

ICS 91.040.30

CCS P33

DB

辽宁省地方标准

DB21/TXXX—2021

JXXX—2021

---

# 毛细管网辐射供暖供冷工程 施工及验收技术规程

Technical specification for construction and acceptance of  
capillary mat heating and radiant cooling system

(征求意见稿)

**2021-XX-XX 发布**

**2021-XX-XX 实施**

---

辽宁省住房和城乡建设厅

联合发布

辽宁省市场监督管理局

辽宁省地方标准

# 毛细管网辐射供暖供冷工程 施工及验收技术规程

Technical specification for construction and acceptance of  
capillary mat heating and radiant cooling system

DB21/ Txxx -2021

主编部门：辽宁省住房和城乡建设厅

批准部门：辽宁省住房和城乡建设厅

施行日期：2021年XX月XX日

2021 沈阳

# 辽宁省住房和城乡建设厅文件

辽住建办 [2021]第 XX 号

---

## 辽宁省住房和城乡建设厅关于发布辽宁省地方标准 《毛细管网辐射供暖供冷工程施工及验收技术规程》的公告

由辽宁省建设科学研究院有限责任公司会同有关单位编制的《毛细管网辐射供暖供冷工程施工及验收技术规程》，业经审定，批准为辽宁省地方标准，编号为 DB21/TXXX-2021，现予以发布，自 2021 年 X 月 X 日起施行。

本标准由辽宁省住房和城乡建设厅负责管理，辽宁省建设科学研究院有限责任公司负责解释。

辽宁省住房和城乡建设厅

2021 年 X 月 X 日

## 前 言

根据辽宁省住房和城乡建设厅《关于印发〈2020 年度辽宁省工程建设地方标准编制/修订计划〉的通知》（辽住建科〔2020〕13 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考相关标准及技术文献，结合辽宁省工程实际，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要内容包括：总则、术语、基本规定、材料、施工、调试与验收、附录、条文说明等。

本标准由辽宁省住房和城乡建设厅和辽宁省质量技术监督局批准，由辽宁省建设科学研究院有限责任公司作为主编单位并负责具体内容的解释。

本标准执行过程中如有意见或建议，均可以通过来电和来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理（归口管理部门：辽宁省住房和城乡建设厅，地址：沈阳市和平区太原街 2 号，邮编：110001，联系电话：024-234479652；标准起草单位：辽宁省建设科学研究院有限责任公司，地址：沈阳市和平南大街 88 号，邮编：110005，联系电话：024-23370402）

本标准主编单位： 辽宁省建设科学研究院有限责任公司

本标准参编单位： 领界能量（北京）科技有限公司

沈阳建筑大学

辽宁省城乡建设规划设计院有限公司

辽宁城市建设职业技术学院

.....

本标准主要编制人员：

本标准主要审查人员：

# 目 次

前 言 .....	4
1 总 则 .....	6
2 术 语 .....	7
3 基本规定.....	9
4 材 料 .....	11
4.1 一般规定.....	11
4.2 绝热层材料.....	11
4.3 填充层材料.....	11
4.4 系统材料及部件.....	11
5 施 工 .....	13
5.1 一般规定.....	13
5.2 绝热层的铺设.....	14
5.3 毛细管网的敷设.....	15
5.4 压力试验.....	17
5.5 填充层施工.....	18
5.6 面层施工.....	19
6 调试与验收.....	20
6.1 调试.....	20
6.2 工程验收.....	21
附录 A 毛细管网辐射供暖供冷系统构造图示.....	23
附录 B 工程质量检验表.....	26
附录 C 绝热层、毛细管、原始工作面、填充层、面层施工技术要求及允许偏差 .....	33
本标准用词说明.....	34
引用标准名录.....	35
条文说明 .....	36

# 1 总 则

**1.0.1** 为规范毛细管网辐射供暖供冷工程的施工和验收，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** 本规程适用于以制冷剂、低温热水为热媒的毛细管网辐射供暖工程，及以制冷剂、高温冷水为冷媒的毛细管网辐射供冷工程的施工及验收。

**1.0.3** 毛细管网辐射供暖供冷工程的施工和验收除应执行本规程外，尚应符合国家和辽宁省现行有关标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 毛细管网辐射供暖供冷系统 capillary mat heating and radiant cooling system

末端采用细小管道，敷设于地面、顶棚或墙面的一种以冷、热水或安全环保型空调制冷剂为媒介的辐射供暖供冷系统。

### 2.0.2 集管 collecting pipe

毛细管网中向各毛细管通路分配流体或从毛细管通路中汇集流体的管道。

### 2.0.3 塑料排扣 plastic snap-fit

用于固定并等间距排列毛细管支管的塑料卡扣。

### 2.0.4 热熔承插连接 fusion socket connection

由相同材质的热塑性塑料制作的管材、管件的插口与承口互相连接时，采用专用热熔工具将连接部位表面加热熔融，承插冷却后成为一个整体的连接方式。

### 2.0.5 露点控制器 dew point controller

能够监测房间空气露点并调节毛细管网换热介质的参数，以防止冷辐射表面结露的一种自动控制装置。

### 2.0.6 塑包金属毛细管

外层包有塑料的细小金属管道。

### 2.0.7 分水器 primary supply water manifold

用于连接集中供暖供冷系统的供水管和各毛细管分支环路的配水装置。

### 2.0.8 集水器 primary return water manifold

用于连接集中供暖供冷系统的回水管和各毛细管分支环路的汇水装置。

### 2.0.9 空调分支器 Air conditioner branch device

用于变制冷剂流量的连接主机和多个末端的制冷剂连接管，别名分歧管，分为气管和液管。

### 2.0.10 隔离层 isolating course

防止建筑地面上各种液体透过地面的构造层。

### 2.0.11 填充层 filler course

在混凝土填充式辐射供暖供冷地面绝热层上设置毛细部件用的构造层，起到保护毛细部件并使地面温度均匀的作用。

### 2.0.12 绝热层 insulating course

毛细管网辐射供暖供冷中，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。绝热层分辐射面绝热层和侧面绝热层。

### 2.0.13 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。

### 2.0.14 伸缩缝 expansion joint

补偿混凝土填充层和面层等膨胀或收缩用的构造缝。分为填充层伸缩缝、面层伸缩缝。

**2.0.15 发泡水泥 porous cement**

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

**2.0.16 自力式温控阀 thermostat valve**

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

**2.0.17 温度控制器 thermostat**

能够测量温度并发出控制调节信号的温度自控设备，简称温控器。

### 3 基本规定

**3.0.1** 毛细管网辐射供暖表面平均温度宜符合表 3.0.1 的规定。

表 3.0.1 毛细管网辐射供暖表面平均温度（℃）

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

**3.0.2** 以水为介质的毛细管网辐射系统供暖时，供水温度宜符合表 3.0.2 的规定，供回水温差宜采用 3℃~6℃。

表 3.0.2 毛细管网供水温度（℃）

设置位置	宜采用温度
顶棚	25~35
墙面	25~35
地面	30~40

**3.0.3** 毛细管网辐射供冷表面平均温度宜符合表 3.0.3 的规定。

表 3.0.3 辐射供冷表面平均温度（℃）

设置位置		平均温度下限值
地面	人员经常停留	19
	人员短期停留	19
墙面		17
顶棚		17

**3.0.4** 毛细管网辐射供冷系统介质温度应保证供冷表面温度高于室内空气露点温度 1℃~2℃。

**3.0.5** 毛细管网辐射系统单独供暖时，宜首先考虑地面埋置方式，地面面积不足时再考虑墙面埋置方式；毛细管网同时用于冬季供暖和夏季供冷时，宜首先考虑顶棚安装方式，顶棚面积不足时再考虑墙面或地面埋置方式。

**3.0.6** 设置毛细管网辐射供冷系统时，宜采取防止结露的措施。

**3.0.7** 毛细管辐射供暖供冷系统冷媒或热媒的温度、流量和资用压差等参数，应同冷热源系统相匹配。冷热源系统应设置相应的控制装置。

**3.0.8** 对于冬季供暖夏季供冷的毛细管网辐射供暖供冷系统，冷热源设备宜选用热泵机组或

热回收装置。

**3.0.9** 地面上的固定设备或卫生器具下方，不应布置加热供冷部件。

**3.0.10** 采用地面辐射供暖供冷时，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。

## 4 材料

### 4.1 一般规定

4.1.1 毛细管网辐射供暖供冷系统中所使用的材料，应根据系统工作温度、系统工作压力、建筑荷载、建筑设计寿命、现场防水、防火以及施工性能等要求，经综合比较后确定。

4.1.2 毛细管网辐射供暖供冷系统中所使用的材料均应按国家现行有关标准检验合格，强制性性能指标应由国家认可的检验检测机构进行检测，并出具有效证明文件或检测报告。

