

中华人民共和国行业标准

# 地面辐射供暖技术规程

Technical specification for floor radiant heating

JGJ142—2004

中华人民共和国行业标准

# 地面辐射供暖技术规程

Technical specification for floor radiant heating

JGJ142—2004

批准部门：中华人民共和国建设部

实施日期：2004年 月 日

# 前 言

根据建设部建标[2002] 84 号文的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定了本规程。

本规程主要技术内容是地面辐射供暖工程中的设计、材料、施工、检验、调试与验收等方面技术要求。

本规程由建设部负责管理和对强制性条文的解释，由主编单位负责具体技术内容的解释。

本规程主编单位：中国建筑科学研究院（地址：北京北三环东路30号；邮编：100013）。

**本规程参加单位：**中国建筑西北设计研究院、北京市建筑设计研究院、北京有色工程设计研究院总院、沈阳市华新国际工程设计顾问有限公司、哈尔滨工业大学、北京瑞迪北方暖通设备工程技术有限公司、北京中房耐克森科技发展有限公司、北京特希达科技有限公司、中房集团新技术中心有限公司、北京华源亚太化学建材有限责任公司、丹佛斯（天津）有限公司、上海乔治·费歇尔管路系统有限公司、北京华宇通阳光智能供暖设备有限公司、国际铜业协会（中国）、北京狄诺瓦科技发展有限公司、北京德欧环保设备有限公司、北京润和科技投资有限公司、北京华世通实业有限公司、佛山市日丰企业有限公司、合肥安泽电工有限公司、上海东理科技发展有限公司、泰科热控（湖州）有限公司、锦州奈特新型材料有限责任公司、国家化学建筑材料测试中心建工测试部

**本规程主要起草人员：**徐伟、邹瑜、陆耀庆、曹越、黄维、万水娥、邓有源、赵先智、宋波、董重成、于东明、白金国、蒋剑彪、齐政新、周磊、浦堃、李岩、杨宏伟、黄艳珊、田巍然、史凤贤、王俊、胡晶薇、钟惠林、张力平、张国强、濮焕忠、罗才谟

# 目 次

1	总则	1
2	术语	1
3	设计	3
3.1	一般规定	3
3.2	地面构造	3
3.3	热负荷的计算	4
3.4	地面散热量的计算	4
3.5	低温热水系统的加热管系统设计	5
3.6	低温热水系统的分水器、集水器及附件设计	5
3.7	低温热水系统的加热管水力计算	6
3.8	低温热水系统的热计量和室温控制	7
3.9	发热电缆系统的设计	7
3.10	发热电缆系统的电气设计	8
4	材料	9
4.1	一般规定	9
4.2	绝热材料	9
4.3	低温热水系统的材料	9
4.4	发热电缆系统的材料	10
5	施工	11
5.1	一般规定	11
5.2	绝热层的铺设	11
5.3	低温热水系统的加热管安装	11
5.4	发热电缆系统的安装	12
5.5	填充层施工	13
5.6	面层施工	13
5.7	卫生间施工	13

<b>6 检验、调试及验收</b> .....	<b>14</b>
6.1 一般规定.....	14
6.2 施工方案及材料、设备检查.....	14
6.3 施工安装质量验收.....	15
6.4 低温热水系统的水压试验.....	16
6.5 调试与试运行.....	16
附录 A 单位地面面积的散热量和向下传热损失.....	17
附录 B 加热管的选择.....	25
附录 C 铝塑复合管水力计算.....	29
附录 D 管材物理力学性能 .....	32
附录 E 发热电缆的电气和机械性能的要求.....	33
附录 F 工程质量检验表.....	35
本规程用词说明 .....	42
附：条文说明.....	43

# 地面辐射供暖技术规程

## 1 总 则

- 1.0.1 为规范地面辐射供暖工程的设计、施工和验收工作，做到技术先进、经济合理、安全适用和保证工程质量，制定本规程。
- 1.0.2 本规程适用于新建的工业与民用建筑物，以热水为热媒或以发热电缆为加热元件的地面辐射供暖工程的设计、施工和验收。
- 1.0.3 地面辐射供暖工程的设计、施工和验收，除应执行本规程外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

## 2 术 语

- 2.0.1 低温热水地面辐射供暖 low temperature hot water floor radiant heating  
以温度不高于60℃的热水为热媒，在加热管内循环流动，加热整个地板，通过地面以辐射和对流的传热方式向室内供热的供暖方式。
- 2.0.2 分水器 manifold  
水系统中，用于连接各路加热管供水管的配水装置。
- 2.0.3 集水器 manifold  
水系统中，用于连接各路加热管回水管的汇水装置。
- 2.0.4 面层 surface course  
建筑地面直接承受各种物理和化学作用的表面层。
- 2.0.5 找平层 toweling course  
在垫层或楼板面上进行抹平找坡的构造层。
- 2.0.6 隔离层 isolating course  
防止建筑地面上各种液体或地下水、潮气透过地面的构造层。
- 2.0.7 填充层 filler course  
在绝热层或楼板基面上设置加热管或发热电缆用的构造层，用以保护加热设备并使地面温度均匀。
- 2.0.8 绝热层 insulating course  
用以阻挡热量传递，减少无效热耗的构造层。
- 2.0.9 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。
- 2.0.10 伸缩缝 expansion joint  
补偿混凝土填充层、上部构造层和面层等膨胀或收缩用的构造缝。
- 2.0.11 铝塑复合管 polyethylene-aluminum compound pipe  
内层和外层为交联聚乙烯或耐高温聚乙烯、中间层为增强铝管、层间采用专用热熔胶，通过挤出成型方法复合成一体加热管。根据铝管焊接方法不同，分为搭接焊和对接焊两种形式，通常以XPAP或PAP标记。
- 2.0.12 聚丁烯管 polybutylene pipe  
由聚丁烯-1树脂添加适量助剂，挤出成型的热塑性加热管，通常以PB标记。
- 2.0.13 交联聚乙烯管 cross linked polyethylene pipe

