

## JGJ142-2004 地面辐射供暖技术规程

### 前 言

本规程是根据建设部建标<2002>84 号文件“关于印发《二〇〇一-二〇〇二年度工程建设城建、建工行业标准制订、修订计划》的通知”的要求，由中国建筑科学研究院为主编单位，会同有关单位共同编制而成。

本规程主要由以热水为热媒和以发热电缆为热源的，地面辐射供暖工程中的设计、材料选择、施工、调试验收等几方面内容组成。

### 第一章 总 则

第1.1.1条 为了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，特制定本规程。

第1.1.2条 第 1.1.2 条 本规程适用于新建的工业和民用建筑内，以热水为热媒或以发热电缆为热源的，地面辐射供暖工程的设计、施工和验收。

第1.1.3条 第 1.1.3 条 进行地面辐射供暖工程的设计、施工和验收时，除应执行本规程外，尚应符合国家现行的有关标准、规范等的规定。

### 第二章 术 语

第 2.1.1 条 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，在埋置于地面以下填充层中的加热管内循环流动，加热整个地板，通过地面以辐射和对流的热传递方式向室内供热的一种供暖方式。

第 2.1.2 条 分、集水器 (manifold)

水系统中，用于连接各路加热管供、回水的配、集水装置。

第 2.1.3 条 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。

第 2.1.4 条 找平层 (troweling course)

在垫层或楼板面上进行抹平找坡的构造层。

第 2.1.5 条 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。

第 2.1.6 条 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，用以保护设备并使地面温度均匀。

第 2.1.7 条 绝热层 (insulating course)

用以阻挡热量传递，减少无效热耗的构造层。

第 2.1.8 条 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。

第 2.1.9 条 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。

第 2.1.10 条 铝塑复合管 (polyethylene-aluminum compound pipe)

内层和外层为交联聚乙烯或聚乙烯、中间层为增强铝管、层间采用专用热熔胶，通过挤出成型方法复合成一体加热管。根据铝管焊接方法不同，分为搭接焊加对接焊两种形式，通常以 XPAP 或 PAP 标记。

第 2.1.11 条 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。

第 2.1.12 条 交联聚乙烯管 (cross linked polyethylene pipe)

以密度大于等于 0.94g/cm<sup>3</sup> 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-Xa)、硅烷交联聚乙烯(PE-Xb)、电子束交联聚乙烯(PE-Xc)、偶氮交联聚乙烯(PE-Xd。)

第 2.1.13 条 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,经挤出成型的热塑性加热管。通常以 PP-R 标记。

第 2.1.14 条 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,经挤出成型的热塑性加热管。通常以 PP-B 标记。

第 2.1.15 条 耐热聚乙烯管(polyethylene of raised temperature resistance pipe)

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

第 2.1.16 条 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。

第 2.1.17 条 发热电缆(Heating cable)

以供暖为目的、通电后能够发热的电缆,通常由发热导线、绝缘层、接地屏蔽层和外鞘等部分组成。

第 2.1.18 条 发热电缆地面辐射供暖(Heating Cable floor radiant heating)

将外表面允许工作温度上限为 65℃的发热电缆埋设在地板中,以发热电缆为热源加热地板,以温控器控制室温或地板温度,实现地面辐射供暖的供暖方式。

第 2.1.19 条 发热导线(heating conductor)

发热电缆中将电能转换为热能的金属线。

第 2.1.20 条 绝缘层(Insulation of a cable)

发热导线之间或发热导线与接地屏蔽层之间的绝缘材料层。

第 2.1.21 条 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丝或金属带。

第 2.1.22 条 外鞘(Sheath)

保护发热电缆内部不受外界环境影响(如腐蚀、受潮等)的电缆外壳层。

第 2.1.23 条 室温温控器(Thermostat with room sensor)

能够感应房间空气温度,用以调节房间所需温度的一种自动控制装置。

第 2.1.24 条 地温温控器(Thermostat with floor sensor)

能够感应地板温度,加以控制调节的一种自动控制装置。

第 2.1.25 条 双温温控器(Thermostat with air & floor sensors)

能够同时感应房间空气温度和地板温度,加以控制调节的一种自动控制装置。

第 2.1.26 条 固定卡子(Tube clamps)

将加热管或发热电缆直接固定在绝热层上的塑料卡钉。

第 2.1.27 条 扎带(fixing)

将加热管或发热电缆固定在木格栅或钢丝网上的固定带

### 第三章 低温热水地面辐射供暖系统的设计

#### 第 1 节 一般规定

第 3.1.1 条 低温热水地面辐射供暖系统的供、回水温度应由计算确定。民用建筑供水温度宜采用 35-50℃,不应超过 60℃,供、回水温差宜小于或等于 10℃。

第 3.1.2 条 采用低温热水地面辐射供暖方式时,地面的表面平均温度应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 地面的表面平均温度 (°C)

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

浴室及游泳池 30-33 33

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

第 3.1.4 条 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,都应和热源系统相匹配;同时热源系统应设置相应的控制装置,满足低温热水地面辐射供暖系统运行与调节的需要。

第 3.1.5 条 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、集水器、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、热源及热媒参数、加热管技术数据、规格(公称外径 X 壁厚);标明使用的具体条件如工作温度、工作压力以及绝热层材料的导热系数、容重(密度)、规格、厚度等;

3. 平面图中应绘出加热管道的具体布置形式,标明敷设间距、各环路编号、加热管的管径、计算长度等。

第 2 节 低温热水地面辐射供暖系统地面构造作法

第 3.2.1 条 低温热水地面辐射供暖系统的地面结构,宜由基层(楼板或与土壤相邻的地面)、找平层、绝热层(上部敷设加热管)、伸缩缝、填充层和地面层组成。可参见附录 A。

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. 与土壤相邻的地面,必须设绝热层,绝热层下部应设置防潮层。直接与室外空气相邻的楼板,也必须设绝热层。

3. 对于潮湿房间如卫生间、游泳馆等,在填充层上部应设置隔离层。

第 3.2.2 条 采用低温热水地面辐射供暖方式时,宜优先采用热阻小于  $0.05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  的材料作为面层。

