

北京市低温热水地板辐射供暖 应用技术规程

DBJ/T 01—49—2000

主编部门：北京市建筑设计研究院
北京市建筑设计标准化办公室
批准部门：北京市建设委员会
北京市规划委员会
实施日期：2000年10月1日

关于发布北京市标准《低温热水地板 辐射供暖应用技术规程》的通知

京建科〔2000〕350号

各区、县建委，各局、总公司，各有关单位：

根据北京市建委京建科〔1999〕341号文件的要求，由北京市建筑设计研究院和北京市建筑设计标准化办公室共同主编、北京市恒岳新技术发展中心等单位参编的《低温热水地板辐射供暖应用技术规程》已经通过有关部门审查。现批准《低温热水地板辐射供暖应用技术规程》DBJ/T01—49—2000为北京市推荐性标准，自2000年10月1日起执行。

该标准由北京市建设委员会负责管理，由北京市建筑设计标准化办公室负责具体解释工作，由北京城建科技促进会负责组织印刷、发行。

北京市建设委员会
北京市规划委员会
二〇〇〇年八月十日

目次

1 总则	2—50—4	6.4 调试	2—50—8
2 术语	2—50—4	6.5 竣工验收	2—50—8
3 材料	2—50—4	6.6 文件	2—50—8
3.1 一般规定	2—50—4	附录 A 塑料管和交联铝塑复合管的等	
3.2 管材的质量要求	2—50—5	应变蠕变特性曲线	2—50—8
3.3 连接件的质量要求	2—50—5	附录 B 加热管管材的一般物理力学	
3.4 绝热板材的质量要求	2—50—5	性能	2—50—10
3.5 材料的外观质量、储运和检验	2—50—5	附录 C 管材的公称外径、最小壁厚及	
4 设计	2—50—5	公差 (mm)	2—50—10
4.1 供暖热负荷计算	2—50—5	附录 D 连接件的物理力学性能	2—50—10
4.2 系统设计	2—50—6	附录 E 地板向房间的有效散热	
4.3 热媒集配装置、加热管及附件		量表	2—50—10
的设计	2—50—6	附录 F 塑料管和铝塑复合管的	
5 施工	2—50—7	水力计算	2—50—11
5.1 一般规定	2—50—7	附录 G 辐射供暖地板的构成	2—50—12
5.2 绝热层的铺设	2—50—7	附录 H 加热管材质和壁厚选择	
5.3 加热管的配管和敷设	2—50—7	方法举例	2—50—12
5.4 热媒集配装置的安装	2—50—7	附录 I 加热管材的使用条件	
5.5 混凝土填充层的浇捣和养护	2—50—7	分级	2—50—13
5.6 地面层的施工	2—50—7	附录 J 加热管材的许用设计环应力及	
5.7 安全生产和成品保护	2—50—8	最小壁厚选择	2—50—13
6 检验、调试与验收	2—50—8	附录 K 辐射供暖地板加热管的	
6.1 中间验收	2—50—8	布管方式	2—50—14
6.2 水压试压	2—50—8	条文说明	2—50—16
6.3 水压试验步骤	2—50—8		

1 总 则

1.0.1 为了在低温热水地板辐射供暖工程的设计、施工及验收中,做到技术先进、经济合理、安全适用和确保质量,特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于民用或工业建筑内,低温热水地板辐射供暖工程的设计、施工及验收。散热器供暖系统或生活热水系统的户内支管,采用本规程所涵盖的管材敷设于地面垫层内时,可执行本规程。

1.0.3 管道系统的设计、施工及验收,除执行本规程外,还应符合现行国家标准《采暖通风及空气调节设计规范》(GBJ 19)、《采暖与卫生工程施工及验收规范》(GBJ 242)和其它有关标准、规范或规定。

2 术 语

2.0.1 低温热水地板辐射供暖 (Low-temperature hot water floor radiant heating)

以不高于 60℃ 的热水作热媒,将加热管埋设在地板中的低温辐射供暖。

2.0.2 交联铝塑复合管 (Cross linked polyethylene-aluminum compound pipe)