以密度大于等于 $0.94\text{g}/\text{cm}^3$ 的聚乙烯或乙烯共聚物, 添加适量助剂, 通过化学的或物理的方法, 使其线型的大分子交联成三维网状的大分子结构的加热管, 通常以PE-X标记。按照交联方式的不同, 可分为过氧化物交联聚乙烯 (PE-X<sub>a</sub>)、硅烷交联聚乙烯 (PE-X<sub>b</sub>)、辐照交联聚乙烯 (PE-X<sub>c</sub>)、偶氮交联聚乙烯 (PE-X<sub>d</sub>)。

#### 2.0.14 无规共聚聚丙烯管 polypropylene random copolymer pipe

以丙烯和适量乙烯的无规共聚物, 添加适量助剂, 挤出成型的热塑性加热管。通常以PP-R标记。

#### 2.0.15 嵌段共聚聚丙烯管 polypropylene block copolymer pipe

以丙烯和乙烯嵌段共聚物, 添加适量助剂, 挤出成型的热塑性加热管。通常以PP-B标记。

#### 2.0.16 耐热聚乙烯管 polyethylene of raised temperature resistance pipe

以乙烯和辛烯共聚制成的特殊的线型中密度乙烯共聚物, 添加适量助剂, 挤出成型的一种热塑性加热管。通常以PE-RT标记。

#### 2.0.17 黑球温度 black globe temperature

由黑球温度计指示的温度数值, 习惯上也称实感温度。

#### 2.0.18 发热电缆 heating cable

以供暖为目的、通电后能够发热的电缆, 由冷线、热线和冷热线接头组成, 其中热线由发热导线、绝缘层、接地屏蔽层和外护套等部分组成。

#### 2.0.19 发热电缆地面辐射供暖 heating cable floor radiant heating

以预埋在地板的发热电缆为热源, 以发热电缆温控器控制室温或地板温度, 从而实现的地面辐射供暖方式。

#### 2.0.20 发热导线 heating conductor

发热电缆中将电能转换为热能的金属线。

#### 2.0.21 绝缘层 insulation of a cable

发热电缆内不同电导体之间的绝缘材料层。

#### 2.0.22 接地屏蔽层 screen

包裹在发热导线外并与发热导线绝缘的金属层。其材质可以是编织成网或螺旋缠绕的金属丝, 也可以是螺旋缠绕或沿发热电缆纵向围合的金属带。

#### 2.0.23 外护套 sheath

保护发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。

#### 2.0.24 发热电缆温控器 thermostat for heating cable system

应用于发热电缆地面辐射供暖的系统中, 能够感应温度并加以控制调节的自动控制装置, 按照控制方法的不同主要分为室温型、地温型和双温型温控器。

### 3 设计

#### 3.1 一般规定

3.1.1 低温热水地面辐射供暖系统的供、回水温度应由计算确定，供水温度不应超过 60℃。民用建筑供水温度宜采用 35~50℃，供回水温差不宜大于 10℃。

3.1.2 地面的表面平均温度计算值应符合表 3.1.2 的规定。

表3.1.2 地面的表面平均温度（℃）

区域特征	适宜范围	最高限值
人员经常停留区	24~26	28
人员短期停留区	28~30	32
无人停留区	35~40	42

3.1.3 低温热水地面辐射供暖系统的工作压力，不应大于 0.8MPa；当建筑物高度超过 50m 时，宜竖向分区设置。

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

3.1.5 低温热水地面辐射供暖工程施工图设计文件的内容和深度，应符合下列要求：

- 1 施工图设计文件应以施工图纸为主，包括图纸目录、设计说明、加热管布置平面图、分水器、集水器、地面构造示意图等内容；
- 2 设计说明中应详细说明供暖室内、外计算温度、热源及热媒参数、加热管技术数据、加热管公称外径及壁厚；标明使用的具体条件如工作温度、工作压力以及绝热材料的导热系数、密度、规格及厚度等；
- 3 平面图中应绘出加热管的具体布置形式，标明敷设间距、加热管的管径、计算长度和伸缩缝要求等。

3.1.6 采用发热电缆地面辐射供暖方式时，发热电缆的线功率不宜大于 20W/m。

3.1.7 发热电缆地面辐射供暖工程施工图设计文件的内容和深度，应符合下列要求：

- 1 施工图设计文件应以施工图纸为主，包括图纸目录、设计说明、发热电缆布置平面图、温控装置布置图、地面构造图等内容；
- 2 设计说明中应详细说明供暖室内、外计算温度、配电方案、发热电缆技术数据、规格；标明使用的具体条件如工作温度、工作电压、电力负荷等以及绝热材料的导热系数、密度、规格及厚度等；
- 3 平面图中应绘出发热电缆的布置形式，标明敷设间距、发热电缆的计算长度和伸缩缝要求等。

