重庆市工程建设标准

民用建筑辐射供暖技术标准

Technical standards for building radiant heating

DBJ50/T-299-2018

主编单位：重庆市建设技术发展中心（重庆市建筑节能中心）
重庆建工集团股份有限公司
批准部门：重庆市城乡建设委员会
施行日期：2018年9月1日

2018 重庆

重庆市城乡建设委员会文件

渝建发〔2018〕34号

重庆市城乡建设委员会
关于发布《民用建筑辐射供暖技术标准》的通知

各区县(自治县)城乡建委,两江新区、经开区、高新区、万盛经开区、双桥经开区建设局,有关单位:

现批准《民用建筑辐射供暖技术标准》为我市工程建设推荐性标准,编号为DBJ50/T-299-2018,自2018年9月1日起施行。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理,重庆市建设技术发展中心(重庆市建筑节能中心)负责具体技术内容解释。

重庆市城乡建设委员会

2018年7月2日

前　言

为推动建筑辐射供暖应用，规范建筑辐射供暖的设计、施工和验收，根据《2014 年度重庆市工程建设标准制订修订项目计划(第二批)》(渝建〔2014〕371 号)，重庆市建设技术发展中心(重庆市建筑节能中心)会同有关单位，结合重庆市地方特点及经济发展水平，开展了重庆市地方标准《民用建筑辐射供暖技术标准》的编制工作。编制组通过广泛调查研究，认真总结实践经验，经过初稿起草完善、函询专家意见、公开征求意见、反馈意见论证、优化送审文稿等多个环节，编制完成本标准。

本标准包括 8 章 2 个附录，主要技术内容是：1. 总则；2. 术语和符号；3. 设计；4. 材料和设备；5. 施工；6. 系统试运行与调试；7. 竣工验收；8. 运行与维护。

本标准由重庆市城乡建设委员会负责管理，重庆市建设技术发展中心负责具体技术内容的解释。在本标准执行过程中，请各单位注意收集资料，总结经验，并将有关意见和建议反馈给重庆市建设技术发展中心(重庆市渝中区牛角沱上清寺路 69 号 7 楼，邮编：400015，电话：023－63601374；传真：023－63861277，网址：http://www.cqct.org/index.html)。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查专家

主 编 单 位:重庆市建设技术发展中心
重庆建工集团股份有限公司

参 编 单 位:重庆市设计院
重庆金科设计研究院
重庆电子工程职业学院
重庆建筑工程职业学院
重庆建工住宅建设有限公司
中机中联工程有限公司
中国建筑第七工程局有限公司
重庆中科建设(集团)有限公司
重庆建工第三建设有限责任公司
重庆市基础工程有限公司
重庆城建控股(集团)有限责任公司
重庆建工第九建设有限公司
重庆对外建设(集团)有限公司
重庆建工第二市政工程有限责任公司
重庆新科建设工程有限公司
重庆建工第八建设有限责任公司
重庆科恒建材集团有限公司

主要起草人:董 勇 江 鸿 赵 辉 陈怡宏 周 强
闫兴旺 林学山 彭 红 张 意 艾为学
李克玉 谢厚礼 杨修明 杨元华 刘 伟
周尚永 薛 鹏 骆静文 曾小花 李 丰
吴俊楠 田 霞 王净怡 陈进东 刘民军
何世昌 姜正贵 毛 华 张露露 于海祥
刘小龙 潘 波 王简弘 杨显锋 李光贵

审 查 专 家:谭 平 李 全 吴蔚兰 刘 静 袁 勇
杨 东 邹时畅

目　次

Contents

1 总 则

1.0.1 为规范民用建筑辐射供暖工程的设计、施工、验收和运行维护，做到技术先进、经济合理、安全适用和提高工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于我市新建、改建民用建筑，以热水为热媒、发热电缆为加热元件的建筑辐射供暖工程的设计、施工和验收。

1.0.3 建筑辐射供暖工程的设计、施工和验收，除执行本标准外，尚应符合国家及重庆市现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 辐射供暖 radiant heating

提升围护结构内表面中的一个或多个表面的温度，形成热辐射面，通过辐射面以辐射和对流传热形式向室内供暖的方式。

2.1.2 毛细管网辐射系统 capillary mat radiant system

末端采用细小管道，加工成网状，敷设于地面、顶棚或墙面的一种以水为媒介的辐射供暖系统。

2.1.3 加热管 heating pipe

用于进行热水循环并加热辐射表面的管道。

2.1.4 加热电缆 heating cable

以供暖为目的、通电后能够发热的电缆。

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

在工厂预制的、用于现场拼装敷设加热管或加热电缆的、带有固定间距和尺寸沟槽的聚苯乙烯类泡沫塑料或其他保温材料制成的板块。

2.1.6 加热部件 heating component

敷设在辐射面填充层内或预制沟槽保温板沟槽中的加热管、加热电缆，以及供暖板、毛细管网等的统称。

2.1.7 分水器 primary supply water manifold

用于连接集中供暖系统的供水管和各加热管分支环路的配水装置。

2.1.8 集水器 primary return water manifold

用于连接集中供暖系统的回水管和各加热管分支环路的汇水装置。

2.1.9 输配管 distribution pipe

供暖板地面辐射供暖系统中，在分水器、集水器和供暖板分水、集水装置之间，起中间输配作用的管道。

2.1.10 面层 surface course

建筑地面与室内空气直接接触的构造层，包括装饰面层及其找平层。

2.1.11 找平层 toweling course

在垫层或楼板面上进行抹平找坡的构造层。

2.1.12 填充层 filler course

在混凝土填充式辐射供暖地面绝热层上设置加热部件用的构造层，起到保护加热部件并使地面温度均匀的作用。

2.1.13 绝热层 insulating course

辐射供暖中，用于阻挡热量传递，减少无效热损失，在现场单独铺设的构造层(不包括预制沟槽保温板和供暖板的保温基板)。绝热层分辐射面绝热层和侧面绝热层。

2.1.14 防潮层 moisture proofing course

防止建筑地基或楼层地面下潮气透过地面的构造层。

2.1.15 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。分为填充层伸缩缝、面层伸缩缝。

2.1.16 发泡水泥 porous cement

将发泡剂、水泥、水等按配比要求制成泡沫浆料，浇筑于地面，经自然养护形成具有规定密度等级、强度等级和较低导热系数的泡沫水泥。

2.1.17 填充板 blind board

供暖板地面供暖系统中，与供暖板的保温基板的材质和厚度相同、上面粘贴铝锚的半硬质泡沫塑料板，用于敷设输配管和填充房间内未铺设供暖板的部位。

2.1.18 铝塑复合管 polyethylene -aluminum compound pipes

内层和外层为交联聚乙烯、耐热聚乙烯或聚乙烯，中间层为增强铝管，层间采用专用热熔胶，通过挤出成型方法复合成一体的管材。

2.1.19 电热式控制阀 electrical thermal actuating valve

依靠阀门驱动器内被电加热的温包膨胀产生的推力推动阀杆，关闭或开启阀门流道的自动控制阀，简称热电阀。

2.1.20 自力式温控阀 thermostat valve

可人为设定温度，通过温包感应温度产生自力式动作，无需外界动力调节流量，从而控制室温恒定的阀门，又称恒温控制阀。

2.1.21 温度控制器 thermostat

能够测量温度并发出控制调节信号的温度自控设备，简称温控器。

2.2 符号

2.2.1 热量

q 辐射面单位面积传热量（W/m^2）

q_f 辐射面单位面积辐射传热量（W/m^2）

q_d 辐射面单位面积对流传热量（W/m^2）

q_1 房间所需单位地面面积向上供热量（W/m^2）

q_h 房间单位面积平均户间传热量（W/m^2）

Q 房间热负荷（W）

Q_j 未考虑附加的房间热负荷（W）

Q_1 房间所需地面向上的供热量（W）

Q_2 自上层房间地面向下传热量（W）

P 计算房间的热负荷值（W）

2.2.2 温度

t_{pj} 辐射面表面平均温度（℃）

t_{fj} 室内非加热表面的面积加权平均温度（℃）

t_n　　室内空气温度(℃)

2.2.3 压力

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)

2.2.4 长度

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)

d　　管道内径(m)

l　　管道长度(m)

d_l　　管子的计算内径(m)

L　　按加热电缆产品规格选定的电缆总长度(m)

S　　加热电缆布线间距(mm)

2.2.5 面积

F_r　　房间内敷设供热部件的地面面积(m^2)

M　　房间使用面积(m^2)

2.2.6 速度

v　　水的流速(m/s)

2.2.7 密度

ρ　　水的密度(kg/m^3)

2.2.8 系数

B　　考虑家具等遮挡的安全系数

λ　　摩擦阻力系数

ζ　　局部阻力系数

b　　水的流动相似系数

Re_s　　实际雷诺数

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),对铝塑复合管及塑料管,k_d—1×10^{-5}(m)

Re　雷诺数

K　管子的当量粗糙度(m),对铝塑复合管及塑料管,K—1×10^{-5}(m)

δ　向下传热量占加热电缆供热功率的比例

β　考虑家具等遮挡的安全系数

α　考虑间歇供暖的修正系数,应根据热源和供暖方式、分户计量收费方式、供暖地面的热容量等因素确定

k　附加运行系数,取0.2

ε　向下传热量占加热电缆供热功率的比例

2.2.9 其他

P_x　加热电缆额定电阻时的线功率(W/m),根据加热电缆产品规格选取

N　所需电热膜的数量(片)

P_m　每片电热膜对供暖房间的有效功率(W)

3 设 计

3.1 一般规定

3.1.1 热水地面辐射供暖系统的供、回水温度应由计算确定；供水温度不应大于60℃，民用建筑供水温度宜采用35℃～45℃；供回水温差不宜大于10℃，且不宜小于5℃。

3.1.2 毛细管网辐射系统供暖时，供水温度宜符合表3.1.2的规定，供回水温差宜采用3℃～6℃。

表3.1.2 毛细管网供水温度(℃)

设置位置	宜采用温度
顶棚	25～35
墙面	25～35
地面	30～40

3.1.3 辐射供暖表面平均温度宜符合表3.1.3的规定。

表3.1.3 辐射供暖表面平均温度(℃)

设置位置		宜采用的平均温度	平均温度上限值
地面	人员经常停留	25～27	29
	人员短期停留	28～30	32
	无人停留	35～40	42
顶棚	房间高度2.5m～3.0m	28～30	
	房间高度3.1m～4.0m	33～36	
墙面	距地面1m以下	35	
	距地面1m以上3.5m以下	45	

3.1.4 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 采用辐射供暖的集中供暖小区，当外网的热媒温度高于

供水设计温度时，宜在楼栋的供暖热力入口处设置混水装置或换热装置。

3.1.6 辐射供暖水系统应按设备、管道及其附件所能承受的最低工作压力和水力平衡要求进行竖向分区设置，并应符合下列规定：

1 现场敷设的加热管及其附件应满足系统工作压力要求；

2 采用供暖板地面辐射供暖时，应根据辐射供暖系统压力选择相应承压能力的产品，供暖板的承压能力应根据产品样本确定。

3.1.7 地面上的固定设备或卫生器具下方，不应布置加热部件。

3.1.8 采用地面辐射供暖时，生活给水管道、电气系统管线等不得与地面加热部件敷设在同一构造层内。

3.1.9 采用加热电缆地面辐射供暖时，应符合下列规定：

1 当敷设间距等于 50mm，且加热电缆连续供暖时，加热电缆的线功率不宜大于 17W/m；当敷设间距大于 50mm 时，加热电缆线功率不宜大于 20W/m；

2 当面层采用带龙骨的架空木地板时，应采取散热措施；加热电缆的线功率不应大于 10W/m，且功率密度不宜大于 $80W/m^2$；

3 加热电缆布置时应考虑家具位置的影响。

3.1.10 发热电缆辐射供暖宜采用地板式，低温电热膜辐射供暖宜采用顶棚式。辐射体表面平均温度应符合本标准 3.1.3 条规定。

3.1.11 发热电缆辐射供暖和低温电热膜辐射供暖的加热元件及其表面工作温度，应符合国家现行有关产品标准的安全要求。

3.1.12 发热电缆供暖应设置温控装置。

3.1.13 电热膜辐射供暖安装功率应满足房间所需热负荷要求。在顶棚上布置电缆敷设应考虑灯具、烟感器、喷头、风口、音响等设备安装位置。

3.1.14 热水吊顶辐射板为金属板的一种，可用于层高 3m～30m 的建筑全面供暖和局部供暖，民用建筑其供水温度宜采用 40℃～95℃的热水。

3.1.15 毛细管网辐射系统单独供暖时，宜首先考虑地面埋置方式，地板面积不足时，再考虑墙面埋置方式。

3.1.16 装配式居住建筑室内供暖系统宜采用低温热水地面辐射供暖系统。

3.1.17 辐射供暖工程应提供下列施工图设计文件：

1 设计说明；

2 楼栋内供暖系统和加热部件平面布置图；

3 供暖系统原理图和局部详图；

4 温控装置及相关管线布置图，当采用集中控制系统时，应提供相关控制系统布线图；

5 水系统分水器、集水器及其配件的接管示意图；

6 地面构造及伸缩缝设置示意图；

7 供电系统图及相关管线平面图；

8 装配式建筑预留套管应按管道的定位、标高同时结合装饰、结构专业，绘制预留图。

3.1.18 施工图设计说明中应包括下列内容：

1 室内外计算温度；

2 采用的辐射供暖系统类型；

3 房间总热负荷、热媒总供热量、加热电缆或电热膜总供电功率；

4 热源形式及额定工况下的热媒参数和楼栋集中供暖系统形式及设计工况下的热媒参数；

5 热水系统选用的管材或供暖板、毛细管网及其工作压力，塑料管材的管系列（S）、公称外径及壁厚，铝塑复合管和铜管的公称外径及壁厚；

6 加热电缆或电热膜配电方案、类型、线功率、片功率、总长

度、总片数、工作电压、工作温度等技术数据和条件；

7 绝热材料的类型、导热系数、表观密度、规格及厚度等；

8 采用的温控措施和温控器形式，及其电控系统的工作电压、工作电流等技术数据和条件；当采用集中控制系统时，应说明控制要求和原理；

9 分户热计量或电能计量方式；

10 填充层、面层伸缩缝的设置要求。

3.1.19 楼栋内供暖系统和加热部件平面布置图应绘制下列内容：

1 采用水系统时，应绘制分水器、集水器位置及与其连接的供暖管道；

2 采用现场敷设加热部件时，应绘出各房间加热部件的具体布置形式，标明敷设长度、间距、加热部件管径或规格（线功率）、各加热部件环路或回路的敷设长度；配电线路布置平面图（包括电气安全保护）；

3 采用供暖板、毛细管网地面供暖时，应绘出铺设位置及输配管走向；

4 伸缩缝敷设平面图。

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和加热部件的类型确定，不同类型辐射供暖地面构造做法可按本标准附录 A 选用。辐射地面的构造应由下列全部或部分组成：

1 楼板或与土壤相邻的地面；

2 防潮层（对与土壤相邻地面）；

3 绝热层；

4 加热部件；

5 填充层；

6 隔离层(对潮湿房间);

7 面层。

3.2.2 直接与室外空气接触的楼板或与不供暖房间相邻的地板作为供暖辐射地面时,必须设置绝热层。

3.2.3 供暖辐射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,应设置绝热层且绝热层与土壤之间应设置防潮层;

2 潮湿房间的混凝土填充式供暖地面的填充层上、预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板供暖地面的面层下,应设置隔离层。

3.2.4 地面辐射供暖面层宜采用热阻小于0.05($m^2 \cdot K/W$)的材料。

3.2.5 混凝土填充式地面辐射供暖系统绝热层热阻应符合下列规定:

1 采用泡沫塑料绝热板时,绝热层热阻不应小于表3.2.5-1的数值;

表3.2.5-1 混凝土填充式供暖地面泡沫塑料绝热层热阻

绝热层位置	绝热层热阻($m^2 \cdot K/W$)
楼层之间地板上	0.488
与土壤或不供暖房间相邻的地板上	0.732
与室外空气相邻的地板上	0.976

2 当采用发泡水泥绝热时,绝热层厚度不应小于表3.2.5-2的数值;

表3.2.5-2 混凝土填充式供暖地面发泡水泥绝热层厚度(mm)

绝热层位置	干体积密度(kg/m^3)		
	350	400	450
楼层之间地板上	35	40	45
与土壤或不供暖房间相邻的地板上	40	45	50
与室外空气相邻的地板上	50	55	60

3 当采用模塑聚苯乙烯泡沫塑料板绝热时,绝热层厚度不

应小于表 3.2.5-3 的数值。

表 3.2.5-3　模塑聚苯乙烯泡沫塑料板绝热层厚度(mm)

绝热层位置	绝热层厚度
楼层之间楼板上的绝热层	20
与土壤或不采暖房间相邻的地板上的绝热层	30
与室外空气相邻的地板上的绝热层	40

3.2.6　采用预制沟槽保温板或供暖板时，与供暖房间相邻的楼板，可不设置绝热层。其他部位绝热层的设置应符合下列规定：

1　土壤上部的绝热层宜采用发泡水泥；

2　直接与室外空气或不供暖房间相邻的地板，绝热层宜设在楼板下，绝热材料宜采用泡沫塑料绝热板；

3　绝热层厚度不应小于表 3.2.6 的数值。

表 3.2.6　预制沟槽保温板和供暖板供暖地面的绝热层厚度

绝热层位置	绝热材料		厚度(mm)
		干体积密度(kg/m^3)	
与土壤接触的底层地板上	发泡水泥	350	35
		400	40
		450	45
与室外空气相邻的地板下	模塑聚苯乙烯泡沫塑料		40
与不供暖房间相邻的地板下	模塑聚苯乙烯泡沫塑料		30

3.2.7　混凝土填充式辐射供暖地面的加热部件，其填充层和面层构造应符合下列规定：

1　填充层材料及其厚度宜按表 3.2.7 选择确定；

2　加热电缆应敷设于填充层中间，不应与绝热层直接接触；

3　细石混凝土填充层上部应根据面层的需要铺设找平层；

4　没有防水要求的房间，水泥砂浆填充层可同时作为面层找平层。

表 3.2.7　混凝土填充式辐射供暖地面填充层材料和厚度

绝热层材料		填充层材料	最小填充层厚度(mm)
泡沫塑料板	加热管	细石混凝土	50
	加热电缆		40
发泡水泥	加热管	水泥砂浆	40
	加热电缆		35

3.2.8　预制沟槽保温板辐射供暖地面均热层设置应符合下列规定：

1　加热部件为加热电缆时，应采用铺设有均热层的保温板，加热电缆不应与绝热层直接接触；加热部件为加热管时，宜采用铺设有均热层的保温板；

2　直接铺设木地板面层时，应采用铺设有均热层的保温板，且在保温板和加热管或加热电缆之上宜再铺设一层均热层。

3.2.9　采用供暖板时，房间内未铺设供暖板的部位和敷设输配管的部位应铺设填充板。采用预制沟槽保温板时，分水器、集水器与加热区域之间的连接管，应敷设在预制沟槽保温板中。

3.2.10　毛细管网换热器的安装方式可分为三种：顶面安装、立面安装与地面安装，具体安装形式宜符合本标准附录 A 的规定。

3.3　热水吊顶辐射板

3.3.1　当采用热水吊顶辐射供暖，屋顶耗热量大于屋面总耗热量的 30%时，应加强屋顶保温措施。

3.3.2　热水吊顶辐射板的有效散热量的确定应符合下列规定：

1　当热水吊顶辐射板倾斜安装时，应进行修正。辐射板安装角度的修正系数应按表 3.3.2 确定；

2　辐射板中的流体应为紊流。当达不到系统所需最小流量时，辐射板的散热量应乘以 1.18 的安全系数。

表 3.3.2　辐射板安装角度修正系数

辐射板与水平面夹角(°)	0	10	20	30	40
修正系数	1	1.022	1.043	1.066	1.088

3.3.3　辐射板的最高平均水温应根据辐射板安装高度和其面积占顶棚面积的比例按表 3.3.3 确定。

表 3.3.3　热水吊顶辐射板最高平均水温(℃)