4.1.3 以水为供暖供冷介质的毛细管网辐射供暖供冷系统，其毛细管宜采用无规共聚三型聚丙烯管（PP-R）、聚丁烯管（PB）或耐热聚乙烯管（PE-RT）。

4.1.4 以空调制冷剂为供暖供冷介质的毛细管网辐射供暖供冷系统，其毛细管宜采用塑包金属毛细管，金属毛细管宜为铜质。

### 4.2 绝热层材料

4.2.1 绝热层材料应采用导热系数小、难燃或不燃、无异味，具有足够承载能力的材料，且不应含有殖菌源及可能危害健康的挥发物。

4.2.2 绝热层采用模塑聚苯乙烯泡沫塑料板材时，其导热系数宜小于等于  $0.041 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

4.2.3 绝热层采用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料板材时，其导热系数宜小于等于  $0.032 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

4.2.4 绝热层采用发泡水泥时，其导热系数宜小于等于  $0.08 \text{ W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 。

4.2.5 当采用其他绝热材料时，其热阻不宜低于设计要求。

### 4.3 填充层材料

4.3.1 以空调制冷剂为供暖供冷介质的毛细管网辐射供暖供冷系统的填充层材料宜采用抗裂砂浆。

4.3.2 以水为供暖供冷介质的毛细管网辐射供暖供冷系统的填充层材料宜采用预拌水泥砂浆，且强度等级不应低于 M10。

4.3.3 当选用其他填充层材料时，应经经济技术比较后确定。

4.3.4 当地面荷载大于  $20 \text{ kN}/\text{m}^2$  时，应会同结构设计人员采取加固措施。

### 4.4 系统材料及部件

4.4.1 毛细管生产企业应向安装和建设单位提交下列文件：

- 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 厂家应提供相应说明书及性能检测报告。

4.4.2 毛细管产品应标明原料名称、规格、生产日期、生产厂名或商标。包装上应标有批号、

数量、生产日期和检验代号。

**4.4.3** 毛细管的色泽应基本一致，内外表面应光滑、平整、无气泡和其他影响性能的表面缺陷，管材不应含有明显的杂质。

**4.4.4** 以水为供暖供冷介质的毛细管网换热器物理力学性能应符合表 4.4.4 的有关规定，保证在正常工作状态下使用 50 年，毛细管产品应符合国家级检测中心对塑料管道的有关规定。

表 4.4.4 以水为介质的毛细管物理力学性能要求

项目	无规共聚三型聚丙烯管 (PP-R)	聚丁烯管 (PB)	耐热聚乙烯管 (PE-RT)
20℃、1h 液压试验环应力 (MPa)	16	15.5	10
95℃、22h 液压试验环应力 (MPa)	4.2	6.5	—
95℃、165h 液压试验环应力 (MPa)	3.8	6.2	3.55
95℃、1000h 液压试验环应力 (MPa)	3.5	6	3.5
110℃、8760h 液压试验环应力 (MPa)	1.9	2.4	1.9
纵向尺寸收缩率 (%)	≤2	≤2	<3
0℃耐冲压	破损率<试样的 10%	—	—
管材与混配料熔体流动速率之差	变化率≤原料的 30% (在 230℃、 2.16kg 的条件下)	变化率≤ 0.3g/10min (在 190℃、5kg 的条 件下)	变化率≤原料的 30% (在 190℃、2.16kg 的 条件下)

**4.4.5** 以空调制冷剂为供暖供冷介质的塑包金属毛细管所采用的耐热聚乙烯材料应符合国家现行行业标准《冷热水用耐热聚乙烯 (PE-RT) 管道系统》CJ/T 175 的有关规定；金属毛细管的材料应符合国家现行标准《铜及铜合金毛细管》GB / T 1531 的有关规定。

**4.4.6** 塑包金属毛细管的塑料层厚度不宜超过 0.5mm，金属管的规格尺寸应满足国家现行标准《铜及铜合金毛细管》GB / T 1531 的有关规定。

**4.4.7** 分水器、集水器和空调分支器的材料宜为铜质。内外表面应光洁，不得有裂纹、砂眼、冷隔、夹渣、凹凸不平等缺陷。表面电镀的铜质连接件，色泽应均匀且镀层牢固，不得有脱镀的缺陷。

**4.4.8** 塑料排扣宜采用普通聚丙烯材料。

**4.4.9** 温度传感器、露点控制器应符合国家现行标准《温度指示控制仪》JJG 874 和《家用和类似用途电自动控制器 温度敏感控制器的特殊要求》GB 14536. 10 和《家用和类似用途电自动控制器 湿度敏感控制器的特殊要求》GB 14536. 15 的有关规定。

## 5 施工

### 5.1 一般规定

**5.1.1** 毛细管网的安装方式可分为地面安装、墙面安装和吊顶安装等三种，其构造应符合本规程附录 A 的规定。

**5.1.2** 地面安装时，宜在绝热层上铺设金属网；墙面安装和吊顶安装时，应在绝热层上铺设金属网，金属网应采用锚栓固定于结构层或采用其他连接方式固定于吊顶龙骨上。

**5.1.3** 毛细管的运输、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、装卸和搬运过程中，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℃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。

塑包金属毛细管的运输、存储还应满足下列规定：

- 1 管材运输、装卸和搬运过程中，不得受划伤、剧烈撞击、重压、油污和化学污染；
- 2 管材应合理堆放于室内库房，并应远离油污和化学品污染源；
- 3 堆放高度一般不超过 1.5m。

**5.1.4** 毛细管网辐射供暖供冷系统所使用的材料应满足本规程规定。进场前应对管材、管件、分水器、集水器、空调分支器及其连接件等材料及部件的外观进行现场复验，带压出厂的塑包金属毛细管，还应检查其进场时的压力是否在出厂压力范围内，检查验收后应经监理工程师核查确认。

**5.1.5** 施工安装前应具备下列条件：

- 1 施工组织设计或施工方案应已批准，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 材料进场检验应已合格并满足安装要求；
- 3 施工现场应具有供水或供电条件，应有储放材料的临时设施；
- 4 土建专业应已完成墙面粉刷（不含面层），外窗、外门应已安装完毕，地面应已清理干净，卫生间应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。

**5.1.6** 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** 施工过程中应防止油漆、沥青或其他化学溶剂接触污染毛细管表面，防止尖锐物体刮伤及破坏毛细管网。

**5.1.8** 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。

**5.1.9** 直接与室外空气相邻的楼板或与不供暖供冷房间相邻的地板作为辐射供暖供冷地面时，应设绝热层。绝热层地面构造可按附录 A 图 A.0.1-1 的要求设置。

**5.1.10** 与土壤相邻的地面或有潮湿气体侵入的地面应设置绝热层，且绝热层下部应设置防潮层。绝热层及防潮层地面构造可按附录 A 图 A.0.1-2 的要求设置。

**5.1.11** 卫生间、洗衣间、浴室和游泳池等潮湿房间地面，应在绝热层下部及填充层上部设置隔离层。地面构造可按附录 A 图 A.0.1-3 的要求设置。

**5.1.12** 当工程允许地面按双向散热进行设计时，各楼层间的楼板可不设绝热层。

**5.1.13** 施工结束后应绘制竣工图，并应准确标注毛细管网敷设位置及温度传感器埋设地点。

## 5.2 绝热层的铺设

**5.2.1** 铺设绝热层的顶面、立面或地面应干燥，表面平整度偏差宜小于 5mm，地面应无杂物，墙面根部应平直，且无积灰现象。

**5.2.2** 泡沫塑料类绝热层的铺设应平整，板间的相互接合应严密，接头应用塑料胶带粘接平顺。

**5.2.3** 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从辐射面绝热层的下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。

**5.2.4** 地面毛细管网辐射供暖供冷系统设置发泡水泥绝热层时，发泡水泥浇筑现场，不宜与其它工种交叉施工作业，应严禁非施工人员进入。

**5.2.5** 发泡水泥绝热层的施工现场应具备下列设备：

- 1 平整发泡水泥绝热层的装置；
- 2 适应不同工艺特点的专用搅拌机；
- 3 活塞式泵或挤压式泵，或其他可满足要求的发泡水泥或水泥砂浆输送泵。

**5.2.6** 浇注发泡水泥绝热层之前的施工准备应符合下列规定：

- 1 对设备、输送泵及输送管道进行安全性检查；
- 2 根据现场使用的水泥品种进行发泡剂类型配方设计后方可进行现场制浆；
- 3 在房间墙上标记出发泡水泥绝热层浇筑厚度的水平线。

**5.2.7** 发泡水泥绝热层现场浇筑宜采用物理发泡工艺，并应符合下列规定：

- 1 施工浇筑中应随时观察检查浆料的流动性、发泡稳定性，并应控制浇筑厚度及地面平整度；发泡水泥绝热层自流平后，应采用刮板刮平；
- 2 发泡水泥绝热层内部的孔隙应均匀分布，不应有水泥与气泡明显的分离层；
- 3 当施工环境风力大于 5 级时，应停止施工或采取挡风等安全措施；

