重庆市工程建设标准

预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖技术标准

Technical standard for the pregrooved foam concrete insulation board in floor radiant heating

DBJ50/T-410-2022

主编单位:重庆市住房和城乡建设技术发展中心
(重庆市建筑节能中心)
重庆现代建筑产业发展研究院
批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会
施行日期:2022年05月01日

重庆工程建设

2022 重 庆

重庆工程建设

重庆市住房和城乡建设委员会文件

渝建标〔2022〕8号

重庆市住房和城乡建设委员会关于发布《预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖技术标准》的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,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《预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖技术标准》为我市工程建设推荐性标准,编号为DBJ50/T-410-2022,自2022年5月1日起施行。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆市住房和城乡建设技术发展中心负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2022年3月3日

重庆工程建设

重庆工程建设

前　言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达2019年度重庆市工程建设标准制订修订项目立项计划(第一批)的通知》(渝建标〔2019〕11号文件)要求,重庆市住房和城乡建设技术发展中心(重庆市建筑节能中心)会同有关单位,结合重庆市的实际情况,开展了广泛调查研究,认真总结实践经验,经过反复讨论、修改,并在充分征求意见的基础上,制定本标准。

本标准的主要技术内容是:1.总则;2.术语和符号;3.材料和设备;4.设计;5.施工;6.系统调试;7.验收;8.运行与维护。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,由重庆市住房和城乡建设技术发展中心(重庆市建筑节能中心)负责具体技术内容解释。在本标准的实施、应用过程中,希望各单位注意收集资料,总结经验,并将需要修改、补充的意见和有关资料反馈至重庆市住房和城乡建设技术发展中心(重庆市建筑节能中心)(重庆市渝北区余松西路155号4幢,邮编:401147,电话:63601015,传真:63637566,网址:http://www.cqct.org.cn),以便今后修订时参考。

重庆市建设

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：重庆市住房和城乡建设技术发展中心
（重庆市建筑节能中心）
重庆现代建筑产业发展研究院

参 编 单 位：重庆科恒建材集团有限公司
重庆大学
中机中联工程有限公司
高驰国际设计有限公司
重庆建工住宅建设有限公司
万科（重庆）企业有限公司
重庆市住房和城乡建设工程质量总站
科恒镁晶（重庆）建筑科技有限公司
重庆天维恒创建材有限公司

主要起草人：赵　辉　杨修明　陈金华　张智强　王永超
刘　静　傅　翔　闫兴旺　贺　磊　张　意
李光贵　陈　杰　蒲贵兵　陈红霞　张林钊
周　畅　习文强　石宗超　朱胜龙　滕　超
付　静　代金礼　柯小丽　李云军　刘　林
刘拥军　李　奎　张继琼　罗韩安　唐　波
陈　杰（科恒）　雷　俊　杨　奕　程　建
吴芙婷　肖　莉　杜晓庆　谭　科　刘　婷
曹　路　陶海波

审 查 专 家：杨长辉　秦　岚　贺　渝　秦砚瑶　向成国
江丽蓉　陈阁琳

重庆工程建设

目　次

1　总则 …… 1
2　术语和符号 …… 2
2.1　术语 …… 2
2.2　符号 …… 3
3　材料和设备 …… 6
3.1　系统性能 …… 6
3.2　预制泡沫混凝土保温板 …… 6
3.3　水系统材料和设备 …… 9
3.4　加热电缆材料和温控设备 …… 10
4　设计 …… 11
4.1　一般规定 …… 11
4.2　构造设计 …… 12
4.3　房间热负荷计算 …… 19
4.4　辐射面传热量计算 …… 19
4.5　水系统设计 …… 20
4.6　管道水力计算 …… 23
4.7　加热电缆系统设计 …… 25
4.8　温控与热计量 …… 26
4.9　电气设计 …… 27
4.10　热工与隔声设计 …… 29
5　施工 …… 30
5.1　一般规定 …… 30
5.2　预制沟槽泡沫混凝土保温板铺设 …… 31
5.3　加热管系统安装 …… 32

重庆工程建设

5.4 加热电缆系统安装 …… 33
5.5 水压试验 …… 34
5.6 面层施工 …… 35
5.7 厨卫间施工 …… 36
6 系统调试 …… 37
7 验收 …… 39
8 运行与维护 …… 42
本标准用词说明 …… 43
引用标准名录 …… 44
条文说明 …… 45

重庆工程建设

Contents

1 General provisions ····· 1
2 Terms and symbols ····· 2
2.1 Terms ····· 2
2.2 Symbols ····· 3
3 Materials and equipment ····· 6
3.1 System performance ····· 6
3.2 Prefabricated foam concrete insulation board ····· 6
3.3 Water system materials and equipment ····· 9
3.4 Heating cable materials and temperature control equipment ····· 10
4 Design ····· 11
4.1 General requirements ····· 11
4.2 Structural design ····· 12
4.3 Room heat load calculation ····· 19
4.4 Radiation surface heat transfer calculation ····· 19
4.5 Water system design ····· 20
4.6 Pipeline hydraulic calculation ····· 23
4.7 Heating cable system design ····· 25
4.8 Temperature control and heat metering ····· 26
4.9 Electrical design ····· 27
4.10 Thermal and Sound insulation design ····· 29
5 Construction ····· 30
5.1 General requirements ····· 30
5.2 Prefabricated trench foam concrete insulation board lay-

重庆工程建设

ing ····· 31
5.3 Heating pipe system installation ····· 32
5.4 Heating cable system installation ····· 33
5.5 Hydrostatictest ····· 34
5.6 Surface construction ····· 35
5.7 Kitchen and bathroom construction ····· 36
6 System debugging ····· 37
7 Acceptance ····· 39
8 Operation and maintenance ····· 42
Explanation of Wording in this standard ····· 43
List of quoted standards ····· 44
Explanation of provisions ····· 45

重庆工程建设

1 总 则

1.0.1 为规范预制沟槽泡沫混凝土保温板在地面辐射供暖工程中的应用，做到技术先进、安全适用、经济合理、质量可靠，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于重庆市新建、改建和扩建民用建筑，以低温热水为热媒或以加热电缆为加热元件的预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖工程的设计、施工、验收和运维。

1.0.3 预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖工程的设计、施工、验收和运维，除应执行本标准外，尚应符合国家、行业及重庆市现行有关标准的规定。

重庆工程建设

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 地面辐射供暖 Radiant floor heating

提升地面表面的温度，形成热辐射面，通过辐射面以辐射和对流的传热形式向室内供暖的方式。

2.1.2 预制沟槽泡沫混凝土保温板 Prefabricated grooved foam concrete insulation board

在工厂预制，具有固定间距和尺寸的沟槽、用于现场拼装敷设加热管或加热电缆的泡沫混凝土保温板。

2.1.3 预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖系统 Prefabricated grooved foam concrete insulation board floor radiant heating system

建筑地面结构层上，将加热管或加热电缆敷设在预制沟槽泡沫混凝土保温板的沟槽中，加热管或加热电缆与保温板沟槽尺寸吻合且上表面持平，不需要填充混凝土即可直接铺设木地板饰面材料或薄贴地砖、石材饰面材料的地面辐射供暖构造总称。简称预制沟槽地面辐射供暖系统。