内层和外层为密度 $\geq 0.94\text{g/cm}^3$ 的聚乙烯或乙烯共聚物、中间层为增强铝管、层间用热熔胶紧密粘为一体的管材。用作地板辐射采暖的加热管,内外层均应为交联聚乙烯,通常以 XPAP 标记。

2.0.3 聚丁烯管 (Polybutylene pipe)

由聚丁烯-1 树脂添加适量助剂,经挤出成型的热塑性管材,通常以 PB 标记。

2.0.4 交联聚乙烯管 (Cross linked polyethylene pipe)

以密度 $\geq 0.94\text{g/cm}^3$ 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,由此种材料制成的管材,通常以 PE-X 标记。

2.0.5 无规共聚聚丙烯管 (Random polypropylene-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管材,通常以 PP-R 标记。

2.0.6 热媒集配装置 (Heating medium collective and distributive unit)

即分水器 and 集水器,有一个进口 (或出口) 和多个出口 (或进口) 的筒形承压装置,使横断面的流速限制在一定范围内,并配置放气装置和各通路阀门,以控制系统流量和使各通路流量分配均匀。

2.0.7 地面层 (Ground layer)

包括地面装饰层及其找平层。

2.0.8 填充层 (Fill up layer)

敷设于加热管周围和以上的构造层,用以保护加

热管和使地面温度均匀。

2.0.9 绝热层 (Heat insulating layer)

敷设于填充层之下和沿外墙周边的构造层,用以减少无效热损失。

2.0.10 防水层 (Waterproof layer)

敷设于楼层地面层以下的构造层,用以防止地面水进入填充层和绝热层。

2.0.11 防潮层 (Wetproof layer)

敷设于底层土壤之上的构造层,用以防止水汽进入绝热层。

2.0.12 伸缩缝 (Expansion seam)

在填充层内适当位置放置,用以防止因冷热伸缩而使地面龟裂和破损的构造。

2.0.13 固定卡子 (Tube clamps)

当采用将加热管直接固定在复合绝热层上的方式时,所使用的塑料卡钉。

2.0.14 钢丝网 (Wire netting)

另一种固定加热管方式所用的低碳钢丝编织构造,铺设于绝热层表面。

2.0.15 扎带 (Belting)

将加热管固定在钢丝网上的塑料带。

2.0.16 卡套式连接件 (Compression fitting)

将加热管材插入连接件内芯,由压紧螺母将放置在管材外的 C 形铜环收紧,并以密封圈完成密封的一种连接构件,常用于 XPAP 管或 PE-X 管与热媒集配装置的连接。

2.0.17 插接式连接件 (Insertion fitting)

将加热管材直接插入连接件内,由钢套、卡环、垫圈和密封圈完成密封的一种连接构件。常用于 PB 管或 PP-R 管与热媒集配装置的连接。

或将加热管材直接插入连接件内,由铜环、铜箍、接口上黄铜密封线完成密封的一种连接构件,也用于 XPAP 管或 PE-X 管与热媒集配装置的连接。

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 敷设于地面填充层内的加热管,应根据耐用年限要求、使用条件等级、热媒温度和工作压力、系统水质要求、材料供应条件、施工技术条件和投资费用等因素,选择采用以下管材:

- 1) 交联铝塑复合 (XPAP) 管。
- 2) 聚丁烯 (PB) 管。
- 3) 交联聚乙烯 (PE-X) 管。
- 4) 无规共聚聚丙烯 (PP-R) 管。

3.1.2 加热管下部的绝热层,应采用轻质、有一定承载力、吸湿率低和难燃或不燃的高效保温材料。

3.1.3 管材、管件和绝热材料,应有明显的标志,标明生产厂的名称、规格和主要技术特性,包装上应

标有批号、数量、生产日期和检验代号。

3.1.4 施工、安装的专用工具，必须标有生产厂的名称，并有出厂合格证和使用说明书。

3.2 管材的质量要求

3.2.1 管材应符合有关国家标准，在国家标准未制定前，企业标准应等同采用国际标准或国外先进标准：

1) XPAP 管，等同采用美国材料与试验协会标准 ASTM F 1281—1998。

2) PB 管，等同采用国际标准 ISO/DIS 15876。

3) PE-X 管，等同采用国际标准 ISO/DIS 15875。

4) PP-R 管，等同采用国际标准 ISO/DIS 15874。

3.2.2 各类管材的等应变蠕变特性曲线，应符合附录 A 的要求。

3.2.3 管材的一般物理力学性能，应符合附录 B 的要求。

3.2.4 与其它供暖系统共用同一集中热源水系统，且其它供暖系统采用钢制散热器等易腐蚀构件时，PB 管、PE-X 管和 PP-R 管，宜有阻氧层，以有效防止渗入氧而加速对系统的氧化腐蚀。

