

上海市工程建设规范



DG/TJ08-2161-2025

J13121-2025

地面辐射供暖技术标准

Technical standard for floor radiant heating

2025-04-08发布

2025-10-01 实施

上海市住房和城乡建设管理委员会 发布

上海市工程建设规范

地面辐射供暖技术标准

Technical standard for floor radiant heating

DG/TJ08-2161-2025

J13121-2025

主编单位:上海市建筑材料行业协会

华东建筑设计研究院有限公司

批准部门:上海市住房和城乡建设管理委员会

施行日期:2025年10月1日

中国建筑工业出版社

2025 北京

上海市住房和城乡建设管理委员会文件

沪建标定〔2025〕203号

上海市住房和城乡建设管理委员会 关于批准《地面辐射供暖技术标准》 为上海市工程建设规范的通知

各有关单位：

由上海市建筑材料行业协会、华东建筑设计研究院有限公司主编的《地面辐射供暖技术标准》，经我委审核，现批准为上海市工程建设规范，统一编号为DG/TJ08-2161-2025，自2025年10月1日起实施。原《地面辐射供暖技术规程》(DGJ08-2161-2015)同时废止。

本标准由上海市住房和城乡建设管理委员会负责管理，上海市建筑材料行业协会负责解释。

上海市住房和城乡建设管理委员会

2025年4月8日

前 言

根据《上海市住房和城乡建设管理委员会关于印发〈2021年上海市工程建设规范、建筑标准设计编制计划〉的通知》（沪建标定[2020]771号），由上海市建筑材料行业协会、华东建筑设计研究院有限公司会同相关单位，在深入调查研究，认真总结夏热冬冷地区地面辐射供暖工程现状，广泛征求各方面意见的基础上对原《地面辐射供暖技术规程》DGJ 08-2161-2015进行修订，形成本标准。

本标准主要技术内容有：1 总则；2 术语；3 设计；4 材料；5 施工；6 调试与验收及 7 个附录。

与原《地面辐射供暖技术规程》DGJ 08-2161-2015相比，本次修订主要修改以下内容：

修订了热源设计的相关要求；

补充了低温辐射加热电缆地面辐射供暖内容；

补充了低温辐射电热模块地面辐射供暖内容；

补充了电气设计要求。

各单位及相关人员在执行本标准过程中，如有意见和建议，请反馈至上海市住房和城乡建设管理委员会（地址：上海市大沽路100号，邮编：200003，E-mail：shjsbzgl@163.com），上海市建筑材料行业协会（地址：上海市普安路128号淮海大厦东楼1601室，邮编：200021，邮箱 xq0709@sina.com），或上海市建筑建材业市场管理总站（地址：上海市小木桥路683号；邮编：200032；E-mail：shgcbz@163.com），以便修订时参考。

主编单位：上海市建筑材料行业协会

华东建筑设计研究院有限公司

参编单位：爱康企业集团（浙江）有限公司

威能（中国）供热制冷环境技术有限公司

上海林内有限公司

艾欧史密斯（中国）热水器有限公司

雅克菲（上海）热能设备有限公司

大金（中国）投资有限公司上海分公司
广东美的暖通设备有限公司
上海伟星新型建材有限公司
安徽安泽电工有限公司
丹佛斯(中国)投资有限公司
曼瑞德集团有限公司
昆山大陆兴材料科技有限公司
瑞好聚合物（苏州）有限公司
唯嘉（上海）实业有限公司

主要起草人：沈列丞 石 泉 马伟骏 肖 琴 肖 瞰
郑立克 黄晓波 汪郁露 马海峰 李 强
闫有智 胡广宇 钟 鸣 李大治 程乃亮
车冬冬 杨元庆 陆凤明 殷以平 高 伟
徐 敏 李 兵 胡玖祥 李光宇 周贵华
李继臣 袁一鸣
主要审查人：寿炜炜 刘传聚 张智力 杨 军 韩慧秋
沈清清 林星春

上海市建筑建材业市场管理总站

目 次

1 总则	.....
2 术语	.....
3 设计	.....
3.1 一般规定	.....
3.2 热负荷计算	.....
3.3 热源	.....
3.4 供暖地面构造与加热管敷设	.....
3.5 分水器、集水器及附件设计	.....
3.6 热计量与自控	.....
3.7 电气设计	.....
4 材料	.....
4.1 一般规定	.....
4.2 加热管质量要求	.....
4.3 连接件质量要求	.....
4.4 绝热板材质量要求	.....
4.5 电加热元件材料	.....
4.6 材料储运与检验	.....
5 施工	.....
5.1 一般规定	.....
5.2 前端管、加热管、毛细管网安装	.....
5.3 分水器、集水器与混水系统安装	.....
5.4 电加热元件安装	.....
5.5 绝热板、预制沟槽保温板与预制复合模块敷设	.....
5.6 填充层施工	.....
5.7 面层施工	.....
5.8 热计量装置和温控系统安装	.....
6 调试与验收	.....

6.1 一般规定 ·····

6.2 施工质量中间验收 ·····

6.3 系统压力试验 ·····

6.4 调试与验收 ·····

附录 A 室内计算温度 t_n 推荐值 ·····

附录 B 供暖地面典型构造与加热管敷设 ·····

附录 C 不同面层材料、不同加热管材、不同管间距时，单位地面面积散热量与向下热损失量 ·····

附录 D 加热管和发热电缆布管形式 ·····

附录 E 热计量与自控示例 ·····

附录 F 加热管选择 ·····

附录 G 调试与验收记录表 ·····

本标准用词说明 ·····

引用标准目录 ·····

标准上一版编制单位及人员信息 ·····

条文说明 ·····

Contents

1	General	•••••
2	Terms	•••••
3	Design	•••••
3.1	General requirements	•••••
3.2	Heating load calculation	•••••
3.3	Heat source	•••••
3.4	Heating floor structure and heating pipe layout	•••••
3.5	Design of water distribution, collection manifold and its accessories	•
3.6	Heat metering and automatic control	•••••
3.7	Electrical Design	•••••
4	Materials	•••••
4.1	General requirements	•••••
4.2	Heating pipe quality requirements	•••••
4.3	Connecting pipe fitting quality requirements	•••••
4.4	Insulation plate quality requirements	•••••
4.5	Material of electric heating elements	•••••
4.6	Material storage, transportation and inspection	•••••
5	Construction	•••••
5.1	General requirements	•••••
5.2	Installation of front-end pipe, heating pipe and capillary tube mat	••
5.3	Installation of water distribution, collection manifold and water mixing system	•••••
5.4	Layout of insulation board, pre-grooved insulation board and composite mould board	•••••
5.5	Construction of filled course	•••••
5.6	Construction of covering course	•••••
5.7	Installation of heat metering device and temperature control system	••
5.8	Installation of electric heating elements	•••••

6 Commissioning and acceptance • • • • •

6.1 General requirements • • • • •

6.2 Construction quality mid-term acceptance • • • • •

6.3 Hydronic pressure testing for system • • • • •

6.4 Commissioning and acceptance • • • • •

Appendix A Recommendation for indoor air calculating temperature t_n • • • • •

Appendix B Layout of typical structure of heating floor and heating pipe • •

Appendix C Heat quantities released from unit floor area and heat loss downward
with different covering course material, heating pipe material and
pipe spacing • • • • •

Appendix D Layout of heating pipe and heating cable • • • • •

Appendix E Selection of heating pipe • • • • •

Appendix F Sample of heat metering quantities and automatic control • • • •

Appendix G Logging tables related to commissioning and acceptance • • • •

Explanation of wording in this regulation • • • • •

List of quoted standards • • • • •

Standard-setting units and personnel of the previous version • • • • •

Explanation of provisions • • • • •

1 总 则

1.0.1 为适应上海市地面辐射供暖工程的需求，规范该类工程的设计、选材、施工、调试和验收，满足技术先进、经济合理、安全舒适和工程质量的要求，并结合上海市的实际情况，特制定本标准。

1.0.2 本标准适用于新建、扩建和改建的民用建筑，以热水为热媒或以发热电缆、电热模块为热源的地面辐射供暖系统的设计、选材、施工、调试与验收等。

1.0.3 地面辐射供暖工程的设计、选材、施工、调试和验收等，除执行本标准外，尚应满足现行国家和上海市的相关规范及标准的要求。

2 术 语

- 2.0.1 低温热水地面辐射供暖 low-temperature hot water floor radiant heating
温度不高于 55℃ 的热水在加热管内循环流动以加热地面的供暖方式，简称热水地面辐射供暖。
- 2.0.2 发热电缆地面辐射供暖 heating cable floor radiant heating
以低温发热电缆为热源加热地面的供暖方式。
- 2.0.3 电热模块地面辐射供暖 electric modularity film floor radiant heating
以低温电热模块为热源加热地面的供暖方式。
- 2.0.4 混凝土或水泥砂浆填充式地面辐射供暖 floating screed floor radiant heating
加热管或发热电缆敷设在绝热层或预制复合模块上，并填充混凝土或水泥砂浆，再铺设地面面层的地面供暖形式，简称湿式地面供暖。
- 2.0.5 预制沟槽保温板地面辐射供暖 pre-grooved insulation board floor radiant heating
将加热管或发热电缆敷设在有均热层的预制保温板的沟槽中，加热管或发热电缆与均热层及保温板的沟槽尺寸相吻合，不需填充混凝土或水泥砂浆即可直接铺设面层的地面供暖形式，简称干式地面供暖。
- 2.0.6 户式独立地面供暖系统 individual household floor heating system
指按住户(单元)单独配置热源设备的地面供暖系统。
- 2.0.7 供暖地面 heating floor
指采用地面辐射供暖方式的地面构造整体。
- 2.0.8 加热部件 heating components
敷设在供暖地面填充层或预制沟槽保温板沟槽中的加热管、毛细管网、发热电缆、电热膜块等的统称。
- 2.0.9 绝热层 insulation course
在地面供暖现场单独铺设的构造层(不包括预制沟槽保温板的保温基板)，以减少向下传递的热损失。
- 2.0.10 填充层 filled course

在绝热层或预制复合模块上，用于覆盖加热管或发热电缆，由混凝土或砂浆组成的构造层。它具有保护加热管或发热电缆并使地面温度均匀的作用。

2.0.11 面层 surface course

供暖地面与室内空气直接接触的构造层，它包括找平层及装饰面层。装饰面层常指木地板、面砖或石材、地板革、水泥地面等。

2.0.12 防潮层 moisture barrier course

防止建筑地基、土壤或楼层下的潮气侵入供暖地面的构造层。

2.0.13 隔离层 isolation course

防止建筑地面上各种液体、潮气侵入供暖地面的构造层，也称防水层，需具有较好的导热性能。

2.0.14 伸缩缝 expansion joint

补偿混凝土填充层、上部构造层和面层等膨胀或收缩用的构造缝。

2.0.15 分水器、集水器 water distribution manifold, water collection manifold

分别连接热源或集中供暖系统的供水管或回水管，并分别连接用户侧加热部件的配水和集水装置。

2.0.16 加热管 heating pipe

敷设在供暖地面中，用于热水循环并加热地面的管道，包括分水器、集水器与供暖区域管道之间的连接管。

2.0.17 混水装置 water mixer

将热源的高温供水和户内系统的低温回水进行混合，获得户内系统所需供水温度的装置。

2.0.21 防腐反射层 anti-corrosive reflective course

反射层用于反射红外热辐射，减少热量向下传递，其基材为铝。为防止铝材在施工中与填充层发生化学反应影响使用寿命，故需进行防腐处理。

2.0.22 毛细管网 capillary tube mat

由外径为 4.3 mm ~ 5.8mm（壁厚 0.8mm 左右）的细小管和外径为 16 mm ~ 25mm 的供回水管组成、经工厂化制造的网片。

2.0.23 前端管 front-end pipe

在热水地面辐射供暖系统中，用于连接热源和分水器、集水器的管路，统称前端管，也称主供、回水管。

2.0.24 发热电缆 heating cable

以供暖为目的，通电后能产生特定热量的电缆。由冷线、热线及冷热线接头组成，其剖面结构由发热线芯、绝缘层、接地导线、屏蔽层和外护套组成。

2.0.25 电热模块 electric modularity film

电热模块是由保护层、石墨烯电发热芯片或电热膜、反射层和绝热层组成，在工厂内预制合成为一体，且符合相关安全要求的产品。

2.0.26 自限温发热电缆 self-control temperature heating cable

能自动限制加热时的温度，并随被加热体的温度自动调节输出功率而无任何附加设备的发热电缆。

2.0.27 封边隔热带 edging stripe

是指 150 mm x10mm 含背胶的发泡聚乙烯带，它粘贴在地面供暖区域的墙面四周，起着阻隔热量横向传递的作用，并防止地面因热膨胀而开裂。

2.0.28 温控器 thermostat

具有温度感应功能并对加热量进行调节的自动控制装置。根据安装控制方式的不同主要分为室温型、地温型和双温型温控器。

3 设计

3.1 一般规定

3.1.1 地面辐射供暖系统的热负荷应经计算确定，并考虑间歇供暖、户间传热的影响。

3.1.2 热源选择应满足技术先进、合理、经济、低碳和节能的要求；地面辐射供暖系统的设计参数宜与热源参数匹配。

3.1.3 热水地面辐射供暖系统的供水温度宜采用 35℃~45℃，不应大于 55℃；供、回水温差不应大于 10℃。

3.1.4 热水地面辐射供暖系统的工作压力应符合下列要求：

1 采用现场敷设加热管的集中式地面辐射供暖系统，其系统工作压力不应大于 0.6MPa；

2 采用现场敷设加热管的户式独立地面辐射供暖系统，其系统的工作压力不应大于 0.3 MPa。

3.1.5 供暖房地面的表面平均温度宜按下式计算，并满足表 3-1-5 中的要求；当房间单位面积热负荷过大时，应采取其他辅助供暖措施。

$$t_{pj} = t_n + 9.82 \times (q_x / 100)^{0.969} \quad (3.1.5)$$

式中 t_{pj} —— 供暖房地面的表面平均温度（℃）；

t_n —— 室内计算温度推荐值（℃），直接附录 A 取值；

q_x —— 单位地面面积热负荷（W/m²）。

表 3-1-5 供暖房地面的表面平均温度推荐值（℃）

区域特征	适宜范围	最高限值
人员长期停留区	24~26	28
人员短期停留区	28~30	32

3.1.6 地面辐射供暖系统的热源、混水装置等设备以及室温应分别或集中受控于自控装置。

3.1.7 住宅热水地面辐射供暖应配置分水器、集水器，按户划分系统，户内按房间划分加热环路；其中浴厕等小间的加热管可串接在其他环路中；系统最高处应设放气阀。

3.1.8 采用发热电缆的地面辐射供暖，电缆线功率不应大于 20W/m。

3.1.9 采用电热模块的地面辐射供暖，模块表面温度不应超过 55℃。

3.1.10 发热电缆及电热模块辐射供暖系统的配电设计应符合以下要求：

- 1 末端配电应有单独回路，不应与插座照明等共用回路；
- 2 有分类计量要求时，应单独设置计量装置。

- 3.1.11 发热电缆配电回路应设置过载、短路及剩余电流保护器。
- 3.1.12 发热电缆和电热模块应有接地屏蔽层；发热电缆的接地线必须与配电系统的保护接地线（PE线）可靠连接。
- 3.1.13 直接采用发热电缆或电热模块地面辐射供暖系统时，应安装地温传感器。
- 3.1.14 地温传感器应布置在加热部件之间，人员经常停留且不被家具、地毯等覆盖或遮挡的位置。
- 3.1.15 热水地面辐射供暖地面荷重应满足现行国家标准《建筑结构荷载规范》GB 50009 的要求。

3.2 热负荷计算

3.2.1 地面辐射供暖系统的热负荷应根据建筑物的下列耗热量和得热量确定：

- 1 围护结构耗热量；
- 2 加热由外门、窗缝隙渗入室内的冷空气的耗热量；
- 3 加热由外门开启时进入室内的冷空气的耗热量；
- 4 通风换气耗热量；
- 5 由其他途径散失或获得的热量。

3.2.2 围护结构耗热量 Q_j 应包括基本耗热量 Q_{j1} 和附加耗热量。

3.2.3 围护结构的基本耗热量 Q_{j1} 应按下式计算：

$$Q_{j1} = KF(t_n - t_w)a \quad (3.2.3)$$

式中 Q_{j1} —— 围护结构的基本耗热量（W）；

K —— 围护结构的传热系数 [W / (m²·K)]；

F —— 围护结构的面积（m²）；

t_n —— 供暖室内计算温度（℃）宜按附录 A 取值；

t_w —— 供暖室外计算温度（℃），按照现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 中的供暖室外计算温度选取；

a —— 温差修正系数。

3.2.4 当供暖房间与邻室温差大于或等于 5℃时，或通过隔墙和楼板等的传热量大于该房间热负荷的 10%时，应计算通过隔墙或楼板等的传热量。

3.2.5 围护结构的附加（或修正）耗热量，应按其基本耗热量的百分率确定；各项附加（或修正）百分率，宜按下列数值选用：

- | | | |
|---------------------|---------|------------|
| 1 朝向修正率 β_a ： | 北，东北，西北 | 5%~10%； |
| | 东，西 | 0%~-5%； |
| | 东南，西南 | -5%~-10%； |
| | 南 | -10%~-15%。 |

注： β_a 值应根据建筑物向阳面被遮挡的情况确定。

2 风力附加率 β_b ：建造在不避风的高地、河边、海岸、旷野上的建筑物，其垂直外围护结构的风力附加率为 5%~10%；

3 高层建筑外窗的风力附加率 β_c ：当建筑物层数大于等于三十层，建筑物高度大于等于 100m 时，则十五层以上或 50m 以上外窗的风力附加率为 3%~5%；

4 窗墙比过大时的附加率 β_d ：当窗墙比大于 0.5 时（外窗面积与包括外窗在内的外围护结构面积的比值），仅对外窗进行附加，其附加率为 10%；

5 外门附加率 β_e ：当建筑的楼层数为 n 时，

- 1) 一道门按 $65\% \times n$ ；
- 2) 二道门按 $80\% \times n$ ；
- 3) 短时间开启的公共建筑外门按 500%。

3.2.6 供暖房间应考虑房间（除楼梯间外）的围护结构耗热量的高度附加 β_f 。高度附加率 β_f 在房间高度大于 4m 时，每高出 1m 宜附加 1%，但总附加率不宜大于 8%。

3.2.7 供暖房间的围护结构耗热量计算中应包括间歇附加，间歇附加率 β_j 可按下列数值选取：

- 1 仅白天使用的供暖房间，取 $\beta_j=20\%$ ；
- 2 不经常使用的供暖房间，取 $\beta_j=30\%$ ；
- 3 居住建筑间歇附加可不予考虑。

3.2.8 围护结构耗热量应按下式计算。

$$Q_1 = \Sigma Q_{j,i} (1 + \beta_a + \beta_b + \beta_c + \beta_d + \beta_e) (1 + \beta_g) (1 + \beta_j) \quad (3.2.8)$$

Q_1 ——围护结构耗热量 (W)；

$Q_{j,i}$ ——供暖房间（供暖区域）各围护结构（外墙，外窗，外门，屋面等）的基本耗热量（W）。

3.2.9 加热由外门、窗缝隙渗入室内的冷空气的耗热量 Q_2 应按下式计算：

$$Q_2 = 0.28C_p \rho_w L(t_n - t_w) \quad (3.2.9-1)$$

式中 Q_2 —— 加热由外门、窗缝隙渗入室内的冷空气耗热量（W）；

C_p —— 空气的定压比热容 [kJ/(kg·K)]， $C_p = 1$ kJ/(kg·K)；

ρ_w —— 室外计算温度下的空气密度(kg/m³)，上海市可取 $\rho_w = 1.25$ kg/m³；

L —— 渗入冷空气量（m³/h）。

3.2.10 在确定住宅建筑户式地面供暖系统负荷时，户间传热对供暖热负荷的附加应采用供暖房间与邻室温差进行计算；当资料不全时，可采用公式（3.2.10）计算，但附加量不应超过房间供暖热负荷的50%。

$$q = A \times q_n \quad (3.2.10)$$

式中 q —— 户间传热引起的耗热量（W）；

A —— 户间楼板或隔墙的面积（m²）；

q_n —— 通过户间楼板或隔墙单位面积的平均传热量（W/m²），可近似取 10 W/m²。

3.3 热 源

3.3.1 地面辐射供暖的热源选用应符合上海市能源政策并进行技术经济性比较，应优先采用电力驱动热泵、太阳能光热、太阳能光电等可再生能源形式。

3.3.2 对于公共建筑，除符合下列情况之一外，不得采用电能直接作为地面辐射供暖的热源：

1 无城市或区域集中供热，采用燃气受到环保或消防限制，且无法利用热泵供暖的建筑。

2 以供冷为主，供暖负荷非常小，且无法利用热泵或其它方式提供供暖热源的建筑。

3 以供冷为主、供暖负荷小，无法利用热泵或其他方式提供供暖热源，夜间利用谷电时段进行供暖或蓄热，且不在昼间高峰和平时段启用电热锅炉的建筑。

4 利用可再生能源发电，且其发电量能够满足自身电加热用量需求的建筑。

3.3.3 对于居住建筑，除利用可再生能源发电系统的发电量能够满足自身电加热用电量需求的建筑外，不应采用直接电加热式供暖设备。

3.3.4 当地面辐射供暖的热源采用空气源热泵机组、地源热泵机组时，机组能效比及空气源热泵机组噪声应满足现行国家和本市相关标准的要求。

3.3.5 地面辐射供暖系统利用太阳能为热源时，应设置辅助热源。系统设计、施工及验收应满足现行国家和本市相关标准的要求。

3.3.6 当采用以燃气为能源的热源设备时，宜采用燃气采暖热水炉，设备能效比、排放标准、烟气排放点与新风取风点距离应满足现行国家和本市相关标准的要求。

3.4 供暖地面构造与加热管敷设

3.4.1 供暖地面的构造应根据其位置和采用的地面供暖形式确定，其构造分二种形式，具体如下：

(1) 低温热水地面辐射供暖、发热电缆地面辐射供暖以及预制沟槽保温板地面辐射供暖：

- I 楼板或与土壤相邻的底层；
- II 绝热层，包括预制沟槽保温板或预制复合模块；
- III 防腐反射层；
- IV 加热管或发热电缆；
- V 填充层或隔离层；
- VI 面层，包括装饰面层及其找平层。