最低安装高度(m)	热水吊顶辐射板占顶棚面积的百分比					
	10	15	20	25	30	35
3	73	71	68	64	58	56
4			91	78	67	60
5				83	71	64
6				87	75	69
7				91	80	74
8					86	80
9					92	87
10						94

3.3.4　热水吊顶辐射板与供暖系统供、回管连接方式，可采用并联或串联，同侧或异侧连接，并采取使辐射板表面温度均匀，流体阻力平衡的措施。

3.3.5　布置全面供暖的热水吊顶辐射板安装时，应使室内人员活动区辐射温度均匀，并应符合下列规定：

1　热水吊顶辐射板的安装高度，应根据人体的舒适度确定；

2　安装吊顶辐射板时，宜沿最长的外墙平行布置；

3　设置在墙边的辐射板规格应大于在室内设置的辐射板规格；

4　层高小于 4m 的建筑物，应选择较窄的辐射板；

5　房间应预留辐射板沿长度方向热膨胀余地；

6　辐射板装置不应布置在对热敏感的设备附近。

3.4 房间热负荷计算

3.4.1 辐射供暖房间热负荷应按现行国家标准相关规定进行计算。

3.4.2 全面辐射供暖室内设计温度可降低2℃。

3.4.3 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表3.4.3的计算系数的方法确定。

表3.4.3 局部辐射供热负荷计算系数

供暖区面积与房间总面积的比值	≥0.75	0.55	0.40	0.25	0.20
计算系数	1	0.72	0.54	0.38	0.30

3.4.4 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，并进行管线布置。

3.4.5 对敷设加热部件的建筑地面和墙面，不应计算其传热损失。

3.4.6 当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%。

3.4.7 采用分户热计量或分户独立热源的辐射供暖系统，应考虑间歇运行和户间传热等因素。

3.5 辐射面传热量的计算

3.5.1 辐射面传热量应满足房间所需供热量的需求。辐射面传热量应按下列公式计算：

$$q = q_f + q_d \tag{3.5.1-1}$$

$$q_f = 5\times10^{-8}\left[(t_{pj}+273)^4-(t_{fj}+273)^4\right] \tag{3.5.1-2}$$

全部顶棚供暖时：

$$q_d = 0.134(t_{pj} - t_n)^{1.25} \qquad (3.5.1\text{-}3)$$

地面供暖时：

$$q_d = 2.13|t_{pj} - t_n|^{0.31}(t_{pj} - t_n) \qquad (3.5.1\text{-}4)$$

墙面供暖时：

$$q_d = 1.78|t_{pj} - t_n|^{0.32}(t_{pj} - t_n) \qquad (3.5.1\text{-}5)$$

式中：q　　辐射面单位面积传热量（W/m^2）；

q_f　　辐射面单位面积辐射传热量（W/m^2）；

q_d　　辐射面单位面积对流传热量（W/m^2）；

t_{pj}　　辐射面表面平均温度（℃）；

t_{fj}　　室内非加热表面的面积加权平均温度（℃）；

t_n　　室内空气温度（℃）。

3.5.2　混凝土填充式热水辐射供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标准附录 B 确定。

3.5.3　预制沟槽保温板、供暖板及毛细管网辐射表面向上供热量，以及向下传热量应按产品检测数据确定。

3.5.4　房间所需单位地面面积向上供热量应按下列公式计算：

$$q_1 = \beta \frac{Q_1}{F_r} \qquad (3.5.4\text{-}1)$$

$$Q_1 = Q - Q_2 \qquad (3.5.4\text{-}2)$$

式中：q_1　　房间所需单位地面面积向上供热量（W/m^2）；

Q_1　　房间所需地面向上的供热量（W）；

F_r　　房间内敷设供热部件的地面面积（m^2）；

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）。

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

3.6 水系统设计

3.6.1 集中供暖空调系统的水质及其保证措施应符合国家现行有关标准的要求。供暖板地面辐射供暖系统应设置脱气除污器。毛细管网辐射系统应独立设置系统，并设置脱气除污器。

3.6.2 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。换热器或混水装置宜接近终端用户。

3.6.3 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小室内；

6 每户的分水器、集水器，以及必要时设置的热交换器或混水装置等入户装置宜设置在户内，并应远离卧室等主要功能房间；

7 采用分户热计量的系统应安装相应的热计量或热量分摊装置；

8 低温热水地面辐射供暖系统工作压力不应大于0.8MPa。建筑高度超过50m的低温热水地面辐射供暖系统宜竖向分区。

3.6.4 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(冷)系统的要求，系统定压值应符合加热部件的承压要求。

3.6.5 分支环路的设置应符合下列规定：

1　连接在同一分水器、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　各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。

3.6.6　加热管的敷设间距和供暖板的铺设面积，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。

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

3.6.8　现场敷设的加热管应根据房间的热工特性和保证地面温度均匀的原则，并考虑管材允许的最小弯曲半径，采用回折型或平行型等布管方式。热负荷或冷负荷明显不均匀的房间，宜将高温管段或低温管段优先布置于房间热负荷或冷负荷较大的外窗或外墙侧。

3.6.9　加热管应按系统实际工作条件确定，并应符合行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 附录 C 的规定。

3.6.10　加热管和输配管流速不宜小于 0.25m/s。

3.6.11　输配管宜采用与供暖板内加热管相同的管材。

3.6.12　每个环路进、出水口，应分别与分水器、集水器相连接。分水器、集水器最大断面流速不宜大于 0.8m/s。每个分水器、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。

3.6.13　分水器前应设置过滤器；分水器的总进水管与集水器的总出水管之间宜设置清洗供暖系统时使用的旁通管，旁通管上应

设置阀门。设置混水泵的混水系统，当外网为定流量时，应设置平衡管并兼作旁通管使用，平衡管上不应设置阀门。旁通管和平衡管的管径不应小于连接分水器和集水器的进出口总管管径。

3.6.14 分水器、集水器上均应设置手动或自动排气阀。

3.6.15 加热管出地面与分水器、集水器连接时，其外露部分应加柔性塑料套管。

3.6.16 每个分支环路埋设部分不应设置连接件。

3.6.17 装配式居住建筑户内供暖系统的供回水管道应敷设在架空地板内，并且管道应做保温处理。当无架空地板内时，供暖管道应做保温处理后敷设在装配式居住建筑的地板沟槽内。

3.6.18 低温热水地面辐射供暖系统的分、集水器宜设置在架空地板上面或其他便于维修管理的位置。

3.6.19 装配式居住建筑设计低温热水地面辐射供暖系统时应符合下列规定：

1 系统的工作压力不应大于 0.8 MPa；

2 宜按房间划分供暖环路并配置室温自动调控装置；

3 地面加热管上面不应设置与该系统无关的其他管道与管线。地面加热管铺设应预留其他管线的检修位置。

3.7 管道水力计算

3.7.1 管道的压力损失可按下列公式计算：

$$\Delta P=\Delta P_m+\Delta P_j \tag{3.7.1-1}$$

$$\Delta P_m=\lambda\frac{l}{d}\frac{\rho v^2}{2} \tag{3.7.1-2}$$

$$\Delta P_j=\zeta\frac{\rho v^2}{2} \tag{3.7.1-3}$$

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)；

ν　　水的流速(m/s)；

ζ　　局部阻力系数。

3.7.2　铝塑复合管及塑料管的摩擦阻力系数，可按下列公式计算：

$$\lambda=\left\{\frac{0.5\left[\dfrac{b}{2}+\dfrac{1.312(2-b)\lg 3.7\dfrac{d_n}{k_d}}{\lg Re_s-1}\right]}{\lg\dfrac{3.7d_n}{k_d}}\right\}^2 \qquad (3.7.2\text{-}1)$$

$$b=1+\frac{\lg \mathrm{Re}_s}{\lg \mathrm{Re}_z} \qquad (3.7.2\text{-}2)$$

$$\mathrm{Re}_s=\frac{d_n v}{\mu_t} \qquad (3.7.2\text{-}3)$$

$$\mathrm{Re}_z=\frac{500d_n}{k_d} \qquad (3.7.2\text{-}4)$$

$$d_n=0.5(2d_w+\Delta d_w-4\delta-2\Delta\delta) \qquad (3.7.2\text{-}5)$$

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　　与温度有关的运动黏度(m²/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)，对铝塑复合管及塑料管，(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)。

3.7.3　铜管的摩擦系数可按下式计算：

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}}=-2\lg\left(\frac{2.51}{\mathrm{Re}\sqrt{\lambda}}+\frac{K/d_n}{3.72}\right) \quad (3.7.3\text{-}1)$$

$$\mathrm{Re}=\frac{d_n\upsilon}{\mu_1} \quad (3.7.3\text{-}2)$$

式中：λ　　摩擦阻力系数；

Re　　雷诺数；

d_n　　管子的计算内径(m)；

K　　管子的当量粗糙度(m)，对铝塑复合管及塑料管，(m)；

υ　　水的流速(m/s)；

μ_1　　与温度有关的运动黏度(m^2/s)。

3.7.4　塑料管及铝塑复合管单位长度摩擦压力损失可按行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 附录 D 的选用。

3.7.5　供暖板、毛细管网的压力损失应根据产品检测报告确定。

3.7.6　加热管和供暖板输配管的局部压力损失应通过计算确定，其局部阻力系数可按行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 附录 D 的选用。

3.7.7　热水地面辐射供暖系统分水器、集水器环路的总压力损失不宜大于 30kPa。

3.7.8　对于冬季供暖夏季供冷的辐射供暖供冷系统，水系统设计时，应以夏季供冷工况确定的水流量进行水力计算。

3.8　加热电缆系统的设计

3.8.1　加热电缆热线间距不宜小于 100mm。加热电缆热线与外墙内表面距离不得小于 100mm，与内墙表面距离宜为 200mm～300mm。

3.8.2 加热电缆长度和布线间距应按下列公式计算：

$$L \geqslant \frac{(1+\varepsilon)\beta \cdot Q_1}{P_x} \tag{3.8.2-1}$$

$$S \approx 1000\,\frac{F_r}{L} \tag{3.8.2-2}$$

式中：L　按加热电缆产品规格选定的电缆总长度(m)；

ε　向下传热量占加热电缆供热功率的比例，根据地面构造按表 3.8.2 取值；

β　考虑家具等遮挡的安全系数；

Q_1　房间所需地面向上的散热量(W)，按本标准第 3.5.4 条计算确定；

P_x　加热电缆额定电阻时的线功率(W/m)，根据加热电缆产品规格选取；

S　加热电缆布线间距(mm)；

F_r　敷设加热电缆的地面面积(m^2)。

表 3.8.2　加热电缆供暖地面向下传热量占加热电缆供热功率的比例

绝热层材料	面层类型			
	瓷砖	塑料面层	木地板	地毯
聚苯乙烯泡沫塑料板	0.16	0.21	0.23	0.27
发泡水泥	0.15	0.21	0.23	0.26

注：计算条件为：加热电缆外表面温度为 45℃、敷设间距为 200mm；采用聚苯乙烯泡沫塑料板时，绝热层厚度为 20mm，填充层厚度为 40mm；采用发泡水泥时，绝热层厚度为 40mm，填充层厚度为 35mm。

3.8.3 每个房间宜独立设置加热电缆回路。当房间所需供热功率和加热电缆总长度超过产品规格中单根加热电缆的最大总功率或总长度时，应将电缆分设成 2 个或多个独立回路。每个回路加热电缆的最大总功率或总长度确定时，还应符合下列规定：

1 不宜超过所选温控器的额定工作电流；

2 不应超过产品规格限制。

3.8.4 加热电缆宜采用平行型布置。

3.9 电热膜供暖系统设计

3.9.1 建筑物供暖房间所需要的电热膜数量，应按下式进行计算：

$$N = (1+k)P/P_m \tag{3.9.1}$$

式中：N —— 所需电热膜的数量（片）；

P —— 计算房间的热负荷值（W）；

P_m —— 每片电热膜对供暖房间的有效功率（W）；

k —— 附加运行系数，取 0.2。

3.9.2 所需电热膜数量的计算结果出现小数时，应取整数部分再加 1 确定其数量。

3.9.3 顶层房间地面安装电热膜时需考虑通过楼板向下传热增加电热膜的片数。

3.9.4 确定房间内安装电热膜片数时，应校核地面或棚面、墙面的平均温度，且不应高于本标准第 3.1.3 条或第 3.9.6 条的最高限值。

3.9.5 电热膜供暖的地面宜设置伸缩缝。伸缩缝不应小于 8mm。

3.9.6 安装电热膜的棚面表面平均温度不应高于 36℃。

3.9.7 安装电热膜时应采用金属龙骨做骨架，龙骨应直接固定在房间上部楼板表面。

3.9.8 绝热材料宜采用厚度为 50mm 无贴面玻璃丝棉毡。严禁使用含金属的绝热材料。

3.9.9 饰面层总热阻不应大于 0.114($m^2 \cdot$℃)/W，总厚度不应大于 15mm。同一房间应采用相同厚度、相同热阻的饰面层。表面涂层不宜使用油基漆。

3.9.10 饰面完成后，不应再做二次装修和遮挡。

3.9.11 当电热膜在墙面安装时，可采用有龙骨和无龙骨两种结

构形式，并应符合下列规定：

1 有龙骨结构形式应为龙骨、绝热层、电热膜、饰面层；

2 无龙骨结构形式应为绝热层、电热膜、饰面层。

3.9.12 电热膜应安装在距地面200mm～2000mm的墙面部位。

3.9.13 安装电热膜的墙平均温度值不应高于35℃。

3.9.14 地面的固定设备、橱柜、卫生洁具、淋浴区的下方及管道安装位置不应布置电热膜。当卫生间、棚面布置电热膜有困难时，可将电热膜布置在无管道、无遮挡的侧墙面。

3.9.15 电热膜发热区范围内，不得有任何相互搭接的现象。

3.9.16 电热膜与室内各墙面和设施的最小距离应符合表3.9.16的规定。

表3.9.16 电热膜布置的最小距离(mm)

墙面或设施	有窗墙面	其它墙面	棚面灯具	墙上分线盒	其他热源<80℃	隐蔽装置表面	定棚内导线
距离(mm)	300	150	200	200	200	50	50

3.9.17 电热膜地面辐射供暖系统应设置均匀分布的过热保护装置，且电热膜功率密度不宜大于$200W/m^2$。

3.10 温控与热计量

3.10.1 采用集中热源的住宅热水辐射供暖系统应设置分户热计量和室温调控装置。

3.10.2 采用集中热源的辐射供暖系统应能实现气候补偿，自动控制供水温度。

3.10.3 地面辐射供暖水系统室温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间，也可采用自力式温控阀和电动阀，并应符合下列规定：

1 当采用分环路控制时，应在分水器或集水器处的各个分支管上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 当采用总体控制时，应在分水器或集水器总管上设置自动控制阀，控制整个用户或区域的室内空气温度。

3.10.4 当采用加热电缆辐射供暖时，每个独立加热电缆辐射供暖环路对应的房间或区域应设置温控器。

3.10.5 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、周围无遮挡物、不受风直吹、不受阳光直晒、通风干燥、周围无热源体、能正确反映室内温度的位置，且不宜设在外墙上；

2 在需要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；

3 当加热电缆辐射供暖系统仅负担一部分供暖负荷或作为值班供暖时，可采用地温型温控器；

4 对开放大空间场所，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；

5 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位置且在加热部件之间；

6 对浴室、带沐浴设备的卫生间、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；

7 温控器的控制器设置高度宜距地面1.4m，或与照明开关在同一水平线上。

3.10.6 壁挂炉辐射供暖系统宜采用混水装置，并宜采用室内温控、循环水泵及壁挂炉联动的整体控制方式。

3.11 电气设计

3.11.1 配电设计应符合下列规定：

1　电度表的设置应符合当地供电部门规定并满足节能管理的要求；

2　当加热电缆、电热膜辐射供暖系统用电需要单独计费时，该系统的供电回路应单独设置，并应独立设置配电箱和电度表；

3　当加热电缆辐射供暖系统与其他用电设备合用配电箱时，应分别设置回路；

4　加热电缆辐射供暖系统配电回路应装设过载、短路及剩余电流保护器。剩余电流保护器脱扣电流应为30mA。

3.11.2　加热电缆辐射供暖系统应采用电压等级为220V/380V的交流供电方式。

3.11.3　加热电缆辐射供暖系统应做等电位连接，且等电位连接线应与配电系统的地线连接。

3.11.4　当加热电缆辐射供暖系统配电导线设计时，应合理布置温控器、接线盒等位置，减少连接管线，并应符合下列规定：

1　导线应采用铜芯导线；导体截面应按敷设方式、环境条件确定，且导体载流量不应小于预期负荷的最大计算电流和按保护条件所确定的电流；

2　固定敷设的电源线的最小芯线截面不应小于2.5mm^2；

3　电气线路的敷设方式应符合安全要求，导线穿管应满足国家现行相关标准的要求，与加热电缆系统的设备或元件连接的部分宜采用柔性金属导管敷设，其长度应满足国家现行相关标准的要求。

3.11.5　温控器的工作电流不得超过其额定工作电流；当所控制回路的工作电流大于温控器的额定工作电流时，可采用温控器与接触器等其他控制设备相结合的形式实现控制功能。

3.11.6　热水系统电驱动式自动调节阀和户内混水泵等用电设备的电气设计应符合下列规定：

1　电源回路应设置过载、短路及剩余电流保护器；

2　当采用220V或380V交流电压为热水系统用电设备供

电时，不得将相关电气线路、接线端子等部分外露；用电设备外壳等外露可导电的部分，均应进行保护接地；

3 当采用 24V 交流电压为热水供暖系统用电设备供电时，其电气元件、线路应与 220V 交流电压等级的电器元件、线路相互隔离。

3.11.7 地温传感器穿线管、自动调节阀电源穿线管等均应选用硬质套管。

4 材料和设备

4.1 一般规定

4.1.1 建筑辐射供暖系统中所使用的材料，应根据系统工作温度、工作压力、荷载、设计寿命、现场防水、防火要求，以及施工性能等要求，经综合比较后确定。

4.1.2 所有材料均应按国家、地方有关现行标准经法定检测机构检验合格，并出具有效期内的证明文件或检测报告。

4.1.3 热水吊顶辐射板的型式、尺寸及材料应符合设计文件的要求。

4.2 绝热层材料

4.2.1 绝热层和预制沟槽保温板材料应采用导热系数小，难燃或不燃，具有足够的承载能力的材料，并且不含殖菌源，不得散发异味及可能危害健康的挥发物。

4.2.2 采用的聚苯乙烯泡沫塑料板材，其质量应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 绝热用聚苯乙烯泡沫塑料主要技术指标

项目	性能指标			
	模塑		挤塑	
	供暖地面绝热层	预置沟槽保温板	供暖地面绝热层	预置沟槽保温板
类别	Ⅱ[1]	Ⅲ[1]	W200[2]	X150/W200[2]
表观密度（kg/m^3）	≥20.0	≥30.0	≥20.0	≥30.0
压缩强度[3]（kPa）	≥100	≥150	≥200	≥150/≥200

续表 4.2.2

项目		性能指标			
		模塑		挤塑	
		供暖地面绝热层	预置沟槽保温板	供暖地面绝热层	预置沟槽保温板
导热系数[4](W/m·k)		≤0.041	≤0.039	≤0.035	≤0.030/≤0.035
尺寸稳定性(%)		≤3	≤2	≤2	≤2
水蒸气透过系数(ng/(Pa·m·s))		≤4.5	≤4.5	≤3.5	≤3.5
吸水率(体积分数)(%(v/v))		≤4.0	≤2.0	≤1.0	≤1.5/≤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		
	达到 B1 级	燃烧分级			

注:1)模塑Ⅱ型密度范围在 $20kg/m^3$～$30kg/m^3$ 之间,Ⅲ型密度范围在 $30kg/m^3$～$40kg/m^3$ 之间;