2.1.4 均热材料 Soaking material

在预制沟槽泡沫混凝土保温板上，铺设在加热管或加热电缆之下或之上、或上下均铺设的可使加热部件产生的热量均匀散开的金属导热材料或其它高导热涂层材料。

2.1.5 分水器 Water trap

用于连接供暖系统的供水管和各加热管分支环路的配水装置。

2.1.6 集水器 Water collector

用于连接供暖系统的回水管和各加热管分支环路的汇水装置。

2.1.7 加热管 Heating pipe

用于进行热水循环并加热辐射表面的管道。

2.1.8 加热电缆 Heating cable

以供暖为目的、通电后能够发热的电缆。

2.1.9 温度控制器 Temperature controller

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。

2.1.10 隔离层 Isolation layer

防止建筑地面上各种液体或地下水、潮气渗透地面等作用的构造层；当仅防止地下潮气透过地面时，可称作防潮层。

2.1.11 绝热层 Thermal insulation

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的保温基板）。

2.1.12 防潮层 Moisture barrier

防止建筑地基或楼层地面下潮气透过地面的构造层。

2.1.13 沟槽间距 Groove spacing

预制沟槽泡沫混凝土保温板相邻两个标准沟槽中心线之间的距离。

2.1.14 沟槽边距 Groove Margin

预制沟槽泡沫混凝土保温板上靠边沟槽中心线与板边之间的距离。

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/m²)

q_d　辐射面单位面积对流传热量(W/m²)

q_1　房间所需单位地面面积向上供热量(W/m²)

q_h　房间单位面积平均户间传热量(W/m²)

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)

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_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_n　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(m²)

M　房间使用面积(m²)

重庆工程建设

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

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),对铜管,K—1×10^{-5}(m)

γ 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

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

重庆市建设

3 材料和设备

3.1 系统性能

3.1.1 预制沟槽地面辐射供暖系统的性能应符合表3.1.1的规定。

表3.1.1 预制沟槽地面辐射供暖系统性能指标

项目	性能指标	试验方法
传热系数,W/(m²·K)	符合设计要求	
计权标准化声压级差+粉红噪声频谱修正量,dB $D_{nT,w}+C$	≥45, 且符合设计要求	GB/T 19889.4
计权标准化声压级差+交通噪声频谱修正量,dB $D_{nT,w}+C_{tr}$	≥51, 且符合设计要求	
计权标准化撞击声压级,dB $L'_{nT,w}$(现场测量)	≤65	GB/T 19889.7

3.1.2 预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖系统的其他性能应符合《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142、《民用建筑隔声设计规范》GB 50118、《民用建筑热工设计规范》GB 50176、《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209等现行国家、行业及重庆市有关标准的规定。

3.1.3 辐射供暖系统中所使用的材料均应符合国家、行业及重庆市现行相关标准的规定。

3.2 预制泡沫混凝土保温板

3.2.1 预制泡沫混凝土保温板分为预制泡沫混凝土保温平板

和预制沟槽泡沫混凝土保温板，预制沟槽泡沫混凝土保温板又分为预制直线沟槽泡沫混凝土保温板和预制曲线沟槽泡沫混凝土保温板，泡沫混凝土保温板构造图示如图 3.2.1-1、3.2.1-2 和 3.2.1-3 所示。

图 3.2.1-1　预制泡沫混凝土保温平板构造图示

图 3.2.1-2　预制直线沟槽泡沫混凝土保温板构造图示

图 3.2.1-3　预制曲线沟槽泡沫混凝土保温板构造图示

图中：a　预制泡沫混凝土保温板的长度(mm)；

b　预制泡沫混凝土保温板的宽度(mm)；

h　预制泡沫混凝土保温板的厚度(mm)；

e　预制沟槽泡沫混凝土保温板的沟槽深度(mm)；

c　预制沟槽泡沫混凝土保温板的沟槽宽度(mm)；

d　预制沟槽泡沫混凝土保温板的沟槽间距(mm)；

d/2　预制沟槽泡沫混凝土保温板的沟槽边距(mm)。

3.2.2　预制泡沫混凝土保温板的外观质量和性能应符合表3.2.2的规定。

表3.2.2　预制泡沫混凝土保温板性能指标

项目		性能指标	试验方法
外观质量		表面应无油污、层裂、疏松	目测
		不应有大于30mm的缺棱掉角	JG/T266
干密度(kg/m³)		≤525	JG/T266
导热系数(平均温度25±2℃)[W/(m·K)]		≤0.12	GB/T 10294
抗压强度(MPa)		≥1.5	JG/T266
质量吸水率(%)		≤20	JG/T266
抗折强度(MPa)		≥0.5	GB/T5486
放射性	内照射指数(I_{Ra})	≤1.0	GB 6566
	外照射指数(I_{γ})	≤1.0	
燃烧性能		A1级	GB 8624

3.2.3　预制泡沫混凝土保温板的常用规格及尺寸允许偏差应符合表3.2.3的规定。

表 3.2.3　预制泡沫混凝土保温板常用规格及尺寸允许偏差(mm)

项目	规格尺寸	允许偏差	试验方法
长(a)	≤600	+2.0	JG/T266
	>600	+3.0	
宽(b)	≤600	+2.0	
	>600	+3.0	
厚(h)	—	+0~2.0	
板面平整度	—	+2.0	

3.2.4　预制沟槽泡沫混凝土保温板的沟槽还应符合下列规定：

1　保温板沟槽深度应大于加热管或加热电缆直径；

2　沟槽间距应设置均匀；

3　沟槽边距不应小于 25mm。

3.2.5　均热材料应符合下列规定：

1　均热材料的导热系数不应小于 237W/(m·K)；

2　敷设地砖、石材等面层时，均热材料与粘结材料应有良好的相容性。

3.3　水系统材料和设备

3.3.1　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 中规定的 4 级；

2　加热管的工作压力应符合设计要求，且不应小于 0.4MPa；

3　加热管宜使用带阻氧层的管材。

3.3.2　加热管的内外表面应光滑、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。

3.3.3　分水器、集水器(含连接件等)应有商标或识别标志；金属

连接件的连接密封性与构造形式，应符合现行国家标准《冷热水用分集水器》GB/T 29730 中的规定。

3.3.4 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。

3.4 加热电缆材料和温控设备

3.4.1 加热电缆必须有接地屏蔽层。

3.4.2 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。

3.4.3 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。

3.4.4 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。

3.4.5 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现行相关标准的规定。

3.4.6 温控器应符合国家现行相关标准的要求，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。

3.4.7 热水地面供暖温度控制用自动调节阀应符合现行相关产品标准的规定。

重庆工程建设

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1 热水地面辐射供暖系统的供水温度不应大于60℃，供回水温差宜为5℃～10℃，具体供、回水温度应由计算确定。供水温度宜采用35℃～45℃。

4.1.2 地面辐射供暖表面平均温度宜符合表4.1.2的规定。

表4.1.2 地面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
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

4.1.3 辐射供暖水系统热媒的温度、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。

4.1.4 地面辐射供暖系统工作压力不宜大于0.8MPa，当超过时，应按设备、管道及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，所选用的加热管及其系统附件应满足系统工作压力要求。

