

备案号: JXXXXXX-2020

DB

浙江省工程建设标准

DBXX/XXXX-2020

## 辐射供暖及供冷应用技术规程

Technical specification for radiant heating and cooling

(报批稿)

XX-XX-XX 发布

XX-XX-XX 实施

浙江省住房和城乡建设厅 发布

# 前 言

根据浙江省住房和城乡建设厅建设发《关于确定 2014 年浙江省工程建设标准修订计划的通知》（〔2014〕276 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真实践经验，参考有关国际标准和国外先进经验，并在广泛征求意见的基础上，修订本规程。

本规程修订的主要技术内容是：1、调整了大纲结构；2、增加了预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板、预制复合模块、毛细管网和自限温电热片等辐射供暖或供冷形式的有关规定；3、提出了适合浙江省气候特点的相关设计计算规定和绝热层热阻等热工性能要求；4、给出了填充式地面辐射供暖系统不同散热量条件下的地面温度区域划分；5、对施工和验收内容进行了合理划分，明确了验收方法；6、对各章节技术内容进行了全面修订。

本规程由浙江省住房和城乡建设厅负责管理，由浙江建设职业技术学院负责具体技术内容的解释。执行过程如有意见和建议，请寄送浙江建设职业技术学院（地址：浙江省杭州市萧山高教园区，邮编：311231）。

主编单位：浙江建设职业技术学院 浙江省建筑设计研究院 浙江大学建筑设计研究院有限公司

参编单位：

浙江万合能源环境科技有限公司

浙江意格供暖技术有限公司

浙江大铭新材料股份有限公司

山东艾菲尔管业有限公司

浙江曼瑞德舒适系统有限公司

绿城装饰工程集团有限公司

约克（中国）商贸有限公司

浙江伟星新型建材股份有限公司

欧文托普（中国）暖通空调系统技术有限公司

杭州红度暖通设备有限公司

丽水晟星建设有限公司  
丽水超涵建设有限公司  
丽水市丽圣建设工程有限公司  
丽水祥源建设工程有限公司  
丽水巾子峰建设有限公司  
庆元县平安建筑有限公司  
丽水昌宁建设有限公司  
浙江布拉雷水利水电建筑有限公司  
丽水华晟建设有限公司  
龙泉市威龙建筑工程有限公司  
浙江柏景园林建设有限公司  
浙江华益水利建设有限公司  
浙江华中建设工程有限公司  
浙江景源市政园林建设有限公司  
丽水荣昌园林建设有限公司  
丽水市博瑞建设有限公司

主要起草人：

黄奕沅 张力 杨毅 林峰 周家志  
张玲 方民 苏山 蒋军 陈立楠  
卢钢锋 陈秀霞 袁立强 朱快 王博  
王卓 汤志斌 应春勇 周玉玲 陈丽姿  
姚春明 叶支寿 毛必勇 吴丰 陈青  
刘先荣 丁双钦 曹启清 李惠国 陈圣君  
吴恩训 钟丽玲

主要审查人：李光华，赵宇宏，郭丽，王建民，范鸣，杨宝军，王永根

# 目次

1 总 则.....	1
2 术 语.....	2
3 设 计.....	4
3.1 一般规定.....	4
3.2 设计参数.....	5
3.3 热工性能及构造.....	6
3.4 房间热负荷与冷负荷计算.....	7
3.5 辐射面传热量的计算.....	8
3.6 水系统设计.....	10
3.7 电热系统设计.....	11
3.8 自动控制.....	12
3.9 电气设计.....	13
4 材 料.....	15
4.1 一般规定.....	15
4.2 绝热层材料.....	15
4.3 填充层材料.....	17
4.4 水系统材料.....	17
4.5 电热元件及温控设备.....	17
5 施 工.....	19
5.1 一般规定.....	19
5.2 材料设备检查.....	20
5.3 绝热层的铺设.....	21
5.4 水系统的安装.....	22
5.5 电热系统的安装.....	23
5.6 电气和自动控制系统的安装.....	24
5.7 填充层施工.....	25
5.8 面层施工.....	25
5.9 调试与试运行.....	26
6 工程验收.....	28
6.1 一般规定.....	28
6.2 绝热层、预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板施工.....	29
6.3 水系统施工.....	30
6.4 电热及电气、自动控制系统施工.....	31
6.5 填充层和面层施工.....	32
附录 A 辐射供暖地面构造图示.....	34
附录 B 填充式热水辐射供暖地面单位面积散热量.....	41
附录 C 管材的选择.....	45
附录 D 加热供冷管管材物理力学性能.....	50
附录 E 加热电缆的电气和机械性能要求.....	52
附录 F 抽样检验.....	54
本规程用词说明.....	56
引用标准名录.....	57
条文说明.....	58

# Contents

1	General Provisions .....	1
2	Terms .....	2
3	Design .....	4
3.1	General Requirements.....	4
3.2	Design Condition .....	5
3.4	Thermal Performance and Structure .....	6
3.5	Room Heating Load and Cooling Load Calculation.....	7
3.5	Heating and Cooling Capability of Radiating Surface Calculation .....	8
3.6	Hydronic System Design .....	10
3.7	Electrical Heating System Design.....	12
3.8	Automatic Control.....	13
3.9	Electrical Design.....	14
4	Materials .....	16
4.1	General Requirements.....	16
4.2	Materials of Insulating Layer.....	16
4.3	Materials of Filler Layer .....	18
4.4	Materials and Devices of Pipe Systems .....	18
4.5	Materials and Devices of Electrical Heating System and Automatic Control.....	18
5	Construction.....	20
5.1	General Requirements.....	20
5.2	Construction Programs and Materials, Equipment Inspection .....	21
5.3	Insulating Layer Installation .....	22
5.4	Pipe Systems Installation .....	23
5.5	Electrical Heating Systems Installation .....	24
5.6	Electrical and Automatic Control Systems Installation.....	25
5.7	Construction of Filler Layer.....	26
5.8	Construction of Surface Layer .....	26
5.9	Commission and Test Run .....	27
6	Acceptance of project .....	29
6.1	General Requirements.....	29
6.2	Insulating Layer Acceptance.....	29
6.3	Pipe Systems Acceptance.....	30
6.4	Electrical and Automatic Control Systems Acceptance .....	32
6.5	primitive working face, Filler Layer and Surface Layer Acceptance.....	32
	Appendix A Schematic Diagram of Heating and Cooling Floor structure.....	34
	Appendix B Heating Capacity of Floating Screed Floor Heating.....	41
	Appendix C Choice of Heating and Cooling Pipe Materials .....	45
	Appendix D Physical Properties of Heating and Cooling Pipe.....	50
	Appendix E Electric and Mechanical Properties of Heating Cable .....	52
	Appendix F Sampling procedures for inspection.....	54
	Explanation of Wording in This Standard.....	56
	List of Quoted Standards.....	57
	Addition: explanation of provisions.....	59

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范辐射供暖供冷技术的应用,保障工程质量和安全,做到技术先进、经济合理、安全适用,制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于新建民用建筑以低温热水为热媒或采用电热元件加热的低温辐射供暖工程和以高温冷水为冷媒的辐射供冷工程的设计、施工及验收。

**1.0.3** 辐射供暖供冷工程的设计、施工和验收,除应执行本规程外,尚应符合国家和浙江省现行有关标准的规定。

## 2 术 语

### 2.0.1 辐射供暖供冷 radiant heating and cooling

提升或降低围护结构内表面中的一个或多个表面的温度，形成热或冷辐射面，通过辐射面以辐射和对流的传热方式向室内供暖供冷的方式。

### 2.0.2 填充式地面辐射供暖供冷 floating screed floor radiant heating or cooling

加热供冷部件敷设在绝热层或预制复合模块上，填充混凝土、水泥砂浆或其他填充材料后再铺设地面面层的地面辐射供暖供冷形式。

### 2.0.3 预制沟槽保温板地面辐射供暖 pre-grooved insulation board floor radiant heating

将加热管或加热电缆敷设在预制沟槽保温板的沟槽中，加热管或加热电缆与保温板沟槽尺寸吻合且上皮持平，不需要填充材料即可直接铺设面层的地面辐射供暖形式。

### 2.0.4 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供冷系统。

### 2.0.5 加热供冷部件 heating and cooling 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供冷管、加热电缆、自限温电热片，以及预制轻薄供暖板、毛细管网等的统称。其中，加热电缆、自限温电热片等利用电能发热的加热部件统称为电热元件。

### 2.0.6 预制轻薄供暖板 precast light heating board

由保温基板、支撑木龙骨、塑料加热管、粘接胶、铝箔、配水和集水等装置组成，并在工厂制作的一种一体化地面供暖部件。

### 2.0.7 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供冷管或加热电缆的、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。

### 2.0.8 预制复合模块 prefabricated composite module

由固定管道或加热电缆用的结构层与保温材料组合而成，并在工厂制作的一种一体化地面供暖部件，属于填充式地面辐射供暖的一种改进形式。

### 2.0.9 加热电缆 heating cable

以供暖为目的、通电后能够发热的电缆。

### 2.0.10 自限温电热片 self-regulating heating element

由电极、聚合物正温度系数热敏电阻材料和电绝缘片层压形成的薄片状发热元件。分常规电压和安全电压两种。

### 2.0.11 输配管 distribution pipe

预制轻薄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。

**2.0.12** 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。

**2.0.13** 找平层 toweling course

在垫层或楼板上进行抹平找坡的构造层。

**2.0.14** 隔离层 isolating course

防止建筑地面上各种液体透过地面的构造层。

**2.0.15** 填充层 filler course

在填充式辐射供暖供冷地面绝热层上设置加热供冷部件用的构造层，起到保护加热供冷部件并使地面温度均匀的作用。

**2.0.16** 均热层 heat distribution plates

采用预制沟槽保温板供暖地面时，铺设在加热部件之下或之上、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板或金属箔。

**2.0.17** 绝热层 insulating course

辐射供暖供冷中，用于阻挡冷热量传递，减少无效冷热损失，在现场单独铺设的构造层（不包括预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板的保温基板）。绝热层分辐射面绝热层和侧面绝热层。

**2.0.18** 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。

**2.0.19** 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。

# 3 设计

## 3.1 一般规定

**3.1.1** 低温热水辐射供暖系统的热源宜选用热泵机组或燃气锅炉。冬季供暖夏季供冷的辐射供暖供冷系统，冷热源设备宜选用热泵机组。

**3.1.2** 辐射供冷系统应结合除湿通风系统进行设计。

**3.1.3** 采用辐射供暖的集中供暖小区，当外网的热媒温度高于室内设计供回水温度时，宜在楼栋的供暖热力入口处设置混水装置或换热装置。

**3.1.4** 地面上的固定家具、设备或卫生器具下方，不应布置加热供冷部件。

**3.1.5** 生活给水管道、电气系统管线等不得与地面加热供冷部件敷设在同一构造层内。

**3.1.6** 辐射供暖供冷工程应提供下列施工图设计文件：

- 1 设计说明；
- 2 楼栋内供暖供冷系统和加热供冷部件平面布置图；
- 3 供暖供冷系统图和局部详图；
- 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。

**3.1.7** 施工图设计说明中应包括下列内容：

- 1 室内外计算温度；
- 2 采用的辐射供暖供冷系统类型；
- 3 房间总热负荷或冷负荷、热媒总供热量或冷媒供冷量、加热电缆总供电功率；
- 4 热源或楼栋集中供暖供冷系统形式和热媒或冷媒参数；
- 5 热水或冷水系统选用的管材或预制轻薄供暖板、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 加热电缆配电方案、类型、线功率、总长度、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 分户热计量方式；
- 10 填充层、面层伸缩缝的设置要求。

**3.1.8** 楼栋内供暖供冷系统和加热供冷部件平面布置图应包括下列内容：

- 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供冷管道；
- 2 采用现场敷设加热供冷部件时，应绘出各房间加热供冷部件的具体布置形式，标明敷

设长度、间距、加热供冷部件管径或规格、各加热供冷部件环路或回路的敷设长度；配电线路布置平面图；

3 采用预制轻薄供暖板、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。

**3.1.9** 采用辐射供暖供冷系统的楼板隔声性能应符合相关标准规定。

## 3.2 设计参数

**3.2.1** 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℃，供回水温差不宜大于10℃，且不宜小于5℃。民用建筑供水温度宜采用35~45℃。当采用热泵机组作为热源时，供水温度宜采用35℃，最高不大于45℃，供回水温差不宜大于8℃。

**3.2.2** 辐射供暖时，辐射体的表面平均温度宜符合表3.2.2的规定。

**表 3.2.2 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	人员经常停留的地面	24~26	28
	人员短期停留的地面	28~30	32
	无人停留的地面	30~33	35
	浴室及游泳池	30~33	35
顶棚	房间高度 2.5~3.0m	28~30	-
	房间高度 3.1~4.0m	33~36	-
墙面	距地面 1m 以下	-	35
	距地面 1m 以上 3.5m 以下	-	45

**3.2.3** 毛细管网辐射供暖系统供水温度宜符合表3.2.3的规定，供回水温差宜采用3~6℃。

**表 3.2.3 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

**3.2.4** 辐射供冷系统的供水温度应高于室内空气露点温度1℃~2℃；供回水温差不宜大于5℃，且不应小于2℃。辐射供冷表面平均温度宜符合表的3.2.4规定。

**表 3.2.4 辐射供冷表面平均温度（℃）**

设置位置	温度下限值
地面	19
墙面、顶棚	17

### 3.3 热工性能及构造

**3.3.1** 辐射面的构造做法应根据其设置位置和加热供冷部件的类型确定。不同类型辐射供暖辐射面构造做法可按本规程附录A选用。

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

**3.3.3** 下列场合应设置防潮层或隔离层：

- 1 当与土壤接触的底层地面作为辐射地面时，绝热层与土壤之间应设置防潮层；
- 2 潮湿房间的填充式供暖地面的填充层上、装饰面层采用地砖的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 卫生间应在填充层和找平层之间、楼板或地面与绝热层之间各做一层隔离层。

**3.3.4** 填充式地面辐射供暖系统绝热层热阻应根据设计计算确定，且不应小于表3.3.4的数值。

表3.3.4 填充式地面辐射供暖系统绝热层最小热阻规定值

绝热层位置	绝热层热阻 (m <sup>2</sup> .K/W)	
	加热水管外径 14≤D≤20	加热水管外径 3.8≤D≤10
楼层之间楼板上的绝热层	0.67	0.50
与土壤相邻的地板上的绝热层		
与无人居住的不供暖房间相邻的地板上的绝热层	0.83	0.67
与室外空气相邻的地板上的绝热层	0.98	0.83

**3.3.5** 采用预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板时，如下层为有人居住的房间或与土壤相接，可不设置附加绝热层。直接与室外空气接触的地板以及与无人居住的不供暖房间相邻的地板，附加绝热层的设置应符合表3.3.5的要求。

表3.3.5 预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板供暖地面附加绝热层最小热阻

绝热层位置	绝热层热阻 (m <sup>2</sup> .K/W)
与无人居住的不供暖房间相邻的地板上	0.29
与室外空气接触的地板上	0.43
与无人居住的不供暖房间相邻的地板下	0.73
与室外空气接触的地板下	0.98

**3.3.6** 采用毛细管网顶棚或吊顶辐射供暖供冷，以及自限温电热片墙面供暖时，绝热层热阻不应小于0.35m<sup>2</sup>.K/W。

**3.3.7** 填充层应采用导热系数较高的材料。应根据辐射供暖系统所采用的绝热层材料和加热部件类型确定填充材料类别及厚度。填充式辐射供暖系统的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 3.3.7 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装饰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 3.3.7 填充式辐射供暖地面填充层材料和厚度**

填充层材料 (标号)	加热管材料或外径 D(mm)	填充层最小厚度 (mm)
细石混凝土 (C15)	加热水管外径 $14 \leq D \leq 20$	50
	加热电缆	40
水泥砂浆 (M10)	预制复合模块加热水管 外径 $3.8 \leq D \leq 10$	15
	自限温电热片	30

注：预制复合模块填充层厚度应从模块顶部开始计算。

**3.3.8** 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 加热部件应采用铺设有均热层的保温板；
- 2 加热电缆不应与绝热层直接接触。
- 3 直接铺设木地板装饰面层时，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。

**3.3.9** 地面供暖供冷装饰面层热阻宜小于  $0.05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 。墙面和顶棚供暖供冷采用抹灰装饰面层时，面层热阻宜小于  $0.02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 。

**3.3.10** 采用预制轻薄供暖板供暖时，房间内未铺设预制轻薄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。

**3.3.11** 当地面荷载大于供暖地面的承载能力时，应采取加固措施。

### 3.4 房间热负荷与冷负荷计算

**3.4.1** 辐射供暖供冷房间热负荷与冷负荷应按现行国家标准《民用建筑供暖通风及空气调节设计规范》GB50736 的有关规定进行计算。

**3.4.2** 全面辐射供暖室内设计温度可降低  $2^\circ\text{C}$ 。全面辐射供冷室内设计温度可提高  $0.5^\circ\text{C} \sim 1.5^\circ\text{C}$ 。

**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	$K \geq 0.75$	$K = 0.55$	$K = 0.40$	$K = 0.25$	$K \leq 0.20$
计算系数	1	0.72	0.54	0.38	0.30

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

**3.4.5** 对敷设加热供冷部件的建筑地面、顶棚和墙面，围护结构传热负荷不应包含其传热损失。

**3.4.6** 采用分户热计量或分户独立热源的辐射供暖系统，应考虑户间传热等因素。如资料不全，户间传热可参采用下式计算。

$$Q = q_h \cdot M \quad (3.4.6)$$

式中： $Q$ ——户间传热负荷（W）；

$q_h$ ——通过分户墙或户间楼板（不含带加热供冷部件的分户墙或楼板）单位面积平均传热量（W/m<sup>2</sup>），可近似取  $q_h=7\text{W/m}^2$ ；

$M$ ——分户墙或户间楼板的面积（m<sup>2</sup>）。

### 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或供冷量的需求。

辐射面传热量应按下列公式计算：

$$Q = q_f + q_d \quad (3.5.1-1)$$

$$q_f = 5 \times 10^{-8} [ (t_{p,j} + 273)^4 - (t_{f,j} + 273)^4 ] \quad (3.5.1-2)$$

全部顶棚供暖时：

$$q_d = 0.134 (t_{p,j} - t_n)^{1.25} \quad (3.5.1-3)$$

地面供暖、顶棚供冷时：

$$q_d = 2.13 |t_{p,j} - t_n|^{0.31} (t_{p,j} - t_n) \quad (3.5.1-4)$$

墙面供暖或供冷时：

$$q_d = 1.78 |t_{p,j} - t_n|^{0.32} (t_{p,j} - t_n) \quad (3.5.1-5)$$

地面供冷时：

$$q_d = 0.78 (t_{p,j} - t_n)^{1.25} \quad (3.5.1-6)$$

式中： $q$ ——辐射面单位面积传热量（W/m<sup>2</sup>）；

$q_f$ ——辐射面单位面积辐射传热量（W/m<sup>2</sup>）；

$q_d$ ——辐射面单位面积对流传热量（W/m<sup>2</sup>）；

$t_{p,j}$ ——辐射面表面平均温度（℃）；

$t_{f,j}$ ——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** 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。当辐射供暖地面与有人居住的房间相邻或与土壤接触时，其单位地面面积向上供热量和向下传热量可按本规

程附录B确定。

**3.5.3** 辐射供冷地面向上供冷量应根据地面构造、供冷管敷设间距、供回水温度、室内空气温度等通过计算确定。

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

**3.5.5** 房间所需单位面积供热量或供冷量应按下列公式计算：



(3.5.5)

式中： $q_r$ ——单位面积所需散（吸）热量（W/m<sup>2</sup>）；

$Q_r$ ——房间所需的有效供热（冷）量，按3.4节计算出的房间热（冷）负荷（W）；

$F_r$ ——房间内铺设供热（冷）部件的辐射面面积（m<sup>2</sup>）；

$\beta$ ——考虑家具等遮挡的安全系数；

**3.5.6** 确定供暖辐射面供热量时，应校核辐射面表面平均温度，确保其符合本规程第3.2.3条的规定。地面的表面平均温度宜按下列公式计算：

$$t_{pj} = t_n + 9.82 \times \left( \frac{q_x}{100} \right)^{0.969} \quad (3.5.6)$$

