

山东省工程建设标准



DB37/T XXXX-2022

JXXXX-2022

低温热水地面辐射供暖工程技术规程

Technical specification for low temperature

hot water floor radiant heating engineering

2022-XX-XX 发布

2022-XX-XX 实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

联合发布

山东省工程建设标准

低温热水地面辐射供暖工程技术规程

Technical specification for low temperature

hot water floor radiant heating engineering

DB37/T XXXX-2022

住房和城乡建设部备案号：J XXXXX-2022

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

施行日期：2022 年 XX 月 XX 日

2022 济南

山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

关于发布山东省工程建设标准

《低温热水地面辐射供暖工程技术规程》的通知

鲁建标字【2022】xx 号

各市住房城乡建设局、市场监管局，各有关单位：

由山东省住房和城乡建设发展研究院和山东海筑暖通工程有限公司主编的《低温热水地面辐射供暖工程技术规程》，业经审定通过，批准为山东省工程建设标准，编号为 DB37/T XXXX-2022，现予以发布，自 20XX 年 XX 月 XX 日起施行。原《低温热水地面辐射供暖技术规程》DB37/T 5047-2015 同时废止。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省住房和城乡建设发展研究院负责具体技术内容的解释。

山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

2022 年 XX 月 XX 日

前 言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于印发2021年山东省工程建设标准制修订计划的通知》（鲁建标字〔2021〕19号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国家标准和行业标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本规程。

本规程的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 设计；4. 材料；5. 施工；6. 检验调试及验收；7. 运行与维护及有关附录。

本规程修订的主要技术内容是：

1. 增加了干式地暖材料及施工等相关内容；2. 增加了加热管、连接件、阀门安装相关内容；3. 调整了挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板相关参数以及预制沟槽模块的抗压强度。

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由山东省住房和城乡建设发展研究院负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送山东省住房和城乡建设发展研究院(地址：济南市市中区卧龙路128号，邮编：250004，电话：0531-51765579，邮箱：sddfbz@126.com)。

本规程主编单位：山东省住房和城乡建设发展研究院

山东海筑暖通工程有限公司

本规程参编单位：山东建筑大学

山东施博格特种橡塑材料有限责任公司

山东栗驰昕合材料科技有限公司

山东省建设培训与执业资格注册中心

浙江伟星新型建材股份有限公司

济南贝斯特新型建材有限公司

济南惠泽新型建材有限公司

本规程主要起草人员：江香玉 戴磊 宗勇 孙鲁军 楚广明 刘晓勇

刘萍 鲁永贵 崔艳秋 王旭飞 肖春国 董传波

张云 董传彦 刘飏 李超 马晗 孙成丽

刘会胜 李南明 吉孟银 顾 皓 王 挺 张晓晶

王茂盛 王志琪 孙 敏 夏文杰 刘征涯

本规程主要审查人员：李向东 王 峡 王方琳 李良波 嵇 飙 孙海勇

李建林 颜 波 刘 倩

目 次

1 总则.....	1
2 术语.....	2
3 设计.....	3
3.1 一般规定.....	3
3.2 地面构造.....	4
3.3 热负荷计算.....	5
3.4 地面散热量计算.....	6
3.5 水系统设计.....	7
3.6 管道水力计算.....	8
3.7 温控与热计量.....	10
4 材料.....	12
4.1 一般规定.....	12
4.2 绝热层材料.....	12
4.3 填充层材料.....	14
4.4 水系统材料.....	14
5 施工.....	15
5.1 一般规定.....	15
5.2 绝热层铺设.....	15
5.3 加热管安装.....	17
5.4 填充层施工.....	19
5.5 面层施工.....	19
5.6 潮湿房间施工.....	20
6 检验、调试及验收.....	21
6.1 一般规定.....	21
6.2 质量验收.....	21
6.3 水压试验.....	23
6.4 调试与试运行.....	23
6.5 竣工验收.....	23
7 运行与维护.....	25
附录 A 不同类型辐射供暖地面构造做法.....	26
附录 B 湿式地暖单位面积散热量.....	28
附录 C 加热管的选择.....	40
附录 D 管道水力计算.....	44
附录 E 加热管管材物理力学性能.....	51
附录 F 工程质量检验批检验表.....	53
本规程用词说明.....	54
引用标准名录.....	55
条文说明.....	56

1 总 则

1.0.1 为规范低温热水地面辐射供暖工程的应用，做到技术先进、安全适用，经济合理，保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于工业与民用建筑以热水为热媒的地面辐射供暖工程。

1.0.3 低温热水地面辐射供暖工程的设计、施工和验收等，除应符合本规程外，尚应符合国家和山东省现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 低温热水地面辐射供暖 low temperature hot water floor radiant heating

以温度不高于 60℃ 的热水为热媒，在加热管内循环流动，加热地板，通过地面以辐射和对流的传热方式向室内供热的供暖方式。

2.0.2 湿式地暖 wet underfloor heating

加热管敷设在绝热层之上，以现场湿作业方式填充混凝土或厚层自流平后，再铺设地面面层的地面辐射供暖形式。

2.0.3 干式地暖 dry underfloor heating

采用预制沟槽保温板、凸点式地暖保温模块或预制轻薄供暖板干法铺设、现场无湿作业的地面辐射供暖形式。

2.0.4 加热管 heating pipe

用于进行热水循环并加热辐射表面的管道。

2.0.5 分集水器 manifold

低温热水地面辐射供暖系统中，用于连接各分支环路的配水及汇水装置。

2.0.6 混水装置 water mixing device

将热源的一部分高温供水和低温回水进行混合，获得系统所需供水温度的装置。

2.0.7 输配管 distribution pipe

预制轻薄供暖板干式地暖中，安装于分集水器和预制轻薄供暖板分集水装置之间，起到中间输配作用的管道。

2.0.8 面层 surface layer

建筑地面与室内空气直接接触的构造层。

2.0.9 找平层 toweling layer

在垫层或楼板面上进行抹平的构造层。

2.0.10 隔离层 isolating layer

防止建筑地面上各种液体透过地面的构造层。

2.0.11 填充层 filler layer

湿式地暖中，位于绝热层上部，由混凝土或厚层自流平构成，起到保护加热管并使地面温度均匀的构造层。

2.0.12 绝热层 insulating layer

现场单独铺设、用于阻挡热量传递，减少无效热损失的构造层，不含干式地暖的预制保温模块。

2.0.13 防潮层 moisture proofing layer

防止建筑地基或楼层地面下潮气透过地面的构造层。

2.0.14 均热层 heat distribution plates

采用预制沟槽保温板供暖地面时，铺设在加热管的下面或者上面、或者上下均铺设，可使加热管产生的热量均匀散开的金属板或金属箔。

2.0.15 伸缩缝 expansion joint

补偿混凝土填充层和面层等膨胀或收缩用的构造缝。分为填充式伸缩缝、面层伸缩缝。

2.0.16 均压板 average pressure board

用于干式地暖中起到平均分配承重压力的平板材料，可作为面层使用。

2.0.17 填充板 blind board

干式地暖中，与预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板的保温基板的材质和厚度相同，用于敷设输配管和填充房间内未铺设供暖板部位的板材。

2.0.18 预制沟槽保温板 pre-grooved insulation board

工厂预制，用于现场拼装敷设加热管，带有固定间距和尺寸沟槽的聚苯乙烯泡沫塑料或其他保温材料制成的保温板。

2.0.19 凸点式地暖保温模块 convex point type floor heating and insulation module

由聚苯乙烯塑料注塑成型，利用均匀分布的凸点固定加热管的模块式干式地暖保温板。

2.0.20 预制轻薄供暖板 precast light heating board

由保温基板、支撑木龙骨、塑料加热管、粘接胶、铝箔、配水和集水等装置组成，并在工厂制作的一体化地面供暖部件。

2.0.21 电热式控制阀 electrical thermal actuating valve

由阀体和电热执行器组成、利用执行器内被电加热的温包膨胀产生的推力推动阀杆动作从而调节阀门开度的阀门。

2.0.22 自力式温控阀 thermostat valve

可设定温度，无需外界动力，通过温包感应室温产生自力式动作调节水流量控制室温恒定的阀门。

3 设计

3.1 一般规定

3.1.1 低温热水地面辐射供暖系统的供、回水温度应由计算确定，民用建筑供水温度宜采用 $35^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ ，供回水温差不宜大于 10°C 且不宜小于 5°C ，供暖管道设计工作年限应达到 50 年。

3.1.2 地表面平均温度计算值应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 地表面平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)

区域特征	适宜范围	最高限值
人员经常停留区	25~27	29
人员短期停留区	28~30	32
无人停留区	35~40	42

3.1.3 低温热水地面辐射供暖系统的工作压力，不应大于 0.8MPa 。

3.1.4 低温热水地面辐射供暖热媒的温度、流量和资用压差等参数，应同热源系统相匹配；热源系统应设置相应的控制装置。

3.1.5 热媒温度超过 60°C 时，应在供暖热力入口或在室内供暖系统入户之前设置混水装置或换热装置。

3.1.6 地面上的固定设施或卫生器具下方，不应布置供暖管道。

3.1.7 干式地暖找平层宜在结构层上采用自流平地面找平技术。

3.1.8 房间内的生活冷热水及其他管线，不应与预制沟槽保温板内的加热管在同一沟槽内敷设。

3.2 地面构造

3.2.1 辐射地面的构造做法应根据其设置位置确定，不同类型辐射供暖地面构造做法可按本规程附录 A 选用。辐射地面的构造应包括：

- 1 面层；
- 2 隔离层（对潮湿房间）；
- 3 填充层；
- 4 加热管；
- 5 绝热层；
- 6 防潮层（与下部土壤相邻地面）；
- 7 楼板或地面。

3.2.2 为减少供暖地面的热损失，直接与室外空气接触的楼板、与不供暖房间相邻的地板应设置

绝热层。

3.2.3 辐射供暖地面构造应符合下列规定：

- 1 当与土壤接触的底层地面作为辐射地面时，应设置绝热层。设置绝热层时，绝热层与土壤之间应设置防潮层；
- 2 潮湿房间的湿式地暖的填充层上、干式地暖的面层下，应设置隔离层。

3.2.4 绝热层宜采用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板；其热阻和厚度应符合表 3.2.4 的规定。

表 3.2.4 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板绝热层热阻和厚度

绝热层位置	绝热层热阻($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$)	厚度 (mm)
楼层之间地板上	≥ 0.67	≥ 20
与室外空气相邻的地板上	≥ 1.33	≥ 40
与不供暖房间相邻的地板下	≥ 1.00	≥ 30

注：绝热层热阻按表 4.2.3-3 中平均温度 25℃、030 级挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板计算。

3.2.5 湿式地暖地面的加热管填充层和面层构造应符合下列规定：

- 1 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板作为绝热层时，填充层采用细石混凝土，厚度不宜小于 50mm，上部铺设 $\Phi 4\text{mm} \times 100\text{mm} \times 100\text{mm}$ 的钢丝网片；
- 2 细石混凝土填充层上部应根据面层的需要敷设找平层。

3.2.6 预制沟槽保温板辐射供暖地面直接铺设木地板面层时，宜采用含有均热层的保温板。

3.2.7 采用预制沟槽保温板时，输配管应敷设在预制沟槽保温板中。

3.2.8 辐射供暖的地面荷载不应大于供暖地面的设计承载能力。

3.3 热负荷计算

3.3.1 辐射供暖房间热负荷应按照现行国家标准《民用建筑供暖通风及空气调节设计规范》GB 50736 和现行国家标准《工业建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50019 的有关规定进行计算。

3.3.2 计算全面辐射供暖系统的热负荷时，室内计算温度的取值可比对流供暖系统的室内计算温度低 2℃。

3.3.3 局部辐射供暖系统的热负荷应按全面辐射供暖的热负荷乘以计算系数的方法确定，计算系数可按表 3.3.3 选取。

表 3.3.3 局部辐射供暖系统热负荷计算系数

供暖区面积与房间面积的比值 K	$K \geq 0.75$	$K = 0.55$	$K = 0.40$	$K = 0.25$	$K \leq 0.20$
计算系数	1	0.72	0.54	0.38	0.30

3.3.4 进深大于 6m 的房间，宜以距外墙 6m 为界分区，分别计算热负荷和进行管线布置。

3.3.5 敷设加热管的建筑地面，不应计算地面的传热损失。

3.3.6 采用地面辐射供暖的房间(不含楼梯间)高度大于 4m 时，应在基本耗热量和朝向、风力、外门附加耗热量之和的基础上，计算高度附加率。每高出 1m 应附加 1%，但最大附加率不应大于 8%。

3.3.7 采用分户热计量或分户独立热源的辐射供暖系统，应考虑间歇运行并计算户间传热负荷。

3.4 地面散热量计算

3.4.1 单位地面面积的散热量应按下列公式计算：

$$q = q_f + q_d \quad (3.4.1-1)$$

$$q_f = 5 \times 10^{-8} \left[(t_{pj} + 273)^4 - (t_{fj} + 273)^4 \right] \quad (3.4.1-2)$$

$$q_d = 2.13 (t_{pj} - t_n)^{0.31} \quad (3.4.1-3)$$

式中： q ——单位地面面积的散热量（W/m²）；

q_f ——单位地面面积辐射传热量（W/m²）；

q_d ——单位地面面积对流传热量（W/m²）；

t_{pj} ——地表面平均温度（℃）；

t_{fj} ——室内非加热表面的面积加权平均温度（℃）；

t_n ——室内计算温度（℃）。

3.4.2 湿式地暖地面向上供热量和向下传热量应通过计算确定。当辐射供暖地面与供暖房间相邻时，其单位地面面积向上供热量和向下传热量可按本规程附录 B 确定。

3.4.3 干式地暖表面向上供热量以及向下传热量应按产品检测数据确定。

3.4.4 房间所需单位地面面积向上供热量应按下列公式计算：

$$q_1 = \beta \frac{Q_1}{F_r} \quad (3.4.4-1)$$

$$Q_1 = Q - Q_2 \quad (3.4.4-2)$$

式中： q_1 —房间所需单位地面面积向上供热量（W/m²）；

Q_1 —房间所需地面向上的供热量（W）；

F_r —房间内敷设加热管的地面面积（m²）；

β —考虑家具等遮挡的安全系数；

Q —房间热负荷（W）；

Q_2 —自上层房间地面向下传热量（W）。

3.4.5 确定供暖地面向上供热量时，应校核地表面平均温度，其数值应符合本规程第 3.1.2 条的规定；否则应改善建筑热工性能或设置其他辅助供暖设备，减少地面辐射供暖系统负担的热负荷。湿式地暖地表面平均温度宜按下列公式计算：

$$t_{pj} = t_n + 9.82 \times \left(\frac{q}{100} \right)^{0.969} \quad (3.4.5)$$

式中： t_{pj} ——地表面平均温度（℃）；

t_n ——室内计算温度（℃）；

q ——单位地面面积向上的供热量（W/m²）。

3.4.6 辐射供暖房间热媒供热量，应包括辐射面向上的供热量和向下的传热量或向土壤的传热损失。

3.5 水系统设计

3.5.1 预制轻薄供暖板地面辐射供暖系统应设置脱气除污器，水质及其保证措施应符合现行行业标准《城镇供热管网设计标准》CJJ/T 34 等标准要求。

3.5.2 户内系统的热媒温度、压力或资用压差等参数与热源不匹配时，应根据需要采取设置换热器或混水装置等措施。

3.5.3 采用集中热源的住宅建筑，楼内供暖系统设计应符合下列规定：

- 1 应采用共用立管的分户独立系统形式；
- 2 同一对立管宜连接负荷相近的户内系统；
- 3 一对共用立管在每层连接的户数不宜超过3户；
- 4 共用立管接向户内系统的供、回水管应分别设置关断阀，其中一个关断阀应具有调节功能；
- 5 共用立管和分户关断调节阀门应设置在户外公共空间的管道井或热力小室内；
- 6 采用分户热计量的系统应安装热计量或热量分摊装置；

7 分集水器的安装位置应便于检修与控制，不应暗装在外墙或分户墙内；

8 采用干式地暖形式时，生活给水管道宜在顶板下明敷，当敷设在预制沟槽板内时，应预留给水管沟槽，管道交叉部位应采取措施确保保温层厚度。

3.5.4 对设置独立热源的户内系统，循环水泵的流量、扬程应符合户内供暖系统的要求，系统定压值应符合加热管的承压要求。

3.5.5 分支环路的设置应符合下列规定：

1 连接在同一分集水器的相同管径的各环路长度宜接近；现场敷设加热管时，各环路管长度不宜超过120m；当各环路长度差距较大时，宜采用不同管径的加热管，或在每个分支环路上设置平衡装置；

2 每个主要房间应独立设置环路，面积小的附属房间内的加热管、输配管可串联；

3 进深和面积较大的房间，当分区域计算热负荷时，各区域应独立设置环路；

4 不同标高的房间地面，不宜共用一个环路。

3.5.6 加热管的敷设间距和预制轻薄供暖板的铺设面积，应根据房间所需供热量、室内计算温度、平均水温、地面传热热阻等确定。

3.5.7 加热管距离外墙内表面不得小于 100mm，与内墙距离宜为 200mm～300mm。距卫生间墙体内部表面宜为 100mm～150mm。

3.5.8 现场敷设加热管时应保证地面温度均匀，并满足管材允许的最小弯曲半径，敷设时宜采用回折型或平行型等布管方式。干式地暖宜选择平行型布置或双平行型布置。

3.5.9 加热管应按系统实际工作条件确定，并应符合本规程附录 C 的规定。

3.5.10 加热管和输配管流速不宜小于 0.25m/s。

3.5.11 输配管宜采用与预制轻薄供暖板内加热管相同的管材。

3.5.12 每个环路进、出水口，应分别与分集水器相连接。分集水器最大断面流速不宜大于 0.8m/s。每个分集水器分支环路不宜多于 8 路。每个分支环路供回水管上均应设置可关断阀门。