4.1.5 地面上的固定设备或卫生器具下方，不应布置加热部件。

4.1.6 房间内的生活给水管道、电气系统管线等，不得与地面加热部件敷设在同一沟槽内。

4.1.7 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

缆的线功率不宜大于 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/m²；

3 加热电缆布置时应考虑家具位置的影响。

4.1.8 预制沟槽间距应按实际计算所得的室内计算热负荷值确定。采用热水地面辐射供暖时，直径 20mm 管沟槽间距不宜超过 200mm，直径 16mm 管沟槽间距不宜超过 150mm，直径 12mm 管沟槽间距不宜超过 100mm。发热电缆热线之间的间距不应小于 50mm，宜为 100mm～300mm，发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。

4.1.9 泡沫混凝土保温平板可用于预制沟槽地面辐射供暖系统管道密集区域，也可作为保温材料直接用于楼板的保温隔热工程。

4.2 构造设计

4.2.1 预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖系统构造应由表 4.2.1 中全部或部分构造层组成，基本做法可按本标准图 4.2.1-1 至图 4.2.1-6 选用。

表 4.2.1 预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖系统构造

序号	构造层
1	楼板或与土壤相邻的地面；
2	防潮层（与土壤相邻地面）
3	绝热层（与室外空气或非采暖房间相邻或与土壤相邻）
4	保护层

续表 4.2.1

序号	构造层
5	粘结层
6	预制沟槽泡沫混凝土保温板
7	均热层
8	加热管或加热电缆
9	可发性聚乙烯(EPE)垫层(木地板面层)
10	找平层(地砖或石材面层的潮湿房间)
11	隔离层(地砖或石材面层的潮湿房间)
12	粘结层
13	面层

图 4.2.1-1 预制沟槽地面辐射供暖系统与供暖房间相邻地面基本构造(木地板面层)

1 加热管或加热电缆;2 楼板;3 粘结层;4 预制沟槽泡沫混凝土保温板;5 均热层;6 可发性聚乙烯(EPE)垫层;7 木地板面层

图 4.2.1-2　预制沟槽地面辐射供暖系统与供暖房间相邻地面基本构造（地砖或石材面层）

1　加热管或加热电缆；2　楼板；3　粘结层；4　预制沟槽泡沫混凝土保温板；5　找平层（对潮湿房间）；6　隔离层（对潮湿房间）7　粘结层；8　地砖或石材面层

图 4.2.1-3　预制沟槽地面辐射供暖系统与室外空气或不供暖房间相邻地面基本构造（木地板面层）

1　加热管或加热电缆；2　绝热层；3　楼板；4　粘结层；5　预制沟槽泡沫混凝土保温板；6　均热层；7　可发性聚乙烯（EPE）垫层；8　木地板面层

图 4.2.1-4　预制沟槽地面辐射供暖系统与室外空气或不供暖房间相邻地面基本构造(地砖或石材面层)

1　加热管或加热电缆;2　绝热层;3　楼板;4　粘结层;
5　预制沟槽泡沫混凝土保温板;6　粘结层;7　地砖或石材面层

图 4.2.1-5　预制沟槽地面辐射供暖系统与土壤相邻地面基本构造(木地板面层)

1　加热管或加热电缆;2　与土壤相邻的地面;3　防潮层;4　绝热层;
5　保护层;6　粘结层;7　预制沟槽泡沫混凝土保温板;8　均热层;
9　可发性聚乙烯(EPE)垫层;10　木地板面层

图 4.2.1-6　预制沟槽地面辐射供暖系统与土壤相邻地面基本构造（地砖或石材面层）

1　加热管或加热电缆；2　与土壤相邻的地面；3　防潮层；4　绝热层；5　保护层；6　粘结层；7　预制沟槽泡沫混凝土保温板；8　粘结层；9　地砖或石材面层

4.2.2　预制沟槽泡沫混凝土保温板供暖地面构造层应符合下列规定：

1　防潮层：与土壤相邻的地面必须设置防潮层；

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

3　保护层：直接与室外空气接触的楼板或与不供暖房间相邻的地面设置绝热层时，绝热层上应设置保护层，保护层材料宜采用 20mm 水泥砂浆；

4　保温板粘结层：当基层平整度偏差小于 8mm 时，宜采用成品粘结砂浆进行保温板的粘贴；当基层平整度偏差大于 8mm 时，宜采用干硬性混凝土进行粘贴；

5　预制沟槽泡沫混凝土保温板：沟槽尺寸应与敷设的加热部件外径吻合；

6　均热层：当地面辐射供暖工程采用木地板面层时，均热材

料应设置在预制沟槽泡沫混凝土保温板上，均热材料可采用铝板、铝箔或高导热材料；当地面辐射供暖工程采用地砖或石材面层时，加热部件为加热管时可不设置均热材料，加热部件为加热电缆时均热材料上应设置耐碱性的防腐材料；加热部件为加热电缆时，加热电缆不应与绝热层直接接触；均热材料层最小厚度宜满足表 4.2.2 的规定；

表 4.2.2　预制沟槽地面辐射供暖系统均热材料层最小厚度

加热部件类型	均热材料层最小厚度(mm)				
	地砖等面层	木地板面层			
		管间距<200mm		管间距≥200mm	
		单层	双层	单层	双层
加热电缆	0.1	0.2	0.1	0.4	0.2
加热管					

注：1　地砖等面层，指在敷设有加热管或加热电缆的保温板上直接粘贴地砖、石材的做法；木地板面层，指直接铺设木地板的做法。

2　单层均热材料最小厚度，指在保温板上只铺设一层均热材料时的最小厚度；双层均热材料最小厚度，指在保温板上铺设一层均热层后，加热管或加热电缆铺设后再设置一层均热材料时每层的最小厚度。

3　加热管上直接薄贴地砖、石材工艺时，由于地砖和地砖粘结层相对预制沟槽泡沫混凝土保温板导热系数较大、传热较快，可不设置均热材料。

7　隔离层：潮湿房间的预制沟槽泡沫混凝土保温板与地砖或石材面层间应设置隔离层；隔离层的材料与构造做法应符合《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 的规定；

8　硬质饰面粘结层：饰面采用地砖或石材时，宜采用薄贴工艺，粘结层厚度不宜大于 8mm；粘结层内宜配直径不小于 0.7mm 网孔 12.7mm×12.7mm 的热镀锌电焊网金属层，搭接宽度不应小于 50mm。

4.2.3　当厨房或卫生间采用预制沟槽泡沫混凝土地面辐射供暖系统时，其构造应符合图 4.2.3 的要求。

图 4.2.3-1　厨房采用预制沟槽泡沫混凝土地面辐射供暖系统构造

1　加热管或加热电缆；2　楼板；3　防水构造层；4　粘结层；

5　预制沟槽泡沫混凝土保温板；6　粘结层；7　地砖或石材面层

图 4.2.3-2　卫生间采用预制沟槽泡沫混凝土地面辐射供暖系统构造

1　加热管或加热电缆；2　楼板；3　防水构造层；4　粘结兼找坡层；

5　预制沟槽泡沫混凝土保温板；6　找平层；7　隔离层；8　粘结层 9　地砖或石材面层

4.2.4　分水器、集水器与加热区域之间的连接管，应敷设在泡沫混凝土保温平板上。

4.2.5 当地面荷载大于供暖地面的承载能力时，应采取加固措施。

4.3 房间热负荷计算

4.3.1 辐射供暖房间热负荷应按现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 的相关规定进行计算。

4.3.2 全面辐射供暖室内设计温度可比对流供暖系统的室内计算温度降低 2℃。

4.3.3 局部辐射供暖系统的热负荷应按全面辐射供暖的热负荷乘以表 4.3.3 的计算系数的方法确定。

表 4.3.3 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 K	K≥0.75	K 0.55	K 0.40	K 0.25	K≤0.20
计算系数	1	0.72	0.54	0.38	0.30