式中： $t_{pj}$ ——地表面平均温度（℃）；

$t_n$ ——室内计算温度（℃）；

$q_x$ ——单位地面散热量（W/m<sup>2</sup>）。

**3.5.7** 确定辐射面供冷量时，必须校核表面平均温度，确保其不低于本规程3.2.4条的限值。

顶面辐射供冷表面平均温度可按式（3.5.7-1）计算，地面面辐射供冷表面平均温度可按式（3.5.7-2）计算。

$$t_{pj} = t_n - 0.175q^{0.976} \quad (3.5.7-1)$$

$$t_{pj} = t_n - 0.171q^{0.989} \quad (3.5.7-2)$$

式中： $t_{pj}$ ——表面平均温度（℃）；

$t_n$ ——室内计算温度（℃）；

$q$ ——单位辐射面积的供冷量，W/m<sup>2</sup>。

**3.5.8** 供暖供冷房间热冷媒的供热供冷量，应包括辐射面的供热供冷量和另一侧通过绝热层的传热损失。

**3.5.9** 当辐射系统冬季供暖和夏季供冷共用时，应综合考虑冷、热负荷和辐射面的供冷量与供热量。

### 3.6 水系统设计

**3.6.1** 辐射供暖供冷的水系统应按设备、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 现场敷设的加热供冷管及其附件应满足系统工作压力要求；
- 2 采用预制轻薄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。预制轻薄供暖板的承压能力应根据产品样本确定。

**3.6.2** 集中供暖空调系统的水质及其保证措施，应符合现行国家标准《供暖空调系统水质标准》GB/T29044 的要求。预制轻薄供暖板地面辐射供暖系统应设置脱气除污器。毛细管系统应独立设置系统，并设置脱气除污器。

**3.6.3** 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。

**3.6.4** 采用集中热源或冷源的住宅建筑，楼内供暖供冷系统设计应符合下列要求：

- 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，并远离卧室等主要功能方向；
- 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。

**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；现场敷设加热供冷管时，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 每个主要房间应配置独立的环路，面积小的附属房间可与相邻房间加热或供冷管串联。
- 3 进深和面积较大的房间，当按分区域计算热负荷或冷负荷时，各区域应配置独立的环路。
- 4 不同标高的房间地面，不宜共用一个环路。

**3.6.6** 对于冬季供暖夏季供冷的地面辐射系统，卫生间等地面温度不宜过低的房间，应独立设置环路。

**3.6.7** 加热供冷管的敷设间距和预制轻薄供暖板的铺设面积，应根据房间所需供热量或供冷量、室内计算温度、平均水温、地面传热热阻确定。

**3.6.8** 加热管距离外墙内表面不得小于 100mm，与内墙表面距离宜为 200mm~300mm。加热管

距离卫生间墙体内表面宜为 100mm~150mm。

**3.6.9** 现场敷设的加热供冷管应根据房间的热工特性和保证地表面温度均匀的原则，分别采用回折型旋转型或平行型直列型等布管方式。热负荷或冷负荷明显不均匀的房间，宜采用将高温管段布置于房间热负荷或冷负荷较大的外窗或外墙侧。

**3.6.10** 加热供冷管应按系统实际工作条件确定，并应符合本规程附录 C 的规定。

**3.6.11** 加热供冷管和预制轻薄供暖板的输配管流速不宜小于 0.25m/s。

**3.6.12** 预制轻薄供暖板供暖系统的输配管宜采用与预制轻薄供暖板内加热管相同的管材。

**3.6.13** 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。

**3.6.14** 分水器前应设置过滤器。分水器、集水器上均应设置手动或自动排气阀。分水器的总进水管与集水器的总出水管之间宜设置带阀门的旁通管。设置混水泵的混水系统应设置平衡管并兼作旁通管使用，当外网为定流量时，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。

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

**3.6.16** 辐射供冷用分、集水器表面应做防结露处理。

**3.6.17** 每个分支环路埋设部分不应有连接件。

**3.6.18** 采用热水地面供暖的住宅，宜采用楼内热力站的模式，楼内热力站的形式可为换热器或混水装置，实现外网大温差小流量，楼内地暖系统大流量小温差的运行模式。

**3.6.19** 各种管道的压力损失，可按《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142 相关规定计算。

**3.6.20** 预制轻薄供暖板、毛细管的压力损失应根据产品检测报告确定。

**3.6.21** 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。

**3.6.22** 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。

### 3.7 电热系统设计

**3.7.1** 加热电缆热线间距不宜小于 100mm；距离外墙内表面不得小于 100mm，与内墙最近的电缆与墙面距离宜为 200mm~300mm。不得交叉重叠敷设。

**3.7.2** 加热电缆长度和布线间距应按下式计算确定：

$$L \geq \frac{(1 + \delta)\beta \cdot Q_1}{P_x} \quad (3.7.2-1)$$

$$S \approx 1000 \frac{F_x}{L} \quad (3.7.2-2)$$

式中：L——按加热电缆产品规格选定的电缆总长度（m）；

$\delta$ ——向下热损失占加热电缆供热功率的比例，可根据地面构造参考表 3.7.2 取值；

$\beta$ ——考虑家具等遮挡的安全系数；

$Q_r$ ——房间所需地面向上的有效散热量 (W)，按本规程第 3.5.5 条计算确定；

$P_x$ ——加热电缆额定电阻时的线功率 (W/m)，应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3.7.2 加热电缆供暖地面向下热损失占加热电缆供热功率的比例**

装饰面层类型	瓷砖	塑料面层	复合木地板	地毯
热损失比例	0.16	0.21	0.23	0.27

注：计算条件为：加热电缆外表面温度为 45℃、敷设间距为 200mm；绝热层为 20mm 聚苯乙烯泡沫塑料板；填充层厚度为 40mm。

**3.7.3** 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，应分设成 2 个或多个独立回路。

**3.7.4** 加热电缆宜采用平行型布置。

**3.7.5** 采用加热电缆地面辐射供暖时，应符合下列规定：

1 当敷设面积受限制，采用 50mm 敷设间距，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<sup>2</sup>。

**3.7.6** 自限温电热片单个电极的最大电流应符合下列规定：

1 安全电压自限温电热片单个电极的最大电流不宜超过 8A；

2 常规电压自限温电热片单个电极的最大电流不宜超过 5A。

**3.7.7** 供暖房间所需要的自限温电热片数量应按下式计算：

$$N = (1+k) Q / P_m \quad (3.7.7)$$

式中： $N$ ——自限温电热片数量 (m)；

$Q$ ——计算房间热负荷值 (W)；

$P_m$ ——每米自限温电热片向上传热量的有效电功率 (W)；

$k$ ——附加运行系数，取 0.2~0.3。

**3.7.8** 常规电压自限温电热片功率密度不宜大于 200 W/m<sup>2</sup>，安全电压自限温电热片功率密度不宜大于 120W/m<sup>2</sup>。

## 3.8 自动控制

**3.8.1** 热水辐射供暖系统应分房间或区域设置室温调控装置。新建住宅集中热水辐射供暖系统应设置分户热计量装置。

**3.8.2** 辐射供暖供冷系统应能自动控制供水温度，且宜采用气候补偿联合控制。

**3.8.3** 辐射供暖供冷水系统室温控制宜采用分环路控制。公共建筑辐射供暖也可采用总体控制方式。自动控制阀可采用电热式控制阀、自力式温控阀或电动式控制阀，并应符合下列规定：

1 当采用分环路控制时，应在分水器和集水器处的各个分支管上分别设置自动控制阀，控制各环路所在房间或区域的室内空气温度；

2 当采用总体控制时，应在分水器和集水器总管上设置自动控制阀，控制整个区域的室内空气温度。

**3.8.4** 采用加热元件的辐射供暖系统的每个独立环路对应的房间或区域应设置温控器。

**3.8.5** 温控器设置及选型应符合下列规定：

1 温控器应集成定时控制功能。

2 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、不受阳光直射、通风干燥、周围无热源体，能正确反映室内温度的位置，且不宜设在外墙上；

3 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；

4 当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；

5 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；

6 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；

7 对浴室、带沐浴设备的卫生间、游泳池等潮湿区域，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；

8 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。

**3.8.6** 辐射供冷系统应设置防止辐射面结露的控制装置，并应符合下列规定：

1 住宅建筑宜采用分室多点控制，在温湿度最不利的房间及变化最大的房间应分别设置；公共建筑宜选用分区控制方式；

2 防结露控制可采用露点传感器直接探测露点的方法，也可采用温湿度传感器探测并计算出露点的方法；

3 采用露点探测方法时，埋设点应靠近最易结露的位置，传感器可固定在冷水管表面，也可埋设在辐射体表面；

4 采用温湿度探测方法时，安装位置不宜靠近门窗等结露风险较大的区域。

**3.8.7** 采用壁挂式燃气采暖热水炉为热源的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。

## 3.9 电气设计

**3.9.1** 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要求；

2 电热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；

3 电热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，且不得采用延时型剩余电流保护器。

**3.9.2** 电热辐射供暖系统应做等电位连接，且与配电系统的保护导体连接。

**3.9.3** 电热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 $2.5\text{mm}^2$ ；

**3.9.4** 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。

**3.9.5** 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；

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 材 料

## 4.1 一般规定

**4.1.1** 辐射供暖供冷系统中所使用的材料，应根据热工性能、系统工作温度、系统工作压力、建筑荷载、设计使用年限、防水、防火以及施工性能等要求，经综合比较后确定。

**4.1.2** 辐射供暖供冷系统中所使用材料的性能指标均应符合国家和地方现行相关标准的规定。

## 4.2 绝热层材料

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

**4.2.2** 当室内顶棚、墙面、地面和隔断装修材料内部安装电加热供暖系统时，室内采用的装修材料和绝热材料的燃烧性能等级应为 A 级。当室内顶棚、墙面、地面和隔断装修材料内部安装水暖供暖系统时，其顶棚采用的装修材料和绝热材料的燃烧性能等级应为 A 级，其他部位的装修材料和绝热材料的燃烧性能等级不应低于 B1 级。

**4.2.3** 辐射供暖供冷工程中采用聚苯乙烯泡沫塑料板材时，主要技术指标应符合表 4.2.3 的规定；当采用热固复合聚苯乙烯泡沫保温板时，主要技术指标应符合《热固复合聚苯乙烯泡沫保温板》JGT536；当采用硬质聚氨酯泡沫塑料时，性能指标应符合现行国家标准《建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料》GB/T21558 的有关规定。

**表4.2.3 聚苯乙烯泡沫塑料板材主要技术指标**

项目	性能指标			
	模塑		挤塑	
	供暖地面 绝热层	预制沟槽 保温板	供暖地面 绝热层	预制沟槽 保温板
类别	II <sup>1)</sup>	III <sup>1)</sup>	X200 <sup>2)</sup>	X200 <sup>2)</sup>
表观密度 (kg/m <sup>3</sup> )	≥20.0	≥30.0	≥30.0	≥30.0
压缩强度 <sup>3)</sup> (kPa)	≥100	≥150	≥200	≥200
导热系数 <sup>4)</sup> (W/m·K)	≤0.041	≤0.039	≤0.030	≤0.030
尺寸稳定性 (%)	≤3.0	≤2.0	≤2.0	≤2.0
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）（%）		≤4.0	≤2.0	≤1.5	≤1.5
熔结性 <sup>5)</sup>	断裂弯曲负荷	25	35	-	-
	弯曲变形	≥20	≥20	-	-
燃烧性能	氧指数		≥30	≥30	-
	燃烧分级	热媒为水	大于等于B1级		

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

2) X200为压缩强度≥30.0 kPa的带表皮挤塑材料；

3) 压缩强度是按现行国家标准《硬质泡沫塑料压缩性能的测定》GB/T8813要求的试件尺寸和试验条件下相对形变为10%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，熔结性即为合格。

**4.2.4** 辐射供暖供冷工程顶棚、墙面采用玻璃棉毡、岩棉做绝热材料时，玻璃棉毡和岩棉的主要性能指标应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 玻璃棉毡和岩棉的主要性能指标

项目	单位	岩棉性能指标	矿棉性能指标
表观密度	Kg/m <sup>3</sup>	≥18.0	≥60.0
导热系数	W/（m·K）	≤0.043	≤0.043
燃烧分级	A 级		

**4.2.5** 预制沟槽保温板及其金属均热层的沟槽尺寸应与敷设的加热部件外径吻合，且应符合下列规定：

1 保温板绝热层最小厚度不应小于表4.2.5的要求；

2 均热层最小厚度宜满足表4.2.5的要求，并应符合下列规定：

1) 均热层材料的导热系数不应小于237W/（m·K）；

2) 铺设地砖、石材等装饰面层时，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4.2.5 预制沟槽保温板管道下部绝热层最小厚度及均热层最小厚度

加热部件类型	管道下部绝热层最小厚度（mm）		均热层最小厚度（mm）		
			地砖等装饰面层	木地板装饰面层	
				单层	双层
加热电缆	15	0.2	0.4	0.2	
加热管外径（mm）	12	8			-
	16	9			
	20	10			

注：1管道下部绝热层最小厚度，指预制沟槽保温板总厚度扣除管道外径后的厚度。

- 2 地砖等面层, 指在敷设有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、石材等粘接的做法; 木地板装饰面层, 指不需铺设找平层, 直接铺设木地板的做法。
- 3 单层均热层, 指仅采用带均热层的保温板, 加热管或加热电缆上不再铺设均热层时的最小厚度; 双层均热层, 指采用带均热层的保温板, 加热管或加热电缆上再铺设一层导热层时每层的最小厚度。

**4.2.6** 预制复合模块热水供暖系统采用均热层时, 其均热层厚度应符合表 4.2.5 均热层厚度规定。

### 4.3 填充层材料

**4.3.1** 细石混凝土、轻骨料混凝土作为填充层材料强度等级宜为C15。细石混凝土细石粒径宜为5mm~12mm。

**4.3.2** 水泥砂浆、自流平水泥砂浆作为填充层材料强度等级不应低于M10。

### 4.4 水系统材料

**4.4.1** 加热供冷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 加热供冷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/T18991中的4级;

2 加热供冷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; 加热供冷管的物理力学性能应符合本规程附录D的规定;

4 加热管宜使用带阻氧层的管材。

**4.4.2** 预制轻薄供暖板应符合预制《轻薄型热水辐射供暖板》GB/T 29045产品标准的规定, 其输配管应符合加热管的相关规定。

**4.4.3** 分水器、集水器应符合《冷热水用分集水器》GB/T29730产品标准的规定。

### 4.5 电热元件及温控设备

**4.5.1** 辐射供暖用加热电缆产品必须有接地屏蔽层。

**4.5.2** 加热电缆冷、热线的接头应采用专用设备和工艺连接, 不应在现场简单连接; 接头应可靠、密封, 并保持接地的连续性。

**4.5.3** 加热电缆外径不宜小于5mm。

**4.5.4** 加热电缆的型号和商标应有清晰标志, 冷、热线接头位置应有明显标志。

**4.5.5** 加热电缆应经国家质量监督检验部门检验合格。产品的电气安全性能、机械性能应符合本规程附录E的规定。

**4.5.6** 自限温电热片在覆盖和无温度控制时, 电热片表面最高温度应小于60℃, 工频磁感应

强度应小于 $100\ \mu\text{T}$ 。

**4.5.7** 自限温电热片应符合现行国家标准《自限温电热片》GB/T 29470的规定。

**4.5.8** 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。

**4.5.9** 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。

**4.5.10** 采用安全电压电热元件的辐射供暖系统应加设置安全隔离变压器，并应符合相关产品标准的规定。

# 5 施 工

## 5.1 一般规定

**5.1.1** 施工安装前所具备条件应符合下列规定：

1 施工组织设计或专项施工方案应已批准，采用的技术标准和质量控制措施文件应齐全并已完成技术交底；

2 材料已进场报验并符合要求；

3 施工现场水电供应满足施工条件，并有材料堆放仓库；

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

5 相关电气预埋等工程应已完成。

**5.1.2** 施工组织设计或施工方案应符合有关规范规定并包括下列内容：

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、加热供冷部件安装、填充层铺设、面层铺设、分水器 and 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，系统试运行调试和验收等；

6 施工进度计划、劳动力安排；

7 安全、环保、节能技术措施。

**5.1.3** 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供冷部件的表面。

**5.1.4** 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。

**5.1.5** 施工过程中，加热供冷部件敷设区域，严禁穿凿、穿孔或进行射钉作业。

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

**5.1.7** 施工结束后应绘制竣工图，并应准确标注加热供冷部件敷设位置及地温传感器埋设地点。

**5.1.8** 辐射供暖供冷系统调试完成后，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规程第 3.2.2 条和第 3.2.4 条的规定；

2 室内空气温度满足设计要求；

3 辐射供暖供冷系统进出口水温度及温差满足设计要求。

**5.1.9** 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供冷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 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

**5.1.10** 辐射供暖供冷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 辐射供冷时，宜以房间中央离地 1.1m 高处空气温度作为评价依据；

3 温度测量系统准确度应为： $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

**5.1.11** 辐射供暖供冷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 $\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。

## 5.2 材料设备检查

**5.2.1** 辐射供暖供冷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，并具有国家授权机构提供的有效期内的检验报告。进场时应做检查验收并经监理工程师核查确认。

**5.2.2** 加热供冷材料的运输、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，宜储存在温度不超过 $40^{\circ}\text{C}$ 且通风良好和干净的库房内；

4 应避免因环境温度和物理压力受到损害，并应远离热源。

**5.2.3** 管材及管件、分水器 and 集水器及其连接件进场前应对其外观损坏等进行现场复验。

**5.2.4** 加热供冷管应符合下列规定：

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。

**5.2.5** 分水器、集水器及其连接件应符合下列规定：

1 分水器、集水器材料宜为铜质，应包括分、集水干管、主管关断阀或调节阀、泄水阀、排气阀、支路关断阀或调节阀和连接配件等；

2 内外表面应光洁，不得有裂纹、砂眼、冷隔、夹渣、凹凸不平及其他缺陷。表面电镀的连接件色泽应均匀，镀层应牢固，不得有脱镀的缺陷；

3 金属连接件间的连接和过渡管件与金属连接件间的连接密封应符合现行国家标准《55°密封管螺纹》GB/T7306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；

4 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。

**5.2.6** 预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板和毛细管网进场后，应对辐射面向上供热量或供

冷量及向下传热量进行复验；加热电缆和自限温电热片等电热元件进场后，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《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012附录G的规定。

**5.2.7** 阀门、分水器、集水器组件安装前应进行外观检查，做强度和严密性试验，并应符合下列规定：

1 对于主干管上起切断作用的阀门和安装在分水器进口、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，其余部位的阀门应每批次抽查总量的10%且不得少于1个；

2 强度试验压力应为公称压力的1.5倍，严密性试验压力应为公称压力的1.1倍，试验持续时间应不少于15s，其间压力应保持不变，且壳体、填料及阀瓣密封面无渗漏。

### 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、预制轻薄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 绝热层材料也可采用密度不小于 $20\text{kg/m}^3$ 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** 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。

**5.3.5** 预制轻薄供暖板及填充板铺设应符合下列规定：

1 带木龙骨的预制轻薄供暖板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预制轻薄供暖板相同；

2 不带龙骨的预制轻薄供暖板和填充板可采用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 水系统的安装

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

**5.4.2** 加热供冷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** 加热供冷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** 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供冷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** 加热供冷管应设固定装置。加热供冷管弯头两端宜设固定卡；加热供冷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** 除卫生间外，加热供冷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供冷管排列比较密集的部位，当管间距小于100mm时，或地面温度超过表3.2.3规定时，加热供冷管外部应设置柔性套管。

**5.4.9** 加热供冷管或输配管出地面至分水器、集水器连接处，弯管部分不宜露出装饰面层。加热供冷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，套管应高出装饰面层150mm~200mm。

**5.4.10** 加热供冷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镇。

**5.4.11** 加热供冷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** 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。