3.5.13 分集水器进水管前应设置过滤器，分集水器进回水管路之间不宜设置旁通阀。

3.5.14 分集水器上均应设置手动或自动排气阀。

3.6 管道水力计算

3.6.1 管道的压力损失可按下列公式计算：

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_j \quad (3.6.1-1)$$

$$\Delta P_m = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho v^2}{2} \quad (3.6.1-2)$$

$$\Delta P_j = \xi \frac{\rho v^2}{2} \quad (3.6.1-3)$$

式中： ΔP ——加热管的压力损失（Pa）；

ΔP_m ——摩擦压力损失（Pa）；

ΔP_j ——局部压力损失（Pa）；

λ ——摩擦阻力系数；

d ——管道内径（m）；

l ——管道长度（m）；

ρ ——水的密度（kg/m³）；

v ——水的流速（m/s）；

ξ ——局部阻力系数。

3.6.2 铝塑复合管及塑料管的摩擦阻力系数，可按下列公式计算：

$$\lambda = \left\{ \frac{0.5 \left[\frac{b}{2} + \frac{1.312(2-b) \lg 3.7 \frac{d_n}{k_d}}{\lg Re_s - 1} \right]}{\lg \frac{3.7 d_n}{k_d}} \right\}^2 \quad (3.6.2-1)$$

$$b = 1 + \frac{\lg Re_s}{\lg Re_z} \quad (3.6.2-2)$$

$$Re_s = \frac{d_n v}{\mu_t} \quad (3.6.2-3)$$

$$Re_z = \frac{500 d_n}{k_d} \quad (3.6.2-4)$$

$$d_n = 0.5(2d_w + \Delta d_w - 4\delta - 2\Delta\delta) \quad (3.6.2-5)$$

式中： λ ——摩擦阻力系数；

b ——水的流动相似系数；

Re_s ——实际雷诺数；

v ——水的流速（m/s）；

μ_t ——与温度有关的运动黏度 (m^2/s) ;

Re_z ——阻力平方区的临界雷诺数;

k_d ——管子的当量粗糙度 (m) , 对于铝塑复合管及塑料管, $k_d = 1 \times 10^{-5} (\text{m})$;

d_n ——管子的计算内径 (m) ;

d_w ——管外径 (m) ;

Δd_w ——管外径允许误差 (m) ;

δ ——管壁厚 (m) ;

$\Delta \delta$ ——管壁厚允许误差 (m) 。

3.6.3 塑料管及铝塑复合管单位长度摩擦压力损失及局部阻力系数可按本规程附录 D 选用。

3.6.4 分集水器环路的总压力损失宜小于 30kPa。

3.7 温控与热计量

3.7.1 新建住宅低温热水地面辐射供暖系统, 应设置分户热计量和室内温度自动控制装置。

3.7.2 低温热水地面辐射供暖系统室内温度控制可采用分环路控制和总体控制两种方式, 自动控制阀宜采用电热式控制阀, 也可采用自力式温控阀和电动阀, 并应符合下列规定:

1 采用分环路控制时, 分集水器处的各个分支路上应分别设置自动控制阀, 控制各房间或区域的室内空气温度;

2 采用总体控制时, 分集水器或管道井总管上应设置自动控制阀, 控制整个用户或区域的室内空气温度。

3.7.3 温控器设置及选型应符合下列规定:

1 室温型温控器应设置在附近无散热体、周围无遮拦物、不受气流直吹、不受太阳直射、通风干燥、周围无热源体、能正确反映室内温度的位置, 且不宜设置在外墙上;

2 需要同时控制室温和限制地表温度时, 应采用双温型温控器;

3 对开放的大空间场所, 室温型温控器应布置在所对应回路的附近, 当无法布置在所对应的回路附近时, 可采用地温型温控器;

4 地温型温控器的传感器不应被家具、地毯等覆盖或遮挡, 宜布置在人员经常停留的区域, 且位于加热部件之间, 以获得准确的地面温度;

5 浴室、带淋浴设备的卫生间、游泳池等潮湿区域, 室温型温控器的防护等级和设置位置

应符合国家现行相关标准的要求；当不能满足要求时，应采用地温型温控器；

6 温控器的控制器设置高度宜距地面 1.3m~1.5m，与照明开关在同一水平线上。

3.7.4 以燃气壁挂炉为热源的辐射供暖系统宜设置混水装置，并宜采用循环水泵及壁挂炉联动的整体控制方式。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.1 地面辐射供暖系统中所用材料，应根据工作温度、工作压力、荷载、设计寿命、现场防水、防火、施工性能等方面的要求，经综合比较后确定。

4.1.2 辐射供暖系统中所使用的材料均应符合国家现行有关标准的规定。

4.1.3 干式地暖找平层宜在结构层上采用自流平地面找平技术，应符合现行行业标准《自流平地面工程技术标准》JGJ/T 175 的规定。

4.1.4 水泥基自流平应符合现行行业标准《地面用水泥基自流平砂浆》JC/T 985 的规定。

4.1.5 石膏基自流平应符合现行行业标准《石膏基自流平砂浆》JC/T 1023 的规定。

4.2 绝热层材料

4.2.1 绝热层材料应采用导热系数小、难燃或不燃，具有足够承载能力的材料，且不应含有殖菌源，不得有散发异味及可能危害健康的挥发物。

4.2.2 绝热层材料选择应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 绝热层材料选择

地暖型式	绝热层材料
湿式地暖	挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板、凸点式地暖保温模块
干式地暖	凸点式地暖保温模块、预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板

4.2.3 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板主要技术性能指标应符合表 4.2.3-1、表 4.2.3-2 和表 4.2.3-3 的规定。

表 4.2.3-1 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板规格尺寸

长度 L (mm)	宽度 B (mm)	厚度 H (mm)
600, 1200, 1800, 2400	600, 900, 1200	10, 20, 25, 30, 40, 50, 75, 100, 120, 150

表 4.2.3-2 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板厚度允许偏差

项目		允许偏差 (mm)
长度 L (mm) 或宽度 B (mm)	$L/B < 1000$	± 5.0
	$1000 \leq L/B < 2000$	± 7.5
	$2000 \leq L/B$	± 10.0
厚度 H (mm)	$H < 75$	$-1 \sim +2$
	$H \geq 75$	$-1 \sim +3$
对角线 T (mm)	$T < 1000$	± 5.0
	$1000 \leq T < 2000$	± 7.5
	$2000 \leq T$	± 13.0

表 4.2.3-3 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板性能指标

项目		单位	性能指标											
			带表皮										不带表皮	
			X150	X200	X250	X300	X350	X400	X450	X500	X700	X900	W200	W300
压缩强度		kPa	≥150	≥200	≥250	≥300	≥350	≥400	≥450	≥500	≥700	≥900	≥200	≥300
吸水率，浸水 96h		%（体积分 数）	≤2.0	≤1.5	≤1.0								≤2.0	≤1.5
水蒸气透过系数 （23±1）℃， 0%~（50±2）%相 对湿度梯度		ng/（m²·s ·Pa）	≤3.5		≤3.0			≤2.0					≤3.5	≤3.0
尺寸稳定性 70℃±2℃，48h		%	≤1.5								≤3.0		≤1.5	
导热系 数（平 均温度 25℃）	024 级	（W/m· K）	≤0.024											
	030 级		≤0.030											
	034 级		≤0.034											
燃烧性能等级		—	B ₁ 级											

4.2.4 预制沟槽保温板和凸点式地暖保温模块主要技术性能指标应符合表 4.2.4 的规定。凸点式地暖保温模块应符合现行国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料 (EPS)》GB/T 10801.1 的规定, 预制沟槽保温板应符合现行国家标准《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (XPS)》GB/T 10801.2 的规定。

表 4.2.4 预制沟槽保温板和凸点式地暖保温模块主要技术性能指标

项目	性能指标	
	凸点式地暖保温模块	预制沟槽保温板
表观密度 (kg/m ³)	≥30.0	≥30.0
压缩强度 (kPa)	≥200	≥400
导热系数 W/(m·K) (25℃)	≤0.037	≤0.035
尺寸稳定性 (%)	≤2	≤2
表观密度偏差 (%)	±5	/
燃烧性能	燃烧分级	B ₁ 级

4.2.5 预制沟槽保温板及其均热层的沟槽尺寸应与敷设的加热管外径吻合, 预制沟槽保温板总厚度与均热层最小厚度应符合表 4.2.5 的规定, 均热层导热系数不应小于 237W/(m·K)。

表 4.2.5 预制沟槽保温板总厚度及均热层最小厚度

加热管外径 (mm)	保温板总厚度 (mm)	采用木地板面层 ¹ 时均热层最小厚度 (mm)			
		管间距<200mm		管间距≥200mm	
		单层 ²	双层 ²	单层	双层
12	20	0.2	0.1	0.4	0.2
16	25				
20	30				

注：1 木地板面层，指不需要铺设找平层，直接铺设木地板的面层做法。

2 单层均热层最小厚度，指仅采用带均热层的保温板，加热管上不再铺设均热层时的最小厚度；双层均热层最小厚度，指采用带均热层的保温板，加热管上再铺设一层均热层时每层的最小厚度。

4.2.6 采用其他绝热材料时，应选用具有同等绝热效果的材料。

4.3 填充层材料

4.3.1 自流平填充层宜采用水泥基、石膏基自流平铺设，构造做法、厚度、颜色等应符合设计要求，抗压强度应 $\geq 20\text{MPa}$ 。

4.3.2 自流平填充层宜分层施工，与墙、柱等连接处的构造做法应符合设计要求。

4.4 水系统材料

4.4.1 加热管应满足施工和环保性能要求，并应符合下列规定：

- 1 加热管的使用条件应满足现行国家标准《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991 中的4级；
- 2 加热管的工作压力不应小于 0.4MPa ；
- 3 管道质量应符合国家现行相关标准的规定，加热管的物理力学性能应符合本规程附录E 的规定；
- 4 加热管宜使用具有阻氧特性的管材；
- 5 输配管宜使用与加热管相同材质的管材。

4.4.2 分水器与阀门连接及管道井内供暖主管道与地暖支管连接处，宜采用金属活接连接；阀门与塑料管道连接应采用钢塑转换接头进行连接，不应采用活接连接。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 施工单位应具有相应的施工资质，施工安装前应具备下列条件：

- 1 设计施工图纸和技术文件齐全；
- 2 有完善的施工方案、施工组织设计，并已完成技术交底；
- 3 施工现场具有供水和供电条件，有存放材料的临时设施；
- 4 土建专业已完成墙面粉刷（不含面层），外窗、外门已安装完毕，并已将地面清理干净；厨房、卫生间应做完闭水试验并经过验收；
- 5 相关电气预埋等工程已完成；
- 6 主体结构及地面基层施工验收合格。

5.1.2 所有进场材料、产品的技术文件应齐全，标志清晰，外观检查合格。

5.1.3 加热管应进行遮光包装后运输，不得裸露散装；运输、装卸和搬运时，应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖；不得曝晒雨淋，宜储存在温度不超过 40℃、通风良好和干净的库房内；应避免因环境温度 and 物理压力受到损害，并应远离热源。

5.1.4 施工过程中，应防止油漆、沥青或其他化学溶剂接触污染加热管的表面，严禁人员踩踏。

5.1.5 施工的环境温度不宜低于 5℃，在低于 0℃的环境下施工时，现场应采取升温措施。

5.1.6 施工时不宜与其他工种交叉施工作业，所有地面留洞应在填充层施工前完成。

5.1.7 加热管的敷设区域，严禁穿凿、穿孔或进行射钉作业。

5.1.8 施工结束后应绘制竣工图，并应准确标注加热管敷设位置及地温传感器埋设地点。

5.1.9 基层表面不得有起砂、空鼓、起壳、脱皮、疏松、麻面、油脂、灰尘、裂纹等缺陷。

5.1.10 石膏基或水泥基自流平找平层的施工环境温度宜为 5℃~30℃，相对湿度不宜大于 80%。

5.1.11 自流平施工前，基层应涂刷自流平界面剂，不得漏涂或局部积液。

5.1.12 自流平搅拌应采用有自动计量系统的搅拌设备，宜采用泵送工艺。

5.1.13 对于施工厚度小于 8mm 的自流平地面，施工中应采用专用锯齿刮板辅助浆料均匀展开，并宜使用消泡滚进行消泡处理。施工厚度大于 8mm 的自流平地面施工，应采用专用工具找平。

5.1.14 施工完成后的自流平地面，应在施工环境条件下养护 24h 以上。

5.2 绝热层铺设

5.2.1 铺设绝热层的地面应平整、干燥、无杂物。边角交接面应平直且无积灰现象。干式地暖宜采

用自流平材料处理基层地面，自流平地面的表面平整度应 $\leq 3\text{mm}/2\text{m}$ 。

5.2.2 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板、预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板的铺设应平整，板间接合应用塑料胶带粘结平顺、严密。直接与土壤接触或有潮湿气体侵入的地面应在铺设绝热层之前铺设一层防潮层。

5.2.3 绝热层铺设完成后，应在辐射面垂直构件交接处设置不间断的侧面绝热层，侧面绝热层的设置应符合下列规定：

1 侧面绝热层材料宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料，厚度不应小于 10mm； 应采用搭接方式连接，搭接宽度不应小于 10mm；

2 侧面绝热层材料也可采用密度不小于 $20\text{kg}/\text{m}^3$ 、厚度应为 20mm 的挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板，接头处应采用对接方式连接；

3 湿式地暖的侧面绝热层应从辐射面绝热层的上边缘做到填充层的上边缘；交接部位应有可靠的固定措施，侧面绝热层与辐射面绝热层应连接严密。

5.2.4 预制沟槽保温板铺设应符合下列规定：

1 可直接将相同规格的标准板块拼接铺设在找平层上；

2 当标准板块的尺寸不能满足要求时，可用专用板材切割设备裁下所需尺寸的保温板对齐铺设，保证切面平齐且无毛刺；

3 相邻板块上的沟槽应互相对应、紧密依靠，板块间隙应用铝箔胶带粘结牢固；

4 预制沟槽保温板可采用水泥钉或胶粘剂固定到自流平找平层上，固定间距小于 600mm；有防水层的房间不可采用水泥钉固定；胶粘剂应符合现行国家标准《室内装饰装修材料 胶粘剂中有害物质限量》GB 18583 的规定；

5 干式地暖可不设置伸缩缝及侧面绝热层。

5.2.5 预制轻薄供暖板及填充板铺设应符合下列规定：

1 带木龙骨的预制轻薄供暖板铺设时可采用水泥钉，在地面上进行局部固定，也可平铺在基层地面上；填充板应在现场加设龙骨，龙骨间距不应大于 300mm，填充板的铺设方法与预制轻薄供暖板相同；

2 不带龙骨的预制轻薄供暖板和填充板可采用水泥钉或胶粘剂固定到自流平找平层上，固定间距小于 600mm，并在面层施工时一起固定；胶粘剂应符合现行国家标准《室内装饰装修材料 胶粘剂中有害物质限量》GB 18583 的规定；

3 填充板内的输配管安装完成后，填充板上应采用带胶铝箔覆盖输配管；

4 预制沟槽模块施工完成后的平整度应小于 5mm。

5.3 加热管安装

5.3.1 加热管应按设计图纸标定的管间距和走向敷设并应保持平直，管间距的安装误差不应大于 10mm。加热管敷设前，应对照施工图纸核定加热管的选型、管径、壁厚等，并应检查加热管外观质量，管内部不得有杂质。加热管安装间断时，敞口处应随时封堵。

5.3.2 加热管及输配管的切割应采用专用工具；切口应平整，断口面应垂直管轴线。

5.3.3 加热管及输配管弯曲敷设时应符合下列规定：

- 1 圆弧的顶部应用管卡进行固定；
- 2 塑料管弯曲半径不应小于管道外径的 8 倍，铝塑复合管的弯曲半径不应小于管道外径的 6 倍；
- 3 管道安装时应防止管道扭曲。

5.3.4 每个环路加热管总长度与设计图纸误差不应大于 8%。

5.3.5 湿式地暖中，埋设于填充层内的加热管及输配管应符合下列规定：

- 1 加热管应整根铺设，不应拼接使用，铺设过程中管材出现损坏、渗漏等现象时，应当整根更换；
- 2 在填充层施工过程中，应对加热管进行成品保护，防止人为破坏；
- 3 填充层施工完成后加热管或输配管产生损坏，应先报建设单位或监理工程师，提出修复方案，经批准后方可实施。管路连接完成后，需要做通水及打压试验，合格后方可进行隐蔽；
- 4 应在竣工图上清晰表示接头位置，并纪录归档。

5.3.6 干式地暖在施工过程中需要增设接头时，应符合下列规定：

- 1 仅当因施工工序原因，干湿式交接区可预留加热管接头；
- 2 应制定详细的施工方案，经设计、监理及建设单位同意后方可实施；
- 3 在干式地暖施工前应与各专业做好工序衔接工作，尽量减少接头数量；
- 4 接头位置宜放置在凸点式地暖保温模块的凸点间隙，或预制沟槽模块的沟槽内，便于后期检修；
- 5 根据管材材质的特性，可采用热熔式连接，或卡套式、卡压式铜制管接头连接；铜制金属连接件与管材之间的连接结构形式宜采用卡套式、卡压式或滑紧卡套冷扩式夹紧结构；
- 6 应在竣工图上清晰表示接头位置，并做隐蔽工程验收记录。

5.3.7 湿式地暖应设固定装置，加热管直线段固定点间距宜为 500mm~700mm，弯曲管段固定点间

距宜为 200mm~300mm。干式地暖可不设置固定装置。

5.3.8 加热管或输配管穿墙时应设置硬质套管。

5.3.9 在分集水器附近以及其他局部加热管排列比较密集的部位，当管间距小于 100mm 时，加热管外部应设置柔性套管。

5.3.10 加热管或输配管出地面至分集水器连接处，弯管部分不宜露出面层。加热管或预制轻薄供暖板输配管出地面至分集水器下部阀门接口之间的明装管段，外部应加装塑料套管或波纹管套管。套管应高出面层 150mm~200mm。

5.3.11 加热管或输配管与分集水器连接应采用卡套式、卡压式挤压夹紧连接，连接件材料宜为铜质。

5.3.12 加热管的环路布置不宜穿越填充层内的伸缩缝。必须穿越时，伸缩缝处应设长度不小于 200mm 的柔性套管。

5.3.13 分集水器宜在加热管铺设之前进行安装。水平安装时，宜将分水器安装在上，集水器安装在下，分集水器中心距宜为 200mm，集水器中心距地面不应小于 300mm。