4 发泡水泥绝热层在养护过程中不得振动，且不应上人作业。

### 5.3 毛细管网的敷设

**5.3.1** 毛细管网敷设前，应对照施工图纸核定毛细管的选型、管径、壁厚，并应检查毛细管外观质量，带压出厂的塑包金属毛细管，还应检查其压力是否符合要求。

**5.3.2** 以空调制冷剂为介质的塑包金属毛细管网系统，敷设时应符合下列规定：

- 1 检查毛细管气管末端压力表压力是否符合要求，并记录铺设前压力；
- 2 按图纸要求将毛细管网液管、气管位置及管路间距和转弯处在绝热层上进行标记；
- 3 打开毛细管网 1m~2m，将气管、液管分别插入连机孔洞并固定液管、气管；
- 4 毛细管网铺设时应平直，转弯半径宜大于 100mm，同时采取适宜的固定方式，将管网固定于绝热层上；
- 5 气管、液管并行铺设，气管、液管间距宜为 60~80mm；
- 6 毛细管网敷设完成后应再次检查管路压力并做好记录。

**5.3.3** 以水为供暖供冷介质的毛细管网系统，敷设时应符合下列规定：

- 1 应在供回水主、干管清洗完成且分水器、集水器安装完成后，再敷设毛细管网系统；
- 2 安装前应按设计图纸准确标示出集管敷设方向、毛细管网敷设区域及预留部位，毛细管网距预埋件边框不应少于 70mm；
- 3 毛细管网应按标记的位置和走向敷设，将毛细管网固定在保温层或敷设面上，敷设应平直。当 U 形铺设时，塑料管材的弯曲半径不宜小于 8 倍管外径；
- 4 毛细管网集管之间宜采用热熔焊接的方式连接，毛细管网和供回水主管之间宜采用热熔承插连接或软管快速接头的方式连接；
- 5 毛细管网辐射供暖供冷水系统应独立设置，并设置脱气除污器；
- 6 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。

**5.3.4** 毛细管网分支环路的设置应符合下列规定：

- 1 每个主要房间应独立设置环路，面积小的附属房间可与相邻主要房间共用环路；
- 2 进深大于 6m 和面积大于 20 m<sup>2</sup> 的房间，宜按区域设置独立环路；
- 3 不同标高的房间地面，不宜共用一个环路。
- 4 每个分支环路埋设部分不应设置连接件，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 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，宜独立设置环路。

**5.3.5** 毛细管应按设计图纸标定的管间距和走向敷设，毛细管网距离外墙内表面距离不宜小

于 100mm，与内墙距离宜为 200mm~300mm，与卫生间墙体内部表面距离宜为 100mm~150mm，管间距安装误差宜不大于 10mm。

**5.3.6** 在分水器、集水器或液管、气管附近以及其他局部毛细管排列比较密集的部位，毛细管外部宜设置柔性套管，毛细管穿墙时应设硬质套管。

**5.3.7** 现场敷设的毛细管网应根据房间的热工特性和保证地面温度均匀的原则，热负荷或冷负荷明显不均匀的房间，宜将高温管段或低温管段优先布置于房间热负荷或冷负荷较大的外窗或外墙侧。

**5.3.8** 毛细管网敷设施工过程中，埋管区域应设施工通道或采取加盖等保护措施，严禁穿凿、穿孔或进行射钉作业，严禁人员踩踏毛细管网。

**5.3.9** 地面安装时，毛细管网的固定可选用下列方法：

- 1 用扎带将毛细管网固定在金属网格上；
- 2 绝热层上未铺设金属网时，可采用塑料排扣将毛细管网直接固定在绝热板上，排扣力度应适宜，不得引起毛细管网变形且不得在没有外力作用下脱扣；
- 3 在绝热层表面铺设专用管架或管卡，将毛细管直接卡在管架或管卡上；
- 4 在绝热层表面根据毛细管走向设置凹槽，将毛细管固定于凹槽内。

**5.3.10** 墙面安装和吊顶安装时，应采用扎带将毛细管网固定在金属网格上。

**5.3.11** 塑料毛细管网在热熔连接施工时，应符合下列规定：

1 毛细管网施工时，为防止杂物进入管道，密封盖在热熔时才可取下，没有密封盖的毛细管网禁止使用。

2 焊接温度应在 240℃~280℃ 范围内，当用专用剪管刀切断毛细管时，断面应平齐且垂直于管子轴线。

3 焊头、管子及管件的加热面应保持清洁，热熔过程中不应旋转，热熔后应匀速从加热器上取出，并在 5s 内完成对接。

4 焊接后应进行外观检查，熔瘤应均匀，管内不应有熔物形成的缩径。

**5.3.12** 塑包金属毛细管网在焊接连接施工时，应符合下列规定：

- 1 应安排焊接专业技术人员进行焊接工作，同时注意安全防护；
- 2 焊接前对焊接部位进行均匀预热；
- 3 焊接时采取氮气保护，持续往管道内注入 0.02~0.05MPa 的氮气，焊接完毕后需继续充氮气 3~5 分钟；
- 4 宜采用钎焊的焊接方式。

**5.3.13** 金属连接件间的连接及过渡管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 第 1 部分：圆柱内螺纹与圆锥外螺纹》GB / T7306.1 和《55° 密封管螺纹 第 2 部分：圆锥内螺纹与圆锥外螺纹》GB / T 7306.2 的有关规定。

**5.3.14** 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。

**5.3.15** 连接件的物理力学性能测试应采用管道系统适用性试验的方法，管道系统适用性试

验条件及要求应符合国家现行相关管材标准的规定。

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

1 对安装在分水器进口、集水器出口及旁通管上的旁通阀门应逐个作强度和严密性试验，试验合格后方可使用；

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

**5.3.17** 毛细管出地面至分水器、集水器下部阀门接口之间的明装管段，外部应加装塑料套管或波纹管套管，套管应高出面层 150mm~200mm。

**5.3.18** 毛细管的环路布置不宜穿越侧向绝热层，必须穿越时，穿越处应设长度不小于 200mm 的柔性套管。

**5.3.19** 温度传感器的安装位置应根据控制范围和要求来决定。对整个房间进行控制时，传感器应安装在不受局部热源影响的地方，同时做好防护。

**5.3.20** 温控器设置及选型应符合下列规定：

1 室温型温控器应设置在附近无散热体、周围无遮挡物、不受风直吹、不受阳光直射、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；

2 在需要同时控制室温和限制辐射面表面温度的场合，应采用双温型温控器；

3 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；

4 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；

5 对浴室、带沐浴设备的卫生间、游泳池等潮湿区域，室温型温控器的防护等级和设置位置应符合国家现行相关标准的要求；当不能满足要求时，应采用地温型温控器；

6 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。

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

2 采用温湿度探测方法时，安装位置不宜靠近门窗。

## 5.4 压力试验

**5.4.1** 以空调制冷剂为介质的塑包金属毛细管网系统敷设完成后，连接机组之前，宜采用 0.6MPa 氮气依次对每个管口进行吹扫。

**5.4.2** 以空调制冷剂为介质的塑包金属毛细管网系统的压力试验应满足下列要求：

1 气管、液管连接完成，吹扫完成；

2 气压试验应进行两次，分别为铺设填充材料的前后；

3 采用氮气充入管路内，缓慢升至 1.5MPa 后，稳压 3 分钟；持续加压至 3.0MPa 后，稳压 5 分钟；继续加压至 4.0MPa，稳压 24h，相同温度下，压力降不得超过 0.2MPa。

**5.4.3** 以水为供暖供冷介质的毛细管网系统的冲洗应在分水器、集水器以及主供、回水管道冲洗合格后进行，水压试验应在系统冲洗之后进行。

**5.4.4** 系统充水、清洗、排气应符合下列规定：

- 1 系统的充水、清洗、排气宜按每一个循环环路单独进行；
- 2 系统充水时，应通过系统最高点的自动排气阀进行排气；
- 3 清洗时宜采用 20℃~40℃ 的温水；
- 4 在运行压力下降时，通过继续充水达到指定的压力，宜采用自动充水装置来完成继续充水补水。

**5.4.5** 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；
- 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、集水器为单位，逐回路进行；
- 4 水压试验应进行两次，分别为铺设填充材料的前后；
- 5 试验压力宜为工作压力的 1.5 倍，且不应大于 0.8MPa；
- 6 在试验压力下，稳压 1h 不渗漏且压降范围不应超过 0.05MPa，然后降压至工作压力的 1.15 倍，稳压 2h，各连接处不渗漏且压降范围不应超过 0.03MPa，则认为合格；
- 7 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，如发现泄漏，应找到漏点并进行修复；
- 8 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排干；
- 9 不宜以气压试验代替水压试验。

## 5.5 填充层施工

**5.5.1** 墙面、吊顶毛细管网辐射供暖供冷系统的填充层厚度不宜小于 20mm 且不宜大于 35mm；地面填充层厚度不宜小于 30mm 且不宜大于 40mm。

**5.5.2** 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侧向绝热层。

**5.5.3** 填充层施工前应具备下列条件：

- 1 毛细管网安装完毕且水压、气压试验合格，处于有压状态；
- 2 确认设备、输送泵及输送管道安全性，具备施工条件；
- 3 通过隐蔽工程验收。

- 5.5.4** 墙面、吊顶毛细管网辐射供暖供冷系统填充层施工时应注意做好防开裂措施。
- 5.5.5** 地面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。
- 5.5.6** 地面水泥砂浆填充层施工完成后，宜在表面进行洒水养护，养护时间不宜少于 7 天；地面填充层抗压强度达到 5MPa 后，方可上人行走。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。
- 5.5.7** 地面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、拉毛工作应在水泥砂浆终凝前完成。
- 5.5.8** 填充层施工完毕后，应进行二次压力试验，并做好记录。