4.3.4 进深大于 6m 的房间，宜以距外墙 6m 为界分内、外区，分别计算内、外区热负荷，并对应进行管线布置。

4.3.5 对敷设加热部件的建筑地面，不应计算其传热损失。

4.3.6 设置地面辐射供暖且高度大于 4m 的房间（不含楼梯间），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%。

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

4.4 辐射面传热量计算

4.4.1 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：

$$q = q_f + q_d \tag{4.4.1-1}$$

$$q_f = 5 \times 10^{-8}\left[(t_{pj} + 273)^4 - (t_{fj} + 273)^4\right] \tag{4.4.1-2}$$

$$q_d = 2.13\left|t_{pj} - t_n\right|^{0.31}(t_{pj} - t_n) \tag{4.4.1-3}$$

式中：q　辐射面单位面积传热量（W/m²）；

q_f　辐射面单位面积辐射传热量（W/m²）；

q_d　辐射面单位面积对流传热量（W/m²）；

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（℃）。

4.4.2　预制沟槽保温板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。

4.4.3　房间所需单位地面面积向上供热量应按下列公式计算：

$$q_1 = \beta\frac{Q_1}{F_r} \tag{4.4.3-1}$$

$$Q_1 = Q - Q_2 \tag{4.4.3-2}$$

式中：q_1　房间所需单位地面面积向上供热量（W/m²）；

Q_1　房间所需地面向上的供热量（W）；

F_r　房间内敷设供热部件的地面面积（m²）；

β　考虑家具等遮挡的安全系数；

Q　房间热负荷（W）；

Q_2　自上层房间地面向下传热量（W）。

4.4.4　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。

4.5　水系统设计

4.5.1　预制沟槽地面辐射供暖系统的循环水和补充水水质应符合国家现行有关标准的规定。

4.5.2　户内系统的热媒温度、压力或资用压差等参数与热源不

匹配时，应根据需要采取设置换热器或混水装置等措施。换热器或混水装置宜接近终端用户。

4.5.3 采用集中热源的住宅建筑，楼内供暖系统设计应符合下列规定：

1 应采用共用立管的分户独立系统形式；

2 同一对立管宜连接负荷相近的户内系统；

3 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；

4 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；

5 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；

6 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。

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

4.5.5 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，各环路管长度不宜超过 120m；当各环路长度差距较大时，宜采用不同管径的加热管，或在每个分支环路上设置平衡装置；

2 每个主要房间应独立设置环路，面积小的附属房间内的加热管、输配管可串联；

3 进深和面积较大的房间，当分区域计算热负荷时，各区域应独立设置环路；

4 不同标高的房间地面，不宜共用一个环路。

4.5.6 加热管的敷设间距，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。

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

4.5.8 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，采用平行型等布管方式。热负荷明显不均匀的房间，宜将高温管段优先布置于房间热负荷较大的外窗或外墙侧。

4.5.9 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中管材选择的相关规定。

4.5.10 加热管和输配管流速不宜小于0.25m/s。

4.5.11 输配管宜采用与预制沟槽保温板内加热管相同的管材。

4.5.12 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。

4.5.13 集中式供暖系统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。

4.5.14 分水器、集水器上均应设置手动或自动排气阀。

4.5.15 设置独立热源的分户式系统其分水器、集水器之间应设置压差控制的旁通装置。

4.5.16 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。

4.5.17 每个分支环路埋设部分不应有接头。

4.5.18 装配式居住建筑户内供暖系统的供回水管道可敷设在架空地板内，并且管道应做保温处理。当不在架空地板内时，供

暖管道应敷设在地板沟槽内。

4.5.19 低温热水地面辐射供暖系统的分、集水器宜设置在便于维修管理的位置。

4.6 管道水力计算

4.6.1 管道的压力损失可按下列公式计算：

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_j \tag{4.6.1-1}$$

$$\Delta P_m = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho v^2}{2} \tag{4.6.1-2}$$

$$\Delta P_j = \zeta \frac{\rho v^2}{2} \tag{4.6.1-3}$$

式中：ΔP 加热管的压力损失(Pa)；

ΔP_m 摩擦压力损失(Pa)；

ΔP_j 局部压力损失(Pa)；

λ 摩擦阻力系数；

d 管道内径(m)；

l 管道长度(m)；

ρ 水的密度(kg/m³)；

v 水的流速(m/s)；

ζ 局部阻力系数。

4.6.2 铝塑复合管及塑料管的摩擦阻力系数，可按下列公式计算：

$$\lambda = \left\{ \frac{0.5\left[\frac{b}{2} + \frac{1.312(2-b)\lg 3.7\frac{d_n}{k_d}}{\lg Re_s - 1}\right]}{\lg \frac{3.7 d_n}{k_d}} \right\}^2 \tag{4.6.2-1}$$

$$b = 1 + \frac{\lg Re_s}{\lg Re_z} \tag{4.6.2-2}$$

$$\mathrm{Re}_s = \frac{d_n v}{\mu_t} \tag{4.6.2-3}$$

$$\mathrm{Re}_z = \frac{500 d_n}{k_d} \tag{4.6.2-4}$$

$$d_n = 0.5(2d_w + \Delta d_w - 4\delta - 2\Delta\delta) \tag{4.6.2-5}$$

式中：λ　摩擦阻力系数；

b　水的流动相似系数；

Re_s　实际雷诺数；

v　水的流速(m/s)；

μ_t　与温度有关的运动黏度(m^2/s)；

Re_z　阻力平方区的临界雷诺数；

k_d　管子的当量粗糙度(m)，对铝塑复合管及塑料管，$k_d = 1\times10^{-5}$(m)；

d_n　管子的计算内径(m)；

d_w　管外径(m)；

Δd_w　管外径允许误差(m)；

δ　管壁厚(m)；

$\Delta\delta$　管壁厚允许误差(m)。

4.6.3　铜管的摩擦系数可按下式计算：

$$\frac{1}{\sqrt{\lambda}} = -2\lg\left[\frac{2.51}{\mathrm{Re}\sqrt{\lambda}} + \frac{K/d_n}{3.72}\right] \tag{4.6.3-1}$$

$$\mathrm{Re} = \frac{d_n v}{\mu_t} \tag{4.6.3-2}$$

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)，对铜管，$K = 1\times10^{-5}$(m)；

v　水的流速(m/s)；

μ_t　与温度有关的运动黏度(m^2/s)。

重庆工程建设

4.6.4 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 的相关规定选用。

4.6.5 加热管和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 的相关规定选用。

4.6.6 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。

4.7 加热电缆系统设计

4.7.1 加热电缆长度和布线间距应按下列公式计算：

$$L \geqslant \frac{(1+\gamma)\beta \cdot Q_1}{P_x} \tag{4.7.1-1}$$

$$S \approx 1000\frac{F_r}{L} \tag{4.7.1-2}$$

式中：L 按加热电缆产品规格选定的电缆总长度(m)；

γ 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 4.7.1 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 4.4.3 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 4.7.1　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
泡沫混凝土	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；采用泡沫混凝土时，绝热层厚度为 40mm。