5.3.14 填充层伸缩缝设置应与加热管的安装同步或在填充层施工前进行，并应符合下列规定：

- 1 伸缩缝宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料板，或预设木板条待填充层施工完毕后取出，缝槽内满填弹性膨胀膏；
- 2 当地面面积超过 30m² 或边长超过 6m 时，应按不大于 6m 间距设置伸缩缝，伸缩缝宽度不应小于 8mm；
- 3 伸缩缝宜从绝热层的上边缘做到填充层的上边缘；
- 4 伸缩缝应有效固定，泡沫塑料板伸缩缝可在铺设辐射面绝热层同时施工。

5.3.15 输配管与其配水、集水装置的接头连接时，应采用专用工具将管道承插到接头底部，再用专用固定卡子固定，使其紧密连接；各环路需明确标识供暖区域。

5.3.16 铺设在供暖区域以外的地暖管道应采取保温措施。

5.3.17 分集水器及其连接件应符合下列规定：

- 1 分集水器宜为铜质或不锈钢，应包括分、集水干管、主管关断阀或调节阀、泄水阀、排气阀、支路关断阀或调节阀和连接配件等；
- 2 内外表面应光洁，不得有裂纹、砂眼、冷隔、夹渣、凹凸不平及其他缺陷。表面电镀的连接件色泽应均匀，镀层应牢固；
- 3 金属连接件间的连接和过渡管件与金属连接件间的连接密封应符合现行国家标准《55°密封管螺纹》GB/T 7306 的规定；永久性的螺纹连接可使用厌氧胶密封粘接；可拆卸的螺纹连接可使用

厚度不超过 0.25mm 的密封材料进密封连接。

5.3.18 卫生间散热器供暖管敷设，宜从所安装散热器的背面墙体上翻并穿过墙体，避免与卫生间冷热水管产生交叉，破坏防水层。

5.4 填充层施工

5.4.1 填充层施工前应具备下列条件：

- 1 侧面绝热层和填充层伸缩缝已安装完毕；
- 2 加热管安装完毕且水压试验合格、加热管处于有压状态；
- 3 温控器的安装盒已经安装完毕；
- 4 已通过隐蔽工程验收。

5.4.2 混凝土填充层施工，应由有资质的土建施工方承担，供暖系统安装单位应密切配合。填充层施工过程中不得拆除和移动伸缩缝。

5.4.3 混凝土填充层施工中，加热管内的水压不应低于 0.6MPa；填充层养护过程中，系统水压不应低于 0.4MPa。

5.4.4 混凝土填充层施工中，严禁使用机械振捣设备；施工人员应穿软底鞋，采用平头铁锹；在浇捣和养护过程中，严禁踩踏加热管。

5.4.5 系统初始加热前，厚层自流平养护时间不少于 1d，或抗压强度达到 5MPa 后，方可上人行走；细石混凝土填充层的养护周期不应少于 21d。养护期间及期满后，应对地面采取保护措施，不得在地面加以重载、高温烘烤、直接放置高温物体和高温设备。

5.5 面层施工

5.5.1 面层施工前，填充层应达到面层需要的干燥度和强度。面层施工除应符合土建施工设计图纸的各项要求外，尚应符合下列规定：

- 1 施工面层时，不得剔、凿、割、钻和钉填充层，不得向填充层内楔入任何物件；
- 2 石材、瓷砖在与内外墙、柱等垂直构件交接处，应留 10mm 宽伸缩缝；木地板铺设时，应留不小于 14mm 的伸缩缝；伸缩缝应从填充层的上边缘做到高出面层上表面 10mm~20mm，面层敷设完毕后，应裁去伸缩缝多余部分；
- 3 面积较大的面层应计算伸缩量，设置必要的面层伸缩缝。

5.5.2 以木地板作为面层时，木材应经过干燥处理，且应在填充层和找平层完全干燥后进行木地板施工。

5.5.3 以瓷砖、大理石、花岗岩作为面层时，填充层伸缩缝处宜采用干贴施工。

5.5.4 采用预制沟槽保温板、凸点式地暖保温模块或预制轻薄供暖板时，面层可按下列方法施工：

- 1 木地板面层可直接铺设在预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板上；
- 2 采用带木龙骨的预制轻薄供暖板时，木地板应与木龙骨垂直铺设；
- 3 铺设石材或瓷砖时，预制沟槽保温板、凸点式地暖保温模块及其加热管上，应铺设厚度不宜小于 30mm 的找平层或结合层；
- 4 均压板基材为厚度 6mm~8mm 的纤维水泥平板或纤维增强硅酸钙板时，可不设固定装置。

5.6 潮湿房间施工

5.6.1 潮湿房间应在绝热层下部及填充层上部设置隔离层。

5.6.2 过门处应设置止水墙，止水墙内侧应做专业防水。加热管穿止水墙处应采取隔离措施。

6 检验、调试及验收

6.1 一般规定

6.1.1 检验、调试及验收时应由工程承包方提出书面报告，监理单位组织相关专业人员进行检查和验收，并应做好记录。工程质量验收人员应具备相应的专业技术资格。工程质量检验批检验表可按本规程附录 F 进行填写。

6.1.2 低温热水地面辐射供暖系统所使用的主要材料、设备组件、配件、绝热材料应具有质量合格证明文件，规格、型号及性能技术指标应符合国家现行有关标准的规定。进场时应做检查验收，并经监理工程师核查确认。

6.2 质量验收

6.2.1 加热管、预制轻薄供暖板安装完毕，湿式地暖的填充层或预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板的面层施工前，应按隐蔽工程要求进行中间验收。

6.2.2 应对低温热水地面辐射供暖系统下列内容进行检查和验收：

1 加热管、预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板、输配管、分集水器、阀门、附件、绝热材料、温控及计量设备等的质量；

2 原始工作面、填充层、面层、隔离层、绝热层、防潮层、均热层、伸缩缝等施工质量；

3 管道、分集水器、阀门、温控及计量设备等安装质量；

4 管路冲洗；

5 隐蔽前、后水压试验。

6.2.3 辐射供暖系统中间验收应符合下列规定：

1 供暖地面施工前，地面应平整、清洁，符合施工要求；

2 绝热层的厚度、材料的物理性能及铺设应符合设计要求；

3 伸缩缝应按设计要求敷设完毕；

4 预制轻薄供暖板表面应平整，接缝处应严密；

5 加热管、输配管的材料、规格及敷设间距，弯曲半径及固定措施等应符合设计要求；

6 加热管、输配管、分集水器及其连接处在试验压力下应无渗漏；

7 阀门应启闭灵活，关闭严密；

8 温控及计量装置、分集水器及其连接件等安装后应有成品保护措施；

9 供暖地面应按要求铺设防潮层、隔离层、均热层、钢丝网等；

10 填充层、找平层、面层平整，表面应无明显裂缝。

6.2.4 绝热层、管道安装工程施工技术要求及允许偏差应符合表 6.2.4-1 的规定；原始地面、填充层、面层施工技术要求及允许偏差应符合表 6.2.4-2 的规定。

表 6.2.4-1 绝热层、保温板、填充板、管道部件施工技术要求及允许偏差

序号	项目		条件	技术要求	允许偏差 (mm)
1	绝热层	挤塑聚苯乙烯 泡沫塑料板	结合	无缝隙	—
			厚度	按设计要求	+10
2	预制沟槽 保温板	保温板	结合	无缝隙	—
		均热层 (如有)	厚度	采用地砖等面层，不小于 0.1mm；采用木地板时，总厚度不应小于 0.2mm	—
3	加热管	弯曲半径	塑料管	不小于 8 倍管外径，不大于 11 倍管外径	-5
			铝塑复合管	不小于 6 倍管外径，不大于 11 倍管外径	-5
		固定点间距	直管	宜为 0.5m~0.7m	+10
			弯管	宜为 0.2m~0.3m	
4	预制轻薄 供暖板	预制轻薄供暖 板和填充板	连接	无缝隙	—
		输配管	间距	按设计要求	-10
			弯曲半径	要求同加热管	-5
5	分集水器安装		垂直间距	宜为 200mm	±10

表 6.2.4-2 原始地面、填充层、面层施工技术要求及允许偏差

序号	项目	条 件		技术要求	允许偏差（mm）
1	原始楼地面	铺设挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板、预制轻薄供暖板前		平整	—
2	填充层	细石混凝土	强度等级、最小厚度	C20，宜 50mm	平整度±5
		厚层自流平		C20，宜 50mm	平整度±3
		当面积大于 30 m²或长度大于 6m		留 8mm 伸缩缝	+2
		与内外墙、柱等垂直部件		留 10mm 侧面绝热层	+2
3	面层	与内外墙柱、等垂直部件	瓷砖、石材地面	留 10mm 伸缩缝	+2
			木地板地面	留大于或等于 14mm 伸缩缝	+2

6.3 水压试验

6.3.1 管道敷设完成，经检查符合设计要求后应进行水压试验，水压试验应符合下列规定：

- 1 水压实验应在管道安装完毕，并在系统冲洗之后进行，系统冲洗应对分集水器以外主供、回水管道进行冲洗，冲洗合格后再进行室内供暖系统的冲洗；
- 2 水压试验之前，应对试压管件和构件采取安全有效的固定和保护措施；
- 3 水压实验应以每组分集水器为单位，逐回路进行；
- 4 地面辐射供暖户内系统试压应进行两次，分别在隐蔽验收前和面层施工后；
- 5 冬季进行水压试验时，在有冻结可能的情况下，应采取可靠的防冻措施，试压完成后应及时将管内的水吹净、吹干。

6.3.2 试验压力应为工作压力的 1.5 倍，且不应小于 0.6MPa。在试验压力下，稳压 1h，其压力降不应大于 0.05MPa，且不渗不漏。

6.4 调试与试运行

6.4.1 地面辐射供暖系统未经调试，严禁运行使用。

6.4.2 地面辐射供暖系统的运行调试，应在具备正常供暖的条件下，施工完毕且混凝土填充层养护期满后，由施工单位在建设单位配合下进行。

6.4.3 初始加热时，热水升温应平缓，应控制供水温度比室内温度高 10℃左右，且不高于 32℃，并连续运行 48h；以后每隔 24h 水温升高 3℃，直至达到设计供水温度，并保持该温度运行不少于 24h。在此温度下应对每组分集水器连接的加热管逐路进行调节，直至达到设计要求。

6.4.4 地面辐射供暖系统的供暖效果，宜以房间中央离地 0.75m 高处的空气温度作为评价依据。

6.5 竣工验收

6.5.1 竣工验收应在辐射供暖系统性能检测合格后进行。

6.5.2 竣工验收时，应提供下列文件：

- 1 施工图、竣工图和设计变更文件；
- 2 主要设备和管材、配件等主要材料的出厂合格证及检验报告；
- 3 辐射供暖系统性能检测报告；
- 4 中间验收记录；
- 5 冲洗和试压记录；

- 6 工程质量检验评定记录；
- 7 系统试运行和调试记录；
- 8 材料和产品的现场复验报告；
- 9 工程使用维护说明书。

7 运行与维护

7.0.1 低温热水地面辐射供暖系统首次运行注水前应充分排气。系统每年首次运行时，需确保户外户内阀门开启到位，过滤器无堵塞，立管进回水放气通畅，加热管内无气堵。

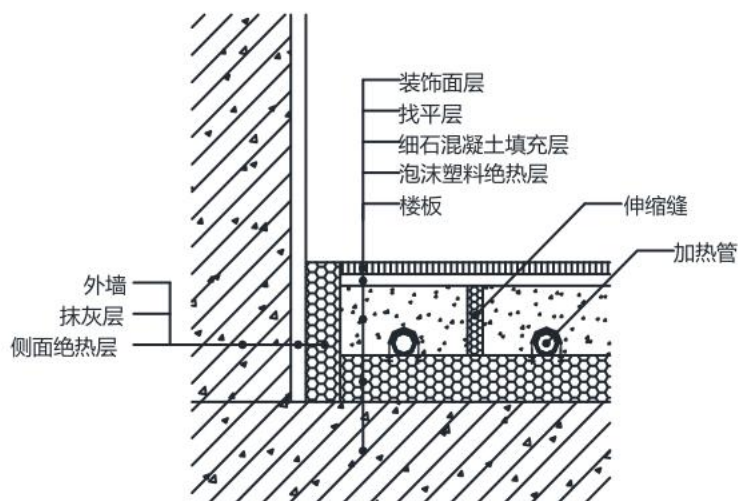
7.0.2 低温热水地面辐射供暖系统加热管在非供暖季应进行满水保护。在有冻结的可能时应排水、泄压。

7.0.3 低温热水地面辐射供暖系统的地面上应有明显的标识，不得进行打洞、钉凿、撞击、高温作业等。

7.0.4 在正常使用条件下，保修期限应满足《建设工程质量条例》及地方的相关规定。

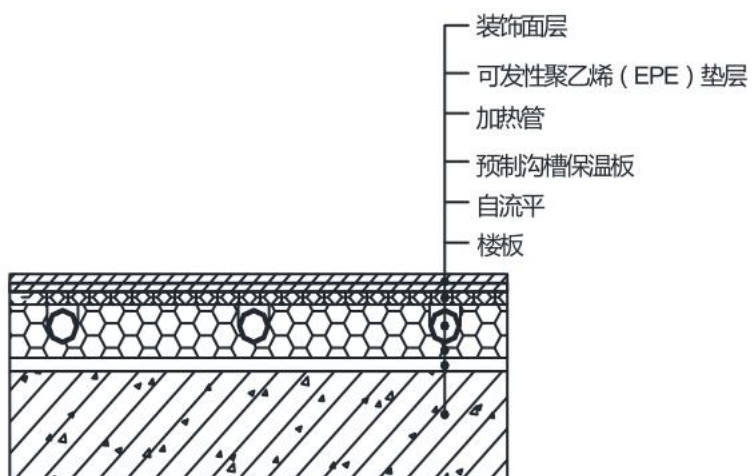
附录A 不同类型辐射供暖地面构造做法

A.0.1 湿式地暖地面构造如图A.0.1所示：



图A..0.1湿式地暖地面构造

A.0.2 预制沟槽保温板式供暖地面构造如图A.0.2所示：



图A.0.2预制沟槽保温板式供暖地面构造

A.0.3 凸点式地暖保温模块地面构造如图A.0.3所示:

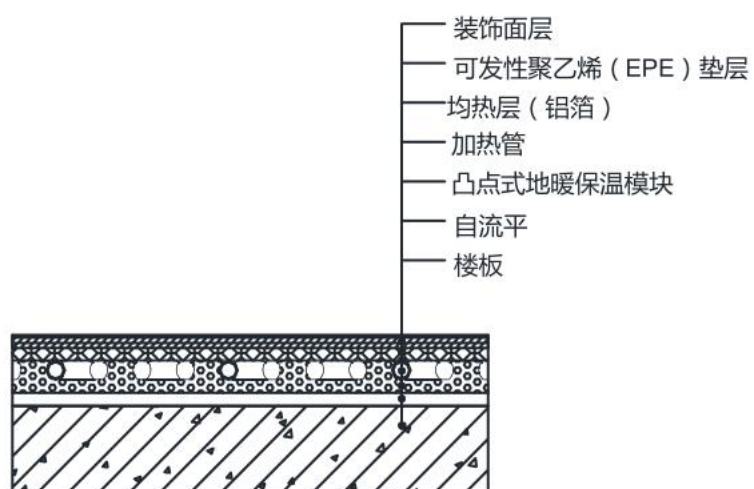


图 A.0.3 凸点式地暖保温模块地面构造

附录B 湿式地暖单位面积散热量

B.0.1 当采用导热系数为 $0.38\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的PE-X管时,单位地面面积的向上供热量和向下传热量可按表B.0.1-1、表B.0.1-2、表B.0.1-3和表B.0.1-4取值。

表B.0.1-1 水泥、石材或陶瓷面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内 空气 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距 (mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	64.4	18.4	72.6	18.8	81.8	19.4	91.4	20.0	100.7	21.0
	18	57.7	16.7	65.0	17.0	73.2	17.4	81.7	18.1	89.9	19.0
	20	51.0	14.9	57.4	15.2	64.6	15.6	72.1	16.1	79.3	16.9
	22	44.3	13.1	49.9	13.3	56.0	13.7	62.5	14.2	68.7	14.9
	24	37.7	11.3	42.4	11.5	47.6	11.9	53.0	12.2	58.2	12.8
40	16	82.3	23.1	93.0	23.6	105.0	24.2	117.6	25.2	129.8	26.5
	18	75.5	21.4	85.3	21.8	96.2	22.4	107.7	23.3	118.8	24.4
	20	69.7	19.6	77.6	20.0	87.5	20.6	97.9	21.4	107.9	22.4
	22	62.0	17.9	69.9	18.2	78.8	18.7	88.1	19.4	97.1	20.4
	24	55.2	16.1	62.3	16.4	70.1	16.8	78.3	17.5	86.3	18.3
45	16	100.6	27.9	113.8	28.4	128.6	29.4	144.3	30.4	159.6	32.0
	18	93.7	26.1	106.0	26.7	119.7	27.5	134.3	28.5	148.5	30.0
	20	86.9	24.4	98.2	24.9	110.9	25.6	124.4	26.6	137.4	27.9
	22	80.0	22.6	90.4	23.1	102.1	23.7	114.4	24.7	126.4	25.9
	24	73.2	20.9	82.7	21.3	93.3	21.8	104.5	22.7	115.7	23.9
50	16	119.1	32.6	134.9	33.3	152.7	34.2	171.6	35.7	190.1	37.5
	18	112.2	30.9	127.0	31.5	143.8	32.4	161.5	33.8	178.9	35.5
	20	105.3	29.2	119.2	29.8	134.8	30.6	151.5	31.9	167.7	33.5
	22	98.3	27.4	111.3	28.0	125.9	28.8	141.4	29.9	156.5	31.5
	24	91.4	25.7	103.5	26.2	117.0	26.9	131.3	28.0	145.3	29.4
55	16	137.8	37.4	156.3	38.2	177.1	39.5	199.4	41.0	221.2	43.1
	18	130.9	35.7	148.4	36.7	168.1	37.5	189.2	39.1	209.9	41.1
	20	123.9	34.0	140.5	34.7	159.1	35.7	179.0	37.2	198.5	39.1
	22	117.0	32.2	132.6	32.9	150.1	33.8	168.9	35.2	187.2	37.1
	24	110.0	30.5	124.7	31.1	141.1	32.0	158.7	33.3	175.9	35.1

注: 1 计算条件为加热管公称外径20mm,填充层厚度50 mm,聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数 $0.041\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、厚度20 mm,供回水温差 10°C ;