第 3.2.3 条 当面层采用带龙骨的架空木地板时,加热管应敷设在木地板下部、龙骨之间的绝热层上,这时可不设置豆石混凝土填充层。

第 3.2.4 条 低温热水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 3.2.4 规定值,若采用其它隔热材料时,可根据热阻相当的原则确定厚度。

表 3.2.4 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

与土壤或室外空气相邻的地板上的绝热层 40

第 3.2.5 条 在与内外墙、柱及过门等垂直部件交接处应敷设不间断的伸缩缝,伸缩缝宽度不应小于 20mm,伸缩缝宜采用聚苯乙烯或高发泡聚乙烯泡沫塑料;当地面面积超过  $30 \text{ m}^2$  或边长超过 6m 时,应设置伸缩缝,伸缩缝宽度不宜小于 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。

第 3.2.6 条 填充层的材料宜采用 C15 豆石混凝土,豆石粒径不宜大于 12mm。填充层的厚度不宜小于 50mm。如地面荷载大于  $20 \text{ KN/m}^2$  时,应会同结构设计人员采用加固措施。

第 3 节 地面辐射供暖系统供暖热负荷的计算

第 3.3.1 条 低温热水地面辐射供暖系统的供暖热负荷,应按《采暖通风与空气调节设计规范》(GB50019)的有关规定进行计算。

第 3.3.2 条 计算全面低温热水地面辐射供暖系统的耗热量时,室内计算温度的取值应降低 2℃,或取计算总耗热量的 90—95%。

第 3.3.3 条 局部地面辐射供暖系统的耗热量,可按整个房间全面辐射供暖所算得的耗热量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

第 3.3.4 条 进深大于 6m 的房间,宜以距外墙 6m 为界分区,分别计算供暖热负荷和进行加热管布置。

第 3.3.5 条 敷设加热管的建筑地面,不应计算地面的传热损失。

第 3.3.6 条 计算低温热水地面辐射供暖系统的供暖热负荷时,不考虑高度附加。

第 3.3.7 条 采用集中供暖分户热计量或分户独立热源的低温热水地面辐射供暖的系统,应考虑间歇供暖和户间传热等因素,宜对计算的热负荷增加一定的附加值。

#### 第 4 节 低温热水地面辐射供暖系统的地面散热量

第 3.4.1 条 单位地面面积的散热量  $q$  ( $W/m^2$ ) 应按下式计算:

$$q=q_f+q_d$$

单位地面面积辐射传热量:

$$q_f=5 \times 108 < (t_{pj}+273)^4 - (AUST+273)^4 >$$

单位地面面积对流传热量:

$$q_d=\alpha (t_{pj}-t_n)n$$

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

$AUST$ —室内非加热表面的面积加权平均温度 ( $^{\circ}C$ ); (详见附录 B)

$\alpha$ —常数,向上传热时,  $\alpha=2.17$ ; 向下传热时,  $\alpha=0.14$ ;

$n$ —指数,向上传热时,  $n=1.31$ ; 向下传热时,  $n=1.25$ ;

$t_n$ —室内计算温度 ( $^{\circ}C$ )。

第 3.4.2 条 确定地面所需的散热量时,应将第三节计算的房间供暖热负荷扣除来自上层地板向下的散热量。

第 3.4.3 条 单位地面面积所需的散热量应按下式计算:

$$q_x=Q/F$$

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

$Q$ ——房间所需的地面散热量 ( $W$ );

$F$ ——敷设加热管的地面面积 ( $m^2$ )。

第 3.4.4 条 确定地面散热量时,必须校核地面的表面平均温度,确保其不高于表 3.1.3 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,减少低温热水地面辐射供暖系统负担的热负荷。 $t_{pj}$  与单位地面面积所需散热量之间,近似关系为:

$$t_{pj}=t_n+9 (q_x/100)^{0.909} \text{ } ^{\circ}C$$

式中:  $t_n$ —室内计算温度 ( $^{\circ}C$ );

$q_x$ —单位地面的散热量,  $W/m^2$ 。

第 3.4.5 条 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传热的热量损失。

第 3.4.6 条 地面散热量应考虑家俱及其它地面覆盖物的影响。

第 3.4.7 条 单位地面面积的散热量和向下传热的热损失，均应通过计算确定。

注：当加热管采用 PE-X 管或 PB 管、外径为 20mm、填充层厚度为 50mm、绝热层厚度 20mm 和供回水温差 10℃时，不同加热管间距、平均水温和室内空气温度条件下，单位地面面积散热量及向下传热的热损失，可按附录 B 选用。

#### 第 5 节 加热管系统设计

第 3.5.1 条 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、集水器；户内的各主要房间，宜分环路布置加热管。

第 3.5.2 条 连接在同一分、集水器上的同一管径各环路加热管的长度宜尽量接近，并不宜超过 120m。

第 3.5.3 条 加热管的布置，应根据保证地面温度均匀的原则，选择采用回折型（旋转型）、平行型（直列型），详见附录 C。

第 3.5.4 条 加热管的敷设管间距，应根据地面散热量、室内空气设计温度、平均水温及地面传热热阻等通过计算确定。

第 3.5.5 条 加热管的选择，应按供暖系统实际设计压力和管材的许用设计环应力选用，选择方法可参照附录 D。

第 3.5.6 条 加热管内水的流速不宜小于 0.25m/s。

#### 第 6 节 分、集水器及附件的设计

第 3.6.1 条 每环路加热管的进、出水口，应分别与分、集水器相连接。分、集水器直径应不小于总供回水管直径，且分、集水器最大断面流速不宜大于 0.8m/s。每个分、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。

第 3.6.2 条 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、热计量装置（有热计量要求的系统）和阀门。在集水器之后的回水连接管上，应安装可关断调节阀，必要时可以平衡阀代替。

第 3.6.3 条 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，保证对供暖管路系统冲洗时水不流进加热管。

第 3.6.4 条 分、集水器上应设置手动或自动排气阀及泄水阀。

#### 第 7 节 加热管水力计算

第 3.7.1 条 加热管的压力损失 $\Delta P$  (Pa)，可按下式计算：

$$\Delta P = \Delta P_m + \Delta P_j$$

沿程压力损失 $\Delta P_m$ ：

$$\Delta P_m = \lambda \quad Pa$$

局部压力损失 $\Delta P_j$ ：

$$P_j = \quad Pa$$

式中： $\lambda$  —管道摩擦系数；

$d$ —管道内径 (m)；

$l$ —管道长度 (m)；

$\rho$  —水的密度 (kg / m<sup>3</sup>)；

$u$ —水的流速 (m/s);