4.7.2　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。

4.7.3　加热电缆宜采用平行型布置。

4.8　温控与热计量

4.8.1　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用热量表和自动室温调控装置。

4.8.2　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。

4.8.3　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阀，也可采用自力式温控阀和电动阀。

4.8.4　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。

4.8.5　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。

4.8.6 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。

4.9 电气设计

4.9.1 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。

4.9.2 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。

4.9.3 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。

4.9.4 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。

4.9.5 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。

4.9.6 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。

4.9.7 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。

4.10 热工与隔声设计

4.10.1 预制沟槽泡沫混凝土保温板地面保温工程的建筑节能设计应符合现行国家、行业和重庆市相关标准，保温层厚度应根据重庆市民用建筑相关节能设计标准的规定进行热工计算确定，热工计算构造层材料只计算至预制沟槽泡沫混凝土保温板，且预制沟槽泡沫混凝土保温板最小设计厚度不应小于40mm。

4.10.2 预制沟槽泡沫混凝土保温板用于地面辐射供暖工程时应符合《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142的有关规定。

4.10.3 预制沟槽泡沫混凝土保温板用于建筑地面工程时，其热工参数应符合表4.10.3的规定。

表4.10.3 预制沟槽泡沫混凝土保温板热工参数

类型	导热系数 λ_c W/(m·K)	修正系数 a	
		分户楼板	底层地面
预制沟槽泡沫混凝土保温板	0.12	1.20	1.50

4.10.4 预制沟槽泡沫混凝土保温板建筑地面工程隔声设计应符合《民用建筑隔声设计规范》GB 50118以及重庆市《绿色生态住宅(绿色建筑)小区建设技术标准》DBJ50/T-039、《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ50-052、《居住建筑节能65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071等现行相关标准的规定。

重庆工程建设

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 施工前应满足以下条件：

1 施工组织设计或专项施工方案已批准；

2 材料进场检验合格并满足安装要求；

3 相关预埋等工程应验收合格。

5.1.2 加热部件的运输、存储宜符合下列规定：

1 应进行遮光包装后运输，不得裸露散装；

2 应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖；

3 不得曝晒雨淋，宜存储在温度不超过 40℃且通风良好的室内；

4 应避免因机械外力受到损害，并应远离热源。

5.1.3 施工过程中应防止油漆、沥青等化学溶剂接触污染加热部件。

5.1.4 施工时不应交叉施工作业，当无法避免时，应采取一定保护措施。

5.1.5 在保温板铺设施工前，地面预留预埋应施工完成。

5.1.6 辐射面应平整、干燥、无杂物、无积灰。

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

5.1.8 施工过程中，加热电缆间有搭接时，严禁电缆通电。

5.1.9 加热部件安装完成后，严禁在加热部件敷设区域穿凿、穿孔或进行射钉作业。

5.1.10 完工后应绘制竣工图并准确标注加热部件敷设位置及

重庆工程建设

地温传感器埋设位置。

5.2 预制沟槽泡沫混凝土保温板铺设

5.2.1 预制沟槽泡沫混凝土保温板铺设基层应坚实、平整、干净、干燥。

5.2.2 预制沟槽泡沫混凝土保温板应用于与土壤接触地面或潮湿地面时，应在防水防潮层施工完成后再按层间楼板的施工流程进行施工。

5.2.3 铺设预制沟槽泡沫混凝土保温板应满足下列要求：

1 预制沟槽泡沫混凝土保温板铺设应平整，板间的相互接合应严密，宜采用通缝拼接施工；

2 预制沟槽泡沫混凝土保温板相邻板材上的沟槽应对接紧密、无错缝，接缝应平顺；

3 当标准规格尺寸的板材不能满足工程现场施工要求时，可切割所需尺寸的保温板对齐铺设；

4 当地面基层平整度偏差小于 8mm 时，宜采用成品粘结砂浆进行条粘法粘贴，粘贴面积不应小于 50%；当地面基层平整度偏差大于 8mm 时，宜采用干硬性混凝土粘贴，保温板底部满抹 10mm 水泥净浆。保温板铺贴后应用橡皮锤敲打粘结牢固，且用 2m 靠尺检查相邻板材之间的平整度，平整度误差应控制在 3mm 以内；

5 预制沟槽泡沫混凝土保温板在房屋伸缩缝处应断开；

6 预制沟槽泡沫混凝土保温板不应与墙体、柱等垂直构件直接接触，其交接处应设置伸缩缝。

5.2.4 预制沟槽泡沫混凝土保温板铺设完成后，饰面层为木地板时，应铺设均热层，均热层宜铺设在加热管下预制沟槽泡沫混凝土保温板上，均热层之间用铝箔胶带密封处理。

5.2.5 与土壤接触地面或潮湿地面预制沟槽泡沫混凝土保温板

的垫层、粘贴层、防水层应符合《建筑地面设计规范》GB 50037、《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209 的规定。

5.3 加热管系统安装

5.3.1 管材及管件、分水器和集水器及其连接件等材料构配件进场时应对其外观质量进行检查验收。

5.3.2 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、集水器出口的阀门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，其间压力应保持不变，且壳体、填料及阀瓣密封面应无渗漏。

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

5.3.4 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。

5.3.5 加热管敷设前，应检查加热管外观质量，管内部不得有杂质。加热管应平直并完全嵌入沟槽内，加热管安装间断或完毕时，敞口处应随时封堵。

5.3.6 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。

5.3.7 加热管安装时应防止管道扭曲；弯曲管道时，不得出现硬折弯；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。

5.3.8 埋设于地面面层下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。

5.3.9 铺设加热管，面层为木地板时，应用铝箔胶带将铺设在保温板沟槽内的加热管表面与保温板粘接固定。

5.3.10 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，可采用预制泡沫混凝土保温平板或在加热管外部应设置柔性套管等措施。

5.3.11 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 加热电缆系统安装

5.4.1 加热电缆及其地温传感器敷设前应做好下列工作：

1 对照施工图纸核定加热电缆型号，并应检查加热电缆外观质量；

2 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。

5.4.2 加热电缆施工应符合下列规定：

1 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；

2 加热电缆的热线部分严禁进入冷线预留管。

5.4.3 加热电缆应按设计图纸标定的管间间距和走向敷设，应保持平直并完全嵌入沟槽。

5.4.4 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。

5.4.5 加热电缆的冷线与热线接头应暗装在预制沟槽泡沫混凝土保温板内，接头处 150mm 之内不应弯曲。

5.4.6 电缆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。

检验方法:观察、旁站、查阅调试记录。

检查数量:全数检查。

5.4.7 加热电缆安装完成后,在进行面层施工前应进行绝缘电阻的测试,并做自检记录。

5.4.8 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《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》GB 50575 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303 的规定。

5.5 水压试验

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

1 水压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 预制沟槽泡沫混凝土保温板供暖装置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,在有冻结可能的情况下,应采取可靠的防冻措施,试压完成后应及时将管内的水吹净、吹干。

5.5.2 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。

5.6 面层施工

5.6.1 面层施工前，应具备下列条件：

1 加热管水压试验合格且处于工作压力状态；

2 加热管、加热电缆验收合格；

3 加热电缆电阻检测和绝缘性能测试合格，温控器安装盒加热电缆冷线穿管已布置完成；

4 伸缩缝已预留或设置完毕；

5 已通过隐蔽工程验收。

5.6.2 饰面层施工时，与内外墙、柱等垂直构件交接处，应预留伸缩缝。

5.6.3 以木地板作为面层时，木材应经过干燥处理，方可进行地板施工。铺设施工方法应符合现行行业标准《地面辐射供暖木质地板铺设技术和验收规范》WB/T1037 的有关规定。