2 水泥、石材或陶瓷面层热阻为 $0.02\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 。

表B.0.1-2 塑料类材料面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m²)

平均水温 (℃)	室内 空气 温度 (℃)	加热管间距 (mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	54.4	19.3	59.7	19.8	65.2	20.3	70.8	21.1	76.1	22.0
	18	48.7	17.4	53.5	17.9	58.4	18.4	63.4	19.1	68.1	19.9
	20	43.1	15.6	47.3	16.0	51.6	16.4	56.0	17.0	60.1	17.7
	22	37.5	13.7	41.1	14.0	44.9	14.4	48.7	15.0	52.2	15.6
	24	31.9	11.8	35.0	12.1	38.2	12.5	41.4	12.9	44.3	13.4
40	16	69.3	24.3	76.2	24.9	83.4	25.6	90.6	26.6	97.4	27.8
	18	63.6	22.4	69.9	23.0	76.5	23.7	83.1	24.6	89.3	25.6
	20	57.9	20.6	63.6	21.1	69.6	21.7	75.6	22.5	81.3	23.5
	22	52.3	18.7	57.4	19.2	62.7	19.7	68.1	20.5	73.2	21.4
	24	46.6	16.8	51.1	17.2	55.9	17.8	60.7	18.4	65.2	19.2
45	16	84.5	29.3	92.9	30.0	101.8	31.0	110.8	32.1	119.2	33.5
	18	78.8	27.4	86.6	28.1	94.8	29.1	103.2	30.1	111.0	31.4
	20	73.0	25.6	80.3	26.2	87.9	27.1	95.6	28.1	102.9	29.3
	22	67.3	23.7	73.9	24.3	81.0	25.2	88.1	26.1	94.7	27.2
	24	61.6	21.9	67.6	22.4	74.0	23.1	80.5	24.0	86.6	25.0
50	16	99.8	34.3	109.9	35.1	120.4	36.4	131.2	37.7	141.3	39.4
	18	94.1	32.5	103.5	33.3	113.5	34.3	123.6	35.7	133.1	37.3
	20	88.3	30.6	97.1	31.4	106.5	32.4	115.9	33.7	124.8	35.2
	22	82.5	28.8	90.8	29.5	99.5	30.4	108.3	31.6	116.6	33.0
	24	76.8	26.9	84.4	27.6	92.5	28.5	100.7	29.6	108.4	30.9
55	16	115.3	39.3	127.0	40.3	139.3	41.8	151.9	43.3	163.8	45.2
	18	109.5	37.5	120.6	38.5	132.3	39.8	144.2	41.3	155.5	43.1
	20	103.7	35.7	114.2	36.6	125.3	37.9	136.6	39.3	147.2	41.0
	22	97.9	33.9	107.8	34.7	118.3	35.8	128.9	37.2	138.9	38.9
	24	92.1	32.0	101.4	32.8	111.2	33.9	121.2	35.2	130.6	36.8

注：1 计算条件为加热管公称外径20mm，填充层厚度50 mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数0.041W/(m·K)、厚度20 mm，供回水温差10℃；

2 塑料类材料面层热阻为0.075m²·K/W。

表B.0.1-3 木地板材料面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m²)

平均水温 (℃)	室内 空气 温度 (℃)	加热管间距 (mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	51.1	19.6	55.4	20.1	59.9	20.7	64.4	21.4	68.6	22.3
	18	45.8	17.7	49.7	18.2	53.7	18.7	57.7	19.4	61.4	20.2
	20	40.5	15.8	43.9	16.2	47.5	16.7	51.0	17.3	54.3	18.0
	22	35.3	13.9	38.2	14.3	41.3	14.7	44.3	15.2	47.1	15.8
	24	30.0	12.0	32.5	12.3	35.1	12.7	37.7	13.1	40.1	13.6
40	16	65.1	24.6	70.7	25.3	76.5	26.2	82.2	27.1	87.7	28.2
	18	59.7	22.8	64.9	23.4	70.2	24.2	75.5	25.0	80.4	26.0
	20	54.4	20.9	59.1	21.4	63.9	22.1	68.7	22.9	73.2	23.8
	22	49.1	19.0	53.3	19.5	57.6	20.1	61.9	20.8	66.0	21.7
	24	43.8	17.1	47.5	17.5	51.3	18.1	55.2	18.7	58.8	19.5
45	16	79.2	29.7	86.1	30.5	93.3	31.6	100.4	32.6	107.1	34.0
	18	73.9	27.9	80.3	28.6	86.9	29.5	93.5	30.6	99.8	31.9
	20	68.5	26.0	74.4	26.7	80.6	27.5	86.7	28.6	92.5	29.7
	22	63.1	24.1	68.6	24.7	74.2	25.5	79.9	26.5	85.2	27.6
	24	57.8	22.2	62.7	22.8	67.9	23.5	73.0	24.4	77.9	25.4
50	16	93.6	34.8	101.8	35.7	110.3	37.0	118.8	38.3	126.8	39.9
	18	88.2	33.0	95.9	33.9	103.9	35.1	111.9	36.3	119.4	37.8
	20	82.8	31.1	90.0	31.9	97.5	33.1	105.0	34.2	112.1	35.7
	22	77.4	29.2	84.1	30.0	91.1	31.0	98.1	32.2	104.7	33.5
	24	72.0	27.4	78.2	28.1	84.7	29.0	91.2	30.1	97.3	31.3
55	16	108.0	39.9	117.6	41.0	127.5	42.3	137.4	44.0	146.7	45.9
	18	102.6	38.1	111.6	39.1	121.2	40.5	130.4	42.0	139.3	43.8
	20	97.2	36.3	105.7	37.2	114.6	38.4	123.5	39.9	131.9	41.6
	22	91.7	34.4	99.8	35.3	108.2	36.5	116.6	37.9	124.5	39.5
	24	86.3	32.5	93.9	33.4	101.8	34.5	109.7	35.8	117.1	37.3

注：1 计算条件为加热管公称外径20mm，填充层厚度50 mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数0.041W/(m·K)、厚度20 mm，供回水温差10℃；

2 木地板材料面层热阻为0.1m²·K/W。

表B.0.1-4 铺厚地毯面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m²)

平均水温 (℃)	室内 空气 温度 (℃)	加热管间距 (mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	45.2	20.1	48.3	20.6	51.4	21.3	54.4	22.0	57.3	22.8
	18	40.5	18.2	43.3	18.7	46.1	19.3	48.8	19.9	51.4	20.6
	20	35.9	16.2	38.3	16.7	40.8	17.2	43.2	17.8	45.4	18.4
	22	31.2	14.3	33.3	14.7	35.5	15.1	37.6	15.6	39.5	16.2
	24	26.6	12.3	28.4	12.6	30.2	13.0	32.0	13.5	33.6	13.9
40	16	57.5	25.3	61.4	26.0	65.4	26.9	69.4	27.7	73.1	28.7
	18	52.8	23.4	56.4	24.0	60.1	24.8	63.7	25.6	67.1	26.6
	20	48.1	21.5	51.4	22.0	54.7	22.7	58.0	23.5	61.1	24.4
	22	43.4	19.5	46.3	20.0	49.4	20.6	52.3	21.3	55.1	22.1
	24	38.7	17.6	41.3	18.1	44.0	18.6	46.7	19.2	49.1	19.9
45	16	69.9	30.5	74.7	31.4	79.7	32.5	84.5	33.5	89.1	34.7
	18	65.2	28.6	69.7	29.4	74.3	30.3	78.8	31.4	83.0	32.6
	20	60.4	26.7	64.6	27.4	68.9	28.3	73.1	29.3	77.0	30.4
	22	55.7	24.8	59.6	25.4	63.5	26.2	67.3	27.2	71.0	28.2
	24	51.0	22.8	54.5	23.4	58.1	24.2	61.6	25.0	64.9	25.9
50	16	82.4	35.8	88.2	36.8	94.1	37.9	99.8	39.3	105.3	40.8
	18	77.7	33.9	83.1	34.8	88.6	35.9	94.1	37.2	99.2	38.6
	20	72.9	32.0	78.0	32.9	83.2	33.9	88.3	35.1	93.1	36.4
	22	68.2	30.1	72.9	30.9	77.8	31.8	82.5	33.0	87.0	34.2
	24	63.4	28.1	67.8	28.9	72.3	29.8	76.8	30.8	80.9	32.0
55	16	95.1	41.0	101.8	42.2	108.6	43.5	115.3	45.1	121.6	46.8
	18	90.3	39.2	96.7	40.3	103.1	41.5	109.5	43.0	115.5	44.7
	20	85.5	37.3	91.5	38.3	97.7	39.5	103.7	41.0	109.4	42.5
	22	80.8	35.4	86.4	36.3	92.2	37.5	97.9	38.8	103.3	40.3
	24	76.0	33.4	81.3	34.4	86.8	35.4	92.1	36.7	97.2	38.1

注：1 计算条件为加热管公称外径20mm，填充层厚度50 mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数0.041W/(m·K)、厚度20 mm，供回水温差10℃；

2 铺厚地毯面层热阻为0.15m²·K/W。

B.0.2 当采用导热系数为 $0.23\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的PB管时, 单位地面面积的向上供热量和向下传热量可按表B.0.2-1、表B.0.2-2、表B.0.2-3和表B.0.2-4取值。

表B.0.2-1 水泥、石材或陶瓷面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距 (mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	54.7	16.5	63.1	17.0	72.9	17.8	84.3	18.8	96.4	20.2
	18	49.0	15.0	56.5	15.4	65.3	16.1	75.4	17.0	86.2	18.3
	20	43.4	13.4	49.9	13.8	57.7	14.4	66.5	15.2	76.0	16.3
	22	37.7	11.8	43.4	12.1	50.1	12.7	57.7	13.3	65.8	14.4
	24	32.1	10.2	36.9	10.5	42.5	10.9	48.9	11.5	55.8	12.4
40	16	69.8	20.7	80.6	21.4	93.5	22.2	108.2	23.6	124.2	25.5
	18	64.1	19.2	74.0	19.7	85.7	20.6	99.2	21.8	113.7	23.5
	20	58.4	17.6	67.3	18.1	77.9	18.9	90.1	20.0	103.3	21.6
	22	52.6	16.0	60.7	16.5	70.2	17.2	81.2	18.2	93.0	19.6
	24	46.9	14.4	54.1	14.9	62.5	15.5	72.2	16.4	82.6	17.6
45	16	85.2	25.0	98.5	25.7	114.3	26.8	132.6	28.4	152.6	30.8
	18	79.4	23.4	91.7	24.1	106.5	25.1	123.5	26.7	142.0	28.8
	20	73.6	21.9	85.0	22.5	98.7	23.4	114.4	24.9	131.5	26.9
	22	67.8	20.3	78.3	20.9	90.8	21.7	105.2	23.1	120.9	24.9
	24	62.0	18.7	71.6	19.2	83.0	20.0	96.1	21.3	110.4	23.0
50	16	100.7	29.2	116.5	30.1	135.5	31.3	157.5	33.3	181.7	36.1
	18	94.9	27.7	109.8	28.5	127.6	29.7	148.3	31.5	171.0	34.1
	20	89.0	26.1	103.0	26.9	119.7	28.1	139.1	29.7	160.3	32.2
	22	83.2	24.5	96.2	25.3	111.8	26.3	129.9	27.9	149.6	30.3
	24	77.4	23.0	89.5	23.6	103.9	24.6	120.7	26.1	138.9	28.3
55	16	116.4	33.4	134.8	34.4	157.0	35.9	182.8	38.2	211.2	41.4
	18	110.5	31.9	128.0	32.9	149.0	34.3	173.5	36.4	200.4	39.5
	20	104.7	30.4	121.2	31.3	141.1	32.6	164.2	34.7	189.6	37.6
	22	98.8	28.8	114.4	29.7	133.1	30.9	154.9	32.9	178.8	35.6
	24	92.9	27.2	107.6	28.1	125.2	29.3	145.6	31.0	168.0	33.7

注: 1 计算条件为加热管公称外径20mm, 填充层厚度50mm, 聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数 $0.041\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、厚度20mm, 供回水温差 10°C ;

2 水泥、石材或陶瓷面层热阻为 $0.02\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 。

表B.0.2-2 塑料类材料面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m²)

平均水温 (℃)	室内 空气 温度 (℃)	加热管间距 (mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	48.4	17.3	53.9	18.1	60.1	18.8	66.7	20.0	73.6	21.3
	18	43.4	15.7	48.3	16.4	53.8	17.0	59.7	18.0	65.9	19.3
	20	38.4	14.0	42.8	14.5	47.6	15.2	52.8	16.1	58.2	17.2
	22	33.4	12.3	37.2	12.8	41.4	13.4	45.9	14.2	50.6	15.1
	24	28.5	10.6	31.7	11.0	35.2	11.6	39.0	12.2	42.9	13.0
40	16	61.7	21.7	68.8	22.6	76.7	23.7	85.3	25.1	94.2	26.9
	18	56.6	20.1	63.1	20.9	70.4	21.9	78.2	23.2	86.4	24.9
	20	51.6	18.4	57.5	19.2	64.0	20.1	71.2	21.3	78.6	22.8
	22	46.5	16.8	51.8	17.4	57.7	18.3	64.2	19.4	70.8	20.7
	24	41.5	15.1	46.2	15.8	51.5	16.4	57.1	17.4	63.1	18.6
45	16	75.1	26.2	83.8	27.2	93.5	28.7	104.1	30.3	115.3	32.5
	18	70.0	24.6	78.1	25.5	87.2	26.8	97.0	28.4	107.4	30.5
	20	64.9	22.9	72.4	23.8	80.8	25.0	89.9	26.5	99.5	28.4
	22	59.8	21.3	66.7	22.1	74.4	23.2	82.8	24.6	91.6	26.3
	24	54.7	19.6	61.0	20.4	68.1	21.4	75.7	22.6	83.7	24.3
50	16	88.7	30.6	99.0	31.9	110.6	33.4	123.3	35.5	136.6	38.1
	18	83.5	29.0	93.3	30.2	104.2	31.7	116.1	33.7	128.6	36.1
	20	78.4	27.4	87.6	28.5	97.8	29.9	108.9	31.8	120.7	34.1
	22	73.3	25.7	81.8	26.8	91.4	28.1	101.8	29.8	112.7	32.0
	24	68.2	24.1	76.1	25.0	85.0	26.3	94.6	27.9	104.8	29.9
55	16	102.3	35.1	114.4	36.5	127.8	38.5	142.6	40.8	158.2	43.8
	18	97.2	33.5	108.6	34.8	121.4	36.6	135.4	38.9	150.2	41.8
	20	92.1	31.9	102.8	33.2	115.0	34.8	128.2	37.0	142.2	39.7
	22	86.9	30.2	97.1	31.5	108.5	33.0	121.0	35.1	134.2	37.7
	24	81.8	28.6	91.3	29.8	102.1	31.2	113.8	33.2	126.2	35.6

注：1 计算条件为加热管公称外径20mm，填充层厚度50mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数0.041W/(m·K)、厚度20mm，供回水温差10℃；

2 塑料类材料面层热阻为0.075m²·K/W。

表B.0.2-3 木地板面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m²)

平均水温 (℃)	室内 空气 温度 (℃)	加热管间距 (mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	45.7	17.6	50.4	18.4	55.5	19.2	60.9	20.4	66.5	21.7
	18	41.0	16.0	45.2	16.6	49.7	17.4	54.5	18.4	59.6	19.6
	20	36.3	14.3	39.9	14.8	43.9	15.5	48.2	16.4	52.7	17.5
	22	31.6	12.6	34.8	13.1	38.2	13.7	41.9	14.4	45.8	15.4
	24	26.9	10.8	29.6	11.3	32.5	11.8	35.7	12.5	38.9	13.3
40	16	58.2	22.2	64.2	23.1	70.7	24.2	77.7	25.6	85.0	27.4
	18	53.4	20.5	58.9	21.3	64.9	22.4	71.3	23.7	78.0	25.3
	20	48.7	18.8	53.6	19.6	59.1	20.5	64.9	21.7	71.0	23.2
	22	43.9	17.1	48.4	17.8	53.3	18.7	58.5	19.7	64.0	21.1
	24	39.2	15.4	43.1	16.0	47.5	16.8	52.2	17.8	57.0	18.9
45	16	70.8	26.7	78.1	27.8	86.2	29.2	94.8	30.9	103.8	33.0
	18	66.0	25.0	72.8	26.1	80.3	27.4	88.3	29.0	96.7	31.0
	20	61.2	23.4	67.5	24.3	74.4	25.5	81.9	27.1	89.7	28.9
	22	56.4	21.7	62.2	22.6	68.6	23.7	75.4	25.1	82.6	26.8
	24	51.6	20.0	56.9	20.8	62.8	21.8	69.0	23.1	75.5	24.7
50	16	83.5	31.2	92.2	32.6	101.8	34.3	112.1	36.3	122.9	38.8
	18	78.7	29.6	86.9	30.8	95.9	32.4	105.6	34.4	115.7	36.7
	20	73.9	27.9	81.6	29.1	90.0	30.6	99.1	32.4	108.6	34.6
	22	69.1	26.3	76.2	27.4	84.1	28.7	92.6	30.5	101.5	32.5
	24	64.3	24.6	70.9	25.6	78.2	26.9	86.1	28.5	94.4	30.4
55	16	96.4	35.8	106.5	37.3	117.6	39.4	129.6	41.6	142.2	44.5
	18	91.5	34.2	101.1	35.6	111.7	37.4	123.1	39.7	135.0	42.5
	20	86.7	32.5	95.8	33.9	105.8	35.6	116.5	37.8	127.8	40.4
	22	81.8	30.9	90.4	32.2	99.8	33.8	110.0	35.8	120.6	38.3
	24	77.0	29.2	85.1	30.4	93.9	31.9	103.5	33.9	113.5	36.2

注：1 计算条件为加热管公称外径20mm，填充层厚度50mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数0.041W/(m·K)、厚度20mm，供回水温差10℃；

2 木地板材料面层热阻为0.1m²·K/W。

表B.0.2-4 铺厚地毯面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m²)