**5.4.14** 预制轻薄供暖板的配水、集水装置可采用暗装方式，也可采用明装方式。采用暗装方式时，宜与预制轻薄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。

**5.4.15** 施工过程中如果毛细管网中毛细管出现破损、断裂等事故，单片毛细管网损坏两根以下毛细管可热熔封堵，超过两根毛细管损坏应整片更换。

毛细管的修复应按下列步骤操作：

- 1 将待修毛细管网与水路分离；
- 2 将泄漏管剪掉；
- 3 使用焊枪或电烙铁加热两端口使其密实地熔接封堵；
- 4 修复后应重新进行压力测试。

## 5.5 电热系统的安装

**5.5.1** 施工过程中，加热电缆有交叉重叠时严禁通电。

**5.5.2** 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。

**5.5.3** 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。

**5.5.4** 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。

**5.5.5** 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。

**5.5.6** 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。

**5.5.7** 采用填充式地面供暖时，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。

**5.5.8** 电气线路的敷设方式应符合现行国家标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303的规定，且符合下列规定：

1 暗敷在楼板、墙体、柱内的缆线（有防火要求的缆线除外），其保护管的覆盖层不应小于 15mm；

2 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 加热电缆的热线部分严禁进入冷线预留管；

**5.5.9** 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。

**5.5.10** 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。

**5.5.11** 自限温电热片安装时应根据施工图进行自限温电热片裁剪，并应对已裁剪好的自限

温电热片进行分类编号。

**5.5.12** 自限温电热片剪切端应粘贴耐热绝缘胶带。

**5.5.13** 自限温电热片安装应按施工图铺设，并应符合下列规定：

- 1 地面安装时应将自限温电热片平铺于绝热材料上；
- 2 墙面安装时应将电热片固定于绝热板或基面上。

**5.5.14** 自限温电热片与电线（缆）的连接应采用专用导线连接卡。安装时应采用专用压接工具，连接卡压接应对齐、牢固，当出现错位、松动时，应更换连接卡，并与自限温电热片的电极连接可靠，导电应良好。

**5.5.15** 自限温电热片两极的连接导线不应有铰接交叉，导线在隐蔽位置不应有中间接头。

**5.5.16** 自限温电热片在填充层施工前和施工后，应按下列规定进行检验：

- 1 当采用 500V 兆欧表检测自限温电热片及连接电缆（线）的对地绝缘电阻时，阻值不应小于  $1\text{M}\Omega$ ；潮湿环境时阻值不应小于  $0.5\text{M}\Omega$ ；
- 2 当采用 2.5 级万用表检测自限温电热片直流电阻，阻值应符合现行国家标准《自限温电热片》GB/T29470 和设计文件的规定，且不应出现开路、短路和电流值异常情况。
- 3 当采用电流表检测电热片负载电流时，电流值应符合现行国家标准《自限温电热片》GB/T29470 和设计文件的规定。

## 5.6 电气和自动控制系统的安装

**5.6.1** 室内温控器安装位置应符合下列要求：

- 1 应设置在通良好且不被风直接吹拂，不被家具遮挡，不受阳光直射，四周不应有热源体的位置。
- 2 安装高度应与照明开关同一水平线。
- 3 安装在浴室、卫生间等潮湿区域，宜在温控器的外部加装防护罩；或温控器安装在控制区域外，利用外置温度传感器控制区域温度。

**5.6.2** 温控器的接线端子与线缆连接不应松动，不得有异常温升。

**5.6.3** 发热电缆系统的温控器安装时，应将发热电缆的地线与供电系统的保护导体直接连接。

**5.6.4** 温度传感器的安装应符合系列要求：

- 1 外置温度传感器的引线应单独穿管敷设，应能插拔更换；引线护套管末端宜用铜套封堵。
- 2 发热电缆地面供暖系统中，房间温控器的外置温度传感器的引线和感温头不应直接接触发热电缆，引线的长度应在控制器允许的范围内。

3 外置温度传感器做地面温度监测时，不应被地面上的家具等覆盖或遮挡，应与装饰面层保持 10mm 以上间距。

## 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 加热供冷管安装完毕且水压试验合格、加热供冷管处于有压状态；
- 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** 混凝土填充层施工，应由有资质的土建施工方承担，供暖供冷系统安装单位应密切配合。填充层施工过程中不得拆除和移动伸缩缝。

**5.7.3** 地面辐射供暖供冷工程施工过程中，埋管区域应设施工通道或采取加盖等保护措施，严禁人员踩踏加热供冷部件。

**5.7.4** 水泥砂浆填充层表层的抹平工作应在水泥砂浆初凝前完成，压光或拉毛工作应在水泥砂浆终凝前完成。

**5.7.5** 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。

**5.7.6** 系统初始供暖、供冷前，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。

**5.7.7** 填充层伸缩缝设置应与加热供冷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 30 m<sup>2</sup>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。

## 5.8 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** 以木地板作为装饰面层时，木材应经过干燥处理，符合《地采暖用实木地板技术要求》GBT35913的要求，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、花岗岩作为装饰面层时，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预制轻薄供暖板时，面层可按下列方法施工：

1 木地板装饰面层可直接铺设在预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板上，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 采用带木龙骨的预制轻薄供暖板时，木地板应与木龙骨垂直铺设；

3 铺设石材或瓷砖时，预制沟槽保温板及其加热部件上，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** 面层施工期间，毛细管网内应充水保压，压力不宜小于 0.4MPa。

**5.8.6** 毛细管网装饰层采用抹灰找平方式时，宜采用石膏或聚合物砂浆，并设钢丝网片、玻纤网等防龟裂。抹灰及装饰面层总厚度不宜超过 15mm。

## 5.9 调试与试运行

**5.9.1** 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；系统冲洗时应隔离分水器、集水器；

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 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、预制轻薄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，试压完成后应及时将管内的水吹干；有冻结可能时，严禁进行冲洗试压。

**5.9.2** 水压试验压力应为工作压力的 1.5 倍，且不应小于 0.6MPa。毛细管系统不应大于 0.8MPa。在试验压力下，稳压 1h，其压力降不应大于 0.05MPa，且不渗不漏。

**5.9.3** 混凝土填充层施工中，加热供冷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。

**5.9.4** 辐射供暖供冷系统未经调试，严禁运行使用。

**5.9.5** 辐射供暖供冷系统的试运行调试，应在施工完毕且养护期满后，且具备正常供暖供冷和供电的条件下，由施工单位在建设单位配合下进行。

**5.9.6** 热水辐射供暖系统初始供暖时，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 $10^{\circ}\text{C}$ 左右，且不应高于 $32^{\circ}\text{C}$ （毛细管网不应高于 $28^{\circ}\text{C}$ ），并应连续运行48h；以后每隔24h水温升高 $3^{\circ}\text{C}$ ，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。

**5.9.7** 辐射供冷系统的试运行应符合下列规定：

1 辐射供冷系统应和除湿系统联合运行调试，应先开启除湿系统，露点达到设计要求后方可开始向辐射供冷系统供冷水；

2 初次供冷时，冷水降温应平缓，供水温度应高于室内空气露点温度 $2^{\circ}\text{C}$ 以上，并连续运行24h；

3 以后每隔2h水温降低 $3^{\circ}\text{C}$ ，直至达到夏季设计供水温度；

4 在设计水温下应对每组分、集水器的连接管路进行逐路进行调节，直至运行正常；

5 试运行前后应关闭门窗，以免发生结露；

6 调试结束时，应先关闭毛细管网供水系统，且空气除湿系统应继续运行2h以上。

**5.9.8** 加热电缆、自限温电热片等电热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 工程验收

## 6.1 一般规定

**6.1.1** 辐射供暖供冷系统工程的质量验收应符合现行国家标准《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303地方标准及本规程的规定。

**6.1.2** 辐射供暖供冷系统工程施工质量验收应包括施工过程的质量检查、隐蔽工程验收和检验批验收，施工完成后应按子分部工程进行验收，并统一纳入通风与空调分部工程。

**6.1.3** 辐射供暖供冷系统子分部工程可划分为绝热层及预制沟槽保温板与预制轻薄供暖板安装、水系统安装、电热及电气自动控制系统安装、填充层和面层施工等分项工程，施工质量验收应符合本规程相关规定。

**6.1.4** 辐射供暖供冷系统的分项可根据工程量大小划分为一个或若干个检验批进行验收。检验批的划分可根据施工段的划分，与施工流程相一致且方便施工与验收的原则，由施工单位与监理（建设）单位共同协商。

**6.1.5** 辐射供暖供冷系统工程应对下列部位或内容进行隐蔽工程验收，并应有详细的文字记录和必要的图像资料：

- 1 加热供冷管安装；
- 2 预制沟槽保温板及预制轻薄供暖板安装；
- 3 绝热材料安装；
- 4 加热电缆及自限温电热片安装；
- 5 填充层、隔离层、绝热层、防潮层及均热层施工；

**6.1.6** 检验批质量验收合格应符合下列规定：

- 1 当受检方通过自检，检验批的质量已达到合同和本规程的要求，并具有相应的质量合格的施工验收记录时，可进行工程施工质量检验批质量的验收。
- 2 采用全数检验方案检验时，主控项目的质量检验结果应全数合格；一般项目的质量检验结果，计数合格率不应小于 85%，且不得有严重缺陷。
- 3 采用抽样方案检验时，且检验批检验结果合格时，批质量验收应予以通过。
- 4 质量验收中被检出的不合格品，均应进行修复或更换为合格品。

**6.1.7** 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 所含检验批的质量均应验收合格；
- 2 所含检验批的质量验收记录应完整。

**6.1.8** 分部（子分部）工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 所含分项工程质量均应验收合格；
- 2 质量控制资料应完整；
- 3 有关安全、节能、环境保护和主要使用功能的抽样检验结果应符合相关规定；
- 4 观感质量应符合要求。

**6.1.9** 辐射供暖供冷系统工程验收的资料应包括下列文件及记录：

- 1 图纸会审记录、设计变更文件和竣工图；
- 2 主要材料、设备的出厂合格证及进场检验报告；

- 3 隐蔽工程检查验收记录；
- 4 工程设备、管道系统安装及检验记录；
- 5 管道清洗及压力试验记录；
- 6 加热电缆标称电阻和绝缘电阻检测；
- 7 设备单机试运转记录；
- 8 系统无生产负荷联合试运转与调试记录；
- 9 系统节能性能检验报告；
- 10 系统性能测试与评价报告；
- 11 分部、子分部工程质量验收记录；
- 12 观感质量综合检查记录；
- 13 安全和功能检验资料的核查记录。

**6.1.10** 绝热层、填充层和面层的检验批应按自然间或标准间检验,随机检验,抽查数量不应少于3间;不足3间,应全数检查;其中走廊、过道应以10延长米为1间。

**6.1.11** 除绝热层、填充层和面层外检验批的质量验收抽样应符合下列规定:

- 1 检验批质量验收抽样方案应按本规范附录F的规定执行。产品合格率大于或等于95%的抽样评定方案,应定为第I抽样方案,主要适用于主控项目;产品合格率大于或等于85%的抽样评定方案,应定为第II抽样方案,主要适用于一般项目。
- 2 当检索出抽样检验评价方案所需的产品样本量n超过检验批的产品数量N时,应对该检验批总体中所有的产品进行检验。

## 6.2 绝热层、预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板施工

### 主控项目

**6.2.1** 绝热层材料的物理性能应符合设计要求。

检验方法:观察、尺量、核查技术文件。

检查数量:按6.1.10条规定。

### 一般项目

**6.2.2** 绝热层、预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板施工技术要求及允许偏差应符合表6.2.2的规定。

**表 6.2.2 绝热层、预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板施工技术要求及允许偏差**

序号	项目		技术要求	允许偏差 (mm)
1	绝热层	泡沫塑料类	接缝严密	小于 1mm
			厚度应符合设计要求	不得有负偏差
2	预制沟槽	保温板	接缝严密	小于 1mm

	保温板 预制复合 模块	均热层	采用地砖等装饰面层的加 热电缆时，厚度不小于 0.2mm；采用木地板时，单 层均热层厚度不应小于 0.2mm，双层均热层厚度不 应小于 0.4mm	不得有负 偏差
4	预制轻薄 供暖板	供暖板和填 充板	接缝严密	小于 1mm
5	防潮层		搭接宽度按设计要求	不得有负 偏差

检验方法：观察、尺量。

检查数量：按 6.1.10 条规定。

## 6.3 水系统施工

### 主控项目

**6.3.1** 管道、管件等材料和阀门、分集水器等部件，其品种、规格应符合设计要求和相关标准规定。

检验方法：观察、核查技术文件。

检查数量：按 6.1.11 条规定。

**6.3.2** 水系统应按 5.9.1、5.9.2 要求进行水压试验，加热供冷管、输配管、分水器、集水器及其连接处在试验压力下无渗漏。

检查方法：观察。

检查数量：全数检查。

**6.3.3** 管道的敷设间距，弯曲半径及固定措施应符合设计要求；填充层内加热供冷管、输配管不应有接头，弯曲部分不得出现硬折弯现象；

检验方法：观察、尺量。

检查数量：按 6.1.11 条规定。

**6.3.4** 管道系统安装后水压试验前，应按设计要求进行系统冲洗；

检查方法：观察。

检查数量：全数检查。

**6.3.5** 辐射供冷用分、集水器表面防结露措施应符合设计要求。

检查方法：观察、检查。

检查数量：全数检查。

### 一般项目

6.3.6 管道部件施工技术要求及允许偏差见表6.3.6。

表 6.3.6 管道部件施工技术要求及允许偏差

序号	项目		条件	技术要求	允许偏差 (mm)
1	加热供冷管	弯曲半径	塑料管	不小于 8 倍管外径， 不应大于 11 倍管外径	-5
			铝塑复合管	不小于 6 倍管外径， 不应大于 11 倍管外径	-5
			铜管	不小于 5 倍管外径， 不应大于 11 倍管外径	-5
		固定点间距	直管	宜为 500mm~700mm	不得有负 偏差
	弯管		宜为 200mm~300mm		
2	分水器、集水器安装		垂直距离	宜为 200mm	不得有负 偏差

检验方法：尺量。

检查数量：按 6.1.11 条规定。

6.3.7 温控及计量装置、分水器、集水器及其连接件等安装后应有成品保护措施；

检验方法：观察。

检查数量：按 6.1.11 条规定。

## 6.4 电热及电气、自动控制系统施工

### 主控项目

6.4.1 电热及电气系统材料及配件、设备，其品种、规格应符合设计要求和相关标准规定。

检验方法：观察、核查技术文件。

检查数量：按 6.1.11 条规定。

6.4.2 电热元件在安装前后，应进行标称电阻和绝缘电阻检测，并做自检记录。填充层施工完毕后，应进行标称电阻和绝缘电阻检测验收。

检验方法：检测。

检查数量：按6.1.11条规定。

6.4.3 电热元件不得交叉重叠敷设。

检验方法：观察。

检查数量：按6.1.11条规定。

6.4.4 采用电热元件的辐射供暖系统应做等电位连接，且与配电系统的保护导体连接。

检验方法：观察。

检查数量：全数检查。

### 一般项目

**6.4.5** 加热电缆和自限温电热片施工技术要求及允许偏差应符合表 6.4.5 的规定。

**表 6.4.5 加热电缆和自限温电热片施工技术要求及允许偏差**

项目	条件	技术要求	允许偏差 (mm)
加热电缆	间距	按设计要求	+10
	弯曲半径	不应小于生产企业规定限值，且不得小于 6 倍管外径	-5
自限温电热片	间距	按设计要求	+10
	片数	按设计要求	不得有负偏差

检验方法：尺量。

检查数量：按 6.1.11 条规定。

## 6.5 填充层和面层施工

### 主控项目

**6.5.1** 填充层、找平层、装饰面层平整，表面无明显裂缝。

检验方法：观察。

检查数量：按 6.1.10 条规定。

**6.5.2** 伸缩缝的留设应符合设计要求，伸缩缝内无杂质硬块，填料严密。

检验方法：观察。

检查数量：按 6.1.10 条规定。

### 一般项目

**6.5.3** 填充层、面层应符合表 6.5.3 要求。

**表 6.5.3 填充层、面层施工技术要求及允许偏差**

序号	项目	条件		技术要求	允许偏差 (mm)	
1	填充层	细石 混凝土	加热供冷管	标号，最 小厚度	C15，宜 50mm	平整度 ±5
			加热电缆		C15，宜 40mm	

		水泥 砂浆	加热供冷管	标号, 最 小厚度	M10, 宜 20mm	平整度 ±5
			预制复合模块		M10, 宜 25mm	
			加热电缆		M10, 宜 25mm	
		面积大于 30 m <sup>2</sup> 或长度大于 6m			留 8mm 伸缩缝	+2
		与墙、柱等垂直部件			留 10mm 伸缩缝 侧面绝热层	+2
2	面层	与墙、柱等垂直部件		瓷砖、 石材地 面	留 10mm 伸缩缝	+2
				木地板 地面	留 ≥14mm 伸缩 缝	+2

检验方法：观察、丈量。

检查数量：按 6.1.10 条规定。

## 附录 A 辐射供暖地面构造图示

A.0.1 填充式供暖地面构造可按图 A.0.1-1~图 A.0.1-4 设置:

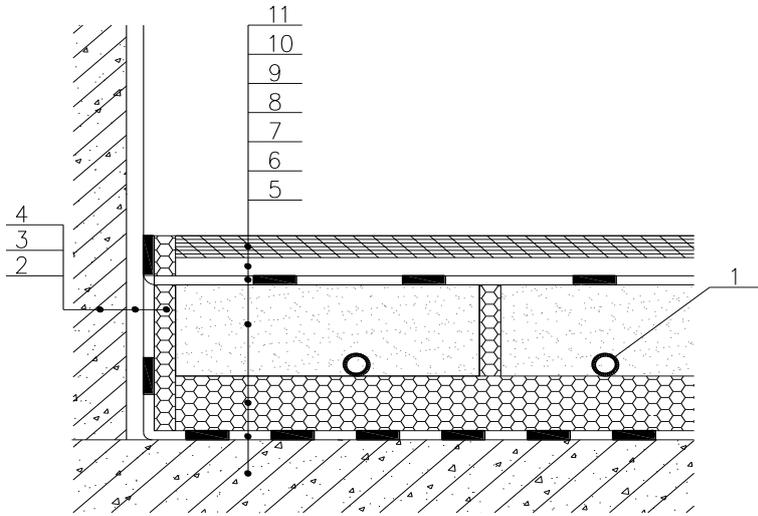


图 A.0.1-1 填充式热水供暖地面构造

- 1 一加热管; 2 一侧面绝热层; 3 抹灰层;
- 4 一外墙; 5 一楼板或与土壤相邻地面;
- 6 一防潮层 (对与土壤相邻地面); 7 一绝热层;
- 8 一豆石混凝土填充层 (水泥砂浆填充找平层);
- 9 一隔离层 (对潮湿房间); 10 一找平层;
- 11 一装饰面层

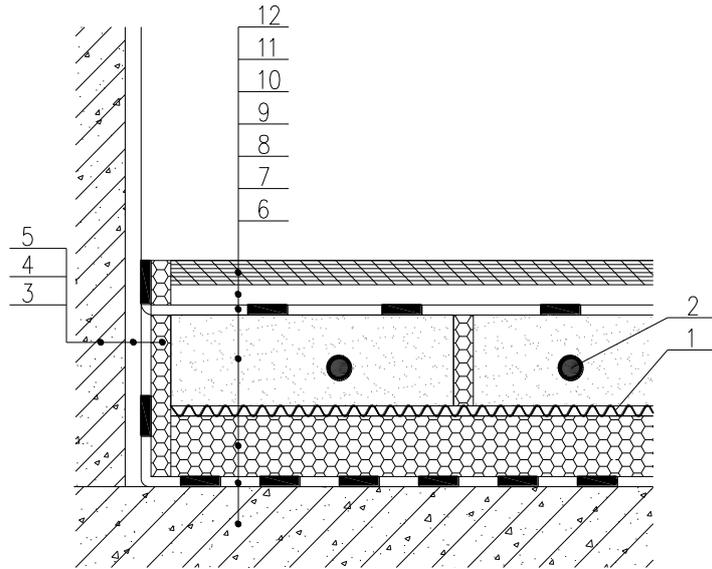


图 A. 0. 1-2 填充式加热电缆供暖地面构造

- 1-金属网；2-加热电缆；3 一侧面绝热层；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-绝热层；  
 9-豆石混凝土填充层(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