5.6.4 以瓷砖、大理石、花岗岩作为面层时，伸缩缝处宜采用干贴施工。

5.6.5 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泡沫混凝土保温板上，可发性聚乙烯(EPE)垫层铺设在保温板上、木地板之下；

2 铺设石材或瓷砖时，粘结层应满粘，厚度不大于 8mm；如需在粘结层内铺设金属网，金属网应先铺设在预制沟槽泡沫混凝土保温板及其加热部件上，金属网直径不应小于 0.7mm，网孔距为 12.7×12.7mm 的热镀锌电焊网，再用粘结材料粘贴石材或瓷砖，粘结层应满粘，且厚度不大于 8mm。

5.6.6 面层施工前应对已完工的地暖工程采取必要的保护措施。

重庆工程建设

5.7 厨卫间施工

5.7.1 卫生间应设两层隔离层。

5.7.2 卫生间过门处应设置止水墙，在止水墙内侧应设置防水措施。加热管或加热电缆穿止水墙处应采取隔离措施。

5.7.3 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，距地面装饰层上面层不应大于100mm。

5.7.4 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，并预留和标识与外部管道的接口位置。

重庆工程建设

6 系统调试

6.0.1 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。

6.0.2 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。

6.0.3 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满足工程性能测定的要求。

6.0.4 辐射供暖系统未经调试，严禁运行使用。

6.0.5 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。

6.0.6 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。

6.0.7 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℃。

6.0.8 辐射体表面平均温度测定应符合下列规定：

1 当采用接触式测温时，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℃。

6.0.9　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。

6.0.10　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符合下列规定：

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，水流量应符合设计要求，允许偏差应为不大于10%；

3　热水辐射供暖系统热源的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%。

重庆工程建设

7 验 收

7.0.1 辐射供暖工程施工质量验收应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300 的要求。

7.0.2 辐射供暖工程验收前，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 辐射供暖工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业技术负责人等验收；当辐射供暖工程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。带热源的试运行应在第一个采暖期内完成。

7.0.4 辐射供暖工程的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 保温材料、主要设备和管材、配件等主要材料的出厂合格证等质量证明文件及进场复验报告；

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和调试记录；

8 电缆电阻、绝缘电阻测试记录；

9 地面工程施工质量控制文件；

10 各构造层的隐蔽验收文件；

11 观感质量综合检查记录；

12 安全和性能检测资料的核查记录；

13 工程使用维护说明书。

重庆市建设

7.0.5 辐射供暖工程各系统的观感质量应符合下列规定：

1 分、集水器的安装位置、高度等应符合设计要求；

2 变形缝、面层分隔缝的位置和宽度以及填缝质量符合规定。

检验方法：尺量、观察检查。

检查数量：参照《通风与空调工程施工质量验收规范》GB 50243 附录 B 第Ⅱ抽样方案。

7.0.6 集中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℃。户式供暖系统进出口水温宜将测温点布置在分水器、集水器上，当未布置时，以热源设备自动检测的水温为准。

检验方法：观察、旁站、查阅调试记录。

检查数量：全数检查。

7.0.7 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 4.1.2 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。

检验方法：观察、旁站、查阅调试记录。

检查数量：全数检查。

7.0.8 发热电缆的热线部分不应进入冷引线预留管。

检验方法：观察、旁站、查阅调试记录。

检查数量：全数检查。

7.0.9 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。

检验方法：观察、旁站、查阅调试记录。

检查数量：全数检查。

7.0.10 地面辐射供暖系统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 1000m² 可划分为一个检验批，不足 1000m² 也为一个检验批；

3　不同构造做法的地面分项工程应单独划分为检验批。

7.0.11　预制沟槽泡沫混凝土保温板进场时应对其导热系数、密度、吸水率、抗压强度参数进行复验，复验应为见证取样检验。

检验方法：核查质量证明文件，随机抽样送检，核查复验报告，其中导热系数、密度必须在同一个报告中。

检查数量：同厂家、同品种产品，地面面积在 1000m² 以内时应复验 1 次；面积每增加 1000m² 应增加 1 次。同工程项目、同施工单位且同期施工的多个单位工程，可合并计算抽检面积。当获得绿色建材认定或连续三次见证取样检验均一次检验合格时，其检验面积可扩大一倍，且仅可扩大一倍。

7.0.12　当地面辐射供暖系统工程有绝热层设置时，其施工应符合相应标准要求，应对其导热系数、密度、压缩强度、燃烧性能参数进行复验，复验应为见证取样检验。

检验方法：核查质量证明文件，随机抽样送检，核查复验报告，其中导热系数、密度、燃烧性能必须在同一个报告中。

检查数量：同厂家、同品种产品，地面面积在 1000m² 以内时应复验 1 次；面积每增加 1000m² 应增加 1 次。同工程项目、同施工单位且同期施工的多个单位工程，可合并计算抽检面积。当获得绿色建材认定或连续三次见证取样检验均一次检验合格时，其检验面积可扩大一倍，且仅可扩大一倍。

7.0.13　地面辐射供暖系统工程的房间之间空气声隔声性能、分户楼板撞击声隔声性能应进行现场试验。

检验方法：现场随机抽样检测，核查复验报告。

检查数量：同一工程、同一材料、同一生产厂家检查一组。

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，立管进回水放气通畅，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 地面辐射供暖系统水每隔两年宜进行一次水处理。

重庆工程建设

本标准用词说明

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

重庆工程建设

引用标准名录

1 《民用建筑隔声设计规范》GB 50118

2 《民用建筑热工设计规范》GB 50176

3 《建筑地面工程施工质量验收规范》GB 50209

4 《1kV 及以下配线工程施工与验收规范》GB 50575

5 《建筑工程施工质量验收统一标准》GB 50300

6 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303

7 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736

8 《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142

9 《供热计量技术规程》JGJ 173

10 《城镇燃气室内工程施工与质量验收规范》CJJ 94

11 《泡沫混凝土》JG/T 266

12 《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ50-052

13 《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071

14 《建筑节能(绿色建筑)工程质量验收规范》DBJ50-255

15 《绿色生态住宅(绿色建筑)小区建设技术标准》DBJ50/T-039

重庆工程建设

重庆市工程建设标准

预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖技术标准

DBJ50/T-410-2022

条文说明

重庆工程建设

2022 重 庆

重庆工程建设

目　次

3　材料和设备 …… 49
3.1　系统性能 …… 49
3.2　预制泡沫混凝土保温板 …… 50
3.3　水系统材料和设备 …… 50
3.4　加热电缆材料和温控设备 …… 50
4　设计 …… 52
4.1　一般规定 …… 52
4.2　构造设计 …… 53
4.3　房间热负荷计算 …… 54
4.4　辐射面传热量计算 …… 56
4.5　水系统设计 …… 56
4.6　管道水力计算 …… 60
4.7　加热电缆系统设计 …… 60
4.8　温控与热计量 …… 61
4.9　电气设计 …… 64
4.10　热工与隔声设计 …… 65
5　施工 …… 66
5.1　一般规定 …… 66
5.2　预制沟槽泡沫混凝土保温板铺设 …… 67
5.3　加热管系统安装 …… 67
5.4　加热电缆系统安装 …… 68
5.5　水压试验 …… 69
5.6　面层施工 …… 69
6　系统调试 …… 70