平均水温 (℃)	室内 空气 温度 (℃)	加热管间距 (mm)									
		500		400		300		200		100	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	40.8	18.3	44.2	19.0	47.9	20.0	51.8	21.0	55.8	22.2
	18	36.6	16.5	39.7	17.2	43.0	18.0	46.4	19.0	50.0	20.1
	20	32.4	14.8	35.1	15.4	38.0	16.1	41.1	17.0	44.3	17.9
	22	28.2	13.0	30.6	13.5	33.1	14.2	35.8	14.9	38.5	15.8
	24	24.0	11.2	26.0	11.7	28.2	12.2	30.4	12.9	32.8	13.6
40	16	51.8	22.9	56.3	23.9	61.0	25.0	66.0	26.4	71.2	28.0
	18	47.6	21.2	51.7	22.1	56.0	23.2	60.6	24.4	65.3	25.9
	20	43.4	19.5	47.1	20.3	51.0	21.3	55.2	22.4	59.5	23.8
	22	39.1	17.7	42.5	18.4	46.0	19.3	49.8	20.4	53.7	21.6
	24	34.9	15.9	37.9	16.7	41.0	17.4	44.4	18.3	47.8	19.4
45	16	63.0	27.6	68.4	28.8	74.2	30.2	80.4	31.9	86.7	33.9
	18	58.7	25.9	63.8	27.0	69.2	28.3	74.9	29.9	80.8	31.7
	20	54.5	24.2	59.1	25.2	64.2	26.4	69.5	27.9	75.0	29.6
	22	50.2	22.4	54.5	23.4	59.1	24.5	64.0	25.9	69.1	27.4
	24	46.0	20.7	49.9	21.6	54.1	22.6	58.6	23.8	63.2	25.3
50	16	74.3	32.4	80.7	33.7	87.6	35.4	94.9	37.4	102.5	39.7
	18	70.0	30.7	76.0	32.0	82.5	33.5	89.4	35.4	96.5	37.6
	20	65.7	28.9	71.4	30.2	77.5	31.6	83.9	33.4	90.6	35.5
	22	61.4	27.2	66.7	28.4	72.4	29.8	78.4	31.4	84.7	33.3
	24	57.1	25.4	62.1	26.5	67.4	27.8	73.0	29.4	78.8	31.2
55	16	85.6	37.1	93.0	38.7	101.0	40.8	109.5	43.0	118.4	45.6
	18	81.3	35.4	88.4	36.9	96.0	38.7	104.0	41.0	112.4	43.5
	20	77.0	33.7	83.7	35.1	90.9	36.9	98.5	39.0	106.5	41.4
	22	72.7	32.0	79.0	33.3	85.8	35.0	93.0	37.0	100.5	39.3
	24	68.4	30.2	74.4	31.5	80.7	33.1	87.5	35.0	94.6	37.1

注：1 计算条件为加热管公称外径20mm，填充层厚度50mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数0.041W/(m·K)、厚度20mm，供回水温差10℃；

2 铺厚地毯面层热阻为0.15m²·K/W。

B.0.3 当采用导热系数为 $386\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的铜管时,单位地面面积的向上供热量和向下传热量可按表B.0.3-1、表B.0.3-2、表B.0.3-3和表B.0.3-4取值。

表B.0.3-1 水泥、石材或陶瓷面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内 空气 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距 (mm)							
		500		400		300		200	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	81.0	22.8	89.0	22.5	96.8	22.2	103.5	22.2
	18	72.5	20.6	79.6	20.4	86.5	20.2	92.5	20.0
	20	64.0	18.4	70.2	18.2	76.3	18.0	81.5	17.9
	22	55.6	16.1	60.9	16.0	66.1	15.8	70.6	15.7
	24	47.2	13.7	51.7	13.6	56.0	13.6	59.8	13.5
40	16	104.0	28.8	114.4	28.4	124.6	28.2	133.5	28.0
	18	95.4	26.6	104.8	26.2	114.2	26.0	122.3	25.8
	20	86.7	24.3	95.3	23.9	103.7	23.9	111.0	23.7
	22	78.1	22.1	85.8	21.9	93.3	21.7	99.8	21.5
	24	69.5	19.9	76.3	19.5	83.0	19.5	88.7	19.4
45	16	127.5	34.4	140.4	34.1	153.2	34.0	164.3	33.9
	18	118.8	32.2	130.7	32.0	142.6	31.8	152.9	31.7
	20	110.0	30.0	121.1	29.8	132.0	29.8	141.5	29.6
	22	101.2	28.1	111.4	27.8	121.4	27.5	130.1	27.4
	24	92.6	25.6	101.8	25.5	110.8	25.4	118.7	25.3
50	16	151.4	40.3	167.0	40.1	182.4	39.9	195.8	39.8
	18	142.6	38.6	157.2	37.9	171.6	37.7	184.3	37.6
	20	133.8	36.0	147.4	35.8	160.9	35.6	172.7	35.5
	22	124.9	34.2	137.6	33.6	150.2	33.6	161.2	33.3
	24	116.1	31.6	127.8	31.4	139.5	31.4	149.6	31.2
55	16	175.7	46.9	193.9	46.1	212.1	45.9	228.0	45.7
	18	166.8	44.2	184.0	44.0	201.2	43.7	216.3	43.6
	20	157.9	42.1	174.2	41.8	190.4	41.6	204.6	41.5
	22	148.8	40.4	164.3	39.6	179.6	39.4	192.9	39.3
	24	140.1	37.7	154.4	37.7	168.7	37.3	181.2	37.2

注: 1 计算条件为加热管公称外径/内径 22/19mm, 填充层厚度50mm, 聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数 $0.041\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 、厚度20mm, 供回水温差 10°C ;
2 水泥、石材或陶瓷面层热阻为 $0.02\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 。

表B.0.3-2 塑料类材料面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m²)

平均水温 (℃)	室内 空气 温度 (℃)	加热管间距 (mm)							
		500		400		300		200	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	66.4	23.0	70.8	23.1	74.8	23.0	78.2	23.0
	18	59.4	21.0	63.4	20.9	67.0	20.8	70.0	20.8
	20	52.5	18.8	56.0	18.7	59.2	18.6	61.8	18.5
	22	45.7	16.3	48.7	16.3	51.4	16.3	53.6	16.3
	24	38.9	14.1	41.4	14.0	43.7	14.0	45.6	14.0
40	16	84.9	29.1	90.6	29.2	95.9	29.1	100.2	29.0
	18	77.8	27.1	83.1	26.8	87.9	26.7	91.9	26.8
	20	70.8	24.9	75.6	24.7	80.0	24.6	83.5	24.6
	22	63.9	22.4	68.1	22.3	72.1	22.3	75.3	22.3
	24	56.9	20.1	60.7	20.1	64.2	20.0	67.0	20.0
45	16	103.6	35.5	110.7	35.3	117.3	35.0	122.6	35.0
	18	96.6	33.3	103.2	32.9	109.2	32.9	114.2	32.9
	20	89.5	30.7	95.6	30.9	101.2	30.7	105.8	30.6
	22	82.5	28.5	88.0	28.6	93.2	28.5	97.4	28.4
	24	75.4	26.2	80.5	26.2	85.2	26.1	89.0	26.1
50	16	122.7	41.2	131.2	41.2	139.0	41.1	145.4	41.1
	18	115.6	39.0	123.5	39.2	130.9	38.9	136.9	38.9
	20	108.5	36.8	115.9	37.0	122.8	36.9	128.5	36.8
	22	101.3	35.0	108.3	34.5	114.7	34.6	120.0	34.6
	24	94.3	32.4	100.7	32.3	106.7	32.3	111.5	32.3
55	16	142.0	47.4	151.9	47.3	161.0	47.3	168.6	47.3
	18	134.8	45.7	144.2	45.1	152.9	45.1	160.0	45.2
	20	127.7	43.5	136.5	42.9	144.7	42.9	151.5	43.0
	22	120.6	40.8	128.9	40.7	136.6	40.7	142.9	40.7
	24	113.4	38.6	121.2	38.5	128.5	38.4	134.4	38.5

注：1 计算条件为加热管公称外径/内径 22/19mm，填充层厚度50mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数0.041W/(m·K)、厚度20mm，供回水温差10℃；

2 塑料类材料面层热阻为0.075m²·K/W。

表B.0.3-3 木地板面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m²)

平均水温 (℃)	室内 空气 温度 (℃)	加热管间距 (mm)							
		500		400		300		200	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	61.7	23.4	65.1	23.3	68.1	23.3	70.5	23.2
	18	55.3	21.2	58.3	21.1	61.0	21.0	63.1	21.0
	20	48.9	18.9	51.6	18.7	53.9	18.8	55.8	18.7
	22	2.5	16.4	44.8	16.5	46.9	16.5	48.5	16.5
	24	36.2	14.2	38.1	14.1	39.8	14.1	41.2	14.1
40	16	78.8	29.6	83.2	29.4	87.1	29.4	90.2	29.3
	18	72.3	27.0	76.3	27.2	79.9	27.0	82.7	27.1
	20	65.8	25.1	69.5	24.8	72.7	24.9	75.3	24.8
	22	59.4	22.5	62.6	22.5	65.5	22.5	67.8	22.5
	24	52.9	20.3	55.8	20.2	58.4	20.3	60.4	20.2
45	16	96.1	35.8	101.5	35.4	106.4	35.3	110.2	35.4
	18	89.6	33.2	94.6	33.4	99.1	33.3	102.7	33.2
	20	83.1	30.9	87.7	31.1	91.8	31.0	95.2	31.0
	22	76.6	28.7	80.8	28.6	84.6	28.6	87.6	28.7
	24	70.0	26.4	73.9	26.4	77.4	26.4	80.1	26.4
50	16	113.8	41.5	120.2	41.5	125.9	41.5	130.5	41.6
	18	107.1	39.7	113.2	39.6	118.6	39.3	122.9	39.4
	20	100.6	37.1	106.2	37.3	111.3	37.2	115.4	37.2
	22	94.0	35.2	99.2	35.1	104.0	34.9	107.8	34.9
	24	87.4	32.6	92.3	32.6	96.7	32.7	100.2	32.6
55	16	131.5	47.7	139.0	47.7	145.7	47.7	151.1	47.8
	18	124.9	45.5	132.0	45.5	138.4	45.5	143.5	45.6
	20	118.3	43.8	125.0	43.6	131.0	43.4	135.8	43.4
	22	111.6	41.5	118.0	41.3	123.6	41.2	128.2	41.2
	24	105.1	38.8	111.0	38.8	116.3	38.9	120.6	38.9

注：1 计算条件为加热管公称外径/内径 22/19mm，填充层厚度50mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数0.041W/(m·K)、厚度20mm，供回水温差10℃；

2 木地板材料面层热阻为0.1m²·K/W。

表B.0.3-4 铺厚地毯面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m²)

平均水温 (℃)	室内空气温度 (℃)	加热管间距 (mm)							
		500		400		300		200	
		向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量	向上 供热量	向下 传热量
35	16	53.6	23.7	55.7	23.7	57.5	23.6	58.9	23.6
	18	48.1	21.5	49.9	21.4	51.6	21.3	52.8	21.3
	20	42.5	19.0	44.2	19.0	45.6	19.0	46.7	19.0
	22	37.0	16.7	38.4	16.8	39.7	16.7	40.6	16.7
	24	31.5	14.4	32.7	14.4	33.8	14.4	34.6	14.4
40	16	68.3	29.6	71.0	29.9	73.4	29.8	75.2	29.8
	18	62.7	27.7	65.2	27.6	67.3	27.5	69.0	27.5
	20	57.1	25.1	59.4	25.3	61.3	25.2	62.8	25.2
	22	51.5	23.0	53.5	23.0	55.3	22.9	56.7	22.9
	24	46.0	20.5	47.8	20.5	49.3	20.5	50.5	20.6
45	16	83.2	36.2	86.5	36.1	89.4	36.0	91.7	36.0
	18	77.6	33.9	80.7	33.6	83.3	33.6	85.4	33.7
	20	72.0	31.3	74.8	31.5	77.3	31.5	79.2	31.5
	22	66.3	29.0	68.9	29.0	71.2	29.2	73.0	29.2
	24	60.7	26.7	63.1	26.9	65.1	26.9	66.8	26.9
50	16	98.3	42.0	102.2	42.1	105.7	42.1	108.3	42.3
	18	92.6	39.8	96.3	40.1	99.6	39.9	102.1	40.0
	20	87.0	37.5	90.4	37.6	93.4	37.6	95.8	37.7
	22	81.3	35.3	84.5	35.3	87.3	35.3	89.5	35.4
	24	75.6	33.0	78.6	33.0	81.2	33.1	83.3	33.2
55	16	113.5	48.3	118.1	48.3	122.1	48.4	125.2	48.6
	18	107.8	46.1	112.2	46.1	115.9	46.2	118.9	46.3
	20	102.1	44.3	106.2	43.9	109.8	44.1	112.6	44.1
	22	96.4	42.0	100.3	41.8	103.7	41.8	106.3	41.8
	24	90.7	39.3	94.4	39.3	97.5	39.5	100.0	39.5

注：1 计算条件为加热管公称外径/内径 22/19mm，填充层厚度50mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数0.041W/(m·K)、厚度20mm，供回水温差10℃；

2 铺厚地毯面层热阻为0.15m²·K/W。

附录C 加热管的选择

C.1 塑料管的选择

C.1.1 塑料管材质和连接方法的选择应以保证工程长期运行的安全可靠为原则，根据塑料管的抗蠕变能力的强弱、许用环应力的大小、工程环境等因素，经综合比较后确定。

C.1.2 塑料管管系列应按表 C.1. 2-1 中使用条件 4 级以及设计压力选择；管系列值可按表 C.1. 2-2 确定。

表 C.1.2-1 塑料管使用条件级别

使用条件 级别	工作温度 T_D ($^{\circ}C$)	在 T_D 下的 使用时间 (年)	最高工作 温度 T_{max} ($^{\circ}C$)	在 T_{max} 下的 使用时间 (年)	故障温度 T_{mal} ($^{\circ}C$)	在 T_{mal} 下的 使用时间 (h)	典型的应用范围
1	60	49	80	1	95	100	供应热水 (60 $^{\circ}C$)
2	70	49	80	1	95	100	供应热水 (70 $^{\circ}C$)
3*	30 40	20 25	50	4.5	65	100	低温地面供暖
4	20 40 60	2.5 20 25	70	2.5	100	100	地面供暖供暖和 低温散热器供暖
5**	20 60 80	14 25 10	90	1	100	100	较高温 散热器供暖

注:* 仅当 T_{mal} 不超过 65 $^{\circ}C$ 时才可使用；

**当 T_D 、 T_{max} 和 T_{mal} 超出本表所给出的值时，不能用本表。

- 1 表中所列各使用条件级别的管道系统均应同时满足在 20 $^{\circ}C$ 和 1.0MPa 条件下输送冷水，达到 50 年使用寿命；
- 2 所有加热系统的介质只能是水或者经处理的水。

表 C.1.2-2 管系列(S)值

设计应力 P_D (MPa)	管系列(S)值					
	PB-H/R 管 $\sigma_D=$ 5.46MPa	PB-R 管 $\sigma_D=$ 4.33MPa	PE-X 管 $\sigma_D=$ 4.00MPa	PE-RT II 型 $\sigma_D=$ 3.55MPa	PE-RT I 型 $\sigma_D=$ 3.25MPa	PP-R 管 $\sigma_D=$ 3.29MPa
0.4	10	6.3(10)	6.3	5	5	5
0.6	8	6.3	6.3	5	5	5
0.8	6.3	5	5	4	4	4
1.0	5	4	4	3.2	3.2	3.2

注:1 σ_D 指设计应力;

2 括号内为理论值,实际选型时考虑到管材实际可行的壁厚因素,进行了圆整。

C.1.3 塑料管公称壁厚应根据本规程第 C.1.2 条选择的管系列及施工和使用中的不利因素综合确定。

管材公称壁厚应符合表 C.1.3 的要求,并应同时符合下列规定:

- 1 对管径大于或等于 15mm 的管材,壁厚不应小于 2.0mm;
- 2 需要进行热熔焊接的管材,其壁厚不得小于 1.9mm。

表 C.1.3 管材公称壁厚(mm)

设计压力 $P_D=0.4\text{MPa}$						
公称外径 (mm)	PB-H 管	PB-R 管	PE-X 管	PE-RTII 型	PE-RTI 型	PP-R 管
16	1.3	1.3	1.8	1.8	1.8	2.0
20	1.3	1.3	1.9	2.0	2.0	2.0
25	1.3	1.3	1.9	2.3	2.3	2.3
设计压力 $P_D=0.6\text{MPa}$						
公称外径 (mm)	PB-H 管	PB-R 管	PE-X 管	PE-RTII 型	PE-RTI 型	PP-R 管
16	1.3	1.3	1.8	1.8	1.8	2.0
20	1.3	1.5	1.9	2.0	2.0	2.0
25	1.3	1.9	1.9	2.3	2.3	2.3
设计压力 $P_D=0.8\text{MPa}$						
公称外径 (mm)	PB-H 管	PB-R 管	PE-X 管	PE-RTII 型	PE-RTI 型	PP-R 管
16	1.3	1.5	1.8	2.0	2.0	2.0
20	1.5	1.9	1.9	2.3	2.3	2.3

25	1.9	2.3	2.3	2.8	2.8	2.8
设计压力 $P_D=1.0\text{MPa}$						
公称外径 (mm)	PB-H 管	PB -R 管	PE -X 管	PE -RTII 型	PE -RTI 型	PP -R 管
16	1.5	1.8	1.8	2.2	2.2	2.2
20	1.9	2.3	2.3	2.8	2.8	2.8
25	2.3	2.8	2.8	3.5	3.5	3.5

C.1.4 塑料管的公称外径、最小与最大平均外径，应符合表 C.1.4 的规定。

表 C.1.4 塑料管公称外径、最小与最大平均外径(mm)

塑料管材	公称外径	最小平均外径	最大平均外径
PB、PB-R、PE-X、 PE-RT、PP-R 管	16	16.0	16.3
	20	20.0	20.3
	25	25.0	25.3

C.2 铝塑复合管的选择

C.2.1 铝塑复合管可采用搭接焊和对接焊两种形式。

C.2.2 铝塑复合管长期工作温度和允许工作压力应符合下列规定：

1 搭接焊式铝塑复合管长期工作温度和允许工作压力应符合表 C.2. 2-1 的规定。

表 C.2. 2-1 搭接焊式铝塑复合管长期工作温度和允许工作压力

流体类别	铝塑管代号	长期工作温度 T_o ($^{\circ}\text{C}$)	允许工作压力 P_o (MPa)
冷热水	PAP	60	1.00
		75 ^A	0.82
		82 ^A	0.69
	XPAP	75	1.00
		82	0.86