$\zeta$ —局部阻力系数。

第 3.7.2 条 塑料管的摩擦系数, 可近似统一按下式计算:

式中  $\lambda$ —摩擦阻力系数;

$b$ —水的流动相似系数;

$b=1+$

式中  $Re_s$  为阻力平方区的临界雷诺数,

$k_e$ —管子的当量粗糙度, m, 对塑料管,  $k_e=1 \times 10^{-5}$  m;

$d_i$ —管子的计算内径, m

$d_i=0.5(2d_o+d_o-4s-2s)$  (2)

式中  $d_o$ —管外径, m;

$d_o$ —管外径允许误差, m;

$s$ —管壁厚, m;

$s$ —管壁厚允许误差, m。

$Re_p$ —实际雷诺数,  $Re_p=$ , 其中  $v$  为水的流速, m/s;  $\nu$  为与温度有关的运动黏度,  $m^2/s$ 。

塑料管阻力损失可按附录 E 计算。

第 3.7.3 条 加热管的局部压力损失应通过计算确定, 加热管局部阻力系数  $\xi$  值可按附录 E-3 选用。

第 3.7.4 条 每套分、集水器环路 (自分水器总进水管阀门起, 至集水器总出水管阀门为止) 的总压力损失 (不包括热量表和恒温阀的局部阻力), 不宜超过 30kPa。

## 第 8 节 热计量和室温控制

第 3.8.1 条 新建住宅热水供暖系统, 应设置分户热计量和温度控制装置。

第 3.8.2 条 低温热水地面辐射供暖系统的分户热计量, 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, 应符合国家现行标准《工业锅炉水质》(GB 1576) 的要求;
4. 共用立管和入口装置, 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的户数不宜超过 3 户。

第 3.8.3 条 低温热水地面辐射供暖系统室内温度的控制, 可选取如下列出的一种方式:

1. 在加热管与分、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. 在加热管与分、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, 通过各房间内的温度控制器控制相应回路上的调节阀, 使室内温度自动保持恒定。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、集水器之间应预埋电线。

3. 在各个房间的加热管 (加热管局部沿墙槽抬高至 1.4m) 上装置自力式恒温控制阀, 使室温保持恒定。

第 3.8.4 条 低温热水地面辐射供暖系统应在热源处设置供热温度调节控制装置。

## 第五章 低温热水地面辐射供暖系统的施工

## 第 1 节 一般规定

第 5.1.1 条 低温热水地面辐射供暖工程，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内粉刷（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. 各种安装材料已经检验合格，所附带的说明书和合格证应齐全。

第 5.1.2 条 加热管在运输、装卸和搬运时，应小心轻放，不得抛、摔、滚、拖。避免曝晒雨淋，宜储存在温度不超过 40℃，通风良好和干净的库房内；与热源距离至少应保持在 1m 以上。

第 5.1.3 条 施工过程中，应防止油漆、沥青或其它化学溶剂接触污染管线的表面。

第 5.1.4 条 低温热水地面辐射供暖工程的施工，环境温度不宜低于 5℃。

第 5.1.5 条 低温热水地面辐射供暖工程施工，不宜与其它工种进行交叉施工作业，施工过程中，严禁进入踩踏加热管。所有地面留洞应在填充层施工前完成。

## 第 2 节 绝热层的铺设

第 5.2.1 条 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。

第 5.2.2 条 绝热层的铺设应平整，绝热层相互间的接缝应严密。直接与土壤接触的或有潮气侵入的地面，在铺放绝热层之前应先铺一层防潮层。

## 第 3 节 加热管的安装

第 5.3.1 条 加热管应严格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、壁厚是否满足设计要求；并对加热管外观质量和管内部是否有杂质等进行认真检查，确认不存在任何问题后再进行安装。加热管安装间断或完毕的敞口处，应随时封堵。

第 5.3.2 条 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。

第 5.3.3 条 加热管安装时应禁止管道拧劲；弯曲管道时，圆弧的顶部应加以限制（顶住），并用管卡进行固定，防止出现“死折”；加热管的弯曲半径不宜小于 6 倍管外径。

第 5.3.4 条 埋设于填充层内的加热管不应有接头。

第 5.3.5 条 施工验收后，发现加热管损坏，需要增设接头时，根据不同材质的塑料加热管采用热熔插接式连接或卡套式、卡压式铜制管接头。采用铜制管接头时应在外部增设防腐及其保护措施。铜管宜采用机械连接和焊接连接。无论采用何种接头，在装饰层上应设有明显标志。

第 5.3.6 条 加热管应设固定装置，可采用以下的固定方法：

1. 用固定卡子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栅上；
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。

第 5.3.7 条 加热管固定点的间距，直管段部分固定间距宜为 0.7—1.0m，弯曲管段部分的固定点间距宜为 0.2—0.3m。

第 5.3.8 条 在分、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保温措施。

第 5.3.9 条 加热管出地面至分、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、集水器下部球阀接口之间的明装管段，外部应加套塑料套管。套管应高出装饰面 150-200mm。

第 5.3.10 条 加热管与分、集水器装置及管件连接，应采用卡套式、卡压式挤压夹紧连接连接；连接件材料宜为铜质；铜质连接件直接与 PP-R 或 PP-B 接触的表面必须镀镍。

第 5.3.11 条 加热管的环路布置应尽可能少穿伸缩缝，穿越伸缩缝处，应设长度不小于 100mm 的两端均匀的柔性套管。

第 5.3.12 条 分、集水器应在开始铺设加热管之前进行安装。水平安装时，一般宜将分水器安装在上，集水器安装在下，中心距宜为 200mm，集水器中心距地面应不小于 300mm。分、集水器安装视图参见附录 H。

第 5.3.13 条 伸缩缝的设置：

1. 在与内外墙、柱及过门等交接处应敷设不间断的伸缩缝，伸缩缝连接处应采用搭接方式，搭接宽度不小于 10mm；伸缩缝与墙、柱应有可靠的固定方式，与地面绝热层连接应紧密，伸缩缝宽度不宜小于 20mm。伸缩缝宜采用聚苯乙烯或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到填充层的上边缘整个截面上隔开。