## **5.6 面层施工**

- 5.6.1** 地面辐射供暖供冷面层宜采用热阻小于  $0.05 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  的材料。
- 5.6.2** 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。
- 5.6.3** 以木地板作为面层时，木材应经过干燥处理，且应在填充层和找平层完全干燥后进行木地板施工。
- 5.6.4** 以瓷砖、大理石、花岗岩作为面层时，填充层伸缩缝处宜采用干贴施工。
- 5.6.5** 采用发泡水泥绝热层和水泥砂浆填充层时，当面层为瓷砖或石材地面时，填充层和面层应同时施工。

## 6 调试与验收

### 6.1 调试

**6.1.1** 毛细管网辐射供暖供冷系统未经调试，严禁运行使用。

**6.1.2** 毛细管网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。

**6.1.3** 以空调制冷剂为供暖介质的毛细管网系统初始供暖时，介质温度不应低于 60℃，连续运行直至达到设计供暖温度后，调整介质温度至设计温度，并保持该温度运行不少于 24h。

**6.1.4** 以空调制冷剂为介质的毛细管网系统初始供冷调试应符合下列规定：

- 1 试运行时应关闭门窗，以免发生结露；
- 2 毛细管网供冷系统应和除湿系统联合运行调试，并应先开启除湿系统 2h 后方可开启毛细管网制冷；
- 3 初次供冷时，控制毛细管温度不低于 20℃ 的温度下，连续运行 48h 后，将温度降低至夏季设计温度，并保持该温度运行不少于 24h；
- 4 调试结束时，应先关闭毛细管网供冷系统，空气除湿系统应继续运行 24h 以上

**6.1.5** 以水为供暖介质的毛细管网系统初始供暖时，介质温度变化应平缓。初始温度不应高于 28℃，并应连续运行 48h；以后每隔 24h 温度升高 3℃，直至达到设计供暖温度，并保持该温度运行不少于 24h。

**6.1.6** 以水为介质的毛细管网系统初始供冷调试应在新风系统或除湿系统调试后进行，水温变化应平缓。供冷系统的供水温度逐渐降低直至达到设计供水温度，并保持该温度运行不少于 24h。

**6.1.7** 毛细管网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 3.0.1 条和第 3.0.3 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温度及温差满足设计要求。

**6.1.8** 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毛细管上，另一半测点应设在毛细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  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

**6.1.9** 毛细管网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 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

**6.1.10** 毛细管网辐射供暖供冷系统进出口温度测点宜布置在分水器、集水器或液管、气管上，温度测量系统准确度应为 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 。

## 6.2 工程验收

**6.2.1** 竣工验收应在毛细管网辐射供暖供冷系统性能检测合格后进行。

**6.2.2** 竣工验收时，应提供下列文件：

- 1 施工图、竣工图和设计变更文件；
- 2 主要设备和管材、配件等主要材料的出厂合格证及检验报告；
- 3 辐射供暖供冷系统性能检测报告；
- 4 中间验收记录；
- 5 冲洗、吹扫和试压记录；
- 6 工程质量检验评定记录；
- 7 系统试运行和调试记录；
- 8 材料和产品的现场复验报告；
- 9 工程使用维护说明书。

**6.2.3** 毛细管网安装完毕，填充层施工前，应按隐蔽工程要求，由工程承包方提出书面报告，由监理工程师组织各有关人员进行中间验收。工程质量检验表可按本规程附录 B 进行填写。

**6.2.4** 以空调制冷剂为介质的毛细管网辐射供暖供冷系统检查和验收应包括下列内容：

- 1 毛细管、液管、气管、阀门、附件、绝热材料、温控及计量设备等的质量；
- 2 原始工作面、填充层、面层、隔离层、绝热层、防潮层、均热层、伸缩缝等施工质量；
- 3 毛细管、液管、气管、阀门、温控及计量设备等安装质量；
- 4 管路吹扫记录；
- 5 隐蔽前、后压力试验。

**6.2.5** 以水为介质的毛细管网辐射供暖供冷系统检查和验收应包括下列内容：

- 1 毛细管、输配管、分水器、集水器、阀门、附件、绝热材料、温控及计量设备等的质量；

2 原始工作面、填充层、面层、隔离层、绝热层、防潮层、均热层、伸缩缝等施工质量；

3 管道、分水器、集水器、阀门、温控及计量设备等安装质量；

4 管路冲洗记录；

5 隐蔽前、后水压试验。

**6.2.6** 毛细管网辐射供暖供冷系统中间验收应符合下列规定：

1 供暖供冷地面施工前，地面的平整、清洁状况符合施工要求；

2 绝热层的厚度、材料的物理性能及铺设应符合设计要求；

3 伸缩缝应按设计要求敷设完毕；

4 毛细管、输配管、规格及敷设间距，弯曲半径及固定措施应符合设计要求；

5 填充层内毛细管、输配管不应有接头，弯曲部分不得出现硬折弯现象；

6 毛细管、输配管、分水器、集水器、液管、气管及连接处在试验压力下无渗漏；

7 阀门启闭灵活，关闭严密；

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

9 供暖地面按要求铺设防潮层、隔离层、均热层、钢丝网等；

10 填充层、找平层、面层平整，表面无明显裂缝。

**6.2.7** 绝热层、毛细管、原始工作面、填充层、面层施工技术要求及允许偏差应符合附录 C 的规定。

**6.2.8** 施工验收后，发现毛细管或输配管损坏，需要增设接头时，应符合下列规定：

1 应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；

2 塑料管和铝塑复合管增设接头时，应根据管材，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；采用卡套式、卡压式铜制管接头连接后，应在铜制管接头外表面做防腐处理，并应采用橡胶软管套，且两端做好密封；装饰层表面应有检修标识；