注:1 A 系指采用中密度聚乙烯(乙烯与辛烯特殊共聚物)材料生产的复合管；

2 PAP 为聚乙烯/铝合金/聚乙烯，XPAP 为交联聚乙烯/铝合金/交联聚乙烯。

2 对接焊式铝塑复合管长期工作温度和允许工作压力应符合表 C.2. 2-2 的规定。

表 C.2. 2-2 对接焊式铝塑复合管长期工作温度和允许工作压力

流体类别	铝塑管代号	长期工作温度 To (℃)	允许工作压力 Po (MPa)
冷热水	XPAP1、XPAP2、RPAP5	40	2.00
	PAP3、PAP4	60	1.00
	XPAP1、XPAP2、RPAP5	75	1.50
	XPAP1、XPAP2、RPAP5	95	1.25

注:1 XPAP1:一型铝塑管聚乙烯/铝合金/交联聚乙烯;

2 XPAP2:三型铝塑管交联聚乙烯/铝合金/交联聚乙烯;

3 PAP3:三型铝塑管聚乙烯/铝/聚乙烯;

4 PAP4:四型铝塑管聚乙烯/铝合金/聚乙烯;

5 RPAP5:五型铝塑管耐热聚乙烯/铝合金/耐热聚乙烯。

C.2.3 铝塑复合管的公称外径、壁厚与偏差,应符合表 C.2. 3 的规定。

表 C.2. 3 铝塑复合管公称外径、壁厚与偏差 (mm)

铝塑复合管	公称外径	公称外径公差	参考内经	管壁厚最小值	管壁厚公差
搭接焊	16	+0.3	12.1	1.7	+0.5
	20		15.7	1.9	
	25		19.9	2.3	
对接焊	16	+0.3	10.9	2.3	0.5
	20		14.5	2.5	
	25 (26)		18.5 (19.5)	3.0	

附录D 管道水力计算

D.0.1 塑料管及铝塑复合管单位长度摩擦压力损失（比摩阻，可按表 D.0.1 计算）。

表 D.0.1 塑料管及铝塑复合管水力计算表

流速 v(m/s)	管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)	
	12.1/16		15.7/20		19.9/25	
	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)
0.01	0.60	4.14	0.39	6.97	0.27	11.19
0.02	1.60	8.28	1.09	13.93	0.77	22.38
0.03	2.97	12.41	2.04	20.90	1.45	33.57
0.04	4.66	16.55	3.22	27.86	2.31	44.76
0.05	6.65	20.69	4.62	34.83	3.32	55.96
0.06	8.93	24.83	6.22	41.79	4.49	67.15
0.07	11.49	28.96	8.02	48.76	5.81	78.34
0.08	14.31	33.10	10.02	55.73	7.27	89.53
0.09	17.39	37.24	12.20	62.69	8.87	100.72
0.10	20.73	41.38	14.57	69.66	10.60	111.91
0.11	24.32	45.51	17.11	76.62	12.47	123.10
0.12	28.15	49.65	19.84	83.59	14.47	134.29
0.13	32.22	53.79	22.73	90.56	16.60	145.49
0.14	36.54	57.93	25.80	97.52	18.85	156.68
0.15	41.08	62.06	29.04	104.49	21.24	167.87
0.16	45.86	66.20	32.44	111.45	23.74	179.06
0.17	50.87	70.34	36.01	118.42	26.37	190.25
0.18	56.11	74.48	39.75	125.38	29.13	201.44
0.19	61.57	78.61	43.64	132.35	32.00	212.63

流速 v(m/s)	管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)	
	12.1/16		15.7/20		19.9/25	
	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)
0.20	67.25	82.75	47.70	139.32	34.99	223.82
0.21	73.16	86.89	51.92	146.28	38.10	235.02
0.22	79.28	91.03	56.29	153.25	41.33	246.21
0.23	85.62	95.16	60.83	160.21	44.68	257.40
0.24	92.18	99.30	65.52	167.18	48.14	268.59
0.25	98.95	103.44	70.36	174.15	51.72	279.78
0.26	105.94	107.58	75.36	181.11	55.41	290.97
0.27	113.13	111.71	80.51	188.08	59.22	302.16
0.28	120.54	115.85	85.81	195.04	63.14	313.35
0.29	128.16	119.99	91.27	202.01	67.18	324.55
0.30	135.98	124.13	96.87	208.97	71.32	335.74
0.31	144.02	128.26	102.63	215.94	75.58	346.93
0.32	152.26	132.40	108.53	222.91	79.95	358.12
0.33	160.70	136.54	114.59	229.87	84.43	369.31
0.34	169.35	140.68	120.79	236.84	89.02	380.50
0.35	178.21	144.81	127.14	243.80	93.72	391.69
0.36	187.26	148.95	133.63	250.77	98.53	402.88
0.37	196.52	153.09	140.27	257.73	103.45	414.08
0.38	205.98	157.23	147.06	264.70	108.47	425.27
0.39	215.64	161.36	153.99	271.67	113.61	436.46
0.40	225.50	165.50	161.07	278.63	118.85	447.65
0.41	235.56	169.64	168.29	285.60	124.20	458.84

流速 v(m/s)	管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)	
	12.1/16		15.7/20		19.9/25	
	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)
0.42	245.81	173.78	175.65	292.56	129.66	470.03
0.43	256.27	177.91	183.16	299.53	135.22	481.22
0.44	266.92	182.05	190.81	306.50	140.89	492.41
0.45	277.76	186.19	198.60	313.46	146.67	503.61
0.46	288.81	190.33	206.53	320.43	152.55	514.80
0.47	300.04	194.46	214.61	327.39	158.53	525.99
0.48	311.48	198.60	222.82	334.36	164.63	537.18
0.49	323.10	202.74	231.18	341.32	170.82	548.37
0.50	334.92	206.88	239.67	348.29	177.12	559.56
0.51	346.94	211.01	248.30	355.26	183.53	570.75
0.52	359.14	215.15	257.08	362.22	190.04	581.94
0.53	371.54	219.29	265.99	369.19	196.65	593.14
0.54	384.13	223.43	275.04	376.15	203.37	604.33
0.55	396.91	227.57	284.23	383.12	210.19	615.52
0.56	409.88	231.70	293.56	390.09	217.11	626.71
0.57	423.04	235.84	303.03	397.05	224.14	637.90
0.58	436.39	239.98	312.63	404.02	231.27	649.09
0.59	449.93	244.12	322.37	410.98	238.50	660.28
0.60	463.65	248.25	332.25	417.95	245.83	671.47
0.61	477.57	252.39	342.26	424.91	253.26	682.67
0.62	491.67	256.53	352.41	431.88	260.80	693.86
0.63	505.97	260.67	362.69	438.85	268.44	705.05

流速 v(m/s)	管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)	
	12.1/16		15.7/20		19.9/25	
	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)
0.64	520.44	264.80	373.11	445.81	276.18	716.24
0.65	535.11	268.94	383.67	452.78	284.02	727.43
0.66	549.96	273.08	394.36	459.74	291.96	738.62
0.67	565.00	277.22	405.19	466.71	300.00	749.81
0.68	580.23	281.35	416.15	473.67	308.14	761.00
0.69	595.64	285.49	427.24	480.64	316.38	772.20
0.70	611.23	289.63	438.47	487.61	324.72	783.39
0.71	627.01	293.77	449.83	494.57	333.17	794.58
0.72	642.97	297.90	461.33	501.54	341.71	805.77
0.73	659.12	302.04	472.96	508.50	350.35	816.96
0.74	675.45	306.18	484.72	515.47	359.09	828.15
0.75	691.97	310.32	496.62	522.44	367.93	839.34
0.76	708.67	314.45	508.65	529.40	376.87	850.53
0.77	725.55	318.59	520.81	536.37	385.91	861.73
0.78	742.62	322.73	533.10	543.33	395.05	872.92
0.79	759.86	326.87	545.53	550.30	404.28	884.11
0.80	777.29	331.00	558.08	557.26	413.62	895.30
0.81	794.90	335.14	570.77	564.23	423.05	906.49
0.82	812.70	339.28	583.60	571.20	432.58	917.68
0.83	830.67	343.42	596.55	578.16	442.21	928.87
0.84	848.82	347.55	609.63	585.13	451.94	940.06
0.85	867.16	351.69	622.85	592.09	461.76	951.26

流速 v(m/s)	管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)	
	12.1/16		15.7/20		19.9/25	
	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)
0.87	904.37	359.97	649.67	606.03	481.71	973.64
0.88	923.25	364.10	663.27	612.99	491.82	984.83
0.89	942.30	368.24	677.01	619.96	502.04	996.02
0.90	961.54	372.38	690.88	626.92	512.35	1007.21
0.91	980.95	376.52	704.87	633.89	522.76	1018.40
0.92	1000.55	380.65	719.00	640.85	533.27	1029.59
0.93	1020.32	384.79	733.26	647.82	543.87	1040.79
0.94	1040.27	388.93	747.64	654.79	554.57	1051.98
0.95	1060.40	393.07	762.16	661.75	565.37	1063.17
0.96	1080.71	397.20	776.80	668.72	576.26	1074.36
0.97	1101.20	401.34	791.57	675.68	587.25	1085.55
0.98	1121.86	405.48	806.48	682.65	598.34	1096.74
1.00	1163.72	413.75	836.67	696.58	620.80	1119.12
1.01	1184.92	417.89	851.95	703.55	632.17	1130.32
1.02	1206.29	422.03	867.37	710.51	643.64	1141.51
1.03	1227.84	426.17	882.91	717.48	655.21	1152.70
1.04	1249.57	430.30	898.59	724.44	666.87	1163.89
1.05	1271.47	434.44	914.39	731.41	678.63	1175.08
1.06	1293.55	438.58	930.32	738.38	690.48	1186.27
1.07	1315.81	442.72	946.37	745.34	702.43	1197.46
1.08	1338.24	446.86	962.55	752.31	714.47	1208.65
1.09	1360.85	450.99	978.86	759.27	726.61	1219.85

流速 $v(\text{m/s})$	管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)		管内径 d_i /管外径 d_o (mm/mm)	
	12.1/16		15.7/20		19.9/25	
	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)	比摩阻 R (Pa/m)	流量 G (kg/h)
1.10	1383.63	455.13	995.30	766.24	738.84	1231.04
1.11	1406.59	459.27	1011.87	773.20	751.17	1242.23
1.12	1429.72	463.41	1028.56	780.17	763.60	1253.42
1.13	1453.03	467.54	1045.38	787.14	776.11	1264.61
1.14	1476.51	471.68	1062.32	794.10	788.73	1275.80
1.15	1500.17	475.82	1079.39	801.07	801.43	1286.99
1.16	1524.00	479.96	1096.59	808.03	814.24	1298.18
1.17	1548.00	484.09	1113.92	815.00	827.13	1309.38
1.18	1572.18	488.23	1131.37	821.97	840.12	1320.57
1.19	1596.54	492.37	1148.94	828.93	853.21	1331.76
1.20	1621.07	496.51	1166.65	835.90	866.39	1342.95

注：此表为热媒平均温度为 55℃ 的水力计算表。

D.0.2 当热媒平均温度不等于 55℃ 时，可由表 D.0.2 确定比摩阻修正系数，并按下式进行修正。

$$R_t = R \times a \quad (\text{D.0.2})$$

式中： R_t ——热媒在设计温度和设计流量下的比摩阻(Pa/m)；

R ——查表 D.0.1 得到的比摩阻(Pa/m)；

a ——比摩阻修正系数。

表 D.0.2 比摩阻修正系数

热媒平均 温度℃	55	50	45	40	35
修正系数 a	1	1.02	1.04	1.06	1.08

D.0.3 塑料管及铝塑复合管局部阻力系数(ζ)值可按表 D.0.3 选用。

D.0.3 局部阻力系数 (ζ) 值

管路附件	曲率半径 $\geq 5d_0$ 的 90°弯头	直流三通	旁流三通	合流三通	分流三通	直流四通
ζ 值	0.3~0.5	0.5	1.5	1.5	3.0	2.0
管路附件	分流四通	乙字弯	括弯	突然扩大	突然缩小	压紧螺母连接件
ζ 值	3.0	0.5	1.0	1.0	0.5	1.5

附录E 加热管管材物理力学性能

E.0.1 塑料管的物理力学性能应符合表 E.0.1 的规定。

表 E. 0.1 塑料管的物理力学性能

项 目	PB-H	PB-R	PE-X	PE-RT II 型	PE-RT I 型	PP-R
20℃, 1h 液压试验环应力 (MPa)	15.50	15.30	12.00	11.2	9.9	16.00
95℃, 1h 液压试验环应力 (MPa)	—	—	4.80	—	—	—
95℃, 22h 液压试验环应力 (MPa)	6.50	5.50	4.70	4.1	3.8	4.30
95℃, 165h 液压试验环应力 (MPa)	6.20	5.20	4.60	4.0	3.6	3.80
95℃, 1000h 液压试验环应力 (MPa)	6.00	5.00	4.40	3.8	3.4	3.50
110℃, 8760h 热稳定性试验环应力 (MPa)	2.40	1.80	2.50	2.4	1.9	1.90
纵向尺寸收缩率 (%)	≤2	≤2	≤3	≤2	≤2	≤2
交联度 (%)	—	—	见注	—	—	—
0℃耐冲击 (%)	—	—	—	—	—	破损率≤试样的10%
管材与混配料熔体流动速率变化率	变化率≤原料的 30% (190℃, 2.16kg 条件下)	变化率≤原料的 30% (190℃, 2.16kg 条件下)	—	与对原料测定值之差, 不应超过 ±0.3g/10min 且不超过 ±20% (190℃、5kg 条件下)	与对原料测定值之差, 不应超过 ±0.3g/10min 且不超过 ±20% (190℃、5kg 条件下)	变化率≤原料的 20% (230℃、2.16kg 条件下)

注:过氧化物交联(PE-Xa)交联度大于或等于 70%; 硅烷交联 (PE-Xb)交联度不小于 65%; 辐照交联(PE-Xc)交联度大于或等于 60%。PE-Xd 交联度大于或等于 60%

E 0.2 铝塑复合管的物理力学性能应符合表 E.0. 2 的规定。

表 E.0.2 铝塑复合管的物理力学性能

公称直径 (mm)	管环径向拉伸力 (N) (HDPE、PEX)		静液压强度 (MPa)		焊破压力 (MPa)	
	搭接焊	对接焊	搭接焊 (82℃, 10h)	对接焊 (95℃, 10h)	搭接焊	对接焊
12	2100	—	2.72	—	7.0	—
16	2300	2400	2.72	2.42	6.0	8.0
20	2500	2600	2.72	2.42	5.0	7.0

注: 1 交联度要求; 硅烷交联大于或等于 65%; 辐照交联大于或等于 60%;

2 热熔胶熔点大于或等于 120℃;

3 搭接焊铝层拉伸强度大于或等于 100MPa, 断裂伸长率大于或等于 20%; 对接焊铝层拉伸强度大于或等于 80MPa, 断裂伸长率应不小于 22%;

4 铝塑复合管层间粘合强度, 按规定方法试验, 层间不得出现分离和缝隙。

附录F 工程质量检验批检验表

工程名称					
分部（子分部）工程名称				验收单位	
施工单位				项目经理	
分包单位				分包项目经理	
专业工长（施工员）				施工班组长	
施工执行标准名称及编号					
项目	序	内 容	检验依据	施工单位评定检查记录	监理（建设）单位验收记录
主控项目	1	外径及壁厚	设计要求及附录 C		
	2	加热（输配）管埋地接头	5.3.5、5.3.6		
	3	加热管（输配）水压试验	6.3.2		
	4	加热管（输配）弯曲半径	5.3.3		
一般项目	1	分、集水器安装	设计要求		
	2	加热（输配）管安装	5.3.1~5.3.18		
	3	防潮层、隔离层铺设	设计要求		
	4	泡沫塑料绝热、保温、预制轻薄供暖板铺设	5.2		
	5	侧面绝热层、伸缩缝设置	5.2.3、5.3.14		
	6	填充层强度	4.3.1、4.3.2		
施工单位检查评定结果 施工单位检查评定结果			项目专业质量检查员： 项目专业质量检查员： __年__月__日		
监理（建设）单位验收结论			监理工程师： （建设单位项目专业技术负责人）： __年__月__日		

本规程用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示很严格，非这样做不可的用词：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”。

2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

4) 表示允许有选择，在一定条件下可以这样做的采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为：“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 1 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护热板法》 GB 10294
- 2 《公共建筑节能设计标准》 GB 50189
- 3 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 4 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 5 《建筑节能与可再生能源利用通用规范》 GB 55015
- 6 《硬质泡沫塑料压缩性能的测定》 GB/T 8813
- 7 《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料（EPS）》 GB/T 10801.1
- 8 《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料（XPS）》 GB/T 10801.2
- 9 《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》 GB/T 18991
- 10 《冷热水用聚丁烯（PB）管道系统》 GB/T 19473
- 11 《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统》 GB/T 28799
- 12 《民用建筑隔声设计规范》 GB/T 50118
- 13 《辐射供暖供冷技术规程》 JGJ 142
- 14 《自流平地面工程技术标准》 JGJ/T 175
- 15 《石膏基自流平砂浆》 JC/T 102
- 16 《地面用水泥基自流平砂浆》 JC/T 985
- 17 《居住建筑节能设计标准》 DB37/ 5026

山东省工程建设标准

低温热水地面辐射供暖工程技术规程

DB37/T XXXX-2022

条文说明

目 次

1	总则	58
2	术语	59
3	设计	60
3.1	一般规定	60
3.2	地面构造	60
3.3	热负荷计算	62
3.4	地面散热量计算	62
3.5	水系统设计	63
3.6	管道水力计算	64
3.7	温控与热计量	65
4	材料	68
4.1	一般规定	68
4.2	绝热层材料	68
4.4	水系统材料	69
5	施工	70
5.1	一般规定	70
5.2	绝热层铺设	70
5.3	加热管安装	70
5.4	填充层施工	73
5.5	面层施工	74
5.6	潮湿房间施工	74
6	检验、调试及验收	75
6.1	一般规定	75
6.2	质量验收	75
6.3	水压试验	75
6.4	调试与试运行	75
7	运行与维护	76