#### 第 4 节 填充层的施工

第 5.4.1 条 混凝土填充层施工应具备以下条件：

1. 所有伸缩缝均已按设计要求敷设完毕；
2. 加热管安装完毕且水压试验合格、加热管处于有压状态下；
3. 通过隐蔽工程验收；

第 5.4.2 条 混凝土填充层的施工，应由土建施工方承担；安装单位应密切配合，保证加热管内的水压不低于 0.6MPa，养护过程中，系统应保持不小于 0.4MPa。

第 5.4.3 条 浇筑混凝土填充层时，施工人员应穿软底鞋，采用平头铁锹。

第 5.4.4 条 混凝土填充层的养护周期不应少于 21 天。养护期满后，对地面应妥加保护，严禁在地面上运行重载、高温烘烤、直接放置高温物体和高温加热设备。

#### 第 5 节 面层的施工

第 5.5.1 条 低温热水地面辐射供暖装饰地面宜采用以下材料：

1. 水泥砂浆、混凝土地面；
2. 磁砖、大理石、花岗岩等石材地面；
3. 符合国家标准复合木地板、实木复合地板及耐热实木地板。

第 5.5.2 条 面层施工前应确定填充层是否达到面层需要的干燥度后才可施工。面层施工，除应符合土建施工设计图纸的各项要求外，尚应符合以下规定：

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. 面层（石材、面砖）在与内外墙、柱等交接处，应留 8mm 宽伸缩缝（最后以踢脚遮挡）；木地板铺设时，应留  $\geq 14$ mm 伸缩缝。

第 5.5.3 条 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，才能进行地板粘贴。

## 第 6 节 卫生间施工

第 5.6.1 条 卫生间应做两层隔离层，作法可参见附录 A。

第 5.6.2 条 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，以防止卫生间积水渗入绝热层，并沿绝热层渗入其它区域。加热管穿止水墙处应设防水套管，防水套管两端应加密封。

## 第六章 低温热水地面辐射供暖系统的检验、调试及验收

### 第 1 节 一般规定

第 6.1.1 条 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、验收，并应做好纪录。工程质量检验表可参照附录 I 制定。

第 6.1.2 条 低温热水地面辐射供暖系统施工图设计者，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。

第 6.1.3 条 低温热水地面辐射供暖系统工程的专业施工单位，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。

第 6.1.4 条 低温热水地面辐射供暖系统的检查、调试与验收，应遵循“有关各方协调一致，共同确认”的原则，在各专业、各工序交接时或隐蔽前，应对下列内容进行检查和验收，并做出结论：

1. 管道、分、集水器、阀门、配件、隔热材料等的质量；
2. 管道、阀门等安装质量；
3. 隐蔽前水压试验检查验收；
4. 原始地面、填充层、面层等施工质量检查验收；
5. 中间交接质量检查验收；
6. 隐蔽后水压试验检查验收；
7. 冲洗检查验收；
8. 环路、系统试运行调试。

### 第 2 节 施工方案及材料、设备检查

第 6.2.1 条 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。

第 6.2.2 条 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，隐蔽前综合检查，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。

第 6.2.3 条 低温热水地面辐射供暖系统工程所使用的主要材料、设备组件、阀门、配件、隔

热材料必须具有中文质量合格证明文件,规格、型号及性能技术指标应符合国家现行有关技术标准。进场时应做检查验收,并经监理工程师核查确认。

第 6.2.4 条 阀门、分、集水器组件安装前,应作强度和严密性试验。试验应在每批(同牌号、同型号、同规格)数量中抽查 10%,且不少于一个。对于安装在分水器进口和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,应全部合格。

第 6.2.5 条 阀门的强度试验压力为工作压力的 1.5 倍;严密性试验压力为工作压力的 1.1 倍,  $DN \leq 50\text{mm}$  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、填料及密封面无渗漏。

#### 施工、安装质量验收

第 6.3.1 条 低温热水地面辐射供暖系统的加热管安装完毕后,在浇捣混凝土填充层前,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。

第 6.3.2 条 低温热水地面辐射供暖系统,进行中间验收时,必须对以下项目进行检验,并作出结论:

1. 绝热层的厚度、铺设及材料的物理性能是否符合要求;
2. 加热管的材料、管外径、壁厚、管间距、弯曲半径等是否符合设计规定,固定是否可靠;
3. 伸缩缝是否按规定敷设完毕;
4. 加热管及加热管与分、集水器的连接处有无渗漏。

第 6.3.3 条 分、集水器(含连接件等)安装后应有成品保护措施,出地面的套管应有固定措施。

第 6.3.4 条 填充层内加热管不应有接头。

第 6.3.5 条 管道安装工程施工标准及允许偏差及原始地面、填充层、面层施工标准及允许偏差应符合附录 J 的规定。

#### 第 4 节 水压试验

第 6.4.1 条 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,冲洗方法见 6.4.2;
2. 水压试验应以每组分、集水器为单位,逐回路进行;
3. 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;
4. 试验压力应为工作压力的 1.5 倍,且不应小于 0.6MPa;
5. 检验方法:在试验压力下,稳压 1h,观察其压力降,若压降不大于 0.05MPa,则认为合格;
6. 水压试验宜采用手动泵缓慢升压,升压过程中要随时观察与检查有无渗漏;
7. 在有冻结可能的情况下试压时,试压完成后应及时将管内的水吹干;
8. 不宜以气压试验代替水压试验。

第 6.4.2 条 冲洗应在分、集水器以外主供、回水管道冲洗合格后,再进行室内低温热水地面辐射供暖系统的冲洗。

#### 第 5 节 调试与试运行

第 6.5.1 条 低温热水地面辐射供暖系统未经调试,严禁运行使用。

第 6.5.2 条 低温热水地面辐射供暖系统的调试运行,应在具备正常供热和供电的条件下进行。

第 6.5.3 条 低温热水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。

第 6.5.4 条 低温热水地面辐射供暖系统的通热试运行，必须在面层完全自然干燥后（至少填充层施工完成 21 天后）进行。初次供暖时，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℃。在这个水温下，应连续运行 48h；以后每隔 24h 水温升高 3℃，直至达到设计供水温度。在此温度下应对每组分、集水器连接的加热管逐路进行调节，直至运行正常。