3 铜管宜采用机械连接或焊接连接；

4 应在竣工图上清晰表示接头位置，并记录归档。

## 附录A 毛细管网辐射供暖供冷系统构造图示

A.0.1 地面毛细管网辐射供暖供冷系统构造可按图 A.0.1-1、图 A.0.1-2 和图 A.0.1-3 设置：

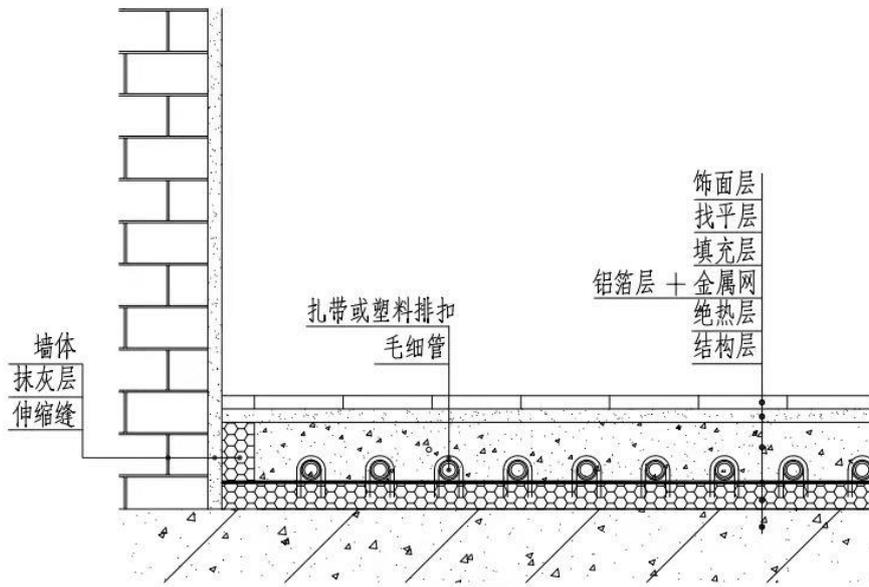


图 A.0.1-1 直接与室外空气相邻的楼板构造示意

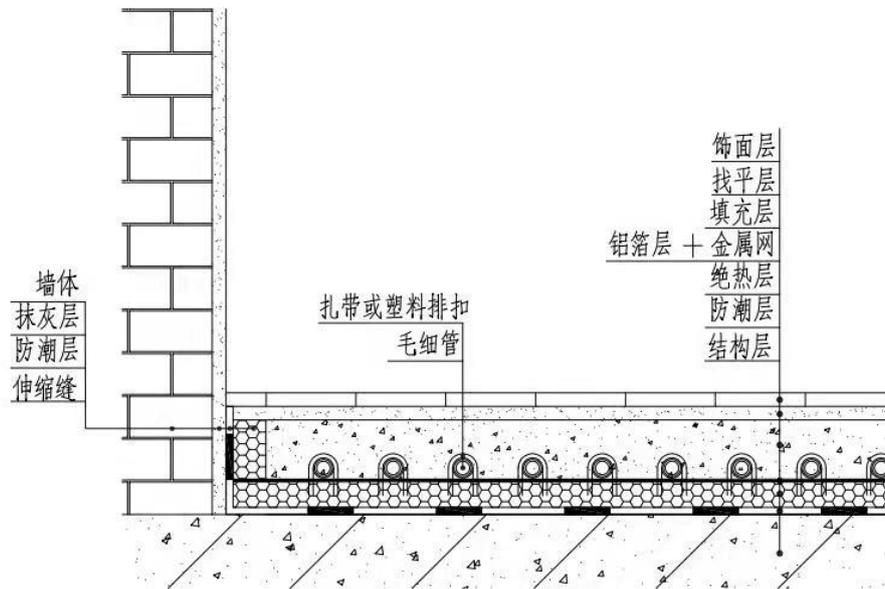


图 A.0.1-2 与土壤相邻的地面构造示意

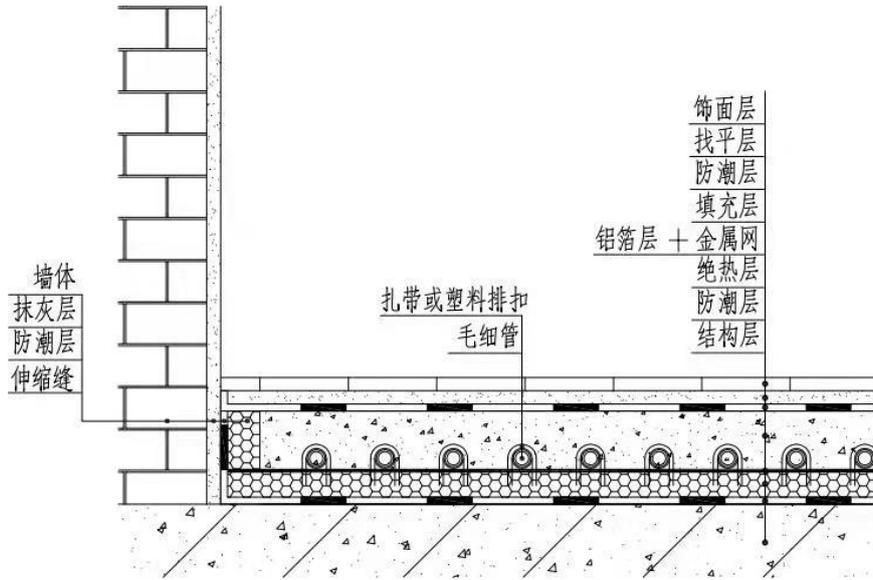
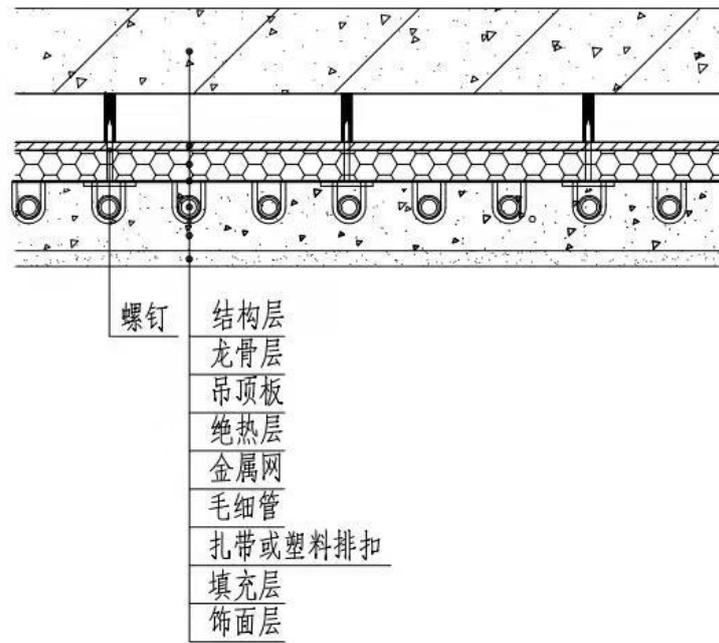
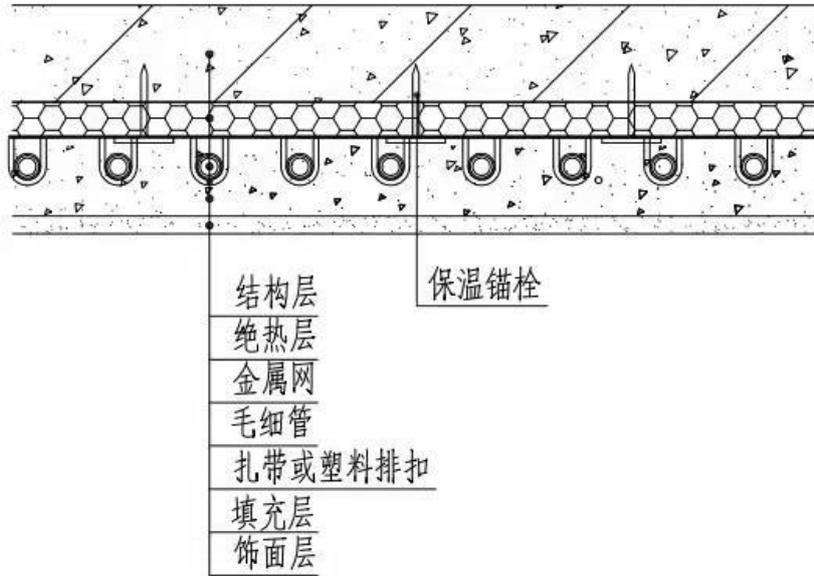


图 A.0.1-3 潮湿房间地面构造示意

A.0.2 辐射供暖吊顶构造可按图 A.0.2-1 和图 A.0.2-2 设置:

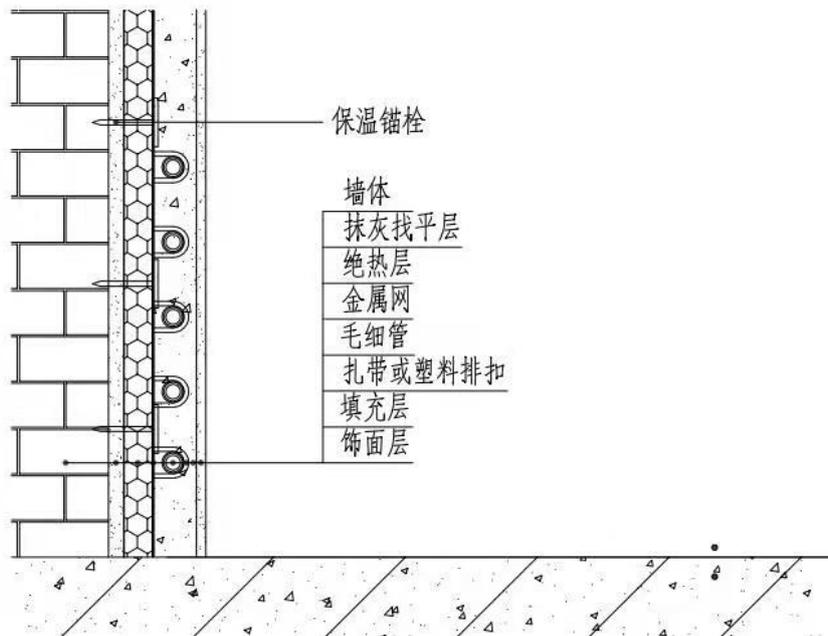


A.0.2-1 吊顶板表面抹灰施工安装方式



A.0.2-1 结构顶板表面抹灰直接施工安装方式

**A.0.3** 辐射供暖墙面构造可按图 A.0.3 设置：



A.0.3 墙体表面抹灰施工安装方式

## 附录B 工程质量检验表

**B.0.1 毛细管辐射供暖及供冷安装工程质量检验表**

工程名称									
分部（子分部）工程名称					验收单位				
施工单位				项目管理				专业工长 (施工员)	
施工执行标准名称及编号									
分包单位				分包项目 经理				施工 班组长	
项目	序号	内容		施工单位检查评定记录			监理（建设）单位验收记录		
主控项目	1	毛细管压力试验							
	2	毛细管弯曲半径							
一般项目	1	分、集水器安装							
	2	毛细管网安装							
	3	防潮层、绝热层、伸缩缝							
	4	填充层							
施工单位检查评定结果				项目专业质量检查员：  <div style="text-align: right;">年 月 日</div>					
监理（建设）单位验收结论				监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)：  <div style="text-align: right;">年 月 日</div>					

**B.0.2 安装前原始工作面质量检验表**

工程名称									
分部（子分部）工程名称					验收单位				
施工单位				项目管理				专业工长 (施工员)	
施工执行标准名称及编号									
分包单位				分包项目 经理				施工 班组长	
项目	序号	内容	施工单位检查评定记录			监理（建设）单位验收记录			
主控项目	1	地面平整情况							
一般项目	1	有无找平层							
	2	修复情况							
施工单位检查 评定结果			项目专业质量检查员：  年 月 日						
监理（建设）单位 验收结论			监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)：  年 月 日						