#### 3.2 地面构造

3.2.1 **与土壤相邻的地面，必须设绝热层，且绝热层下部必须设置防潮层。直接与室外空气相邻的楼板，必须设绝热层。**

3.2.2 地面构造由楼板或与土壤相邻的地面、绝热层、加热管、填充层、找平层和面层组成，并应符合下列规定：

- 1 当工程允许地面按双向散热进行设计时，各楼层间的楼板上部可不设绝热层。
- 2 对卫生间、洗衣间、浴室和游泳馆等潮湿房间，在填充层上部应设置隔离层。

3.2.3 面层宜优先采用热阻小于 0.05 m<sup>2</sup>·K/W 的材料。



3.2.4 当面层采用带龙骨的架空木地板时，加热管或发热电缆应敷设在木地板下部、龙骨之间的绝热层上，可不设置豆石混凝土填充层。发热电缆的线功率不宜大于 10W/m，绝热层与地板间净空不宜小于 30mm。

3.2.5 地面辐射供暖系统绝热层采用聚苯乙烯泡沫塑料板时，其厚度不应小于表 3.2.5 规定值，若采用其它绝热材料时，可根据热阻相当的原则确定厚度。

表 3.2.5 聚苯乙烯泡沫塑料板绝热层厚度 (mm)

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

3.2.6 填充层的材料宜采用 C15 豆石混凝土，豆石粒径宜为 5~12mm。加热管的填充层厚度不宜小于 50mm，发热电缆的填充层厚度不宜小于 35mm。当地面荷载大于 20kN/m<sup>2</sup>时，应会同结构设计人员采用加固措施。

### 3.3 热负荷的计算

3.3.1 地面辐射供暖系统热负荷，应按现行国家标准《采暖通风及空气调节设计规范》(GB50019—2003)的有关规定进行计算。

3.3.2 计算全面地面辐射供暖系统的热负荷时，室内计算温度的取值应对流采暖系统的室内计算温度低 2℃，或取对流采暖系统计算总热负荷的 90%~95%。

3.3.3 局部地面辐射供暖系统的热负荷，可按整个房间全面辐射供暖所算得的热负荷乘以该区域面积与所在房间面积的比值和表 3.3.3 中所规定的附加系数确定。

表 3.3.3 局部辐射供暖系统热负荷的附加系数

供暖区面积与房间总面积比值	0.55	0.40	0.25
附加系数	1.30	1.35	1.50

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

3.3.5 敷设加热管或者发热电缆的建筑地面，不应计算地面的传热损失。

3.3.6 计算地面辐射供暖系统热负荷时，可不考虑高度附加。

3.3.7 分户热计量的地面辐射供暖系统的热负荷计算，应考虑间歇供暖和户间传热等因素。

### 3.4 地面散热量的计算

3.4.1 单位地面面积的散热量应按下列式计算：

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

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

$$q_d = 2.13 (t_{pj} - t_n)^{1.31} \quad (3.4.1-3)$$

式中  $q$  —— 单位地面面积的散热量 (W/m<sup>2</sup>)

$q_f$  —— 单位地面面积辐射传热量 (W/m<sup>2</sup>)

$q_d$  —— 单位地面面积对流传热量 (W/m<sup>2</sup>)

$t_{pj}$  —— 地面的表面平均温度 (℃)；

AUST —— 室内非加热表面的面积加权平均温度 (℃)；

$t_n$  —— 室内计算温度 (℃)。

3.4.2 单位地面面积的散热量和向下传热损失,均应通过计算确定。当加热管为 PE-X 管或 PB 管时,单位地面面积散热量及向下传热损失,可按附录 A 确定。

3.4.3 确定地面所需的散热量时,应将本章第 3.3 节计算的房间热负荷扣除来自上层地板向下的传热损失。

3.4.4 单位地面面积所需的散热量应按下式计算:

$$q_x = \frac{Q}{F} \quad (3.4.3)$$

式中  $q_x$  —— 单位地面面积所需的散热量 ( $\text{W}/\text{m}^2$ );

$Q$  —— 房间所需的地面散热量 ( $\text{W}$ );

$F$  —— 敷设加热管或发热电缆的地面面积 ( $\text{m}^2$ )。

3.4.5 确定地面散热量时,应校核地面的表面平均温度,确保其不高于本规程表 3.1.2 的最高限值;否则应改善建筑热工性能或设置其它辅助供暖设备,减少地面辐射供暖系统负担的热负荷。地面的表面平均温度与单位地面面积所需散热量之间,宜按下式计算:

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

式中  $t_{pj}$  —— 地面的表面平均温度 ( $^{\circ}\text{C}$ )

$t_n$  —— 室内计算温度 ( $^{\circ}\text{C}$ );

$q_x$  —— 单位地面所需散热量 ( $\text{W}/\text{m}^2$ )。

3.4.6 热媒的供热量,应包括地面向上的散热量和向下层或向土壤的传热损失。

3.4.7 地面散热量应考虑家具及其它地面覆盖物的影响。

### 3.5 低温热水系统的加热管系统设计

3.5.1 在住宅建筑中,低温热水地面辐射供暖系统应按户划分系统,配置分水器、集水器;户内的各主要房间,宜分环路布置加热管。

3.5.2 连接在同一分水器、集水器上的同一管径的各环路,其加热管的长度宜接近,并不宜超过 120 米。

3.5.3 加热管的布置宜采用回折型(旋转型)或平行型(直列型)。

3.5.4 加热管的敷设管间距,应根据地面散热量、室内计算温度、平均水温及地面传热热阻等通过计算确定。也可按附录 A 确定。

3.5.5 加热管壁厚应按供暖系统实际工作条件确定,可按照附录 B 的规定选择。

3.5.6 加热管内水的流速不宜小于 0.25m/s。

3.5.7 地面的固定设备和卫生洁具下,不应布置加热管。

### 3.6 低温热水系统的分水器、集水器及附件设计

3.6.1 每个环路加热管的进、出水口,应分别与分水器、集水器相连接。分水器、集水器内径不应小于总供、回水管内径,且分水器、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。