(2) 电热模块：

- I 楼板或与土壤相邻的底层；
- II 电热模块；
- III 填充层或隔离层；
- IV 面层，包括装饰面层及其找平层。

3.4.2 与土壤接触的底层、底面接触室外空气的架空楼板或外挑楼板、与非供暖房间相邻的地板为供暖地面时，必须设置绝热层；在与土壤接触的底层与绝热层之间，应设置防潮层。

3.4.3 地面辐射供暖的绝热层或绝热材料最小热阻不应小于表 3.4.3 中所示值。绝热材料的耐火等级必须大于等于 B1 级。采用混凝土填充式加热管供暖地面时，绝热层压缩强度不小于 120kPa；采用预制复合模块地面砂浆填充式时，绝热层压缩强度不小于 180kPa。

表 3.4.3 绝热层最小热阻值

绝热层位置	最小热阻值 R (m ² ·K/W)
供暖楼层之间的楼板上	0.40
与非供暖房间相邻的楼板上	0.49
与土壤接触的底层、或底面接触室外空气的架空楼板或外挑楼板	0.73

3.4.4 采用混凝土或水泥砂浆填充式的加热管供暖地面时，填充层和面层的构造应符合下列规定：

- 1 填充层材料与厚度宜按表 3.4.4 中的要求确定；
- 2 混凝土或砂浆填充层上部应根据面层需要铺设找平层；
- 3 在无防水要求的非潮湿房间内，水泥砂浆填充层可兼作面层找平层；
- 4 在潮湿房间的填充层上，应设防水层；
- 5 加热电缆不应与绝热层直接接触。

表 3.4.4 加热管、加热电缆、电热模块供暖地面的填充层材料与厚度要求

加热部件	填充层材料 (标号)	加热管外径 D (mm)	填充层最小/最大厚度 (mm)
加热管	混凝土 C15	14 ≤ D ≤ 20	40/60
	水泥砂浆 M10	3.8 ≤ D ≤ 10	15/30
加热电缆	混凝土 C15	/	30/50
电热模块	水泥砂浆 M10	/	30/50

- 3.4.5 当采用预制沟槽保温板地面辐射供暖形式，面层为木地板时，应在保温板与面层之间设置均热层；当面层为瓷砖、地毯、软木地板或塑料地板等脆性或软性材质时，还需在均热层与面层之间铺设具有一定抗压强度的保护层，同一回路区域的地面温差应不大于 3°C 。
- 3.4.6 毛细管网地面供暖应配置专用 PE 模板作基础；毛细管间距宜为 20mm。
- 3.4.7 地面供暖房间的地面面层，应符合下列规定：
- 1 采用热阻较小的材料；
 - 2 采用龙骨地板面层时，加热管顶面与面层地板的间距应为 3 mm~15mm；
 - 3 地面上不宜铺设高热阻地毯或脚垫。
- 3.4.8 采用集中热源的住宅热水地面供暖系统，应符合下列要求：
- 1 立管共用、分户独立；
 - 2 共用立管设置在户外公共空间中的管道井内；
 - 3 每户入口装置宜设置在户外。
- 3.4.9 独立热源户内系统循环水泵的流量、扬程，应符合系统要求；系统定压值应符合加热管或毛细管网的承压要求。
- 3.4.10 加热管应按下列要求敷设：
- 1 加热管的敷设间距，应根据地面散热量、室内计算温度、平均水温、地面热阻等确定，并宜采用较小值；
 - 2 连接在同一分水器、集水器上的同管径环路的长度宜接近；当每个分支环路上设置流量调节装置时，各分支环路加热管的敷设长度差宜控制在 30%内；
 - 3 各环路加热管长度不宜超过 120m；
 - 4 住宅内的每个主要房间，应分别配置独立环路；面积小的附属房间，加热管或输配管可串联；
 - 5 进深和面积较大的房间，应分区计算热负荷，分区配置环路；
 - 6 加热管敷设应考虑房间的负荷特性、地表面温度均匀性以及管材允许最小弯曲半径，可采用回折型（旋转型）或平行型（直列型）等布管方式；在热负荷较大的外窗或外墙侧，宜加密布置高温管段或加热管；布管形式可参考附录 D；
 - 7 加热管内的水流速不应小于 0.25m/s，不应大于 0.6m/s。

3.4.11 热水地面辐射供暖系统的地面散热量，应根据室内空气计算温度、面层传热热阻、回水平均温度、加热管间距等确定，可按附录 C 确定。

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

3.4.13 发热电缆布置宜采用平行型（直列型），布置形式可按附录 D 执行；温度要求不同的房间或区域不应共用一根发热电缆；房间或区域的温度应独立控制。

3.4.14 落地固定设备、无腿家具等地面下，不应布置加热管或发热电缆。

3.4.15 在发热电缆辐射供暖地面以及电热模块辐射供暖地面上严禁设置覆盖物。

3.4.16 发热电缆长度和布线间距应按下式计算确定：

$$L \geq \frac{\beta \cdot Q}{P_x} \quad (3.4.16-1)$$

$$S \approx 1000 \frac{F}{L} \quad (3.4.16-2)$$

式中：L——按发热电缆规格计算所得的电缆总长度（m）；

β ——考虑家具等遮挡、间隙供暖升温速度慢及向下热损失的安全系数， β 值宜取 ≤ 1.5 ；

Q——按 3.2 节计算所得的房间热负荷（W）；

P_x ——发热电缆额定线功率（W/m），应根据发热电缆产品规格选取，且应满足 3.1.8 条的要求；

S——发热电缆布线间距（mm），应满足 3.4.18 条的要求；

F——房间可安装发热电缆的地面面积（m²）。

3.4.17 在靠近外窗、外墙等局部热负荷较大区域，发热电缆可加密铺设。

3.4.18 发热电缆距外墙内表面不得小于 100mm，距内墙宜为 200 mm~300mm；发热电缆的间距最大不应超过 200mm，最小不应小于 50mm。

3.4.19 电热模块地面供暖系统应设置均匀分布的过热保护装置，且电热模块功率密度不宜大于 200W/m²；用于超温保护的检测元件应安装在能够准确反映电热模块表面温度的位置，需合理确定安装数量且每个独立的区域至少设置 1 个以上。

3.4.20 供暖房间的电热模块铺设数量应按下式计算：

$$N = (1 + \delta) \beta Q_1 / P_m \quad (3.4.20-1)$$

式中：N——所需电热模块的数量（片）；

δ ——向下传热量占电热模块总供热量的比例，可根据地面构造参考表 3.4.20 取值；

β ——考虑家具等遮挡的安全系数；

Q_1 ——房间所需的向上散热量（W），见本标准第 3.2.4 条；

P_m ——每片电热模块的额定功率（W），应根据电热模块产品规格选取。

表 3.4.20 电热模块地面供暖向下传热量占总供热量的比例

绝热层材料	面层类型		
	瓷砖	塑料	木地板
聚苯板	0.16	0.21	0.23

3.5 分水器、集水器及附件设计

3.5.1 热水系统的分水器、集水器的断面流速不应大于 0.8m/s，其分支环路不宜多于 8 路；每个分支环路供、回水管上应设置阀门。

3.5.2 每组分水器、集水器应安装下列阀门和附件：

- 1 关断阀、泄水阀；
- 2 在高位处应设置自动或手动排气阀；
- 3 采用分户或分区域控制的系统，每支路应安装流量调节阀。

3.5.3 热源的流量、供水温度、供回水温差、设备承压等应符合设计要求；当供水温度不符合时，应采用混水装置或采取其它措施。

3.5.4 热水系统应进行水力计算，各环路压力损失差不宜超过 15%。

3.6 热计量与自控

3.6.1 热水地面辐射供暖系统应设置分户计量和分室温控装置。

3.6.2 在发热电缆地面辐射供暖系统中，应对每个发热电缆单元进行限温控制；每个独立供暖区域应设置温控器；发热电缆敷设密度不同的区域宜分设地面温控器。

3.6.3 地面辐射供暖系统的温度传感器设置，应符合以下要求：

- 1 热水地面辐射供暖系统宜采用内置于房间温控器内的传感器；

2 发热电缆地面供暖系统的房间温控器应具有房间温度控制和地面温度限制的功能。

3.6.4 热水地面供暖系统在冬季有可能结冰时，应有防冻措施。

3.6.5 每个独立加热电缆或电热模块回路对应的房间或区域应设置温控器，可对相应房间的供电回路进行通断控制。温控方式和温控器宜按下列规定确定：

1 需同时控制室温和限制地表面温度的场合，应采用双温型温控器；

2 加热电缆、电热模块地面供暖仅作为辅助供暖或值班供暖时，可采用地温型温控器；

3 开放大空间场所的房间温控器应布置在对应回路附近；当无法实现时，可采用地温型控制器；

4 浴室、带沐浴设备的卫生间、游泳池等潮湿区域，温控器及温度传感器的防护等级和设置位置应符合电气设计标准的相关要求；不能满足要求时，应采用地温型温控器。

3.7 电气设计

3.7.1 配电设计应符合下列规定：

1 每根加热电缆、每组电热模块的供电回路应单独装设过负荷保护、短路保护和剩余电流动作保护。剩余电流动作值不应大于 30mA；且回路的正常泄露电流计算值不应大于 15mA。

2 不同温度要求的房间不应共用一根加热电缆；每个房间宜通过加热电缆温控器单独控制温度。当加热电缆、电热模块温度超过设定的报警值时，温控器应能控制切断相应的供电回路。

3 对发热电缆或电热模块的供电回路，不同房间应采用不同的供电回路。

3.7.2 加热电缆的接地线或接地端子必须与配电系统的保护接地导体（PE 线）连接。

3.7.3 当加热单元无接地导电屏蔽层时，应设置诸如金属网格等适当的导电覆盖层，当在天花板和地板安装时网格尺寸不大于 30mm，墙壁安装时不大于 3mm，且应将网格连接至电气装置的保护导体上。

3.7.4 加热电缆、电热模块地面供暖系统的供电线路应采用铜芯导体，线路截面和敷

设方式应满足相关电气规范的要求。

3.7.5 热水系统用电设备的电源回路应装设符合相关电气规范的保护电器。采取的电气防护措施应符合相关电气规范的要求。

3.7.6 加热电缆、电热模块地面供暖宜设置网络集控系统，通过网络集控，实现舒适、节能、优化运行和智能化管理。

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，应根据系统工作温度、工作压力、承重荷载、设计寿命、现场防水、防火以及施工等要求，经综合评估后确定。

4.1.2 地面辐射供暖系统中的所有材料均应符合国家有关标准，并由国家认可的检测机构进行检测，出具有效证明文件或检测报告。

4.2 加热管质量要求

4.2.1 加热管生产企业应向建设单位、监理和安装单位提供下列资料：

1 国家授权机构提供的有效期内管材型式检验报告以及 110℃、8760h 静液压状态下热稳定性试验和 5000 次冷、热水交替循环试验报告；

2 产品合格证或商检报告。

4.2.2 加热管的材质应根据系统工作温度、工作压力、寿命及施工等要求选择，加热管管材的物理性能应符合附录 F 的要求。

4.2.3 地面辐射供暖的系统水应进行化学水处理。

4.2.4 加热管内、外表面应光滑、平整、干净，无明显划痕、凹陷、气泡等缺陷。

4.3 连接件质量要求

4.3.1 地面辐射供暖系统中的连接件应包括分水器、集水器、混水装置、阀门和管道用连接件以及前端管机械连接、热熔连接或电熔连接所需管件。

4.3.2 地面辐射供暖系统中的连接件的外观应完整、无受损、变形、开裂等缺陷。

4.3.3 连接件的物理、力学性能测试应采用管道系统适用性试验的方法；测试条件应符合现行国家标准的要求。

4.3.4 PB、PE-RT、PP-R 类等前端管宜采用热熔承插连接和电熔连接方式；管材和管件应采用同一材料；焊接温度、焊接时间等工艺参数及焊接工具均应满足材料要求。

4.3.5 铜制金属连接件与管材的连接形式，宜为插接式、滑紧式、卡套式或卡压式夹紧结构。

4.3.6 分水器、集水器（含连接件等）应有商标或识别标志；金属连接件的连接密封性与构造形式，应符合现行国家标准《冷热水用分集水器》GB/T 29730 中的要求。

4.3.7 混水装置的供水温度不应高于 80℃，其连接管管材应按附录 F 中表 F.1.1.2-1 使用条件级别 5 选择。

4.4 绝热板材质量要求

4.4.1 湿法地面辐射供暖的绝热层与干法地面辐射供暖的绝热模块，应采用导热系数小、不燃或难燃、有足够承载力、不散发异味及可能含有害健康的挥发性物质的材料。

4.4.2 绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料的主要技术指标，应符合表 4.4.2 的规定。

表 4.4.2 绝热用聚苯乙烯泡沫塑料主要技术指标

项 目	单 位	性能指标				
		模塑板材		挤塑板材		
		填充式辐射 供暖绝热层	预制沟槽辐 射供暖绝热 模块	填充式辐射 供暖绝热层	预制沟槽辐 射供暖绝热 模块	
类别		II ¹	III ¹	X200/ W200 ²	X300/ W300 ²	
压缩强度 ³	kPa	100-150	150-200	≥200	≥300	
导热系数 ⁴	W/(m·K)	0.037	0.037	0.034	0.034	
尺寸稳定性	%	≤3	≤2	≤2	≤1.5	
水蒸气透过系数	ng / (Pa·m·s)	≤4.5	≤4.5	≤3.5	≤3.0	
吸水率（体积分数）	% (v/v)	≤4.0	≤2.0	≤2.0	≤1.0	
熔结性 ⁵	断裂弯曲 负荷	N	25	35	---	---
	弯曲变形	mm	≥20	≥20	---	---
燃烧性 能	氧指数	%	≥30	≥30	≥30	≥30
	燃烧分级		达到 B1 级	达到 B1 级	达到 B1 级	达到 B1 级

注：1 模塑 II 型的抗压范围为 $20\text{kg}/\text{m}^3 \sim 30\text{kg}/\text{m}^3$ 之间，III 型的抗压范围为 $30\text{kg}/\text{m}^3 \sim 40\text{kg}/\text{m}^3$ 之间；

2 W 为不带表皮挤塑材料，X 为带表皮挤塑材料；

3 压缩强度是指在压缩至 10% 相对形变下所测得的强度值；

4 导热系数为 25°C 时的数值；

5 模塑板材断裂弯曲负荷与弯曲变形中有一项符合指标要求，熔结性即为合格。

4.4.3 干法地面辐射供暖绝热模块的沟槽尺寸，应与敷设的金属导热体沟槽外径相吻合；金属导热体沟槽的内径应与敷设其内的加热管的外径相吻合，且加热管的被包裹率不低于 65%；绝热模块在绝热方向的最薄处厚度不得小于 9mm；金属导热层厚度不应小于 0.4mm，其导热系数不应小于 $237\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 。

4.4.4 当采用其它绝热材料时，其技术指标应满足强度、防火等相关技术标准的要求。

4.5 电加热元件材料

4.5.1 加热电缆热线部分的结构在径向上从里到外，应由发热导体、绝缘层、接地导体、屏蔽层和外护套等组成。

4.5.2 加热电缆的轴向上应由发热用的热线和连接用的冷线组成，冷线和热线的接头应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的规定。

4.5.3 加热电缆的型号和商标应有清晰标志，冷线和热线接头位置应有明显标识。

4.5.4 加热电缆、电热模块产品质量、安全性能、机械性能等应符合国家相关标准的规定，应经检验并具有检验合格证明。

4.6 材料储运与检验

4.6.1 管材与管件在运输前应完整包装和防水；管材与管件在运输、装卸和搬运中，应小心轻放，不得受到剧烈碰撞和尖锐物体冲击，不得抛、摔、滚、拖；管材及管件应避免接触油污。

4.6.2 搬运后的管材表面，不应有深度超过壁厚 10% 的划痕、永久弯曲、皱痕或折痕。

4.6.3 管材与管件应码放在平整的场地上，堆放高度不应超过 1.5m，垫层高度大于 100mm，防止泥土和杂物进入管内；加热管材和管件不得露天存放，应储存在室温不超过 40℃、通风良好和清洁的仓库中，应防火、避免阳光直射，距热源不应小于 1m。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 地面辐射供暖工程施工单位应具有相应的施工资质证书；工程设计文件经批准后方可施工；修改设计应由设计单位出具设计变更文件。

5.1.2 地面辐射供暖工程施工安装前，应具备下列条件：

- 1 有齐全的施工设计文件和其他有关技术文件；
- 2 有较完善的施工方案、施工组织设计，并已完成技术交底；
- 3 施工现场具有供水、供电条件，有存放材料的临时设施；
- 4 土建专业已完成内墙面粉刷（不含面层），外窗、外门已安装完毕，地面清理干净；
- 5 直接与土壤相邻的地面，已铺设防潮层；
- 6 电气预埋等相关工程已完成。

5.1.3 所有进场的材料与产品，应有出厂合格证明、检验报告及附带的说明书等技术文件；材料与产品应标志清晰，外观检查合格，必要时应抽样进行相关检测并保留检测资料。

5.1.4 在地面辐射供暖系统施工过程中，管材、管件、发热电缆、电热模块、设备等应有以下保护措施：

- 1 应遮光包装后运输，不得裸露散装；在装卸、运输时，应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖；
- 2 不得暴晒雨淋，宜存放在温度不超过 40℃、通风良好和清洁的库房内；与热源的距离应大于 1m，并避免受到环境温度或其他物理性损害；
- 3 不得有刮、压、折等损害管材、管件、发热电缆、电热模块与管网的行为。

5.1.5 地面辐射供暖系统施工时，应防止油漆、沥青或其它化学溶剂接触、污染加热管、发热电缆和电热模块的表面。

5.1.6 地面辐射供暖系统施工的环境温度不应低于 5℃；当施工期和施工后环境温度低于 0℃时，应采取防冻措施，防止系统水冻结。

- 5.1.7 填充板、加热管、毛细管网、电热模块与发热电缆在敷设时不得与其它工种交叉作业；敷设后严禁穿凿、钻孔或进行射钉作业。
- 5.1.8 铺设泡沫塑料板类绝热层、保温板、供暖板及其填充板的基层面，应平整、干燥、无杂物、无积灰；平整度应符合 2m 靠尺 $\leq \pm 3\text{mm}$ ；墙脚处应平直。
- 5.1.9 施工中严禁人员踩踏未设置防护模板的加热管、发热电缆或毛细管网。
- 5.1.10 地面辐射供暖系统施工结束后应绘制竣工图，准确标注前端管、加热管、毛细管网等的位置与供暖分区区域，以及穿墙、楼板、门槛等位置的准确尺寸。
- 5.1.11 地暖管线穿越潮湿房间的墙、门槛的位置时，应设置防水措施。
- 5.1.12 地面供暖电加热元件的施工单位应具有相应专业安装资质，电加热元件的生产企业应提供技术培训和指导。

5.2 前端管、加热管、毛细管网安装

- 5.2.1 前端管、加热管、毛细管网安装前，应核定管道类型、管径、壁厚，确认管道的外观和内在质量满足要求。
- 5.2.2 前端管、加热管、毛细管网应按设计图布管，管道应平直，前端管应加保温套管；管道安装期间的临时开口应随时封堵；加热盘管间距、长度应符合设计要求。
- 5.2.3 前端管、加热管、毛细管网，应采用专用工具切割；切口应平整，端面应垂直管轴线。
- 5.2.4 前端管、加热管、毛细管网施工时，应考虑热膨胀，必要时须采取补偿措施。
- 5.2.5 地面面层下的前端管应沿墙敷设，按要求固定、保温，与绝热板的间距不小于 100mm；竣工图上应表示加热管与毛细管网接头的位置。
- 5.2.6 前端管、加热管、毛细管网在施工验收后损坏需增设接头时，应符合下列要求：
- 1 先报建设单位或监理单位，提出书面补救方案，并经批准；
 - 2 塑料管或铝塑复合管增设接头时，应根据管材采用热熔或电熔插接式连接，或插接式、滑紧式、卡套式、卡压式铜制管接头连接；
 - 3 竣工图上应表示接头位置，并记录归档。