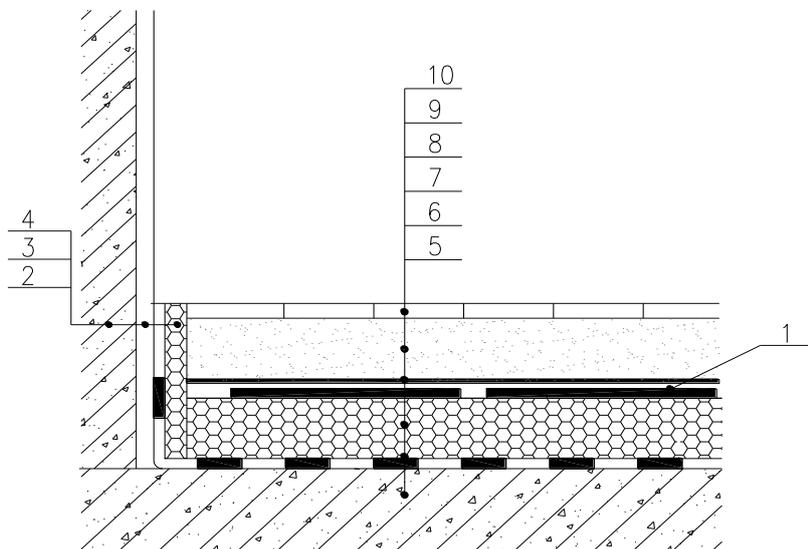


图 A. 0. 1-3 填充式自限温电热片供暖地面构造

- 1-自限温电热片；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(与土壤相邻地面)；7-绝热层；  
 8-PET 膜保护层；9-水泥砂浆填充找平层；10-装饰面层

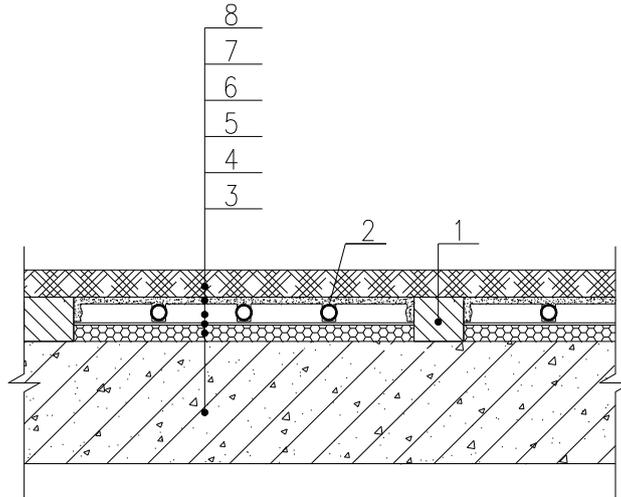


图 A.0.1-4 带木龙骨的预制复合模块填充式地面构造

- 1 木龙骨；2 加热管；3 楼板；（防潮层（与土壤相邻地面））4 挤塑保温板；5 铝箔均热层；  
6 带孔固定模板  
7 水泥砂浆填充（找平）层；8 实木地板面层

**A.0.2** 预制沟槽保温板式供热地面构造可按图 A.0.2-1～图 A.0.2-2 设置：

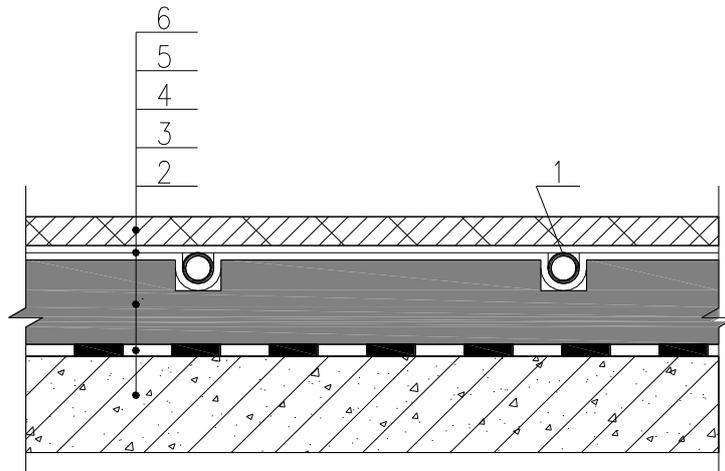


图 A.0.2-1 预制沟槽保温板供暖地面构造（木地板装饰面层）

- 1-加热管或加热电缆；2-楼板或地面；3-防潮层（与土壤相邻地面）或可发性聚乙烯 (EPE) 垫层；  
4-预制沟槽保温板；5-均热层；6-木地板装饰面层

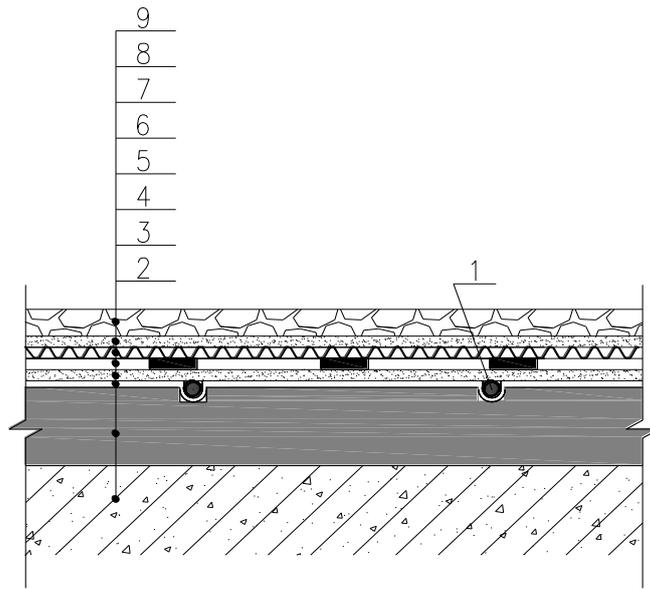


图 A. 0. 2-3 预制沟槽保温板供暖地面构造（地砖或石材地面）  
 1-加热管或加热电缆；2-楼板；3-预制沟槽保温板；4-均热层；  
 5-找平层（对潮湿房间）；6-隔离层（对潮湿房间）；  
 7-金属网格；8-找平层；9-地砖或石材地面

**A.0.3** 预制轻薄供热板地面供热构造可按图 A. 0. 3-1～图 A. 0. 3-2 设置：

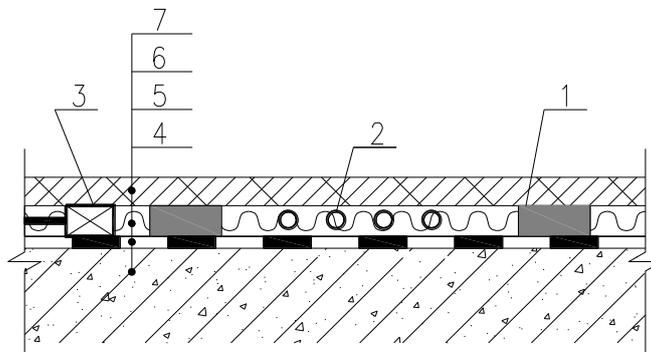


图 A. 0. 3-1 预制轻薄供暖板供暖地面构造（木地板装饰面层）  
 1-木龙骨；2-加热管；3-二次分水器；4-楼板或地面；5-防潮层（与土壤相邻）或可发性聚  
 乙烯 (EPE) 垫层；6-供暖板；7-木地板装饰面层

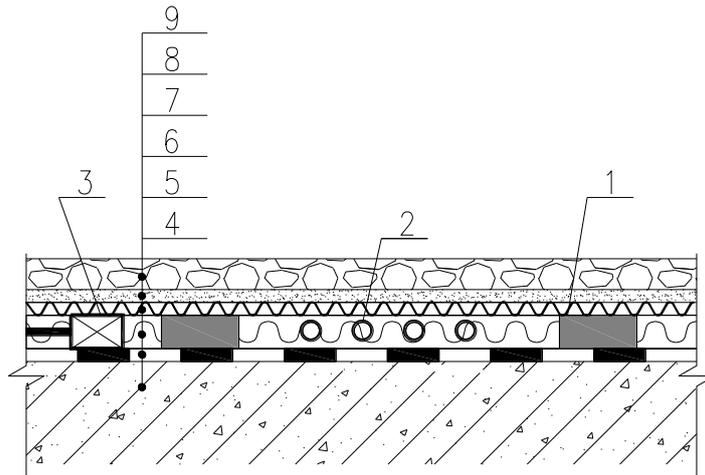


图 A.0.3-2 预制轻薄供暖板供暖地面构造（地砖或石材地面）

- 1- 木龙骨；2-加热管；3-二次分水器；4-楼板或地面；5-防潮层（与土壤相邻）  
或可发性聚乙烯 (EPE) 垫层；6-供暖板；7-隔离层（对潮湿房间）；  
8-金属层；9-找平层；10-地砖或石材地面

**A.0.4** 毛细管网供暖构造可按图 A.0.4-1~图 A.0.4-3 设置：

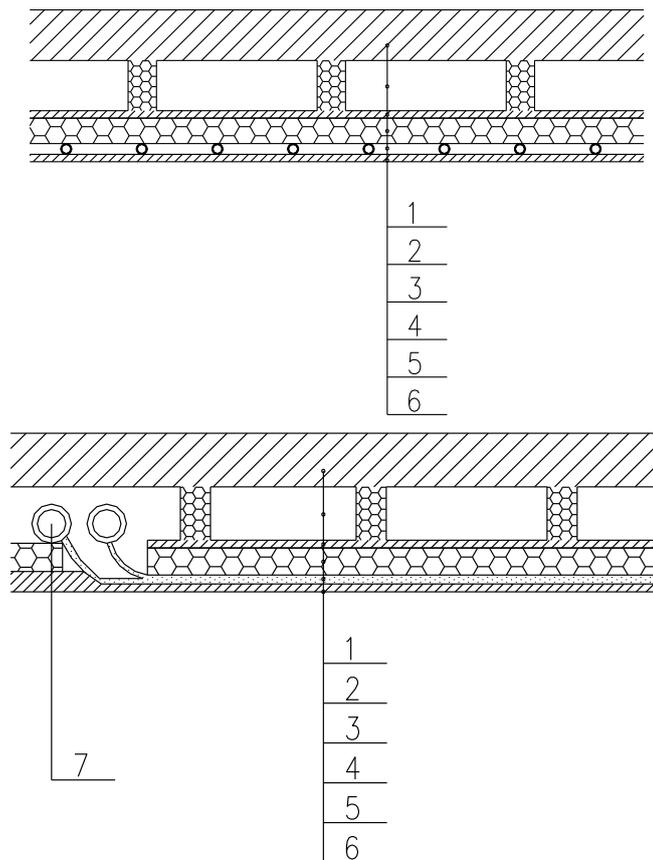


图 A.0.4-1 毛细管网辐射供暖吊顶构造

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

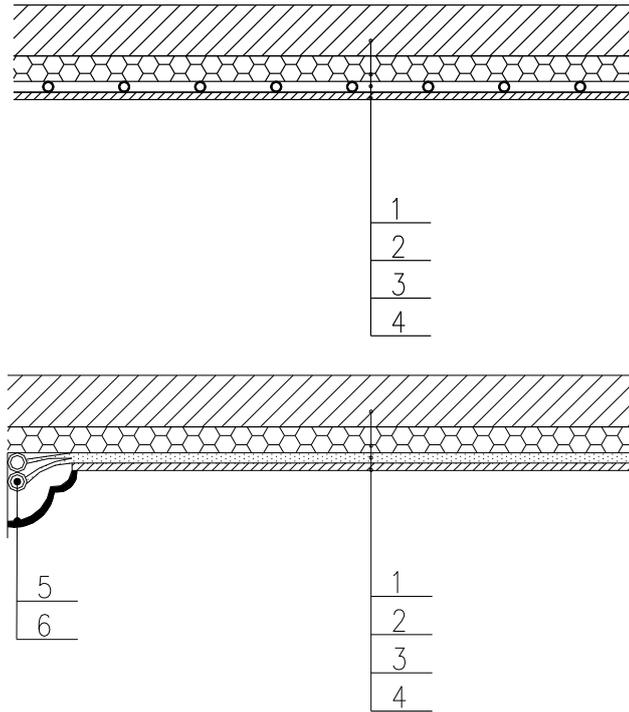


图 A.0.4-2 毛细管网辐射供暖顶板构造

1-结构层；2-绝热层；3-毛细管；4-面层；5-集管；6-线条装饰

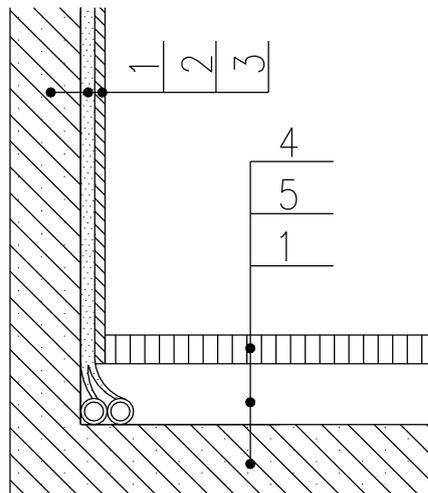


图 A.0.4-3 毛细管网辐射供暖墙面构造

1-结构层；2-毛细管；3-面层；4-地板；5-找平层

**A.0.5** 自限温电热片墙面供暖构造可按图 A. 0. 5 设置：

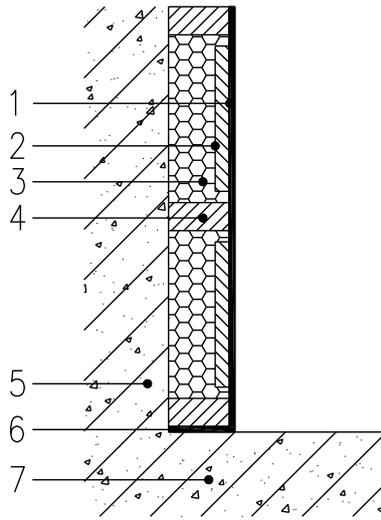


图 A.0.5 自限温电热片墙面供暖系统示意图

1—面层； 2—电热片； 3—绝热层； 4—钢龙骨；  
5—墙体； 6—地面防潮带； 7—楼板

## 附录 B 填充式热水辐射供暖地面单位面积散热量

### B.1 填充式热水辐射供暖地面单位面积散热量

附录 B.1 计算条件及说明:

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

2 表中, 黑框内数据对应的地面平均温度大于 28℃, 底色为灰色的数据对应的地面平均温度大于 32℃。设计计算时应注意满足第 3.2.3 条的规定。

#### B.1 PE-X 管单位地面面积的散热量和向下传热损失

B.1.1 当地面层为水泥或陶瓷、热阻  $R=0.02$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{k}/\text{w}$ ) 时, 单位地面面积的散热量和向下传热损失可按表 B.1.1 取值。

表 B.1.1 PE-X 管单位地面面积的散热量和向下传热损失 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )

平均水温 ℃	室内空气温度 ℃	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	84.7	23.8	92.5	24.0	100.5	24.6	108.9	24.8	116.6	24.8
	18	76.4	21.7	83.3	22.0	90.4	22.6	97.9	22.7	104.7	22.7
	20	68.0	19.9	74.0	20.2	80.4	20.5	87.1	20.5	93.1	20.5
	22	59.7	17.7	65.0	18.0	70.5	18.4	76.3	18.4	81.5	18.4
	24	51.6	15.6	56.1	15.7	60.7	15.7	65.7	15.7	70.1	15.7
40	16	108.0	29.7	118.1	29.8	128.7	30.5	139.6	30.8	149.7	30.8
	18	99.5	27.4	108.7	27.9	118.4	28.5	128.4	28.7	137.6	28.7
	20	91.0	25.4	99.4	25.7	108.1	26.5	117.3	26.7	125.6	26.7
	22	82.5	23.8	90.0	23.9	97.9	24.4	106.2	24.6	113.7	24.6
	24	74.2	21.3	80.9	21.5	87.8	22.4	95.2	22.4	101.9	22.4
45	16	131.8	35.5	144.4	35.5	157.5	36.5	171.2	36.8	183.9	36.8

续表 B.1.1

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

**B.1.2** 当地面层为塑料类材料、热阻  $R=0.075$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ) 时, 单位地面面积的散热量和向下传热损失可按表 B.1.2 取值。

**表 B.1.2 PE-X 管单位地面面积的散热量和向下传热损失 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )**

平均水温	室内空气温度	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
( $^{\circ}\text{C}$ )	( $^{\circ}\text{C}$ )	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	67.7	24.2	72.3	24.3	76.8	24.6	81.3	25.1	85.3	25.7
	18	61.1	22.0	65.3	22.2	69.3	22.5	73.2	22.9	76.9	23.4
	20	54.5	19.9	58.1	20.1	61.8	20.3	65.3	20.7	68.5	21.3
	22	48.0	17.8	51.1	18.1	54.3	18.1	57.4	18.5	60.2	18.8
	24	41.5	15.5	44.2	15.9	46.9	16.0	49.5	16.3	51.9	16.7
40	16	85.9	30.0	91.8	30.4	97.7	30.7	103.4	31.3	108.7	32.0
	18	79.2	27.9	84.6	28.1	90.0	28.6	95.3	29.1	100.1	29.8
	20	72.5	26.0	77.5	26.0	82.4	26.4	87.2	26.9	91.5	27.6
	22	65.9	23.7	70.3	24.0	74.8	24.2	79.1	24.7	83.0	25.3
	24	59.3	21.4	63.2	21.9	67.2	22.1	71.1	22.5	74.6	23.1
45	16	104.5	35.8	111.7	36.1	119.0	36.8	126.1	37.6	132.9	38.5
	18	97.7	33.8	104.5	34.1	111.2	34.7	117.8	35.4	123.9	36.3
	20	90.9	31.8	97.2	32.1	103.5	32.6	109.6	33.2	115.2	33.9
	22	84.2	29.7	89.9	30.0	95.8	30.4	101.4	31.0	106.5	31.9
	24	77.4	27.7	82.7	28.0	88.1	28.2	93.2	28.8	97.9	29.4
50	16	123.3	41.8	131.9	42.2	140.6	42.9	149.1	43.9	156.9	44.9
	18	116.5	39.6	124.6	40.3	132.8	40.8	140.7	41.7	148.1	42.7
	20	109.6	37.7	117.3	38.1	125.0	38.7	132.4	39.5	139.3	40.4
	22	102.8	35.5	109.9	36.2	117.1	36.6	124.1	37.3	130.6	38.3
	24	96.0	33.7	102.7	33.9	109.4	34.4	115.9	35.1	121.8	35.9
55	16	142.4	47.7	152.3	48.6	162.5	49.1	172.4	50.2	181.5	51.4
	18	135.4	45.8	145.0	46.2	154.6	47.0	164.0	48.0	172.7	49.3
	20	128.6	43.7	137.6	44.3	146.8	44.9	155.6	45.9	163.8	47.0
	22	121.7	41.6	130.2	42.2	138.9	42.8	147.3	43.7	155.0	44.9
	24	114.9	39.6	122.9	39.9	131.0	40.7	138.9	41.5	146.2	42.6

**B.1.3** 当地面层为木地板、热阻  $R=0.1$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$ ) 时, 单位地面面积的散热量和向下传热损失可按表 B.1.3 取值。

**表 B.1.3 PE-X 管单位地面面积的散热量和向下传热损失 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )**

平均温度	室内空气温度	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
( $^{\circ}\text{C}$ )	( $^{\circ}\text{C}$ )	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	62.4	24.4	66.0	24.6	69.6	25.0	73.1	25.5	76.2	26.1
	18	56.3	22.3	59.6	22.5	62.8	22.9	65.9	23.3	68.7	23.9
	20	50.3	20.1	53.1	20.5	56.0	20.7	58.8	21.1	61.3	21.6