3.6.2 在分水器之前的供水连接管道上，顺水流方向应安装阀门、过滤器、阀门及泄水管。在集水器之后的回水连接管上，应安装泄水管并加装平衡阀或其它可关断调节阀。对有热计量要求的系统应设置热计量装置。

3.6.3 在分水器的总进水管与集水器的总出水管之间，宜设置旁通管，旁通管上应设置阀门。

3.6.4 分水器、集水器上均应设置手动或自动排气阀。

### 3.7 低温热水系统的加热管水力计算

3.7.1 加热管的压力损失，可按下列式计算：

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_j \quad (3.7.1-1)$$

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

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

式中  $\Delta P$  —— 加热管的压力损失 (Pa)；

$\Delta P_m$  —— 摩擦压力损失 (Pa)；

$\Delta P_j$  —— 局部压力损失 (Pa)；

$\lambda$  —— 摩擦阻力系数；

$d$  —— 管道内径 (m)；

$l$  —— 管道长度 (m)；

$\rho$  —— 水的密度 ( $\text{kg}/\text{m}^3$ )；

$v$  —— 水的流速 (m/s)；

$\zeta$  —— 局部阻力系数。

3.7.2 铝塑复合管及塑料管的摩擦阻力系数，可近似统一按下式计算：

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

$$b = 1 + \frac{\lg Re_s}{\lg Re_z} \quad (3.7.2-2)$$

$$Re_s = \frac{d_n v}{\mu_t} \quad (3.7.2-3)$$

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

$$d_n = 0.5(2d_w + \Delta d_w - 4\delta - 2\Delta\delta) \quad (3.7.2-5)$$

式中  $\lambda$  —— 摩擦阻力系数;

$b$  —— 水的流动相似系数;

$\text{Re}_s$  —— 实际雷诺数;

$v$  —— 水的流速 (m/s);

$\mu_t$  —— 与温度有关的运动黏度 ( $\text{m}^2/\text{s}$ );

$\text{Re}_z$  —— 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,  $k_d=1 \times 10^{-5}$  (m);

$d_n$  —— 管子的计算内径 (m)

$d_w$  —— 管外径 (m);

$\Delta d_w$  —— 管外径允许误差 (m);

$\delta$  —— 管壁厚 (m);

$\Delta\delta$  —— 管壁厚允许误差 (m)。

3.7.3 塑料及铝塑复合管单位摩擦压力损失可按本规程附录 C 中表 C.0.1、表 C.0.2 选用。

3.7.4 塑料及铝塑复合管的局部压力损失应通过计算确定, 其局部阻力系数可按本规程附录 C 中表 C.0.3 选用。

3.7.5 每套分水器、集水器环路的总压力损失不宜超过 30kPa。

### 3.8 低温热水系统的热计量和室温控制

3.8.1 **新建住宅低温热水地面辐射供暖系统, 应设置分户热计量和温度控制装置。**

3.8.2 分户热计量的集中低温热水地面辐射供暖系统, 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 热量表前应设置过滤器。
- 3 供暖系统的水质, 应符合现行国家标准《工业锅炉水质》(GB1576) 的规定。
- 4 共用立管和入户装置, 宜设置在管道井内; 管道井宜邻楼梯间或户外公共空间。
- 5 每一对共用立管在每层连接的户数不宜超过 3 户。

3.8.3 低温热水地面辐射供暖系统室内温度控制, 可根据需要选取下列任一种方式:

- 1 在加热管与分水器、集水器的接合处, 分路设置调节性能好的阀门, 通过手动调节来控制室内温度。
- 2 各个房间的加热管局部沿墙槽抬高至 1.4m, 在加热管上装置自力式恒温控制阀, 控制室温保持恒定。
- 3 在加热管与分水器、集水器的接合处, 分路设置远传型自力式或电动式恒温控制阀, 通过各房间内的温控器控制相应回路上的调节阀, 控制室内温度保持恒定。调节阀也可内置于集水器中。采用电动控制时, 房间温控器与分水器、集水器之间应预埋电线。

### 3.9 发热电缆系统的设计

3.9.1 发热电缆布线间距应根据其线性功率和单位面积安装功率, 按下式确定:

$$S = \frac{P_x}{q} \times 1000 \quad (3.9.1)$$

式中 S —— 发热电缆布线间距 (mm)；

$P_x$  —— 发热电缆线性功率 (w/m)；

$q$  —— 单位面积安装功率 (w/m<sup>2</sup>)。

3.9.2 在靠近外窗、外墙等局部热负荷较大区域，发热电缆应铺设较密。

3.9.3 发热电缆热线之间的最大间距，不宜超过 300mm，且不应小于 50mm，距离外墙内表面不得小于 100mm。

3.9.4 发热电缆的布置，可选择采用平行型（直列型）或回折型（旋转型）。

3.9.5 每个房间宜独立安装一根发热电缆，不同温度要求的房间不宜共用一根发热电缆；每个房间宜通过发热电缆温控器单独控制温度。

3.9.6 发热电缆温控器的工作电流不得超过其额定电流。

3.9.7 发热电缆地面辐射供暖系统可采用温控器与接触器等其它控制设备结合的形式实现控制功能，温控器的选用类型应符合以下要求：

1 高大空间、浴室、卫生间、游泳池等区域，应采用地温型温控器；

2 对需要同时控制室温和限制地表温度的场合应采用双温型温控器。

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

3.9.9 发热电缆温控器的选型，应考虑使用环境的潮湿情况。

3.9.10 发热电缆的布置应考虑地面家具的影响。

3.9.11 地面的固定设备和卫生洁具下面，不应布置发热电缆。

### 3.10 发热电缆系统的电气设计

3.10.1 发热电缆系统的供电方式，宜采用 AC220V 供电。当进户回路负载超过 12kW 时，可采用 AC220V/380V 三相四线制供电方式，多根发热电缆接入 220V/380V 三相系统时应使三相平衡。