1 总 则

1.0.2 本规程适用于以低温热水为热媒（热水循环流动于加热管内）的地面辐射供暖系统，该系统是通过加热管加热地面，以辐射和对流的方式向室内供暖。目前采用的低温热水地面辐射供暖方式有干式地暖和湿式地暖两种，两种供暖方式均可达到理想的供暖效果。近年来，随着国家大力推广装配式建筑及绿色建筑，干式地暖得到了广泛的应用。为了使干式地暖在应用过程中做到技术先进、经济合理、质量可靠、安全适用，迫切需要对工程设计、材料选择、施工安装和检验验收等各个环节进行规范化管理和严格的控制，本规程就是为了适应这个要求而修订的。

1.0.3 本规程为地面辐射供暖工程全省通用的专业性技术规程。根据国家主管部门有关编制和修订工程建设标准、规范等的统一规定，受篇幅所限，凡其他全国性标准规范等已经明确规定的内容，除确有必要外，本规程均不再另设条文。本条文的目的是强调在执行本规程的同时，还应注意贯彻执行现行国家、行业及地方标准的有关规定。

本次规范修订是从《低温热水地面辐射供暖技术规程》DB37/T 5047-2015 的基础上修编而成，基本上沿用了以上规程的思路和模式。参照国家有关新标准的发布实施，结合国家“碳达峰”、“碳中和”战略及我省的工程实践，增加了干式地暖材料及施工、隔声等有关内容；调整了挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板相关参数、预制沟槽模块的抗压强度。

2 术 语

2.0.4 加热管有耐热聚乙烯管（PE-RT I 型或 PE-RT II 型）、交联耐热聚乙烯管（PE-X）、聚丁烯管（PB）、铝塑复合管（XPAP 或 PAP）。

2.0.20 预制轻薄供暖板成品厚度不大于 13mm，保温基板内镶嵌的加热管外径不大于 12mm。

2.0.22 自力式温控阀由恒温阀头和恒温阀体组成，恒温阀头分为内置温包式、外置温包式、远程调控式。

3 设计

3.1 一般规定

3.1.1 从地面辐射供暖系统的安全性、寿命周期和舒适度考虑，规定供水温度不应超过 60℃。综合舒适及节能要求，地面供暖供水温度宜采用较低数值，经验表明，35℃~45℃是比较合适的范围。保持较低的供水温度，有利于延长化学管材的使用寿命，提高室内的热舒适感；控制供回水温差，有利于保持较大的热媒流速，方便排除管内空气，也有利于保证地面温度的均匀。

3.1.2 限制地表面的平均温度，主要是出于满足舒适要求的考虑。具体数值引自现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012。对于人员经常停留的地面，美国相关标准根据热舒适理论研究得出地面温度在 21℃ ~24℃时，不满意度低于 8%；欧洲辐射板测试标准 EN15377-1 : 2005 中推荐，经常停留地面温度上限为 29℃，非经常停留地面温度上限为 35℃。日本相关资料研究表明，地面温度上限为 31℃ 时，从人体健康、舒适考虑，是可以接受的。考虑到我国的生活习惯，本规程将人员经常停留地面的温度上限值规定为 29℃。

3.1.3 系统工作压力的高低，直接影响到塑料加热管的管壁厚度、使用寿命、耐热性能、价格等一系列因素，所以不宜定得太高。现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736-2012 第 5.4.5 条规定：“热水地面辐射供暖系统的工作压力不宜大于 0.8MPa，当超过上述压力时，应采取相应的措施”。作出这条规定的主要目的是为了减小系统中散热设备和配件所承受的压力，保证系统安全运行。

3.1.4 本条规定强调了低温热水地面辐射供暖系统的热媒参数与热源系统相匹配的必要性，同时为了满足低温热水地面辐射供暖系统运行与调节的需要，提出了设置相应控制装置的要求。

3.1.5 辐射供暖时供回水温差较小，流量较大。如在较大的集中供暖小区直接采用低温热水循环则输送半径较大，水泵的功耗也较大，不利于节能。此条规定在集中供暖小区，适宜采用楼栋混水装置或换热装置，实现外网大温差小流量、楼内辐射供暖系统大流量小温差的运行模式。

3.1.6 在地面有遮挡覆盖的情况下，地面供暖系统的热量难以通过地表面充分散热，就会造成局部升温。应考虑尽量避免覆盖遮挡，在固定设备或卫生器具下方不应布置加热管，同时应尽量选用有支腿的家具，以减少局部热阻。

3.2 地面构造

3.2.1 辐射地面的构造做法应根据其设置位置确定，不同类型辐射供暖地面构造做法可按本规程附录 A 选用。对与土壤相邻的地面，应设置防潮层；对潮湿房间，应设置隔离层。

3.2.2 为减少辐射地面的热损失，直接与室外空气接触的楼板、与不供暖房间相邻的地板，必须设置绝热层。

3.2.3 为保证绝热效果，规定绝热层与土壤间设置防潮层。对于潮湿房间，湿式地暖地面的填充层上，预制沟槽保温板或预制轻薄预制轻薄供暖板供暖地面的面层下设置隔离层，以防止水渗入。

3.2.4 面层热阻的大小，直接影响到地面的散热量。实测证明，在相同供热条件和地板构造的情况下，在同一个房间里，以热阻为 $0.02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 左右的花岗石、大理石、陶瓷砖等作面层的地面散热量，比以热阻为 $0.10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 左右的木地板时要高 30%~60%；比 $0.15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 左右的地毯时要高 60%~90%。由此可见，面层材料对地面散热量的巨大影响。为了节省耗和运行费用，因此要求采用地面辐射供暖方式时，应尽量选用热阻小于 $0.05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 的材料做面层。根据国内外经验，在相同条件下，铺设木地板面层的房间室内温度要比铺设瓷砖类地面的房间温度低 $2^\circ\text{C} \sim 3^\circ\text{C}$ 。

湿式地暖地面适宜采用瓷砖或石材等热阻较小的面层，不适宜采用架空木地板面层。

预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板供暖地面的特点是较轻薄、占据室内空间少，可直接铺设木地板，保温板或预制轻薄供暖板以及木地板面层均为干法施工，方便快捷。因此除住宅厨房、卫生间等不适宜使用木地板的场合外，预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板供暖地面均建议采用木地板面层，以避免湿作业。

为减少无效热损失和相邻用户之间的传热量，本条给出了绝热层的最小厚度，当工程条件允许时，宜在此基础上再增加 10mm 左右。

3.2.5 填充层的作用，一是保护加热管；二是使热量能比较均衡地传至地面，从而使地面的表面温度趋于均匀，因此要求填充层有一定的厚度。由于填充层的厚度直接影响到室内的净高、结构的荷载和建筑的初投资，所以不宜太厚。

无论采用何种填充层，如填充层施工平整度符合铺设木地板的要求，可直接铺设木地板，否则需找平后再铺木地板。细石混凝土的细石粒径较大，结合性不好，一般面层为地砖或石材时还需另设与面层粘接的找平层(厚度约 30mm. 其中最上层为约 5mm 的粘结层)。

没有防水要求的非潮湿房间，厚层自流平可同时作为面层找平层，以减少地面上部厚度和热阻，因此施工要求平整度高，采用地砖或石材面层时，可直接用约 5mm 厚的粘结层与地砖等粘接。

3.2.6 预制沟槽保温板均热层材料常用铝箔和铝板，均热层材料的导热系数一般要大于 $237\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。均热层可使加热管产生的热量均匀地散开，形成均匀热辐射面。

3.3 热负荷计算

3.3.2 根据国内外资料和国内一些工程实测，低温热水地面辐射供暖用于全面供暖时，在相同热舒适条件下的室内温度可比对流供暖时的室内温度低 2°C 。故规定地面辐射供暖的耗热量计算时，室内计算温度取值可降低 2°C 。

3.3.3 当地面辐射供暖用于局部供暖时，耗热量还要乘以表 3.3.3 所规定的附加系数；局部供暖的面积与房间总面积的面积比大于 75%时，按全面供暖耗热量计算。

3.3.4 为适应外区较大热负荷的需求，确保室温均匀，对进深较大房间作出此规定。例如：住宅内通户门的大起居室，距外墙 6m 以内无围护结构传热负荷，但有户门开启负荷，需分别加以计算。

3.3.5 敷设加热管的地面，不存在通过地面向外的传热负荷，因此不应计算此部分围护结构热损失。辐射地面向外的传热负荷应计算在辐射供暖房间热水的供热量中。

3.3.7 间歇供暖与户间传热的附加量，仅作为确定户内供暖热负荷的因素，不应统计在集中供暖系统的总负荷内。

3.4 地面散热量计算

3.4.1 美国供暖制冷空调工程师协会 ASHRAE 在大量研究工作基础上提出了辐射传热量计算方法，计算原理清晰易懂，国内多已采用，并已经过实际工程检验认可，故本规程推荐采用此方法。条文中计算公式引自 ASHRAE 手册(2008 年版)。辐射面向上传热量即辐射面向上的供热量。

3.4.2 附录 B 为按本规程第 3.4.1 条规定的方法计算得出的。由于篇幅所限，附录 B 列出了采用湿式地暖地面时，聚苯乙烯塑料板绝热层上敷设 PE-X 管、PB 管采用聚苯乙烯塑料板绝热层时的计算数据。其他管材可根据其实际导热系数参照选用。若绝热层采用其他绝热材料，可根据其热阻值参照选用。附录 B 给出的数据均为供暖地面与供暖房间相邻时的计算结果，不包括与土壤接触、与不供暖房间或与室外空气相邻的情况。

3.4.3 预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板辐射供暖表面与湿式地暖地面的构造不同，辐射表面内部传热规律也不尽相同。各生产企业因采用的材料、厚度及其铺设的均热层厚度不同等各种因素，传热量也不相同。因此应按各产品样本提供的测试数据确定辐射表面向上供热量，以及向上传热量。

3.4.5 校核地表面平均温度的近似公式，是由 ASHRAE 手册（2000 年版）提供的计算方法获得的计算数据，经回归得到的。

3.5 水系统设计

3.5.1 分水器进水端宜设置 60 目的滤网过滤器，防止施工过程中的异物堵塞管道。预制轻薄供暖板管径小易堵塞，设置脱气除污器以防止堵塞。

3.5.3 住宅建筑中按户划分系统，可以方便地实现按户热计量；同一对立管连接负荷相近的户内系统，利于水力平衡；限制共用立管每层连接的户内系统数量，是为了管井内分户阀门、计量(分摊)设备等的设置和管理。接向户内系统的供、回水管上设置具有关断功能的阀门，是物业管理和检修的需要。当难以实现“同一对立管连接负荷相近的户内系统”时，面积较小套型的分户热表和户内系统的阻力会较小，阀门的调节功能可适应水力平衡的要求，因此要求其中一个关断阀具有调节功能，可根据户内系统的控制方式采用相对应的平衡控制装置，满足水力平衡要求。

共用立管和可关断和调节的阀门设置在户外，符合现行国家标准《住宅设计规范》GB 50096 关于公共功能管道的设置要求和物业管理需要的规定。

每户分集水器等入户装置仅为本户使用，维修时可以入户，且可方便居民自己设定户内水系统水温和室内温度。

独立热源供暖系统的分集水器设于厨房内时，厨房内宜设置地漏，符合现行国家标准《住宅室内防水工程技术规范》JGJ 298 的要求。

3.5.7 地面散热量的计算，是建立在加热管间距均匀布置的基础上的。实际上房间的热损失，主要发生在与室外空气邻接的部位，如外墙、外窗、外门等处。为了使室内温度分布尽可能均匀，在邻近这些部位的区域如靠近外窗、外墙处，管间距可以适当的缩小，而在其他区域则可以将管间距适当的放大。考虑到用户在地面装饰层材料选择、现场施工、房间家具覆盖以及建筑围护结构保温等情况，最大间距不宜超过 300mm。

3.5.8 加热管采取不同布置形式时，导致的地面温度分布是不同的。布管时，应以保证地面温度均匀的原则进行，宜将高温管段优先布置于外窗、外墙侧，使室内温度分布尽可能均匀。加热管的布置形式很多，通常有以下几种形式，如图 2、图 3、图 4 所示。

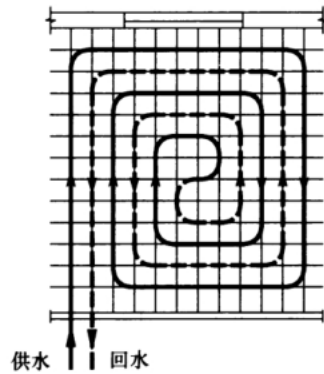


图 2 回折型布置

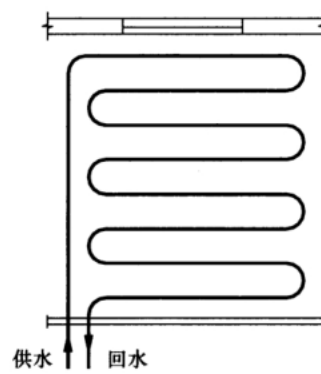


图 3 平行型布置

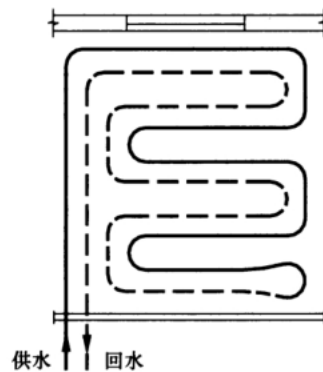


图 4 双平行布置

3.5.10 加热管和输配管的敷设是无坡度的，因此管内流速不宜小于 0.25m/s ，以保证空气能够被水流带走并在集水器处排除。住宅卫生间等一些流量较小的支环路，如不满足流速要求，可将 2 个房间串联以加大流量，或选择较小直径的管道。常用的水流速为 $0.25\text{ m/s} \sim 0.5\text{ m/s}$ 。

3.5.11 加热管和输配管采用同样的材质，便于进行热熔连接。

3.5.13 分集水器前总进回水管之间不宜设置清洗供暖系统的旁通管，由于分集水器前总进回水管不在一个立面上并且距离较近，并且旁通阀一般为双活接热熔球阀，所以供暖期易产生漏水情况。清洗供暖系统可以通过分集水器的丝堵处、泄水阀或过滤器处进行清洗。

3.6 管道水力计算

3.6.2 该计算方法引自俄罗斯 1999 年出版的设计与施工规范《采用铝塑复合管供暖系统的设计与安装》。该方法是专门针对铝塑复合管制定的，其他塑料管材可参照计算。计算公式中引入了水的流动相似系数，使比摩阻公式适合于整个湍流区，同时管道内径计算公式考虑了管径与壁厚的制造公差，因此水力计算结果更加符合实际。

该方法还给出了铝塑复合管常用的局部阻力系数，为局部阻力的计算提供了条件。

3.6.4 系统阻力的限制，是为了集中供暖系统的水力平衡，也与分户独立热源设备相匹配。每套分集水器环路的总压力损失指自分水器总进水管阀门前起，至集水器总出水管阀门后止，这一区间的总压力损失，不包括热量表、过滤器和自动调节阀的局部阻力。

3.7 温控与热计量

3.7.1 采用热水辐射供暖系统的住宅，应设分户热计量装置，并应符合现行行业标准《供热计量技术规程》JGJ 173 的规定。现有的辐射供暖工程出现了大量过热的现象，既不舒适又浪费了能源；为避免出现过热，需要温度调控装置进行调节，以满足使用要求。因此本规程要求设置室内温度调控装置。对于不能采用室温传感器时，如大堂中部等，可采用自动地面温度优先控制。

3.7.2 室温控制也可采用将温度传感器设在总回水管上的做法，通过感知回水温度间接控制室温。该控制系统比较简单，但地面被遮盖等情况会使回水温度升高，同时回水温度为各支路回水混合后的总体反映，因此回水温度不能直接和正确反映室温，会形成室温较高的假象，控制相对不准确。因此推荐将温度控制器设在被控温的房间或区域内，以房间温度作为控制依据。对于不能感受到所在区域的空气温度，如一些开敞大堂中部，可采用地面温度作为控制依据。

分环路控制是指对每个房间或功能区域分别进行温度控制，达到对每个房间或功能区域温度控制的目的。

分环路控制主要以电动控制方式为主，在每个房间或功能区域分别安装房间温控器，并与分集水器各个环路上的热电执行器相连，对每个环路水量进行开关控制。控制阀可内置于集水器中，如图 5 所示，也可外接于集水器各环路上，如图 6 所示。

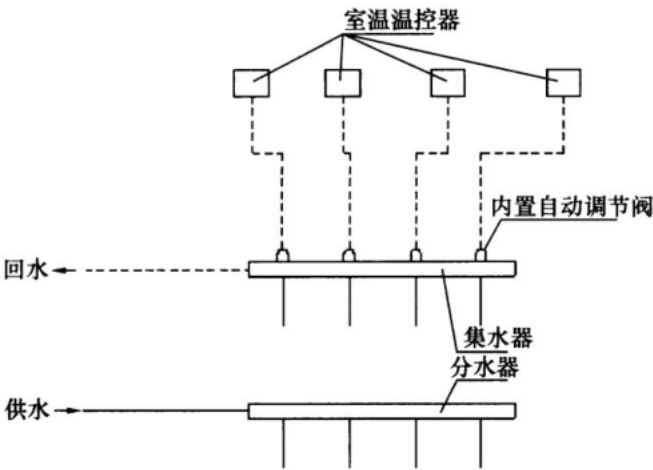


图 5 分环路控制(控制阀内置于集水器)

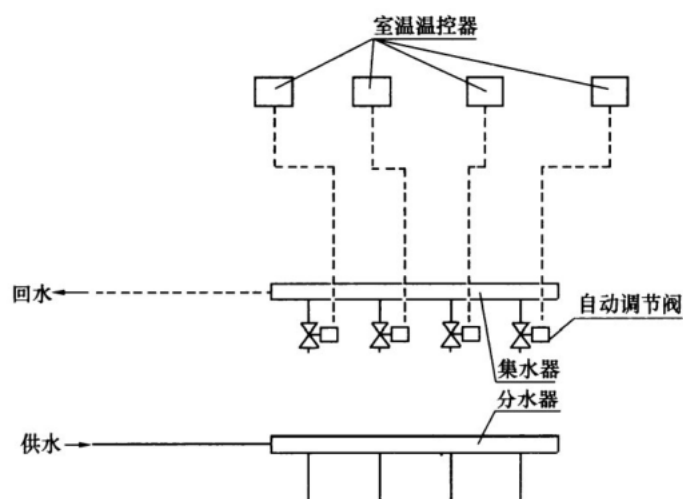


图 6 分环路控制(控制阀外置于集水器)