**B.0.3 防潮层安装工程质量检验表**

工程名称													
分部（子分部）工程名称							验收单位						
施工单位						项目管理		专业工长 (施工 员)					
施工执行标准名称及编号													
分包单位						分包项目 经理		施工 班组长					
项目	序号	内容	施工单位检查评定记录				监理（建设）单位验收记录						
主控项目	1	防潮层材料材质 及性能参数	是/否满足设计要求										
	2	塑料薄膜外观完好											
一般项目		项目	允许偏差 (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	塑料薄膜搭接 宽度 100mm	+10										
	2	塑料薄膜 厚度 0.5mm	+0.1										
	3												
	4												
施工单位检查 评定结果			项目专业质量检查员：  年 月 日										
监理（建设）单位 验收结论			监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)：  年 月 日										

**B.0.4 绝热层安装工程检验表**

工程名称														
分部（子分部）工程名称									验收单位					
施工单位					项目管理				专业工长 (施工 员)					
施工执行标准名称及编号														
分包单位					分包项目 经理				施工 班组长					
项目	序号	内容	施工单位检查评定记录						监理（建设）单位验收记录					
主控项目	1	绝热材料材质及性能参数												
	2	固定件不得穿透绝热层												
一般项目		项目	允许偏差 (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1	绝热层厚度	±5											
	2	绝热材料密度	+5%											
	3	绝热层结合处	无缝隙											
	4	绝热层安装后的平整度	±5/m											
施工单位检查 评定结果			项目专业质量检查员：  年 月 日											
监理（建设）单位 验收结论			监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)：  年 月 日											

**B.0.4 伸缩缝安装工程检验表**

工程名称														
分部（子分部）工程名称							验收单位							
施工单位					项目管理						专业工长 (施工员)			
施工执行标准名称及编号														
分包单位					分包项目 经理						施工 班组长			
项目	序号	内容		施工单位检查评定记录						监理（建设）单位验收记录				
主控项目	1	伸缩缝的留设 应符合设计要求												
	2	伸缩缝填料严密												
	3	伸缩缝内无杂质 硬块、无漏缺												
一般项目		项目	允许偏差 (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
	1	伸缩缝宽度	±2											
	2													
施工单位检查 评定结果			项目专业质量检查员：  年 月 日											
监理（建设）单位 验收结论			监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)：  年 月 日											

**B.0.5 毛细管网安装工程检验表**

工程名称															
分部（子分部）工程名称						验收单位									
施工单位						项目管理				专业工长 (施工员)					
施工执行标准 名称及编号															
分包单位						分包项目经理				施工班组长					
项目	序号	内容		施工单位检查评定记录					监理（建设）单位验收记录						
主控项目	1	毛细管材质、管外径、壁厚													
	2	毛细管埋地部分不应有接头													
	3	毛细管弯曲表面无裂痕、无硬折弯													
	4	毛细管压力试验													
一般项目		项目	条件	标准	允许偏差 (mm)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	1	管道安装	间距	≤ 300mm	±10										
	2	管道弯曲半径	塑料管	≥6倍 管外径	±5										
	3	管道固定点 间距	直管	≤	±10										
		弯管	≤	±10											
施工单位检查 评定结果			项目专业质量检查员：   年 月 日												
监理（建设）单位 验收结论			监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)：  年 月 日												

**B.0.6 毛细管网辐射供热及供冷系统的试运行记录表**

工程名称							
分部（子分部）工程名称						验收单位	
施工单位	项目管理					专业工长 (施工 员)	
施工执行标准名称及编号							
分包单位		分包项目 经理			施工 班组长		
工况	序号	内容	施工单位检查评定记录			监理（建设）单位验收记录	
供暖 工况	1	毛细管网介质温度					
	2	连续运行 48h 后室内温湿度					
供冷 工况	1	毛细管网供冷系统及除湿系统开启时刻					
	2	毛细管网介质温度					
	3	连续运行 48h 后室内温湿度					
	4	毛细管网供冷系统及除湿系统关闭时刻					
	5	毛细管网表面是否结露					
施工单位检查 评定结果			项目专业质量检查员：  年 月 日				
监理（建设）单位 验收结论			监理工程师： (建设单位项目专业技术负责人)：  年 月 日				

## 附录C 绝热层、毛细管、原始工作面、填充层、面层施工技术要求及允许偏差

表 C 绝热层、毛细管、原始工作面、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	绝热层	泡沫塑料类	结合	无缝隙	-
			厚度	按设计要求	+10
		发泡水泥	厚度	按设计要求	±5
			平整度	按设计要求	±5
			裂缝	每m <sup>2</sup> 表面大于1.8mm、长度大于800mm的裂纹不应多于3处	-
表面疏松面积	不应大于总面积的5%，或单块面积≤0.25 m <sup>2</sup>	—			
2	毛细管	弯曲半径	塑料管	≥8倍管外径，≤11倍管外径	-5
			铝塑复合管	≥6倍管外径，≤11倍管外径	-5
			塑包金属铜管	≥5倍管外径，≤11倍管外径	-5
		固定点间距	直管	宜为0.5m~0.7m	-5
			弯管	宜为0.2m~0.3m	+10
3	分水器、集水器安装		垂直距离	宜为200mm	±10
4	液管、气管安装		水平距离	宜为200mm	±10
5	原始工作面		铺设绝热层前	平整	应满足相应土建施工标准
6	水泥砂浆填充层		标号，最小厚度	M10, 宜40 mm	平整度±5
			面积大于30m <sup>2</sup> 或长度大于6m	留8mm伸缩缝	+2
			与内外墙、柱等垂直部件	留10mm侧面绝热层	+2
			与绝热层结合牢固	单处空鼓面积≤0.04cm <sup>2</sup> ，且每个自然房间不应多于2处	—
7	面层	与内外墙、柱垂直部件	瓷砖、石材地面	留10mm伸缩缝	+2
			木地板地面	留≥14mm伸缩缝	+2

## 本标准用词说明

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

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；
  - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；
  - 3) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

表示有选择，在一定条件下可以这样做的：

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

## 引用标准名录

1. 《电气装置安装工程 1kV 及以下配线工程施工及验收规范》GB 50254
2. 《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303
3. 《民用建筑供暖通风及空气调节设计规范》GB 50736
4. 《55° 密封管螺纹》GB/T 7306
5. 《硬质泡沫塑料压缩性能的测定》GB/T 8813
6. 《绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 防护垫板法》GB 10294
7. 《蒸压加气混凝土性能试验方法》GB/T 11969
8. 《采暖散热器散热量测定方法》GB/T 13754
9. 《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991
10. 《民用建筑供暖通风及空气调节设计规范》GB 50736
11. 《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142
12. 《发泡水泥绝热层与水泥砂浆填充层地面辐射供暖工程技术规程》CECS 262
13. 《地面辐射采暖泡沫混凝土绝热层技术规程》DB21/T1684
14. 《55° 密封管螺纹》GB/T 7306
15. 《硬质泡沫塑料压缩性能的测定》GB/T 8813
16. 《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991
17. 《地面辐射供暖绝热层用泡沫混凝土》JC/T2240
18. 《毛细管网辐射供暖供冷施工技术规程》CECS 433
19. 《辐射供冷及供暖装置热性能测试方法》JG/T 403

辽宁省地方标准

毛细管网辐射供暖供冷工程施工及验收  
技术规程

条文说明

# 目 录

<b>1 总 则</b> .....	<b>38</b>
<b>2 术语</b> .....	<b>39</b>
<b>3 基本规定</b> .....	<b>40</b>
<b>4 材料</b> .....	<b>41</b>
4.1 一般规定.....	41
4.3 填充层材料 .....	41
<b>5 施工</b> .....	<b>42</b>
5.1 一般规定.....	42
5.2 绝热层的铺设 .....	42
5.3 毛细管网的敷设 .....	43
5.4 压力试验 .....	44
5.5 填充层施工 .....	45
5.6 面层施工 .....	46
<b>6 调试与验收</b> .....	<b>47</b>
6.1 调试 .....	47
6.2 工程验收 .....	47

# 1 总 则

**1.0.4** 目前，建筑节能工作已进入高质量发展阶段，我国已出现了一大批低能耗、超低能耗、近零能耗、零能耗、产能建筑等使用先进技术手段的示范试点建筑。毛细管网供暖供冷技术作为一项建筑节能技术，近年来也取得了快速的发展，从早期的地面低温热水辐射供暖系统发展到地面、墙面、顶棚辐射供暖供冷技术，市场上也出现了大量的工业化的供暖板。随着技术的不断进步，以空调制冷剂为介质的毛细管网供暖供冷技术也日趋成熟，应用项目数量快速增长。但以往的工程主要靠个别厂家、施工单位凭借施工经验来施工，缺乏统一的施工验收规范，无法保障工程质量。为规范毛细管网辐射供暖供冷工程的施工和验收，主编单位组织设计、施工、高校及科研院所等单位总结过去几年的施工实践经验，编制完成了本规程。