5.2.7 加热管出地面至分水器、集水器连接处，应设专用弯管卡；加热管弯管部分不宜露出地面装饰层。加热管出地面至分水器、集水器下部球阀接口之间的明装管段，应设护套管，套管高出装饰面不应小于 200mm。

5.2.8 在分水器、集水器附近，以及加热管较密集的部位，可不预铺保温板，但应设置加热管柔性保温套管。对于混凝土填充式供暖地面，在加热管的柔性保温套管上面，宜铺设一层直径 0.8mm、网眼 50mm×50mm 的氩弧焊钢丝网或其他防火性能不低于 B1 级要求的材料。

5.2.9 前端管、加热管与分水器、集水器装置的连接管件，应采用卡套式、卡压式挤压夹紧连接；连接件材料宜为铜质。

5.2.10 混凝土填充式或管上铺设砂浆找平层的加热管环路，不宜穿越伸缩缝。对必须穿越伸缩缝的，应设置长度不小于 150mm 的柔性管。

5.3 分水器、集水器与混水系统安装

5.3.1 分水器、集水器的安装应符合下列要求：

- 1 分水器与供水管连接，集水器与回水管连接；
- 2 分水器、集水器的上、下位置可根据部件配套关系，由水系统设计决定；
- 3 分水器、集水器应水平安装，离地面距离不应小于 300mm。

5.3.2 分水器、集水器的安装位置应利于加热管敷设，利于方便排水或邻近地漏，并预留检修空间。

5.3.3 分水器、集水器的接管应有序排列，对应的上、下管接头为一个供、回水回路。每个回路应有识别标志，安装时应做好识别记录，并确认与施工图一致。

5.3.4 混水装置安装应符合下列要求：

- 1 位于高温热源和分水器、集水器之间，宜与分水器、集水器安装在一起；
- 2 应预留电源，良好接地；
- 3 不宜靠近卧室。

5.3.5 分水器、集水器与混水装置宜安装在专用的箱体内部，利于维护保养。

5.3.6 与分水器连接的供水系统应设置过滤器；最高处应设置自动排气阀。

- 5.3.7 分水器、集水器宜在加热管铺设前安装。
- 5.3.8 单组分水器、集水器支路的回路数不宜大于 8 路。

5.4 电加热元件安装

5.4.1 敷设地面供暖电加热元件及其地温传感器之前，应进行下列施工准备：

- 1 应对照施工图设计文件核定电加热元件的型号，并应对电加热元件等主要材料进行二次复检；
- 2 应测量加热电缆、电热模块电阻和绝缘电阻，并做自检记录；
- 3 应确认加热电缆电源冷线预留管、电热模块分支回路管线、温控器接线盒、地温传感器预留套管、配电箱等预留、预埋工作已完结。

5.4.2 地面供暖的电加热元件施工应满足设计及产品安装要求，不应在施工现场对电热模块进行裁剪、连接导线、电气绝缘等操作。

5.4.3 电加热元件应根据施工图设计文件敷设，且应符合下列规定：

- 1 电缆应保持平直，电热模块应平整，不得有褶皱、扭曲；
- 2 电缆铺设间距、电缆或电热模块距墙面的距离应满足施工图设计文件的要求，并应符合本标准第 3.4.18 条的规定；

5.4.4 加热电缆、电热模块安装后，在铺设填充层或进行面层施工之前，应进行电阻及绝缘电阻测试，确保加热元件无损伤；电热模块与电缆（线）连接后，应检测电热模块功率并应满足设计要求，应无短路、断路现象。

5.4.5 加热电缆和电热模块地面供暖配电系统及断路器、剩余电流保护器、温控器等电气保护装置、电气火灾报警系统以及等电位连接等的施工应符合相应现行国家标准。

5.4.6 发热电缆应按照设计图纸标定的电缆间距和走向敷设；发热电缆应保持平、直，电缆间距的安装误差不应大于 $\pm 10\text{mm}$ ；电缆的弯曲半径不应小于生产企业规定的限制，且不应小于6倍电缆直径。

5.4.7 发热电缆出厂后不应剪裁和拼接，有外伤或破损的发热电缆不应敷设。

5.4.8 发热电缆安装前、后，应检测与记录其标称电阻和绝缘电阻，电阻值应符合产品标准要求。

5.4.9 发热电缆的热线部分不应进入冷线预留管。

- 5.4.10 发热电缆宜采用专用塑料卡钉固定，卡钉固定间距不应大于300mm。
- 5.4.11 发热电缆地面辐射采暖系统的电气施工，应符合现行国家标准《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB50254与《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303的规定。
- 5.4.12 凝土填充式加热电缆地面供暖，加热电缆下应铺设金属网或硅晶网，金属网直径不小于1.0mm且网格不大于100mm X 100mm，硅晶网的网格不应大于50mm X 50mm，并按照计算的间距将加热电缆固定在金属网上或硅晶网上。
- 5.4.13 加热电缆的冷热线接头应在填充层或预制沟槽保温板内暗装，据接头处150mm范围内不应弯曲。

5.5 绝热板、预置沟槽保温板与预制复合模块敷设

- 5.5.1 绝热板应铺设平整，板间应自然靠齐，接缝处应采用塑料胶带平顺粘接或采取其它粘接措施。
- 5.5.2 预置沟槽保温板或预制复合模块铺设时，相邻模板上的沟槽应对应咬合，密合成一体。
- 5.5.3 加热管、毛细管网防护模板铺设前，应确认加热管、毛细管网的端口配有密封管帽。

5.6 填充层施工

- 5.6.1 填充层应由有资质的土建单位施工，供暖系统安装单位密切配合。
- 5.6.2 填充层施工应具备以下条件：
- 1 加热管安装完毕且水压试验合格；加热管处于有压状态；加热管敷设验收合格；
 - 2 温控器安装盒设置、地温探头穿管已完成；
 - 3 除卫生间、厨房外，在填充层与墙、柱等垂直构件交接处应粘贴封边隔热带；
 - 4 隐蔽工程验收通过；
 - 5 采用砂浆施工的预置复合模块，均需先用界面剂抹涂，以增加结合强度；

6 加热电缆、电热模块经电阻检测及绝缘性能测试合格，温控器的安装盒、加热电缆冷线穿管已布置完毕，接地及等电位连接完毕并验收合格。

5.6.3 填充层施工期间，加热管系统的水压不应低于 0.6MPa；养护过程中，系统水压不应小于 0.4MPa。

5.6.4 填充层伸缩缝的设置应符合下列规定：

1 在与内墙、外墙、过门、柱等垂直构件交接处，应敷设不间断伸缩缝；伸缩缝宽度不宜小于 10mm；

2 当地面面积超过 30m²或边长超过 6m 时，伸缩缝间距不应大于 6m；伸缩缝宽度不应小于 8mm。

5.6.5 浇筑填充层时，严禁使用机械振捣设备。

5.6.6 水泥砂浆填充层应与预置复合模块结合牢固，不应产生空鼓。如有空鼓应铲除修补。

5.6.7 水泥砂浆填充层抹平，应在水泥砂浆初凝前完成。如需压光、拉毛操作，应在水泥砂浆终凝前完成。

5.6.8 系统初始加热前，水泥砂浆填充层养护时间不应少于 7 天，混凝土填充层的养护周期不应少于 21 天。养护期间和期满后，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。

5.6.9 填充层施工后，应检测每根电缆或每片电热模块的电阻和绝缘电阻，验收并做好记录。

5.7 面层施工

5.7.1 地面供暖的装饰面层宜采用下列材料：

- 1 水泥砂浆、混凝土；
- 2 瓷砖、大理石、花岗岩等；
- 3 符合国家相关标准的木质地板。

5.7.2 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 面层施工前，填充层应达到面层要求的干燥度和强度；
- 2 面层施工时，不得铲、凿、割、钻和钉填充层或保温板、供暖板，不得向填充层内楔入任何物件；

3 石材、瓷砖在与内外墙、柱等垂直构件交接处，应留 8mm 宽伸缩缝；木地板铺设时，应留不小于 8mm 伸缩缝。伸缩缝填充材料应高出填充层上表面 10mm~20mm；装饰层铺设后，应裁去多余部分或以踢脚遮挡；伸缩缝填充材料宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料。

5.7.3 装饰面层为木地板时，木材必须经干燥处理，且应在填充层、找平层完全干燥后才可进行地板施工。木地板的铺设方法应符合现行行业标准《地辐射供暖木质地板铺设技术和验收规范》WB/T 1037 中的规定。

5.8 热计量装置和温控系统安装

5.8.1 热计量装置与温控系统的安装应符合相关标准和生产企业的产品安装要求。

5.8.2 室内温控器安装位置应符合下列要求：

1 应设置在通风良好且不被风直接吹拂，不被家具遮挡，不受阳光直射，四周不应有热源体；

2 安装高度宜与墙上照明开关同一水平线或组合为一体；

3 安装在浴室、卫生间等潮湿区域，宜在温控器的外部加装防护罩。或将温控器安装在该区域外墙面上，可利用外置温度传感器控制该区域温度。

5.8.3 温控器的接线端子与线缆连接不应松动，不得有异常温升。

5.8.4 发热电缆地面辐射供暖系统的温控器安装时，应将发热电缆的地线与供电系统的地线直接连接。

5.8.5 用电设备不应安装在潮湿、高温的环境内，并应符合电气安全的相关要求。

5.8.6 地温传感器的安装应符合下列要求：

1 地温传感器的引线应单独穿管敷设，应能插拔更换；引线护套管末端宜用铜套封堵；

2 地温传感器及其引线不应直接接触发热电缆，引线的长度应在控制器允许的范围內；

3 地温传感器作地面温度监测时，不应被地面上的家具等覆盖或遮挡，应与面层保持 10mm 以上间距；

4 加热电缆的地温型温控器的传感器应布置在电缆之间。

6 调试与验收

6.1 一般规定

6.1.1 地面辐射供暖系统的调试与验收应由施工单位提供书面报告和相关资料；建设单位组织或指派监理单位组织各相关专业进行检查、验收并做好纪录；工程质量检验表可采用本标准附录 G“调试与验收记录表”。

6.1.2 施工单位应按施工图设计文件、经批准的施工组织设计或施工方案施工。

6.1.3 施工组织设计或施工方案中应包括下列内容：

1 工程概况，包括工程名称、地点、层数、面积、工程量、工期及现场施工条件等；

2 主要材料，设备型号、规格、技术指标等以及存放、保管要求；

3 施工程序和工艺流程，各专业施工进度安排、劳动力计划；

4 施工、安装质量控制措施及验收标准，包括绝热层铺设，预置沟槽保温板或预制复合模块铺设，加热设备安装，水压试验、电阻测试或绝缘测试；隐蔽工程前、后综合检查，供暖系统试运行调试，竣工验收等；

5 安全、消防、环保、节能技术措施。

6.1.4 对于热水系统，应检查与验收下列内容：

1 前端管、加热管、毛细管网、预制沟槽保温板或预制复合模块、分水器、集水器、混水装置、阀门、配件、绝热板、温控与计量装置等系统部件与材料的质量；

2 地面基层的施工质量；

3 隐蔽前、后系统水压试验报告；

4 地面供暖系统试运行调试报告。

6.1.5 地面辐射供暖系统的主要材料、设备组件、配件、绝热材料必须具有质量合格证明文件；其规格、型号及性能技术指标应符合国家现行有关标准的规定。

6.1.6 阀门与分水器、集水器组件安装前，其强度和严密性试验应符合下列要求：

1 对安装在分水器、集水器进、出口处与旁通管上的阀门，应进行强度和严密性试验；

2 其他组件的试验数量，为每批中抽查 1%，且不得少于 1 个；

3 严密性试验压力为工作压力的 1.1 倍，强度试验压力为工作压力的 1.5 倍；公称直径不大于 50mm 的阀门的强度和严密性试验持续时间为 10 min，其间压力应保持不变，且壳体、填料及密封面应无渗漏。

6.1.7 自限温发热电缆产品应提供温度-电阻曲线和地面供暖运行的温度-功率曲线，曲线值应满足地面辐射供暖系统的要求。

6.1.8 加热电缆、电热模块地面供暖系统应对下列内容进行检查和验收：

1 加热电缆、电热模块、温控器、绝热材料、电线等的质量；

2 原始地面、绝热层、填充层、面层等施工质量；

3 隐蔽前和隐蔽后加热电缆的电阻、电热模块的功率、绝缘电阻检测、等电位接地有效性检测及验收；

4 加热电缆、电热模块安装质量；

5 温控设备安装质量；

6 断路器、剩余电流保护器等电气保护装置的功能和安装质量；

7 电气火灾报警探测器和报警控制器的功能和安装质量；

8 回路、系统试运行调试。

6.2 施工质量中间验收

6.2.1 前端管、加热管、毛细管网、预制沟槽保温板或预制复合模块、发热电缆、填充层（混凝土填充式）或面层施工前，工程承包方应按隐蔽工程要求提供验收申请的书面报告，由监理单位组织有关人员进行中间验收。

6.2.2 地面辐射供暖工程的中间验收内容和要求如下：

1 供暖地面施工前，地面应平整、清洁，符合施工要求；

2 绝热层厚度和材料物理性能及铺设质量，应符合设计要求；

3 伸缩缝应按设计要求敷设；

4 预制沟槽保温板或预制复合模块的铺设应符合要求；

- 5 加热管或毛细管网的间距、弯曲半径、固定措施应符合要求；
 - 6 前端管、加热管、毛细管网、分水器、集水器及其连接处应符合压力试验要求；
 - 7 阀门启闭灵活，关闭严密；
 - 8 分水器、集水器和混水装置及其连接件等安装后应有保护措施；
 - 9 加热电缆及电热模块系统每个回路应无短路和断路现象，电阻及绝缘电阻测试应符合要求。
- 6.2.3 供暖地面安装工程技术要求与允许偏差，应分别符合表 6.2.3-1 和 6.2.3-2 的规定。

表 6.2.3-1 原始地面、填充层、面层施工技术要求与允许偏差

序号	项目	条件		技术要求	允许偏差	
1	原始地面	铺设绝热层或保温板、供暖板前		平整	10mm	
2	填充层	细石混凝土	加热管	标号，最小厚度	C15，宜 50mm	平整度 ±5mm
			发热电缆		C15，宜 40mm	
		水泥砂浆	加热管，预制复合模块	标号，最小厚度	M10，宜 20mm	平整度 ±5mm
			发热电缆		M10，宜 25mm	
		面积大于 30m ² 或长度大于 6m			留 8mm 伸缩缝	2mm
与墙、柱等垂直部件交接处			留 10mm 伸缩缝	2mm		
3	面层	与墙、柱等垂直部件交接处		瓷砖、石材地面	留 10mm 伸缩缝	2mm
				木地板地面	留 ≥15mm 伸缩缝	2mm

注：原始地面允许偏差还应满足相应土建施工标准。

表 6.2.3-2 绝热层、保温板、填充板、加热管等施工技术要求与允许偏差

序号	项目		条件	技术要求	允许偏差
1	绝热层	聚苯板类	结合	紧密	-
			厚度	按设计要求	+2 mm
2	预制沟槽 保温板	保温板	连接	紧密	±1mm
		金属导热层	厚度	应≥0.4mm	-
		均热保护层	厚度	应≥8mm	-

续表 6.2.3-2

序号	项目		条件	技术要求	允许偏差
3	预制复合 模块	绝热层 (聚苯板类)	结合	紧密	-
			厚度	按设计要求	+2 mm
		防腐反射层	厚度	应≥40 μ	-
		PE 结构层	厚度	应≥加热管直径	+3 mm
			加热管嵌入	紧密	-
4	分水器、集水器		垂直中心距	200mm	±10mm
5	加热管	塑料及铝塑 管	间距	按设计要求	±10%
			弯曲半径	宜≥6, 应≤11 倍管外径	-5mm
6	毛细管网	管网	间距	宜=20mm	-

6.3 系统压力试验

6.3.1 热水地面辐射供暖系统压力测试宜采用水压试验。水压试验的次数和顺序应符合下列规定：

1 填充式地面辐射供暖系统的水压试验应进行三次，分别为浇注混凝土填充层前、填充层养护期结束后、竣工验收交付用户前；

2 预制沟槽保温板地面供暖系统的水压试验应进行二次，分别为铺设面层材料前与铺设面层材料后。

6.3.2 加热管系统水压试验应以每组分水器、集水器为单位分别进行。试验压力应为工作压力的 1.5 倍，且不应小于 0.6MPa。

6.3.3 水压试验宜采用手动泵缓慢升压，升压过程中应随时观察和检查，不得有渗漏。

6.3.4 加热管系统水压试验应包括强度试验和严密性试验两部分，试验时间为 3h。强度试验和严密性试验的试验时间分配与压力要求见图 6.3.4。

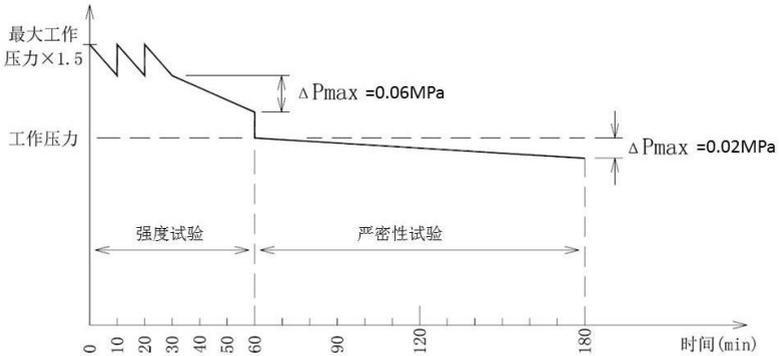


图 6.3.4 加热管系统水压试验图

6.3.5 在水有可能冻结的环境中试压时，应采取防冻措施，试压完成后应及时将管内水放空、吹净、吹干。

6.4 调试与验收

6.4.1 地面供暖辐射系统未经调试与验收，严禁运行使用。

6.4.2 地面辐射供暖系统的运行调试，应在施工完成，混凝土填充层养护期满后，且具备正常供暖和供电条件后进行。

6.4.3 地面辐射供暖系统的初次调试工作，应在建设单位配合下由施工单位实施，调试结果应满足系统正常运行的要求。

6.4.4 在第一个冬季系统初次使用时，应在建设单位配合下由施工单位进行带负荷调试。水温升应平缓，供水温度应控制在比当时室内温度高 10℃左右，且不应高于 35℃，并连续运行 48 小时；以后每隔 24 小时水温升高 3℃，直至达到设计供水温度。在此温度下，应对每组分水器、集水器连接的加热管逐路进行调节，直至温度均匀，达到设计要求。

6.4.5 加热电缆、电热模块地面供暖系统初始通电加热时，应控制室温平缓上升，温控器应设定在比当时室内温度高 5℃或相应的档位，连续运行 48 小时，此后每隔 24 小时，温控器调升 3℃，直至室内温度符合要求。保持系统连续运行 7 天以上，以保证系统正常运行。

6.4.6 地面辐射供暖系统的供暖效果，应以房间中央离地 1.5m 处的黑球温度值作为检测和评价的依据。

6.4.7 地面辐射供暖工程竣工验收应在调试与试运行满足要求后进行。

6.4.8 地面辐射供暖工程应提供的竣工验收文件如下：

- 1 施工图、竣工图和设计变更文件；
- 2 主要材料与配件等的出厂合格证或商检报告；
- 3 中间验收记录；
- 4 系统试压记录；
- 5 工程施工安装质量验收表；
- 6 调试与初次使用记录。

附录 A 室内计算温度 t_n 推荐值

表 A 室内计算温度 t_n 推荐值

建筑类型及房间名称	室内温度 ($^{\circ}\text{C}$)	建筑类型及房间名称	室内温 度 ($^{\circ}\text{C}$)
1 普通住宅 卧室、起居室 无淋浴设备的卫生间 厨房	18 16 14	7 旅馆、招待所 大厅、接待 客房、办公室 餐厅、会议室	16 18 18
2 银行 营业大厅 办公室	16 18	8 商业 营业厅 (百货、书籍) 办公	16 18
3 高级住宅、公寓 卧室、起居室、书房、餐厅 有沐浴设备的卫生间 厨房	18 23 15	9 图书馆 大厅 办公室、阅览 报告厅、会议室 特藏、胶卷、书库	16 16 18 18
4 办公楼 门厅 一般办公室、设计绘图室 会议室、接待室、多功能厅	14 18 18	10 交通 民航候机厅、办公室 候车厅、售票厅	18 16
5 影剧院 门厅 休息厅 化妆间	14 16 20	11 医疗建筑 成人病房、诊室、化疗、化 验室、活动室、餐厅等 儿童病房、婴儿室、高级病 房、放射诊断及治疗室 门厅、挂号处、药房等	20 22 18