3.2.5 管材的外径、最小壁厚及公差，应符合附录 C 的要求。

3.2.6 管材以盘管方式供货，长度宜不小于 100m/盘。

3.3 连接件的质量要求

3.3.1 连接件与螺纹连接部分配件的本体材料，应为锻造黄铜。使用 PP-R 管作为加热管时，与 PP-R 管直接接触的连接件表面应镀锌。

3.3.2 连接件外观应完整、无缺损、无变形、无开裂。

3.3.3 连接件的物理力学性能，应符合附录 D 的要求。

3.3.4 连接件的螺纹，应符合国家标准《非螺纹密封的管螺纹》(GB/T 7307—1987) 的规定。螺纹应完整，如有断丝和缺丝，不得大于螺纹全扣数的 10%。

3.4 绝热板材的质量要求

3.4.1 绝热板材宜采用聚苯乙烯泡沫塑料，其物理性能应符合下列要求：

- 1) 密度不应小于 20kg/m^3 。
- 2) 导热系数不应大于 $0.05\text{W/m}\cdot\text{K}$ 。
- 3) 压缩应力不应小于 100kPa 。
- 4) 吸水率不应大于 4%。
- 5) 氧指数不应小于 32。

注：当采用其它绝热材料时，除密度外的其它物理性能应与上述要求等同。

3.4.2 为增强绝热板材的整体强度，并便于安装和固定加热管，绝热板材表面可分别作以下处理：

- 1) 敷有真空镀铝聚酯薄膜面层。

- 2) 敷有玻璃布基铝箔面层。

- 3) 铺设低碳钢丝网。

3.5 材料的外观质量、储运和检验

3.5.1 管材和管件的颜色应一致，色泽均匀，无分解变色。

3.5.2 管材的内外表面应光滑、清洁，不允许有分层、针孔、裂纹、气泡、起皮、痕纹和夹杂，但允许有轻微的、局部的、不使外径和壁厚超出允许公差的划伤、凹坑、压入物和斑点等缺陷。轻微的矫直和车削痕迹、细划痕、氧化色、发暗、水迹和油迹，可不作为报废的依据。

3.5.3 管材和绝热板材在运输、装卸和搬运时，应小心轻放，不得受到剧烈碰撞和尖锐物体冲击，不得抛、摔、滚、拖，应避免接触油污。

3.5.4 管材和绝热板材应码放在平整的场地上，垫层高度要大于 100mm，防止泥土和杂物进入管内。塑料类管材、铝塑复合管和绝热板材不得露天存放，应储存于温度不超过 40°C 、通风良好和干净的仓库中，要防火、避光，距热源不应小于 1m。

3.5.5 材料的抽样检验方法，应符合国家标准《逐批检查计数抽样程序及抽样表》(GB/T 2828—1997) 的规定。

4 设计

4.1 供暖热负荷计算

4.1.1 应按《采暖通风及空气调节设计规范》的有关规定，进行房间供暖热负荷计算。但与常规对流式供暖方式热负荷计算有以下区别：

- 1) 不计算敷设有加热管道地面的供暖热负荷。

- 2) 供暖热负荷计算宜将室内计算温度降低 2°C ，或取常规对流式供暖方式计算供暖热负荷的 90%~95%。

4.1.2 采用集中供暖分户热计量或采用分户独立热源的住宅，应考虑间歇供暖、户间建筑热工条件和户间传热等因素，在 4.1.1 条房间计算热负荷基础上，增加一定的附加量，确定房间热负荷 Q 。