3.10.2 供暖电耗要求单独计费时，发热电缆系统的电气回路宜单独设置。

3.10.3 配电箱应具备过流保护和漏电保护功能，每个供电回路应设带漏电保护装置的双极开关。

3.10.4 地温传感器穿线管应选用硬质套管。

3.10.5 发热电缆地面辐射供暖系统的电气设计应符合国家现行标准《民用建筑电气设计规范》（JGJ/T16-92）和《建筑电气工程施工质量验收规范》（GB50303）中的有关规定。

3.10.6 **发热电缆的接地线必须与电源的地线连接。**

## 4 材 料

### 4.1 一般规定

- 4.1.1 地面辐射供暖系统中所用材料，应根据工作温度、工作压力、荷载、设计寿命、现场防水、防火等工程环境的要求，以及施工性能，经综合比较后确定。
- 4.1.2 所有材料均应按国家有关标准检验合格，有关强制性性能要求应由国家授权机构进行检测，并出具有效证明文件或检测报告。

### 4.2 绝热材料

- 4.2.1 绝热材料应采用导热系数小、难燃或不燃，具有足够承载能力的材料，且不宜含有病菌源，不得有散发异味及可能危害健康的挥发物。
- 4.2.2 地面辐射供暖工程中采用聚苯乙烯泡沫塑料板材，其质量应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 聚苯乙烯泡沫塑料主要技术指标

项 目	单 位	性能指标
表观密度	kg/m <sup>3</sup>	≥20.0
压缩强度（即在 10%形变下的压缩应力）	kPa	≥100
导热系数	W/m.k	≤0.041
吸水率（体积分数）	%(v/v)	≤4
尺寸稳定性	%	≤3
水蒸汽透过系数	ng/(Pa.m.s)	≤4.5
熔结性（弯曲变形）	mm	≥20
氧指数	%	≥30
燃烧分级	达到 B <sub>2</sub> 级	

- 4.2.3 当采用其它绝热材料时，其技术指标应按照本规程表 4.2.2 的规定，选用同等效果绝热材料。

### 4.3 低温热水系统的材料

- 4.3.1 低温热水地面辐射供暖系统中使用的加热管、分水器、集水器及其连接件和隔热材料等，均应符合其相关规定。
- 4.3.2 加热管管材生产企业应向设计、安装和建设单位提供有关管材的下列文件资料：
- 1 国家授权机构提供的有效期内的符合相关标准要求的检验报告；
  - 2 产品合格证；
  - 3 有特殊要求的管材，厂家应提供相应说明书。
- 4.3.3 低温热水系统的加热管应根据其工作温度、工作压力、使用寿命、施工和环保性能等因素，经综合考虑和技术经济比较后确定。
- 4.3.4 加热管质量必须符合国家相应标准中的各项规定与要求；加热管的物理性能应符合附录 D 的规定。
- 4.3.5 加热管外壁标识应按相关管材标准执行，有阻氧层的加热管宜注明。
- 4.3.6 与其它供暖系统共用同一集中热源的热热水系统、且其它供暖系统采用钢制散热器等易腐蚀构件时，塑料管宜有阻氧层或在热水系统中添加除氧剂。

4.3.7 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。

4.3.8 塑料管、铝塑复合管的公称外径、公称壁厚与偏差，应符合表 4.3.8 的要求。

表 4.3.8: 塑料管或铝塑复合管材公称外径、壁厚与偏差(mm)

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

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

4.3.9 分水器、集水器应包括分、集水干管、排气及泄水试验装置、支路阀门和连接配件等。

4.3.10 分水器、集水器（含连接件等）的材料宜为铜质。

4.3.11 分水器、集水器（含连接件等）的表观，内外表面应光洁，不得有裂纹、砂眼、冷隔、夹渣、凹凸不平及其它缺陷。表面电镀的连接件，色泽应均匀，镀层牢固，不得有脱镀的缺陷。

4.3.12 金属连接件间的连接及过渡管件与金属连接件间的连接密封应符合《55°密封管螺纹》（GB/T7306-2000）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，可使用不超过 0.25mm 总厚的密封材料密封连接。