	22	44.3	18.0	46.8	18.2	49.3	18.5	51.7	18.9	53.9	19.3
	24	38.4	15.7	40.5	16.1	42.6	16.3	44.7	16.6	46.5	17.0
40	16	79.1	30.2	83.7	30.7	88.4	31.2	92.8	31.9	96.9	32.5
	18	72.9	28.3	77.2	28.6	81.5	29.0	85.5	29.6	89.3	30.3
	20	66.8	26.3	70.7	26.5	74.6	26.9	78.3	27.4	81.7	28.1
	22	60.7	24.0	64.2	24.4	67.7	24.7	71.1	25.2	74.1	25.8
	24	54.6	21.9	57.8	22.1	60.9	22.5	63.9	22.9	66.6	23.4
45	16	96.0	36.4	101.8	36.9	107.5	37.5	112.9	38.2	117.9	39.1
	18	89.8	34.1	95.1	34.8	100.5	35.3	105.6	36.0	110.2	36.8
	20	83.6	32.2	88.6	32.7	93.5	33.1	98.2	33.8	102.6	34.5
	22	77.4	30.1	82.0	30.4	86.6	30.9	90.9	31.6	94.9	32.4
	24	71.2	18.0	75.4	28.4	79.6	28.8	83.6	29.3	87.3	30.0
50	16	113.2	42.3	120.0	43.1	126.8	43.7	133.4	44.6	139.3	45.6
	18	106.9	40.3	113.3	41.0	119.8	41.6	125.9	42.4	131.6	43.4
	20	100.7	38.1	106.7	38.7	112.7	39.4	118.5	40.2	123.8	41.2
	22	94.4	36.1	100.1	36.7	105.7	37.2	111.1	38.0	116.1	38.9
	24	88.2	34.0	93.4	34.6	98.7	35.1	103.8	35.7	108.4	36.6
55	16	130.5	48.6	138.5	49.1	146.4	50.0	154.0	51.1	161.0	52.2
	18	124.2	46.6	131.8	47.1	139.3	47.9	146.6	48.9	153.2	50.0
	20	118.0	44.4	125.1	45.0	132.2	45.7	139.1	46.7	145.4	47.8
	22	111.7	42.2	118.4	42.8	125.2	43.6	131.6	44.5	137.6	45.5
	24	105.4	40.1	111.7	40.8	118.1	41.4	124.2	42.2	129.8	43.2

B. 1. 4 当地面层铺地毯、热阻  $R=0.15$  ( $\text{m}^2 \cdot \text{k}/\text{w}$ ) 是时, 单位地面面积的散热量和向下传热损失可按表 B. 1. 4 取值。

表 B. 1. 4 PE-X 管单位地面面积的散热量和向下传热损失 ( $\text{w}/\text{m}^2$ )

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

	18	91.6	41.4	95.9	42.0	100.1	42.7	104.1	43.5	107.8	44.5
	20	86.3	39.2	90.3	39.8	94.3	40.5	98.0	41.3	101.5	42.1
	22	81.0	37.0	84.7	37.7	88.5	38.3	92.0	39.0	95.2	39.8
	24	75.7	34.9	79.2	35.3	82.6	36.0	85.9	36.7	88.9	37.4
55	16	111.7	49.7	117.0	50.6	122.2	51.4	127.1	52.4	131.6	53.4
	18	106.3	47.7	111.4	48.4	116.3	49.2	120.9	50.1	125.2	51.2
	20	101.0	45.5	105.7	46.2	110.4	47.0	114.8	47.9	118.9	49.0
	22	95.6	43.3	100.1	43.9	104.5	44.8	108.7	45.6	112.5	46.7
	24	90.3	41.2	94.5	41.8	98.6	42.5	102.6	43.3	106.2	44.2

## 附录 C 管材的选择

### C.1 塑料管的选择

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

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

表 C.1.2-1 塑料管使用条件级别

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

注: \* 仅当  $T_{mal}$  不超过 65°C 时才可使用;

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

1 表中所列各使用条件级别的管道系统均应同时满足在 20°C 和 1.0MPa 条件下输送冷水,达到 50 年使用寿命;

2 所有加热系统的介质只能是水或者经处理的水。

表 C.1.2-2 管系列 (S) 值

设计压力 $P_D$ (MPa)	管系列 (S) 值					
	PB 管 $\sigma_D =$ 5.46MPa	PB-R 管 $\sigma_D =$ 4.34MPa	PE-X 管 $\sigma_D =$ 4.00MPa	PE-RT II 型 $\sigma_D =$ 3.60MPa	PE-RT I 型 $\sigma_D =$ 3.25MPa	PP-R 管 $\sigma_D =$ 3.30MPa
0.4	10	6.3 (10)	6.3	5	5	5
0.6	8	6.3	6.3	5	5	5
0.8	6.3	5	5	4	4	4

1.0	5	4	4	3.2	3.2	3.2
-----	---	---	---	-----	-----	-----

注：1  $\sigma_d$ 指设计应力；

2 括号内为理论值，实际选型时考虑到管材实际可行的壁厚因素，进行了圆整。

**C.1.3** 塑料管公称壁厚应根据本规程第 C.1.2 条选择的管系列及施工和使用中的不利因素综合确定。管材公称壁厚应符合表 C.1.3 的要求，并应同时符合下列规定：

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

**表 C.1.3 管材公称壁厚 (mm)**

系统工作压力 $P_b=0.4\text{MPa}$						
公称外径 (mm)	PB 管	PB-R 管	PE-X 管	PE-RT II 型	PE-RT I 型	PP-R 管
16	1.3	1.5	1.8	1.8	1.8	1.5
20	1.3	1.5	1.9	2.0	2.0	2.0
25	1.3	1.9	1.9	2.3	2.3	2.3
系统工作压力 $P_b=0.6\text{MPa}$						
公称外径 (mm)	PB 管	PB-R 管	PE-X 管	PE-RT II 型	PE-RT I 型	PP-R 管
16	1.3	1.5	1.8	1.8	1.8	1.5
20	1.3	1.5	1.9	2.0	2.0	2.0
25	1.5	1.9	1.9	2.3	2.3	2.3
系统工作压力 $P_b=0.8\text{MPa}$						
公称外径 (mm)	PB 管	PB-R 管	PE-X 管	PE-RT II 型	PE-RT I 型	PP-R 管
16	1.3	1.5	1.8	2.0	2.0	2.0
20	1.3	1.9	1.9	2.3	2.3	2.3
25	1.9	2.3	2.3	2.8	2.8	2.8
系统工作压力 $P_b=1.0\text{MPa}$						
公称外径 (mm)	PB 管	PB-R 管	PE-X 管	PE-RT II 型	PE-RT I 型	PP-R 管
16	1.5	1.8	1.8	2.2	2.2	2.2
20	1.9	2.3	2.3	2.8	2.8	2.8
25	2.3	2.8	2.8	3.5	3.5	3.5

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

**表 C.1.4 塑料管公称外径、最小与最大平均外径 (mm)**

塑料管材	公称外径	最小平均外径	最大平均外径
------	------	--------	--------

PB、PB-R、PE-X、 PE-RT、PP-R管	16	16.0	16.3
	20	20.0	20.3
	25	25.0	25.3

## C.2 铝塑复合管的选择

**C.2.1** 铝塑复合管可采用搭接焊和对接焊两种形式。

**条文说明：C.2.1** 铝塑复合管是由聚乙烯材料和铝材两种杨氏模量相差很大的材料组成的多层管，在承受内压时，厚度方向的管环应力分布是不等值的，因此不能用S值来选用管材或确定管材的壁厚。内外塑料层和铝管层的最小壁厚取决于管径，壁厚和管径为固定尺寸关系，只能根据长期工作温度和允许工作压力选择不同类别的铝塑管，无法考虑各种使用温度的累计作用。铝塑复合管根据铝管焊接方法不同，分为搭接焊和对接焊两种形式。

**C.2.2** 铝塑复合管长期工作温度和允许工作压力应符合下列规定：

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

78

表 C.2.2-1 搭接焊式铝塑复合管长期工作温度和允许工作压力

流体类别	铝塑管代号	长期工作温度 $t_0$ (°C)	允许工作压力 $P_0$ (MPa)
冷热水	PAP	60	1.00
		75 <sup>A</sup>	0.82
		82 <sup>A</sup>	0.69
	XPAP	75	1.00
		82	0.86

注：1 A系指采用中密度聚乙烯（乙烯与辛烯特殊共聚物）材料生产的复合管；

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

- 2 对接焊式铝塑复合管长期工作温度和允许工作压力应符合表C.2.2-2的规定。

表 C.2.2-2 对接焊式铝塑复合管长期工作温度和允许工作压力

流体类别	铝塑管代号	长期工作温度 $t_0$ (°C)	允许工作压力 $P_0$ (MPa)
冷热水	XPAP1、XPAP2、RPAP5	40	2.00
	PAP3、PAP4	60	1.00

	XPAP1、XPAP2、 RPAP5	75	1.50
	XPAP1、XPAP2、 RPAP5	95	1.25

注：1 XPAP1：一型铝塑管 聚乙烯/铝合金/交联聚乙烯；

2 XPAP2：三型铝塑管 交联聚乙烯/铝合金/交联聚乙烯；

3 PAP3：三型铝塑管 聚乙烯/铝/聚乙烯；

4 PAP4：四型铝塑管 聚乙烯/铝合金/聚乙烯；

5 RPAP5：五型铝塑管 耐热聚乙烯/铝合金/耐热聚乙烯。

表 C.2.3 铝塑复合管公称外径、壁厚与偏差 (mm)

铝塑复合管	公称外径	公称外径公差	参考内径	管壁厚最小值	管壁厚公差
搭接焊	16	+ 0.3	12.1	1.7	+ 0.5
	20		15.7	1.9	
	25		19.9	2.3	
对接焊	16	+ 0.3	10.9	2.3	+ 0.5
	20		14.5	2.5	
	25(26)		18.5(19.5)	3	

### C.3 无缝铜管的选择

C.3.1 无缝铜管状态和类型的选择应满足系统工作压力。管径小于 22mm 时，宜选用软态铜管；管径为 22mm 或 28mm 时，应选用半硬态铜管。

C.3.2 无缝铜管的公称外径、壁厚与偏差，应符合表 C.3.2 的规定。

表 C.3.2 无缝铜管的公称外径、壁厚与偏差

公称外径	壁厚			平均外径公差	
	A	B	C	普通级	高精级
15	1.2	1.0	0.7	± 0.06	± 0.03
18	1.2	1.0	0.8	± 0.06	± 0.03
22	1.5	1.2	0.9	± 0.08	± 0.04
28	1.5	1.2	0.9	± 0.08	± 0.04

C.3.3 无缝铜管的最大工作压力应符合表 C.3.3 的规定。

表 C.3.3 无缝铜管的最大工作压力 (MPa)

管材状态和类型		公称外径 (mm)			
		15	18	22	28
硬态 (Y)	A	10.79	8.87	9.08	7.05
	B	8.87	7.31	7.19	5.59
	C	6.11	5.81	5.92	4.62
半硬态 (Y <sub>2</sub> )	A	8.56	7.04	7.21	5.6
	B	7.04	5.81	5.70	4.44
	C	4.85	4.61	4.23	3.3
软态	A	7.04	5.80	5.94	4.61
	B	5.80	4.79	4.70	3.66
	C	3.99	3.80	3.48	2.72

## 附录 D 加热供冷管管材物理力学性能

**D.0.1** 塑料管的物理力学性能应符合表E. 0. 1的规定。

**表D. 0. 1 塑料管的物理力学性能**

项目	PB	PB-R	PE-X	PE-RT II型	PE-RT I型	PP-R
20℃, 1h 液压试验环应力 (MPa)	15.50	15.40	12.00	11.20	9.90	16.00
95℃, 1h 液压试验环应力 (MPa)	-	-	4.80	-	-	-
95℃, 22h 液压试验环应力 (MPa)	6.50	5.40	4.70	4.10	3.8	4.20
95℃, 165h 液压试验环应力 (MPa)	6.20	5.10	4.60	4.0	3.6	3.80
95℃, 1000h 液压试验环应力 (MPa)	6.00	4.90	4.40	3.8	3.4	3.50
110℃, 8760h 热稳定性试验环应力 (MPa)	2.40	1.80	2.5	2.4	1.9	1.90
纵向尺寸收缩率 (%)	≤2	≤2	≤3	≤2	≤2	≤2
交联度 (%)	-	-	见注	-	-	-
0℃耐冲击 (%)	-	-	-	-	-	破损率≤试样的10%
管材与混配料熔体流动速率之差	≤0.3g/10min (190℃、5kg条件下)	变化率≤原料的20% (190℃、2.16kg条件下)	-	与对原料测定值之差, 不应超过±0.3g/10min, 且不超过±20% (190℃、5kg条件下)	与对原料测定值之差, 不应超过±0.3g/10min, 且不超过±20% (190℃、5kg条件下)	变化率≤原料的30% (190℃、2.16kg条件下)

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

**D.0.2** 铝塑复合管的物理力学性能应符合E. 0. 2的规定

**表D. 0. 2 铝塑复合管的物理力学性能**

公称直径 (mm)	管环径向拉伸力 (N) (HDPE、PEX)		静液压强度 (MPa)		爆破压力 (MPa)	
	搭接焊	对接焊	搭接焊 (82℃, 10h)	对接焊 (95℃, 10h)	搭接焊	对接焊
12	2100	-	2.72	-	7.0	-

16	2300	2400	2. 72	2. 42	6. 0	8. 0
20	2500	2600	2. 72	2. 42	5. 0	7. 0

- 注：1 交联度要求硅烷交联大于或等于65%；辐照交联大于或等于60%；  
 2 热熔胶熔点大于或等于120℃；  
 3 搭接焊铝层拉伸强度大于或等于100MPa，断裂伸长率大于或等于20%；  
 对接焊铝层拉伸强度大于或等于80MPa，断裂伸长率应不小于22%；  
 4 铝塑复合管层间粘合强度，按规定方法试验，层间不得出现分离和缝隙。

**表D. 0. 3 铝塑复合管的物理力学性能**

**D.0.3** 铜管机械性能应符合表E. 0. 3的规定。

**表D. 0. 3铜管机械性能要求**

状态	公称外径 (mm)	抗拉强度, $\sigma_b$ (MPa)	伸长率	
			$\delta_5$ (%)	$\delta_{10}$ (%)
硬态 (Y)	$\leq 100$	$\geq 315$	-	-
	$> 100$	$\geq 295$		
半硬态 (Y <sub>2</sub> )	$\leq 54$	$\geq 250$	$\geq 30$	$\geq 25$
软态 (M)	$\leq 35$	$\geq 205$	$\geq 40$	$\geq 35$

## 附录 E 加热电缆的电气和机械性能要求

### 表 E 加热电缆的主要电气和机械性能要求

类别	检验项目	标准要求
标志	成品电缆表面标志 标志间距离（标志在护套上）	字迹清楚、容易辨认、耐擦 最大 500mm
电压试验 绝缘电阻	室温成品电缆电压试验 (2.0kV/5min) 高温成品电缆电压试验 (导体额定温度 +20℃, 1.5kV/15min) 绝缘电阻 (导体额定温度 +20℃)	不击穿  不击穿 最小 0.03MΩ·km
加热导体	导体电阻 (20±1℃)* 电阻温度系数	在标定值 (Ω/m) 的+10%和-5%之间 不为负数
成品性能试验	变形试验 (A 类电缆 300N、B 类电缆 600N、 C 类电缆 2000N, 均耐受 1.5kV30s) 拉力试验 (最小拉力 120 N) 正反卷绕试验 低温冲击试验 (-15±2℃) 屏蔽的耐穿透性	不击穿 不断裂 不击穿 不开裂 试针推入绝缘需触及屏蔽
绝缘层	绝缘厚度 平均厚度 最薄处厚度与平均厚度差值	最小 0.80mm 不大于平均厚度的 10%+0.1mm
	交货状态原始性能 老化前抗张强度最小中间值 老化前断裂伸长率最小中间值 空气烘箱老化后的性能 (7×24h, 135±2℃) 抗张强度最大变化率 断裂伸长率最大变化率	4.2N/MM <sup>2</sup> 200%  ±30% ±30%
	空气弹老化试验 (40h, 127±1℃) 抗张强度最大变化率 断裂伸长率最大变化率	±30% ±30%
	非污染试验 (7×24h, 90±2℃) 抗张强度最大变化率 断裂伸长率最大变化率	±30% ±30%
	热延伸试验 (载荷时间 15min、机械压力 0.2N/mm <sup>2</sup> 、250±3℃) 伸长率最大中间值 永久伸长率最大中间值	175% 15%
	耐臭氧试验 (臭氧浓度 0.025~0.030%, 24h)	不开裂

外护套	外护套厚度 厚度平均值 最薄处厚度与平均厚度差值不大于	最小 0.8mm 厚度平均值的 15%+0.1mm
	交货状态原始性能老化前抗张强度最小中间值 老化前断裂伸长率最小中间值 空气烘箱老化后的性能（10×24h，135±2℃） 抗张强度最小中间值 断裂伸长率最小中间值 抗张强度最大变化率 断裂伸长率最大变化率	15.0N/mm <sup>2</sup>  15.0N/mm <sup>2</sup> 150% ±25% ±25%
	非污染试验（7×24h，80±2℃） 抗张强度最小中间值 断裂伸长率最小中间值 抗张强度最大变化率 断裂伸长率最大变化率	15.0N/mm <sup>2</sup> 150% ±25% ±25%
	失重试验（10×24h，115±2℃） 失重最大值	2.0mg/cm <sup>2</sup>
	热冲击试验（1h，150±2℃）	不开裂
	高温压力试验（90±2℃） 压痕深度最大中间值	50%
	低温弯曲试验（-15±2℃）	不开裂
	热稳定性试验（200±0.5℃） 最小中间值	180min

附录 F 抽样检验

第 I 抽样方案

DQL \ n \ N	N																								
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	170	190	210	230	250	
2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	14	16	18	19	21	25	25	30	30							
3				4	4	5	6	6	7	9	10	11	13	14	15	16	18	19	21	23	25				
4									5	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	17	19	20	25	
5											5	6	6	7	8	9	10	10	11	12	13	15	16	18	19
6												5	6	7	7	8	8	9	10	11	12	13	15	16	
7													5	6	6	7	7	8	8	9	10	12	13	14	
8														5	5	6	6	7	7	8	9	10	11	12	
9																5	6	6	6	7	8	9	10	11	
10																	5	5	6	7	7	8	9	10	
11																			5	6	7	7	8	9	
12																				6	6	7	7	8	
13																					5	6	6	7	7
14																						5	6	6	7
15																							5	6	6

注：1 本表适用于产品合格率为 95% ~ 98%的抽样检验，不合格品限定数为 1。  
 2 N 为检验批的产品数量，DQL 为检验批总体中的不合格品数的上限值，n 为样本量。

第 II 抽样方案

n \ N	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	170	190	210	230	250
2	3	4	5	6	7	8	9																	
3			3	4	4	5	6	6	7	9														
4				3	3	4	4	5	5	6	7	8												
5					3	3	3	4	4	5	6	6	7											
6							3	3	3	4	5	5	6	7	7									
7								3	3	4	4	5	5	6	6	7	7							
8														5	5	6	6	7	7	8	9	10	11	12
9															5	6	6	6	7	8	9	10	11	
10																5	5	6	7	7	8	9	10	
11																		5	6	7	7	8	9	
12																			6	6	7	7	8	
13																				5	6	6	7	7
14																					5	6	6	7
15																						5	6	6

注：1 本表适用于产品合格率大于或等于 85% 且小于 95%的抽样检验，不合格品限定数为 1。

2 N 为检验批的产品数量，DQL 为检验批总体中的不合格品数的上限值，n 为样本量。

# 本规程用词说明

- 1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
  - 1) 表示很严格，非这样做不可的：  
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”。

# 引用标准名录

- 1 《辐射供暖供冷技术规程》 JGJ142-2012
- 2 《电气装置安装工程 1kV 及以下配线工程施工及验收规范》 GB50254
- 3 《额定电压 300/500V 生活设施加热和防结冰用加热电缆》 GB/T20841-2007
- 4 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB50303
- 5 《民用建筑供暖通风及空气调节设计规范》 GB50736
- 6 《55° 密封管螺纹》 GB/T7306
- 7 《硬质泡沫塑料压缩性能的测定》 GB/T8813
- 8 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定防护垫板法》 GB10294
- 9 《蒸压加气混凝土性能试验方法》 GB/T11969
- 10 《采暖散热器散热量测定方法》 GB/T13754
- 11 《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》 GB/T18991
- 12 《通风与空调工程施工质量验收规范》 GB50243
- 13 《预制沟槽保温块地面辐射供暖系统应用技术规程》 CECS424-2016
- 14 《毛细管网辐射供暖供冷施工技术规程》 CECS433: 2016
- 15 《自限温电热片》 GBT 29470-2012
- 16 《居住建筑节能设计标准》（浙江） DB33 / 1015-2015
- 17 《地面辐射供暖技术规程》（上海） DGJ08-2061-2015
- 18 《地采暖用实木地板技术要求》 GB/T35913-2018
- 19 《低压电气装置第 7-753 部分：特殊装置或场所的要求加热电缆及埋入式加热系统》 GB / T 16895.34
- 20 《电缆的导体》 GB / T3956
- 21 《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》 GB 11835-2016T
- 22 《辐射供冷末端施工安装》标准图集 12SK407
- 23 《建筑地面工程施工质量验收规范》 GB50209-2010
- 24 《热固复合聚苯乙烯泡沫保温板》 JGT536-2017
- 25 《轻薄型热水辐射供暖板》 GB/T 29045