注：考虑户间传热的附加量，仅作为确定户内供暖热负荷的因素，不应统计在集中供暖系统的总负荷内。

4.1.3 地板辐射用于房间局部区域供暖、其它区域不供暖时，地板辐射所需散热量可按全面辐射供暖所需散热量，乘以表 4.1.3 的计算系数确定。

局部区域辐射供暖耗热量的计算系数

表 4.1.3

供暖区面积与房间总面积的比值	>0.80	0.55	0.40	0.25	<0.20
计算系数	1	0.72	0.54	0.38	0.30

注：供暖区面积比值在 0.20~0.80 区间的其它数值时，按插入法确定计算系数。

4.1.4 进深大于6m的房间,宜以距外墙6m为界分区,当作不同的单独房间,分别计算供暖热负荷和进行地板辐射供暖设计。

4.2 系统设计

4.2.1 低温热水地板辐射供暖的供水温度应计算确定,但不宜超过60℃,供回水温差不宜大于10℃。同一热源输配系统的各房间,应按相同的水温计算。

4.2.2 采用集中热源时的热媒工作压力,不宜大于0.8MPa。当工程条件必须突破时,应选择采用适当的管材,并采取相应的系统补强措施。

4.2.3 无论采用何种热源,地板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,并设置可靠的控制装置。

4.2.4 辐射供暖地板的散热量,包括地板向房间的有效散热量 Q_1 和向下层(包括地面层向土壤)传热的热损失量 Q_2 。设计计算应考虑下列因素:

1) 垂直相邻各层房间均采用地板辐射供暖时,除顶层以外的各层,均应按房间供暖热负荷 Q ,扣除来自上层的热量 Q_2 ,确定房间所需有效散热量即 Q_1 。

2) 热媒的供热量,应包括地板向房间的有效散热量 Q_1 ,和向下层(包括地面层向土壤)传热的热损失量 Q_2 。

注:垂直相邻各层房间均采用地板辐射供暖时,除顶层以外的各层,向下层的散热量,可视作与来自上层的得热量相互抵消。

4.2.5 地面上的固定设备和卫生器具下,不应布置加热管道。应考虑家具和其它地面覆盖物的遮挡因素,按房间地面的总面积 F ,乘以适当的修正系数,确定地板有效散热面积 F_1 。

4.2.6 单位地板面积所需有效散热量 q_1 ,按下式计算:

$$q_1 = Q_1 / F_1 \quad (\text{W/m}^2)$$

式中: Q_1 ——房间所需有效散热量(W)

F_1 ——房间地板有效散热面积(m^2)

4.2.7 敷设加热管道的地板表面平均温度 t_{EP} ,可按下列近似公式计算:

$$t_{EP} = t_n + 9 \left(\frac{q_1}{100} \right)^{0.909} \quad (^\circ\text{C})$$

式中: q_1 ——按4.2.6条计算的单位地板面积有效散热量(W/m^2)

t_n ——室内温度($^\circ\text{C}$)

4.2.8 敷设加热管道地板的表面平均温度 t_{EP} ,应符合表4.2.8的要求

4.2.9 当房间供暖热负荷较大,地板表面温度计算值超出4.2.8条规定时,应设置其它供暖设备,以满足房间所需散热量。

地板表面平均温度 t_{EP} 表 4.2.8

环境条件	适宜范围	最高限值
人员长期停留区域	24~26℃	28℃
人员短期停留区域	28~30℃	32℃
无人员停留区域	35~40℃	42℃

4.2.10 单位地板面积的有效散热量 q_1 和向下传热的热损失量 q_2 ,均应通过计算确定。

注:当加热管为PE-X管、公称外径为20mm、填充层厚度为60mm、填充层下部设有绝热层和供回水温差为10℃时,不同的加热管间距、平均水温和室温的地板有效散热量 q_1 ,可按附录E选用。

4.2.11 加热管内热媒流速不应小于0.25m/s,供回水阀门以后(含阀门、加热管和热媒集配装置等构件)的系统阻力,应进行计算,并不宜大于30kPa。

注:各类塑料管或铝塑复合管的阻力损失,可按附录F计算。

4.3 热媒集配装置、加热管及附件的设计

4.3.1 地板辐射供暖系统应有独立的热媒集配装置,并应符合下列要求:

1) 每一集配装置的分支路不宜多于8个;住宅每户至少应设置一套集配装置。

2) 集配装置的直径,应大于总供回水管径。

3) 集配装置应高于地板加热管,并配置排气阀。

4) 总供回水管和每一供回水分支路,均应配置截止阀或球阀。

5) 总供水管阀的内侧,应设置过滤器。

6) 建筑设计应为集配装置的合理设置,提供适当的条件。

4.3.2 辐射供暖地板由地面层、填充层、绝热层、防水层(或防潮层)、找平层以及加热管等组成,其基本构造做法参见附录G。

4.3.3 同一热媒集配装置系统各分支路的加热管长度宜尽量接近,并不宜超过120m。不同房间和住宅的各主要房间,宜分别设置分支路。

4.3.4 加热管的材质和壁厚,应按工程使用条件经计算选择确定,选择方法和计算数据可参见附录H、I、J。

注:因暂缺XPAP管计算所需数值,因其许用设计应力大于PE-X管,可参照PE-X管确定所需最小壁厚。

4.3.5 加热管的间距,不宜大于300mm。应根据房间的热工特性和保证温度均匀的原则,分别采用旋转形、往复形或直列形等布管方式(参见附录K)。热损失明显不均匀的房间,宜采用将高温管段优先布置于房间热损失较大的外窗或外墙侧的方式。

4.3.6 土壤上部、与不供暖房间相邻楼板上部和住宅楼板上部的地板加热管之下,以及辐射供暖地板沿外墙的周边,应铺设绝热层。绝热层采用聚苯乙烯泡沫塑料板时,厚度不宜小于下列要求:

楼板上部 30mm (住宅受层高限制时不应小于 20mm)

土壤上部 40mm

沿外墙周边 20mm

注:当采用其它绝热材料时,宜按等效热阻确定其厚度。

4.3.7 加热管应采用卵石混凝土填充层覆盖,并符合下列要求:

1) 加热管以上的填充层厚度不应小于 30mm。

2) 地面荷载大于 20kN 时,加热管上皮的填充层,应经设计计算确定加固构造措施。

4.3.8 辐射供暖地板铺设在土壤上时,绝热层以下应做防潮层;辐射供暖地板铺设在潮湿房间(如卫生间、厨房和游池等)内的楼板上时,填充层以上应做防水层。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 地板辐射供暖的安装工程,施工前应具备下列条件:

1) 设计图纸及其它技术文件齐全。

2) 经批准的施工方案或施工组织设计,已进行技术交底。

3) 施工力量和机具等,能保证正常施工。

4) 施工现场、施工用水和用电、材料储放场地等临时设施,能满足施工需要。

5.1.2 地板辐射供暖的安装工程,环境温度宜不低于 5℃。

5.1.3 地板辐射供暖施工前,应了解建筑物的结构,熟悉设计图纸、施工方案及其它工种的配合措施。安装人员应熟悉管材的一般性能,掌握基本操作要点,严禁盲目施工。

5.1.4 加热管安装前,应对材料的外观和接头的配合公差进行仔细检查,并清除管道和管件内外的污垢和杂物。

5.1.5 安装过程中,应防止油漆、沥青或其它化学溶剂污染塑料类管道。

5.1.6 管道系统安装间断或完毕的敞口处,应随时封堵。

5.2 绝热层的铺设

5.2.1 绝热层应铺设在平整的基地上。

5.2.2 绝热层应铺设平整、搭接严密。当敷有真空镀铝聚酯薄膜或玻璃布基铝箔贴面层时,除将加热管固定在绝热层上的塑料卡钉穿越外,不得有其它破损。

5.3 加热管的配管和敷设

5.3.1 按设计图纸的要求,进行放线并配管。同一通路的加热管应保持水平。

5.3.2 加热管的弯曲半径, PB 管和 PE-X 管不宜小

于 5 倍管外径,其它管材不宜小于 6 倍管外径。

5.3.3 填充层内的加热管不应有接头。

5.3.4 采用专用工具断管,断口应平整,断口面应垂直于管轴线。

5.3.5 加热管应加以固定,可以分别采用以下的固定方法:

1) 用固定卡子将加热管直接固定在敷有复合面层的绝热板上。

2) 用扎带将加热管绑扎在铺设于绝热层表面的钢丝网上。

3) 卡在铺设于绝热层表面的专用管架或管卡上。

5.3.6 加热管固定点的间距,直管段不应大于 700mm,弯曲管段不应大于 350mm。

5.4 热媒集配装置的安装

5.4.1 热媒集配装置应加以固定。

1) 当水平安装时,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。

2) 当垂直安装时,分、集水器下端距地面应不小于 150mm。

5.4.2 加热管始末端出地面至连接配件的管段,应设置在硬质套管内。套管外皮不宜超出集配装置外皮的投影面。加热管与集配装置分路阀门的连接,应采用专用卡套式连接件或插接式连接件。

5.4.3 加热管始末端的适当距离内或其它管道密度较大处,当管间距 $\leq 100\text{mm}$ 时,应设置柔性套管等保温措施。

5.4.4 加热管与热媒集配装置牢固连接后,或在填充层养护期后,应对加热管每一通路逐一进行冲洗,至出水清净为止。

5.5 混凝土填充层的浇捣和养护

5.5.1 混凝土填充层应设置以下热膨胀补偿构造措施:

1) 辐射供暖地板面积超过 30m^2 或长边超过 6m 时,填充层应设置间距 $\leq 6\text{m}$ 、宽度 $\geq 5\text{mm}$ 的伸缩缝,缝中填充弹性膨胀材料。

2) 与墙、柱的交接处,应填充厚度 $\geq 10\text{mm}$ 的软质闭孔泡沫塑料。

3) 加热管穿越伸缩缝处,应设长度不小于 100mm 的柔性套管。

5.5.2 在试压合格后,进行卵石混凝土填充层的浇捣,标号应不小于 C15,卵石粒径宜不大于 12mm,并宜掺入适量防止龟裂的添加剂。

5.5.3 填充层的养护周期,应不小于 48h。

5.5.4 混凝土填充层浇捣和养护过程中,系统应保持不小于 0.4MPa 的压力。

5.6 地面层的施工

5.6.1 在填充层养护期满之后,方可进行地面层的施工。

5.6.2 地面层及其找平层施工时,不得剔凿填充层或向填充层楔入任何物件。

5.7 安全生产和成品保护

5.7.1 各类塑料管、铝塑复合管和绝热材料,不得直接接触明火。

5.7.2 加热管严禁攀踏、用作支撑或借作它用。

5.7.3 地板辐射供暖的安装工程,不宜与其它施工作业同时交叉进行。混凝土填充层的浇捣和养护过程中,严禁进入踩踏。

5.7.4 在混凝土填充层养护期满之后,敷设加热管的地面,应设置明显标志,加以妥善保护,严禁在地面上运行重荷载或放置高温物体。

6 检验、调试与验收

6.1 中间验收

地板辐射供暖系统,应根据工程施工特点进行中间验收。中间验收过程,从加热管道敷设和热媒集配装置安装完毕进行试压起,至混凝土填充层养护期满再次进行试压止,由施工单位会同监理单位进行。

6.2 水压试验

浇捣混凝土填充层之前和混凝土填充层养护期满之后,应分别进行系统水压试验。水压试验应符合下列要求:

1) 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。

2) 试验压力应为不小于系统静压加 0.3MPa,但不得低于 0.6MPa。

3) 冬季进行水压试验时,应采取可靠的防冻措施。

6.3 水压试验步骤

水压试验应按下列步骤进行:

1) 经分水器缓慢注水,同时将管道内空气排出。

2) 充满水后,进行水密性检查。

3) 采用手动泵缓慢升压,升压时间不得少于 15min。

4) 升压至规定试验压力后,停止加压,稳压 1h,观察有无漏水现象。

5) 稳压 1h 后,补压至规定试验压力值,15min 内的压力降不超过 0.05MPa 无渗漏为合格。

6.4 调试

6.4.1 地板辐射供暖系统未经调试,严禁运行使用。

6.4.2 具备供热条件时,调试应在竣工验收阶段进行;不具备供热条件时,经与工程使用单位协商,可延期进行调试。

6.4.3 调试工作由施工单位在工程使用单位配合下进行。

6.4.4 调试时初次通暖应缓慢升温,先将水温控制在 25~30℃ 范围内运行 24h,以后再每隔 24h 升温不

超过 5℃,直至达设计水温。

6.4.5 调试过程应持续在设计水温条件下连续通暖 24h,并调节每一通路水温达到正常范围。

6.5 竣工验收

6.5.1 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、制品和零件的检验合格证和出厂合格证。

3) 中间验收记录。

4) 试压和冲洗记录。

5) 工程质量检验评定记录。

6) 调试记录。

6.5.2 竣工验收标准

符合以下规定,方可通过竣工验收:

1) 竣工质量符合设计要求和本规程的有关规定。

2) 填充层表面不应有明显裂缝。

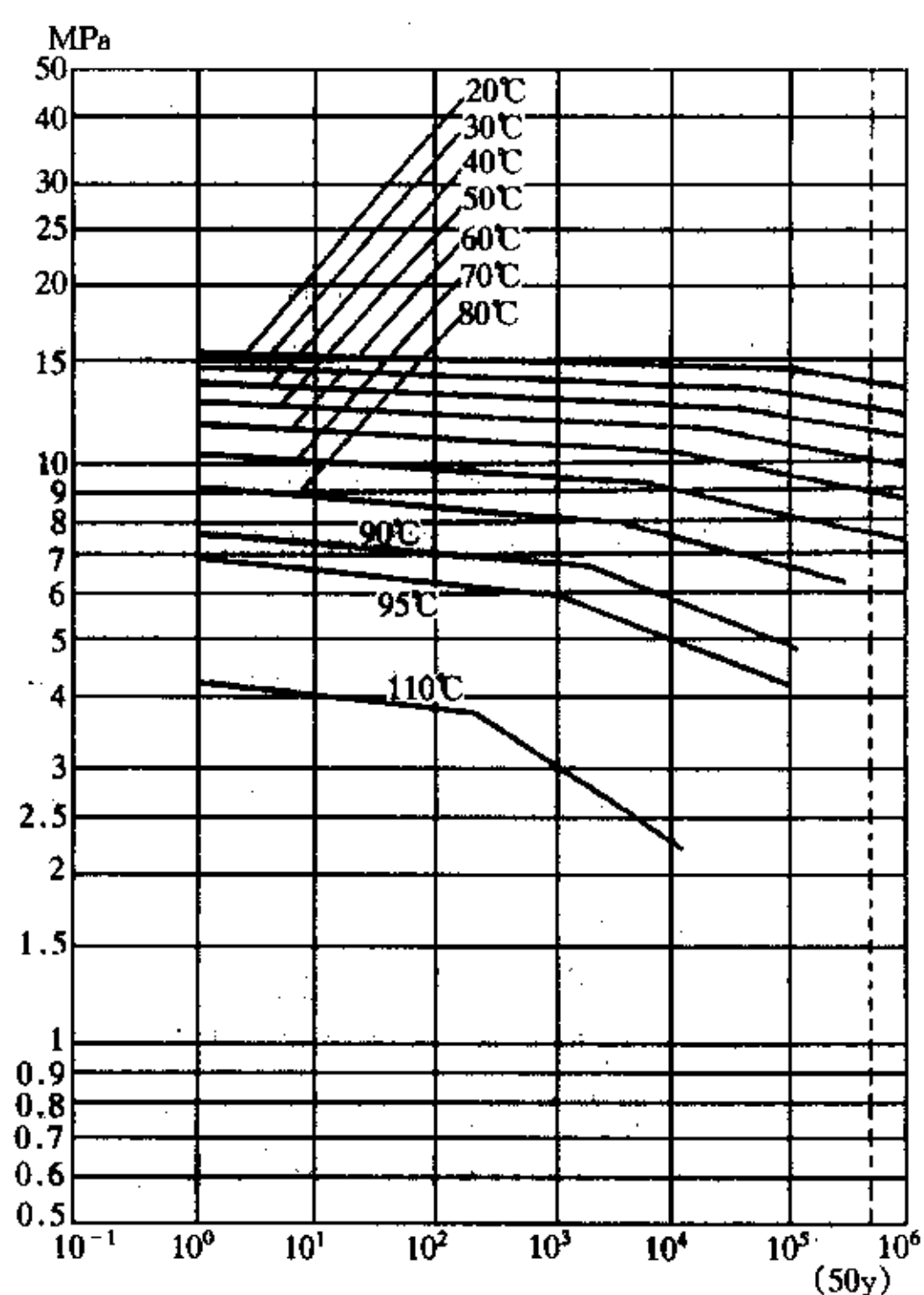
3) 管道和构件无渗漏。

4) 阀门开启灵活、关闭严密。