**1.0.5** 本规程适用范围。本规程以供暖技术内容为主，适用于一般民用与工业建筑。

本规程中，以制冷剂、低温热水为热媒的辐射供暖系统包括毛细管网地面、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）。

以制冷剂、高温冷水为冷媒的辐射供冷系统包括毛细管网地面、顶棚及墙面辐射供冷。

## 2 术语

**2.0.6** 多用于以制冷剂为介质的毛细管辐射供暖制冷系统，外层包有耐热聚乙烯塑料或导热塑料用以保护金属管道不受腐蚀，同时还可以避免由于热胀冷缩引起的金属管道与填充层摩擦造成损坏。

**2.0.12** 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。

**2.0.15** 用于地面供暖时，称为发泡水泥绝热层；水泥中掺加骨料时，称为发泡混凝土。

**2.0.16** 自力式温控阀由恒温阀头和恒温阀体组成，恒温阀头分为内置温包式、外置温包式、远程调控式。

**2.0.17** 温控器按照控制调节对象的不同，分为控制水路阀门开关的温控器和对加热电缆进行通断控制的温控器。温控器根据控制方式的不同主要分为室温型、地温型和双温型温控器。室温型温控器传感器和控制器为一体（传感器内置），设置在房间内反映室温的位置。地温型温控器的传感器为外置型，埋设在辐射地面或墙面或顶棚中，控制器设在房间便于操作的位置。双温型温控器兼有室温型和地温型温控器的构造和功能。采用水路自力式温控阀时，温控器即为感温原件内置、外置或远程调控的自力式恒温阀头。

### 3 基本规定

**3.0.11** 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 $21^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$ 时，不满意度低于8%；EN 15377-1：2005中推荐，经常停留地面温度上限为 $29^{\circ}\text{C}$ ，非经常停留地面温度上限为 $35^{\circ}\text{C}$ 。日本相关资料研究表明，地面温度上限为 $31^{\circ}\text{C}$ 时，从人体健康、舒适考虑，是可以接受。考虑到我国生活习惯，本规程将人员经常停留地面的温度上限值规定为 $29^{\circ}\text{C}$ 。

EN 15377-1：2005中推荐墙面温度上限范围为 $35^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，上限温度取决于墙面供暖系统的设置情况如：身体是否易于接触墙面，人员是否是儿童或老人等。同时还要综合考虑热损失及对邻室影响等因素。

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

**3.0.13** 辐射供冷系统表面温度要考虑防结露、舒适性及控制方式等多方面因素。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，空调负荷越大，在不结露的条件下，宜选用较低的表面温度：

辐射体表面温度限值参照欧洲标准 EN 15377-1 确定。EN 15377-1：2005中规定：人员长时间坐卧的房间地面温度下限为 $20^{\circ}\text{C}$ ，人员活动频繁的房间地面的温度下限为 $18^{\circ}\text{C}$ 。

**3.0.6** 为避免毛细管辐射供冷系统辐射面结露，宜设置除湿通风系统或采取其他防止结露的措施。

**3.0.9** 在地面有遮挡覆盖的情况下，地面辐射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。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管，同时应尽量选用有腿的家具，以减少局部热阻。

## 4 材料

### 4.1 一般规定

**4.1.5** 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。

**4.1.6** 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/T 10801；《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T 10801；《通用硅酸盐水泥》GB 175；

管材：《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991、《热塑性塑料管材通用壁厚表》GB/T 10798、《冷热水用交联聚乙烯（PE-X）管道系统》GB/T 18992、《冷热水用聚丁烯（PB）管道系统》GB/T 19473、《冷热水用无规共聚聚丁烯管材及管件》CJ/T 372、《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统》GB/T 28799、《冷热水用聚丙烯管道系统》GB/T 18742、《铜及铜合金毛细管》GB/T 1531；

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》GB 14536. 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》GB 14536. 9、《家用和类似用途电自动控制器 电起动器的特殊要求》GB 14536. 16、《散热器恒温控制阀》JG/T 195 等。

**4.1.4** 以空调制冷剂为供暖供冷介质的毛细管网辐射供暖供冷系统是近年来兴起的一种新的辐射供暖供冷技术，该技术以环保冷媒作为循环介质，冬季毛细管网作为冷凝器放热供暖，夏季毛细管网作为蒸发器吸热降温。散热面积大，各部位温差小，将房间恒温在人体最舒适的温度、湿度。该系统运行压力约为 4MPa 左右，因此，毛细管宜选用塑包金属毛细管。选择金属毛细管是因为金属管承压较好，采用塑包技术是防止金属管腐蚀。

### 4.3 填充层材料

**4.3.5** 以空调制冷剂为介质的毛细管网辐射供暖系统在运行初期 48 小时内，毛细管的温度会达到 60℃左右，为防止填充层开裂，故具备条件时应优先选用抗裂砂浆。

**4.3.3** 选用其他材料时，应考虑材料的经济性以及技术适宜性，避免填充层开裂，同时确保毛细管网辐射供暖供冷系统供暖供冷效果。

## 5 施工

### 5.1 一般规定

**5.1.2** 地面绝热层上铺设金属网是为了固定毛细管，同时准确控制毛细管铺设间距；由于以水为介质的毛细管网充水后具有一定的自重，以空调制冷剂为介质的毛细管网本身也具有一定的自重，因此为了保证系统运行安全，墙面和吊顶安装时，在绝热层上铺设金属网，金属网应采用外墙保温用锚栓固定于结构层，或采用带圆垫片的螺钉固定于吊顶龙骨上，一方面保证绝热层的安装质量，另一方面可以保证毛细管的安装质量和运行安全。为防止毛细管受损，金属网铺应平整铺设在绝热层上，网孔尺寸 30mm~100mm，钢丝直径 1.6~ $\Phi$ 3mm，金属网表面应无毛刺、无锈、无断丝。

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

**5.1.5** 本条规定了施工前应具备的必要条件，如不具备这些条件，不能进行施工。

**5.1.6** 毛细管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。

**5.1.7** 作为供暖供冷部件，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，这种情况对于或塑包金属毛细管同样存在，因此必须严格防止接触这类物质。

**5.1.10** 当地面荷载特别大时，与土壤接触的底层的绝热层有可能承载能力不够，需采取适当的加固措施，在铺设绝热层之前铺设一层防潮层，防止潮湿气体侵入，影响供暖供冷效果。

### 5.2 绝热层的铺设

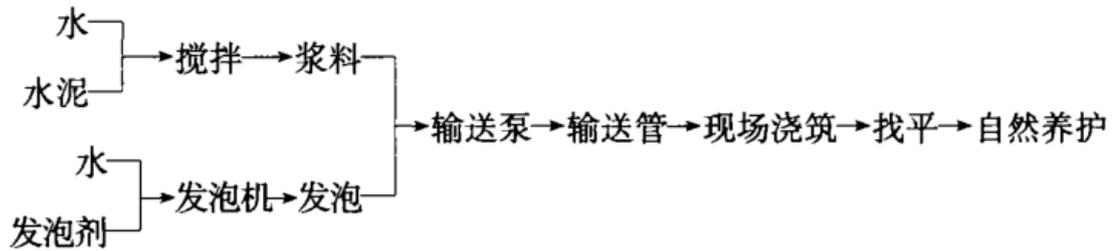
**5.2.8** 地面平整与否，会影响到绝热层的铺设质量和加热供冷部件的安装质量。如不平整度较大，应采用适当办法找平，不能用松散的砂粒找平。

**5.2.9** 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。

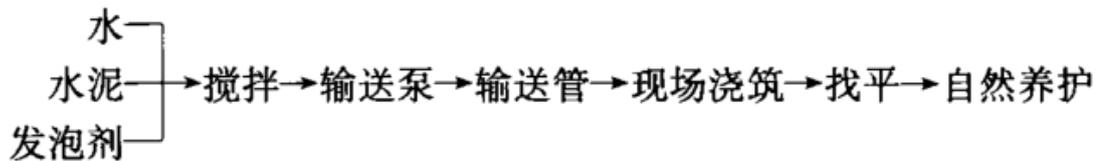
**5.2.10** 为减少由于侧向传热造成的热损失，本条规定了侧面绝热层的设置要求，侧面绝热层宜采用模塑聚乙烯泡沫塑料板，不仅起到绝热作用，同时还能起到伸缩缝的作用，避免地面热胀冷缩而被破坏。

### 5.2.7 发泡水泥现场浇筑有物理发泡和化学发泡两种工艺流程：

#### 1 物理发泡工艺流程



#### 2 化学发泡工艺流程



采用物理发泡时，试样凝结时间长，但内部泡孔细小、大小均匀、球形度高、泡孔间连通率低，试样吸水率低，强度高。采用化学发泡法时，试样凝结时间短，但内部泡孔粗大、孔径大小不一、形态不规则、泡孔间连通率高，试样吸水率高，强度低。因此，本规程推荐采用物理发泡工艺。