# 浙江省行业标准

辐射供暖及供冷应用技术规程

XXX-XXX

## 条文说明

## 修订说明

《辐射供暖供冷技术规程》DB33/T1029-20\*\*，经住房和城乡建设厅20\*\*年\*月\*日以第\*\*\*号公告批准、发布。

本规程在修订过程中，编制组对浙江省辐射供暖供冷系统应用进行了广泛调查研究，认真总结了省内国内的实践经验，借鉴了相关国内标准和省内先进标准，提出了适合我省应用条件的技术参数。

近年来辐射供暖供冷技术发展很快，已不再局限于地面辐射供暖形式，顶棚、墙面辐射供暖供冷系统及新型的辐射供暖供冷方式已得到应用。为此，《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142-2012在2004版基础上增加了辐射供冷及新型辐射供暖供冷方式的有关规定。

浙江省的辐射供暖应用在近年得到了迅速发展。由于地处夏热冬冷地区，区域经济发展水平和人民生活水平较高，辐射供暖系统常用设备材料和使用习惯与我国北方地区有较大差别。本规程在《地面辐射供暖及供冷应用技术规程》DB33/T1029-2006基础上，对照《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142-2012的内容，进行了较大幅度修订，主要修订内容包括：1、调整了大纲结构；2、增加了预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板、预制复合模块、毛细管网和自限温电热片等辐射供暖或供冷形式的有关规定；3、根据浙江省气候特点提出了热工性能要求，规定了不同辐射供暖或供冷形式的绝热层热阻，重新规定了不同类型邻室绝热层热阻要求，并适当提高了要求；4、调整了间歇供暖和房间所需单位面积供热量或供冷量的计算公式；5、对施工和验收内容进行了重新划分，将试验和调试归入施工范畴；6、在对相关标准条款研究分析的基础上，提出了验收方法细则，便于实际工程遵照执行；7、对各章节技术内容进行了全面修订。

一些在浙江省应用很少的辐射供暖技术如电热膜辐射供暖等，本规程未做技术要求。加气混凝土因保温性能低、质量不容易控制，本规程不推荐作为绝热层材料，未写入本规程。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定，规程编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供适用者理解和把握标准规定的参考。

# 目 次

条文说明.....	58
1 总 则.....	61
2 术 语.....	62
3 设 计.....	64
3.1 一般规定.....	64
3.2 设计参数.....	64
3.3 热工性能及构造.....	65
3.4 房间热负荷与冷负荷计算.....	68
3.5 辐射面传热量的计算.....	68
3.6 水系统设计.....	72
3.7 电热系统设计.....	76
3.8 自动控制.....	78
3.9 电气设计.....	80
4 材 料.....	81
4.1 一般规定.....	81
4.2 绝热层材料.....	81
4.5 电热元件及温控设备.....	82
5 施 工.....	83
5.1 一般规定.....	83
5.2 材料、设备检查.....	84
5.3 绝热层的铺设.....	84
5.4 水系统的安装.....	84
5.5 电热系统的安装.....	86
5.7 填充层施工.....	86
5.8 面层施工.....	88
5.9 调试与试运行.....	88
6 工程验收.....	89
6.1 一般规定.....	89
6.2 绝热层、预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板施工.....	89
6.4 电热及电气、自动控制系统验收.....	89

# 1 总 则

1.0.2 以低温热水为热媒的辐射供暖系统包括以下形式：

1 现场敷设加热管地面供暖：①填充式；②预制沟槽保温板。

2 预制轻薄供暖板地面供暖（供暖板成品厚度小于或等于 13mm，保温基板内镶嵌的加热管外径小于或等于 8mm）。

3 毛细管网地面、顶棚及墙面辐射供暖（毛细管网管径通常在 3mm～4mm，如 3.4mm×0.55mm 或 4.3mm×0.8mm 的 PP-R 管或 PE-RT 管）。

采用加热电缆、自限温电热片等电热元件加热的辐射供暖系统包括以下形式：

1 填充式地面供暖；

2 预制沟槽保温板地面供暖。

3 墙面供暖

以高温冷水为冷媒的辐射供冷系统包括以下形式：

1 现场敷设填充式地面辐射供冷（管外径大于 16mm）。

2 毛细管网地面、顶棚及墙面辐射供冷。

近年来一些新型辐射供暖供冷方式，如结构供冷（TABS）、吊顶辐射板、冷梁等在国内已有应用，因目前积累的数据及资料尚不充分，未能包含在本规程之内。另外本规程不包含室外融雪系统。

1.0.3 根据国家主管部门有关编制和修订工程建设标准、规范等的统一规定，为了精简规程内容，凡其他全国性标准、规范等已有明确规定的内容，除确有必要者以外，本规程均不再另设条文。本条文的目的是强调在执行本规程的同时，还应注意贯彻执行相关标准、规范等的有关规定。

## 2 术 语

**2.0.1** 辐射面可以是地面、顶棚或墙面；工作媒介可以是热水或冷水、热空气或冷空气或电热；单独供暖时，称为辐射供暖；单独供冷时，称为辐射供冷。

**2.02** 除混凝土、水泥砂浆外，自流平砂浆和轻骨料混凝土等新型材料也开始在地面辐射供暖系统中作为填充材料使用。

**2.0.4** 毛细管网常见管道直径为 3mm~4mm，当敷设于地面供暖时，可视为填充式地面辐射供暖的一种形式。

**2.0.6** 预制轻薄供暖板成品厚度小于或等于 13mm，保温基板内镶嵌的加热管外径小于或等于 8mm。

**2.0.7** 预制沟槽保温板分为不带金属均热层和带金属均热层两种，前者用于地砖、石材面层的热水地面供暖系统，后者保温板上铺设与加热部件外径尺寸相同沟槽的金属均热层，用于需均热的木地板面层供暖地面，或用于加热电缆供暖地面，使加热电缆与绝热层不直接接触。保温板厚度一般不超过 35mm。

**2.0.8** 预制复合模块是一种将绝热层与结构层复合在一起的预制模块，结构层用于固定管道或加热电缆。目前常见的模块由聚苯乙烯结构层、防腐反射层、绝热层复合粘接组成，可实现快速咬合铺装，也可结合木龙骨进行安装。当与均热层组合时，其上也可直接铺设木地板等面层。

**2.0.9** 加热电缆由冷线、热线和冷、热线接头组成，其中热线由发热线芯、绝缘层、接地屏蔽层和外护套等部分组成。发热线芯为加热电缆中将电能转换为热能的金属线芯。绝缘层为加热电缆内导体质检的绝缘材料层。接地屏蔽层是包裹在发热线芯外并与发热线芯绝缘的金属层，其材质可为编织成网的金属丝，也可是沿加热电缆纵向围合的金属带。接地屏蔽层具有电磁屏蔽作用，尤其是出现意外金属穿刺时，穿刺物首先通过了地线，确保了人身安全。接地屏蔽层必须要求是密实型的，螺旋缠绕时，螺旋间距不能大于 5mm，否则防穿刺触电危险的功能锐减；外护套为保护加热电缆内部不受外界环境影响（如腐蚀、受潮等）的电缆外围结构层。

**2.0.10** 自限温电热片包括常规电压自限温电热片、安全电压自限温电热片。

**2.0.13** 找平层的作用是为铺设装饰面层抹平地面或与面砖石材等粘接；当粘接面砖时找平层包括约 20mm 厚水泥砂浆和约 5mm 厚胶粘剂；当采用水泥地面时，找平层即为面层。

**2.0.17** 侧面绝热层设于辐射区与非辐射区、建筑物墙体、柱、过门等结构交接处，用于防止地板冷热量渗出。墙面供暖供冷中，侧面绝热层设于辐射区与非辐射区、其他墙体、地面、顶棚、门窗口等结构交接处，用于防止墙面冷热量渗出。顶棚供暖供冷中，侧面绝热层设于辐射区与非辐射区、建筑物墙体、梁等围护结构交接处，防止顶棚冷热量渗出。辐射面绝热层一般采用聚苯乙烯等泡沫塑料板，辐射面绝热层也可用发泡水泥，侧面绝热层也可采用 PE 板条。侧面绝热层在填充层主要起到隔热的作用，在面层结构主要起到伸缩的作用。

**2.0.19** 伸缩缝做法如图 1 所示。

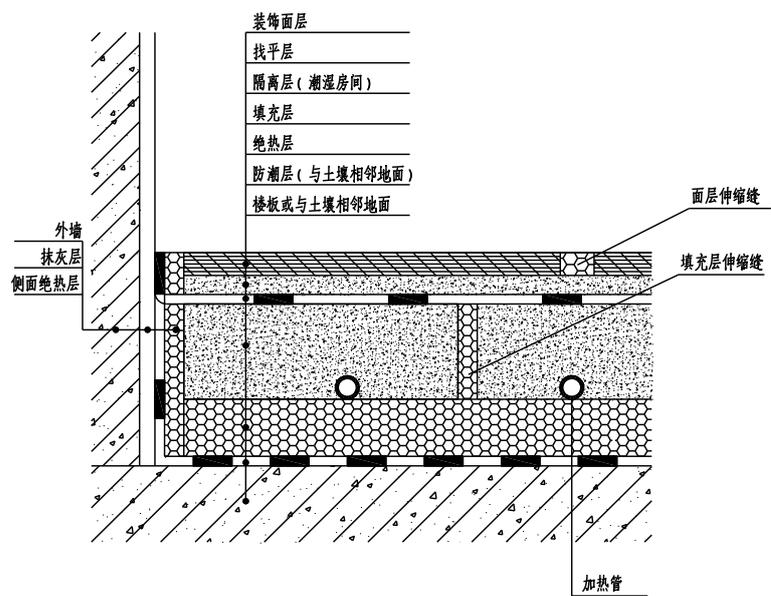


图 1 伸缩缝示意图

# 3 设计

## 3.1 一般规定

**3.1.1** 浙江地区冬季室外温度较少低于 0℃。供暖时，供水温度适宜采用 35℃~45℃；而辐射供冷时，冷水温度又高于常规供冷水温度。冷热源选择时，建议优先选用可再生能源、低温热源和余热、废热等。

锅炉的排放标准应符合当地规定。经济条件许可条件下，燃气锅炉宜选用冷凝式燃气锅炉。

**3.1.2** 辐射供冷建筑需增强围护结构保温、隔热、气密程度，以尽量减小冷负荷。辐射供冷系统只能除去室内的显热负荷，无法除去室内的潜热负荷。为了防止辐射面结露和增加舒适度，需要设置除湿通风系统。一般室内部分显热负荷由辐射供冷系统承担，除湿通风系统承担室内的全部潜热负荷和剩余的显热负荷。

除湿通风系统的室外设计参数，应按照浙江地区黄梅天气气候条件确定。

**3.1.3** 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。

**3.1.4** 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，加热电缆仍然持续加热，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。对于辐射供冷来说，地面遮挡物主要的影响是会造成供冷量不足。

**3.1.6** 本条规定的文件应由有与工程规模相应的设计资质的设计单位提供。

## 3.2 设计参数

**3.2.1** 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℃。采用预制轻薄供暖板、预制沟槽保温板和预制复合模块，以及采用地砖等热阻较小面层的填充式地面辐射热水供暖系统，由于上层热阻较小，供水温度不宜超过 50℃。

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。热泵机组的效率随着供水温度的升高而下降，因此在满足供热量的前提下，供水温度越低越好。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度；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。

**3.2.2** 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。

考虑到浙江省气候条件及生活习惯，本规程将人员经常停留地面的温度上限值规定为 28℃。同时，降低了无人停留的地面温度限值，以减少因地面温度偏高而引起附近家具变形的问题。

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。

“浴室及游泳池”的温度要求参考了欧洲相关标准 BSEN1264。

**3.2.4** 辐射供冷系统的供水温度确定时，要考虑防结露、舒适性及控制方式等方面因素。当采用水温控制时，供水温度一般为 14℃~18℃。空调负荷越大，选用水温要越低；当采用直接控制辐射面温度的方式时，供水温度可在保证不结露的前提下，进一步降低。由于防结露的要求，辐射供冷系统供水温度通常高于常规冷冻水供水温度，所以适合采用地下水、蒸发供冷装置和高温冷水机组作为冷源，以提高能源使用效率。

辐射供冷量的大小主要取决于辐射供冷表面的温度与其他表面的温度之差，因此，减小供回水温差，降低供回水平均温度有利于提高供冷量，但供回水温差过小对节能不利。所以规定供、回水温差不宜大于 5℃，且不应小于 2℃。

辐射体表面温度限值参照欧洲标准 EN15377-1 确定。EN15377-1：2005 中规定：人员长时间坐卧的房间地面温度下限为 20℃，人员活动频繁的房间地面的温度下限为 18℃。

### 3.3 热工性能及构造

**3.3.1** 毛细管网地面供暖时，辐射面构造与填充式相同。自限温电热片墙面供暖时不需要填充层。毛细管网辐射供暖墙面供暖时，不需要绝热层和填充层。

**3.3.2** 本条文中“不供暖房间”系指无人居住的不供暖房间，且不包括地下室。浙江省冬季温度远高于北方地区，有人居住的不供暖房间室温相对较高，并有可能采用空调供热。

**3.3.3** 设置绝热层、防潮层、隔离层的要求。

为避免水汽渗入绝热层，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，填充式供暖地面的填充层上，装饰面层采用地砖的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。填充层和找平层之间的隔离层是卫生间防止漏水的关键。

**3.3.4** 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。结合浙江省地面辐射供暖实际工程应用情况，本规程在《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 基础上，提高了楼层之间绝热层热阻的最低要求。

表 3.3.4 中加热水管外径  $3.8 \leq D \leq 10$  主要应用于预制复合模块填充式地面辐射供暖系

统。由于其填充层较薄，向上传热热阻小，故绝热层热阻可以降低要求。

浙江省是夏热冬冷地区，经实验研究发现，即使暴露在室外空气中的土壤地下 6 米以下的温度波动范围也在 16-18℃ 之间，建筑物地下的土壤温度与冬季供暖房间空气温度相差并不大。因此，本规程将与土壤相邻的地板与下层为供暖房间的地板视作同等传热条件。

《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 主要是以北方普遍采用的集中供暖为基础制定的，规程中所指的“不供暖房间”与供暖房间温差较大。浙江省冬季气温远远高于北方，且生活水平与全国相比属于较高水平，有人居住的房间即使没有供暖系统，采用空调等方式供热已经非常普遍，室温也远远高于《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 中所指的“不供暖房间”。因此，本规程将与有人居住房间相邻的情况视同“与供暖房间相邻”。

表 3.3.4 规定的最小热阻，是针对未采用保温措施的楼板或地面提出的要求。浙江省《居住建筑节能设计标准》DB33 / 1015-2015 中 4.2.13 中规定的“当居住建筑设置地板辐射供暖系统时，楼层之间分户楼板的传热系数不应大于 2.0 m<sup>2</sup>.K/W 等规定”系根据《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 第 3.2.2 条和第 3.2.5 条规定制定，计算楼层传热系数时已包括辐射供暖结构层。

发泡水泥导热系数较小，施工质量不易控制，采用发泡水泥保温会导致绝热层厚度偏大而影响室内空间净高，且目前浙江省内没有采用发泡水泥做绝热层的案例，故本规程不推荐发泡水泥作为绝热层材料。

当绝热层采用聚苯乙烯泡沫塑料板时，其对应最小厚度见表 1。当工程条件允许时，宜在此基础上再增加 10mm，以减少向下热损失。采用其他绝热材料时，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规程第 4.2 节。

表 1 聚苯乙烯泡沫塑料板绝热层最小厚度 (mm)

绝热层位置	挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板		模塑聚苯乙烯泡沫塑料板
	加热水管外径 14≤D≤20	加热水管外径 3.8≤D≤10	
楼层之间楼板上的绝热层 与土壤相邻的地板上的绝热层	20	15	27
与无人居住的不供暖房间相邻的地板上的绝热层	25	20	35
与室外空气相邻的地板上的绝热层	30	25	40

3.3.5 预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板本身包含的绝热层。因此，如下层为供暖房间或有人居住的房间，不需设置附加绝热层。当设置附加绝热层时，选择设置在地板上或地板下，其热阻要求不同。表 3.3.5 规定的最小热阻，是针对未采用保温措施的楼板或地面提出的要求。

3.3.6 顶棚或吊顶供暖供冷时，绝热层应采用玻璃棉等防火等级达到 A 级的材料。本规定按

规定的绝热层热阻相当于玻璃棉 15mm 厚度的热阻。

毛细管网墙面供暖时，由于毛细管表面抹灰层热阻远小于墙体热阻，可不设绝热层。

**3.3.7 填充层的作用主要有二：**一是保护加热管或电热元件；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，且材料导热系数不宜过小。

自流平砂浆、轻骨料混凝土是新型建筑材料，根据不同配比导热系数相差较大，目前应用较少，但具有施工快、地面平整等优点。为保证热量传递均衡，这两种材料选用时导热系数宜不小于  $0.93\text{w}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$ ，即与水泥砂浆导热性能持平。采用自流平砂浆、轻骨料混凝土的填充层厚度可参照表 3.3.7 执行。

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。

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。采用地砖或石材装饰面层时，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)层应与装饰面层施工同时进行。

外径  $3.8 \leq D \leq 10$  的加热水管应固定在预制复合模块或预制结构层内，故其上面的填充层可以采用厚度较薄的水泥砂浆。

**3.3.8 预制沟槽保温板均热层材料常用铝箔和铝板。**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。

**3.3.9 装饰面层热阻的大小，直接影响到地面的散热量。**实测证明，在相同供热条件和地板构造的情况下，在同一个房间里，以热阻为  $0.02 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  左右的花岗石、大理石、陶瓷砖等作装饰面层的地面散热量，比以热阻为  $0.10 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  左右的木地板为装饰面层时要高 30%~60%，比以热阻为  $0.15 \text{ m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$  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。此外，由于往楼下传热的热阻是相同的，装饰面层热阻的减少也意味着往下传热损失的减少。

填充式供暖地面适宜采用瓷砖或石材等导热系数小的材料做装饰面层，不适宜采用架空木地板面层（预制复合模块除外）。采用加热电缆等电热元件地面供暖时，地面上不适宜铺设地毯，避免装饰面层热阻过大，导致电热元件温度过高，不仅影响电热元件寿命，还易形成安全隐患。

预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板供暖地面的特点是较轻薄、占据室内空间少，可直接铺设木地板，保温板或供暖板以及木地板装饰面层均为干法施工，方便快捷。如采用瓷砖或石材装饰面层为湿法施工，还需增加水泥砂浆找平层等厚度。由于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，预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板供暖地面均建议采用木地板装饰面层，以避免湿作业。

毛细管墙面和顶棚供暖供冷、自限温电热片墙面供暖常采用抹灰装饰面层。抹灰层材料

导热系数应不大于  $0.45\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ，厚度通常不大于  $10\text{mm}$ ，据此得出热阻值为  $0.02\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W}$ 。

**3.3.11** 加固措施应由原设计单位出具设计方案。

### 3.4 房间热负荷与冷负荷计算

**3.4.3** 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  $6\text{m}$  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** 敷设加热供冷部件的地面、顶棚或墙面，不存在室内空气通过地面、顶棚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供冷房间热（冷）媒的供热（冷）量中，见本规程第 **3.5.8** 条。

**3.4.6** 经测算，通过分户墙或楼板的平均传热量大约是  $10\text{W}/\text{m}^2$ ，考虑到邻室也有可能同时在供暖或使用空调供热，故取值为  $7\text{W}/\text{m}^2$ ，与《辐射供暖供冷技术规程》**JGJ 142-2012** 一致。

目前浙江省应用的辐射供暖温度控制器大多具备分时段温度设定功能，可以提前预热，保证供暖时段的室内温度，故对于间歇供暖的情况不考虑附加传热负荷。

### 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，故本规程推荐采用此方法。条文中计算公式引自 **ASHRAE** 手册（**2008** 年版）。辐射面向上传热量即辐射面向上的供热量或供冷量。