2)W200 为不带表皮挤塑材料,X150 为带表皮挤塑材料;

3)压缩强度是按 GB/T8818 标准要求的试件尺寸和试验条件下的数值;

4)导热系数为 25℃时的数值;

5)模塑断裂弯曲负荷或弯曲变形有一项能符合指标要求,熔接性即为合格。

4.2.3 预制沟槽保温板及其金属导热层的沟槽尺寸应与敷设的加热管或加热电缆外径吻合,且应符合下列规定:

1 保温板总厚度不应小于表 4.2.3 的要求;

2 均热层最小厚度宜满足表 4.2.3 的要求,并应符合下列规定:

1)均热层导热系数不应小于 237W/(m·K);

2)加热电缆敷设地砖、石材等面层时,均热层应采用喷涂有机聚合物的,具有耐砂浆性的防腐材料。

表 4.2.3　预制沟槽保温板及其金属导热层最小厚度

<table>
<tr><th colspan="2" rowspan="4">加热设备类型</th><th rowspan="4">保温板总厚度（mm）</th><th colspan="5">导热层厚度(mm)</th></tr>
<tr><th rowspan="3">地砖等面层</th><th colspan="4">木地板面层</th></tr>
<tr><th colspan="2">管间距<200mm</th><th colspan="2">管间距≥200mm</th></tr>
<tr><th>单层</th><th>双层</th><th>单层</th><th>双层</th></tr>
<tr><td colspan="2">加热电缆</td><td>15</td><td>0.1</td><td rowspan="4">0.2</td><td rowspan="4">0.1</td><td rowspan="4">0.4</td><td rowspan="4">0.2</td></tr>
<tr><td rowspan="3">加热管外径（mm）</td><td>12</td><td>20</td><td></td></tr>
<tr><td>16</td><td>25</td><td></td></tr>
<tr><td>20</td><td>30</td><td></td></tr>
</table>

4.2.4　发泡水泥绝热层材料应符合下列要求：

1　水泥宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥；当条件受限制时，可采用矿渣硅酸盐水泥等；水泥抗压强度等级不应低于 32.5MPa；

2　发泡水泥绝热层的技术参数应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4　发泡水泥绝热层物理学性能

干体积密度 kg/m³	抗压强度 MPa		导热系数 W/(m·K)
	7 天	28 天	
350	≥0.4	≥0.5	≤0.07
400	≥0.5	≥0.6	≤0.08
450	≥0.6	≥0.7	≤0.09

4.2.5　当采用其它绝热材料时，其技术指标应参照表 4.2.2 的规定，选用同等绝热效果的绝热材料。

4.3　填充层材料

4.3.1　细石混凝土填充层材料强度等级宜为 C15，细石粒径宜为 5mm～12mm。

4.3.2　水泥砂浆填充层材料应符合下列规定：

1　应采用中粗砂，且含泥量不应大于 3%；

2 宜选用硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥；

3 水泥砂浆质量比不应小于 1:1.5；

4 强度等级不应小于 M10。

4.4 水系统的材料

4.4.1 加热管应满足设计使用寿命、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 管道质量必须符合国家现行相关标准的规定；

4 加热管宜使用带阻氧层的管材。

4.4.2 地面辐射供暖系统水应进行化学水处理。

4.4.3 加热管的内外表面应该光滑、平整、干净，不应有可能影响产品性能的明显划痕、凹陷、气泡等缺陷。

4.4.4 供暖板应符合产品标准的规定，其输配管应符合加热管的相关规定。

4.4.5 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，应符合国家标准《冷热水分集水器装置》GB/T 29730 中的要求。

4.4.6 一次分水器、集水器(简称分水器、集水器)应包括分水、集水干管及阀门，排气和泄水试验装置，支路阀门和连接配件等。分水器支路宜配带能够调节各分支路水力平衡的阀门等配件。

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

4.4.8 采用 PB、PE-RT、PPR 类等前端管，宜采用热熔承插连接和电熔连接方式；管材和管件应使用同一种材料；焊接温度、焊接时间等工艺参数及焊接工具均应满足材料供应商的要求。

4.5 加热电缆材料和温控设备

4.5.1 加热电缆必须有接地屏蔽层。

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

4.5.3 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，均应在工厂加工，不得在现场连接。

4.5.4 加热电缆应标有清晰的型号和商标标志，冷线和热线接头位置应有明显标识。

4.5.5 加热电缆应经国家电线电缆质量监督检验部门检验合格。产品的电气安全性能和机械性能应符合国家标准的规定。

4.5.6 温控器应符合国家相关标准，外观不应有划痕，应标记清晰、面板扣合开启自如、温度调节部件使用正常。

4.5.7 热水地面供暖温度控制用自动调节阀应符合相关产品标准的规定。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 施工单位应建立健全质量、环境、安全管理体系。

5.1.2 施工图深化设计单位应为原设计单位或具有相应资质的设计单位承担。施工单位现场设计变更应经监理和设计单位确认后实施。涉及影响节能效果的设计变更,应经原施工图设计文件审查机构审查通过。

5.1.3 辐射供暖系统工程施工安装前应符合下列规定:

1 施工技术方案应经批准,并完成技术交底;

2 材料进场检验应已合格并满足安装要求;

3 施工现场供水或供电应满足施工条件,应有储放材料的临时设施;

4 土建专业应已完成墙面粉刷(不含面层),外窗、外门应已安装完毕,地面应已清理干净,卫生间应已做完闭水试验并经过验收;

5 相关电气预埋等工程应已完成。

5.1.4 加热部件的运输、存储应符合下列规定:

1 应进行遮光包装后运输,不得裸露散装;

2 运输、装卸和搬运时,应小心轻放,不得抛、摔、滚、拖;

3 不得曝晒雨淋,存储温度不宜超过 40℃,且通风、干净;

4 应避免因环境温度和物理压力受到损害,并应远离热源。

5.1.5 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部件的表面。

5.1.6 施工过程中,加热电缆间有搭接时,严禁电缆通电。

5.1.7 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。

5.1.8 辐射面应平整、干燥、无杂物、无积灰。

5.1.9 施工过程中，加热部件敷设区域，严禁穿凿、穿孔或进行射钉作业。

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

5.1.11 装配式建筑地面辐射供暖系统的加热管上面不宜设计采用湿式填充料，宜采用干式施工。

5.1.12 施工结束后应绘制竣工图，并应准确标注加热部件敷设位置及地温传感器埋设点。

5.2 材料、设备进场

5.2.1 辐射供暖系统所使用的主要材料、设备组件、配件、绝热材料必须具有质量合格证明文件，其性能技术指标及规格、型号应符合国家现行有关标准和设计文件的规定，并经监理工程师核实确认。

5.2.2 管材及管件、分水器和集水器及其连接件进场前应对其外观质量进行检查。

5.2.3 加热管应符合下列规定：

1 管道内外表面应光滑、平整、干净，不应有可能影响产品性能的明显划痕、凹陷、气泡等缺陷；

2 管径及壁厚应符合国家现行有关标准和设计文件的规定。

5.2.4 分水器、集水器及其连接件应符合下列规定：

1 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，不得有脱镀的缺陷；

2 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 的密封材料密封连接；

3 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。

5.2.5 预制沟槽保温板、供暖板和毛细管网进场后，应对辐射面向上供热量及向下传热量进行复验；加热电缆进场后，应对辐射面向上供热量及向下传热量进行复验。复验应为见证取样送检。每个规格抽检数量不应少于一个。检验方法应符合相关标准的规定。

5.2.6 阀门、分水器、集水器组件安装前应做强度和严密性试验，并应符合下列规定：

1 试验应在每批数量中抽查 10%，且不得少于 1 个；对安装在分水器进口、集水器出口及旁通管上的旁通阀门应逐个作强度和严密性试验，试验合格后方可使用；

2 强度试验压力应为工作压力的 1.5 倍，严密性试验压力应为工作压力的 1.1 倍；强度和严密性试验持续时间应为 15s，期间压力应保持不变，且壳体、填料及阀瓣密封面应无渗漏。

5.3 绝热层的铺设

5.3.1 铺设绝热层的原始工作面应平整、干燥、无杂物，边角交接面根部应平直且无积灰现象。

5.3.2 泡沫塑料类绝热层、预制沟槽保温板、供暖板的铺设应平整，板间的相互接合应严密，接头应用塑料胶带粘接平顺。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。

5.3.3 在铺设辐射面绝热层的同时或在填充层施工前，应由供暖系统安装单位在与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 绝热层材料宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料，且厚度不宜小于10mm；应采用搭接方式连接，搭接宽度不应小于10mm；

2 绝热层材料可采用密度不小于20kg/m³的模塑聚苯乙烯泡沫塑料板，其厚度应为20mm，聚苯乙烯泡沫塑料板接头处应采用搭接方式连接；

3 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。

5.3.4 发泡水泥绝热层的施工现场应具备下列设备：

1 平整发泡水泥绝热层和水泥砂浆填充层表面的装置；

2 适应不同工艺特点的搅拌机；

3 活塞式泵或挤压式泵，或其他可满足要求的发泡水泥或水泥砂浆输送泵。

5.3.5 浇筑发泡水泥绝热层的施工准备应符合下列规定：

1 对设备、输送泵及输送管道进行安全性检查；

2 根据现场使用的水泥品种，进行发泡剂类型配方设计后，方可进行现场制浆；

3 在房间墙上标记出发泡水泥绝热层浇筑厚度的水平线。

5.3.6 发泡水泥绝热层现场浇筑宜采用物理发泡工艺，并应符合下列规定：

1 施工浇筑中应随时检查浆料的流动性、发泡稳定性，并应控制浇筑厚度及地面平整度；发泡水泥绝热层自流平后，应刮平；

2 发泡水泥绝热层内部的孔隙应均匀分布，不应有水泥与气泡明显的分离层；

3 当施工环境风力大于5级时，应停止施工或采取挡风等安全措施；

4 发泡水泥绝热层在养护过程中不得振动，且不应上人作业。加热管或加热电缆等加热部件应在养护期满后敷设。

5.3.7 绝热层上表面应作保护层，保护层可选择下列做法：

1 铺设一层厚度为 $49g/m^2$～$60g/m^2$ 的纺粘法非织造布，布面印刷明显的 50mm×50mm 坐标；

2 铺设一层非织造布/PET 镀铝膜层，其中非织造布得厚度为 $30g/m^2$～$40g/m^2$，PET 镀铝膜表面印刷 50mm×50mm 坐标；

3 铺设一层 PE 或 PP 挤出塑料网或双向拉伸土工格栅。挤出网或土工格栅网眼不得小于 25mm×25mm，结点厚度不大于 6mm；

4 铺设一层窗纱，窗纱上复合一层加筋铝箔。加筋铝箔上应根据布管间距打上墨线。

5.3.8 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楼板基层或发泡水泥绝热层上；

2 当标准板块的尺寸不能满足要求时，可用工具刀裁下所需尺寸的保温板对齐铺设；

3 相邻板块上的沟槽应互相对应、紧密依靠。

5.3.9 供暖板及填充板铺设应符合下列规定：

1 带木龙骨的供暖板可用水泥钉钉在地面上进行局部固定，也可平铺在基层地面上；填充板应在现场加龙骨，龙骨间距不应大于 300mm，填充板的铺设方法与供暖板相同；

2 不带龙骨的供暖板和填充板可采用工程胶点粘在地面上，并在面层施工时一起固定；

3 填充板内的输配管安装后，填充板上应采用带胶铝箔覆盖输配管。

5.4 加热管系统的安装

5.4.1 加热管应按设计图纸标定的管间距和走向敷设，加热管应保持平直，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，并应检查加热管外观质量，管内部不得有杂质。加热管安装间断或完毕时，敞口处应随时封堵。

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

5.4.3 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，铜管的弯曲半径不应小于管道外径的5倍；

3 最大弯曲半径不得大于管道外径的11倍；

4 管道安装时应防止管道扭曲；铜管应采用专用机械弯管。

5.4.4 混凝土填充式供暖地面距墙面最近的加热管与墙面间距宜为100mm；每个环路加热管总长度与设计图纸误差不应大于8%。

5.4.5 埋设于填充层内的加热管及输配管不应有接头。在铺设过程中管材出现损坏、渗漏等现象时，应当整根更换，不应拼接使用。

5.4.6 加热管应设固定装置。加热管弯头两端宜设固定卡；加热管直管段固定点间距宜为500mm～700mm，弯曲管段固定点间距宜为200mm～300mm。

5.4.7 加热管或输配管穿墙时应设硬质套管。

5.4.8 在分水器、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。

5.4.9 加热管或输配管出地面至分水器、集水器连接处，弯管部分不宜露出面层。加热管或供暖板输配管出地面至分水器、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。

5.4.10 加热管或输配管与分水器、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。铜质连接件直接与PP-R塑料管接触的表面必须镀镍。

5.4.11 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。

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

5.4.13 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 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；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 伸缩缝宜从绝热层的上边缘做到填充层的上边缘；

3 伸缩缝应有效固定，泡沫塑料板也可在铺设辐射面绝热层时挤入绝热层中。

5.4.14 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套到接头根部，再用专用固定卡子卡住，使其紧密连接。

5.4.15 供暖板的配水、集水装置可采用暗装、明装方式。采用暗装方式时，宜与供暖板一起埋在面层下；采用明装方式时，配水、集水装置宜单独安装在外窗下的墙面上。

5.5 加热电缆系统的安装

5.5.1 加热电缆应按照施工图纸标定的电缆间距和走向敷设。加热电缆应保持平直，电缆间距的安装误差不应大于10mm。敷设前应对照施工图纸核定型号，并应检查外观质量。

5.5.2 加热电缆出厂后严禁剪裁和拼接，有外伤或破损的加热电缆严禁敷设。

5.5.3 加热电缆安装前后应测量加热电缆的标称电阻和绝缘电阻，并做自检记录。

5.5.4 加热电缆施工前，应确认加热电缆冷线预留管、温控器接线盒、地温传感器预留管、供暖配电箱等预留、预埋工作已完毕。

5.5.5 加热电缆的弯曲半径不应小于生产企业规定的限值，且不得小于6倍电缆直径。

5.5.6 采用混凝土填充式地面供暖时，加热电缆下应铺设金属网，并应符合下列规定：

1 金属网应铺设在填充层中间；

2 除填充层在铺设金属网和加热电缆的前后分层施工外，金属网网眼不应大于100mm×100mm，金属直径不应小于1.0mm；

3 应每隔300mm将加热电缆固定在金属网上。

5.5.7 加热电缆的热线部分严禁进入冷线预留管。

5.5.8 加热电缆的冷线与热线接头应暗装在填充层或预制沟槽保温板内，接头处150mm之内不应弯曲。

5.5.9 伸缩缝的设置应符合本标准第5.4.13条的规定。

5.5.10 加热电缆供暖系统和温控系统的电气施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程1kV及以下配线工程施工及验收规范》GB 50254、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303的规定。

5.6 水压试验

5.6.1 辐射供暖热水系统管道敷设完成，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 水压试验应在系统冲洗之后进行，系统冲洗应对分水器、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，应对试压管道和构件采取安全有效的固定和保护措施；

3 水压试验应以每组分水器、集水器为单位，逐回路进行；

4 混凝土填充式地面辐射供暖户内系统试压应进行两次，分别在浇筑混凝土填充层之前和填充层养护期满后进行；预制沟槽保温板、供暖板和毛细管网户内系统试压应进行两次，分别在铺设面层之前和之后进行；

5 冬季进行水压试验时，在有可能出现冻结的情况下，应采取可靠的防冻措施，试压完成后应及时将管内的水吹干。

5.6.2 辐射供暖热水系统水压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。

5.7 填充层施工

5.7.1 填充层施工前应具备下列条件：

1 加热电缆经电阻检测和绝缘性能检测合格；

2 侧面绝热层和填充层伸缩缝已安装完毕；

3 加热管安装完毕且水压试验合格、加热管处于有压状态；

4 温控器的安装盒、加热电缆冷线穿管已经布置完毕；

5 通过隐蔽工程验收。

5.7.2 填充层施工过程中不得拆除和移动伸缩缝。混凝土填充层伸缩缝的施工应符合下列规定：

1 在与内墙、柱及过门等的交接处，伸缩缝留出宽度不小于 10mm；

2 伸缩缝内应填充弹性膨胀膏或聚苯乙烯泡沫条；

3 伸缩缝应达到地面层，伸缩缝必须将建筑部件从绝热层的上边缘到底面层的上边缘在整个截面上隔开。

5.7.3 水泥砂浆填充层表层的抹平作业应在水泥砂浆初凝前完成，压光或拉毛作业应在水泥砂浆终凝前完成。

5.7.4 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。

5.7.5 系统初始供暖前，水泥砂浆填充层养护时间不应少于 7d，或抗压强度应达到 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。

5.7.6 地面辐射供暖工程施工过程中，埋管区域应设施工通道或采取加盖等保护措施，严禁人员踩踏加热部件。

5.7.7 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，使用平头铁锹。

5.7.8 水泥砂浆填充层应与发泡水泥绝热层结合牢固，单处空鼓面积不应大于 0.04cm^2，且每个自然房间不应多于 2 处。

5.7.9 填充层施工完毕后，应进行加热电缆的标称电阻和绝缘电阻检测验收，并做好记录。

5.8 面层施工

5.8.1 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；伸缩缝填充材料宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料；

3 面积较大的面层应由建筑专业计算伸缩量，设置必要的面层伸缩缝。

5.8.2 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。

5.8.3 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。

5.8.4 采用预制沟槽保温板或供暖板时，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供暖板上，可发性聚乙烯（EPE）垫层应铺设在保温板或供暖板下，不得铺设在加热部件上；

2 采用带木龙骨的供暖板时，木地板应与木龙骨垂直铺设；

3 铺设石材或瓷砖时，预制沟槽保温板及其加热部件上，应铺设厚度不小于 30mm 的水泥砂浆找平层和粘接层；水泥砂浆找平层应加金属网，网格间距不应大于 100mm，金属直径不应小于 1.0mm。

5.8.5 采用发泡水泥绝热层和水泥砂浆填充层时，当面层为瓷砖或石材地面时，填充层和面层应连续施工。

5.9 卫生间施工

5.9.1 卫生间应做两层隔离层。

5.9.2 卫生间过门处应设置止水墙，在止水墙内侧应配合土建专业做防水。加热管或加热电缆穿止水墙处应采取防水措施。

5.9.3 卫生间的加热管、加热电缆不宜设置在冷热水管、排水管的下面；加热管、加热电缆距排水竖管不宜小于150mm，距地面装饰层上平面不应大于100mm。

5.9.4 装配式建筑整体卫浴、整体厨房内的供暖设备及管道应在部品安装完成后进行水压试验，并预留和明示与外部管道的接口位置。

6 系统试运行与调试

6.1 一般规定

6.1.1 辐射供暖系统的调试，应在施工完毕且养护期满后，且具备正常供暖和供电的条件下，由施工单位负责，监理单位监督，在设计单位与建设单位参与和配合下进行。

6.1.2 系统调试前应编制调试方案并报送监理工程师审核批准。调试后应提供完整的调试资料及调试报告。

6.1.3 系统调试所使用的测试仪器应在使用合格检定或校准合格有效期内，精度等级及最小分度值应能满足工程性能测定的要求。

6.1.4 辐射供暖系统未经调试，严禁运行使用。

6.2 主控项目

6.2.1 辐射供暖系统调试应包括下列内容：

1 设备单机试运转及调试；

2 设备单机试运行合格后，进行系统非设计满负荷下的联合试运转及调试。

检查数量：全数。

检查方法：观察、旁站、查阅调试记录。

6.2.2 初始供暖时，水温变化应平缓。供暖系统的供水温度应控制在高于室内空气温度10℃左右，且不应高于32℃，并应连续运行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；在设计供水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，直至达到设计要求。