续表 A

建筑类型及房间名称	室内温度(℃)	建筑类型及房间名称	室内温度(℃)
6 体育馆		12 幼儿园、托儿所	
比赛厅(不含体操)、练习厅	14	活动室、卧室、乳儿室、喂奶、隔离室、医务室、	20
体操练习厅	16	办公室	
休息厅	16	浴室及其更衣	25
运动员、教练员、更衣	18		
游泳池区	26		

附录 B 供暖地面典型构造与加热管敷设

B.1 供暖地面构造

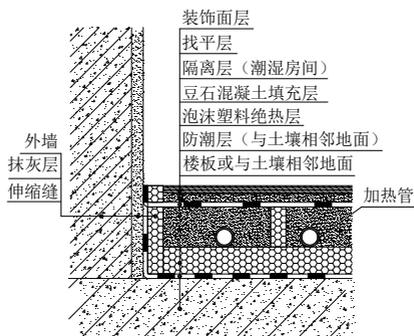


图 B.1.1 混凝土填充式热水供暖地面构造
(泡沫塑料绝热层)

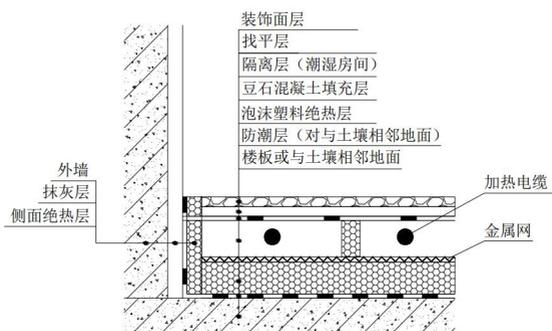


图 B.1.2 混凝土填充式加热电缆供暖地面构造
(泡沫塑料绝热层)

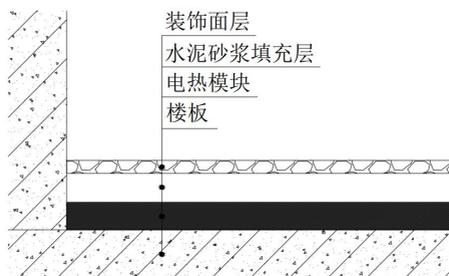


图 B.1.3 水泥砂浆填充式电热模块供暖地面构造

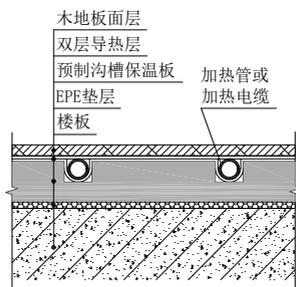


图 B.1.4 预制沟槽保温板供暖地面构造（一）
（与供暖房间相邻、木地板面层）

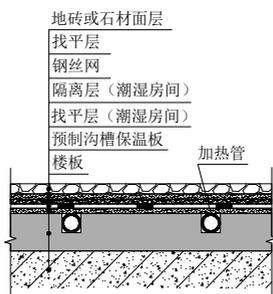


图 B.1.5 预制沟槽保温板热水供暖地面构造（二）
（与供暖房间相邻、地砖或石材面层）

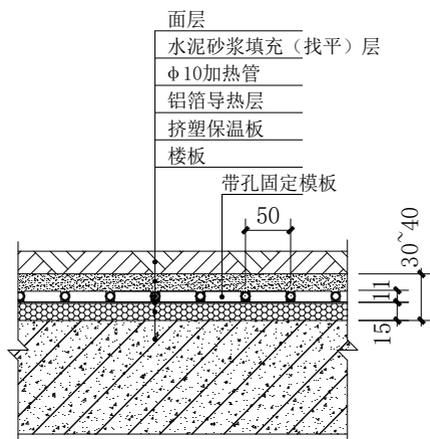


图 B.1.6 预制复合模块 I 型供暖地面构造 (一)
(与供暖房间相邻, 地砖、石材、复合木地板、地毯面层)

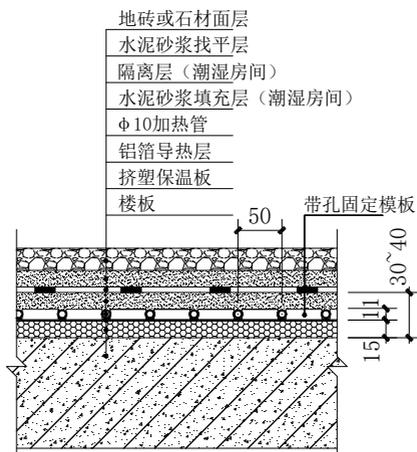


图 B.1.7 预制复合模块 I 型供暖地面构造 (二)
(与供暖房间相邻、潮湿房间)

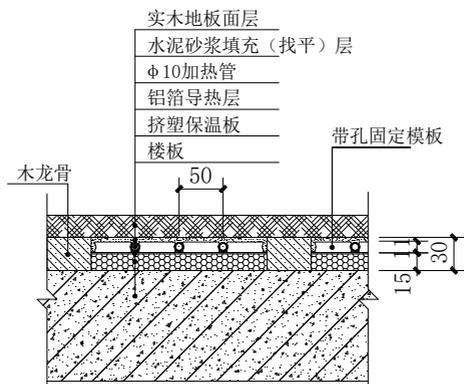


图 B.1.8 预制复合模块 I 型供暖地面构造 (三)
(与供暖房间相邻, 实木地板面层)

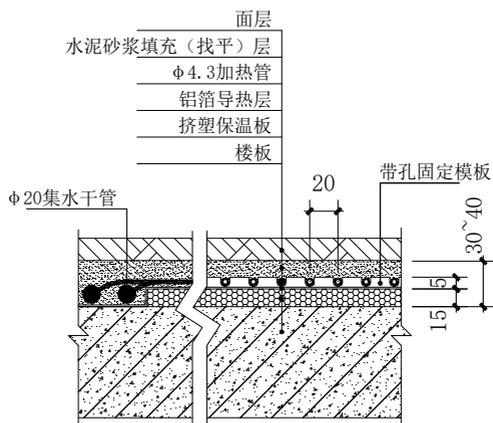


图 B.1.9 预制复合模块 II 型供暖地面构造 (一)
(与供暖房间相邻, 地砖、石材、复合木地板、地毯面层)

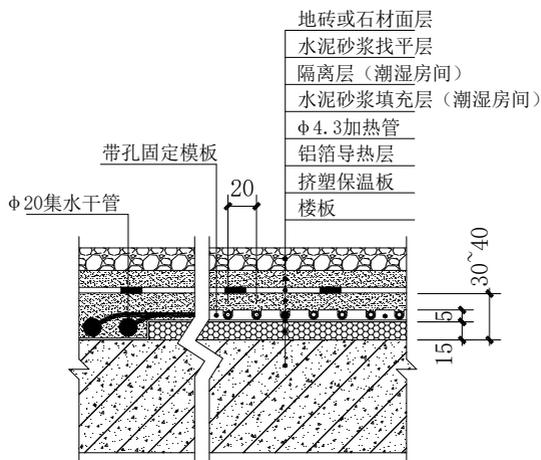


图 B.1.10 预制复合模块 II 型供暖地面构造 (二)
(与供暖房间相邻、潮湿房间)

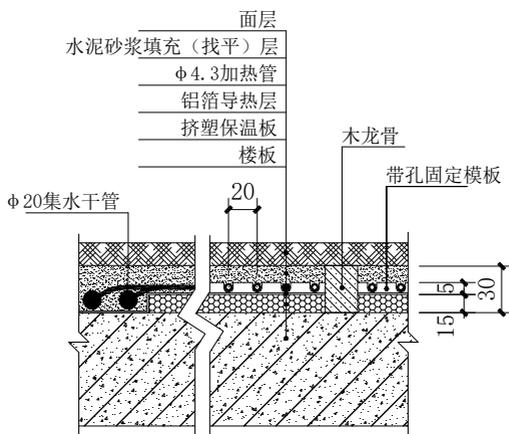


图 B.1.11 预制复合模块 II 型供暖地面构造 (三)
(与供暖房间相邻, 实木地板面层)

注: 图中尺寸均以 mm 为单位。

附录 C 不同面层材料、不同加热管材、不同管间距时，单位地面 面积散热量与向下热损失量

C.1 PE-X 管单位地面面积散热量与向下热损失量

C.1.1 当面层为水泥或陶瓷、热阻 $R=0.02$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) 时，单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C.1.1 取值。

表 C.1.1 PE-X 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回 水平 均温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	室内 空气 计算 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	84.7	23.8	92.5	24.0	100.5	24.6	108.9	24.8	116.6	24.8
	18	76.4	21.7	83.3	22.0	90.4	22.6	97.9	22.7	104.7	22.7
	20	68.0	19.9	74.0	20.2	80.4	20.5	87.1	20.5	93.1	20.5
	22	59.7	17.7	65.0	18.0	70.5	18.4	76.3	18.4	81.5	18.4
	24	51.6	15.6	56.1	15.7	60.7	15.7	65.7	15.7	70.1	15.7
40	16	108.0	29.7	118.1	29.8	128.7	30.5	139.6	30.8	149.7	30.8
	18	99.5	27.4	108.7	27.9	118.4	28.5	128.4	28.7	137.6	28.7
	20	91.0	25.4	99.4	25.7	108.1	26.5	117.3	26.7	125.6	26.7
	22	82.5	23.8	90.0	23.9	97.9	24.4	106.2	24.6	113.7	24.6
	24	74.2	21.3	80.9	21.5	87.8	22.4	95.2	22.4	101.9	22.4
45	16	131.8	35.5	144.4	35.5	157.5	36.5	171.2	36.8	183.9	36.8
	18	123.3	33.2	134.8	33.9	147.0	34.5	159.8	34.8	171.6	34.8
	20	114.5	31.7	125.3	32.0	136.6	32.4	148.5	32.7	159.3	32.7
	22	106.0	29.4	115.8	29.8	126.2	30.4	137.1	30.7	147.1	30.7
	24	97.3	27.6	106.5	27.3	115.9	28.4	125.9	28.6	134.9	28.6

续表 C.1.1

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
45	16	131.8	35.5	144.4	35.5	157.5	36.5	171.2	36.8	183.9	36.8
	18	123.3	33.2	134.8	33.9	147.0	34.5	159.8	34.8	171.6	34.8
	20	114.5	31.7	125.3	32.0	136.6	32.4	148.5	32.7	159.3	32.7
	22	106.0	29.4	115.8	29.8	126.2	30.4	137.1	30.7	147.1	30.7
	24	97.3	27.6	106.5	27.3	115.9	28.4	125.9	28.6	134.9	28.6
50	16	156.1	41.4	171.1	41.7	187.0	42.5	203.6	42.9	218.9	42.9
	18	147.4	39.2	161.5	39.5	176.4	40.5	192.0	40.9	206.4	40.9
	20	138.6	37.3	151.9	37.5	165.8	38.5	180.5	38.9	194.0	38.9
	22	130.0	35.2	142.3	35.6	155.3	36.5	168.9	36.8	181.5	36.8
	24	121.2	33.4	132.7	33.7	144.8	34.4	157.5	34.7	169.1	34.7
55	16	180.8	47.1	198.3	47.8	217.0	48.6	236.5	49.1	254.8	49.1
	18	172.0	45.2	188.7	45.6	206.3	46.6	224.9	47.1	242.0	47.1
	20	163.1	43.3	178.9	43.8	195.6	44.6	213.2	45.0	229.4	45.0
	22	154.3	41.4	169.3	41.5	185.0	42.5	201.5	43.0	216.9	43.0
	24	145.5	39.4	159.6	39.5	174.3	40.5	189.9	40.9	204.3	40.9

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供回水温差 10℃。

C.1.2 当面层为塑料类材料、热阻 $R=0.075$ ($m^2 \cdot K/W$) 时，单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C.1.2 取值。

表 C.1.2 PE-X 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/ m²)

供回 水平 均温 度 (℃)	室内 空气 计算 温度 (℃)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	67.7	24.2	72.3	24.3	76.8	24.6	81.3	25.1	85.3	25.7
	18	61.1	22.0	65.2	22.2	69.3	22.5	73.2	22.9	76.9	23.4
	20	54.5	19.9	58.1	20.1	61.8	20.3	65.3	20.7	68.5	21.3
	22	48.0	17.8	51.1	18.1	54.3	18.1	57.4	18.5	60.2	18.8
	24	41.5	15.5	44.2	15.9	46.9	16.0	49.5	16.3	51.9	16.7
40	16	85.9	30.0	91.8	30.4	97.7	30.7	103.4	31.3	108.7	32.0
	18	79.2	27.9	84.6	28.1	90.0	28.6	95.3	29.1	100.1	29.8
	20	72.5	26.0	77.5	26.0	82.4	26.4	87.2	26.9	91.5	27.6
	22	65.9	23.7	70.3	24.0	74.8	24.2	79.1	24.7	83.0	25.3
	24	59.3	21.4	63.2	21.9	67.2	22.1	71.1	22.5	74.6	23.1
45	16	104.5	35.8	111.7	36.1	119.0	36.8	126.1	37.6	132.9	38.5
	18	97.7	33.8	104.5	34.1	111.2	34.7	117.8	35.4	123.9	36.3
	20	90.9	31.8	97.2	32.1	103.5	32.6	109.6	33.2	115.2	33.9
	22	84.2	29.7	89.9	30.0	95.8	30.4	101.4	31.0	106.5	31.9
	24	77.4	27.7	82.7	28.0	88.1	28.2	93.2	28.8	97.9	29.4
50	16	123.3	41.8	131.9	42.2	140.6	42.9	149.1	43.9	156.9	44.9
	18	116.5	39.6	124.6	40.3	132.8	40.8	140.7	41.7	148.1	42.7
	20	109.6	37.7	117.3	38.1	125.0	38.7	132.4	39.5	139.3	40.4
	22	102.8	35.5	109.9	36.2	117.1	36.6	124.1	37.3	130.6	38.3
	24	96.0	33.7	102.7	33.9	109.4	34.4	115.9	35.1	121.8	35.9

续表 C.1.2

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
55	16	142.4	47.7	152.3	48.6	162.5	49.1	172.4	50.2	181.5	51.4
	18	135.4	45.8	145.0	46.2	154.6	47.0	164.0	48.0	172.7	49.3
	20	128.6	43.7	137.6	44.3	146.8	44.9	155.6	45.9	163.8	47.0
	22	121.7	41.6	130.2	42.2	138.9	42.8	147.3	43.7	155.0	44.9
	24	114.9	39.6	122.9	39.9	131.0	40.7	138.9	41.5	146.2	42.6

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供回水温差 10℃。

C. 1.3 当面层为木地板、热阻 $R=0.1$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) 时，单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C. 1.3 取值。

表 C. 1.3 PE-X 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	62.4	24.4	66.0	24.6	69.6	25.0	73.1	25.5	76.2	26.1
	18	56.3	22.3	59.6	22.5	62.8	22.9	65.9	23.3	68.7	23.9
	20	50.3	20.1	53.1	20.5	56.0	20.7	58.8	21.1	61.3	21.6
	22	44.3	18.0	46.8	18.2	49.3	18.5	51.7	18.9	53.9	19.3
	24	38.4	15.7	40.5	16.1	42.6	16.3	44.7	16.6	46.5	17.0

续表 C.1.3

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
40	16	79.1	30.2	83.7	30.7	88.4	31.2	92.8	31.9	96.9	32.5
	18	72.9	28.3	77.2	28.6	81.5	29.0	85.5	29.6	89.3	30.3
	20	66.8	26.3	70.7	26.5	74.6	26.9	78.3	27.4	81.7	28.1
	22	60.7	24.0	64.2	24.4	67.7	24.7	71.1	25.2	74.1	25.8
	24	54.6	21.9	57.8	22.1	60.9	22.5	63.9	22.9	66.6	23.4
45	16	96.0	36.4	101.8	36.9	107.5	37.5	112.9	38.2	117.9	39.1
	18	89.8	34.1	95.1	34.8	100.5	35.3	105.6	36.0	110.2	36.8
	20	83.6	32.2	88.6	32.7	93.5	33.1	98.2	33.8	102.6	34.5
	22	77.4	30.1	82.0	30.4	86.6	30.9	90.9	31.6	94.9	32.4
	24	71.2	28.0	75.4	28.4	79.6	28.8	83.6	29.3	87.3	30.0
50	16	113.2	42.3	120.0	43.1	126.8	43.7	133.4	44.6	139.3	45.6
	18	106.9	40.3	113.3	41.0	119.8	41.6	125.9	42.4	131.6	43.4
	20	100.7	38.1	106.7	38.7	112.7	39.4	118.5	40.2	123.8	41.2
	22	94.4	36.1	100.1	36.7	105.7	37.2	111.1	38.0	116.1	38.9
	24	88.2	34.0	93.4	34.6	98.7	35.1	103.8	35.7	108.4	36.6
55	16	130.5	48.6	138.5	49.1	146.4	50.0	154.0	51.1	161.0	52.2
	18	124.2	46.6	131.8	47.1	139.3	47.9	146.6	48.9	153.2	50.0
	20	118.0	44.4	125.1	45.0	132.2	45.7	139.1	46.7	145.4	47.8
	22	111.7	42.2	118.4	42.8	125.2	43.6	131.6	44.5	137.6	45.5
	24	105.4	40.1	111.7	40.8	118.1	41.4	124.2	42.2	129.8	43.2

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料隔热层厚度为 20mm、供回水温差 10℃。

C.1.4 当面层铺厚地毯、热阻 $R=0.15$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) 时，单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C.1.4 取值。

表 C.1.4 PE-X 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回 水平 均温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	室内 空气 计算 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热线间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	53.8	25.0	56.2	25.4	58.6	25.7	60.9	26.2	62.9	26.8
	18	48.6	22.8	50.8	23.2	52.9	23.5	54.9	23.9	56.8	24.3
	20	43.4	20.6	45.3	20.9	47.2	21.2	49.0	21.7	50.7	22.1
	22	38.2	18.4	39.9	18.7	41.6	19.0	43.2	19.3	44.6	19.8
	24	3.2	16.2	34.6	16.4	36.0	16.7	37.4	17.0	38.6	17.4
40	16	68.0	31.0	71.1	31.6	74.2	32.1	77.1	32.7	79.7	33.3
	18	62.7	28.9	65.6	29.3	68.4	29.8	71.1	30.4	73.5	31.0
	20	57.5	26.7	60.1	27.1	62.7	27.6	65.1	28.1	67.3	28.7
	22	52.3	24.6	54.6	24.9	57.0	25.3	59.2	25.9	61.2	26.4
	24	47.1	22.3	49.2	22.7	51.3	23.1	53.2	23.5	55.0	23.9
45	16	82.4	37.3	86.2	37.9	90.0	38.5	93.5	39.2	96.8	40.0
	18	77.1	35.1	80.7	35.7	84.2	36.3	87.5	37.0	90.5	37.6
	20	71.8	33.0	75.1	33.5	78.4	34.0	81.5	34.7	84.3	35.5
	22	66.5	30.7	69.6	31.2	72.6	31.8	75.4	32.4	78.0	32.9
	24	61.3	28.6	64.1	29.1	66.8	29.5	69.4	30.1	71.8	30.8
50	16	97.0	43.4	101.5	44.2	106.0	44.9	110.2	45.7	114.1	46.7
	18	91.6	41.4	95.9	42.0	100.1	42.7	104.1	43.5	107.8	44.5
	20	86.3	39.2	90.3	39.8	94.3	40.5	98.0	41.3	101.5	42.1
	22	81.0	37.0	84.7	37.7	88.5	38.3	92.0	39.0	95.2	39.8
	24	75.7	34.9	79.2	35.3	82.6	36.0	85.9	36.7	88.9	37.4

续表 C.1.4

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
55	16	111.7	49.7	117.0	50.6	122.2	51.4	127.1	52.4	131.6	53.4
	18	106.3	47.7	111.4	48.4	116.3	49.2	120.9	50.1	125.2	51.2
	20	101.0	45.5	105.7	46.2	110.4	47.0	114.8	47.9	118.9	49.0
	22	95.6	43.3	100.1	43.9	104.5	44.8	108.7	45.6	112.5	46.7
	24	90.3	41.2	94.5	41.8	98.6	42.5	102.6	43.3	106.2	44.2

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供回水温差 10℃。

C.2 PE-RT 管单位地面面积散热量与向下热损失量

C.2.1 当面层为水泥或陶瓷、热阻 $R=0.02$ ($m^2 \cdot K/W$) 时, 单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C.2.1 取值。

表 C.2.1 PE-RT 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	84.7	23.8	92.5	24.0	100.5	24.6	108.9	24.8	116.6	24.8
	18	76.4	21.7	83.3	22.0	90.4	22.6	97.9	22.7	104.7	22.7
	20	68.0	19.9	74.0	20.2	80.4	20.5	87.1	20.5	93.1	20.5
	22	59.7	17.7	65.0	18.0	70.5	18.4	76.3	18.4	81.5	18.4
	24	51.6	15.6	56.1	15.7	60.7	15.7	65.7	15.7	70.1	15.7