第 6.5.5 条 低温热水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。

## 第 6 节 竣工验收

第 6.6.1 条 竣工验收时，应具备下列文件：

1. 施工图、竣工图和设计变更文件；
2. 主要材料及配件等的出厂合格证和检验合格证明；
3. 中间验收记录；
4. 试压和冲洗记录；
5. 工程质量验收表；
6. 调试记录。

第 6.6.2 条 低温热水地面辐射供暖工程应符合以下各项规定，方能通过竣工验收：

1. 施工质量符合设计要求和本规程的各项规定；
2. 填充层、面层表面无明显裂缝；
3. 管道、阀门和连接配件无渗漏；
4. 阀门启闭灵活，关闭严密。

第 6.6.3 条 中间验收、调试和竣工验收，均应做好记录、签署文件并立卷归档。

## 七章 发热电缆地面辐射供暖系统的设计

### 第 1 节 一般规定

第 7.1.1 条 采用发热电缆地面辐射供暖方式时，发热电缆的外鞘表皮最高发热温度不应高于 65℃。线功率不宜超出 19W/m。

第 7.1.2 条 采用地面辐射供暖方式时，地面的表面平均温度应符合表 7.1.2 的规定。

表 7.1.2 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

浴室及游泳池 30-33 33

第 7.1.3 条 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、发热电缆材料技术数据、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；以及绝热层材料的导热系数、容重（密度）、规格、厚度等；
3. 平面图中应绘出发热电缆的具体布置形式和敷设间距，标出各供暖房间的编号和发热电缆的计算长度等。

## 第 2 节 发热电缆地面辐射供暖系统地面构造作法

第 7.2.1 条 发热电缆地面辐射供暖系统的地面结构,宜由基层(楼板或与土壤相邻的地面)、找平层、绝热层(上部敷设加热管)、伸缩缝、填充层和地面层组成。可参见附录 A。

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. 与土壤相邻的地面,必须设绝热层,绝热层下部应设置防潮层。直接与室外空气相邻的楼板,也必须设绝热层。

3. 对于潮湿房间如卫生间、游泳馆等,在填充层上部应设置隔离层。

第 7.2.2 条 采用地面辐射供暖方式时,宜优先采用热阻小于  $0.05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  的材料作为面层。

第 7.2.3 条 当面层采用带龙骨的架空木地板时,发热电缆应敷设在木地板下部、龙骨之间的绝热层上,这时可不设置豆石砼填充层。发热电缆的线功率不宜大于 10 瓦,绝热层与地板间净空不宜小于 30mm。

第 7.2.4 条 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 7.2.4 规定值,若采用其它隔热材料时,可根据热阻相当的原则确定厚度。

表 7.2.4 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

与土壤或室外空气相邻的地板上的绝热层 40

第 7.2.5 条 在与内外墙、柱及过门等垂直部件交接处应敷设不间断的伸缩缝,伸缩缝宽度不应小于 20mm,伸缩缝宜采用聚苯乙烯或高发泡聚乙烯泡沫塑料;当地面面积超过  $30 \text{ m}^2$  或边长超过 6m 时,应设置伸缩缝,伸缩缝宽度不宜小于 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。

第 7.2.6 条 填充层的材料宜采用 C15 豆石混凝土,豆石粒径不宜大于 12mm。填充层的厚度不宜小于 50mm。如地面荷载大于  $20 \text{ KN/m}^2$  时,应会同结构设计人员采用加固措施。

## 第 3 节 地面辐射供暖系统供暖热负荷的计算

第 7.3.1 条 地面辐射供暖系统的供暖热负荷,应按《采暖通风及空气调节设计规范》(GB50019)的有关规定进行计算。

第 7.3.2 条 计算全面地面辐射供暖系统的耗热量时,室内计算温度的取值应降低  $2^\circ\text{C}$ ,或取计算总耗热量的 90—95%。

第 7.3.3 条 局部地面辐射供暖系统的耗热量,可按整个房间全面辐射供暖所算得的耗热量乘以该区域面积与所在房间面积的比值和表 7.3.3 中所规定的附加系数确定。

表 7.3.3 局部辐射供暖热负荷的附加系数

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

第 7.3.4 条 进深大于 6m 的房间,宜以距外墙 6m 为界分区,分别计算供暖热负荷和进行管线布置。

第 7.3.5 条 敷设发热电缆的建筑地面,不应计算地面的传热损失。

第 7.3.6 条 计算地面辐射供暖系统的供暖热负荷时,可不考虑高度附加。

第 7.3.7 条 采用发热电缆地面辐射供暖的系统,应考虑间歇供暖和户间传热因素,宜对计算的热负荷增加一定的附加值。

#### 第 4 节 地面辐射供暖系统的地面散热量

第 7.4.1 条 单位地面的散热量  $q$  ( $W/m^2$ ) 应按下列式计算:

$$q=q_f+q_d$$

单位地面面积辐射传热量:

$$q_f=5 \times 108 < (t_{pj}+273)^4 - (AUST+273)^4 >$$

单位地面面积对流传热量:

$$q_d=\alpha (t_{pj}-t_n)n$$

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

$AUST$ —室内非加热表面的面积加权平均温度 ( $^{\circ}C$ ); (详见附录 B)

$\alpha$ —常数, 向上传热时,  $\alpha = 2.17$ ; 向下传热时,  $\alpha = 0.14$ ;

$n$ —指数, 向上传热时,  $n = 1.31$ ; 向下传热时,  $n = 1.25$ ;

$t_n$ —室内计算温度 ( $^{\circ}C$ )。

第 7.4.2 条 确定地面所需的散热量时,应将第三节计算的房间供暖热负荷扣除来自上层地板向下的散热量。

第 7.4.3 条 地面单位面积所需的散热量应按下列式计算:

$$q = Q / F$$

式中:  $q$  ——地面单位面积所需的散热量 ( $W/m^2$ );

$Q$  ——房间所需的有效散热量 ( $W$ );