检查数量：全数。

检查方法：观察、旁站、查阅调试记录。

6.2.3 辐射供暖系统室内空气温度检测应符合下列规定：

1 辐射供暖时，宜以房间中央离地 0.75m 高处的空气温度作为评价依据；

2 温度测量系统准确度应为+0.2℃。

检查数量：全数。

检查方法：观察、旁站、查阅调试记录。

6.2.4 辐射供暖系统进出口水温测点宜布置在分水器、集水器上，温度测量系统准确度应为+0.1 ℃。

检查数量：全数。

检查方法：观察、旁站、查阅调试记录。

6.2.5 辐射供暖系统调试完成后，宜对下列性能参数进行检测，并应符合下列规定：

1 辐射体表面平均温度满足本标准第 3.1.3 条和第 3.1.4 条的规定；

2 室内空气温度满足设计要求；

3 辐射供暖系统进出口水温度及温差满足设计要求。

检查数量：全数。

检查方法：观察、旁站、查阅调试记录。

6.3 一般项目

6.3.1 辐射体表面平均温度测定应符合下列规定：

1 温度计应与辐射体表面紧密粘贴；

2 温度测点数量不应少于 5 对，其中一半测点应沿热媒流程均匀设置在加热供冷管上，另一半测点应设在加热管之间且沿热媒流程均匀布置；

3 辐射体表面平均温度应取各测点温度的算术平均值；

4　温度测量系统准确度应为±0.2℃。

6.3.2　加热电缆辐射供暖系统初始通电加热时，应控制室温平缓上升，直至达到设计要求。

6.3.3　电热膜供暖系统应进行带负荷试验检测室温和辐射顶棚表面温度。在室温16℃、辐射顶棚达到热稳定时，布膜区内任何局部区域或一点的表面最高温度，不应超过最高允许温度45℃。

检查数量：全数。

检查方法：观察、旁站、查阅调试记录。

6.3.4　辐射供暖热水系统运行时水泵壳体密封处不得渗漏，紧固连接部位不应松动，轴封的温升应正常。

检查数量：全数。

检查方法：观察、旁站、查阅调试记录。

6.3.5　热水辐射供暖系统在非设计满负荷条件下的联合试运转及调试应负荷下列规定：

1　热水循环泵应排除管道系统中的空气，系统连续运行应正常平稳，水泵的流量、压差和水泵电机的电流不应出现10%以上的波动。

2　热水系统平衡调整后，各散热器的水流量应符合设计要求，允许偏差应为10%。

3　热水辐射供暖系统热源的供供回水温度应符合设计要求，热水流量与设计流量的允许偏差应不大于10%。

检查数量：1、3全数。2参照《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016附录B第Ⅱ抽样方案。

检查方法：观察、旁站、用仪器测定、查阅调试记录。

7 竣工验收

7.0.1 辐射供暖工程施工质量验收应按照《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300 规定的质量验收的划分、质量验收的内容、质量验收的组织和程序对检验批、分项和子分部工程进行验收。

7.0.2 辐射供暖工程竣工验收前，应完成系统非设计满负荷条件下的联合试运行及调试，项目内容及质量要求应符合本标准第 6 章的规定。

7.0.3 辐射供暖工程的竣工验收应由建设单位组织，施工、设计、监理单位参加，验收合格后应办理竣工验收手续。

7.0.4 当辐射供暖工程的竣工验收时因季节原因无法进行带热负荷的联合试运行及调试，可仅进行不带热源的试运行。建设、监理、设计、施工单位应按工程具备竣工验收条件的时间办理竣工验收手续。带热源的试运行在适当的季节后补。

7.0.5 辐射供暖工程的竣工验收资料应包括下列内容：

1 图纸会审记录、设计变更文件和竣工图。

2 原材料、主要设备和管材、配件等主要材料的出厂合格证及进场检验报告和复验报告。

3 隐蔽工程验收记录。

4 设备、管道系统安装及检验记录。

5 管道系统压力试验记录。

6 设备单机试运行记录。

7 系统非设计满负荷条件下的联合试运行及调试记录。

8 电缆电阻、绝缘电阻测试记录。

9 地面绝热层强度等级、导热系数、干密度的试验报告，其他构造层的强度等级试验报告。

10 地面工程施工质量控制文件。

11 各构造层的隐蔽验收文件。

12 观感质量综合检查记录。

13 安全和性能检测资料的核查记录。

14 工程使用维护说明书。

15 新技术应用论证资料。

7.0.6 辐射供暖工程各系统的观感质量应符合下列规定：

1 加热盘管管径、间距和长度应符合设计要求。间距偏差不大于±10mm。

2 分、集水器的安装位置、高度等应符合设计要求。

3 水平安装的金属辐射板，应有不小于5‰坡度坡向回水管。

4 供冷、热管道穿过套管时，管道的保温不应间断。

5 变形缝、面层分隔缝的位置和宽度以及填缝质量符合规定。

检查数量：参照《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016附录B第Ⅱ抽样方案。

检查方法：尺量、观察检查。

6 辐射板管道及带状辐射板之间的连接，应使用法兰连接。

7 发热电缆必须按设计图纸要求敷设，安装时应禁止电缆拧劲，弯曲电缆时，圆弧的顶部应加以限制（顶住），并进行固定，防止出现“死折”；电缆的弯曲半径不应小于厂家规定值。

8 电热膜安装后，不允许有扭曲和褶皱处。禁止穿孔区不得有孔，发热区不得有划痕。

检查数量：参照《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016附录B第Ⅱ抽样方案。

检查方法：尺量、观察检查。

7.0.7 地面辐射供暖系统填充层和面层分项工程检验批划分应符合下列规定：

1　检验批可按施工段或变形缝划分；

2　每 $1000m^2$ 可划分为一个检验批，不足 $1000m^2$ 也为一个检验批；

3　不同构造做法的地面节能工程应单独划分为检验批。

7.0.8　地面辐射供暖系统使用的保温材料，进场时应对其导热系数或热阻、密度、吸水率、抗压强度或压缩强度、有机保温材料的燃烧性能等参数进行复验，复验应为见证取样送检。

检查数量：同厂家、同品种，每 $1000m^2$ 地面使用的材料为一个检验批，每个检验批抽检 1 次；不足 $1000m^2$ 时亦为一个检验批；

地面面积超过 $1000m^2$ 时，每增加 $2000m^2$ 应增加一次抽样；地面面积超过 $5000m^2$ 时，每增加 $3000m^2$ 应增加一次抽样。

同项目、同施工单位且同时施工的多个单位工程（群体建筑），可合并计算地面抽检面积。

检查方法：核实质量证明文件，随机抽样送检，核查复验报告。

8 运行与维护

8.0.1 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，应确保户外户内阀门开启到位，过滤器无堵塞，立管供回水放气通畅，加热管内无气堵。

8.0.2 辐射供暖系统加热管在非供暖季应进行满水保护。在有冻结可能的地区应排水、泄压。

8.0.3 手动补水的辐射供暖水系统，应定期检查系统压力，低于水系统运行要求，应及时补水。

8.0.4 加热电缆辐射供暖系统每年供暖期使用前，应检查温控器及电路系统是否正常。

8.0.5 辐射供暖系统的表面上应有明显的标识，不得进行打洞、钉凿、撞击、高温作业等工作。

8.0.6 每隔两年宜对地面辐射供暖系统水进行化学水处理。

8.0.7 辐射供暖系统补充水质应符合现行国家标准《采暖空调系统水质》GB/T29044 的规定。

附录 A 辐射供暖构造图示

A.1 辐射供暖地面构造图示

A.1.1 混凝土填充式供暖地面构造可按图 A.1.1-1 和图 A.1.1-2 设置：

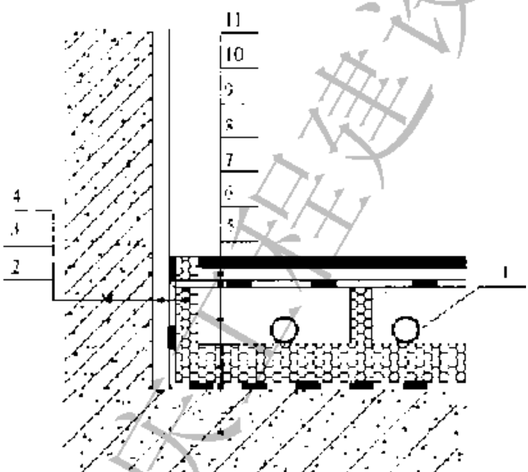


图 A.1.1-1 采用塑料绝热层(发泡水泥绝热层)的混凝土填充式热水供暖地面构造

1 加热管；2 侧面绝热层；3 抹灰层；4 外墙；5 楼板或与土壤相邻地面；6 防潮层(对与土壤相邻地面)；7 泡沫塑料绝热层(发泡水泥绝热层)；8 细石混凝土填充层(水泥砂浆填充找平层)；9 隔离层(对潮湿房间)；10 找平层；11 装饰面层

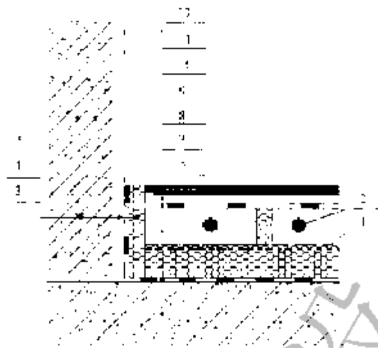


图 A.1.1-2　采用泡沫塑料绝热层(发泡水泥绝热层)的混凝土填充式加热电缆供暖地面构造

1　金属网；2　加热电缆；3　侧面绝热层；4　抹灰层；5　外墙；
6　楼板或与土壤相邻地面；7　防潮层(对与土壤相邻地面)；
8　泡沫塑料绝热层(发泡水泥绝热层)；
9　细石混凝土填充层(水泥砂浆填充找平层)；
10　隔离层(对潮湿房间)；11　找平层；12　装饰面层

A.1.2　预制沟槽保温板式供暖地面构造可按图 A.1.2-1～A.1.2-4 设置：

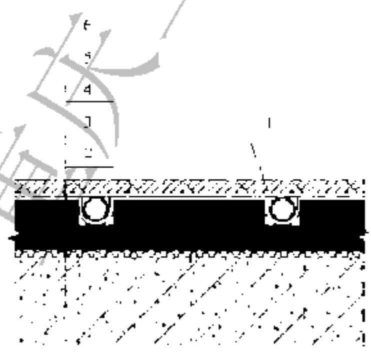


图 A.1.2-1　与供暖房间相邻的预制沟槽保温板供暖地面构造

1　加热管或加热电缆；2　楼板；3　可发性聚乙烯(EPE)垫层；
4　预制沟槽保温板；5　均热层；6　木地板面层

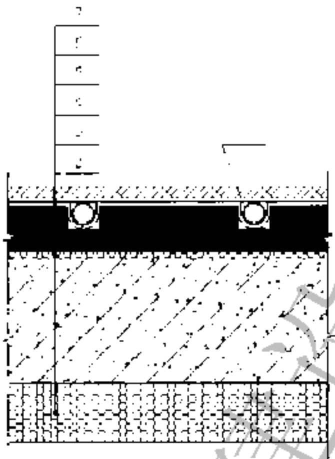


图 A.1.2-2　与室外空气或不供暖房间相邻的预制沟槽保温板供暖地面构造

1　加热管或加热电缆；2　泡沫塑料绝热层；3　楼板；
4　可发性聚乙烯(EPE)垫层；5　预制沟槽保温板；6　均热层；7　木地板面层

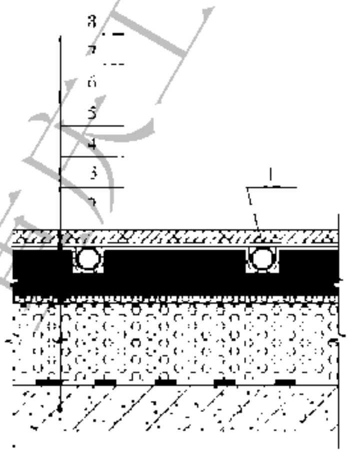


图 A.1.2-3　与土壤相邻的预制沟槽保温板供暖地面构造

1　加热管或加热电缆；2　与土壤相邻地面；3　防潮层；4　发泡水泥绝热层；
5　可发性聚乙烯(EPE)垫层；6　预制沟槽保温板；7　均热层；8　木地板面层

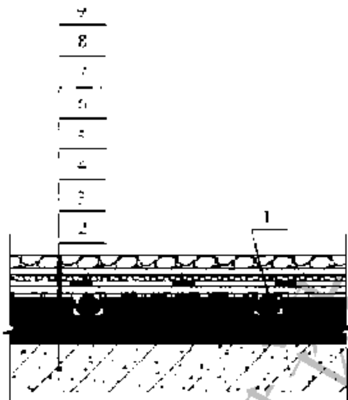


图 A.1.2-4　与供暖房间相邻的预制沟槽保温板加热电缆供暖地面构造

1　加热管或加热电缆;2　与土壤相邻地面;3　防潮层;4　发泡水泥绝热层;

1　加热电缆;2　楼板;3　预制沟槽保温板;4　均热层;

5　找平层(对潮湿房间);6　隔离层(对潮湿房间);7　金属层;

8　找平层;9　地砖或石材地面

A.1.3　预制轻薄供暖板供暖地面构造可按图 A.1.3-1～A.1.3-4 设置:

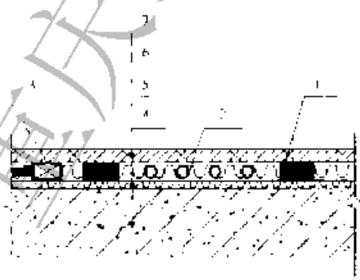


图 A.1.3-1　与供暖房间相邻的预制轻薄供暖板供暖地面构造(一)

1　加热管或加热电缆;2　与土壤相邻地面;3　防潮层;4　发泡水泥绝热层;

1　木龙骨;2　加热管;3　二次分水器;4　楼板;

5　可发性聚乙烯(EPE)垫层;6　供暖板;7　木地板面层

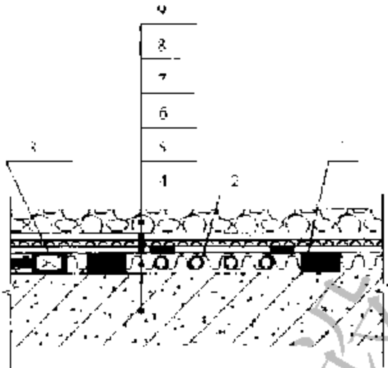


图 A.1.3-2　与供暖房间相邻的预制轻薄供暖板供暖地面构造(二)

1　木龙骨;2　加热管;3　二次分水器;4　楼板;5　供暖板;
6　隔离层(对潮湿房间);7　金属层;8　找平层;9　地砖或石材面层

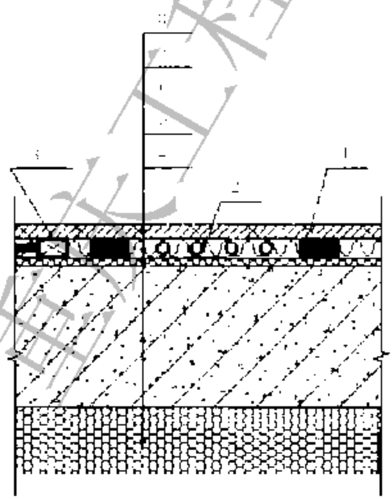


图 A.1.3-3　与室外空气或不供暖房间相邻的预制轻薄供暖板供暖地面构造

1　木龙骨;2　加热管;3　二次分水器;4　泡沫绝热材料;5　楼板;
6　可发性聚乙烯(EPE)垫层;7　供暖板;8　木地板面层

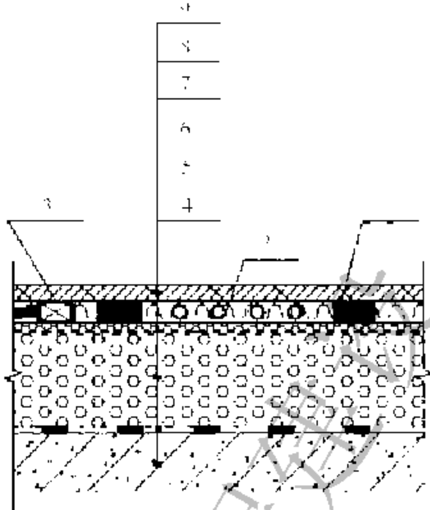


图 A.1.3-4 与土壤相邻的预制轻薄供暖板供暖地面构造

1 木龙骨；2 加热管；3 二次分水器；4 与土壤相邻地面；5 防潮层；
6 发泡水泥绝热层；7 可发性聚乙烯(EPE)垫层；8 供暖板；9 木地板面层

A.2 毛细管网安装方式与构造

A.2.1 毛细管网换热器的安装方式分为三种，即顶面安装、地面安装和立面安装。图 A.2-1、图 A.2-2、图 A.2-3 为顶面安装方式。图 A.2-4、图 A.2-5 为地面安装方式，图 A.2-6 为立面安装方式。

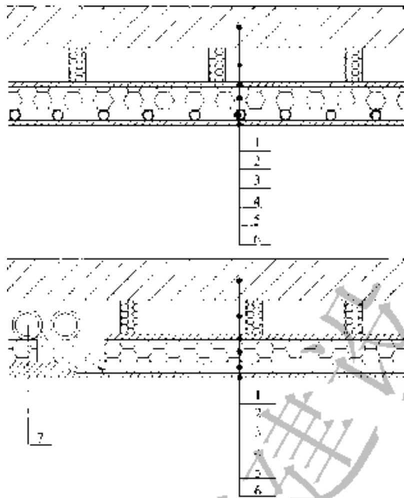


图 A. 2-1　吊顶顶板表面抹灰施工安装方式

1　结构层;2　龙骨;3　吊顶板;4　绝热层;5　毛细管;6　抹灰面层;7　集管

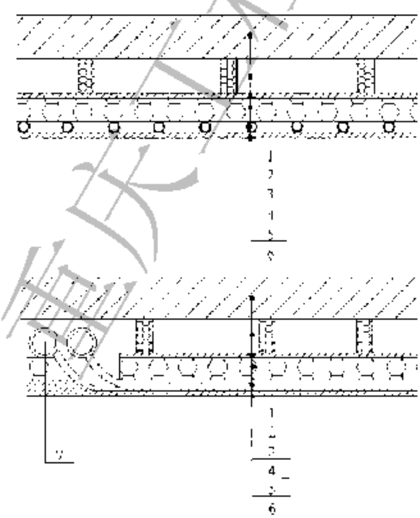


图 A. 2-2　吊顶顶板表面镂空施工安装方式

1一结构层;2一龙骨;3一吊顶板;4一绝热层;5一毛细管;