续表 C. 2. 1

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
40	16	108.0	29.7	118.1	29.8	128.7	30.5	139.6	30.8	149.7	30.8
	18	99.5	27.4	108.7	27.9	118.4	28.5	128.4	28.7	137.6	28.7
	20	91.0	25.4	99.4	25.7	108.1	26.5	117.3	26.7	125.6	26.7
	22	82.5	23.8	90.0	23.9	97.9	24.4	106.2	24.6	113.7	24.6
	24	74.2	21.3	80.9	21.5	87.8	22.4	95.2	22.4	101.9	22.4
45	16	131.8	35.5	144.4	35.5	157.5	36.5	171.2	36.8	183.9	36.8
	18	123.3	33.2	134.8	33.9	147.0	34.5	159.8	34.8	171.6	34.8
	20	114.5	31.7	125.3	32.0	136.6	32.4	148.5	32.7	159.3	32.7
	22	106.0	29.4	115.8	29.8	126.2	30.4	137.1	30.7	147.1	30.7
	24	97.3	27.6	106.5	27.3	115.9	28.4	125.9	28.6	134.9	28.6
50	16	156.1	41.4	171.1	41.7	187.0	42.5	203.6	42.9	218.9	42.9
	18	147.4	39.2	161.5	39.5	176.4	40.5	192.0	40.9	206.4	40.9
	20	138.6	37.3	151.9	37.5	165.8	38.5	180.5	38.9	194.0	38.9
	22	130.0	35.2	142.3	35.6	155.3	36.5	168.9	36.8	181.5	36.8
	24	121.2	33.4	132.7	33.7	144.8	34.4	157.5	34.7	169.1	34.7
55	16	180.8	47.1	198.3	47.8	217.0	48.6	236.5	49.1	254.8	49.1
	18	172.0	45.2	188.7	45.6	206.3	46.6	224.9	47.1	242.0	47.1
	20	163.1	43.3	178.9	43.8	195.6	44.6	213.2	45.0	229.4	45.0
	22	154.3	41.4	169.3	41.5	185.0	42.5	201.5	43.0	216.9	43.0
	24	145.5	39.4	159.6	39.5	174.3	40.5	189.9	40.9	204.3	40.9

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供水温差 10℃。

C.2.2 当面层为塑料类材料、热阻 $R=0.075 (m^2 \cdot K/W)$ 时，单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C.2.2 取值。

表 C.2.2 PE-RT 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/ m^2)

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	67.7	24.2	72.3	24.3	76.8	24.6	81.3	25.1	85.3	25.7
	18	61.1	22.0	65.2	22.2	69.3	22.5	73.2	22.9	76.9	23.4
	20	54.5	19.9	58.1	20.1	61.8	20.3	65.3	20.7	68.5	21.3
	22	48.0	17.8	51.1	18.1	54.3	18.1	57.4	18.5	60.2	18.8
	24	41.5	15.5	44.2	15.9	46.9	16.0	49.5	16.3	51.9	16.7
40	16	85.9	30.0	91.8	30.4	97.7	30.7	103.4	31.3	108.7	32.0
	18	79.2	27.9	84.6	28.1	90.0	28.6	95.3	29.1	100.1	29.8
	20	72.5	26.0	77.5	26.0	82.4	26.4	87.2	26.9	91.5	27.6
	22	65.9	23.7	70.3	24.0	74.8	24.2	79.1	24.7	83.0	25.3
	24	59.3	21.4	63.2	21.9	67.2	22.1	71.1	22.5	74.6	23.1
45	16	104.5	35.8	111.7	36.1	119.0	36.8	126.1	37.6	132.9	38.5
	18	97.7	33.8	104.5	34.1	111.2	34.7	117.8	35.4	123.9	36.3
	20	90.9	31.8	97.2	32.1	103.5	32.6	109.6	33.2	115.2	33.9
	22	84.2	29.7	89.9	30.0	95.8	30.4	101.4	31.0	106.5	31.9
	24	77.4	27.7	82.7	28.0	88.1	28.2	93.2	28.8	97.9	29.4
50	16	123.3	41.8	131.9	42.2	140.6	42.9	149.1	43.9	156.9	44.9
	18	116.5	39.6	124.6	40.3	132.8	40.8	140.7	41.7	148.1	42.7
	20	109.6	37.7	117.3	38.1	125.0	38.7	132.4	39.5	139.3	40.4
	22	102.8	35.5	109.9	36.2	117.1	36.6	124.1	37.3	130.6	38.3

	24	96.0	33.7	102.7	33.9	109.4	34.4	115.9	35.1	121.8	35.9
--	----	------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------

续表 C. 2. 2

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
55	16	142.4	47.7	152.3	48.6	162.5	49.1	172.4	50.2	181.5	51.4
	18	135.4	45.8	145.0	46.2	154.6	47.0	164.0	48.0	172.7	49.3
	20	128.6	43.7	137.6	44.3	146.8	44.9	155.6	45.9	163.8	47.0
	22	121.7	41.6	130.2	42.2	138.9	42.8	147.3	43.7	155.0	44.9
	24	114.9	39.6	122.9	39.9	131.0	40.7	138.9	41.5	146.2	42.6

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供回水温差 10℃。

C. 2. 3 当面层为木地板、热阻 $R=0.1$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) 时, 单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C. 2. 3 取值。

表 C. 2. 3 PE-RT 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	62.4	24.4	66.0	24.6	69.6	25.0	73.1	25.5	76.2	26.1
	18	56.3	22.3	59.6	22.5	62.8	22.9	65.9	23.3	68.7	23.9
	20	50.3	20.1	53.1	20.5	56.0	20.7	58.8	21.1	61.3	21.6
	22	44.3	18.0	46.8	18.2	49.3	18.5	51.7	18.9	53.9	19.3

	24	38.4	15.7	40.5	16.1	42.6	16.3	44.7	16.6	46.5	17.0
--	----	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

续表 C. 2. 3

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
40	16	79.1	30.2	83.7	30.7	88.4	31.2	92.8	31.9	96.9	32.5
	18	72.9	28.3	77.2	28.6	81.5	29.0	85.5	29.6	89.3	30.3
	20	66.8	26.3	70.7	26.5	74.6	26.9	78.3	27.4	81.7	28.1
	22	60.7	24.0	64.2	24.4	67.7	24.7	71.1	25.2	74.1	25.8
	24	54.6	21.9	57.8	22.1	60.9	22.5	63.9	22.9	66.6	23.4
45	16	96.0	36.4	101.8	36.9	107.5	37.5	112.9	38.2	117.9	39.1
	18	89.8	34.1	95.1	34.8	100.5	35.3	105.6	36.0	110.2	36.8
	20	83.6	32.2	88.6	32.7	93.5	33.1	98.2	33.8	102.6	34.5
	22	77.4	30.1	82.0	30.4	86.6	30.9	90.9	31.6	94.9	32.4
	24	71.2	28.0	75.4	28.4	79.6	28.8	83.6	29.3	87.3	30.0
50	16	113.2	42.3	120.0	43.1	126.8	43.7	133.4	44.6	139.3	45.6
	18	106.9	40.3	113.3	41.0	119.8	41.6	125.9	42.4	131.6	43.4
	20	100.7	38.1	106.7	38.7	112.7	39.4	118.5	40.2	123.8	41.2
	22	94.4	36.1	100.1	36.7	105.7	37.2	111.1	38.0	116.1	38.9
	24	88.2	34.0	93.4	34.6	98.7	35.1	103.8	35.7	108.4	36.6
55	16	130.5	48.6	138.5	49.1	146.4	50.0	154.0	51.1	161.0	52.2
	18	124.2	46.6	131.8	47.1	139.3	47.9	146.6	48.9	153.2	50.0
	20	118.0	44.4	125.1	45.0	132.2	45.7	139.1	46.7	145.4	47.8
	22	117.7	42.2	118.4	42.8	125.2	43.6	131.6	44.5	137.6	45.5
	24	105.4	40.1	111.7	40.8	118.1	41.4	124.2	42.2	129.8	43.2

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供水温差 10℃。

C. 2. 4 当面层铺厚地毯、热阻 $R=0.15$ ($\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$) 时，单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C. 2. 4 取值。

表 C. 2. 4 PE-RT 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回 水平 均温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	室内 空气 计算 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	53.8	25.0	56.2	25.4	58.6	25.7	60.9	26.2	62.9	26.8
	18	48.6	22.8	50.8	23.2	52.9	23.5	54.9	23.9	56.8	24.3
	20	43.4	20.6	45.3	20.9	47.2	21.2	49.0	21.7	50.7	22.1
	22	38.2	18.4	39.9	18.7	41.6	19.0	43.2	19.3	44.6	19.8
	24	33.2	16.2	34.6	16.4	36.0	16.7	37.4	17.0	38.6	17.4
40	16	68.0	31.0	71.1	31.6	74.2	32.1	77.1	32.7	79.7	33.3
	18	62.7	28.9	65.6	29.3	68.4	29.8	71.1	30.4	73.5	31.0
	20	57.5	26.7	60.1	27.1	62.7	27.6	65.1	28.1	67.3	28.7
	22	52.3	24.6	54.6	24.9	57.0	25.3	59.2	25.9	61.2	26.4
	24	47.1	22.3	49.2	22.7	51.3	23.1	53.2	23.5	55.0	23.9
45	16	82.4	37.3	86.2	37.9	90.0	38.5	93.5	39.2	96.8	40.0
	18	77.1	35.1	80.7	35.7	84.2	36.3	87.5	37.0	90.5	37.6
	20	71.8	33.0	75.1	33.5	78.4	34.0	81.5	34.7	84.3	35.5
	22	66.5	30.7	69.6	31.2	72.6	31.8	75.4	32.4	78.0	32.9
	24	61.3	28.6	64.1	29.1	66.8	29.5	69.4	30.1	71.8	30.8
50	16	97.0	43.4	101.5	44.2	106.0	44.9	110.2	45.7	114.1	46.7
	18	91.6	41.4	95.9	42.0	100.1	42.7	104.1	43.5	107.8	44.5

	20	86.3	39.2	90.3	39.8	94.3	40.5	98.0	41.3	101.5	42.1
	22	81.0	37.0	84.7	37.7	88.5	38.3	92.0	39.0	95.2	39.8
	24	75.7	34.9	79.2	35.3	82.6	36.0	85.9	36.7	88.9	37.4

续表 C. 2. 4

供回 水平 均温 度 (℃)	室内 空气 计算 温度 (℃)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
55	16	111.7	49.7	117.0	50.6	122.2	51.4	127.1	52.4	131.6	53.4
	18	106.3	47.7	111.4	48.4	116.3	49.2	120.9	50.1	125.2	51.2
	20	101.0	45.5	105.7	46.2	110.4	47.0	114.8	47.9	118.9	49.0
	22	95.6	43.3	100.1	43.9	104.5	44.8	108.7	45.6	112.5	46.7
	24	90.3	41.2	94.5	41.8	98.6	42.5	102.6	43.3	106.2	44.2

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供回水温差 10℃。

C. 3 PB 管单位地面面积散热量与向下热损失量

C. 3. 1 当面层为水泥或陶瓷、热阻 $R=0.02$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) 时, 单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C. 3. 1 取值。

表 C. 3. 1 PB 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回 水平 均温 度 (℃)	室内 空气 计算 温度 (℃)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	76.5	21.9	84.3	22.3	92.7	22.9	101.8	23.7	111.1	24.1

	18	68.9	20.1	75.9	20.4	83.5	20.9	91.5	21.7	99.8	22.6
	20	61.4	18.2	67.5	18.7	74.3	19.0	81.4	19.6	88.6	20.6
	22	53.9	16.5	59.3	16.8	65.1	17.2	71.4	17.5	77..6	18.5
	24	46.6	14.6	51.2	14.8	56.1	15.3	61.4	15.7	66.8	16.4

续表 C. 3. 1

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
40	16	97.3	27.1	107.4	27.6	118.5	28.3	130.3	29.2	142.4	30.6
	18	89.6	25.4	98.9	25.9	109.1	26.4	119.9	27.2	130.9	28.6
	20	82.0	23.5	90.4	24.1	99.6	24.6	109.5	25.2	119.5	26.5
	22	74.4	21.7	82.0	22.1	90.3	22.7	99.2	23.3	108.2	24.4
	24	66.8	19.9	73.6	20.3	81.0	20.8	88.9	21.5	96.9	22.4
45	16	118.6	32.4	131.1	33.0	144.9	33.8	159.6	35.1	174.7	36.6
	18	110.8	30.6	122.5	31.2	135.3	31.9	149.0	33.0	163.1	34.6
	20	103.1	28.8	113.9	29.4	125.7	30.0	138.4	31.2	151.4	32.5
	22	95.3	27.0	105.3	27.5	116.2	28.2	127.9	29.1	139.8	30.5
	24	87.7	25.2	96.7	25.6	106.7	26.3	117.4	27.2	128.3	28.4
50	16	140.3	37.6	155.2	38.4	171.8	39.4	189.5	40.8	207.9	42.7
	18	132.4	35.8	146.5	36.5	162.1	37.5	178.8	38.9	196.0	40.6
	20	124.6	34.0	137.8	34.7	152.4	35.7	168.1	36.8	184.2	38.6
	22	116.8	32.2	129.1	32.9	142.7	33.8	157.3	35.0	172.4	36.6
	24	109.0	30.5	120.4	31.1	133.1	31.9	146.7	32.9	160.7	34.5
55	16	162.2	42.9	179.7	43.7	199.1	44.9	220.0	46.5	241.7	48.7
	18	154.3	41.1	170.9	42.0	189.3	43.0	209.2	44.4	229.7	46.7
	20	146.4	39.3	162.2	40.1	179.5	41.3	198.3	42.6	217.7	44.7

	22	138.5	37.5	153.4	38.3	169.8	39.5	187.5	40.7	205.8	42.7
	24	130.7	35.8	144.6	36.5	160.0	37.5	176.7	38.7	193.9	40.6

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供水温差 10℃。

C.3.2 当面层为塑料类材料、热阻 $R=0.075 (m^2 \cdot K/W)$ 时，单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C.3.2 取值。

表 C.3.2 PB 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回 水平 均温 度 (℃)	室内 空气 计算 温度 (℃)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	62.0	23.2	66.8	23.5	72.0	23.5	77.2	24.2	82.3	24.8
	18	55.9	21.3	60.3	21.6	64.9	21.6	69.5	22.1	74.2	22.6
	20	49.9	19.3	53.7	19.9	58.0	19.9	62.0	20.0	66.1	20.6
	22	43.9	17.4	47.2	17.9	51.0	17.9	54.5	17.9	58.0	18.5
	24	38.0	15.3	40.8	15.9	44.1	15.9	47.1	15.9	50.1	16.3
40	16	78.5	28.9	84.7	29.6	91.5	29.6	98.1	30.1	104.8	30.9
	18	72.4	27.1	78.1	27.7	84.4	27.7	90.5	27.8	96.5	28.8
	20	66.3	25.1	71.5	25.7	77.2	25.7	82.8	25.8	88.3	26.8
	22	60.2	23.1	64.9	23.7	70.1	23.7	75.1	23.8	80.1	24.5
	24	54.1	21.1	58.3	21.7	63.0	21.7	67.5	21.7	71.9	22.3
45	16	95.4	34.6	103.0	35.4	111.4	35.4	119.5	36.1	127.7	37.2
	18	89.2	32.5	96.3	33.4	104.1	33.4	111.7	33.9	119.4	35.0
	20	83.0	30.6	89.6	31.5	96.9	31.5	104.0	31.8	111.0	32.9
	22	76.9	28.5	82.9	29.5	89.7	29.5	96.2	29.6	102.7	30.8
	24	70.7	26.9	76.3	27.5	82.5	27.5	88.5	27.5	94.4	28.4
50	16	112.5	40.2	121.6	41.2	131.5	41.2	141.3	41.9	151.1	43.4

	18	106.2	38.4	114.8	39.3	124.2	39.3	133.4	40.1	142.6	41.3
	20	100.0	36.4	108.0	37.4	116.9	37.4	125.5	38.1	134.2	39.1
	22	93.8	34.5	101.3	35.4	109.6	35.4	117.7	35.8	125.7	37.0
	24	87.6	32.3	94.6	33.4	102.3	33.4	109.8	33.6	117.4	34.8

续表 C. 3. 2

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
55	16	129.8	45.7	140.3	47.1	151.1	47.1	163.4	47.7	174.8	49.6
	18	122.8	44.0	132.9	44.0	145.1	44.0	155.9	45.5	166.7	47.0
	20	117.2	42.1	126.8	42.7	137.2	42.7	147.5	43.7	157.7	45.4
	22	110.9	40.3	120.0	41.0	129.8	41.0	139.5	41.8	149.2	43.4
	24	104.7	38.2	113.2	39.2	122.5	39.2	131.6	39.9	140.7	41.2

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供回水温差 10℃。

C. 3. 3 当面层为木地板、热阻 $R=0.1$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) 时, 单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C. 3. 3 取值。

表 C. 3. 3 PB 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
35	16	54.7	23.1	61.5	23.1	65.6	23.9	69.7	24.6	73.7	25.4
	18	51.8	21.4	55.5	21.4	59.2	21.7	62.9	22.4	66.5	23.1

	20	46.2	19.2	49.5	19.2	52.7	19.9	56.1	20.2	59.3	20.9
	22	40.7	17.7	43.5	17.7	46.5	17.5	49.3	18.0	52.1	18.7
	24	35.2	15.2	37.7	15.2	40.2	15.6	42.7	15.8	45.1	16.4

续表 C.3.3

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量
40	16	72.6	29.3	77.8	29.3	83.1	29.8	88.5	30.6	93.7	31.6
	18	66.9	27.3	71.8	27.3	76.6	27.7	81.5	28.4	86.3	29.4
	20	61.4	24.7	65.8	24.7	70.2	25.6	74.6	26.4	79.0	27.2
	22	55.8	22.7	59.8	22.7	63.7	23.6	67.8	24.2	71.7	24.9
	24	50.2	20.7	53.8	20.7	57.3	21.3	60.9	21.9	64.5	22.7
45	16	88.2	34.4	94.7	34.4	101.1	35.4	107.6	36.5	114.0	37.8
	18	82.4	32.4	88.5	32.4	94.5	33.6	100.6	34.6	106.6	35.6
	20	76.7	30.4	82.4	30.4	87.9	31.5	93.6	32.4	99.2	33.5
	22	71.1	28.4	76.3	28.4	81.4	29.4	86.7	30.1	91.8	31.2
	24	65.6	26.4	70.2	26.4	74.9	27.4	79.7	28.1	84.4	29.0
50	16	103.9	40.1	111.6	40.1	119.2	41.5	127.0	42.6	134.6	44.3
	18	98.2	38.1	105.4	38.1	112.6	39.3	119.9	40.5	127.1	42.0
	20	92.4	36.1	99.2	36.1	106.0	37.4	112.9	38.5	119.6	39.9
	22	86.7	34.2	93.0	34.2	99.4	35.3	105.8	36.3	112.2	37.6
	24	81.0	32.2	86.9	32.2	92.8	33.2	98.8	34.2	104.7	35.4
55	16	119.7	45.9	128.6	45.9	137.5	47.3	146.6	48.8	155.5	50.5
	18	114.0	43.8	122.4	43.8	130.8	45.5	139.5	46.8	148.0	48.5
	20	108.1	41.9	116.2	41.9	124.2	43.5	132.4	44.5	140.5	46.2
	22	102.3	39.9	110.0	39.9	117.5	41.5	125.3	42.4	132.9	44.1

	24	96.6	37.9	103.8	37.9	111.0	39.1	118.2	40.3	125.4	41.7
--	----	------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供水温差 10℃。

C.3.4 当面层铺厚地毯、热阻 $R=0.15$ ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) 时，单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C.3.4 取值。

表 C.3.4 PB 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损失 量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损失 量	散热 量	热损失 量
35	16	49.9	23.6	52.8	23.8	55.6	24.4	58.4	25.1	61.1	26.1
	18	45.2	21.3	47.7	21.7	50.2	22.3	52.7	23.0	55.2	23.7
	20	40.3	19.4	42.6	19.7	44.8	20.1	47.1	20.8	49.3	21.4
	22	35.5	17.4	37.5	17.6	39.5	18.1	41.5	18.6	43.4	19.1
	24	30.8	15.4	32.5	15.5	34.2	15.9	35.9	16.4	37.6	16.9
40	16	63.2	29.0	66.7	29.7	70.3	30.5	73.9	31.3	77.5	32.4
	18	58.2	27.2	61.6	27.6	64.9	28.5	68.2	29.2	71.4	30.1
	20	53.4	25.2	56.4	25.6	59.4	26.3	62.4	27.1	65.4	27.9
	22	48.6	22.9	51.3	23.4	54.0	24.2	56.8	24.8	59.4	25.7
	24	43.7	21.0	46.1	21.4	48.6	21.9	51.1	22.6	53.5	23.3
45	16	76.5	34.8	80.9	35.5	85.3	36.6	89.7	37.6	94.0	38.9
	18	71.6	32.9	75.6	33.5	79.7	34.6	83.9	35.6	87.9	36.7
	20	66.6	31.2	70.4	31.5	74.3	32.3	78.1	33.4	81.9	34.3
	22	61.8	28.8	65.2	29.4	68.8	30.3	72.3	31.1	75.8	32.1
	24	56.8	26.9	60.1	27.3	63.6	28.1	66.6	28.9	69.8	29.8
50	16	90.0	40.6	95.2	41.5	100.4	42.6	105.6	44.0	110.8	45.3