$F$  ——敷设发热电缆的地面面积 ( $m^2$ )。

第 7.4.4 条 确定地面散热量时,必须校核地面的表面平均温度,确保其不高于表 7.1.3 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,减少辐射供暖系统负担的热负荷。 $t_{pj}$ 与单位地面面积所需散热量之间,近似关系为:

$$t_{pj}=t_n+9 (q_x/100)^{0.909} \text{ } ^{\circ}C$$

式中:  $t_n$ —室内计算温度 ( $^{\circ}C$ );

$q_x$ —单位地面的散热量,  $W/m^2$ 。

第 7.4.5 条 发热电缆的发热功率计算,应包括地面向上的散热量和向下层或向土壤传热的热量损失。

第 7.4.6 条 地面散热量应考虑家具及其它地面覆盖物的影响,在已知热阻较大的地方,应减少发热电缆的铺设功率。

#### 第 5 节 发热电缆系统的设计

第 7.5.1 条 一般靠近外窗、外墙等局部热负荷较大区域,发热电缆应铺设较密,以补偿房间热损失。但地表面温度不应超出 7.1.3 条限定值,电缆间距不应超过 7.5.3 条。

第 7.5.2 条 发热电缆的布置,可选择采用回折型(旋转型)、平行型(直列型),详见附录 C。

第 7.5.3 条 铺设发热电缆的最大间距,不应超过 300mm;不应小于 6 倍电缆直径,任何位置电缆的弯曲半径不得小于产品规定值。

第 7.5.4 条 在需要供暖的一个区域(房间)中宜安装一根发热电缆,两个不同温度要求的区域

(房间)不宜共用一根发热电缆;通过温控器,每个房间宜单独控制温度。

第 7.5.5 条 温控器直接控制的发热元件,禁止超过温控器本身的额定电流。

第 7.5.6 条 发热电缆地面辐射供暖系统中的温控器可根据房间的使用功能、控温范围、额定电流、通断精度等因素选择型号、规格。

1. 可通过设置接触器与温控器结合的方式进行温度控制。

2. 一般房间可采用室温型温控器或地温型温控器;

3. 高大空间、浴室、卫生间、游泳池等区域,应采用地温型温控器;

4. 当需要同时控制室温和限制地面温度的场合,(例如实木地板)应采用双温型温控器;

5. 可选择其它形式的温控器或采用温控器与其它控制设备结合的形式实现诸如远程控制等特殊控制功能。

6. 地温传感器不应被家具等覆盖和遮挡。

第 7.5.7 条 发热电缆地面辐射供暖系统中的温控器应尽量避免安装在外墙上;温控器或传感器应安装在附近无散热体、周围无遮挡物、不受风吹、避光,通风干燥,能正确反应室内温度的位置。

第 7.5.8 条 温控器的选择和安装位置应考虑使用环境的潮湿情况。

第 7.5.9 条 温控器宜安装在距室内地面 1.4m 的墙面上。

## 第 6 节 电气设计

第 7.6.1 条 发热电缆地面辐射采暖供电方式,宜采用 AC220V 供电。进户回路负载超过 12KW 时,可采用 AC220V/380V 三相四线制供电方式。

第 7.6.2 条 多根发热电缆接入 220V/380V 三相系统时应使三相平衡,发热电缆地面辐射采暖系统的户内电气回路应单独设置。

第 7.6.3 条 导线截面及开关配合,应满足过负荷保护和短路保护要求,零线截面不得小于等于相线截面。

第 7.6.4 条 配电箱中应设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。30mA

第 7.6.5 条 地温传感器穿线管应选用硬质套管。

第 7.6.6 条 发热电缆的接地线必须与电源的 PE 线连接。

第 7.6.7 条 发热电缆地面辐射供暖系统的电气设计尚应符合《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》(GB50303-2002)的有关规定。

## 第八章 发热电缆地面辐射供暖系统的材料

### 第 1 节 一般规定

第 8.1.1 条 系统中所用材料,应根据工程环境,如工作温度、工作压力、荷载、设计寿命、现场防水、防火要求以及施工性能,参考相关的标准综合比较后确定。

第 8.1.2 条 所有材料均应是按国家有关标准检验合格的,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。

### 第 2 节 发热电缆及温控器质量要求

第 8.2.1 条 地面辐射供暖系统用的发热电缆,其冷热导线的接头必须在工厂内加工完成,并根据使用年限和使用环境的要求进行严格检测。

第 8.2.2 条 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，机械性能应符合标准的规定，见附录 J。

第 8.2.3 条 没有接地屏蔽措施的发热电缆禁止使用在人员经常停留或人员短期停留的区域。

第 8.2.4 条 发热电缆的结构从里到外由以下材料组成：发热导线、绝缘层、接地屏蔽层和外鞘等。

第 8.2.5 条 地面辐射供暖系统用的发热电缆，外径不宜小于 6mm。

第 8.2.6 条 发热电缆的结构应能满足耐电、耐热、耐机械力的要求，并保证正常使用时的性能可靠，对用户和周围环境没有危害。

第 8.2.7 条 发热导体宜使用纯金属或金属合金材料，应满足最少 50 年的非连续正常使用时间寿命。

第 8.2.8 条 发热电缆地面辐射供暖系统用温控器应符合国家标准《温度指示控制仪》（JG874-94GB14536·10）和《家用和类似用途自动温度敏感控制器的特殊要求》的要求。

第 8.2.9 条 发热电缆应有清晰标志，包括商标和电缆型号。

### 第 3 节 隔热材料质量要求

第 8.3.1 条 隔热材料应采用导热系数小，吸湿率低，难燃或不燃，具有足够的承载能力的材料，并且不含殖菌源，不散发异味及可能危害健康的挥发物。

第 8.3.2 条 地面辐射供暖工程可采用珠粒发泡的聚苯乙烯泡沫塑料（EPS）板材，其质量应符合 GB10801《隔热用聚苯乙烯泡沫塑料》中 II 的规定，主要技术指标如表 8.2.2。

表 8.2.2 EPS 板材主要技术指标

项 目 单 位 II

表观密度 不小于 20.0 kg/m<sup>3</sup>

压缩强度（即在 10%形变下的压缩应力） 不小于 100 kPa

导热系数 不大于 0.041 w/m.k

吸水率 不大于 4%(v/v)