6一金属镂空板面层;7一集管

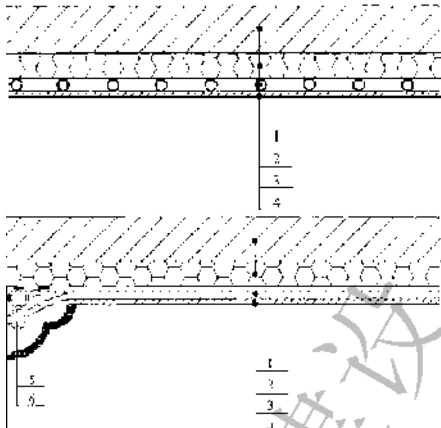


图 A.2-3　结构顶板表面抹灰直接施工安装方式

1—结构层;2—绝热层;3—毛细管;4—抹灰面层;5—集管;6—线条装饰

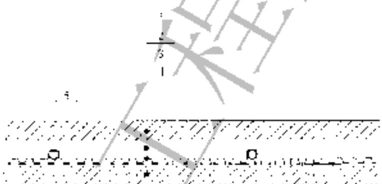


图 A.2-4　楼板地面施工安装方式

1—面层;2—找平层;3—绝热层;4—结构层;5—毛细管

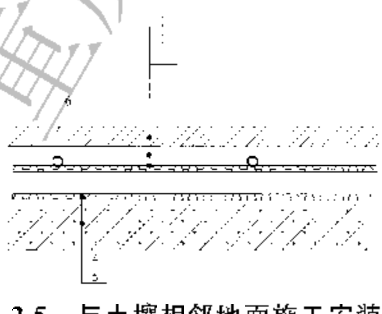


图 A.2-5　与土壤相邻地面施工安装方式

1—面层;2—找平层;3—绝热层;4—防潮层;5—与土壤相邻地面;6—毛细管

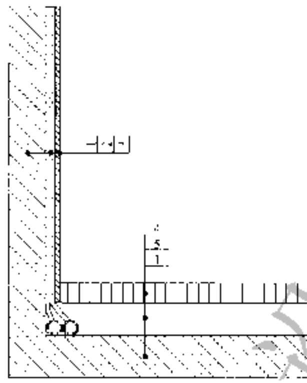


图 A.2-6　墙体表面抹灰施工安装方式

1—结构层；2—毛细管；3—抹灰面层；4—地板；5—找平层

附录 B 混凝土填充式热水辐射供暖地面单位面积散热量

附录 B 混凝土填充式热水辐射供暖地面单位面积散热量

B.1 采用聚苯乙烯塑料板绝热层的混凝土填充式热水辐射供暖地面单位面积散热量

B.1.1 当采用导热系数为 0.38W/(m·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.1.1-1～表 B.1.1-4 取值。

表 B.1.1-1 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/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	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

续表 B.1.1-1

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

表 B.1.1-2 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/m^2)

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

续表 B.1.1-2

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
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 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 0.075 $m^2·K/W$。

表 B.1.1-3　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/m^2)

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	29.6	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 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　木地板面层热阻为 0.1 $m^2·K/W$。

表 B.1.1-4 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/m^2)

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	54.4	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	39.6
	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 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 0.15 $m^2·K/W$。

B.1.2 当采用导热系数为 0.23W/(m·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.1.2-1～表 B.1.2-4 取值。

表 B.1.2-1 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/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	54.7	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	12.4
	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.	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

续表 B.1.2-1

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
55	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 0.041W/(m·K)、厚度 20mm,供回水温差 10℃;

2 水泥、石材或陶瓷面层热阻为 0.02 m²·K/W。

表 B.1.2-2 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

续表 B.1.2-2

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
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	152.2	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 0.075 $m^2 \cdot K/W$。

表 B.1.2-3 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/m^2)

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

续表 B.1.2-3

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
40	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 0.1 $m^2 \cdot K/W$。

表 B.1.2-4 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/m^2)

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 0.15 $m^2 \cdot K/W$。

B.1.3 当采用导热系数为 386W/(m·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.1.3-1～表 B.1.3-4 取值。

表 B.1.3-1 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/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	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

续表 B.1.3-1

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
55	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 20/19mm,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 水泥、石材或陶瓷面层热阻为 0.02 m^2·K/W。

表 B.1.3-2 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/m^2)

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

续表 B.1.3-2

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
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 塑料类面层热阻为 0.075 m²·K/W。

表 B.1.3-3 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	42.5	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

续表 B.1.3-3

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
40	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 木地板面层热阻为 0.1 $m^2 \cdot K/W$。

表 B.1.3-4 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 0.15 m²·K/W。

B.2 采用发泡水泥绝热层的的混凝土填充式热水辐射供暖地面单位面积散热量

B.2.1 当采用导热系数为 0.38W/(m·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.2.1-1～表 B.2.1-4 取值。

表 B.2.1-1 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/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	48.6	19.5	59.5	19.5	74.4	19.5	94.1	19.6	115.6	115.6
	18	43.7	17.6	53.4	17.6	66.7	17.6	84.1	17.7	103.2	18.1
	20	38.7	15.7	47.2	15.7	58.9	15.7	74.2	15.8	90.8	16.2
	22	33.7	13.8	41.1	13.8	51.1	13.8	64.3	13.9	78.6	14.2
	24	28.8	11.9	35.0	11.9	43.5	11.9	54.5	12.0	66.4	12.3
40	16	62.1	24.5	76.1	24.5	95.5	24.5	121.2	24.6	149.7	25.3
	18	57.1	22.7	69.9	22.6	87.6	22.6	111.0	22.7	136.9	23.4
	20	52.0	20.8	63.6	20.8	79.7	20.7	100.9	20.8	124.3	21.4
	22	47.0	18.9	57.4	18.9	71.8	18.8	90.8	18.9	111.6	19.5
	24	42.0	17.0	51.2	17.0	63.9	17.0	80.7	17.0	99.1	17.5
45	16	75.8	29.6	93.0	29.5	117.0	29.5	148.9	29.7	184.8	30.5
	18	70.7	27.7	86.7	27.7	108.9	27.6	138.6	27.9	171.8	28.6
	20	65.6	25.8	80.4	25.8	100.9	25.8	128.3	26.0	158.9	26.7
	22	60.5	24.0	74.1	23.9	93.0	23.9	118.0	24.1	146.0	24.7
	24	55.4	22.1	67.8	22.1	85.0	22.0	107.8	22.2	133.1	22.8
50	16	89.7	34.6	110.2	34.6	138.8	34.6	177.2	34.8	220.7	35.8
	18	84.5	32.8	103.9	32.7	130.7	32.7	166.8	32.9	207.6	33.9
	20	79.4	30.9	97.5	30.9	122.6	30.9	156.4	31.1	194.5	32.0
	22	74.3	29.1	91.1	29.0	114.6	29.0	146.0	29.2	181.3	30.0

续表 B.2.1-1

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
50	24	69.2	27.2	84.8	27.2	106.5	27.1	135.6	27.3	168.3	28.1
55	16	103.7	39.7	127.6	39.7	161.0	39.6	206.1	39.9	257.5	41.2
	18	98.6	37.9	121.2	37.8	152.8	37.8	195.5	38.1	244.2	39.2
	20	93.4	36.0	114.8	36.0	144.7	36.0	185.0	36.2	230.9	37.3
	22	88.3	34.2	108.4	34.1	136.6	34.1	174.5	34.3	217.6	35.4
	24	83.1	32.3	102.0	32.3	128.4	32.3	164.0	32.5	204.4	33.4

注：1 计算条件为加热管公称外径 20mm，填充层厚度 40mm，发泡水泥绝热层导热系数 0.08W/(m·K)、厚度 40mm，供回水温差 10℃；

2 水泥、石材或陶瓷面层热阻为 0.02 m²·K/W。

表 B.2.1-2 塑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	45.1	19.8	53.0	20.0	62.7	20.3	73.9	20.6	84.5	21.3
	18	40.5	17.9	47.5	18.2	56.2	18.3	66.1	18.6	75.6	19.3
	20	35.9	16.0	42.1	16.1	49.7	16.4	58.4	16.6	66.7	17.2
	22	31.3	14.1	36.6	14.2	43.2	14.4	50.7	14.6	57.9	15.1
	24	26.7	12.1	31.2	12.2	36.7	12.4	43.1	12.6	49.1	13.0
40	16	57.5	24.9	67.6	25.3	80.1	25.5	94.6	26.0	108.4	26.9
	18	52.8	23.0	62.1	23.2	73.5	23.5	86.7	24.0	99.4	24.8
	20	48.1	21.1	56.5	21.4	66.9	21.6	78.9	22.0	90.4	22.8
	22	43.5	19.2	51.0	19.4	60.4	19.6	71.1	20.0	81.4	20.7
	24	38.8	17.3	45.5	17.4	53.8	17.6	63.3	18.0	72.4	18.6
45	16	70.0	30.1	82.4	30.3	97.8	30.8	115.7	31.4	132.9	32.5
	18	65.3	28.2	76.9	28.4	91.2	28.9	107.8	29.4	123.8	30.4

续表 B.2.1-2

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
45	20	60.6	26.3	71.3	26.5	84.5	26.8	99.8	27.4	114.6	28.4
	22	55.9	24.4	65.7	24.6	77.9	24.9	91.9	25.4	105.5	26.3
	24	51.2	22.5	60.1	22.6	71.2	23.0	84.1	23.4	96.4	24.2
50	16	82.7	35.3	97.5	35.5	115.8	36.0	137.1	36.8	157.8	38.1
	18	77.9	33.3	91.8	33.6	109.1	34.1	129.2	34.8	148.6	36.1
	20	73.2	31.5	86.2	31.7	102.4	32.1	121.2	32.8	139.3	34.0
	22	68.5	29.6	80.6	29.8	95.7	30.2	113.2	30.8	130.1	32.0
	24	63.8	27.7	75.0	27.9	89.0	28.2	105.2	28.8	120.9	29.9
55	16	95.5	40.4	112.6	40.7	134.0	41.3	158.9	42.2	183.1	43.8
	18	90.7	38.5	107.0	38.9	127.3	39.4	150.8	40.2	173.8	41.8
	20	86.0	36.7	101.4	37.0	120.5	37.5	142.8	38.3	164.5	39.7
	22	81.2	34.8	95.7	35.1	113.8	35.5	134.8	36.3	155.2	37.7
	24	76.5	32.9	90.1	33.2	107.0	33.6	126.7	34.3	145.9	35.6

注：1 计算条件为加热管公称外径 20mm，填充层厚度 40mm，发泡水泥绝热层导热系数 0.08W/(m·K)、厚度 40mm，供回水温差 10℃；

2 塑料类材料面层热阻为 0.075 $m^2 \cdot K/W$。

表 B.2.1-3 木地板面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m^2)

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	44.1	19.9	50.9	20.1	58.8	20.5	67.5	21.0	75.4	21.7
	18	39.5	18.0	45.6	18.2	52.7	18.5	60.4	18.9	67.5	19.6
	20	35.0	16.1	40.4	16.3	46.6	16.6	53.4	16.9	59.6	17.5
	22	30.5	14.1	35.1	14.3	40.6	14.5	46.4	14.9	51.8	15.4
	24	26.1	12.2	29.9	12.3	34.5	12.6	39.5	12.8	44.0	13.2

续表 B.2.1-3

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
40	16	56.1	25.0	64.8	25.3	75.1	25.7	86.3	26.4	96.6	27.3
	18	51.5	23.1	59.5	23.6	68.9	23.9	79.2	24.4	88.6	25.3
	20	47.0	21.2	54.2	21.5	62.7	21.8	72.0	22.4	80.6	23.2
	22	42.4	19.3	48.9	19.5	56.6	19.9	64.9	20.3	72.6	21.0
	24	37.9	17.4	43.6	17.6	50.4	17.9	57.8	18.3	64.6	18.9
45	16	68.3	30.2	79.0	30.6	91.6	31.2	105.4	31.9	118.2	33.0
	18	63.7	28.3	73.6	28.7	85.4	29.1	98.2	29.9	110.1	31.0
	20	59.1	26.4	68.3	26.7	79.1	27.2	91.0	27.8	102.0	28.9
	22	54.5	24.5	62.9	24.8	72.9	25.2	83.8	25.9	93.9	26.8
	24	49.9	22.6	57.6	22.8	66.7	23.2	76.7	23.8	85.8	24.7
50	16	80.6	35.4	93.3	35.8	108.3	36.6	124.8	37.4	140.1	38.8
	18	76.0	33.5	87.9	33. 9	102.0	34.5	117.5	35.4	131.9	36.7
	20	71.4	31.6	82.5	32.0	95.8	32.5	110.3	33.4	123.8	34.6
	22	66.8	29.7	77.2	30.1	89.5	30.6	103.0	31.4	115.6	32.5
	24	62.1	27.8	71.8	28.1	83.3	28.6	95.8	29.3	107.5	30.4
55	16	93.1	40.6	107.8	41.1	125.2	41.8	144.4	42.9	162.3	44.6
	18	88.4	38.7	102.4	39.2	118.9	39.9	137.1	40.9	154.1	42.5
	20	83.8	36.8	97.0	37.3	112.6	37.9	129.8	38.9	145.9	40.4
	22	79.2	34.9	91.6	35.4	106.3	36.0	122.5	36.9	137.6	38.3
	24	74.5	33.0	86.2	33.5	100.0	34.0	115.3	34.9	129.4	36.2

注:1 计算条件为加热管公称外径 20mm,填充层厚度 40mm,发泡水泥绝热层导热系数 0.08W/(m·K)、厚度 40mm,供回水温差 10℃;

2 木地板材料面层热阻为 $0.1m^2·K/W$。

表 B.2.1-4 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	40.9	20.2	45.9	20.5	51.5	20.9	57.1	21.5	62.1	22.2
	18	36.7	18.3	41.2	18.5	46.1	19.0	51.2	19.5	55.7	20.1
	20	32.5	16.5	36.5	16.6	40.8	16.9	45.3	17.4	49.2	17.9
	22	28.3	14.3	31.7	14.6	35.5	14.9	39.4	15.3	42.8	15.8
	24	24.2	12.4	27.1	12.6	30.3	12.8	33.5	13.1	36.4	13.6
40	16	51.9	25.4	58.4	25.8	65.5	26.5	72.9	27.1	79.3	28.0
	18	47.7	23.5	53.6	23.9	60.2	24.4	66.9	25.1	72.8	25.9
	20	43.5	21.5	48.9	21.9	54.8	22.3	60.9	22.9	66.2	23.8
	22	39.3	19.6	44.1	19.9	49.5	20.3	54.9	20.9	59.7	21.6
	24	35.1	17.6	39.4	17.9	44.1	18.3	49.0	18.8	53.2	19.4
45	16	63.2	30.6	71.1	31.2	79.8	31.8	88.8	32.8	96.7	33.9
	18	58.9	28.7	66.3	29.2	74.4	29.8	82.8	30.7	90.2	31.8
	20	54.7	26.8	61.5	27.2	69.0	27.8	76.7	28.6	83.6	29.6
	22	50.4	24.9	56.7	25.3	63.6	25.9	70.7	26.5	77.0	27.5
	24	46.2	22.9	51.9	23.3	58.2	23.8	64.7	24.5	70.4	25.3
50	16	74.5	35.9	83.9	36.5	94.3	37.3	104.9	38.4	114.4	39.7
	18	70.2	34.0	79.0	34.6	88.8	35.5	98.9	36.3	107.8	37.6
	20	65.9	32.1	74.2	32.6	83.4	33.3	92.8	34.3	101.2	35.5
	22	61.7	30.2	69.4	30.7	77.9	31.3	86.7	32.2	94.5	33.4
	24	57.4	28.2	64.6	28.7	72.5	29.3	80.7	30.2	87.9	31.2
55	16	85.9	41.2	96.8	41.9	108.8	42.8	121.2	44.1	132.3	45.7
	18	81.6	39.3	91.9	40.0	103.4	40.8	115.1	42.1	125.6	43.6
	20	77.4	37.4	87.1	38.0	97.9	38.9	109.0	40.0	118.9	41.4
	22	73.1	35.5	82.2	36.1	92.4	37.0	102.9	38.0	112.3	39.3
	24	68.8	33.5	77.4	34.1	87.0	34.9	96.8	35.8	105.6	37.2

注:1 计算条件为加热管公称外径 20mm,填充层厚度 40mm,发泡水泥绝热层导热系数 0.08W/(m·K)、厚度 40mm,供回水温差 10℃;

2 铺厚地毯面层热阻为 0.15 m²·K/W。

B.2.2 当采用导热系数为 0.23W/(m·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.2.2-1～表 B.2.2-4 取值。

表 B.2.2-1 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/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	43.6	17.8	53.8	17.7	68.0	17.9	87.3	18.3	110.4	19.2
	18	39.2	16.0	48.2	16.0	60.8	16.2	78.0	16.5	98.5	17.4
	20	34.8	14.2	42.7	14.3	53.8	14.5	68.8	14.8	86.8	15.5
	22	30.3	12.5	37.2	12.6	46.7	12.8	59.7	13.0	75.1	13.7
	24	25.9	10.8	31.7	10.9	39.7	11.0	50.6	11.2	63.51	11.8
40	16	55.7	22.2	68.7	22.4	87.0	22.4	112.2	23.0	142.7	24.2
	18	51.2	20.5	63.1	20.6	79.8	20.8	102.8	21.2	130.6	22.4
	20	46.7	18.8	57.5	18.9	72.6	19.0	93.4	19.5	118.5	20.5
	22	42.2	17.1	51.9	17.2	65.4	17.4	84.1	17.7	106.5	18.7
	24	37.7	15.4	46.3	15.5	58.3	15.6	74.8	15.9	94.6	16.8
45	16	67.9	26.7	83.9	26.8	106.4	27.0	137.7	27.7	175.9	29.2
	18	63.3	25.1	78.2	25.1	99.2	25.3	128.1	25.9	163.6	27.4
	20	58.8	23.3	72.5	23.5	91.9	23.6	118.7	24.2	151.3	25.5
	22	54.2	21.7	66.9	21.7	84.6	21.9	109.2	22.4	139.1	23.7
	24	49.7	19.9	61.2	20.0	77.4	20.2	99.7	20.7	126.9	21.8
50	16	80.2	31.2	99.3	31.4	126.1	31.8	163.6	32.4	209.9	34.3
	18	75.6	29.5	93.5	29.7	118.8	30.0	154.0	30.7	197.5	32.4
	20	71.1	27.9	87.8	28.2	111.5	28.3	144.4	28.9	185.0	30.6
	22	66.5	26.2	82.1	26.3	104.1	26.7	134.9	27.2	172.6	28.7
	24	61.9	24.5	76.4	24.6	96.9	24.9	125.3	25.4	160.2	26.9
55	16	92.7	35.7	114.8	35.9	146.2	36.2	190.0	37.1	244.7	39.3
	18	88.1	34.3	109.1	34.3	138.8	34.6	180.4	35.4	232.1	37.5
	20	83.5	32.4	103.3	32.6	131.4	32.9	170.7	33.6	219.5	35.6

续表 B.2.2-1

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
55	22	78.9	30.8	97.6	30.9	124.0	31.2	161.0	31.9	206.9	33.8
	24	74.3	29.1	91.8	29.2	116.7	29.5	151.3	30.2	194.3	32.0

注:1 计算条件为加热管公称外径/内径 20mm,填充层厚度 40mm,发泡水泥绝热层导热系数 0.08W/(m·K)、厚度 40mm,供回水温差 10℃;

2 水泥、石材或陶瓷面层热阻为 0.02 $m^2 \cdot K/W$。

表 B.2.2-2 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/m^2)

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	40.7	18.0	48.3	18.3	57.9	18.7	69.4	19.5	81.5	20.6
	18	36.6	16.3	43.3	16.5	51.9	17.0	62.2	17.6	72.9	18.6
	20	32.4	14.5	38.4	14.8	45.9	15.1	54.9	15.7	64.4	16.6
	22	28.3	12.8	33.4	13.0	39.9	13.3	47.7	13.8	55.9	14.6
	24	24.1	11.0	28.5	11.2	34.0	11.5	40.6	11.9	47.4	12.6
40	16	51.8	22.6	61.6	23.0	73.9	23.6	88.8	24.5	104.6	26.0
	18	47.6	20.9	56.5	21.3	67.8	21.8	81.5	22.6	95.9	24.0
	20	43.4	19.2	51.5	19.5	61.7	20.1	74.1	20.7	87.2	22.0
	22	39.2	17.4	46.5	17.7	55.7	18.2	66.8	18.9	78.5	20.0
	24	35.0	15.7	41.5	16.0	49.6	16.3	59.5	17.0	69.9	18.0
45	16	63.0	27.3	75.0	27.7	90.2	28.4	108.5	29.6	128.1	31.4
	18	58.8	25.6	69.9	26.1	84.0	26.6	101.1	27.7	119.3	29.4
	20	54.6	23.8	64.8	24.2	77.9	24.8	93.7	25.8	110.5	27.4
	22	50.4	22.1	59.8	22.5	71.8	23.0	86.3	24.0	101.7	25.4
	24	46.1	20.4	54.7	20.7	65.7	21.2	78.9	22.1	92.9	23.4

