设定20—25℃的初始进水温度, 并保持恒温3天:

开始日期: _____ 结束日期: _____

2. 设定最高容许设计温度并保持4天(夜间不下降):

开始日期: _____ 结束日期: _____

出现问题: _____ 加热故障日期: _____

发现的缺陷: _____

执行功能性加热, 未出现任何问题: ☐ 是 ☐ 否

客户: _____ 城市, 日期: _____ 签名: _____

承包商: _____ 城市, 日期: _____ 签名: _____

注: 完成功能性加热后, 不能确保找平层已经达到覆盖它所需的湿度。是否可以覆盖找平层必须由地板安装商确定。

附件C

墙壁采暖/制冷调试记录表

墙壁采暖/制冷调试记录表

开发商:

规划建筑:

施工阶段:

操作人员:

客户:

1. 压力测试

墙壁采暖/制冷回路的泄漏测试就在瑞好气候元件系统开始抹灰之前或是开始涂抹墙粉之前，通过水压测试进行。测试压力水平为1.3倍最大容许运行压力，或至少5巴。测试时间至少12小时。完成泄漏测试后，设定并维持运行压力。

最大容许运行压力:

巴

设定测试压力:

巴

测试结束时的压力:

巴

保证无泄漏而且未发现任何部件的永久变形的泄漏。
压力测试实施公司确认(日期、章、签名):

2. 水泥或石膏灰泥、抹墙粉或粘土灰泥功能性加热测试

功能性加热用于检查加热墙的功能。功能性加热不能早于灰泥/抹墙粉施工后21天。必须遵守灰泥制造商有关所用灰泥种类/抹墙粉的规定。功能性加热开始时进水温度为25℃，保温3天。然后设置并维持最高进水温度达4天。

灰泥制造商:

灰泥种类/抹墙粉:

功能性加热在抹灰泥作业 ☐ 之前 ☐ 期间 ☐ 之后

开始抹拓泥作业: (日期)

结束抹拓泥作业: (日期)

开始功能性加热: (日期)

初始进水温度: ℃ 保温至: (日期)

进水温度增量: ℃

最高进水温度: ℃ 到达日期: (日期)

最高进水温度保温至 (日期)

功能性加热完成于: (日期)

功能性加热中断于: 从 至 (日期)

功能性加热未中断: ☐ (如适用则勾选)

移交墙壁采暖系统时:

设定的永久运行温度 _____℃

室外温度 _____℃

确认(日期、章、签名)

客户: 承包商:

附件D

瑞好混凝土结构采暖和制冷系统记录表

瑞好混凝土结构采暖和制冷系统记录表/1. 压力测试

规划建筑：

街道：

城市/邮编：

1. 肉眼观察

按以下标准检查表中所列BKT模块/BKT回路：

- 1.) 导套的固定和定位采用有效设计图。
- 2.) 模块和管采用有效组装设计图安装。
- 3.) 连接管路的固定和安装，并且管路完全插入导套中。
- 4.) BKT模块/BKT回路中没有任何明显损坏或泄漏。

2. 压力测试

压力测试涉及表中所列BKT模块/BKT回路：

- a. 填充测试介质（测试压力必须为2倍运行压力，或至少6巴）。
- b. 2小时后再次施压，因为压力会由于管道膨胀而下降。
- c. 测试时间为12小时。
- d. 如果测试介质没有从管路的任何位置泄漏出来，而且测试压力下降不超过1.5巴，则装置密封合适。

注：在整个水泥浇注过程中，BKT模块/BKT回路必须处于压力测试中以检测泄漏。

回路编号	建筑部位	楼层	模块型号	度(m)	宽度(m)	BKT模块 /BKT回路 安装位置	测试压力 (bar)	备注

3. 确认

肉眼观察和泄漏测试必须按照测试记录表妥善进行。

城市：

日期：

BKT 测试实施公司：

TGA 现场管理/客户：

瑞好混凝土楼板结构采暖及制冷压力测试记录本/2. 压力测试

规划建筑：

街道：

城市/邮编：

1. 肉眼观察

按照以下标准检查表中所列套：

- 1.) 套/模块中连接管路的状况
- 2.) 压力测试设备的状况

2. 压力测试

压力测试涉及表中所列BKT模块/BKT回路：

- a. 从第一次压力测试的压力测试装置。
- b. 如果测试介质没有从管路的任何位置泄漏出来，而且测试压力下降不超过1.5巴，则装置密封合适。
- c. 如果测试压力下降超过1.5巴，则应重复第一次压力测试。

回路编号	建筑部位	楼层	模块型号	长度(m)	宽度(m)	BKT 模块 /BKT 回路 安装位置	测试压力 (bar)	备注

3. 确认

肉眼观察和泄漏测试必须按照测试记录表妥善进行。

城市：

日期：

BKT 测试实施公司：

TGA 现场管理/客户：

注释

建筑



汽车



工业



德国瑞好中国区销售办公室

全国客户中心 电话：400 887 8300 [免费热线]

北京	北京市朝阳区东土城路12号怡和阳光大厦C座806室 电话：010-64282956 传真：010-64489475
上海	上海市长宁区镇宁路465弄181号1幢1D 电话：021-63551155 传真：021-63550889
广州	广州市环市东路450号广东华信中心14楼04室 电话：020-37126000 传真：020-87627243
香港	香港柴湾嘉业街18号明报工业中心A座1106室 电话：00852-28987080 传真：00852-29760287
成都	成都市青龙街27号铂金时代大厦3号楼16楼1210-1211 电话：028-8628 3218 传真：028-8628 3904
沈阳	沈阳市和平区和平北大街28号华利大厦18-2 电话：024-22875807 传真：024-22871807
太仓工厂	江苏省太仓经济开发区东仓北路112号 电话：0512-53372888 传真：0512-53372828

我们根据经验给出有关技术应用的口头和书面建议，并且据我们所知，这些建议都是正确的，但提供此类信息是不受责任约束所必需的。如果将瑞好产品用于超出我们控制范围的情况，或者用于超出指定用途的应用，我们将不会对就该产品所提出的索赔，承担任何责任。我们建议您事先核实并确认每种瑞好产品针对预期用途的适用性。我们无法控制您如何使用和处置我们的产品，因错误应用瑞好产品而导致的一切责任均需您自行承担。如果必须考虑责任问题，则任何赔偿将仅限于我们所提供的并且您所使用的商品之价值。我们的质量保证是基于我们的产品规格和我们的一般销售条件，其前提是我们的产品拥有始终如一的高质量。

本文件受版权保护。瑞好公司保留基于此文件的所有权利。本出版物中的任何部分均不得以电子或机械、复印、录制等任何形式或任何方式进行转换、复制或传播，也不得存储在数据检索系统中。

德国瑞好在亚洲/澳大利亚其他的分支机构

新加坡 亚洲/澳大利亚的区域办事处
1 King George's Avenue, REHAU Building, Singapore 208557
电话：+65 6392-6006 传真 +65 6392-6116

您所在地区的德国瑞好采暖及生活饮用水管路系统授权经销商：