	18	85.0	38.7	89.9	39.4	94.8	40.7	99.8	41.8	104.6	43.1
	20	80.1	36.6	84.7	37.4	89.3	38.6	94.0	39.6	98.5	40.9
	22	75.1	34.8	79.4	35.4	83.8	36.3	88.1	37.5	92.4	38.6
	24	70.2	32.5	74.2	33.3	78.3	34.2	82.3	35.3	86.3	36.4

续表 C. 3. 4

供回 水平 均温 度 (°C)	室内 空气 计算 温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热 量	热损失 量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损 失量	散热 量	热损失 量	散热 量	热损失 量
55	16	103.6	46.2	109.6	47.4	115.7	48.7	121.7	50.3	127.7	52.1
	18	98.6	44.8	104.3	45.4	110.1	46.8	115.9	48.1	121.5	49.8
	20	93.6	42.7	99.0	43.4	104.5	44.7	110.0	46.0	115.4	47.5
	22	88.6	40.7	93.8	41.3	98.9	42.5	104.1	43.8	109.3	45.3
	24	83.7	38.3	88.5	39.3	93.4	40.5	98.3	41.7	103.1	43.0

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度为 20mm、供回水温差 10℃。

C. 4 预制复合模块地面供暖单位地面面积散热量与向下热损失量

C. 4. 1 预制复合模块 I 型地暖供暖单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C. 4. 1 取值。

表 C. 4. 1 PE-RT 管单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m²)

供回水平均温度 (°C)	室内空气计算温度 (°C)	散热量 (W/m ²)	热损失量 (W/m ²)
	16	135.5	29.7
	18	119.2	26.2

35	20	103.3	22.7
	22	87.7	19.3
	24	72.5	15.9

续表 C. 4. 1

供回水平均温度 (°C)	室内空气计算温度 (°C)	散热量 (W/m ²)	热损失量 (W/m ²)
40	16	177.0	38.8
	18	160.1	35.2
	20	143.7	31.5
	22	127.3	28.0
	24	111.3	24.4
45	16	219.8	48.2
	18	202.5	44.4
	20	185.4	40.7
	22	168.5	37.0
	24	151.9	33.3
50	16	263.5	57.9
	18	245.9	54.0
	20	228.4	50.1
	22	211.1	46.3
	24	193.9	42.6
55	16	308.4	67.7
	18	290.4	63.7
	20	272.5	59.8

	22	254.7	55.9
	24	237.1	52.1

注：1. 加热管间距 50mm ；

2. 计算条件：从地面向上构造依次为：15mm 厚挤塑板；50 μ 铝箔导热反射膜；薄型孔状管道固定模板；PE-RT 管 10mm \times 1.5mm；水泥砂浆 15mm；瓷砖面层 $R=0.02$ ($m^2 \cdot K/W$)。

C.4.2 预制复合模块 II 型（毛细管网）地暖供暖单位地面面积散热量与向下热损失量可按表 C.4.2 取值。

表 C.4.2 预制复合模块 II 型(毛细管网)地暖供暖单位地面面积散热量与向下热损失量 (W/m^2)

供回水平均温度 ($^{\circ}C$)	室内空气计算温度 ($^{\circ}C$)	散热量 (W/m^2)	热损失量 (W/m^2)
35	16	135.7	25.8
	18	121.4	23.1
	20	107.1	20.4
	22	92.8	17.7
	24	78.5	15.0
40	16	171.4	32.6
	18	157.1	29.9
	20	142.8	27.2
	22	128.5	24.5
	24	114.2	21.8
45	16	207.1	39.4
	18	192.8	36.7
	20	178.5	34.0
	22	164.2	31.3
	24	149.9	28.6
50	16	242.8	46.2
	18	228.5	43.5

	20	214. 2	40. 8
	22	199. 9	38. 1
	24	185. 6	35. 4
55	16	278. 5	53. 0
	18	264. 2	50. 3
	20	249. 9	47. 6
	22	235. 6	44. 9
	24	221. 3	42. 2

附录 D 加热管和发热电缆布管形式

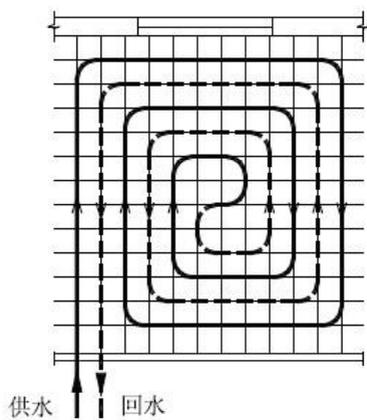


图 D.1 加热管回折型布置

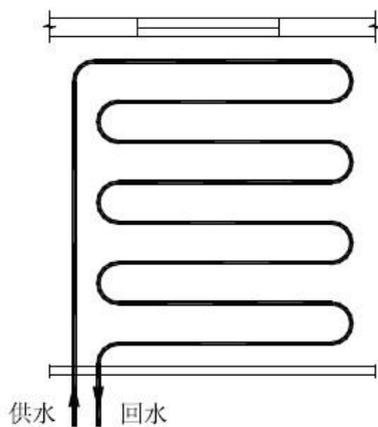


图 D.2 加热管平行型布置

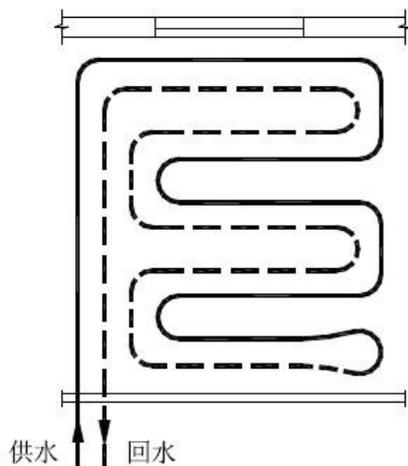


图 D.3 加热管双平行型布置

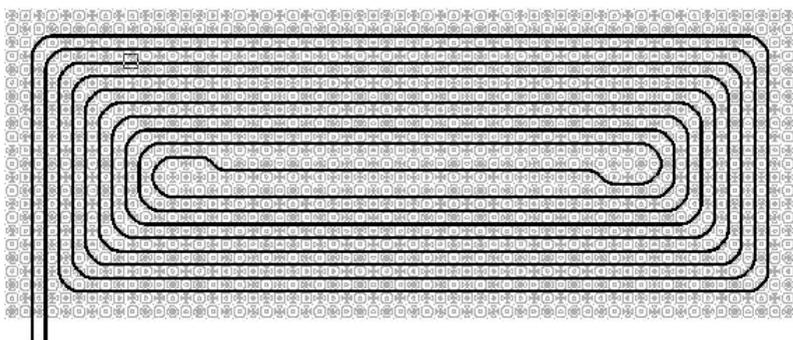


图 D.4 预制复合模块 I 型，回折型布置

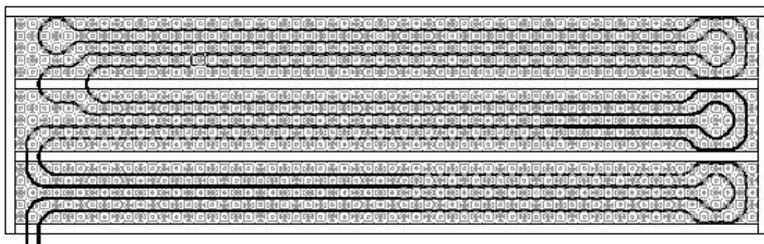


图 D.5 预制复合模块 I 型，双回折型布置(龙骨法木地板)

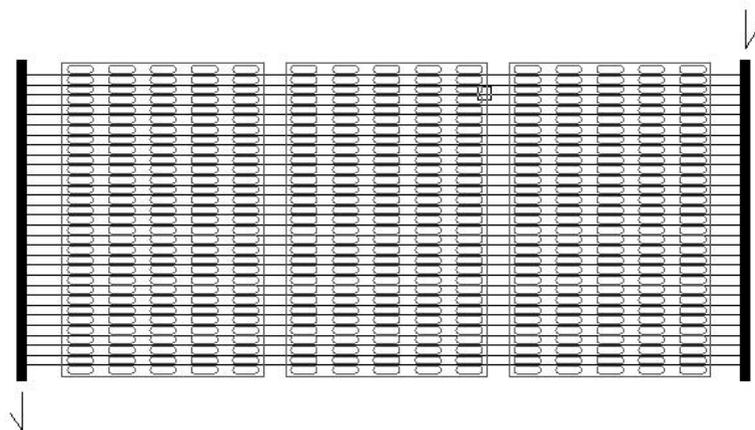


图 D.6 预制复合模块 II 型，毛细管网布置

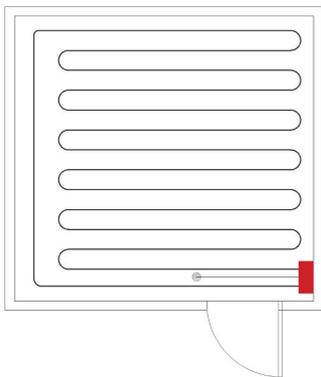


图 D.7 单导加热电缆单路平行布置

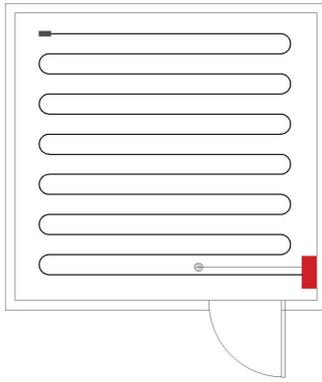


图 D.8 双导加热电缆平行布置

附录 E 热计量与自控示例

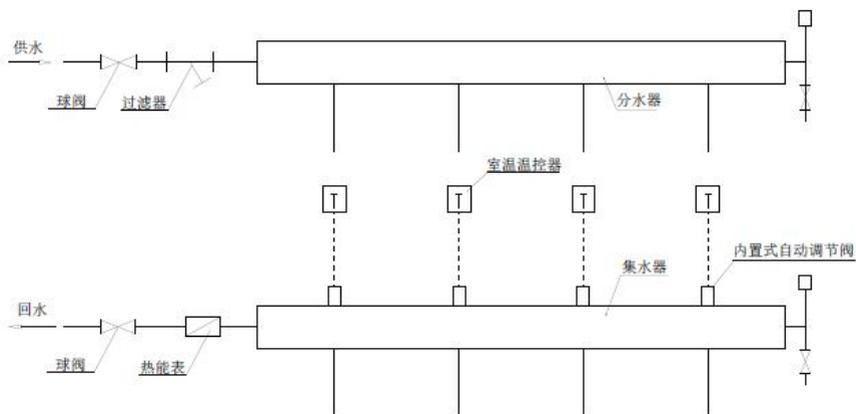


图 E.1.1 分室控温示意图（控制阀内置于集水器中）

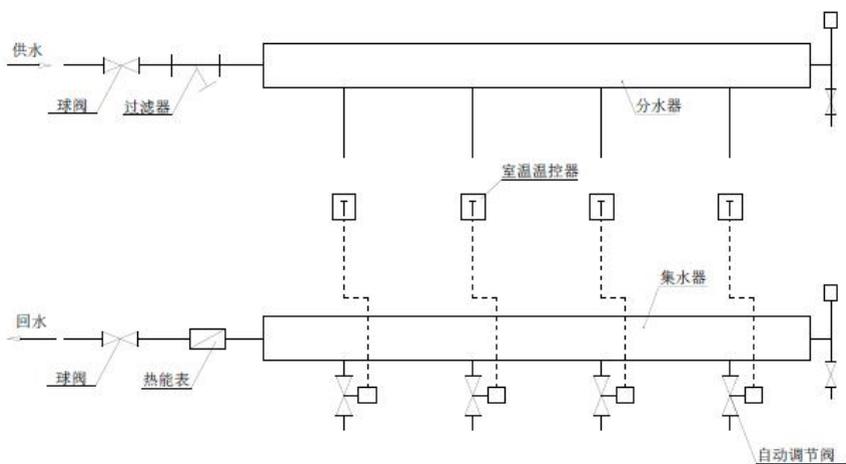


图 E.1.2 分室控温示意图（控制阀外置于集水器中）

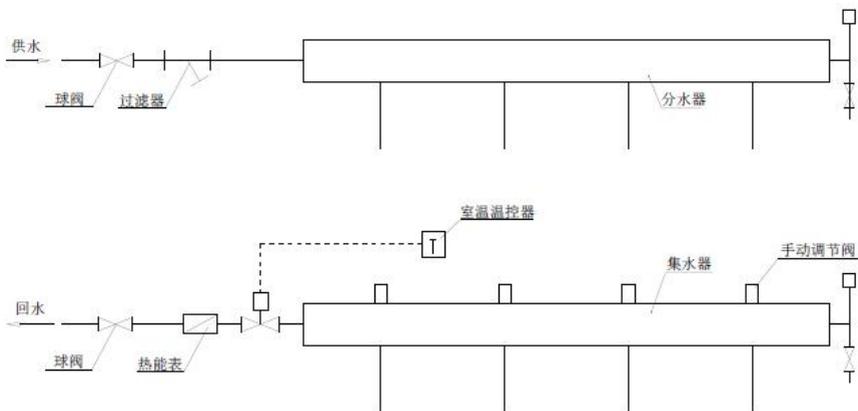


图 E.1.3 定水温分户控温示意图

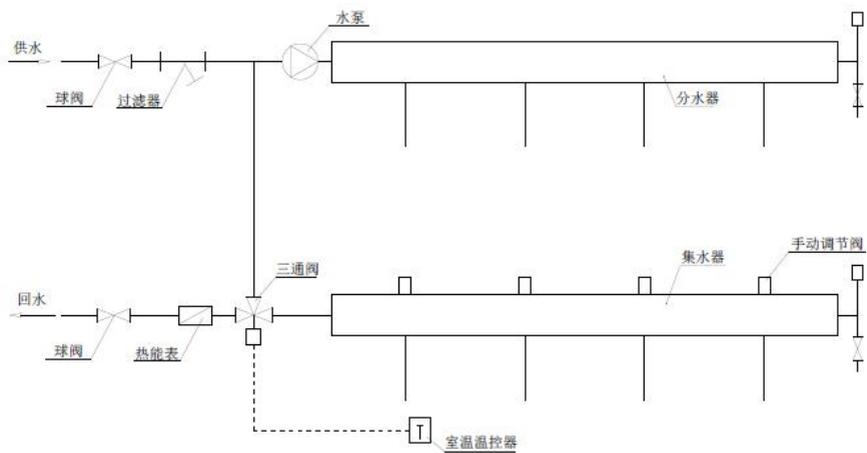


图 E.1.4 变水温分户温控示意图

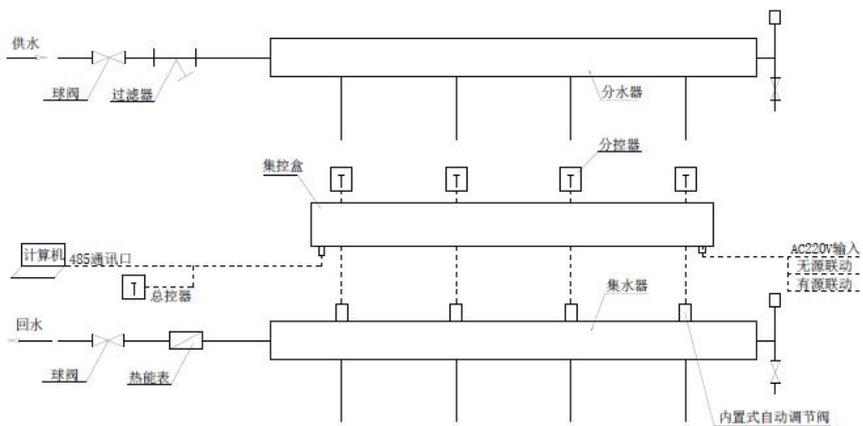


图 E.1.5 远程智能控制示意图

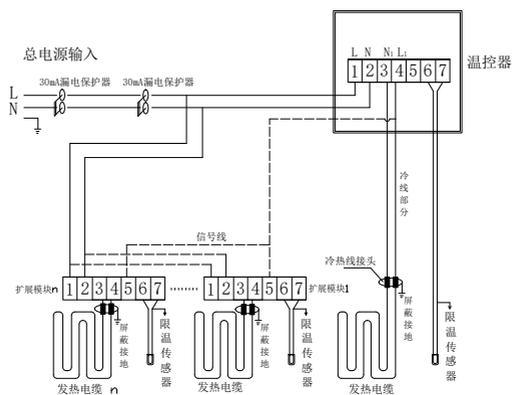


图 E.1.6 多组集中控制方案

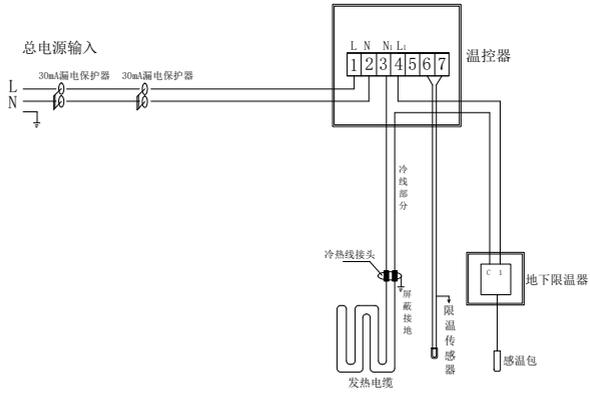


图 E.1.7 二级限温控制示意图

附录 F 加热管选择

F.1 塑料加热管选择

F.1.1 各种塑料管材的环应力 σ_D 值从大至小依次为：PB、PB-R、PE-X、PE-RT II 型、PE-RT I 型，应根据系统的使用情况选择适宜的管材。其中 PE-X 一般采用机械接头连接，PB、PB-R、PE-RT II 型、PE-RT I 型加热管可采用热熔连接，也可采用机械连接。

F.1.2 地面供暖系统中的塑料加热管可按表 F.1.2-1 中使用条件级别 4 进行选择；所选管材的 (S) 值应按表 F.1.2-2 中的系统工作压力确定。

表 F.1.2-1 塑料管使用条件级别

使用条件级别	工作温度		最高工作温度		故障温度		应用范围举例
	℃	时间 (小时)	℃	时间 (小时)	℃	时间 (小时)	
1	60	49	80	1	95	100	供生活热水 (60℃)
2	70	49	80	1	95	100	供生活热水 (70℃)
4	20	2.5	70	2.5	100	100	地面供暖系统
	40	20					
	60	25					
5	20	14	90	1	100	100	散热器供暖 (供水温度不宜大于 85℃)
	60	25					
	80	10					

注：1 表格中的数据引自现行国家标准《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991 冷热水系统用热塑性管材和管件；

2 表中所示各使用条件级别的管道系统，应同时满足在 20℃、1.0MPa 条件，输送冷水 50 年使用寿命的要求。

表 F.1.2-2 管系列 (S) 值的选择

系统工作	管材许用环应力 (σ_D) 对应的管系列 (S) 值
------	-------------------------------------

压力 P_d (MPa)	PB 管 ($\sigma_b=5.46\text{MPa}$)	PB-R 管 ($\sigma_b=4.34\text{MPa}$)	PE-X 管 ($\sigma_b=4.00$ MPa)	PE-RT II 型管 ($\sigma_b=3.84$ MPa)	PE-RT I 型管 ($\sigma_b=3.25$ MPa)
0.4	10	10	6.3	6.3	6.3
0.6	8	6.3	6.3	5	5
0.8	6.3	5	5	4	4
1.0	5	4	4	3.2	3.2

注：《冷热水用聚丁烯（PB）管道系统》GB/T 19473、《冷热水用交联聚乙烯（PE-X）管道系统》GB/T 18992、《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统》GB/T 28799。

F.1.3 常用塑料管材公称壁厚应满足表 E.1.3 的规定：

表 F.1.3 管材的公称壁厚

公称外径 Dn 范围 (mm)	公称壁厚要求 (mm)
$10 \leq Dn < 12$	≥ 1.5
$12 \leq Dn < 16$	≥ 1.7
$Dn \geq 16$	≥ 2.0
热熔焊接类管材	≥ 2.0

F.2 铝塑复合管选择

F.2.1 地面辐射供暖用铝塑复合管应采用内壁为交联聚乙烯（XPAP）的管材，可采用搭接焊和对接焊两种形式。

F.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 搭接焊式铝塑管长期工作温度和允许工作压力应符合表 F.2.2-1 的规定。

表 F.2.2-1 搭接焊式铝塑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_0 ($^{\circ}\text{C}$)	允许工作压力 P_0 (MPa)
冷水	PAP	40	1.25
冷热水	PAP	60	1.00
		75*	0.82
		82*	0.69
	XPAP	75	1.00
		82	0.86