分环路控制采用自力式温控阀时，可将各环路加热管在房间内，从地面引高至墙面一定高度，安装控制阀，控制阀的局部高点处应有排气装置。

总体控制是指在典型房间或典型区域安装房间温控器，与分水器前端控制阀相连，通过设定和调节典型房间或区域的温度，来达到控制整个户内温度基本均衡的目的。

总体控制主要以电动控制方式为主。总体控制示意图如图 7 所示。

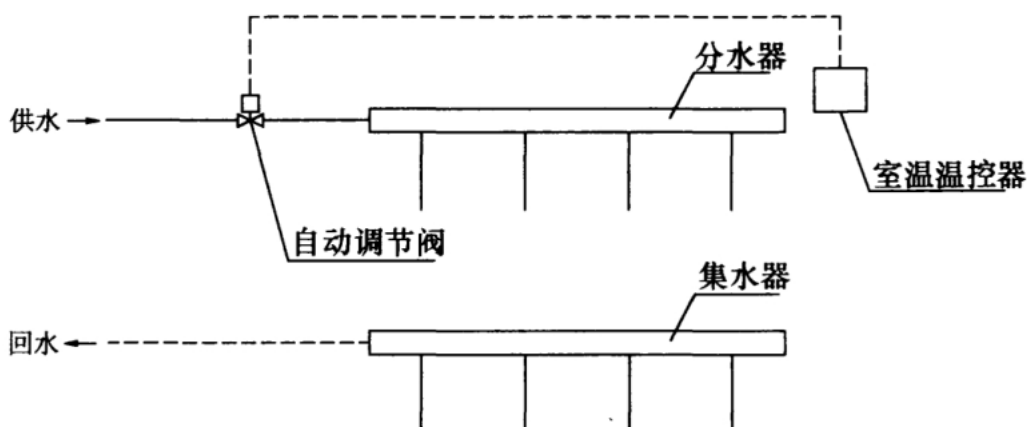


图 7 总体控制示意图

总体控制也可采用远程设定式自力式温控阀，但不可采用内置温包型自力式温控阀。因为控制阀直接安装在分水器进口的总管上，恒温阀头感受的是分水器处的较高温度，很难感知室温，因此一般不予采用。

热电阀是依靠驱动器内被电加热的温包膨胀产生的推力推动阀杆关闭流道，信号来源于室内温控器。热电阀相对于电动阀，其流通能力更适合于小流量的地面供暖系统使用，且具有无噪声、体

积小、耗电量小、使用寿命长、设置较方便等优点，因此在以住宅为主的地面供暖系统中推荐使用，且分环路控制和总体控制都可以使用。

总体控制时，应核定热电阀的关闭压差的大小是否能满足系统工况要求。热电阀的关闭压差不宜小于 1.5bar，必要时需采用自力式压差阀保证其正常动作，否则会出现阀门关闭不上的情况。而自力式温控阀的关闭压差较小，在做总体控制时，建议配套自力式压差阀一同使用，以保证其正常关闭。

3.7.3 双温型温控器同时感应室温探测器和地面温度探测器，做对比信号输出控制。地温感温探头在安装前，应对探头进行外观检测，然后先铺设 $\Phi 16$ 的预埋管，并用塑料捆扎绳固定，再将感温探头设在预埋管里，最后将预埋管管道末端封堵。

3.7.4 实现室内温控、超温保护、系统节能为一体的整体控制。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.1 施工性能不仅指安装施工的难易，主要应考虑在安装时或安装后材料可能产生的变化及对工程可能产生的潜在影响等。如加热管受到弯曲，在弯曲部位会产生较大内应力，对其使用寿命产生影响。

4.1.2 辐射供暖系统中所用材料应符合以下标准规定：

绝热层和填充层材料应符合现行国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1、《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.2、《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 等的有关规定；

管材应符合现行国家标准《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T18991、《热塑性塑料管材通用壁厚表》GB/T 10798、《冷热水用交联聚乙烯(PE-X)管道系统》GB/T 18992、《冷热水用聚丁烯(PB)管道系统》GB/T 19473、《冷热水用耐热聚乙烯(PE — RT)管道系统》GB/T 28799、《冷热水用聚丙烯管道系统》GB/T 18742、《铝塑复合压力管》GB/T 18997 和现行行业标准《冷热水用无规共聚聚丁烯管材及管件》CJ/T 372 等的有关规定；

温控器应符合现行行业标准《温度指示控制仪》JJG 874、现行国家标准《家用和类似用途电自动控制器第十部分:温度敏感控制器的特殊要求》GB 14536.10 等的有关规定；

水路自动调节阀应符合现行国家标准《家用和类似用途电自动控制器第一部分:通用要求》GB 14536.1、《家用和类似用途电自动控制器：电动水阀的特殊要求及机械要求》GB 14536.9、《家用和类似用途电自动控制器电起动器的特殊要求》GB 14536.16 及现行行业标准《散热器恒温控制阀》JG/T 195 等的有关规定。

4.1.3 由于预制沟槽保温板是工厂预制材料，平整度较高，所以要求找平层的精度要与之匹配，建议采用自流平材料做找平层，以满足面层的铺设标准。

4.2 绝热材料

4.2.3、4.2.4 挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板的质量应符合现行国家标准《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.2，凸点式地暖模块的质量应符合现行国家标准《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801.1 中的规定，本条规定的技术指标摘自其中。燃烧等级分为 B₁ 级、B₂ 级，宜采用 B₁ 级。

凸点式地暖模块压缩强度等级不低于 IV 级，绝热性能等级不低于 037 级；

挤塑材料绝热性等指标均好于模塑材料，宜优先选用。采用预制沟槽保温板的供暖地面上部无填充层均衡地面压力，因此规定采用密度和压缩强度较高的材料。

4.2.5 为尽量增加加热管向上的有效散热量，且不影响木地板的直接铺设，规定预制沟槽保温板及其均热层的沟槽尺寸应与敷设的加热管外径吻合。

限定保温板总厚度是为了限定最薄处最小厚度，以控制向下的传热损失。

限定均热层最小厚度为 0.1mm，主要是为了保证均热层的牢固性。

均热层要求其导热效果好，一般采用薄铝板或铝箔，因此采用其导热系数作为金属材料的最小限值。

4.4 水系统材料

4.4.2 经过大量工程实践，阀门与供暖塑料管道连接时，由于金属材料与塑料材料受热形变系数不同，容易在活接连接处出现漏水情况，并且活接中起密封作用的耐热硅胶垫，也容易老化产生漏水。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 本条规定了施工前应具备的必要条件，如不具备这些条件，不能进行施工。

5.1.3 本条主要对加热管的运输、装卸和储存的条件作了规定，目的是防止在这些过程中损坏材料。

5.1.4 作为加热管，无论 PE-X、PB、PP-R、PP-B 或 PE-RT，它们虽然都具有较强的耐酸碱腐蚀能力，但是，油漆、沥青和化学溶剂对它们有较强的破坏作用，因此必须严格防止这类物质接触污染加热管表面。

5.1.5 塑料管的普遍特性是随着环境温度的降低，其韧性变差，抗弯曲性能变坏，因此很难施工。同时，当环境温度低于 5℃时，混凝土填充层的施工和养护质量也较难保证。当然，这也可以通过采取某些技术措施来确保混凝土的施工质量，但工程造价将相应增加。

5.1.6、5.1.7 目的在于保护加热管，免遭损坏。

5.2 绝热层铺设

5.2.1 地面平整与否，会影响到绝热层的铺设质量和加热管的安装质量。如不平整度较大，应由土建施工单位用适当办法找平（不能用松散的砂粒）。干式地暖宜用自流平材料找平。

5.2.2 本条规定了绝热层的铺设要求。绝热层接合应严密，多层绝热层要错缝铺放。

5.3 加热管安装

5.3.1 本条明确了必须按照设计图纸施工的基本要求，旨在确保低温热水地面辐射供暖效果。管间距误差不大于 10mm，是指直线段的管间距。为了尽量避免安装好后发现问题而引起返工，要求安装前作详细检查。

5.3.2 加热管切割不好，断口不平整，与管轴线不垂直，都会影响管道的连接质量，造成渗漏或通过截面减小，为此提出了规范化的操作要求和质量标准。

5.3.3 加热管应做到自然释放，不允许出现扭曲现象，以免管道处于非正常受力状态，影响加热管的使用寿命。加热管安装的环境温度与弯曲半径有关，弯曲半径过小，会造成机械损伤和弯处“死折”。

5.3.6 本条提出在干式地暖需要预留加热管或输配管需要增设接头时，为确保各种接头与加热管具有相同的使用寿命应采取的补救措施。根据管材材质的特性，PE-RT 和 PB 宜用热熔方式进行连接，

PE-X 和铝塑管宜用卡套式、卡压式铜制管接头。

5.3.7 加热管固定的目的是使它定位，防止在敷设填充层或面层时产生位移。加热管固定有多种方法，目前比较典型的几种做法如下：

1 湿式地暖地面的加热管：

- 1) 用固定卡将加热管直接固定在挤塑聚苯乙烯泡沫塑料 (包括设有复合面层的绝热板)上；
- 2) 用扎带将加热管固定在挤塑聚苯乙烯泡沫塑料上的钢丝网格上；
- 3) 直接将加热管卡在挤塑聚苯乙烯泡沫塑料表面的专用管架或管卡上。

2 采用预制沟槽保温板辐射供暖地面时，用铝箔板将敷设在保温板沟槽内的加热管表面与保温板粘接固定。

3 采用预制轻薄供暖板辐射供暖地面，填充板需现场开槽时，应采用开槽器；敷设在填充板的凹槽内的输配管，在其上方局部用铝箔胶带与填充板粘接固定。预制轻薄预制轻薄供暖板供暖地面，固定输配管的填充板可预开槽或在现场开槽，当现场开槽时应使用开槽器，可使尺寸准确、槽内光滑，便于输配管安装。输配管用带胶铝箔与填充板固定，是为了避免拐弯处等起鼓。

加热管固定点间距过大，反弹较大。不宜定形的管材，其固定点的间距应根据需要加密。

5.3.10 在分集水器附近往往汇集较多的管道，其他如门洞、走道等部位，有时也会有较多加热管通过，由于管道过多，容易形成局部地面温度过高，设置套管后，随着热阻的增大，地面温度将相应降低。一般采用聚氯乙烯或高密度聚乙烯波纹套管。

5.3.12 本条提出加热管穿越伸缩缝时，必须设置一定长度的柔性套管。这项措施是确保加热管在填充层内发生热胀冷缩变化时的自由度。

5.3.15 分集水器在开始铺设加热管之前安装的目的是保证柔性加热管精确转向和通入分集水器内。分集水器安装示意图如图 8 所示。

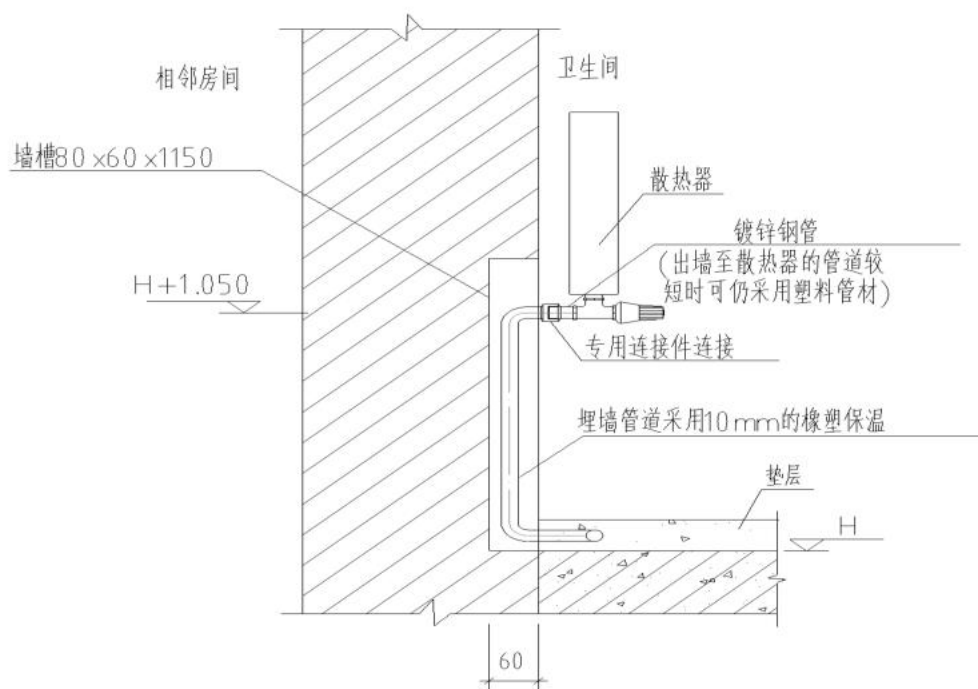


图 10 管道穿墙安装示意图

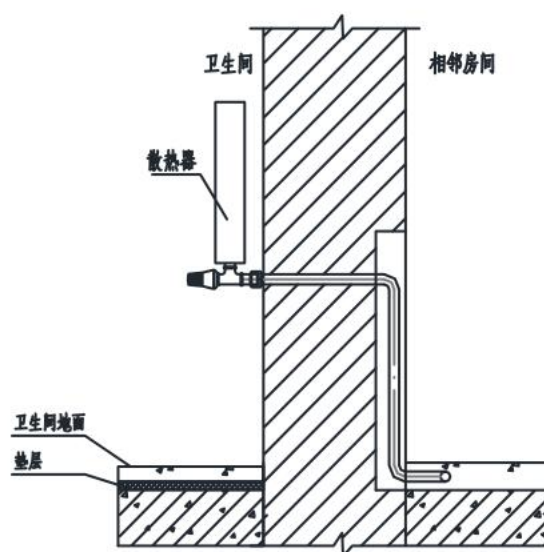


图 11 热水供暖管道进出卫生间示意图

5.4 填充层施工

5.4.2 为了保证工程质量，从分工上明确规定了填充层应由土建承包单位负责施工，同时对安装单位的配合也作了具体规定。尤其是供暖系统安装单位设置伸缩缝并验收合格后，工程中常有土建做下道工序（填充层）施工时不注意保护上道工序的成品，出现拆除和移动伸缩缝的现象，因此特别

强调应予以避免。

5.4.3 管内保持一定压力，既可以防止加热管因挤压而变形，又可以及时发现管道的损坏。

5.4.5 对厚层自流平的要求引自现行行业标准《地面水泥基自流平砂浆》JC/T 985-2017 的有关规定：细石混凝土填充层不受干扰的凝固和硬化时间：一般不加特殊掺合料的混凝土填充层为 21d。最早 48h 以后才能踩踏。在此时间内，不得对加热管进行加热及放置任何形式的荷载，以免造成填充层开裂。由于塑料管的熔点较低，很容易被电炉、喷灯等烤化，因此，施工中应对地面妥加保护。

5.5 面层施工

5.5.1 在实际工程中，出现过很多在施工面层时损坏加热管的事故，而这些事故本来是完全可以避免的，因此在本条中对面层施工提出了一些具体的注意事项。

5.5.2 木地板出现翘裂的现象较多，究其原因，大致有以下三种情况：第一种情况是地板本身质量不好，未经严格干燥处理(含水率应低于 20%)，致使含水率过高，经过使用后，随着含水率的降低，木材收缩，产生裂纹。其实，这种地板即使用在不是地暖供暖的室内，也同样会开裂。第二种情况是在填充层尚未完全干燥的情况下，过早的铺贴木地板。由于木地板铺贴后，混凝土中的水分仍在不断蒸发，使本来比较干燥的木地板的含水率升高，从而膨胀鼓翘。第三种情况是在铺贴木地板时，在地板与墙、柱等交接处未留伸缩缝，所以在地板受热产生膨胀时，由于没有补偿膨胀位移的出路，从而产生鼓翘。

5.5.3 干贴的目的是为了防止地面加热时拉断面层。

5.5.4 均压板基材为厚度 6mm~8mm 的纤维水泥平板或纤维增强硅酸钙板，其性能应分别符合现行行业标准《纤维水泥平板第 1 部分：无石棉纤维水泥平板》JC/T 412.1 和现行行业标准《纤维增强硅酸钙板第 1 部分：无石棉硅酸钙板》JC/T 564.1 的规定。

5.6 潮湿房间施工

5.6.2 设止水墙的目的是防止潮湿房间积水渗入绝热层，并沿绝热层渗入其他区域。

6 检验、调试及验收

6.1 一般规定

6.1.1 地面辐射供暖是一项隐蔽工程，为了确保工程质量，必须进行过程控制。

6.2 质量验收

6.2.2 根据当地监督管理机构要求现场取样做复检。

6.3 水压试验

6.3.1、6.3.2 辐射供暖系统水压试验是检验其应具备的承压能力和严密性，以确保系统的正常运行。系统水压试验程序是为了确保水压试验得以正确地进行。为了保证除去管道中杂物，使用安全，强调水压试验前冲洗。先冲洗分集水器以外主供、回水管道，以保证较大管道中的杂物不进入室内的加热管系统。

由于加热管是在填充层内隐蔽敷设，一旦发生渗漏，将难以处理，因此要求系统隐蔽前和隐蔽后各试压一次。

6.4 调试与试运行

6.4.1 为了避免对系统造成损坏，在未经调试与试运行之前，应严格限制随意启动运行。

6.4.3 初始供热调试，是确保并进一步考核和检验工程设计与施工质量的一个重要环节，必须认真进行。试运行时，初次加热的水温应严格控制；同时，升温过程一定要保持平稳和缓慢，确保建筑构件对温度变化有一个逐步的适应过程。

7 运行与维护

7.0.1 充分排气可防止因积气导致循环不畅。检查过滤器以防止杂物对流动的影响。

7.0.2 充水保护是为了防止管材干裂，缩短系统使用寿命。排水、泄压是防止低温造成加热管冻结，造成破坏或缩短使用寿命。

7.0.3 本条规定是为了保证使用安全。