续表 B.2.2-2

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
50	16	74.4	31.9	88.6	32.4	106.6	33.3	128.6	34.6	152.0	36.8
	18	70.1	30.5	83.5	30.7	100.4	31.5	121.1	32.7	143.2	34.9
	20	65.9	28.5	78.4	29.0	94.3	29.7	113.6	30.9	134.3	32.9
	22	61.7	26.8	73.3	27.2	88.1	27.9	106.1	29.1	125.4	30.9
	24	57.4	25.1	68.2	25.5	81.9	26.1	98.7	27.2	116.5	28.9
55	16	85.9	36.5	102.3	37.2	123.2	38.1	148.8	39.7	176.3	42.3
	18	81.6	34.8	97.2	35.5	117.0	36.4	141.3	37.9	167.4	40.3
	20	77.4	33.2	92.1	33.8	110.8	34.6	133.8	36.1	158.4	38.4
	22	73.1	31.5	86.9	32.0	104.6	32.8	126.3	34.2	149.5	36.4
	24	68.8	29.7	81. 8	30.3	98.4	31.1	118.8	32.3	140.5	34.4

注:1 计算条件为加热管公称外径 20mm,填充层厚度 40mm,发泡水泥绝热层导热系数 0.08W/(m·K)、厚度 40mm,供回水温差 10℃;

2 塑料类材料面层热阻为 0.075 $m^2 \cdot K/W$。

表 B.2.2-3 木地板面层单位地面面积的向上供热量和向下传热量(W/m^2)

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	39.9	18.1	46.5	18.5	54.5	19.1	63.7	19.8	73.0	21.0
	18	35.8	16.4	41.7	16.7	48.9	17.2	57.1	17.9	65.4	19.0
	20	31.7	14.6	36.9	14.9	43.2	15.4	50.4	16.0	57.7	17.0
	22	27.6	12.9	32.1	13.1	37.6	13.5	43.8	14.1	50.2	14.9
	24	23.6	11.1	27.4	11.3	32.0	11.7	37.3	12.1	42.6	12.9
40	16	50.7	22.7	59.2	23.2	69.5	23.9	81.4	25.0	93.5	26.5
	18	46.6	21.0	54.3	21.5	63.8	22.1	74.7	23.1	85.7	24.5
	20	42.5	19.3	49.5	19.7	58.1	20.3	68.0	21.2	78.0	22.5

续表 B.2.2-3

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
40	22	38.3	17.5	44.7	17.9	52.4	18.5	61.3	19.2	70.3	20.4
	24	34.2	15.8	39.9	16.1	46.7	16.6	54.6	17.3	62.6	18.4
45	16	61.7	27.4	72.0	28.0	84.7	28.9	99.3	30.1	114.3	32.0
	18	57.5	25.7	67.2	26.3	79.0	27.1	92.6	28.2	106.5	30.0
	20	53.4	24.0	62.3	24.5	73.2	25.2	85.8	26.4	98.7	28.0
	22	49.2	22.2	57.4	22.7	67.5	23.4	79.0	24.4	90.8	26.0
	24	45.1	20.5	52.6	20.9	61.7	21.6	72.3	22.5	83.0	23.9
50	16	72.7	32.1	85.0	32.8	100.1	33.8	117.5	35.3	135.4	37.6
	18	68.6	30.4	80.1	31.1	94.3	32.0	110.7	33.4	127.6	35.6
	20	64.4	28.7	75.3	29.3	88.5	30.2	103.9	31.5	119.7	33.5
	22	60.2	26.9	70.4	27.5	82.7	28.4	97.1	29.7	111.8	31.5
	24	56.1	25.2	65.5	25.8	77.0	26.6	90.3	27.7	103.9	29.5
55	16	83.9	36.8	98.2	37.6	115.6	38.8	135.9	40.5	156.8	43.1
	18	79.7	35.1	93.3	35.9	109.8	37.0	129.1	38.6	148.9	41.2
	20	75.5	33.4	88.3	34.1	104.0	35.2	122.2	36.8	141.0	39.1
	22	71.4	31.7	83.4	32.4	98.2	33.4	115.4	34.9	133.0	37.1
	24	67.2	29.9	78.5	30.6	92.4	31.6	108.5	33.0	125.1	35.1

注:1 计算条件为加热管公称外径 20mm,填充层厚度 40mm,发泡水泥绝热层导热系数 0.08W/(m·K)、厚度 40mm,供回水温差 10℃;

2 木地板材料面层热阻为 0.1 m²·K/W。

表 B.2.2-4 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	37.1	18.4	42.2	18.9	48.0	19.6	54.3	20.5	60.4	21.7
	18	33.3	16.7	37.9	17.1	43.1	17.7	48.7	18.5	54.1	19.6
	20	29.5	14.9	33.5	15.3	38.1	15.8	43.0	16.5	47.9	17.5
	22	25.7	13.1	29.2	13.5	33.2	13.9	37.5	14.5	41.6	15.4
	24	22.0	11.3	24.9	11.6	28.3	12.0	31.9	12.5	35.4	13.2
40	16	47.2	23.2	53.7	23.8	61.1	24.7	69.2	25.8	77.1	27.3
	18	43.3	21.4	49.3	22.0	56.1	22.8	63.5	23.8	70.7	25.2
	20	39.5	19.6	44.9	20.2	51.1	20.9	57.8	21.9	64.4	23.1
	22	35.7	17.9	40.5	18.4	46.1	19.0	52.2	19.9	58.1	21.0
	24	31.9	16.1	36.2	16.5	41.1	17.1	46.5	17.9	51.8	18.9
45	16	57.3	27.9	65.3	28.7	74.4	29.7	84.3	31.1	94.0	33.0
	18	53.5	26.2	60.8	26.9	69.3	27.9	78.6	29.2	87.6	30.9
	20	49.6	24.4	56.4	25.1	64.3	26.0	72.8	27.2	81.2	28.8
	22	45.7	22.7	52.0	23.3	59.3	24.1	67.1	25.2	74.8	26.7
	24	41.9	20.9	47.6	21.5	54.2	22.2	61.4	23.2	68.5	24.6
50	16	67.6	32.7	77.0	33.6	87.8	34.8	99.6	36.5	111.2	38.7
	18	63.7	31.0	72.5	31.8	82.7	33.0	93.8	34.5	104.7	36.6
	20	59.8	29.2	68.1	30.0	77.6	31.1	88.1	32.6	98.3	34.5
	22	55.9	27.5	63.7	28.2	72.6	29.3	82.3	30.6	91.9	32.5
	24	52.1	25.7	59.3	26.4	67.5	27.4	76.6	28.7	85.4	30.4
55	16	77.9	37.5	88.7	38.6	101.3	40.0	115.0	41.9	128.5	44.4
	18	74.0	35.8	84.3	36.8	96.2	38.1	109.2	39.9	122.0	42.4
	20	70.1	34.0	79.9	35.0	91.1	36.3	103.4	38.0	115.6	40.3
	22	66.2	32.3	75.4	33.2	86.0	34.4	97.6	36.0	109.1	38.2
	24	62.3	30.5	71.0	31.4	81.0	32.5	91.9	34.1	102.6	36.1

注:1 计算条件为加热管公称外径 20mm,填充层厚度 40mm,发泡水泥绝热层导热系数 0.08W/(m·K)、厚度 40mm,供回水温差 10℃;

2 铺厚地毯面层热阻为 0.15 $m^2 \cdot K/W$。

本标准用词说明

1　为了便于在执行本标准条文时区别对待，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：
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：
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”；

4)表示有选择，在一定条件下可以这样做的：采用“可”。

2　标准中指明应按其他有关标准执行时，写法为：“应符合……的规定(或要求)”或“应按……执行”。

引用标准名录

《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142

《民用建筑供暖通风机空气调节设计规范》GB 50736

《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209

《供热计量技术规程》JGJ 173

《建筑节能工程施工质量验收规范》GB 50411

《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243

《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242

《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB 50254

《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 1080.1

《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 1080.2

《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

《电气装置安装工程电力变流设备施工及验收规范》GB 50255

《采暖空调系统水质》GB/T 29044

重庆市工程建设标准

民用建筑辐射供暖技术标准

DBJ50/T-299-2018

条文说明

2018 重 庆

目　次

1 总 则

1.0.2 1、以热水为热媒的建筑辐射供暖工程一般分为热水地面辐射供暖系统、热水吊顶辐射板和毛细管网辐射供暖系统三种形式。

1)热水地面辐射供暖系统是以低温热水为热媒,通过地面以辐射换热和对流换热方式向室内供热,室内温度梯度是下面高而上面低,给人脚热头部凉的舒适感觉,适用于对热舒适度要求较高的建筑。另外从节能角度出发,适用于所在区域有利用废热热源、可再生能源、热泵提供低温热水的建筑。

2)毛细管网辐射系统供暖是以低温热水为热媒,可适用于以下场所:可利用废热热源、可再生能源或热泵提供低温热水的场所;同时需要辐射供冷和辐射供暖的建筑;部分房间地面供暖可利用面积小、冷墙多、家具遮挡面积大,只采用地面供暖无法达到供暖效果,可利用毛细管网墙面或顶面敷设。

3)热水吊顶辐射板供暖系统可利用高温热水为热媒,与低温热水地面辐射系统相比,在相同的辐射面积下,其供热量更大,适用于大空间民用建筑,如商场、体育馆、展览厅、车站等,也可用于公共建筑的局部区域或局部工作地点供暖。但由于其供水温度较高,根据人体的舒适度,对其安装高度和平均水温有要求。

2、发热电缆辐射供暖系统是直接利用电力发热,将高品位电能直接转换为了低品位热能。《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 中第 5.5.1 条对其适用场所做出明确规定,需要大面积供暖的建筑不适宜采用该技术。另外一些安全要求较高的建筑或地面上铺设地毯可阻碍电缆快速散热的房间,也不适宜采用加热电缆辐射供暖系统。

3、本标准不适用于现浇混凝土楼板内预埋加热管、以天然气红外线辐射器为加热元件等辐射供暖工程。

3 设 计

3.1 一般规定

3.1.1 本条从地面辐射供暖的安全、寿命和舒适考虑，规定供水温度不应超过60℃。从舒适及节能考虑，地面供暖供水温度宜采用较低数值，国内外经验表明，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。故作此推荐。应在保证室内温度的基础上选择设计供水温度。

3.1.2 根据不同设置位置、覆盖层的热阻及遮挡因素，确定毛细管网辐射系统的供水温度。

3.1.3 辐射供暖时，辐射体表面平均温度要求。

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%；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。考虑到生活习惯，本标准将人员经常停留地面的温度上限值规定为29℃。

EN15377-1:2005中推荐墙面温度上限范围为35℃～50℃，上限温度取决于墙面供暖系统的设置情况如：身体是否易于接触墙面，人员是否是儿童或老人等。同时还要综合考虑热损失及对邻室影响等因素。

3.1.4 供暖时，供水温度适宜采用35℃～45℃，低于常规散热器采暖系统。热源选择时，建议优先选用热泵、余热、废热等低温热源。

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 竖向分区设置规定。设置竖向分区主要目的是减小设备、管道及部件所承受的压力，保证系统安全运行，避免立管出现垂直失调等现象。

3.1.7 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。对低温热水系统，回水温度就会升高，尽管减少了室内供暖热量，尚不至于有安全隐患；而对加热电缆系统、电热膜系统，加热电缆、电热膜仍然持续加热，可能会产生安全隐患。因此，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电缆、电热膜、加热管，同时应尽量选用有腿的家具，以减少局部热阻。

3.1.9 加热电缆的线功率要求。普通加热电缆的线功率是基本恒定的，热量不能散出来就会导致局部温度上升，成为安全的隐患。《美国 UL 认证》规定，加热电缆表面工作温度不超过 65℃。当面层采用塑料类材料(面层热阻 R—0.075m^2 · K/W)、海凝土填充层厚度 35mm、聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度 20mm，加热电缆间距 50mm，加热电缆表面温度 70℃时，计算加热电缆的线功率为 16.3W/m。因此，本条文作出了对加热电缆的线功率不宜超过 17W/m 的规定，以控制加热电缆表面温度，保证其使用寿命，并有利于地面温度均匀且不超出最高温度限制。加热电缆的线功率的选择，与敷设间距、面层热阻等因素密切相关，敷设间距越大，面层热阻越小，允许的加热电缆线功率也可适当加大；而当面层采用地毯等高热阻材料时，要选用更低线功率的加热电缆，以确保安全。

需要说明的是，17W/m 的推荐限值，是在电压 220V，敷设间

距 50mm 的情况下得出的。通常情况下，加热电缆敷设间距在 50mm 以上，但特殊情况下，受敷设面积的限制，实际工程中存在敷设间距为 50mm 的情况，故从确保安全的角度，作此规定。计算表明，上述同样条件下，如加热电缆间距控制在 100mm，即使采用热阻更大的厚地毯面层，加热电缆线功率的限值也可以达到 20W/m 以上。因此，实际工程加热电缆的线功率的选择，需要根据敷设间距、构造做法等综合考虑确定。

在采用带龙骨的架空木板作为地面时，加热电缆裸敷在架空地板的龙骨之间，需要对加热电缆有更加严格的、安全的规定。借鉴国内外大量的工程实践经验，在龙骨之间适宜敷设有利于加热电缆散热的金属均热层，且加热电缆的线功率不要大于 10W/m，功率密度不宜大于 $80W/m^2$。

采用加热电缆地面辐射供暖时，尚应考虑到家具布置的影响，加热电缆的布置要尽可能避开家具特别是无腿家具的占压区域，以免因占压区域的热损失而影响供暖效果或因占压区域的局部温度过高而影响加热电缆的使用寿命。

3.1.15 毛细管网同时用于冬季供暖和夏季供冷时，宜首先考虑顶棚埋置方式，顶棚面积不足时，再考虑墙面或地面埋置方式。

3.1.16 装配式居住建筑的外墙一般采用外保温、夹芯保温等方式，而外墙的内表面是在装配混凝土实体墙上内贴石膏板。采用散热器供暖时，要与土建密切配合，需要在实体墙上准确预埋为安装散热器使用的支架或挂件，并且散热器的安装应在外墙的内表面装饰完毕后才能进行。施工难度相对大一些。而采用地面辐射供暖的安装施工可以在土建施工完毕后即可施工，不受装饰装修的制约。基于这一考虑，建议在需要时，装配式住宅建筑室内供暖系统宜采用地面辐射供暖系统。

3.1.19 为了规范设计图纸，本条对辐射供暖工程施工图的设计深度、图面表达内容与要求等，作出了具体的规定，以保证最终的效果，职责分明。

3.2 地面构造

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 设置绝热层、防潮层、隔离层的要求。

当地面荷载特别大时，与土壤接触的底层的绝热层有可能承载能力不够，考虑到土壤热阻相对楼板较大，散热量较小，一般情况下均应设置绝热层。

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，混凝土填充式供暖地面的填充层上，预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板供暖地面的地面面层下设置隔离层，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($m^2 \cdot K/W$)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($m^2 \cdot K/W$)左右的木地板为面层时要高 30%～60%；比以热阻为 0.15($m^2 \cdot K/W$)左右的地毯为面层时要高 60%～90%。由此可见，面层材料对地面散热量的巨大影响。为了节省能耗和运行费用，采用地面辐射供暖方式时，要尽量选用热阻小于 0.05($m^2 \cdot K/W$)的材料做面层。

混凝土填充式供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。采用加热电缆地面供暖时，地面上不适宜铺设地毯，避免面层热阻过大，导致电缆温度过高，不仅影响电缆寿命，还易形成安全隐患。

预制沟槽保温板和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，保温板或供暖板以及木地板面层均为干法施工，方便快捷，如采用瓷砖或石材面层为湿法施工，还需增加以泥砂浆找平层等厚度，且水泥砂浆均热层有腐蚀作用。

因此除住宅厨房、卫生间等不适宜使用木地板的场合外，预制沟槽保温板和供暖板供暖地面均建议采用木地板面层，以避免湿作业。

3.2.5 **2** 为了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低要求。当绝热层采用模塑聚苯乙烯泡沫塑料板时，其对应厚度见表3.2.5-3。当工程条件允许时，适宜在此基础上再增加10mm。采用其他泡沫塑料类绝热材料时，可根据其导热系数，按热阻相当的原则确定厚度。聚苯乙烯泡沫塑料板主要技术指标见本标准第4.2节。

3 考虑发泡水泥和聚苯乙烯泡沫塑料绝热材料供暖地面构造的不同特点，不要求两种类型的绝热层热阻相当。

3.2.6 预制沟槽保温板或供暖板本身由泡沫塑料绝热材料构成，由于不需设填充层，加热部件上部热阻相对较小，向上的有效散热量比例与混凝土填充式供暖地面相比差距不大，因此如下层为供暖房间，不需另外设置绝热层；如铺设在与土壤接触的底层地板上，发泡水泥绝热层厚度可比混凝土填充式地面供暖时少5mm，以免占据室内高度过多。

采用预制沟槽保温板或供暖板时，在土壤或楼板上部不宜采用泡沫塑料板作绝热层，是为了避免保温板或供暖板与聚苯乙烯泡沫塑料板铺设在一起易产生相对位移，并为了保护面层不开裂。土壤上部采用发泡水泥容易与保温板或供暖板牢固结合；直接与室外空气接触的楼板在下面做外保温可与外墙外保温连为一体；与不供暖房间相邻的地板也宜在地板下表面贴泡沫塑料绝热板。

表中绝热层厚度为最小厚度。当工程条件允许时，模塑聚苯乙烯泡沫塑料板厚度适宜再增加10mm。

3.2.7 填充层的作用主要有二：一是保护加热管或加热电缆；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。为了达到以上目的，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。

填充层材料及其厚度应根据采用的绝热层材料和加热部件类型确定。采用发泡水泥绝热层时，因绝热层相对较厚，宜减少上部填充层厚度，因此推荐采用能够做得较薄的水泥砂浆。发泡水泥绝热层和水泥砂浆填充层之间有较好的结合性，即使填充层厚度较薄，也不会产生开裂。

规定加热电缆设在填充层中间，保证加热电缆与绝热材料之间有一定的填充层材料，是为了加强电缆向四周散热，避免供暖地面上部被地毯等遮挡不能向上散热，紧贴电缆的绝热层又阻挡向下散热时，产生加热电缆局部过热现象，影响加热电缆的寿命。为此将加热电缆的细石混凝土填充层最小厚度由原规程的 35mm 增至 40mm。

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 25mm，其中最上为约 5mm 的粘接层)。

没有防水要求的非潮湿房间，水泥砂浆填充层可同时作为面层找平层，以减少地面上部厚度和热阻，因此水泥砂浆填充层施工要求平整度高，采用地砖或石材面层时，可直接用约 5mm 厚的粘接层与地砖等粘接，且水泥砂浆填充(找平)层应与面层施工同时进行。

3.2.8 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 237W/(m·K)。均热层可使加热部件产生的热量均匀地散开，形成均匀热辐射面而不会使发热体本身温度过高，尤其是电发热体；铺设在加热电缆之下时，使加热电缆不直接接触保温板，保证热量均匀地散开。铝箔厚度的选取可参考表 3.2.8。

表 3.2.8　铝箔厚度对地表面温度分布的影响

铝箔厚度 0.1mm				
	供水温度 35℃		供水温度 55℃	
	最大值(℃)	最小值(℃)	最大值(℃)	最小值(℃)
地板上表面	25.19	21.15	33.04	24.44
地板下表面	20.11	20.04	22.79	22.63
铝箔厚度 0.2mm				
	供水温度 35℃		供水温度 55℃	
	最大值(℃)	最小值(℃)	最大值(℃)	最小值(℃)
地板上表面	25.23	22.51	32.99	27.19
地板下表面	20.48	20.42	23.55	23.41
铝箔厚度 0.3mm				
	供水温度 35℃		供水温度 55℃	
	最大值(℃)	最小值(℃)	最大值(℃)	最小值(℃)
地板上表面	25.26	23.2	33.01	28.63
地板下表面	20.67	20.61	23.92	23.81