4.3.13 铜制金属连接件与管材之间的连接结构形式宜为卡套式或卡压式夹紧结构。

4.3.14 连接件的物理力学性能测试应采用管道系统适应性试验的方法，管道系统适应性试验条件及要求应符合相关标准的规定。

#### 4.4 发热电缆系统的材料

4.4.1 **发热电缆必须有接地屏蔽层。**

4.4.2 发热电缆热线部分的结构在径向上从里到外应由发热导线、绝缘层、接地屏蔽层和外护套等组成，其外径不宜小于 6mm。

4.4.3 发热电缆的发热导体宜使用纯金属或金属合金材料。

4.4.4 发热电缆的轴向上分别为发热用的热线和连接用的冷线，其冷热导线的接头应安全可靠，并应满足至少 50 年的非连续正常使用寿命。

4.4.5 发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。

4.4.6 发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、机械性能应符合附录 E 的规定。

4.4.7 发热电缆系统用温控器应符合国家相关标准。

4.4.8 发热电缆系统的温控器外观不应有划痕，标记应清晰，面板扣合应严密、开关应灵活自如，温度调节部件应使用正常。

## 5 施 工

### 5.1 一般规定

5.1.1 施工安装前应具备下列条件：

- 1 设计施工图纸和有关技术文件齐全；
- 2 有较完善的施工方案、施工组织设计，并已完成技术交底；
- 3 施工现场具有供水或供电条件，有储放材料的临时设施；
- 4 土建专业已完成墙面粉刷（不含面层），外窗、外门已安装完毕，并已将地面清理干净；厨房、卫生间应做完闭水试验并经过验收；
- 5 相关电气预埋等工程已完成。

5.1.2 所有进场材料、产品的技术文件应齐全，标志应清晰，外观检查应合格。必要时应抽样进行相关检测。

5.1.3 加热管和发热电缆应进行遮光包装后运输，不得裸露散装，在运输、装卸和搬运时，应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖。不得曝晒雨淋，宜储存在温度不超过 40℃，通风良好和干净的库房内；与热源距离应保持在 1m 以上。应避免因环境温度和物理压力受到损害。

5.1.4 施工过程中，应防止油漆、沥青或其它化学溶剂接触污染加热管和发热电缆的表面。

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

5.1.6 **发热电缆间有搭接时，严禁电缆通电。**

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

5.1.8 **地面辐射供暖工程施工过程中，严禁人员踩踏加热管和发热电缆。**

5.1.9 施工结束后应绘制竣工图，并准确标注加热管、发热电缆敷设位置与地温传感器埋设地点。

### 5.2 绝热层的铺设

5.2.1 铺设绝热层的地面应平整、干燥、无杂物。墙面根部应平直，且无积灰现象。

5.2.2 绝热层的铺设应平整，绝热层相互间接合应严密。直接与土壤接触或有潮湿气体侵入的地面，在铺放绝热层之前应先铺一层防潮层。

### 5.3 低温热水系统加热管的安装

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

5.3.2 加热管切割，应采用专用工具；切口应平整，断口面应垂直管轴线。

5.3.3 加热管安装时应防止管道扭曲；弯曲管道时，圆弧的顶部应加以限制，并用管卡进行固定，不得出现“死折”；塑料及铝塑复合管的弯曲半径不宜小于 6 倍管外径，铜管的弯曲半径不宜小于 5 倍管外径。

5.3.4 埋设于填充层内的加热管不应有接头。

5.3.5 施工验收后，如发现加热管损坏，需要增设接头时，应先报建设单位或监理工程师，提出书面补救方案，经批准后方可实施。增设接头时，应根据加热管的材质，采用热熔或电熔插接式连接，或卡套式、卡压式铜制管接头连接，并应做好密封。铜管宜采用机械连接或焊接连接。无论采用何种接头，均应在竣工图上清晰表示，并记录归档。

5.3.6 加热管应设固定装置，可采用以下方法固定：



- 1 用固定卡将加热管直接固定在绝热板或设有复合面层的绝热板上；
  - 2 用扎带将加热管固定在铺设于绝热层上的网格上；
  - 3 直接卡在铺设于绝热层表面的专用管架或管卡上；
  - 4 直接固定于绝热层表面凸起间形成的凹槽内。
- 5.3.7 加热管弯头两端宜设固定卡；加热管固定点的间距，直管段固定点间距宜为 0.5~0.7m，弯曲管段固定点间距宜为 0.2~0.3m。
- 5.3.8 在分水器、集水器附近以及其它局部加热管排列比较密集的部位，当管间距小于 100mm 时，加热管外部应设置柔性套管等措施。
- 5.3.9 加热管出地面至分水器、集水器连接处，弯管部分不宜露出地面装饰层。加热管出地面至分水器、集水器下部球阀接口之间的明装管段，外部应加装塑料套管。套管应高出装饰面 150~200 mm。
- 5.3.10 加热管与分水器、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；铜质连接件与 PP-R 或 PP-B 直接接触的表面必须镀镍。
- 5.3.11 加热管的环路布置不宜穿越填充层内的伸缩缝。必须穿越时，伸缩缝处应设长度不小于 200mm 的柔性套管。
- 5.3.12 分水器、集水器宜在开始铺设加热管之前进行安装。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 300 mm。
- 5.3.13 伸缩缝的设置应符合下列规定：
- 1 在与内外墙、柱等垂直构件交接处应留不间断的伸缩缝，伸缩缝填充材料应采用搭接方式连接，搭接宽度不应小于 10mm；伸缩缝填充材料与墙、柱应有可靠的固定措施，与地面绝热层连接应紧密，伸缩缝宽度不宜小于 10mm。伸缩缝填充材料宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料。
  - 2 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或内满填弹性膨胀膏。
  - 3 伸缩缝应从绝热层的上边缘作到填充层的上边缘。