氧指数 不小于 30 %

70℃ 后 48h 尺寸变化率 不大于 5 %

熔结性（弯曲变形） 不小于 20 mm

第 8.3.3 条 当采用其它隔热材料时，其技术指标应参照表 8.2.2 的规定，选用同等效果隔热材料。

## 第九章 发热电缆地面辐射供暖系统的施工

### 第 1 节 一般规定

第 9.1.1 条 发热电缆地面辐射供暖工程，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. 施工现场具有供电条件，有储放材料的临时设施。
4. 土建专业已完成墙面内粉刷（不含地面层），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；（装修、照明等）
6. 各种安装材料已经检验合格，所附带的说明书和合格证应齐全。

第 9.1.2 条 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。避免爆晒雨淋,宜储存在温度不超过 40℃,通风良好和干净的库房内;与热源距离至少应保持在 1m 以上。

第 9.1.3 条 发热电缆存放、运输和敷设应避免因环境温度过高或过低而受到损害。

第 9.1.4 条 发热电缆存放、运输和敷设应避免因物理压力过高而受到损害。

第 9.1.5 条 施工过程中,应防止油漆、沥青或其它化学溶剂接触污染管线的表面。

第 9.1.6 条 地面辐射供暖工程施工过程中,不宜进入踩踏电缆。不宜与其它工种进行交叉施工作业,所有地面留洞应在填充层施工前完成。

第 9.1.7 条 发热电缆地面辐射采暖工程施工现场环境温度低于 0℃时,不宜施工。低于 0℃必须施工时,现场应采取升温措施,发热电缆预热时严禁电缆间有搭接。

第 9.1.8 条 安装前应进行发热电缆的标称电阻检测和通断测试。

第 9.1.9 条 所有进场的材料必须进行检验验收,包括产品的技术文件、标志、外观检查,必要时应抽样进行相关检测。温控器的外观不能有划痕,标记清晰,面板扣合、开启自如,温度调节部件使用正常。

## 第 2 节 绝热层的铺设

第 9.2.1 条 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。

第 9.2.2 条 绝热层的铺设应平整,边沿绝热层相互间的搭接应严密。对土壤上面的地面或有湿度侵入的地面,在铺放绝热层之前必须先铺一层防潮层。

## 第 3 节 发热电缆的安装

第 9.3.1 条 发热电缆应严格按照设计图纸标定的电缆间距和走向敷设,发热电缆应保持平、直,电缆间距的安装误差不应大于±10mm。发热电缆敷设前,应对照施工图纸核定发热电缆的选型是否满足设计要求;并对电缆的外观质量等进行认真检查,确认不存在任何问题后再进行安装。

第 9.3.2 条 发热电缆敷设前必须先检查外观质量,有外伤、破损不准敷设。

第 9.3.3 条 发热电缆安装前应测量发热电缆的标称电阻和绝缘,并做自检记录。

第 9.3.4 条 在发热电缆施工前,应确认电缆电源冷线预留管、温控器接线盒、地温传感器预留管、采暖配电箱等预留、预埋工作已完毕。

第 9.3.5 条 发热电缆必须按设计图纸要求敷设,安装时应禁止电缆拧劲,弯曲电缆时,圆弧的顶部应加以限制(顶住),并进行固定,防止出现“死折”;电缆的弯曲半径不应小于厂家规定值。

第 9.3.6 条 发热电缆设在隔热材料上时,发热电缆下必须铺设钢丝网或金属固定带,以保证发热电缆不被压入隔热材料中。

第 9.3.7 条 发热电缆定位后,用扎带在钢丝网上固定,或采用金属固定带。

第 9.3.8 条 发热电缆的热线部分不应进入冷引线预留管。

第 9.3.9 条 发热电缆安装完毕,应进行发热电缆的标称电阻、绝缘电阻检测,并进行记录。

第 9.3.10 条 发热电缆地面辐射采暖系统的电气施工应符合《电气装置安装工程施工验收规范》(GB50254-96 及 GB50258-96)的规定。

## 第 4 节 填充层的施工

第 9.4.1 条 填充层施工应在发热电缆经通断检测和绝缘性能检测合格后进行。

第 9.4.2 条 混凝土填充层施工应具备以下条件：

1. 所有靠垂直部件处的边缘隔热条已安装完毕。
2. 所需伸缩缝已由设计人员做出规定，并由填充层的施工公司做了布置。
3. 通过隐蔽工程验收。

第 9.4.3 条 混凝土填充层的施工，应由土建施工方承担；供暖系统安装单位应密切配合。

第 9.4.4 条 浇捣混凝土填充层时，必须在发热电缆上部架设操作板，保持施工人员在板上操作，严禁踩踏发热电缆；施工人员应穿软底鞋，采用平头锹。

第 9.4.5 条 混凝土填充层的养护周期不应少于 21 天。养护期满后，对地面应妥加保护，严禁在地面上运行重载、高温烘烤、直接放置高温物体和高温加热设备。填充层在养护期内，严禁对发热电缆系统进行通电加热。

第 9.4.6 条 填充层施工完毕后，应进行发热电缆的标称电阻、绝缘电阻检测，并进行记录。

## 第 5 节 面层的施工

第 9.5.1 条 发热电缆地面辐射供暖装饰地面宜采用以下材料：

1. 水泥砂浆、混凝土地面
2. 磁砖、大理石及水磨石地面
3. 符合国家标准复合木地板、实木复合地板及耐热实木地板。

第 9.5.2 条 面层施工前应确定填充层是否达到地面层需要的干燥度后方可施工。面层施工，除应符合土建施工设计图纸的各项要求外，尚应符合以下规定：

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. 面层（石材、面砖）在与内外墙、柱等交接处，应留 8mm 宽伸缩缝（最后以踢脚遮挡）；木地板铺设时，应留 $\geq 14$ mm 伸缩缝。

第 9.5.3 条 以木地板作为地面层时，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，才能进行地板粘贴。

## 第 6 节 卫生间的施工

第 9.6.1 条 卫生间应做两层隔离层，作法可参见附录 A。

第 9.6.2 条 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，以防止卫生间积水渗入绝热层，并沿绝热层渗入其它区域。加热管穿止水墙处应设防水套管，防水套管两端应加密封。