3.4　房间热负荷计算

3.4.1　民用建筑按现行国家标准《民用建筑供暖通风及空气调节设计规范》GB 50736 的有关规定进行计算。

3.4.2　辐射供暖系统室内设计温度。实践证实，人体的舒适度受辐射影响很大，欧洲的相关实验也证实了辐射和人体舒适度感觉的相互关系。根据国内外资料和国内一些工程的实测，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℃。

3.4.3　当辐射供暖用于局部供暖时，热负荷计算还要乘以表 3.4.3 所规定的计算系数(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)。

3.4.4　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。

3.4.5 敷设加热部件的地面或墙面，不存在通过地面或墙面向外的传热负荷，因此房间外围护结构热负荷不包括敷设加热供冷部件辐射面的传热负荷。辐射面向外的传热负荷应计算在辐射供暖房间热媒的供热量中。

3.4.6 实际工程的高大空间，尤其是间歇供暖时，常存在房间升温时间过长甚至供热量不足问题。原因之一与不计算高度附加有关：一是地面供暖向房间散热有将近一半仍依靠对流形式，房间高度方向也存在一些温度梯度；二是同样面积时，高大空间外墙等外围护结构比一般房间多，“蓄冷量”较大，供暖初期升温相对需热量较多。高度附加率按散热器供暖计算值的50%取值。

3.4.7 对于采用加热电缆的住宅辐射供暖系统、集中热源分户热计量或采用分户独立热源的热水辐射供暖系统，其热负荷计算时需考虑间歇供暖附加值和户间传热负荷，考虑附加后房间热负荷可参考下式计算。

$$Q=\alpha\cdot Q_j+q_h\cdot M \qquad (1)$$

式中：Q 房间热负荷(W)；

Q_j 未考虑附加的房间热负荷(W)；

α 考虑间歇供暖的修正系数，应根据热源和供暖方式、分户计量收费方式、供暖地面的热容量等因素确定，无资料时可参考表3.4.7取值。

q_h 房间单位面积平均户间传热量(W/m^2)，可取一$7W/m^2$；

M 房间使用面积(m^2)。

表 3.4.7 住宅间歇供暖热负荷修正系数

热源形式	供暖地面类型	间歇供暖修正系数 α
集中热水供暖	混凝土填充式	1.1
	预制沟槽保温板	1.2～1.3
	供暖板	1.2～1.3

续表 3.4.7

热源形式	供暖地面类型	间歇供暖修正系数 α
分户独立燃油燃气供暖炉供暖	混凝土填充式	1.3
	预制沟槽保温板	1.4～1.5
	供暖板	1.4～1.5
加热电缆	混凝土填充式	1.3
	预制沟槽保温板	1.4～1.5

注：校核地面平均温度时，取 $\alpha=1.0$。

计算集中供暖系统的供暖立干管和建筑物总热负荷，以及供电干线和建筑物的总用电负荷时，不考虑户间传热量 $q_h \cdot M$，则房间热负荷可按下式计算：

$$Q=\alpha \cdot Q_j \tag{2}$$

式中：α —— 考虑间歇供暖的修正系数，取 $\alpha=1.1$。

公共建筑如采用间歇供暖形式，可参考表 3.4.7，对房间基本热负荷考虑一定的间歇供暖负荷修正。

3.5 辐射面传热量的计算

3.5.1 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，国内设计院多已采用，并已经过实际工程检验，认为可行，故本标准推荐采用此方法。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。

3.5.3 预制沟槽保温板、供暖板及毛细管网辐射供暖表面与混凝土填充式供暖地面的构造不同，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，以及向下传热量。

3.6 水系统设计

3.6.1 供暖板管径小易堵塞，设置脱气除污器以防止堵塞。毛细管网地面供暖系统管径则更小，为防止堵塞，规定毛细管网系统应与常规系统分开，独立设置，并设置脱气除污器。

3.6.3 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《住宅设计规范》关于公共功能管道的设置要求和物业管理需要。

每户分水器、集水器等入口装置仅为本户使用，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。

3.6.5 住宅建筑各主要房间指客厅、卧室，卫生间、厨房虽然与客厅、卧室不在同一标高，但高差小且房间面积较小，可共用一个环路。

3.6.6 混凝土填充式地面辐射供暖系统可参照本标准附录 B 确定；预制沟槽保温板、供暖板及毛细管网辐射系统应按产品测试数据确定。

3.6.8 布管方式如图 3.6.8-1 至图 3.6.8-3 所示。

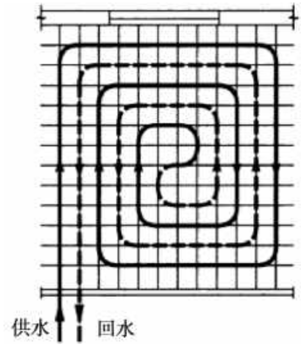


图 3.6.8-1　回折型布置

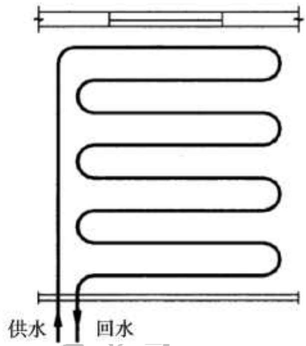


图 3.6.8-2　平行型布置

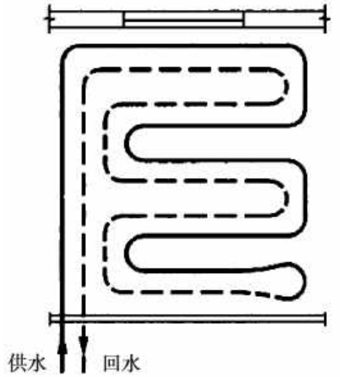


图 3.6.8-3　双平行布置

3.6.10　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 0.25～0.5m/s。

3.6.14　建议设置手动排气，由于无排水措施，容易污染墙面，有排水措施时可设置自动排气阀。

3.6.13、3.6.14 旁通管、平衡管及阀门等设置，可参考图 3.6.14-1～图 3.6.14-6 所示。分水器、集水器上下位置，热计量装置设置在供水管或回水管，均可根据工程情况确定。

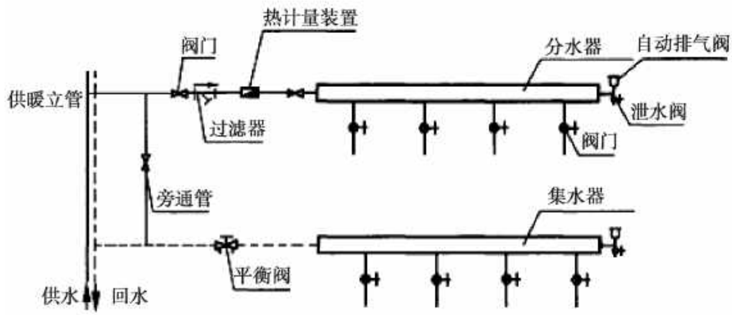


图 3.6.14-1 直接供暖系统

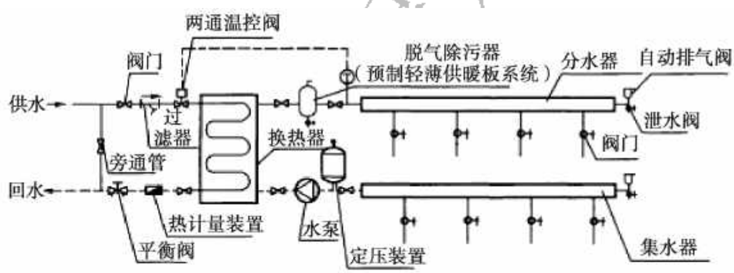


图 3.6.14-2 间接供暖系统

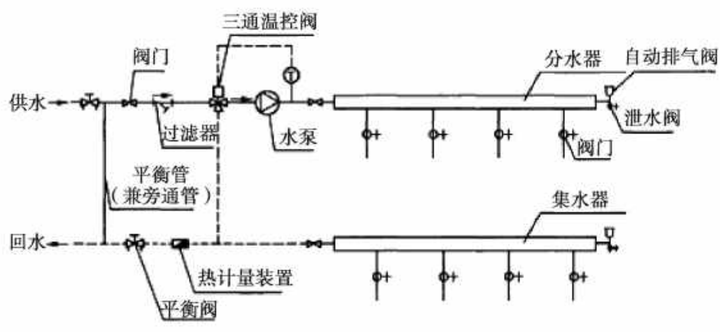


图 3.6.14-3 采用三通阀的混水系统(外网为定流量时)

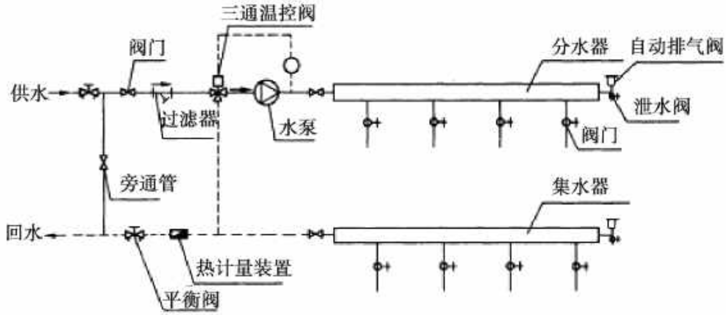


图 3.6.14-4　采用三通阀的混水系统(外网为变流量时)

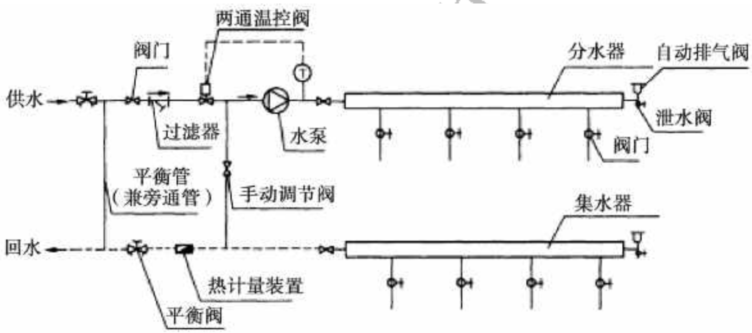


图 3.6.14-5　采用两通阀的混水系统(外网为定流量时)

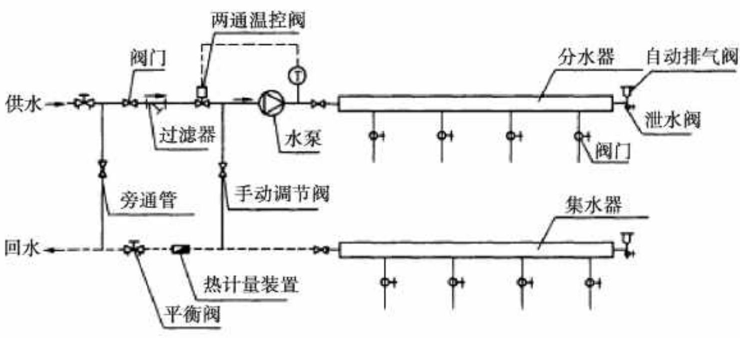


图 3.6.14-6　采用两通阀的混水系统(外网为变流量时)

3.6.15 对辐射供暖供冷共用系统时，未防止供冷时管道冷凝结露，加热管外露部分应加黑色柔性塑料套管。

3.7 管道水力计算

3.7.2 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。计算公式中引人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。

3.7.5 预制轻薄供暖板的压力损失包括供暖板内配水、集水装置和加热管两部分之和。

3.7.7 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。每套分水器、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，其中不包括热量表过滤器和自动调节阀的局部阻力。

3.8 加热电缆系统的设计

3.8.1 下限建议值是出于安全需要，避免间距过小，出现搭接现象。

3.8.4 加热电缆的布置局限性较低温热水系统小，低温热水系统由于水温随行程而变化，需要尽可能将高温段设在热负荷较大的区域，而加热电缆由于线功率比较恒定，不必考虑温度差别的影响；同时加热电缆有单导线和双导线形式，单导线安装时加热

电缆必须形成回路，两端与电源连接，双导线产品本身自成回路，只需一端连接电源，布置更加灵活。加热电缆布置方式如图 3.8.4-1～图 3.8.4-3 所示。

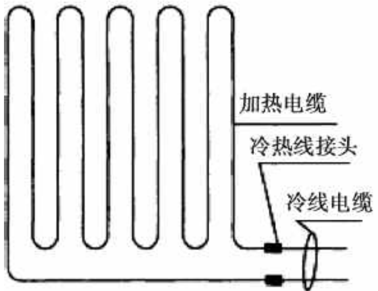
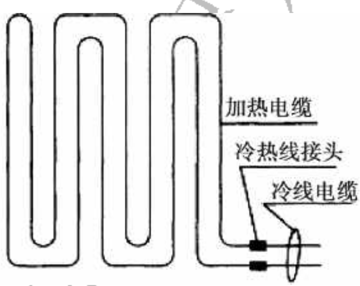


图 3.8.4-1　单导加热电缆单路平行布置图



3.8.4-2　单导加热电缆双路平行布置

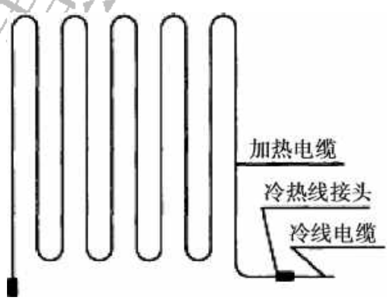


图 3.8.4-3　双导加热电缆平行布置

3.10 温控与热计量

3.10.1 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《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。因此本标准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。

3.10.2 国家现行标准《严寒和寒冷地区居住建筑节能设计标准》JGJ 26 及《供热计量技术规程》）JGJ 173 都强制规定热源和热力站应设置供热量控制装置。气候补偿器是供热量自动控制装置的一种形式，比较简单和经济，主要用在热力站。它能够在保持室内温度的前提下，根据室外气候变化自动调节供热出力，从而实现按需供热，节能效果明显。气候补偿器还可以根据需要设成分时控制模式，如针对办公建筑，可以设定不同时间段的不同室温需求，在上班时间设定正常供暖，在下班时间设定值班供暖。结合气候补偿器的系统调节作法比较多，也比较灵活，监测的对象除了用户侧供水温度之外，还可能包含回水温度和代表房间室内温度，控制的对象可以是热源侧的电动调节阀，也可以是水泵的变频器。

3.10.3 也有将温度传感器设在总回水管上，通过感知回水温度间接控制室温的做法，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(见图 3.10.3-1)，也可外接于集水器各环路上(见图 3.10.3-2)。

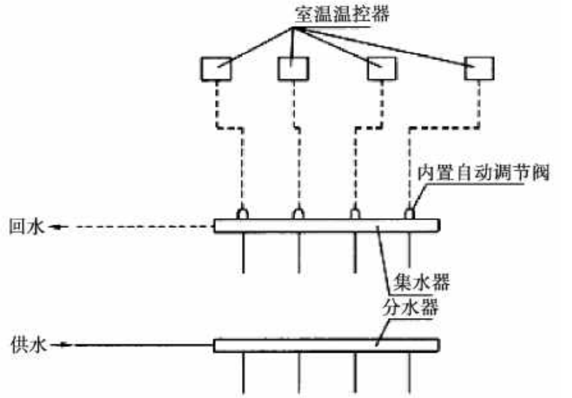


图 3.10.3-1　分环路控制(控制阀内置于集水器中)

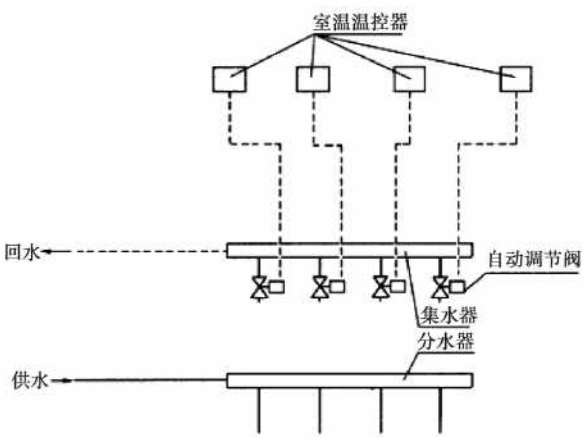


图 3.10.3-2　分环路控制(控制阀置于集水器)

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。总体控制示意图见图 3.10.3-3。

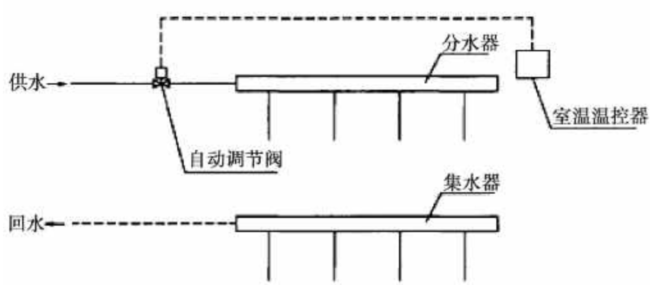


图 3.10.3-3　总体控制示意图

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采暖系统使用，且具有元噪声、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，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间保证其正常动作，否则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保证其正常关闭。

3.10.4 有特殊要求的房间，温控器可以与定时时钟区域编程器串联连接，实现智能化控制；

负荷较小的房间，当仅需一根电缆就能满足要求时，可采用一个温控器；

负荷较大的房间，需敷设两根或两根以上电缆时，可采用温控器和接触器相结合的控制方式；

几个温度相同的房间统一进行温度控制时，可采用温控器和接触器相结合的控制方式。

3.10.5 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 φ16 的预埋管，并用塑料捆扎绳固定住，再将感温探头设在预埋管里；最后将预埋管管道末端封堵。

3.10.6 实现室内温控、超温保护、系统节能为一体的整体控制。

3.11 电气设计

3.11.1 有一些地区实行峰谷电价，有些地区对冬季供暖电耗有优惠政策，在这些情况下，电热供暖系统回路需单独设置和计费，以适应优惠政策。

电热系统负荷为季节性负荷，与其他照明、电力等负荷分开回路配电，便于设备停运、检修和独立控制。

3.11.3 用于辐射供暖的加热电缆系统必须做到等电位连接，且等电位连接线应与配电系统的 PE 线连接，才能保障加热电缆辐射供暖运行的安全性。

3.11.4 对配电导线的要求不包括温控开关或接触器出线端配至每组加热电缆系统设备的导线，以及温度传感器的控制线，这部分线缆由设备供应商配套提供，其规格应满足相关产品标准要求。

4 材料和设备

4.1 一般规定

4.1.1 施工性能主要应考虑在材料安装时和安装后可能产生的潜在影响等。例如加热管受到弯曲，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 地面供暖设计的产品标准包括：

绝热层和填充层材料：《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T1080.1、《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T1080.2，《通用硅酸盐水泥》GB175；

热水加热管材料：《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/T18992、《冷热水用聚丁烯(PB)管道系统》GBT/T19473、冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统》CJ/T175、《冷热水用聚丙烯管道系统》GB/T18742、《铝塑复合压力管》GB/T18997、《无缝铜水管和铜气管》GB/T18033 等；

加热电缆：《额定电压 300/500V 生活设施加热和防结冰用加热电缆》GB/T20841/IEC60800、《自限温伴热带》GB/T19835 等；

温控器：《温度指示控制仪》JJG874、《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》GB14536.10 等；

水路自动调节阀：《家用和类似用途电自动控制器第一部分：通用要求》GB14536.1、《家用和类似用途电自动控制器第二部分：电动水阀的特殊要求及机械要求》GB14536.9、《电起动器的特殊要求》GB14536.16、《散热器恒温控制阀》JG/T195 等。