#### 5.4 发热电缆系统的安装

- 5.4.1 发热电缆应按照施工图纸标定的电缆间距和走向敷设，发热电缆应保持平直，电缆间距的安装误差不应大于 10mm。发热电缆敷设前，应对照施工图纸核定发热电缆的型号，并应检查电缆的外观质量。
- 5.4.2 **发热电缆出厂后严禁剪裁和拼接，有外伤或破损的发热电缆严禁敷设。**
- 5.4.3 发热电缆安装前应测量发热电缆的标称电阻和绝缘电阻，并做自检记录。
- 5.4.4 发热电缆施工前，应确认电缆冷线预留管、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。
- 5.4.5 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。
- 5.4.6 发热电缆下应铺设钢丝网或金属固定带，发热电缆不得被压入绝热材料中。
- 5.4.7 发热电缆应采用扎带固定在钢丝网上，或直接用金属固定带固定。
- 5.4.8 **发热电缆的热线部分严禁进入冷线预留管。**
- 5.4.9 发热电缆的冷热线接头应在填充层之下，不得设在地面之上。
- 5.4.10 发热电缆安装完毕，应检测发热电缆的标称电阻和绝缘电阻，并进行记录。
- 5.4.11 发热电缆温控器的温度传感器安装应按照相关技术要求进行。
- 5.4.12 发热电缆温控器应水平安装，并牢固固定，温控器应设在通风良好且不被风直吹处，不得被家具遮挡，温控器的四周不得有热源体。
- 5.4.13 发热电缆温控器安装时，应将发热电缆可靠接地。

5.4.14 伸缩缝的设置同第 5.3.13 条。

## 5.5 填充层施工

5.5.1 混凝土填充层施工应具备以下条件：

- 1 发热电缆经电阻检测和绝缘性能检测合格；
- 2 所有伸缩缝已安装完毕；
- 3 加热管安装完毕且水压试验合格、加热管处于有压状态下；
- 4 温控器的安装盒、发热电缆冷线穿管已经布置完毕；
- 5 通过隐蔽工程验收。

5.5.2 混凝土填充层施工，应由有资质的土建施工方承担，供暖系统安装单位应密切配合。

5.5.3 混凝土填充层施工中，应保证加热管内的水压不低于 0.6MPa，填充层养护过程中，系统水压应保持不低于 0.4MPa。

5.5.4 混凝土填充层施工中，严禁使用机械震捣设备；施工人员应穿软底鞋，采用平头铁锹。

5.5.5 **在加热管或发热电缆的铺设区内，严禁穿凿、钻孔或进行射钉作业。**

5.5.6 系统初始加热前，混凝土填充层的养护期不应少于 21 天。施工中，应对地面采取保护措施，严禁在地面上加以重载、高温烘烤、直接放置高温物体和高温加热设备。

5.5.7 填充层施工完毕后，应进行发热电缆的标称电阻和绝缘电阻检测，验收并做好记录。

## 5.6 面层施工

5.6.1 装饰地面宜采用下列材料：

- 1 水泥砂浆、混凝土地面；
- 2 瓷砖、大理石、花岗岩等地面；
- 3 符合国家标准的复合木地板、实木复合地板及耐热实木地板。

5.6.2 面层施工前，填充层应达到面层需要的干燥度。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 面层的施工，必须在填充层达到要求强度后才能进行；
- 3 石材、面砖在与内外墙、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作到高出装饰层上表面 10—20mm，装饰层敷设完毕后，应裁去多余部分。伸缩缝填充材料宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料。

5.6.3 以木地板作为面层时，木材必须经过干燥处理，且应在填充层和找平层完全干燥后，才能进行地板施工。

5.6.4 瓷砖、大理石、花岗岩面层施工时，在伸缩缝处宜采用干贴。

## 5.7 卫生间施工

5.7.1 卫生间应做两层隔离层。

5.7.2 卫生间过门处应设置止水墙，在止水墙内侧应配合土建专业作防水。加热管或发热电缆穿止水墙处应采取隔离措施。

## 6 检验、调试及验收

### 6.1 一般规定

- 6.1.1 检查、调试与验收应由施工单位提出书面报告，监理单位组织各相关专业进行检查和验收，并应做好记录。工程质量检验表可参照附录 F 制定。
- 6.1.2 施工图设计单位应具有相应的设计资质。工程设计文件经批准后方可施工，修改设计应有设计单位出具的设计变更文件。
- 6.1.3 专业施工单位应具有相应的施工资质，工程质量验收人员应具备相应的专业技术资格。
- 6.1.4 低温热水系统应对下列内容进行检查和验收：
- 1 管道、分水器、集水器、阀门、配件、绝热材料等的质量；
  - 2 原始地面、填充层、面层等施工质量；
  - 3 管道、阀门等安装质量；
  - 4 隐蔽前、后水压试验；
  - 5 管路冲洗；
  - 6 系统试运行。
- 6.1.5 发热电缆系统应对下列内容进行检查和验收：
- 1 发热电缆、温控器、绝热材料等的质量；
  - 2 原始地面、填充层、面层等施工质量；
  - 3 隐蔽前、后发热电缆标称电阻、绝缘电阻检测；
  - 4 发热电缆安装；
  - 5 系统试运行。