注：1 表中标*号的数值是指采用中密度聚乙烯（乙烯与辛烯共聚物）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 对接焊式铝塑管长期工作温度和允许工作压力应符合表 F.2.2-2 的规定。

表 F.2.2-2 对接焊式铝塑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_0 ($^{\circ}\text{C}$)	允许工作压力 P_0 (MPa)
冷水	PAP3、PAP4	40	1.4
冷热水	XPAP1、 PAP3、PAP4	40	2.00
	PAP3、PAP4	60	1.00
	XPAP1、XPAP2	75	1.50
	XPAP1、XPAP2	95	1.25

注：1 XPAP1：一型铝塑管 聚乙烯/铝合金/交联聚乙烯；

2 XPAP2：二型铝塑管 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。

F.2.3 铝塑复合管的公称外径、壁厚与偏差，应符合表 F.2.3 的确定。

铝塑复合管	公称外径	外径偏差	参考内径	壁厚最小值	壁厚偏差
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 G 调试与验收记录表

G.1 地面工程质量验收表（地面辐射供暖部分）

客 户															合同编号	
工程地址																
施工人员															验收日期: 年 月 日	
管道规格															分水器类型、规格	
验收项目	序号	内容				检验标准					验收记录					
	1	地暖管材质、管材外径、壁厚				材质:										
主控项目	2	地暖管表面无裂纹、无硬折弯				管材表面无裂纹.无硬折弯										
	3	地暖管水压实验				0.6MPa; 1h 压力降 ≤0.06 MPa										
	4	有无特殊情况														
一般项目		项目	条件	标准	允许 偏差 (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1	管道 安 装	间距													
	2	管道 固 定	直管													
		间 距	弯管													

施工单位 检查评定 结果	检验人员： 年 月 日
客户验收 结论	客户或授权人： 年 月 日

G.2 第一次试压记录表（地面辐射供暖系统，混凝土回填之前）

客 户			合同编号	
工程地址				
施工人员			试压日期：	年 月 日
试压类型			管道规格	
分水器编号			分水器类型、规格	
验收项目	序号	内容	检验标准	试压结果
主控项目	1	地暖管水压实验	0.6Mpa：	时间：
			1h 压力降 ≤ 0.06 MPa	
				结果：
施工单位 检查评定 结果	试压人员： 年 月 日			
客户验收 结论	客户或授权人： 年 月 日			

G.3 第二次试压记录表（地面辐射供暖系统，装饰完成）

客 户			合同编号	
工程地址				
施工人员			试压日期:	年 月 日
试压类型			管道规格	
分水器编号			分水器类型、规格	
验收项目	序号	内容	检验标准	试压结果
主控项目	1	地暖管水压实验	0.6Mpa;	时间:
			1h 压力降 ≤ 0.06 MPa	
				结果:
施工单位 检查评定 结果	试压人员: 年 月 日			
客户验收 结论	客户或授权人: 年 月 日			

注：本单一式二份。一份客户保存； 一份工程部存档。

G.4 系统维护记录表（地面辐射供暖部分）

客 户			合同编号	
工程地址				
施工员			竣工日期： 年 月 日	
维护类型				
管道规格			分水器类型、规格	
项目	序号	内容	方法	结果
主控项目	1			
	2			
	3			
评定结果	维护人员： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>			
客户验收 结论	客户或授权人： <div style="text-align: right;">年 月 日</div>			

G.6 地面辐射供暖系统调试、验收单

客户姓名		地暖类型	
工程地址			
施工人员		验收交接日期:	年 月 日
验收项目内容		检验标准	结果
1	地暖管路试压	试验压力: 0.6MPa	
		压力降≤0.06 MPa	
		时间: 1h	
2	锅炉供热	开关机是否正常	
		自动转换是否正常	
		出水温度是否正常	
3	温控系统	电热执行器是否正常工作	
		温控器是否正常工作	
		温度检测是否准确	
4	系统验收	系统运行是否正常	
施工单位检查评定结果	调试人员: <div style="text-align: right;">年 月 日</div>		
客户结论	客户或授权人: <div style="text-align: right;">年 月 日</div>		

注：本单一式二份。一份客户保存；一份工程部存档。

资料：1、采暖系统操作指南 2、产品说明书及质检证书等。

签收（客户或授权人）： 年 月 日

本标准用词说明

1.为便于在执行本标准时区别对待，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：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2. 条文中指定应按其它有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

1. 《辐射供暖供冷技术规程》 JGJ142
2. 《冷热水用分集水器》 GB/T 29730
3. 《电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范》 GB50254
4. 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB50303
5. 《地辐射供暖木质地板铺设技术和验收规范》 WB/T 1037
6. 《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》 GB/T 18991
7. 《建筑结构荷载规范》 GB 50009
8. 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB50736

标准上一版编制单位及人员信息

DGJ08-2161-2015

主编单位：上海市建筑材料行业协会

华东建筑设计研究院有限公司

参编单位：威能（北京）供暖设备有限公司

上海航天舒室环境科技有限公司

丹佛斯（上海）自动控制有限公司

中国威文-佛山协和安固管件有限公司

上海惠顿工贸有限公司

上海伟星新型建材有限公司

同济大学

上海制冷学会

上海林内有限公司

上海健牌鹿铃建筑装饰工程有限公司

大金（中国）投资有限公司

安徽安泽电工有限公司

泰科热控（上海）贸易有限公司

爱康企业集团（上海）有限公司

曼瑞德自控系统（乐清）有限公司

雅克菲（上海）热能设备有限公司

瑞好聚合物（苏州）有限公司

盛世博扬（上海）暖通科技有限公司

艾欧史密斯（中国）热水器有限公司

界石节能科技（上海）有限公司

上海博韬冷暖工程有限公司

上海新昂工贸有限公司

主要起草人：马伟骏 谭洪卫 陆 燕 蔡龙俊 林 峰

颜惠平 陈传隆 陈立楠 李光宇 王 宏

胡仰耆 沈列丞 王浩东 李大治 马海峰
陈晓波 柴淑卿 姚水良 程乃亮 刘惠峰
胡广宇 吴 燕

上海市工程建设规范

地面辐射供暖技术标准

DGJ-XXX-2014

条文说明

2014- -

目 次

1 总则	.....
3 设计	.....
3.1 一般规定	.....
3.2 热负荷计算	.....
3.3 热源	.....
3.4 供暖地面构造与加热管敷设	.....
3.5 分水器、集水器及附件设计	.....
3.6 热计量与自控	.....
3.7 电气设计	.....
4 材料	.....
4.2 加热管质量要求	.....
4.5 电加热元件材料	.....
5 施工	.....
5.1 一般规定	.....
5.2 前端管、加热管、毛细管网安装	.....
5.3 分水器、集水器与混水系统安装	.....
5.4 电加热元件安装	.....
5.5 绝热板、预置沟槽保温板与预制复合模块敷设	.....
5.6 填充层施工	.....
5.7 面层施工	.....
6 调试与验收	.....
6.1 一般规定	.....
6.2 施工质量中间验收	.....
6.3 系统压力试验	.....
6.4 调试与验收	.....

Contents

1	General	•••••
3	Design	•••••
3.1	General requirements	•••••
3.2	Heating load calculation	•••••
3.3	Heat source	•••••
3.4	Heating floor structure and heating pipe layout	•••••
3.5	Design of water distribution, collection manifold and its accessories	•••••
3.6	Heat metering and automatic control	•••••
3.7	Electrical Design	•••••
4	Materials	•••••
4.2	Heating pipe quality requirements	•••••
4.5	Material of electric heating elements	•••••
5	Construction	•••••
5.1	General requirements	•••••
5.2	Installation of front-end pipe, heating pipe and capillary tube mat	•••••
5.3	Installation of water distribution, collection manifold and water mixing system	•••••
5.4	Layout of insulation board, pre-grooved insulation board and composite mould board	•••••
5.5	Construction of filled course	•••••
5.6	Construction of covering course	•••••
5.7	Installation of heat metering device and temperature control system	•••••
6	Commissioning and acceptance	•••••
6.1	General requirements	•••••
6.2	Construction quality mid-term acceptance	•••••
6.3	Hydronic pressure testing for system	•••••
6.4	Commissioning and acceptance	•••••

1 总 则

1.0.1 随着社会经济持续发展和人民生活水平不断提高，上海市冬季供暖需求日益扩大，地面辐射供暖作为一种舒适度较高的供暖方式，正越来越多地在居住和公共建筑内应用。为使地面辐射供暖工程更好地适应上海市的应用特点，又能使系统的设计、材料、施工以及调试和验收等更加规范，故在国家规程的基础上，特制定本标准。

上海市居住和公共建筑供暖的特点为：供暖周期短、间歇供暖、局部供暖、户间传热情况普遍，体现了夏热冬冷地区供暖的共性，因此在地面辐射供暖系统设计、选材与安装时，更应重视地区的差异性、安全性和节能性。

1.0.2 本标准仅适用于以低温热水为热媒或以发热电缆为热源的地面辐射供暖系统。对于改建工程，应复核楼板结构荷载。

1.0.3 本标准是在国家《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142的基础上，结合上海市应用特点制定的地方性规程。基于描述完整性的需要，本标准中仍有与国家规程重复之处，对于两标准中的不同处，应优先执行本标准。

3 设计

3.1 一般规定

- 3.1.1 本条规定了地面辐射供暖系统热负荷计算原则。由于上海市的供暖系统普遍呈现间歇供暖、局部供暖和户间传热现象，它们影响着系统的热负荷，故应充分考虑这些因素，使系统更符合实际需求。热负荷计算方法见第“3.2节”的内容。
- 3.1.2 热源选择应考虑上海市的气候、能源政策、能源类别、能源价格等因素。空气源或地源热泵、燃气采暖热水炉、热水锅炉以及电能等均为备选热源，设计时应结合工程具体情况和能源政策进行技术经济比较。此外，热源提供的参数宜与地面辐射供暖系统的水温等设计参数匹配，避免能量转换，减少能量损失。
- 3.1.3 供水温度不大于 55°C 和供、回水温差不大于 10°C 是为了延长加热管的使用寿命，提高室内热舒适性和确保地面温度均匀。
- 3.1.4 热水地面辐射供暖系统的主要型式有集中式和户式二种，考虑到设备的实际承压能力（如一般燃气热水炉为 0.2 MPa ，小型热泵为 0.2 MPa ）和集中式系统一般按压力划分系统的原则，所以本条规定了相应的系统承压要求。
- 3.1.5 地表面平均温度计算值主要由舒适度确定，计算公式和推荐值经过大量工程应用证明是合适的，故引用了国家规程中的值。当房间单位面积热负荷过大、地面布管又受限制时，不应通过提高地表面温度来增加系统供热量，以免地表面温度过高引起不舒适感和不安全性，应采取其他辅助供暖措施，满足室温要求。
- 3.1.6 自控装置是满足系统安全、人员舒适和节能要求的有效手段，只有热源和室温同时受到有效控制，才能达到上述目的。
- 3.1.7 此条要求是住宅设计必须遵循的原则，其目的是为了实现分户计量和便于维护。户内环路划分应以房间功能为单元，较小房间的环路（如浴厕间）可纳入其他环路，以免环路过多。
- 3.1.8 规定发热电缆的线功率不应大于 20W/m ，是为了确保使用寿命和地表面温度不超过最高限值。
- 3.1.9 规定了电热模块工作时的表面温度限值，是为了避免电热模块局部温度过高。
- 3.1.10 发热电缆用电为季节性负荷，与其他用电设备分设回路，有利于设备维护。
- 3.1.11 此条为了防止过载、短路及漏电导致人身伤害及财产损失。

3.1.12 对于发热电缆和电热模块提出接地屏蔽层的要求是为了确保人身安全，防止人体受到较强的电磁辐射。发热电缆虽敷设在地面内，其接地线也必须与配电系统的接地线连接。当发热电缆受到外力导致绝缘层破损时，可通过配电回路设置的剩余电流保护器防止发生意外事故。

3.1.13、3.1.14 此条文规定了直接采用电加热的地面辐射供暖时温度传感器的设置要求，本条文适用于发热电缆、电热模块等辐射采暖末端，但不包括电采暖炉等直接电加热热源系统。

3.2 热负荷计算

3.2.1 本标准主要针对民用建筑，所以给出了民用建筑耗热量计算内容。

3.2.3 公式 3.2.3 是按稳态传热计算围护结构耗热量的基本公式，公式中的围护结构传热系数 K 值应满足上海市现行《公共建筑节能设计标准》DGJ08-107 中的围护结构传热系数的要求；住宅建筑围护结构的传热系数 K 值应满足上海市现行《居住建筑节能设计标准》DGJ 08-205 的要求。室内计算温度 t_n 宜按附录 A 中的推荐值选取，此值已考虑了辐射供暖室内计算温度可比对流供暖室内计算温度低 $1\sim 2^\circ\text{C}$ 。室外计算温度 t_w 是根据《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736 附录 A 中的气象资料。上海市崇明县（包括崇明岛，长兴岛，横沙岛）是滨海岛屿，冬季室外气温比以上统计值略低些，故对其室外设计计算温度作适当调整。温差修正系数 a 的选取见表 3.2.3。

表 3.2.3 温差修正系数 a

围护结构特征	a 值
外墙、屋顶、地面以及底面接触室外空气的架空或外挑楼板等	1.00
闷顶楼板、与室外空气相通的非供暖地下室上部的楼板等	0.90
与有外门窗的非供暖楼梯间相邻的隔墙（1~6 层建筑）	0.60
与有外门窗的非供暖楼梯间相邻的隔墙（7~30 层建筑）	0.50
非供暖地下室上面的楼板，地下室外墙上无窗时	0.75
非供暖地下室上面的楼板，位于室外地坪以上，且地下室外墙上无窗时	0.60

非供暖地下室上面的楼板，位于室外地坪以下，且地下室外墙上无窗时	0.40
与有外门窗的非供暖房间相邻的隔墙	0.70
与无外门窗的非供暖房间相邻的隔墙	0.40
伸缩缝墙、沉降缝墙	0.30
防震缝墙	0.70

注：设于围护结构上的门窗，温差修正系数按所在围护结构取值。

3.2.4 该条文表明了供暖房间与邻室之间有一定温差时，应进行传热量计算。

3.2.5 关于围护结构的附加耗热量说明如下：

1 朝向修正率是基于太阳辐射的有利条件，南、北向房间的温度平衡以及人体实际感受情况。考虑到上海市冬季的日照率较低，建筑密度大，向阳的围护结构被部分遮挡的实际情况，给出了不同朝向合适的修正率范围；

2 风力附加率是基于较大的室外风速会引起围护结构外表面换热系数大于 $23\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ 而增加的附加率。上海市崇明县（包括崇明岛、长兴岛、横沙岛）等滨海岛屿地区，冬季室外风速大，故可考虑对所有垂直外围护结构进行附加；

3 高层建筑外窗的风力附加率是考虑上海市高层建筑较多的情况。气象资料中给出的冬季室外风速是指地表面以上 10m 处的风速，随着高度的增加，室外风速也会增加。此项附加是针对三十层及以上，或高度大于等于 100m 的建筑物，且仅对十五层以上或 50m 以上的外窗进行风力附加；

4 窗墙比过大的附加率是考虑了外窗面积较大导致供暖房间冷辐射面也大，降低了热舒适性的缘故。

5 外门附加率适用短时间开启的外门，阳台门不应计入外门附加；开启较频繁的公共建筑，由于冷空气侵入量较多，宜按 500% 取值。

3.2.6 地面供暖的散热量中约有 50% 仍为对流散热，故宜考虑适当的高度附加。高度附加率是对供暖房间（或供暖区域）围护结构耗热量的附加，而不是附加在围护结构基本耗热量上。

3.2.7 间歇附加率是考虑热水地板辐射供暖系统的热惰性很大，从运行开始到供暖房间达到室温要求需要较长时间，故一般希望供暖系统连续运行。当人员不在房间的一定

时段内，可采用低负荷运行；该项附加的目的是为了缩短室温达到要求的时间；住宅建筑按连续运行考虑。

间隙附加率也是对供暖房间（或供暖区域）围护结构耗热量的附加，而不是附加在围护结构基本耗热量上。

3.2.8 此式给出了供暖房间（或供暖区域）围护结构耗热量计算公式。

3.2.9 渗入公共建筑室内冷空气的耗热量，应按现行《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中的附录 F 计算；对于住宅建筑，渗入新风量可按公式（3.2.9-2）进行计算。

$$L = KV \quad (3.2.9-2)$$

式中 K ——换气次数（次/h），可按表 3.2.9 取值。

表 3.2.9 渗入冷空气换气次数 K 值

人均居住面积 F_p ($\text{m}^2/\text{人}$)	K 值 (次/h)
小于等于 10	0.70
大于 10，小于等于 20	0.60
大于 20，小于等于 50	0.50
大于 50	0.45

V ——房间体积 (m^3)；

3.2.10 对于户间传热，依据模拟分析和运行经验，需附加供暖热负荷，但附加量不应超过房间供暖热负荷的 50%。

3.3 热源

3.3.1 能源的形式有多种，在“双碳”目标的指引下，地面辐射供热热源应优先采用可再生能源、电力驱动热泵，并通过技术经济性分析确定热源形式。

3.3.2、3.3.3 合理利用能源、节约能源、提高能源利用率是我国的基本国策。直接将燃煤发电生产出的高品位电能转换为低品位热能进行供暖，能源利用效率低，是不合适的。本条文指出只有符合本条所指的特殊情况时方可采用。采用低谷电作为直接电加热式供暖设备电源的居住建筑不属于此条约束范围。

- 3.3.4 空气源热泵机组性能应符合冬季设计工况性能系数的要求；机组的能效比应符合《建筑节能与可再生能源利用通用规范》GB 55015、上海市《公共建筑节能设计标准》DGJ08-107、国家《公共建筑节能设计标准》GB 50189 和《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 中的有关要求；机组出水温度不宜高于 45℃；在满足使用要求的条件下，最大限度提高系统能效比。
- 3.3.6 燃气采暖热水炉应满足国家标准《燃气采暖热水炉》GB 25034 或《家用燃气快速热水器》GB 6932 中的有关要求。

3.4 供暖地面构造与加热管敷设

- 3.4.1 本条列出了供暖地面构造层的基本组成，详见附录 B。地面的具体构造应根据它所在位置和采用的供暖形式确定，例如绝热层、填充层不一定每种构造层都有，不同的地面供暖形式有不同的构造层。
- 3.4.2 强调与土壤接触的底层、直接与室外空气接触的楼板、与非供暖房间相邻的地板为供暖地面时必须设置绝热层，是为了减少供暖地面的无效热损失。设置防潮层是为了保证绝热层的绝热效果。
- 3.4.3 为减少无效热损失和户间传热，并考虑了上海市冬季室外温度与寒冷地区的差异，本条给出了各类型供暖地面绝热层的最小热阻值。
- 3.4.4 填充层之上一般需另设找平层。若填充层施工平整度符合上部铺设地板的要求，则可直接铺设地板。

无防水要求的非潮湿房间，水泥砂浆填充层可兼作面层找平层，以减少地面厚度和热阻，此时水泥砂浆填充层施工要求平整度较高。当地砖或石材面层采用粘贴工艺时，与其粘接的水泥砂浆填充层应与面层施工同时进行。

潮湿房间是指卫生间、洗衣间、浴室、游泳池池边区等。

规定加热电缆不能紧贴绝热层，是为了加强电缆向四周散热，保证供热效果。且加热电缆如因供暖地面上部被地毯等遮挡影响向上散热效果，紧贴电缆的绝热层又阻挡向下散热，会产生电缆局部过热现象，影响加热电缆的寿命。电热膜不宜与绝热层直接接触。

3.4.5 面层为木地板时，若加热管与木地板之间无均热层的水平传热作用，会影响加热管对空间的散热能力、也会导致地板下表面的局部温度过高。由于供水温度上限为 55°C ，过高的温度或过高的温差都会影响地板的使用寿命。

面层为瓷砖、地毯、软木地板或塑料地板等脆性或软性材质时，在均热层和面层之间铺设保护层，是为了防止脆性面层受压开裂或软性面层局部受压出现凹陷。

保护层材料和厚度的选择应确保其抗压强度不小于 M10。一般采用厚度 $\geq 8\text{mm}$ 的砂浆基纤维加强板材，如硅酸钙板、纤维增强水泥板等。

3.4.6 毛细管网的支管较细，若无专用的 PE 模板保护，在地面大面积施工时难度极大，质量无法保证，故必须配以模板加以保护。毛细管间距设定为 20mm 是为了散热均匀且可降低供水温度。

3.4.7 水泥、陶瓷砖和石料面层的热阻约为 $0.02\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ；木地板面层的热阻约为 $0.1\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ；地面上铺地毯时，热阻约为 $0.15\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ；发热电缆、电热模块地面辐射供暖系统的面层材料热阻宜小于 $0.05\text{ m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ ，限制其热阻有助防止电缆过热。面层材料对地面散热量影响较大，采用热阻小的材料利于供暖地面散热。