4.1.3 热水吊顶辐射板，面板材料主要为铝或碳钢，水管材料主

要为铜管、不锈钢管、碳钢管，热水吊顶辐射板材料不同，设计时应根据不同材料和型式，明确相应的布置方式，热膨胀的余地等。

4.2 绝热层材料

4.2.2 表中数据摘自《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T1080.1-2002和《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T1080.2-2002。从表中可看出，挤塑材料绝热性等指标均好于模塑材料，宜优先选用，但价格较高。采用预置沟槽保温板的供暖地面上部无填充层均衡地面压力，因此应采用密度和压缩强度要求比绝热层高的材料。《建筑设计防火规范》GB50016要求，建筑内外保温系统，宜采用燃烧性能为A级保温材料，不宜采用B2级，适合我市相关管理文件因此标准要求采用B1级绝热材料。

4.2.3 为尽量增加加热管或加热电缆向上的有效散热量，且不影响木地板的直接铺设，规定预制沟槽保温板及其金属导热层的沟槽尺寸应与敷设的加热管或加热电缆外径吻合。

限定保温板最薄处厚度，是为了控制向下的传热损失。

限定导热层最小厚度为0.1mm主要是为了保证导热层的牢固性。

金属导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最小限值。

图4.2.3为铺设木地板面层时，加热管上下均设铝箔，不同管间距地板表面的温度梯度和最大温差。从图中可看出供暖地面的表面温度不均匀性随管间距加大而加大；为保证导热效果，宜增加导热层厚度；因此，推荐采用表4.2.3的数据。

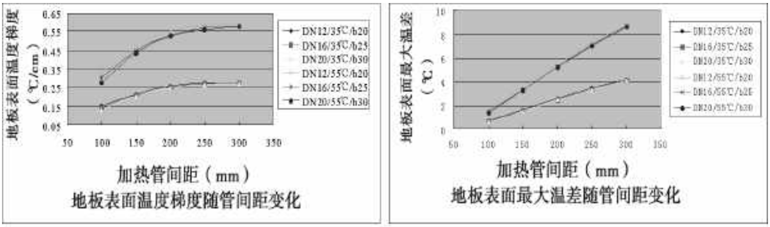


图 4.2.3　不同管间距地板表面的温度梯度和最大温差

表 4.2.3 中：地砖等面层，指需在敷设加热管或加热电缆的保温板上铺设水泥砂浆找平层后与地砖、石材等粘接的情况；木地板面层，指不需铺设找平层，直接铺设木地板的情况；单层导热层厚度，指仅采用带金属导热层的保温板（加热管或加热电缆上不再铺设导热层）时导热层最小厚度；双层导热层厚度，指采用带金属导热层的保温板，且加热管或加热电缆上再铺设导热层时，每层的最小厚度。

4.4　水系统的材料

4.4.2　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。

4.4.6　一些成品分集水器配带可调节各分支路水力平衡的阀门和流量计等配件，在各分支路长短或热量相差过大时，能够调节平衡各支路，使之达到设计流量，使系统能够通过初调节达到平衡。因此推荐采用。

4.5　加热电缆材料和温控设备

4.5.1　强制屏蔽接地是为了保证人身安全，防止人体触电和受到较强的电磁辐射。

4.5.3、4.5.4 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、机械性能和使用寿命达到要求。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，加热电缆标识包括商标和电缆型号。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.3 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。

施工技术方案应包括下列内容：

1 工程概况；

2 施工节点图、原始工作面至面层的剖面图、伸缩缝的位置等；

3 主要材料、设备的性能技术指标、规格、型号及保管存放措施；

4 施工工艺流程及各专业施工时间计划；

5 施工质量控制措施及验收标准，包括绝热层铺设、加热部件安装、填充层铺设、面层铺设、分水器和集水器施工质量，水压试验（电阻测试和绝缘测试），隐蔽前、后综合检查，环路、系统试运行调试和竣工验收等；

6 施工进度计划、劳动力计划；

7 安全、环保、节能技术措施。

5.1.4 本条主要对加热部件的运输、装卸和储存的条件作了原则性的规定，目的是防止在这些过程中损坏材料。

5.1.5 作为加热管，无论 PE-X、PB 或 PE-RT，它们虽然都具有较强的耐酸碱腐蚀的能力，但是，油漆、沥青和化学溶剂对它们有较强的破坏作用，这种情况对于加热电缆同样存在，因此必须严格防止接触这类物质。

5.1.6 该条文在《辐射供暖供冷技术规程》(JGJ 142-2012) 中为强制性条文。目的在于保护加热电缆，以免搭接时温度过高损坏

电缆。

5.1.9 该条文在《辐射供暖供冷技术规程》(JGJ 142-2012)中为强制性条文。目的在于保护加热管、加热电缆等加热部件，免遭损坏。

5.1.10 施工环境温度不应过低的原因如下：

1 塑料管和加热电缆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。

2 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，非万不得已不宜这么做。

3 当环境温度低于0℃时，易造成系统水冻结，损坏管材。

5.1.11 装配式建筑一般不宜采用湿式施工，因此规定低温热水地面辐射供暖系统加热管的上面采用干式施工。

5.2 材料、设备进场

5.2.4 分水器、集水器为管道系统的分路装置，设有排气阀、泄水阀及关断阀等，属重要部件，应按设计要求进行检查。

5.3 绝热层的铺设

5.3.1 地面平整与否，会影响到绝热层的铺设质量和加热部件的安装质量。如不平整度较大，应由施工单位用适当办法找平，不能用松散的砂粒找平。

5.3.2 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。

5.3.6 发泡水泥现场浇筑有物理发泡和化学发泡两种工艺流程：

1 图5.3.6-1为物理发泡工艺流程

图 5.3.6-1　物理发泡工艺流程

2　图 5.3.6-2 为化学发泡工艺流程

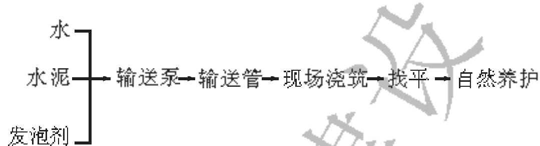


图 5.3.6-2　化学发泡工艺流程

5.3.9　供暖板采用聚苯乙烯类泡沫塑料材质时，均设置龙骨，采用硬度很大的其他泡沫塑料材质时，一般不配龙骨。用钉子固定比较结实牢靠，有条件时宜采用，但需保证板的伸缩需求。地面下垫层内有其他管道时，应避开管道的位置以防钉坏管道。

填充板安装输配管后采用带胶铝箔覆盖，是为了使地面传热均匀。

5.4　加热管系统的安装

5.4.1　本条贯彻了必须按照设计图纸施工的基本要求，旨在确保热水地面辐射供暖系统的供暖效果。管间距误差不大于10mm，实践证明是可以做到的。为了避免安装好后，一旦发现问题而引起返工，要求安装前作详细检查。

5.4.2　管道切割不好，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。

5.4.3　加热管、输配管应做到自然释放，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。管道允许最小弯曲半径与安装的环境温度有关，且弯曲半径过小，会造成机械损伤，以及弯曲处出现“死折”，使水流不通畅。平行型布置的管间距决定了加热管所需的最大弯曲半径，当不满足最小弯曲半径限制时可采用回折型布置，在中心区较小范围内，因弯曲半径的限制可能减少了一点布管长度，但对环路总长影响不大。弯曲半径也不能过大，以免造成实际敷设长度小于设计值过多。在弯曲过程中，若对圆弧顶部不加力予以限制，则极易出现“死折”，即无弧度的折弯。

5.4.4 工程实践证明，仅要求按设计间距施工，仍然会出现加热管总长度与设计严重不符、使房间供热量不足的现象。因此保证加热管长度的其他措施除按第5.4.3条控制最大弯曲半径、选择适宜的布置方式之外，还应注意墙面旁边的加热管不得距离墙面过远，宜保持在100mm。最后应核对每个环路加热管长度与设计图纸的最大误差不应大于8%。

5.4.5 根据我国现状，即使热熔连接也会因质量问题而漏水，为了消除隐患，规定埋于填充层内的加热管和输配管不应有接头(不包括输配管与供暖板配、集水装置之间的接头)。同时与《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242相一致。

5.4.6 加热管固定的目的是使其定位，防止在铺设填充层或面层时产生位移。加热管固定装置有多种方法，目前国内外比较典型的常采用的几种通常做法如下：

1 混凝土填充式辐射供暖地面的加热管：

1)用固定卡将加热管直接固定在发泡水泥绝热层或泡沫塑料类绝热层(包括设有复合面层的绝热板)上；

2)用扎带将加热管固定在泡沫塑料类绝热层上的钢丝网格上；

3)直接将加热管卡在泡沫塑料类绝热层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。

本条对固定点间距作了规定。固定点间距过大，加热管反弹较大；不易定形的管材，其固定点的间距应根据需要加密。

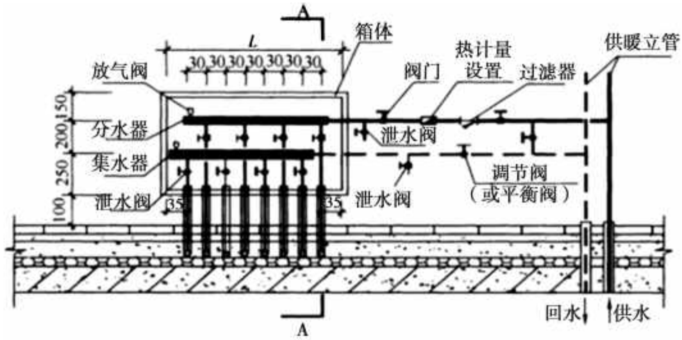
5.4.8 在分水器、集水器附近往往汇集较多的管道，其他如门洞、走道等部位，有时也会有较多加热管通过，由于管道过多，容易形成局部地面温度过高，设置套管后，随着热阻的增大，地面温度将相应降低。一般采用聚氯乙烯或高密度聚乙烯波纹套管。

5.4.9 为了保护加热管，露明部分管道通常应加套聚氯乙烯（PVC）塑料管。

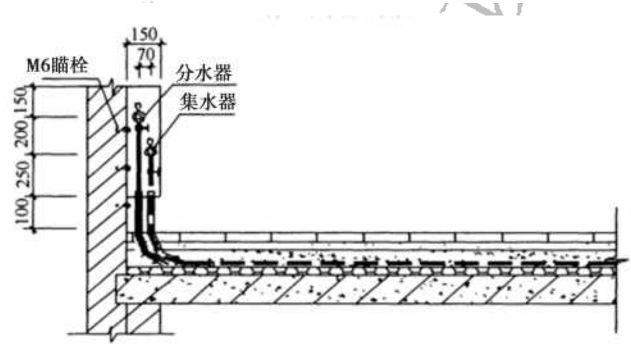
5.4.10 用于一般采暖或生活热水埋地管材的 PP-R 管中的 PP 数值对铜离子非常敏感，铜离子会使 PP 的降解（老化）速度成百倍的增加，温度越高，越为严重，因此规定铜质连接件直接与 PP-R 接触的表面必须镀镍。

5.4.11 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。

5.4.12 分水器、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水器、集水器内。分水器、集水器安装示意图如图 5.4.12 所示。



分、集水器正规图



A–A剖面

图 5.4.12　分水器、集水器安装示意图

5.4.13　混凝土填充层设置伸缩缝，是为了防止地面热胀冷缩而被破坏，是热水地面供暖工程设计中非常重要的部分。

混凝土的线膨胀系数约为 10×10^{-6}m/(m·℃)，间距为 6m 时，其膨胀量约为 2.7mm；考虑施工方便，规定伸缩缝宽度不宜小于 8mm。

采用聚乙烯泡沫塑料板时应采用压缩强度较小的材料，例如可采用密度不大于 20kg/m^3 的模塑聚苯乙烯泡沫塑料。

伸缩缝填充材料的设置方法举例：

1　采用高发泡聚乙烯泡沫塑料或满填弹性膨胀膏时，可用 8mm×80mm(高)木板先做伸缩缝，填充层终凝后取出，再填充高

发泡聚乙烯泡沫塑料或内满填弹性膨胀膏。

2 采用聚乙烯泡沫塑料板时，可在铺设泡沫塑料类绝热层时留出伸缩缝位置，将聚乙烯泡沫塑料板插入其内，泡沫塑料类绝热层起到固定伸缩缝填充材料的作用。

5.4.14 供暖板配水、集水装置的接头为倒锥锯齿形，与加热管和输配管的连接只能采用专用工具才能将管道套到接头根部，再用专用固定卡子卡住，使其连接非常紧密；连接后可承受极高的水压而不发生泄漏，采用明装或暗装都没有问题。施工单位应严格按此规定操作，否则会存在漏水隐患，给用户造成损失，检修处理也很困难。

5.4.15 暗装的供暖板配水、集水装置出厂前与供暖板内的加热管已连接固定，位于供暖板内，施工时只需与输配管相连接，最后与供暖板一起埋在地面面层下。

明装供暖板配水、集水装置结构简单，价格相对便宜。采用明装方式时，一般将配水、集水装置单独安装在外窗下的墙面上，并将其接头分别与供暖板内留出的足够长的小加热管以及输配管相连接，最后用装饰物加以遮盖。

5.5 加热电缆系统的安装

5.5.2 该条文在《辐射供暖供冷技术规程》(JGJ 142-2012)中为强制性条文。一般在加热电缆出厂时，冷线热线及其接头应该已加工完成，每根电缆的长度和功率都应是确定的，电缆内可能是双导线自成回路，也可能是单导线需要在施工中连接成回路；冷线与热线也是在制造中连接好的，按照设计选型现场安装，不允许现场裁剪和拼接，现场裁剪或拼接不但不能调节发热功率，而且会造成电缆损坏，通电后会造成严重后果。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业设备和特殊方法来处理，以减少接头处存在的安全隐患。

5.5.3 测试检查每根电缆的电阻和绝缘电阻，是为了确定加热电缆无断路、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，分别是：加热电缆安装前及安装后隐蔽前（见本条），填充层施工后（见本标准第5.7.10条）。

5.5.6 加热电缆不同于热水加热管，热水在加热管中处于流动状态，如果局部热阻较大，只能导致该处不能充分散热，导致该处热水的温差较小；而加热电缆线功率基本恒定，表面均匀散热，如果被压入绝热材料中，热阻很大，仍然恒定发热就会导致局部升温过高，影响电缆的寿命。要求金属网设在加热电缆下填充层中间，是为了使加热电缆与绝热层不直接接触，又有防裂和均热的作用。当在填充层铺设前铺设金属网和加热管时（填充层不分层施工），需要在铺设填充层时将金属网抬起，使填充层漏到金属网之下，加热电缆与绝热层不直接接触，金属网应具有一定强度，因此对其网眼尺寸和金属直径作出规定。

5.5.7 该条文在《辐射供暖供冷技术规程》(JGJ 142-2012)中为强制性条文。目的是防止热线在套管内发热，影响寿命和安全性能。

5.5.10 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。

5.6 水压试验

5.6.1 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。先冲洗分水器、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及壁面内隐蔽敷设，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。

冬季在有冻结的地区应采取可靠的防冻措施，以免系统冻损。

5.6.2 一般建筑的空调工程，绝大部分建筑高度不会很高，空调水系统的工作压力大多不会大于1.0MPa。符合常规的压力试验条件，即试验压力为1.5倍的工作压力，并不得小于0.6MPa，稳压10min，压降不大于0.02MPa，然后降至工作压力做外观检查。因此，完全可以按该方法进行。

对于各类耐压非金属(塑料)管道系统的试验压力规定为1.5倍的工作压力，(试验)工作压力为1.15倍的设计工作压力，这是考虑非金属管道的强度，随着温度的上升而下降，故适当提高了(试验)工作压力的压力值。

5.7 填充层施工

5.7.1 对填充层施工条件作了明确规定。

5.7.2 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。

5.7.4 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。

5.7.5 对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》GB50209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，不得对加热部件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，多数都在150℃－180℃左右，很容易被电炉、喷灯等烤化，因此，施工中应对地面妥加保护。本条的这些要

求，都是实践中教训的总结，必须引起足够的重视并严格遵守。

5.7.6 目的在于保护加热管、加热电缆等加热部件，免遭损坏。

5.8 面层施工

5.8.1 在实际工程中，出现过很多在施工面层时损坏加热部件的事故，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。

5.8.2 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。

5.8.3 干贴的目的是为了防止地面加热时拉断面层。

5.8.4 EPE（Expandable Polyethylene），是可发性聚乙烯，又称珍珠棉，是非交联闭孔结构，它是以低密度聚乙烯（LDPE）为主要原料挤压生成的高泡沫聚乙烯制品。

6 系统试运行与调试

6.1 一般规定

6.1.1 本条规定辐射供暖系统须进行系统调试。应以施工单位为主，监理单位监督，在设计单位与建设单位参与和配合，各负其责，有助于工程的管理和质量的验收。

部分施工单位不具备系统调试的能力，则可采用委托给具有系统调试能力的其它单位或施工单位。

6.1.2 本条规定辐射供暖系统的调试，应编制调试方案。

调试方案的编制，应满足 GB50243-2016《通风与空调工程施工质量验收规范》的相关规定。

6.2 主控项目

6.2.1 为使工程达到预期目标，须进行系统的测定和调整。包括设备单机试运转和调试，以及非设计满负荷下的联合试运转及调试两部分。其中系统非设计负荷下的联合试运转及调试，还可分为子分部系统的联合试运转与调试及整个分部工程系统的平衡与调整。

6.2.3 辐射供暖供冷时，由于有辐射传热和对流传热同时作用，效果评价应以反映辐射和对流综合作用的黑球温度作为评价和考核的依据。但考虑目前工程检测技术条件，同时由于设计工况是以室内空气的干球温度作为设计的依据，缺乏黑球温度评价标准。为此，考虑实际工程的可操作性，本条规定以室内空气的干球温度作为评价的依据。欧洲标准 EN14037《水温低于 120℃的吊顶安装辐射板》在进行供暖测试时，以离地 0.75m 处温度作为

参考温度。

6.3 一般项目

6.3.1 辐射供暖表面平均温度不易测定，尤其是预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板。所以测试辐射供暖表面的平均温度时，应尽量多布置温度计测点，取其平均值；另外，由于温度是沿热媒流动方向逐渐变化，且加热管上和两管道之间温度差别比较大，因此，本条规定出温度计的设置数量和布置方式。

6.3.2 加热电缆的功率控制基本上都是开关调节控制方式，即只要是在通电状态下，电缆的发热功率就基本恒定，实现全功率加热，实际发热功率的调节是靠通电断电的时间周期比例关系来实现的。因此，在实际应用中，加热电缆表面的温度无法加以具体的控制。而且，比较热水形式的辐射供暖系统形式，加热电缆加热时的应力变化和对填充层的影响较小。因此，本条对升温速度不作具体规定，在初始通电加热时应保持室温尽量平缓地升高。

6.3.3 测定辐射顶棚表面温度应在温控器接通电源时间较长，达到热稳定时测量。通电时间较短就测量，表面温度不稳定，会出现误差。

7 竣工验收

7.0.2 本条规定在工程施工质量得到有效监控的前提下，将质量合格的本分部工程移交建设单位组织验收。

7.0.5 本条文对辐射供暖系统工程施工验收应提供的文件和资料作出了规定。

按被批准的设计图纸进行工程的施工，是质量验收最基本的条件。工程施工是让设计意图转化成为现实，施工单位无权任意修改设计图纸。修改设计必须有设计变更的正式手续。

7.0.6 **1** 作为散热部件的盘管，在供、回水温度一定的条件下，其散热量取决于盘管的管径及间距。因此应严格按照设计要求进行验收。

2 分、集水器为地面辐射供暖（冷）系统盘管的分路装置，属于重要部件，应严格按照设计要求进行验收。

5 填充层的作用在于固定和保护散热盘管，应严格按照设计要求进行验收。

8 对隐蔽工程粗检的规定。

8 运行与维护

8.0.2 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。

8.0.4 非采暖季由于保护不当或积灰等原因，可能会造成采暖季初次运行不安全，因此应对温控器和电路系统进行检查。

8.0.6 加热管形状复杂，管路较长，由于供水温度的变化会产生钙镁离子垢长期附着在管路内壁上，如果不定期处理，会导致管理传热效率降低，直接影响供暖效果，宜定期对地面辐射供暖水系统进行清洗保养。