### 6.2 施工方案及材料、设备检查

- 6.2.1 施工单位应按施工图和工程技术标准，编制施工组织设计或施工方案，经批准后方可施工。
- 6.2.2 施工组织设计或施工方案应包括下列主要内容：
- 1 工程概况；
  - 2 施工节点图、原始地面至面层的剖面图、伸缩缝的位置等；
  - 3 主要材料、设备的性能技术指标、规格、型号等及保管存放措施；
  - 4 施工工艺流程及各专业施工时间计划；
  - 5 施工、安装质量控制措施及验收标准，包括：绝热层铺设、加热管安装、填充层、面层施工质量，水压试验（电阻测试和绝缘测试），隐蔽前、后综合检查，环路、系统试运行调试，竣工验收等；
  - 6 施工进度计划、劳动力计划；
  - 7 安全、环保、节能技术措施。
- 6.2.3 地面辐射供暖系统所使用的主要材料、设备组件、配件、绝热材料必须具有质量合格证明文件，规格、型号及性能技术指标应符合国家现行有关技术标准的规定。进场时应做检查验收，并经监理工程师核查确认。
- 6.2.4 阀门、分水器、集水器组件安装前，应作强度和严密性试验。试验应在每批数量中抽查 10%，且不得少于一个。对安装在分水器进口、集水器出口及旁通管上的旁通阀门，应逐个作强度和严密性试验，合格后方可使用。

6.2.5 阀门的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，公称直径不大于 50mm 的阀门强度和严密性试验持续时间为 15 秒，其间压力应保持不变，且壳体、填料及密封面应无渗漏。

### 6.3 施工安装质量验收

6.3.1 加热管或电缆安装完毕后，在混凝土填充层施工前，应按隐蔽工程要求，由施工单位会同监理单位进行中间验收。

6.3.2 低温热水系统中间验收时，应对以下项目进行检验：

- 1 绝热层的厚度、材料的物理性能及铺设应符合要求；
- 2 加热管的材料、管外径、壁厚、管间距、弯曲半径应符合设计规定，并应可靠固定；
- 3 伸缩缝应按规规定敷设完毕；
- 4 加热管与分水器、集水器的连接处应无渗漏。
- 5 填充层内加热管不应有接头。

6.3.3 发热电缆系统中间验收时，应对以下项目进行检验：

- 1 绝热层厚度、材料的物理性能及铺设应符合要求；
- 2 发热电缆的铺设间距、弯曲半径、型号应符合设计的规定，并应可靠固定；
- 3 伸缩缝应按规规定敷设完毕；
- 4 系统每个环路应无短路和断路现象。

6.3.4 分水器、集水器（含连接件等）安装后应有成品保护措施。

6.3.5 管道安装工程施工标准及允许偏差应符合表 6.3.5-1 的规定；原始地面、填充层、面层施工标准及允许偏差应符合表 6.3.5-2 的规定。

表6.3.5-1 管道安装工程施工标准及允许偏差

序号	项目	条件	标准	允许偏差 (mm)
1	绝热层	接合	无缝隙	
		厚度		+10
2	加热管安装	间距	不宜大于300mm	±10
3	加热管弯曲半径	塑料及铝塑管	不小于6倍管外径	-5
		铜管	不小于5倍管外径	-5
4	加热管固定点间距	直管	不大于700mm	±10
		弯管	不大于300mm	
5	分水器、集水器安装	垂直间距	200mm	±10

表6.3.5-2 原始地面、填充层、面层施工标准及允许偏差

序号	项目	条件	标准	允许偏差(mm)
1	原始地面	铺绝热层前	平整	注
2	填充层	骨料	$\Phi \leq 12\text{mm}$	-2
		厚度	不宜小于50mm	±4
		当面积>30m <sup>2</sup> 或长度>6m	留8mm伸缩缝	+2
		与内外墙、柱等垂直部件	留10mm伸缩缝	+2
3	面层	与内外墙、柱等垂直部件	留10mm伸缩缝	+2
		面层为木地板时， 留≥14mm伸缩缝		+2

注：满足相应土建施工标准。

#### 6.4 低温热水系统的水压试验

- 6.4.1 水压试验应在系统冲洗之后进行。冲洗应在分水器、集水器以外主供、回水管道冲洗合格后，再进行室内供暖系统的冲洗。
- 6.4.2 水压试验应进行两次，分别为浇捣混凝土填充层之前和填充层养护期满后；水压试验应以每组分水器、集水器为单位，逐回路进行。
- 6.4.3 试验压力应为工作压力的 1.5 倍，且不应小于 0.6MPa。
- 6.4.4 在试验压力下，稳压 1 小时，其压力降不应大于 0.05MPa。
- 6.4.5 水压试验宜采用手动泵缓慢升压，升压过程中应随时观察与检查不得有渗漏；不宜以气压试验代替水压试验。
- 6.4.6 在有冻结可能的情况下试压时，应采取防冻措施，试压完成后必须及时将管内的水吹净、吹干。

#### 6.5 调试与试运行

- 6.5.1 **地面辐射供暖系统未经调试，严禁运行使用。**
- 6.5.2 地面辐射供暖系统的运行调试，应在具备正常供暖和供电的条件下进行。
- 6.5.3 地面辐射供暖系统的调试工作应由施工单位在建设单位配合下进行。
- 6.5.4 地面辐射供暖系统的调试与试运行，应在施工完毕且混凝土填充层养护期满后，正式采暖运行前进行。
- 6.5.5 初始加热时，热水升温应平缓，供水温度应控制在比当时环境温度高 10℃左右，且不应高于 32℃。并应连续运行 48 小时；以后每隔 24 小时水温升高 3℃，直至达到设计供水温度。在此温度下应对每组分水器、集水器连接的加热管逐路进行调节，直至达到设计要求。
- 6.5.6 发热电缆地面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。
- 6.5.7 发热电缆温控器的调试应按照不同型号温控器安装调试说明书的要求进行。
- 6.5.8 地面辐射供暖系统的供暖效果，应以房间中央离地 1.5m 处黑球温度计指示的温度，作为评价和考核的依据。