3.4.8 共用立管设置在户外公共空间中的管道井内是为了管理方便。每户入口装置仅为本户使用，可方便用户调节户内系统的流量。户内一般只配置一套一次分水器、集水器，特大户型可配置多套一次分水器、集水器。

3.4.9 独立热源常为户式燃气采暖热水炉，其配套的水泵一般不为地面辐射供暖系统专用，故应采用混水技术等手段解决系统性能参数匹配问题。独立式住宅也可能采用热泵为热源，设计时应根据户内系统的要求自行选择水泵等设备；当采用其他热源时，也应合理选择水泵等设备，并满足系统承压要求。

3.4.10 加热管采用较小敷设间距，是为了使地面温度均匀。

加热管的最小弯曲半径有一定限值，例如塑料管和铝塑复合管不宜小于6倍管外径。当根据负荷特性计算出的管间距小于此数值时，建议采用回折型布管方式。

低温热水供暖系统推荐优先采用回折型布管形式，回折型的布管方式转弯少，系统阻力损失小，回折型布管方式地表面温度均匀，温度梯度小，总体受热伸缩均匀，且不受管材允许弯曲半径的限制。

平行型的布管方式，转弯多且地面随管道布置走向有温度梯度，较多的弯头将增加系统阻力损失，管道转弯时因为是 180 度，受最小弯曲半径的限制，管道布置间距不能小于 2 倍的最小弯曲管径。

在满足地表面平均温度不高于限值的前提下，水温较高，所需管间距较大，管间距较小，地面温度较均匀；混凝土埋入式的填充层对地表面温度均匀有利。

加热管是无坡度敷设的，因此管内流速不应小于 0.25m/s，以保证空气能被水流带走并在集水器排除。

3.4.11 在满足地表面平均温度不高于限值的前提下，水温较高，所需管间距较大，管间距较小，地面温度较均匀。混凝土埋管式的填充层对地表面温度均匀有利，预制轻薄保温板供暖地面的温度均匀性稍差。住宅供暖对地表面温度均匀的要求较高，公共大厅等场所要求相对较低。本标准对加热管最大间距未明确限制，设计时应根据上述原则确定。附录 C 仅给出了不同面层材料、不同加热管材、管间距不大于 300mm 时的散热量数据，一般情况下不应超过此间距值。

3.4.13 由于发热电缆各段发热功率及温度相同，因此无需采用回折型布置；温度要求不同的房间或区域不共用一根发热电缆并独立温控，以提高舒适度并利于节能。

3.4.14 如卫生洁具等落地固定设备、无腿家具，因占压地面易导致局部过热，尤其影响发热电缆使用寿命。

3.4.15 此措施是为了确保发热电缆地面辐射供暖系统的安全。

3.4.16 公式 3.4.16-1 和 3.4.16-2 反映了在房间负荷及发热电缆总安装功率确定的前提下，房间电缆敷设面积、电缆线功率、电缆长度及电缆间距之间的关系。选用线功率较大的发热电缆，电缆间距较大，电缆长度较短，反之亦然。设计师可根据地面温度均匀性、地面材料、造价、厂家产品规格等条件选择不同的组合，但电缆线功率及间距应满足第 3.1.8、3.4.18 条的要求。

地板辐射供暖升温相对较慢，对于间歇供暖带来的升温速度要求，可通过增加安装功率来予以改善，但不宜过大，因此对 β 值限制为小于等于 1.5。

3.4.17 房间内靠近外窗、外墙处热负荷较大，家具一般较少，加密敷设电缆利于平衡外区热负荷。

3.4.18 限制发热电缆与外墙之间最小间距,是为了避免电缆与外墙的垂直保温膨胀带接触,影响电缆散热导致局部过热。发热电缆与内墙面之间的间距不宜过小,不仅可为水、电管线附设预留位置,也可防止靠墙布置的无腿家具对发热电缆的占压,防止电缆局部过热。限制发热电缆最大间距是为了保证地面温度均匀;限制发热电缆最小间距是为了防止局部地面过热及保护电缆。

3.4.19 本条引用自现行行业标准《低温辐射电热膜供暖系统应用技术规程》JGJ 319。也是为了避免电热模块温度过高影响使用安全。

3.4.20 所需电热模块数量计算结果为小数时,取整数部分加 1 确定铺设数量。

3.5 分水器、集水器及附件设计

3.5.1 限制分支环路数量是为了避免分水器、集水器内的流速过大,以利各支路水力平衡与空气排除。

3.5.2 安装流量调节阀是为了调节各支路加热管的流量,满足水力平衡的要求。

3.5.3 热源参数应与系统要求匹配。如热源采用燃气采暖热水炉时,其配套的水泵一般不是专为地面辐射供暖系统所用,故应采用混水装置等措施来满足系统要求。

3.5.4 本条对热水系统(分水器、集水器和整个环路)的压力损失提出了计算要求。加热管的压力损失计算公式如下:

$$\Delta P = \Delta P_m + \sum P_j \quad (3.5.4-1-1)$$

$$\Delta P_m = L \cdot R \quad (3.5.4-1-2)$$

$$R = \frac{\lambda}{d} \cdot \frac{\rho v^2}{2} \quad (3.5.4-1-3)$$

$$P_j = \xi \frac{\rho v^2}{2} \quad (3.5.4-1-4)$$

式中 ΔP ——加热管的压力损失 (Pa);

ΔP_m ——摩擦阻力损失 (Pa);

P_j ——局部阻力损失 (Pa);

L ——管道长度 (m);

R ——比摩阻 (单位长度摩擦阻力损失) (Pa/m);

λ ——摩擦阻力系数;

d ——管道内径 (m) ;

ρ ——水的密度 (kg/m^3) ;

v ——水流速 (m/s) ;

ξ ——局部阻力系数。

塑料管和铝塑复合管的摩擦阻力系数, 可近似按下列公式计算:

$$\lambda = \left\{ \frac{0.5 \left[\frac{b}{2} + \frac{1.312(2-b) \lg 3.7 \frac{d_n}{k_d}}{\lg \text{Re}_s - 1} \right]}{\lg \frac{3.7 d_n}{k_d}} \right\}^2 \quad (3.5.4-2-1)$$

$$b = 1 + \frac{\lg \text{Re}_s}{\lg \text{Re}_z} \quad (3.5.4-2-2)$$

$$\text{Re}_s = \frac{d_n v}{\mu_t} \quad (3.5.4-2-3)$$

$$\text{Re}_z = \frac{500 d_n}{k_d} \quad (3.5.4-2-4)$$

$$d_n = 0.5(2d_w + \Delta d_w - 4\delta - 2\Delta\delta) \quad (3.5.4-2-5)$$

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 ——管子的当量绝对粗糙度 (m), 铝塑复合管和塑料管: $k_d = 1 \times 10^{-5}$ (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 ——管壁厚度 (m) ;

$\Delta \delta$ ——管壁厚度允许误差 (m)。

3.6 热计量与自控

3.6.1 设置热量表和温控装置是为了提高室内舒适性和节能。

1 以集中供热为热源的地面辐射供暖系统，应设置楼栋热量表、分户热量表和分室温控装置。

2 以燃气采暖热水炉、热泵机组制备热水或电热为热源的独立供暖系统，燃气量和电量应分户计量。

3 热计量与控制示例见附录 E。

4 热量表的性能应符合《供热计量技术规程》JGJ173 的相关规定。

3.6.2 发热电缆地面辐射供暖系统应符合相关电气安全标准要求。发热电缆单元限温控制是为了防止电缆过热而引发安全事故；独立供暖区域分设温控器是为了更好地控制室温；发热电缆敷设密度不同的区域宜分别采用地面温控器，防止局部地面过热和温度不均。

3.6.3 发热电缆温控器应设置在附近无散热体，周围无遮挡物，不受风直吹，不受阳光直晒，通风干燥、能正确反应室内温度的位置；不宜设置在外墙上，设置高度宜距地 1.4m。地温传感器不应被家具等覆盖或遮挡，宜布置在人员经常停留的位置。

3.6.5 加热电缆、电热模块的温控比热水系统容易实现，且更加必要，因此均应设置温控。供暖地面有一定的蓄热能力，室温控制不可能也不要要求高精度，完全可以采用相对简单的通断自动控制。

需要限制地表面温度的场合，指采用热阻很大的实木地板面层，或用户有可能在地面上大面积铺设阻挡散热的地毯等，有可能引起电加热元件过热的情况。

当潮湿房间过小，不能满足该区域电气设备安装的要求时，应采用地面温度控制方式，将温控器的外置型传感器（地探头）埋设在房间供暖地面中，控制器设在潮湿房间外的墙面上。

控制加热电缆的地温型温控器可以根据实际室温和气候变化等因素人为改变温度设定值，因此在设置室温型温控器有困难时，可以采用地温型温控器代替，虽然不够精确，但在负荷稳定时也能将室温控制得相对稳定。

浴室、带沐浴设备的卫生间、游泳池等潮湿区域，温控器及温度传感器的防护等

级和设置位置应符合《民用建筑电气设计标准》GB51348 的规定，在 0 区内应至少为 IPX7，在 1 区或 2 区内应至少为 IPX4，在公共浴池 2 区内应至少为 IPX5。当不能满足要求时，应采用地温型温控器。

3.7 电气设计

3.7.1 加热电缆地面供暖系统，应充分发挥电热容易控制的特点，根据需要各房间单独控制需求不同的室温或单独手动通断供暖回路，可提高舒适度，并利于节能。因此每个房间宜独立设置加热电缆回路，提供各房间独立控制的条件；但每根加热电缆的规格有一定限制，且最大工作电流不应超过所选温控器的额定电流，所以热负荷较大的房间根据需要可分设成两根或多根独立加热电缆回路。

3.7.2 加热电缆的接地线必须与配电系统的 PE 线连接，当出现绝缘破损等情况导致有泄漏电流产生时，可通过相关配电回路设置的剩余电流保护装置进行保护。本条包括加热电缆供暖系统、电热膜块供暖系统，这些地面供暖的场所均应做辅助等电位连接以减小电击风险。

3.7.3 本条参考 GB/T16895.34 第 753.411.1 条拟定。

3.7.4 线路的敷设方式应满足电气安全要求，导线保护管的管径选择应满足电气相关标准的要求。与加热电缆、电热模块地面供暖系统的设备或元件连接的部分宜采用柔性金属保护管敷设，柔性保护管长度应满足验收标准要求。

3.7.6 智慧建筑、智慧住宅建设对供暖的舒适、节能、优化运行和智能化管理都提出较高要求；为实现低碳减排目标，必须对建筑能耗进行有效的统计分析和控制。随着计算机网络技术的发展和加热电缆、电热模块产品的不断完善，地面供暖网络集控系统日趋成熟。网络集控系统可采用有线或无线组网方式，网络温控器既可以在房间内就地操作，也可以通过网络远程控制。设置地面供暖网络集控系统，可以监控房间的温度变化，进行实时调控从而实现远程监控和智能化管理。当大面积采用加热电缆、电热模块地面供暖时，通过对总负荷的实时检测，充分利用地面供暖系统的蓄热能力，对电热设备的投入进行分时分段控制，以削减电网高峰时段用电负荷，填补低谷时段负荷。

4 材料

4.2 加热管质量要求

4.2.2 系统用管分前端管和加热管两类。前端管也称“主供、回水管”，用于连接热源和分水器、集水器；加热管是指分水器、集水器之间的管道。前端管可选择 PB、PB-R、PE-X、PE-RT、铝塑复合管、PPR、PP-R 塑铝稳态管、PP-R 纤维增强复合管（F-PPR）等

管材；加热管可选择 PB、PB-R、PE-X、PE-RT、铝塑复合管等管材。当选用铝塑复合管时，宜使用对接焊式铝塑复合管。

4.2.3 化学水处理可有效减少供暖水系统中的氧气，抑制细菌滋生和金属电离腐蚀，提高系统供热效果。化学保护剂应满足生活废水排放标准的要求。

4.5 电加热元件材料

4.5.2、4.5.3 加热电缆标识包括商标和电缆型号。冷热线接头为加热电缆的薄弱环节，应由专用设备和工艺方法加工，严格控制质量，不应在现场简单连接，以保证安全性、机械性能达到要求。应将冷热线以及接头作为一体进行检测，还应对接头位置设明显标识。

5 施 工

5.1 一般规定

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

5.1.4 本条主要对地面供暖系统的管材、管件、发热电缆、电热模块、设备等在施工过程中存放、装卸和运输等事项作出了原则性规定，目的是防止它们受到损坏。

5.1.5 各种加热管，虽然都具有耐酸、碱腐蚀能力，但油漆、沥青和一些化学溶剂对塑料等有较强的损坏作用，因此须严格防止这类物质接触加热管、发热电缆和电热模块。

5.1.6 施工环境温度不应过低的原因如下：

1 塑料管及管网的物理性能如韧性、抗弯曲性能一般随环境温度降低而变差，导致施工困难；

2 当环境温度低于 5℃时，较难保证混凝土填充层的施工和养护质量。如采取某些技术措施来确保混凝土的施工质量，会增加工程造价；

3 当环境温度低于 0℃时，易造成系统水冻结，损坏管材。

5.1.7 此条要求是为了防止填充板、加热管、毛细管网、发热电缆与电热模块被损坏。

5.1.8 基层地面是否平整会影响绝热板铺设和填充层的施工质量。地面的平整及杂物清理，应由土建施工单位完成，在经地面供暖施工单位验收合格后，再进行绝热层铺设工序。当平整度达不到要求时应采取相应措施，合格后才可进行下道工序。

5.1.9 此条要求是为了保护加热管、发热电缆和毛细管网，免遭损坏。若施工中已设置了保护管道与管网的固定模板，则无此要求。

5.1.11 潮湿房间是指卫生间、洗衣间、浴室、游泳池池边区等。防水措施可采用防水挡坎，穿墙管线洞口密封措施等。

5.1.12 供暖地面电加热元件的施工单位的专业安装资质，指具有政府主管部门颁发的建筑企业资质证书等。因各类型电加热元件有其特殊施工要求，因此生产企业应负责进行技术培训和技术指导。

5.2 前端管、加热管、毛细管网安装

5.2.1 本条规定了必须按照设计图纸施工的基本要求，旨在确保地面供暖系统的供暖效果。

5.2.3 管道切割不好，端面不平整，与管轴线不垂直，都会影响管道的连接质量，造成渗漏或流通截面减小，为此提出了操作要求和质量标准。

5.2.6 为确保加热管各种接头与加热管具有相同的使用寿命，本条提出了前端管、加热管、毛细管网在施工验收后发现损坏需增设接头时应采取的补救措施。此外，为防止接头再一次渗漏，规定在图纸上必须标明位置，以便维护。

5.2.8 在分水器、集水器附近和门洞、走道等部位，常有较多管道汇集或经过，易造成局部地表面温度过高。设置保温套管后，增大了热阻，地表面温度将相应降低。

5.3 分水器、集水器与混水系统安装

5.3.7 分水器、集水器的位置应利于系统排气。

5.4 电加热元件安装

5.4.1 应检查每根电缆或每片电热模块的电阻和绝缘电阻，是为了确定电加热元件无断路、短路现象。电阻和绝缘电阻测试在施工和验收过程中应进行3次：加热电缆或电热模块安装前（见本条），加热电缆或电热模块安装后隐蔽前（见第5.4.4条），填充层施工后（见第5.6.9条）。

5.4.2

成卷的电缆在未铺设前有搭接状态，有时由于环境温度过低，为便于施工需要通电使电缆升温后再铺设；此时应将电缆整理至无搭接状态才允许通电，目的在于保护加热电缆，以避免搭接时温度过高损坏电缆。每根加热电缆已经按照设计选型确定了电缆的长度和功率，冷热线及其接头已经在工厂加工完成和连接，不需要也不允许现场裁剪和拼接。现场裁剪拼接有可能使电缆损坏，通电后带来严重后果。如在竣工验收后，意外情况下出现电缆破损，必须由电缆厂家用专用设备和特殊方法处理。目的是防止热线在套管内发热，影响寿命和安全性能。

施工现场环境往往条件较差，难以保证导线连接和电气绝缘的质量，因此严禁在施工现场对电热模块进行剪裁、连接导线及电气绝缘等操作，应在生产厂内或与厂内环境条件相当的现场操作间内完成这些工作。

5.4.4 填充层和面层施工前，应对电加热系统进行全面检测

5.4.7 每根发热电缆的长度和功率在出厂前是根据设计确定的，且冷线与热线的接头应已加工完毕，不允许在施工现场剪裁或拼接，否则发热电缆的电阻可能会变小，导致功率增大、电流加大，留下安全隐患甚至事故。

5.4.13 加热电缆的冷热线接头在地面下暗装的目的，是防止热线在地面上发热，形成安全隐患。同时，电缆出地面后就难以保证间距。接头处避免弯曲是为了确保接头通电时产生的应力能充分释放。

5.5 绝热板、预置沟槽保温板与预制复合模块敷设

5.5.2 预制沟槽或预制复合模块铺设时，可直接将同规格的标准模板拼接在楼板基层上。当标准模板的尺寸不能满足要求时，可用工具刀按所需尺寸裁割，再对齐铺设。

5.5.3 管道安装前管帽应密封完好，以确保管道在运输和保存时不被污染。

5.6 填充层施工

5.6.4 在与内墙、外墙、过门、柱等垂直构件交接处的伸缩缝填充材料，宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料。伸缩缝填充材料连接应采用搭接方式，搭接宽度不应小于 10mm。与墙、柱交接处的伸缩缝填充材料应有可靠的固定措施，与地面绝热层连接应紧密。当地面面积超过 30m²或边长超过 6m 时，伸缩缝可采用以下敷设方法：

1 填充材料宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料或弹性膨胀膏。敷设时可先用 8mm（宽）×80mm（厚）木板做伸缩缝，待填充层终凝后取出木板，再填充高发泡聚乙烯泡沫塑料或满填弹性膨胀膏。

2 伸缩缝填充材料采用聚乙烯泡沫塑料板时，厚度应大于等于 15mm。

5.6.5 在浇筑填充层的同时，应找平地面。地面找平一般可以分为两种：一种是原始的水泥砂浆地面找平，另一种是自流平水泥找平，两者都是通过找平使建筑物的地面平整度达到标准。2m 靠尺内落差 ≤ 3mm 的地面为合格。施工员应穿软底鞋，工具采用平头铁锹以避免损伤管道。

5.6.8 水泥砂浆填充层的要求引自现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 中的有关规定；混凝土填充层的要求引自现行行业标准《地面辐射供暖技术规程》JGJ142 中的规定。

5.7 面层施工

5.7.1 本条规定了地面供暖宜采用的地面装饰面层材料的种类，避免因材料选择不当，造成供暖不足或经济损失。

5.7.2 对面层施工提出注意事项是为了避免面层施工时损坏加热管。预留伸缩缝是为了给装饰面层材料预留受热膨胀时需要的空间。

6 调试与验收

6.1 一般规定

6.1.1 施工单位提供的资料包括施工过程中隐蔽工程的验收资料等。

6.1.7 提供自限温发热电缆温度-电阻曲线，是为了在验收时进行电阻测试，比较其与标准值的偏差程度。要求提供温度-功率曲线是为校核在地面供暖正常运行时的加热功率。

6.2 施工质量中间验收

6.2.1 前端管、加热管、毛细管网、预制沟槽保温板或预制复合模块、发热电缆均敷设在填充层或面层内，应按隐蔽工程要求进行质量检验与中间验收，只有在合格后才允许施工。

6.2.2 该条文具体规定了中间质量验收项目。所含内容应根据各道工序完成时逐项验收，并有完整的工序检验与验收记录。

6.3 系统压力试验

6.3.2 住宅中的系统水压试验一般以每户为单位；公共建筑内有多组分水器、集水器时，应以每组分水器、集水器为单位进行试压。

6.3.3 水压试验宜采用手动泵缓慢升压，升压过程中应随时观察和检查，不得有渗漏。

6.3.4 本条规定水压试验分为强度试验和严密性试验两种，试验方法如下：

1 强度试验：系统充满清洁水，排除空气，用压力泵将压力增至试验压力，其后每间隔10min使压力回升至试验压力，共2次，时间共30min；从试压开始30min到60min间隔内，试验压力降不得大于0.06MPa；

2 严密性试验：严密性试验是在强度试验完成后的2h内进行观察，其间的压力降不得大于0.02MPa。

6.4 调试与验收

6.4.1 为了避免损坏系统，在未经调试与验收前，严格禁止随意启用系统。

6.4.2 调试与试运行的目的是使系统的水力工况和热力工况达到设计要求，因此须具备养护期结束、正常供暖和供电等条件。

6.4.4 在第一个冬季系统初次使用时，带负荷调试是为了进一步检验工程设计与施工质量的重要环节，必须认真进行。试运行中，初次供水的水温应严格控制，同时，升温过程一定要保持缓慢，确保填充层等逐步适应温升过程。

6.4.6 地面供暖存在辐射传热和对流传热同时作用，所以既不能单一以辐射强度来衡量，也不能简单地以室内空气的干球温度作为考核的依据。为此，本条规定必须用能同时反映辐射和对流综合作用的黑球温度作为评价和考核供热效果的依据。