重庆工程建设

7　验收 …… 71
8　运行与维护 …… 72

重庆工程建设

3 材料和设备

3.1 系统性能

3.1.1 目前地面整体传热系数无检测标准方法，均通过建筑节能设计软件进行模拟计算确定其相应参数。

设定预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖系统的隔声性能有效地解决了人们在工作和生活中由于楼板的隔音效果差带来的噪声干扰，提高了建筑声环境质量。

目前国家《民用建筑隔声设计规范》GB 50118 以及重庆市《绿色生态住宅(绿色建筑)小区建设技术标准》DBJ50/T-039、《公共建筑节能(绿色建筑)设计标准》DBJ50-052、《居住建筑节能65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071 等标准均对楼面的隔声性能提出了技术要求。通过对房间之间空气声隔声性能的多次现场检测表明，构造为 100mm 厚钢筋混凝土楼板＋ 40mm 厚预制沟槽泡沫混凝保温板＋木地板面层或地砖面层采用计权标准化声压级差＋粉红噪声频谱修正量($D_{nT,w}$＋C)检测时均不小于45dB；构造为 120mm 厚钢筋混凝土楼板＋ 40mm 厚预制沟槽泡沫混凝保温板＋木地板面层或地砖面层采用计权标准化声压级差＋交通噪声频谱修正量($D_{nT,w}$＋Ctr)检测时均不小于 51dB。通过对分户楼板撞击声隔声性能的多次现场检测表明，构造为100mm 厚钢筋混凝土楼板＋40mm 厚预制沟槽泡沫混凝保温板＋木地板面层或地砖面层采用计权标准化撞击声压级($L'_{nT,w}$)(现场测量)检测时均不大于 65dB。

3.2 预制泡沫混凝土保温板

3.2.2 本标准采用干密度500级预制泡沫混凝土保温板综合考量了该等级泡沫混凝土既有较好的导热系数又有一定的抗压强度。若采用其他密度等级的预制泡沫混凝土保温板，其导热系数应按相应标准规定取值，其他性能可参照本标准执行。

预制泡沫混凝土保温板在工厂内标准化生产，属于泡沫混凝土的两种生产工艺之一，在现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T266中已有详细说明，因此本标准预制泡沫混凝土保温板的主要性能检测方法及试件制作依然按照现行行业标准《泡沫混凝土》JG/T266执行。

3.2.4 预制沟槽泡沫混凝土保温板的沟槽深度与沟槽宽度以满足加热管道和加热电缆铺设为宜，过小铺设不下，过大易导致盘管不稳，沟槽边距设置最小值是为了保证板材质量的稳定性。

3.3 水系统材料和设备

3.3.4 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。

3.4 加热电缆材料和温控设备

3.4.1 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。

3.4.4 3.4.3、3.4.4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。

3.4.5 目前国内还没有针对地面辐射供暖系统中使用的加热电缆生产的标准，市场上的加热电缆多数为国外进口产品，也有引进技术国产化的电缆，均以《额定电压300/500V生活设施加热和防结冰用加热电缆》GB/T 20841/IEC 60800作为检验标准，具体内容见《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142。检测电缆的机构必须具有国家认可的检验资质。

3.4.7 温控器产品标准主要包括：国家现行标准《家用和类似用途电自动控制器　第十部分：温度敏感控制器的特殊要求》GB 14536.10、《温度指示控制仪》JJG 874等；水路自动调节阀产品标准主要包括：国家现行标准《家用和类似用途电自动控制器　第一部分：通用要求》GB 14536.1、《家用和类似用途电自动控制器　第九部分：电动水阀的特殊要求及机械要求》GB 14536.9、《家用和类似用途电自动控制器　第十六部分：电起动器的特殊要求》GB 14536.16、《散热器恒温控制阀》JG/T 195等。

重庆工程建设

4 设 计

4.1 一般规定

4.1.1 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，有利于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。

4.1.2 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℃。

4.1.4 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。

4.1.5 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、加热管，同时应尽量选用有腿的家具，以减少局部热阻。

4.1.8 重庆的气候特征宜采取间歇式供暖，要求地暖升温快，节约能源，不需要持续供暖，宜采用直径 16mm 管沟槽不超过 150mm 的预制沟槽泡沫混凝土保温板。

4.1.9 由于分水器、集水器与加热区域之间的连接管道较多，如采用开槽较多的预制沟槽泡沫混凝土保温板，保温板容易断裂，因此该区域管道宜直接铺设在泡沫混凝土保温板平板上。近年来我市大力推广装配式建筑，倡导发展模块化保温隔声功能部品，推广干式工法楼地面，泡沫混凝土保温板符合产业政策，又是市场急需的产品类型，应大力推广使用，其设计与施工可参考本标准执行，验收可参照《建筑节能(绿色建筑)工程质量验收规范》DBJ50-255 执行。

4.2 构造设计

4.2.2 为减少辐射地面的热损失，直接与室外空气接触的地面、与不供暖房间相邻的地面，必须设置绝热层，绝热材料宜采用 EPS 保温板和 XPS 保温板。

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。

限定均热层最小厚度为 0.1mm 主要是为了保证均热层的牢固性。

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

本着厉行节约资源的精神，加热管上薄贴地砖、石材时，不设置均热层，本系统亦能快速升温的特点，可减少均热层的设置。

加热电缆敷设地砖、石材等面层时，喷涂在均热层上的防腐

材料的耐碱性可以参照《合成树脂乳液内墙涂料》GB/T 9756 中面漆的耐碱性执行。

4.2.4 此处由于汇集管道较多，采用预制沟槽泡沫混凝土保温板不能满足施工要求，采用泡沫混凝土保温平板方能满足管道铺设要求。

4.2.5 当地面荷载大于供暖地面的承载能力时，可在预制沟槽泡沫混凝土保温板上增设细石混凝土或硬质板材等材料加固措施。

4.3 房间热负荷计算

4.3.2 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℃。

4.3.3 当辐射供暖用于局部供暖时，热负荷计算还要乘以表 4.3.3 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）。

4.3.4 为适应外区较大热负荷的需求，确保室温均匀，对进深较大房间作此规定。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。

4.3.5 敷设加热部件的地面，不存在通过地面向外的传热负荷，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。

4.3.6 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。因此本标准要求考虑高度附加率，高度附加率按散热器供暖计算值的50%取值。

4.3.7 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。

$$Q = \alpha \cdot Q_j + q_h \cdot M \tag{1}$$

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4.3.7取值。

q_h 房间单位面积平均户间传热量(W/m^2)，可取 $q_h = 7W/m^2$；

M 房间使用面积(m^2)。

表4.3.7 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	预制沟槽保温板	1.2～1.3
分户独立燃油燃气供暖炉供暖	预制沟槽保温板	1.4～1.5
加热电缆	预制沟槽保温板	1.4～1.5

注：校核地面平均温度时，取 α 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：

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

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 4.3.7，对房间基本热负荷考虑一定的间歇供暖负荷修正。

4.4 辐射面传热量计算

4.4.1 美国供暖制冷空调工程师协会 ASHRAE 在大量研究工作基础上提出了辐射传热量计算方法，计算原理清晰易懂，国内设计院多已采用，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。

4.4.2 各生产企业因采用的材料、厚度及其铺设的均热材料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。