第 9.6.3 条 电缆敷设时，靠近卫生洁具处应留有一定的距离。

## 第 7 节 温控装置的施工

第 9.7.1 条 检查温控器的安装盒、发热电缆冷线穿管是否已经布置完毕。

第 9.7.2 条 安装温控器的感温探头前，对传感探头应进行外观检测；先铺设 $\phi 16$  穿管并用塑料捆扎绳固定穿管安装探头线，传感器可设置在安装好的预埋管里，管道末端封堵并尽可能放置在混凝土层上部。

第 9.7.3 条 温控器安装在墙上位置及高度按设计图纸要求施工，安装后应与地面平行，稳定

牢固，不应家用家具遮挡温控器，温控器应设在不直接被风吹处，温控器的四周不要有热源体。

第 9.7.4 条 温控器安装时，应将发热电缆可靠接地。

## 第 8 节 安全施工和成品保护

第 9.8.1 条 发热电缆和系统安装间歇或安装完毕后，应注意成品保护。

第 9.8.2 条 发热电缆、隔热材料及塑料配件均不得与明火接触或高温烘烤。

第 9.8.3 条 发热电缆安装过程中，应防止油漆、沥青和其他强酸、强碱等有机污染物与发热电缆接触。

第 9.8.4 条 发热电缆表皮要保证在安装过程中的完好，禁止用利器刮破，

第 9.8.5 条 安装完毕后，敷设发热电缆的地面应设立明显的标志。严禁在铺设区内运行重荷载或放置高温物体及高温烘烤，严禁在铺设区内穿凿，钻孔和进行射钉作业。

第 9.8.6 条 施工全部结束后，应绘制竣工图，准确标注发热电缆敷设位置与地温传感器埋设地点。

## 第十章 发热电缆地面辐射供暖系统的检验、调试及验收

### 第 1 节 一般规定

第 10.1.1 条 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、验收，并应做好纪录。工程质量检验表可参照附录 I 制定。

第 10.1.2 条 地面辐射供暖系统施工图设计者，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。

第 10.1.3 条 发热电缆地面辐射供暖系统的专业施工单位，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。

第 10.1.4 条 发热电缆辐射供暖系统的检查、调试与验收，应遵循“有关各方协调一致，共同确认”的原则，在各专业、各工序交接时或隐蔽前，应对下列内容进行检查和验收，并得出结论：

1. 发热电缆、温控器、隔热材料等的质量
2. 发热电缆安装质量
3. 隐蔽隐蔽验收
4. 原地面施工质量检查验收（附表 1、2、3 大工程操作性难）
5. 隐蔽后发热电缆标称电阻、绝缘电阻检测
6. 回路、系统试运行调试；

### 第 2 节 施工方案及材料、设备检查

第 10.2.1 条 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。

第 10.2.2 条 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. 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；
3. 施工工艺流程及各专业施工时间计划；
4. 施工、安装质量控制措施及验收标准，包括：主要材料、设备的安装质量，原地面、填充层、地面层施工质量，电阻测试和绝缘测试，隐蔽前综合检查，系统试运行调试，竣工验收等；

5. 施工进度计划、劳动力计划;
6. 安全、环保、节能技术措施。

第 10.2.3 条 发热电缆地面辐射供暖系统工程所使用的主要材料、配件、隔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。进场时应做检查验收,并经监理工程师核查确认。

第 10.2.4 条 整个发热电缆地面辐射供暖系统安装的各个环节,应对发热电缆进行检验,应测试每一环路的电阻,确保系统无断路、短路现象。检验标准为测试每一回路的标称电阻和绝缘电阻,并应符合产品规定和《建筑电气工程施工质量验收规范》(GB50303-2002)中的相关规定。

### 第 3 节 施工、安装质量验收

第 10.3.1 条 地面辐射供暖系统的发热电缆安装完毕后,在浇注填充层前,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。

第 10.3.2 条 发热电缆地面辐射供暖系统进行中间验收时,必须对以下项目进行检验,并得出结论:

1. 绝热层厚度、铺设及材料的物理性能是否符合要求;
2. 发热电缆的铺设间距、弯曲半径、型号等是否符合设计的规定,固定是否可靠。
3. 检查系统的每一个环路的电阻,确定系统有无短路和断路现象。

第 10.3.3 条 伸缩缝位置和电缆出地面位置的套管应有固定措施。

第 10.3.4 条 地下面敷设的发热电缆不应裁剪和破损。

### 第 4 节 调试与试运行

第 10.4.1 条 地面辐射供暖系统未经调试,严禁运行使用。

第 10.4.2 条 地面辐射供暖系统的调整与试运行,应在具备正常供电的条件下进行。

第 10.4.3 条 地面辐射供暖系统的调试工作应由施工单位、建设单位和监理配合下进行。

第 10.4.4 条 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。

第 10.4.5 条 发热电缆地面辐射供暖系统的调试与初运行,应在施工完毕的第一个采暖季前完成;且应在混凝土填充层养护期满后,进行。

第 10.4.6 条 发热电缆地面辐射供暖系统的通电试运行时,必须在面层完全自然干燥后(填充层施工完成至少 21 天之后)进行。初次供暖时,室温升温应平缓,每 24 小时升温不应超过 3℃;温控器设定温度值不得大于当时室内环境温度值 2℃以上;直至室内温度达到设计条件下的设计温度,或者 18℃-20℃。

第 10.4.7 条 温控器的调试应按照不同型号温控器安装调试说明书的内容进行。

### 第 5 节 竣工验收

第 10.5.1 条 竣工验收时,应具备下列文件:

1. 竣工图和设计变更文件。
2. 主要材料及附件的出厂合格证和检验合格证明。
3. 中间验收记录。
4. 电阻和绝缘测试记录。
5. 工程质量检验评定记录。

6. 调试记录。

第 10.5.2 条 地面辐射供暖工程应符合以下各项规定，方能通过竣工验收：

1. 竣工验收文件齐全
2. 施工质量符合设计要求和本规程的各项规定。
3. 发热电缆无短路断路现象
4. 温控器开关调节使用正常
5. 填充层或地面层表面无明显裂缝。

第 10.5.3 条 中间验收、调试和竣工验收，均应做好记录、签署文件并立卷归档。