## 5.3 毛细管网的敷设

### 5.3.2 5 防止地面出现局部温度不均，冷媒相变不良等情况

6 按设计要求对毛细管网进行绑扎铺装，铺装绑扎完成后，对毛细管网进行第二次压力检查，防止毛细管网在铺装过程中因人为因素造成泄漏，若铺装完成后压力低于出厂压力，则毛细管网施工过程中存在泄漏可能，应及时查找漏点并进行处理，重点部位气液管接头，穿墙口处。

5.3.3 3 毛细管应做到自然释放，不允许出现扭曲现象，以免管道处于非正常受力状态，影响毛细管的使用寿命。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毛细管所需的最大弯曲半径，当不满足最小弯曲半径限制时可采用回折型布置，在中心区较小范围内，因弯曲半径的限制可能减少了一点布管长度，但对环路总长影响不大。弯曲半径也不能过大，以免造成实际敷设长度小于设计值过多。在弯曲过程中，若对圆弧顶部不加力予以限制，则极易出现“死折”，即无弧度的折弯。

5 毛细管管径小易堵塞，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。

5.3.4 4 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

于填充层内的毛细管不应有接头。同时与《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 相一致。

5 卫生间等地面温度不宜过低的房间单独布置回路，使其能在供冷时关闭。

**5.3.6** 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，有时也会有较多毛细管通过，由于管道过多，容易形成局部温度过高或过低，因此需要设置聚氯乙烯或高密度聚乙烯波纹套管，防止这种冷热不均的现象出现，提高舒适度。

**5.3.8** 目的在于保护毛细管免遭损坏。

**5.3.9** 2 网片间用尼龙扎带进行连接，每片金属网的连接点不宜少于 8 处。

4 毛细管弯头两端宜设固定卡；毛细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。

**5.3.13** 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，可使用密封材料密封连接。

**5.3.17** 为了保护毛细管，露明部分管道通常应加套聚氯乙烯（PVC）塑料管。

**5.3.18** 本条提出毛细管穿越侧向绝热层时，必须设置一定长度的柔性套管。这项措施是确保毛细管在填充层内发生热胀冷缩变化时的自由度。

**5.3.20** 6 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  $\phi 16$  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。

## 5.4 压力试验

**5.4.6** 毛细管内难免会存在一些杂质和水分，若不吹扫，管内的杂质和水分会影响空调机组的运行，严重时甚至会造成压缩机损坏。

**5.4.7** 3 如果有渗漏必须找到漏点。重点关注气液管接头和焊缝处。

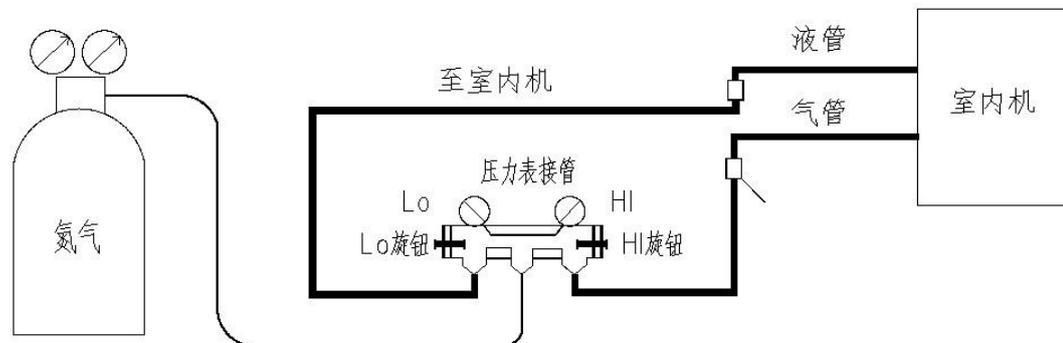


图 5.4.2 以空调制冷剂为介质的塑包金属毛细管网络系统的压力试验示意图

**5.4.8** 室内供暖系统的冲洗应在分水器、集水器以及主供、回水管道冲洗合格后进行，水压试验应在系统冲洗之后进行。具体冲洗步骤为：首先关闭分水器、集水器上总进、出水管上的阀门，并开启总进、出水管之间的旁通阀，对分水器、集水器以外主供回水管路系统进行冲洗；然后分别冲洗各个毛细管环路。

**5.4.9** 4 本条对系统充水、清洗、排气进行了具体规定。

**5.4.10** 9 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毛细管系统。

水压试验压力和检验方法，应满足现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242 及其他国家现行相关设计标准规定。第 5 款中，在试验压力下，稳压 1h 后的压降范围不应超过 0.05MPa，然后降压至工作压力的 1.15 倍，稳压 2h，压降范围不应超过 0.03MPa，如果有渗漏必须找到漏点。

由于毛细管是在填充层及壁面内隐蔽敷设，一旦发生渗漏，将难以处理，因此要求系统隐蔽前和隐蔽后各试压一次。

冬季在有冻结的地区应采取可靠的防冻措施，以免系统冻损。

## 5.5 填充层施工

**5.5.9** 填充层的作用主要有二：一是保护毛细管网；二是使热量能比较均衡地传至表面，从而使表面的温度趋于均匀。为了达到以上目的，要求填充层有一定的厚度。由于填充层的厚度，直接影响到室内的净高、结构的荷载和建筑的初投资，所以不宜太厚。

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

**5.5.10** 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。

**5.5.11** 1 管内保持一定压力，既可以防止毛细管因挤压而变形，又可以及时发现管道的损坏。填充层施工中，毛细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。塑包金属毛细管内的气压不得低于其出厂压力的最低值。

3 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。

**5.5.6** 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》GB 50209 的有关规定：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，不得对毛细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。

## 5.6 面层施工

**5.6.6** 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  $0.02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  左右的花岗石、大理石、陶瓷砖等作面层的地面散热量，比以热阻为  $0.10 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  左右的木地板为面层时要高 30%~60%；比以热阻为  $0.15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$  左右的地毯为面层时要高 60%~90%。由此可见，面层材料对地面散热量的巨大影响。为了节省能耗和运行费用，采用地面辐射供暖供冷方式时，适宜采用瓷砖或石材等热阻较小的面层，不适宜采用架空木地板面层。

**5.6.3** 木地板出现翘裂的现象较多，究其原因，大致有以下三种情况：第一种情况是地板本身质量不好，未经严格干燥处理（含水率应低于 20%），致使含水率过高，经过使用后，随着含水率的降低，木材收缩，产生裂纹。其实，这种地板，即使用在不是地暖供暖的室内，也同样会开裂。第二种情况是在填充层尚未完全干燥的情况下，过早的铺贴木地板。由于木地板铺贴后，混凝土中的水分仍在不断蒸发，使本来比较干燥的木地板的含水率升高，从而膨胀鼓翘。第三种情况是在铺贴木地板时，在地板与墙、柱等交接处未留伸缩缝，所以在地板受热产生膨胀时，由于没有补偿膨胀位移的出路，从而产生鼓翘。

**5.6.4** 干贴的目的是为了防止地面加热时拉断面层。

## 6 调试与验收

### 6.1 调试

**6.1.11** 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。

**6.1.12** 调试与试运行的目的，是使系统的工况达到设计要求，为此，具备正常供暖供冷和供电条件是进行调试的必要条件。若暂时不具备正常供暖供冷和供电条件时，调试工作应推迟进行。

**6.1.13** 以空调制冷剂为供暖介质的毛细管网系统初始供暖时，由于地面温度较低，若初始供暖介质温度过低，会导致介质在毛细管中流动过程中过早发生冷凝，无法达到供暖效果。根据参编单位多年实践经验，初始供暖运行时，介质温度不低于 60℃ 条件下，一般 48h 后，系统即可达到设计供暖效果，此后调整介质温度至设计温度，避免了介质的过早冷凝造成的供暖效果差的现象。

**6.1.5** 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。

**6.1.8** 4 辐射供暖供冷表面平均温度不易测定，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，且毛细管上和两管道之间温度差别比较大，因此，本条规定出温度计的设置数量和布置方式。

**6.1.9** 3 辐射供暖供冷时，由于有辐射传热和对流传热同时作用，效果评价应以反映辐射和对流综合作用的黑球温度作为评价和考核的依据。但考虑目前工程检测技术条件，同时由于设计工况是以室内空气的干球温度作为设计的依据，缺乏黑球温度评价标准。为此，考虑实际工程的可操作性，本条规定以室内空气的干球温度作为评价的依据。欧洲标准 EN 14037《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，EN 14240《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。

### 6.2 工程验收

**6.2.3** 毛细管网隐蔽埋置在填充层内，因此应按隐蔽工程要求进行质量检验及验收，只有经检验合格后才允许隐蔽。

**6.2.6** 本条具体规定了中间验收应检验的项目。需根据各项工序完成后逐项验收，并有

完整的检验及验收记录。

**6.2.8** 本条提出施工验收后发现毛细管损坏需要增设接头时，为确保接头与毛细管具有相同的使用寿命应采取的补救措施，为防止接头再一次渗漏，规定在装饰层表面留出检修标识。