4.5 水系统设计

4.5.3 住宅建筑中按户划分系统，可以方便地实现按户热计量；同一对立管连接负荷相近的户内系统，利于水力平衡。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。

4.5.8 布管方式如图 4.5.8-1 至图 4.5.8-2 所示。

图 4.5.8-1　平行型布置

图 4.5.8-2　双平行型布置

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

4.5.14　4.5.13、4.5.14 旁通管、平衡管及阀门等设置，可参考图

4.5.14-1～图 4.5.14-6 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 4.5.14-1　直接供暖系统

图 4.5.14-2　间接供暖系统（此系统不适合预制沟槽保温板）

图 4.5.14-3　采用三通阀的混水系统（外网为定流量时）

图 4.5.14-4　采用三通阀的混水系统(外网为变流量时)

图 4.5.14-5　采用两通阀的混水系统(外网为定流量时)

图 4.5.14-6　采用两通阀的混水系统(外网为变流量时)

4.5.15　由于辐射供暖系统一般都设置有温控控制装置,加热管

环路上设置有自动控制阀，所以设置压差控制旁通装置避免超压和水泵空转，保证系统、水泵、管路等安全、可靠运行。

4.6 管道水力计算

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

该方法还给出了铝塑复合管常用的局部阻力系数，为局部阻力的计算提供了条件。

4.6.6 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。

4.7 加热电缆系统设计

4.7.3 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4.7.3-1～图4.7.3-3所示。

图 4.7.3-1　单导加热电缆单路平行布置

图 4.7.3-2　单导加热电缆双路平行布置

图 4.7.3-3　双导加热电缆平行布置

4.8　温控与热计量

4.8.1　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。

4.8.2 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测供水温度之外，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。

4.8.3 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 4.8.3-1),也可外接于集水器各环路上(见图 4.8.3-2)。

图 4.8.3-1　分环路控制(控制阀内置于集水器中)

图 4.8.3-2　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。

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，且具有无噪声、体积小、耗电量小、使用寿命长、设置较方便等优点，因此在以住宅为主的地面供暖系统中推荐使用，分环路控制和分室控制都可以使用。

4.8.4 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。

4.8.5 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。

4.8.6 实现室内温控、超温保护、系统节能为一体的整体控制。

4.9 电气设计

4.9.1 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。

4.9.3 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。

4.9.4 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。

4.10 热工与隔声设计

4.10.1 重庆市《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071 中分户楼板有强制保温要求，当采用预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖系统时，预制沟槽泡沫混凝土保温板可作为保温层进行热工计算，保温层的厚度需满足标准要求。

4.10.3 预制沟槽泡沫混凝土保温板与现浇泡沫混凝土属于同一产品的两种不同生产工艺，因此参照重庆市《居住建筑节能 65%(绿色建筑)设计标准》DBJ50-071 中附录 F《表 F.0.2 常用建筑材料导热系数 λ 的修正系数 a 值》现浇泡沫混凝土用于分户楼板修正系数取值 1.20，用于底层地面修正系数取值 1.50。

重庆工程建设

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 预制沟槽泡沫混凝土保温板地面辐射供暖工程施工方案应包括下列内容：

1 工程概况；

2 编制依据，包括：主要的设计标准、施工标准和验收标准，使用的主要材料、设备组件、配件、保温板的执行标准，以及相关技术资料等；

3 施工节点图、原始工作面至面层的剖面图、深化排版设计图、伸缩缝的位置等；

4 主要材料、设备的性能技术指标、规格、型号及保管存放措施；

5 施工工艺流程及各专业施工进度计划；

6 施工工艺包括：基层处理、保温板铺设、加热部件安装，面层铺设、分水器和集水器安装施工等；

7 施工质量控制措施及验收标准包括：施工过程质量控制，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；

8 材料与劳动力计划；

9 安全、环保、节能技术措施。

5.1.2 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。

5.1.3 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。

5.1.7 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0℃时，易造成系统水冻结，损坏管材。

当环境温度低于0℃且现场又需要进行地暖工程施工时，现场应采取升温措施，提高环境温度，保证施工质量。

5.1.8 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。

5.2 预制沟槽泡沫混凝土保温板铺设

5.2.4 当饰面层为木地板时，因木地板导热差，需通过均热层加快热量的均匀散热，提高木地板的辐射升温能力；均热层宜铺设在加热管下，也可铺设在加热管上，也可加热管上下均铺设均热层。

若在工厂内可将导热涂层喷涂在预制沟槽泡沫混凝土保温板上，地暖工程施工现场可不再铺设均热层。

当饰面层为石材或者瓷砖时，预制沟槽泡沫混凝土保温板不设置均热层。

5.3 加热管系统安装

5.3.5 进行管道质量检查，主要是防止管道破裂漏水，以及防止

杂物进入管内堵塞或降低热水流速，影响热水地面辐射供暖系统的供暖效果。

5.3.6 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。

5.3.7 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。

5.3.8 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，规定埋于地面面层下的加热管和输配管不应有接头。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。

5.3.10 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，通过采用相应措施，地面温度将相应降低。

5.4 加热电缆系统安装

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

充分释放。

5.5 水压试验

5.5.1 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。

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

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 面层施工

5.6.4 干贴的目的是为了防止地面加热时拉断面层。

5.6.6 在面层施工前，为保护加热管或加热电缆铺设完成后，不受其他工序施工的破坏，应做必要的保护措施。当吊顶工程施工在前，地暖工程施工在后时，在面层施工前宜采取软质材料保护措施；当地暖工程施工在前，吊顶工程施工在后时，在面层施工前应采取硬质材料保护措施，硬质材料可以采用纸面石膏板、密度板或木工板等板材。

重庆工程建设

6 系统调试

6.0.7 辐射供暖时，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。

6.0.8 辐射供暖表面平均温度不易测定，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。

6.0.9 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。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。

重庆工程建设

7 验 收

7.0.11 采用预制沟槽泡沫混凝土保温板时，供暖房间相邻的楼板可不设置绝热层，因此预制沟槽泡沫混凝土保温板即是分户楼板的保温层，同时也是地暖工程的绝热层。生产厂家供应到工程现场的是带沟槽的泡沫混凝土保温板，不能直接作为样品送检，生产厂家应同批在工厂制作送检样品，工程现场抽样时被检样品不少于送检样品的3倍。

当工程现场泡沫混凝土保温板只作为楼板保温时，进场复检参数为导热系数、密度、吸水率和抗压强度，检验方法与检查数量同预制沟槽泡沫混凝土保温板。

7.0.13 地面辐射供暖系统工程或泡沫混凝土保温板楼板保温工程的房间之间空气声隔声性能、分户楼板撞击声隔声性能可与用户协商是否需要单独进行检测。此外保温板材铺设后，在细石混凝土整体面层或地砖、石材类板块饰面层上用小锤轻击面层时，会产生空响现象，空响现象属于板材体系的自然现象，不属于空鼓质量缺陷问题；用小锤轻击地面辐射系统地砖、石材类饰面层时，饰面层敲击点垂直在保温板平面部位、沟槽带管部位、沟槽无管部位等都可能产生细微声音差异，这种情况属于正常现象；若粘结层与饰面层脱落，饰面层敲击时产生的空响声，则是空鼓质量缺陷。

重庆市建设委

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，会导致管道传热效率降低，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。

重庆工程建设