**3.5.2** 附录 B 为按本规程第 **3.4.1** 条规定的方法计算得出的。由于篇幅所限，附录 B 列出了采用填充式热水供暖地面时，聚苯乙烯塑料板绝热层上敷设 PE-X 管的计算数据。其他管材可根据其实际导热系数参照选用。由于主要热阻是填充层和面层，不同管材对辐射面供热量影响不大。如 PB 管的导热系数约为 PE-X 管的  $63\%$ ，相同条件下地面供热量较附录 B 低  $3\%\sim 10\%$ （埋管间距较小时，散热量相差也较小）。若绝热层采用其他绝热材料，可根据其热阻值参照选用。

附录 B 给出的数据均为供暖地面与供暖房间相邻时的计算结果。与无人居住的不供暖房间或与室外空气相邻的辐射面，其供热量略低于附录 B 给出的数据，可参考附录 B 数据选用。

附录 B 的计算条件中换热管外径为  $20\text{mm}$ ，如采用  $16\text{mm}$  换热管外径，相同条件下，当地面材料为地砖时， $\phi 16$  管约为  $\phi 20$  换热管散热量的  $92\%\sim 95\%$ ；当地面材料为木地板时， $\phi 16$  约为  $\phi 20$  管散热量的  $95\%\sim 97\%$ 。

为便于设计师校核地面温度是否满足表 3.2.3 的规定,附录 B 中标记出了地面最高平均温度分别超过 28℃和 32℃的区域。

换热管外径  $3.8 \leq D \leq 10$  的填充式预制复合模块单位面积地面向上供热量和向下传热量可按表 2~表 4 确定。

**表 2 预制复合模块（瓷砖面层）单位面积向上散热量与向下热传热量 (W/m<sup>2</sup>)**

供回水平均水温 (℃)	室内空气计算温度 (℃)	散热量 (W/m <sup>2</sup> )	热损失量 (W/ m <sup>2</sup> )
35	16	135.5	29.7
	18	119.2	26.2
	20	103.3	22.7
	22	87.7	19.3
	24	72.5	15.9
40	16	177.0	38.8
	18	160.1	35.2
	20	143.7	31.5
	22	127.3	28.0
	24	111.3	24.4
45	16	219.8	48.2
	18	202.5	44.4
	20	185.4	40.7
	22	168.5	37.0
	24	151.9	33.3
50	16	263.5	57.9
	18	245.9	54.0
	20	228.4	50.1
	22	211.1	46.3
	24	193.9	42.6
55	16	308.4	67.7
	18	290.4	63.7
	20	272.5	59.8
	22	254.7	55.9
	24	237.1	52.1

注：计算条件：从地面向上构造依次为：15mm 厚挤塑板；50 μ 铝箔导热反射膜；薄型孔状管道固定模板；PE-RT 管 10×1.5mm；水泥砂浆 15mm；瓷砖面层 R=0.02(m<sup>2</sup>·K/W)，加热管间距 50mm。

表 3 预制复合模块（木地板面层）单位面积向上散热量与向下热损失量（W/ m<sup>2</sup>）

供回水平均水温 (°C)	室内空气计算温度 (°C)	散热量 (W/m <sup>2</sup> )	热损失量 (W/ m <sup>2</sup> )
35	16	62.8	18.6
	18	55.1	16.6
	20	47.6	14.5
	22	40.3	12.5
	24	33.1	10.4
40	16	82.5	24.1
	18	74.5	21.9
	20	66.7	19.8
	22	58.9	17.7
	24	51.4	15.7
45	16	103	29.6
	18	94.7	27.4
	20	86.6	25.3
	22	78.5	23.2
	24	70.6	21
50	16	124	35.2
	18	115.5	33.1
	20	107.1	30.9
	22	98.8	28.7
	24	90.6	26.5
55	16	145.6	41.1
	18	136.9	38.8
	20	128.3	36.6
	22	119.7	34.4
	24	111.3	32.1

注：计算条件：从地面向上构造依次为：15mm 厚挤塑板；50 μ 铝箔导热反射膜；薄型孔状管道固定模板；PE-RT 管 10×1.5mm；水泥砂浆 15mm；木地板面层热阻 R=0.1 (m<sup>2</sup>·K/W) 时，加热管间距 50mm。

表 4 预制复合模块（毛细管网型）单位面积向上散热量与向下热损失量（W/ m<sup>2</sup>）

供回水平均水	室内空气计算温度	散热量 (W/ m <sup>2</sup> )	热损失量 (W/ m <sup>2</sup> )
--------	----------	--------------------------	---------------------------

温 (°C)	(°C)		
35	16	135.7	25.8
	18	121.4	23.1
	20	107.1	20.4
	22	92.8	17.7
	24	78.5	15.0
40	16	171.4	32.6
	18	157.1	29.9
	20	142.8	27.2
	22	128.5	24.5
	24	114.2	21.8
45	16	207.1	39.4
	18	192.8	36.7
	20	178.5	34.0
	22	164.2	31.3
	24	149.9	28.6
50	16	242.8	46.2
	18	228.5	43.5
	20	214.2	40.8
	22	199.9	38.1
	24	185.6	35.4
55	16	278.5	53.0
	18	264.2	50.3
	20	249.9	47.6
	22	235.6	44.9
	24	221.3	42.2

注：计算条件：从地面向上构造依次为：15mm厚挤塑板；50 $\mu$ 铝箔导热反射膜；固定PE模板；PPR管4.3 $\times$ 0.8mm；水泥砂浆15mm.；瓷砖面层R=0.02 (m<sup>2</sup>·K/W)，加热管间距20mm。

3.5.3 辐射供冷地面向上供冷量应根据地面构造、供冷管敷设间距、供回水温度、室内空气温度等不同，按本规程第3.5.1条给出的公式计算确定。表5为采用填充式辐射供冷地面时，某工况下计算得到的单位地面面积向上供冷量。

表5 单位地面面积向上供冷量 (W/m<sup>2</sup>)

供冷管间距	地板装饰面层
-------	--------

(mm)	瓷砖	塑料	木地板	地毯
500	25.3	22.5	21.3	19.2
400	28.2	24.4	22.9	20.3
300	31.3	26.3	24.5	21.5
200	34.3	28.2	26.1	22.7
100	37.1	30.0	27.6	23.8

注：供冷量计算条件：填充层为 50mm 厚混凝土；绝热层为 20mm 厚聚苯乙烯塑料板；管材为 PEX，管径：20×2mm；平均水温 17℃；室内空气温度 26℃。

**3.5.4** 预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板及毛细管网辐射供暖供冷表面与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。设计时可按各产品样本提供的测试数据确定辐射表面供热量或供冷量，以及向下传热量。

**3.5.5** 浙江省的辐射供暖工程即使是集中供暖，在使用中也应具备分户控制的功能，仍然存在不同的地暖使用时间或区域，因此取消了《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 中“扣除来自上层房间地面向下的供热（冷）量（W）”的计算方法。

**3.5.6** 校核供暖地面地表面平均温度的近似公式是由 ASHRAE 手册提供的计算方法，经回归得到的。如果表面平均温度高于本规程第 3.2.3 条规定的限值，应改善建筑热工性能或设置其他辅助供暖设备，减少地面辐射供暖系统负担的热负荷，满足限值要求。

**3.5.7** 校核辐射表面平均温度的近似公式是根据 ASHRAE 手册提供的计算方法，经回归得到的。其中，地面辐射供冷多工况计算条件为：管材为 PE-X，管径 20×2 mm；管间距分别为 100mm、200mm、300 mm、400 mm、500 mm；装饰面层分别为瓷砖、塑料面层、木地板、地毯；聚苯乙烯塑料板绝热层厚度 20 mm；填充层为 50 mm 厚混凝土；室内空气温度 26℃；平均水温 15℃~19℃。顶棚辐射供冷多工况计算条件为：填充层为 20mm 厚砂浆；管材为 PE-X，管径 14×1.5mm；管间距分别为 100mm、200mm、300mm、400mm、500mm；聚苯乙烯塑料板绝热层厚度 20mm；室内空气温度为 26℃；平均水温 15℃~19℃。

## 3.6 水系统设计

**3.6.1** 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。

**3.6.2** 预制轻薄供暖板管径小易堵塞，设置脱气除污器以防止堵塞。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。

**3.6.4** 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》GB 50096 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** 为避免末端供回水温差和阻力过大,一般公称直径为 16mm 的塑料管环路长度不宜超过 100m,公称直径为 20mm 的塑料管环路长度不宜超过 120m。

**3.6.6** 卫生间等地面温度不宜过低的房间单独布置回路,主要是为了能在供冷时关闭,避免地面结露。

**3.6.7** 填充式地面供暖系统可参照附录 B 确定;预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板及毛细管网辐射系统应按产品测试数据确定。

**3.6.9** 布管方式如图 2 至图 4 所示。

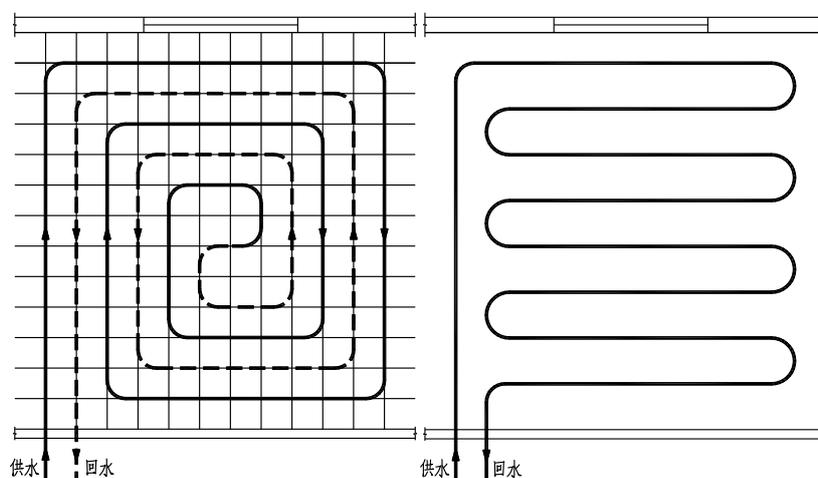


图 2 回折型布置

图 3 平行型布置

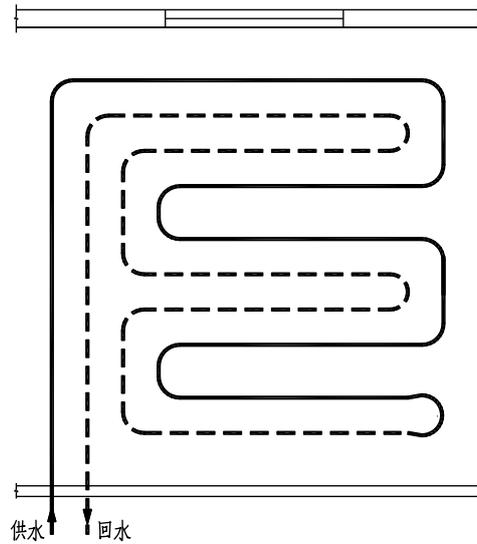


图4 双平行型布置

3.6.11 热管和输配管的敷设是无坡度的，因此管内流速不宜小于  $0.25\text{m/s}$ ，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，可将多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  $(0.25\sim 0.5)\text{m/s}$ 。

3.6.13、3.6.14 旁通管供清洗供暖系统时使用。旁通管、平衡管、阀门及耦合罐等设置，可参考图5~图10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。水泵也可以根据供水温度要求采用启停控制或变频控制。

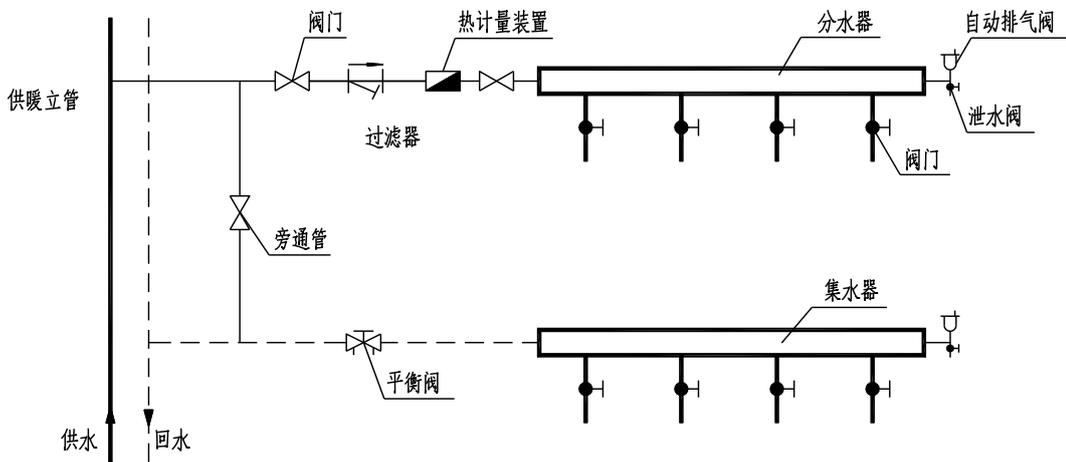


图5 直接供暖系统

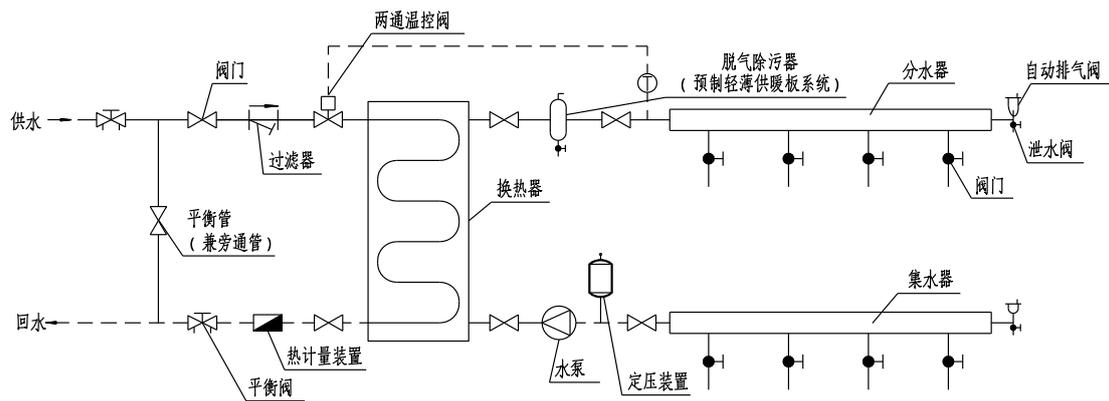


图6 间接供暖系统

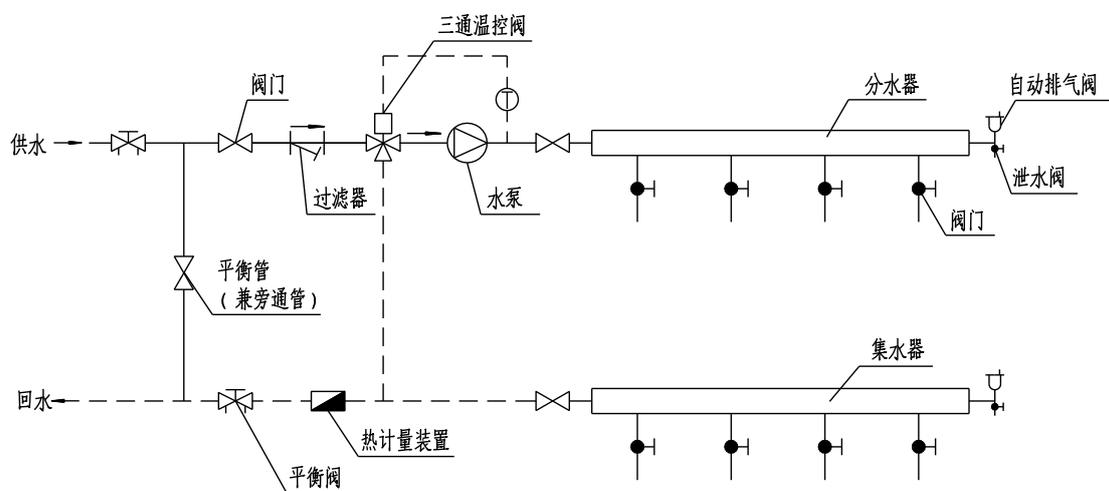


图7 采用三通阀的混水系统

注：当外网为变流量时，旁通管上应设置阀门。

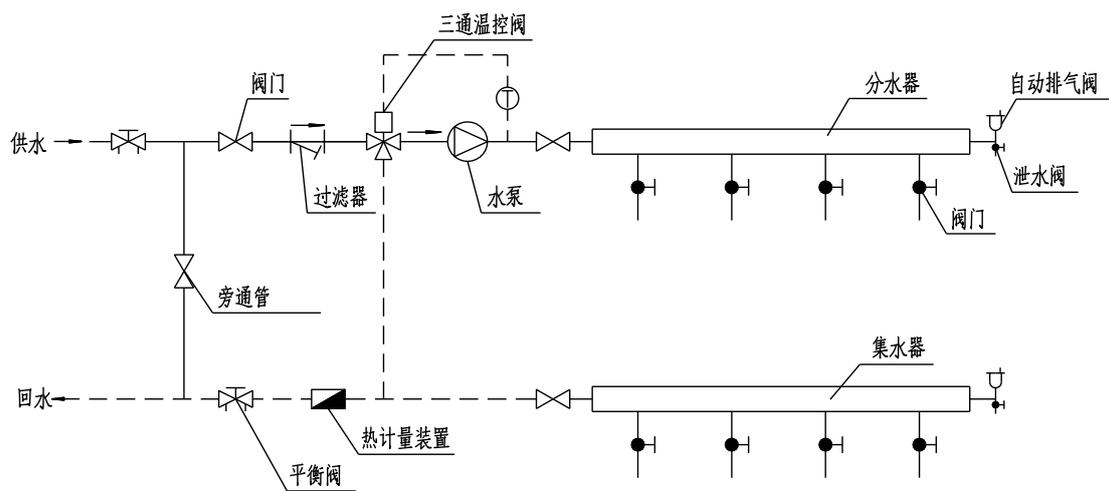


图8 采用两通阀的混水系统（外网为定流量）

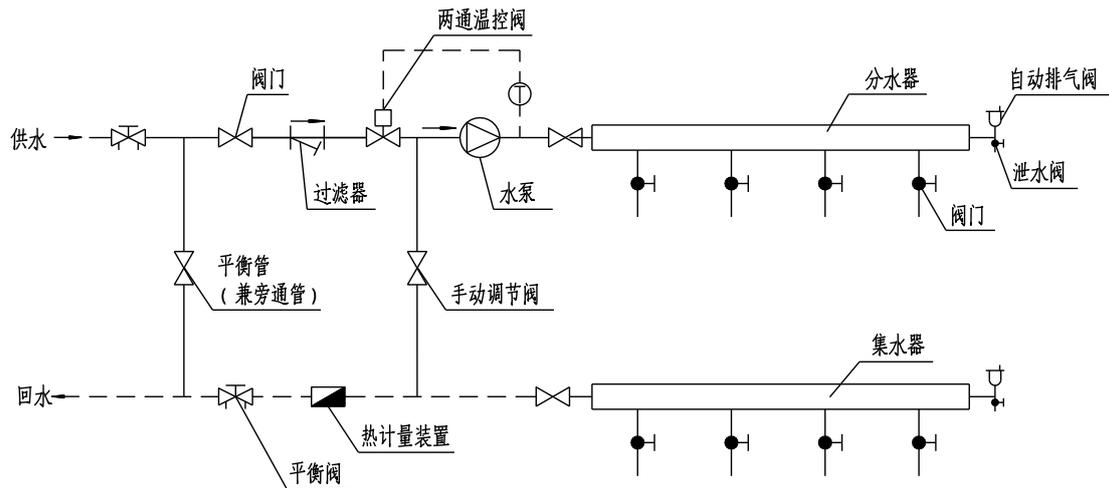


图9 采用两通阀的混水系统（外网为变流量）

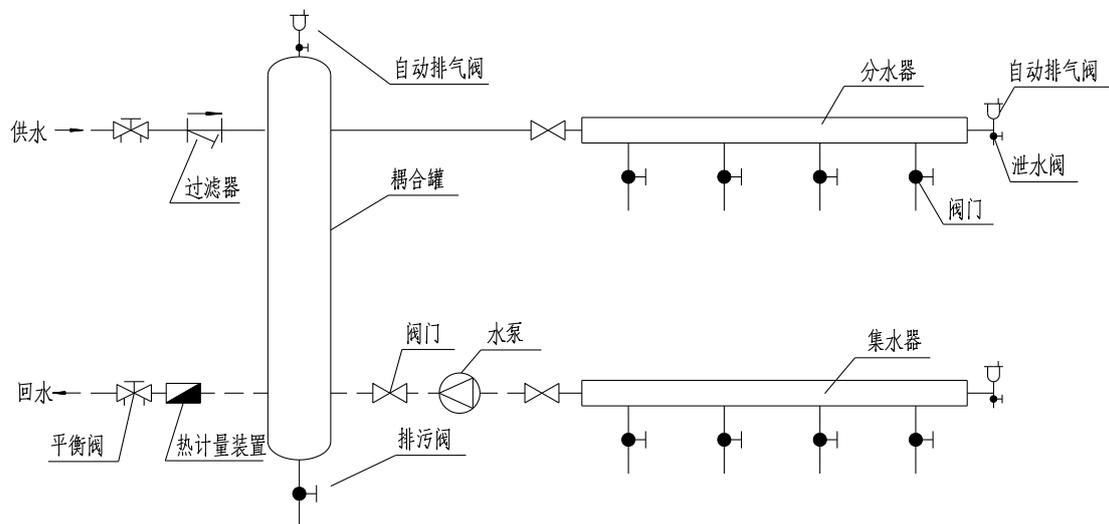


图10 采用耦合罐的混水系统

3.6.18 由于地暖系统是大流量小温差系统，不宜在热源处直接按地暖设计温差进行设计，这样会导致运行时较高的输送能耗，同时输送管网的管径，水泵也会较大，增加初投资。

3.6.20 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。

3.6.21 系统总压力损失的限制，主要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。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，不包括热量表过滤器和自动调节阀的局部阻力。

### 3.7 电热系统设计

3.7.1 通常情况下，加热电缆敷设间距在 100mm 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。

3.7.4 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 11~图 13 所示。

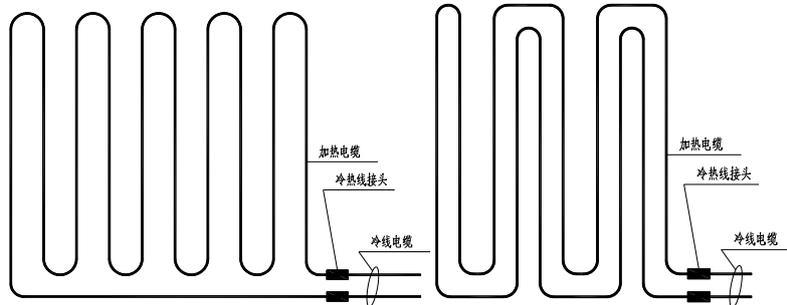


图 11 单导线加热电缆单路平行布置      图 12 单导线加热电缆双路平行布置

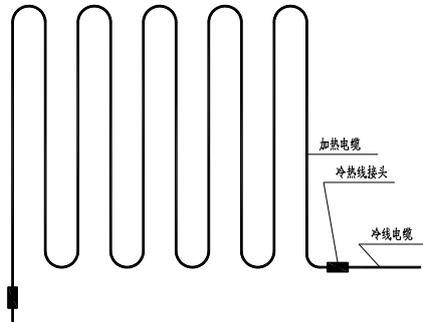


图 13 双导线加热电缆平行布置

**3.7.5** 普通加热电缆的功率是基本恒定的，热量散不出来就会导致局部温度过高，成为安全的隐患。

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。计算表明，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宜大于 10W/m，功率密度不宜大于 80W/m<sup>2</sup>。

采用加热电缆地面辐射供暖时，尚应避开家具占压区域，以免影响供暖效果或因散热不良导致局部温度过高，影响加热电缆的使用寿命。

**3.7.7** 应根据电压波动、自限温电热片的功率变化等因素确定附加运行系数，一般情况下 k 取 0.3。自限温电热片供暖地面向下热损失占电热片供热功率的比例可参照表 3.7.2 确定。

**3.7.8** 由于表面温度的限制，实际工程单位面积自限温电热片的功率一般都会低于本条规定。

## 3.8 自动控制

**3.8.1** 集中热水辐射供暖系统应设分户热计量装置，并应符合《供热计量技术规程》JGJ173的规定。为避免出现过热，辐射供暖系统需要温度调控装置进行调节，以满足使用要求。因此本规程要求设置室内温度调控装置。对于不能采用室温传感器时，如大堂中部等，可采用自动地面温度优先控制。

对于各房间单独温控的住宅，有条件时温控系统宜设置集中控制器，实现各房间运行参数统一设置及一键关机功能。

对于安装有智能家居的住宅，辐射系统中央控制器通讯协议应支持智能家居的无线通讯需求。

**3.8.2** 气候补偿器是供热量自动控制装置的一种形式，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室内温度需求，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、热源侧的电动调节阀、三通混水阀等，也可以是水泵的变频器。

对于辐射供冷系统，采用气候补偿联合控制，也会起到更好节能效果。

**3.8.3** 电热式控制阀是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，简称热电网。自力式温控阀是可人为设定温度，通过温包感应温度产生自力式动作，无需外界动力调节热水（冷水）流量，从而控制室温恒定的阀门，又称恒温控制阀。

电动式控制阀通常简称电动阀，一般用于干管的水流控制和调节。

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 14），也可外接于集水器各环路上（见图 15）。

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。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。总体控制示意图见图 16。

总体控制可采用电动式控制阀或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。

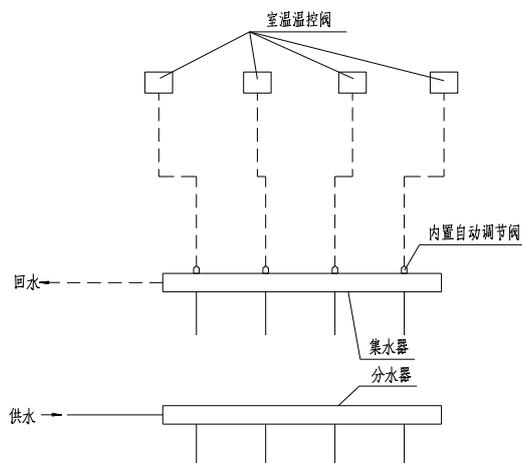


图14分环路控制（控制阀内置于集水器）

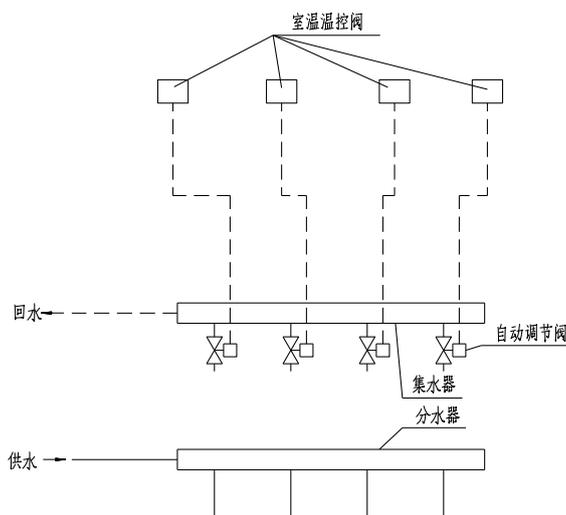


图15 分环路控制（控制阀外置于集水器）

热电动阀相对于电动阀,其流通能力更适合于小流量的地面供暖系统使用,且具有无噪声、体积小、耗电量小、使用寿命长、设置较方便等优点。因此在以住宅为主的地面供暖系统中推荐使用,分环路控制和总体控制都可以使用。

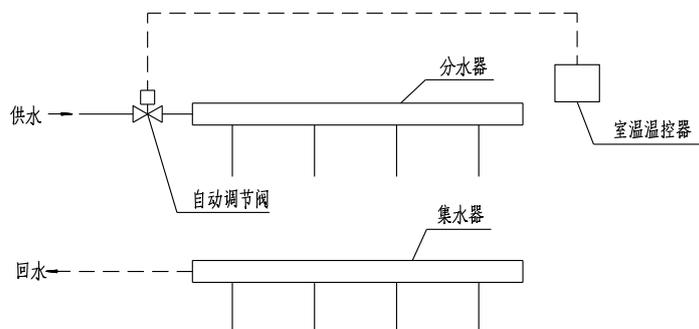


图16 总体控制示意图

总体控制时,应核定电动式控制阀或热电网的关闭压差的大小是否能满足系统工况要求。热电网的关闭压差不宜小于 1.5bar,必要时需采用自力式压差阀保证其正常动作,避免出现阀门无法关闭的情况。

**3.8.5** 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,然后先铺设管径 16 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。

**3.8.6** 采用露点探测方法时,要考虑探测露点和真实露点间存在一定的滞后性,经修正计算后,确定供水温度或采取通断水措施。采用温湿度探测方法时,安装保存运输调试运行过程中,注意保护不应使温湿度器结露,而引起的传感器失调。当检测到探测点露点温度大于设定值时,控制系统应该能够立即切断相应环路电动阀,以防止结露发生。

**3.8.7** 条件允许时,采用壁挂炉的控制系统宜预留智能家居控制接口。

### 3.9 电气设计

**3.9.1** 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。

**3.9.2** 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。

当自限温电热片地面下安装时,如绝缘材料老化或被破坏,可能发生接地故障。为确保人身安全,应采用辅助等电位联结保护措施,实现间接接触防护。

**3.9.3** 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

## 4.1 一般规定

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

4.1.2 辐射供暖供冷系统中所用材料相关产品标准包括:

绝热层和填充层材料:《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T10801.1、《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料(XPS)》GB/T10801.2、《通用硅酸盐水泥》GB175、《热固复合聚苯乙烯泡沫保温板》JGT536、《建筑绝热用硬质聚氨酯泡沫塑料》GB/T21558、《绝热用硬质酚醛泡沫制品(PF)》GB/T20974等;

管材:《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/T10798、《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》GB/T19473、《冷热水用无规共聚聚丁烯管材及管件》CJ/T372、《冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统》GB/T28799、《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/T20841-2007/IEC60800:1992等;《家用和类似用途地暖设备用温度控制系统的安全要求》GB31459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:电动水阀的特殊要求及机械要求》GB14536.9、《家用和类似用途电自动控制器电起动器的特殊要求》GB14536.16、《散热器恒温控制阀》JG/T195等。

## 4.2 绝热层材料

4.2.2 本条参考了《建筑内部装修设计防火规范》GB50222-2017规定。

4.2.3 表中数据摘自《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T10801.1-2002和《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T10801.2-2002。

挤塑材料绝热性等指标均好于模塑材料,应优先选用。

相同压缩强度下,带皮挤塑材料比不带皮挤塑材料绝热性能更好,吸水性更低,且浙江省实际应用的均为带皮挤塑材料,故本规程推荐采用带表皮挤塑材料。

《热固复合聚苯乙烯泡沫保温板》JGT536规定了两种类型:D型和G型。其中D型防火等级为B1或B2型,G型防火等级为A(A2)级。

4.2.4 表4.2.4数据引自《绝热用玻璃棉及其制品》GB/T13350-2017、《绝热用岩棉、矿渣棉及其制品》GB11835-2016T。

**4.2.5** 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均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，主要是为了保证地面温度分布均匀。浙江省属于经济发达地区，用户对于辐射供暖的舒适性要求较高，故在《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142-2012 基础上提高了均热层最小厚度的要求。

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

水泥砂浆找平层对均热层有腐蚀作用，参照预制轻薄供暖板的产品标准，要求采用防腐均热层。

## 4.5 电热元件及温控设备

**4.5.1** 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。

**4.5.2** 加热电缆的冷线和热线接头为其薄弱环节，为满足至少 50 年的非连续正常使用寿命，加热电缆接头应做到安全可靠。为此，要求冷、热线的接头应由专用设备和工艺方法加工，不允许在现场简单连接，以保证其连接的安全性能、机械性能和使用寿命达到要求。连接方法除保证牢固可靠外，还应做好密封，避免接头处渗水漏电；此外，连接时还必须保持接地的连续性，确保用电安全。

**4.5.3** 加热电缆作为系统的重要组成部分，是决定该系统安全、舒适和使用寿命的关键，从系统舒适和安全角度考虑，应采用低温加热电缆作为加热元件。通常的电缆外表面温度限定低于 65℃，发热量的大小就取决于电缆外径（决定了外表面积大小）了，而电缆的线功率限定低于 20W/m，其外径就应近似为 6mm；此外，电缆外径还与产品材料、性能和工艺相关。从目前的应用情况看，国产加热电缆外径均不小于 6mm，国外线径 5mm 的加热电缆也有应用。近十几年已经推出线功率较小，线径更细的高品质热缆，线径仅 2.5mm。因此本规程对电缆外径建议不小于 5mm。

**4.5.4** 加热电缆的检测应为冷热线以及接头为一体检测，还应对接头位置设明显标志，予以特别注意。加热电缆的标志包括商标和电缆型号。

**4.5.5** 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/T20841-2007/IEC60800: 1992 为检验标准，具体内容见 7 附录，附录中列出的内容和技术指标比较 IEC60800 原文已经简化。检测电缆的机构必须具有国家认可的检验资质。

# 5 施 工

## 5.1 一般规定

5.1.3 作为加热供冷管,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。

5.1.5 目的在于保护加热供冷管、加热电缆等加热供冷部件,免遭损坏。

5.1.6 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。同时,当环境温度低于 5℃时,混凝土填充层的施工和养护质量也较难保证。当然,这也可以通过采取某些技术措施来确保混凝土的施工质量,但工程造价将相应增加,非万不得已不宜这么做。

5.1.9 辐射供暖供冷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。所以测试辐射供暖供冷表面的平均温度时,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。图 17 是辐射供暖供冷表面平均温度测试时温度计布置示意图。

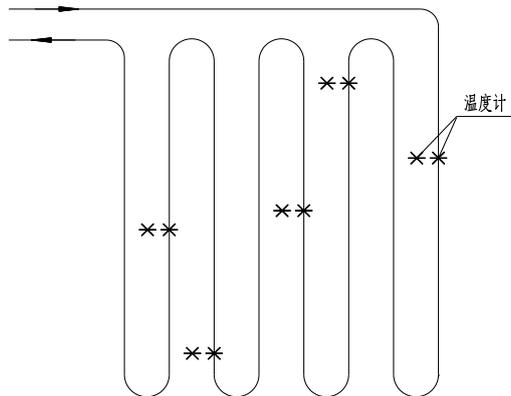


图 17 温度计布置示意图

对毛细管等管线间距小于等于 50mm 的或自限温电热片等片状电热材料,可以在检测区域内均匀分布测点。

5.1.10 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,EN14240《建筑通风-冷却吊顶-测试及评定》在进行供冷测试时,以离地 1.1m 处温度作为参考温度。本规程在参考以上标准的同时,也考虑到头冷脚热的人体热舒适性要求,所以对于供暖和供冷的室内温度测点高度的规定是不同的。

## 5.2 材料、设备检查

5.2.5 分水器、集水器为管道系统的分路装置，设有排气阀、泄水间及关断阀等，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供冷部件的安装质量。如不平整度较大，应由建筑公司用适当办法找平，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。

5.3.3 采用地面供暖时，与地面相接处的墙内表面温度会升高，为了减少无效热损失和相邻用户之间的传热量。

5.3.5 预制轻薄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，应避免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 水系统的安装

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 加热供冷管、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，影响加热供冷管的使用寿命。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供冷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。

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供冷管和输配管不应有接头。与《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242 相一致。

**5.4.6** 加热供冷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。加热供冷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 填充式辐射供暖供冷地面的加热供冷管：

- 1) 用固定卡将加热供冷管直接固定在泡沫塑料类绝热层上；
- 2) 用扎带将加热供冷管固定在泡沫塑料类绝热层上的钢丝网格上；
- 3) 直接将加热供冷管卡在泡沫塑料类绝热层表面的专用管架或管卡上；
- 4) 设有复合层的绝热板，管道可以直接固定在复合层的突起之间。

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供冷管表面与保温板粘接固定。

3 采用预制轻薄供暖板辐射供暖地面，填充板需现场开槽时，应采用开槽器；敷设在填充板的凹槽内的输配管，在其上方局部用铝箔胶带与填充板粘接固定。

预制轻薄供暖板供暖地面，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。

4 毛细管网用于地面供暖时应配置专用 PE 模板做基础和固定。

本条对固定点间距作了规定。固定点间距过大，加热供冷管反弹较大。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。柔性套管一般采用聚氯乙烯或高密度聚乙烯波纹套管。

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

**5.4.10** 用于一般供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** 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供冷管之前安装的目的是保证柔性加热供冷管精确转向和通入分水器、集水器内。

**5.4.13** 预制轻薄供暖板配水、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。

**5.4.14** 暗装的预制轻薄供暖板配水、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。

明装预制轻薄供暖板配水、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 电热系统的安装

5.5.1 目的在于保护加热电缆，交叉重叠时通电容易造成局部温度过高，损坏电缆。

5.5.3 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，不允许现场裁减和拼接。现场裁减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。

5.5.7 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。

5.5.8 加热电缆的热线部分严禁进入冷线预留管，目的是防止热线在套管内发热，影响寿命和安全性能。

5.5.9 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。

## 5.7 填充层施工

5.7.1 对填充层施工的时机作了明确规定，即未通过隐蔽工程验收之前，不得施工。

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

5.7.3 目的在于保护加热管、加热电缆等加热供冷部件，免遭损坏。

5.7.6 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》GB50209-2010 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，不得对加热供冷部件进行加热供冷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。

**5.7.7** 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  $10 \times 10^{-6} \text{m}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ,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  $20\text{kg}/\text{m}^3$  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  $8\text{mm} \times 80\text{mm}$  (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。

## 5.8 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供冷部件的事故,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。面层伸缩缝要求按相关规定执行。

**5.8.2** 木地板出现翘裂的现象,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。第二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装饰面层。

**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。

## 5.9 调试与试运行

**5.9.1** 辐射供暖供冷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供冷管系统。

由于加热供冷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。冬季管道易冻结的地区应采取可靠的防冻措施,以免系统

冻损。

**5.9.2** 辐射供暖供冷系统试验压力和检验方法，引自《建筑给水排水及供暖工程施工质量验收规范》GB50242。

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

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

**5.9.6、5.9.7** 初始供热或供冷调试，是确保并进一步考核和检验工程设计与施工质量的一个重要环节，必须认真进行。试运行时，初次加热或供冷的水温应严格控制；同时，升温或降温过程一定要保持平稳和缓慢，确保建筑构件对温度变化有一个逐步变化的适应过程。

**5.9.8** 加热电缆、自限温电热片等电热元件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，电热元件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。

# 6 工程验收

## 6.1 一般规定

6.1.4 检验批划分也可参照《建筑地面工程施工质量验收规范》GB50209-2010 规定,按每一层次或每层施工段或变形缝划分检验批,高层建筑的标准层可按每三层划分检验批。高层建筑的标准层,不足三层的按三层计。

6.1.10 本条规定参考了《建筑地面工程施工质量验收规范》GB50209-2010 相关规定。

6.1.11 本条规定参考了《通风与空调工程施工质量验收规范》GB50243-2016 第 3.0.10 条规定。该规定参照了现行国家标准《计数抽样检验程序第 11 部分:小总体声称质量水平的评定程序》GB/T2828.11 和《计数抽样检验程序第 4 部分:声称质量水平的评定程序》GB/T2828.4,根据检验批总体中不合格品数的上限值(DQL)和该检验批的产品样本总数量(N),对主控项目与一般项目的验收,应分别按本规范表 F.0.2-1 或表 F.0.2-2 确定抽样的数量  $n$ 。

执行本规范的计数抽样检验程序的前提条件是施工企业已进行了施工质量的自检且达到合同和本规范的要求。

## 6.2 绝热层、预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板施工

6.2.1 当绝热层材料兼做楼板保温用时,应符合《建筑节能工程施工质量验收标准》GB50411 相关规定。

## 6.4 电热及电气、自动控制系统验收

6.4.2 测试检查每个电热元件的电阻和绝缘电阻,是为了确定电热元件无断路、短路现象。电阻和绝缘电阻测试在施工和验收过程中应进行 3 次:电热元件安装前及安装后隐蔽前、填充层施工后。

检验应符合产品规定和国家现行标准《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303、《民用建筑电气设计规范》JGJ16 中的相关规定。