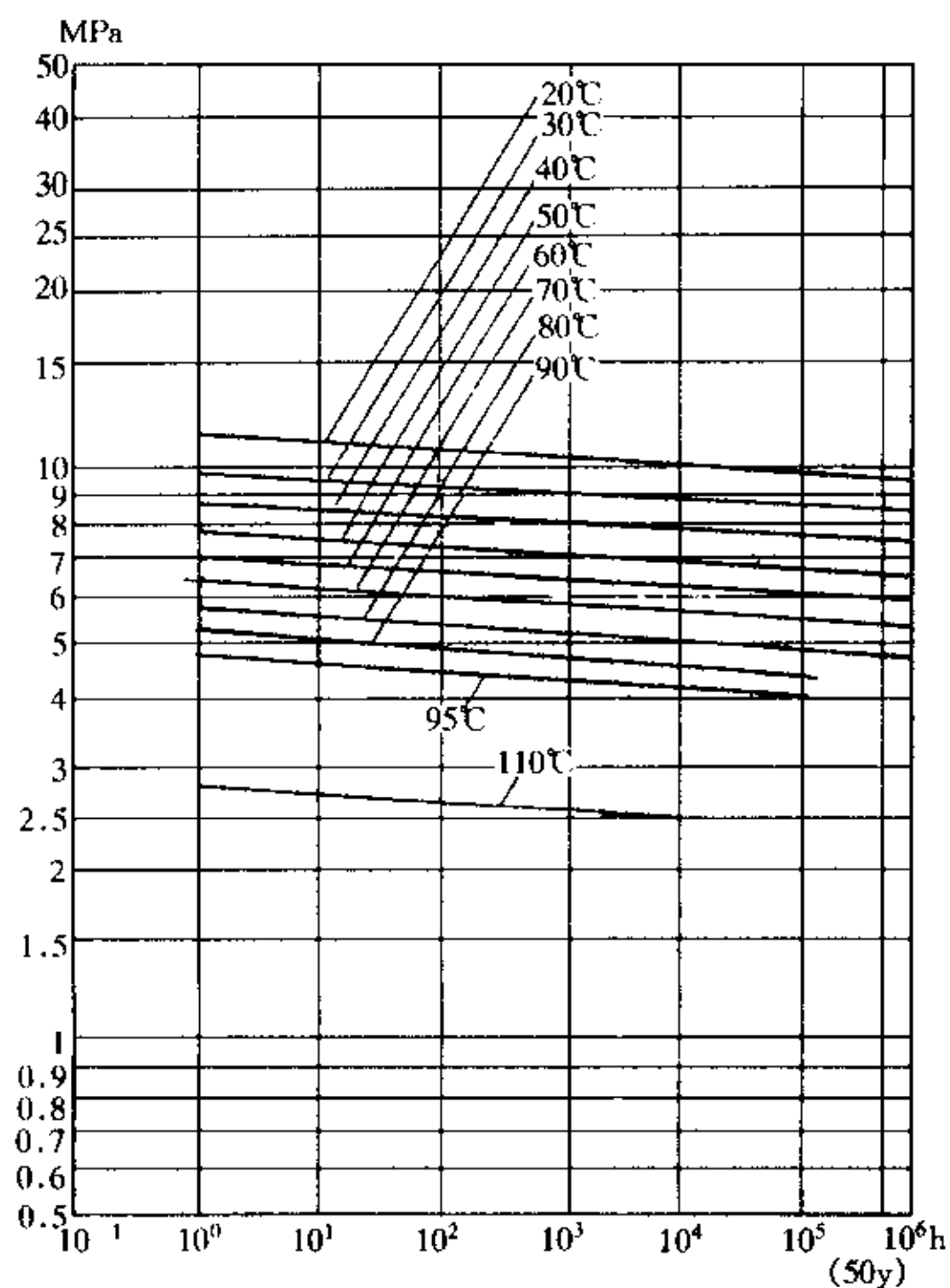
6.6 文件

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。

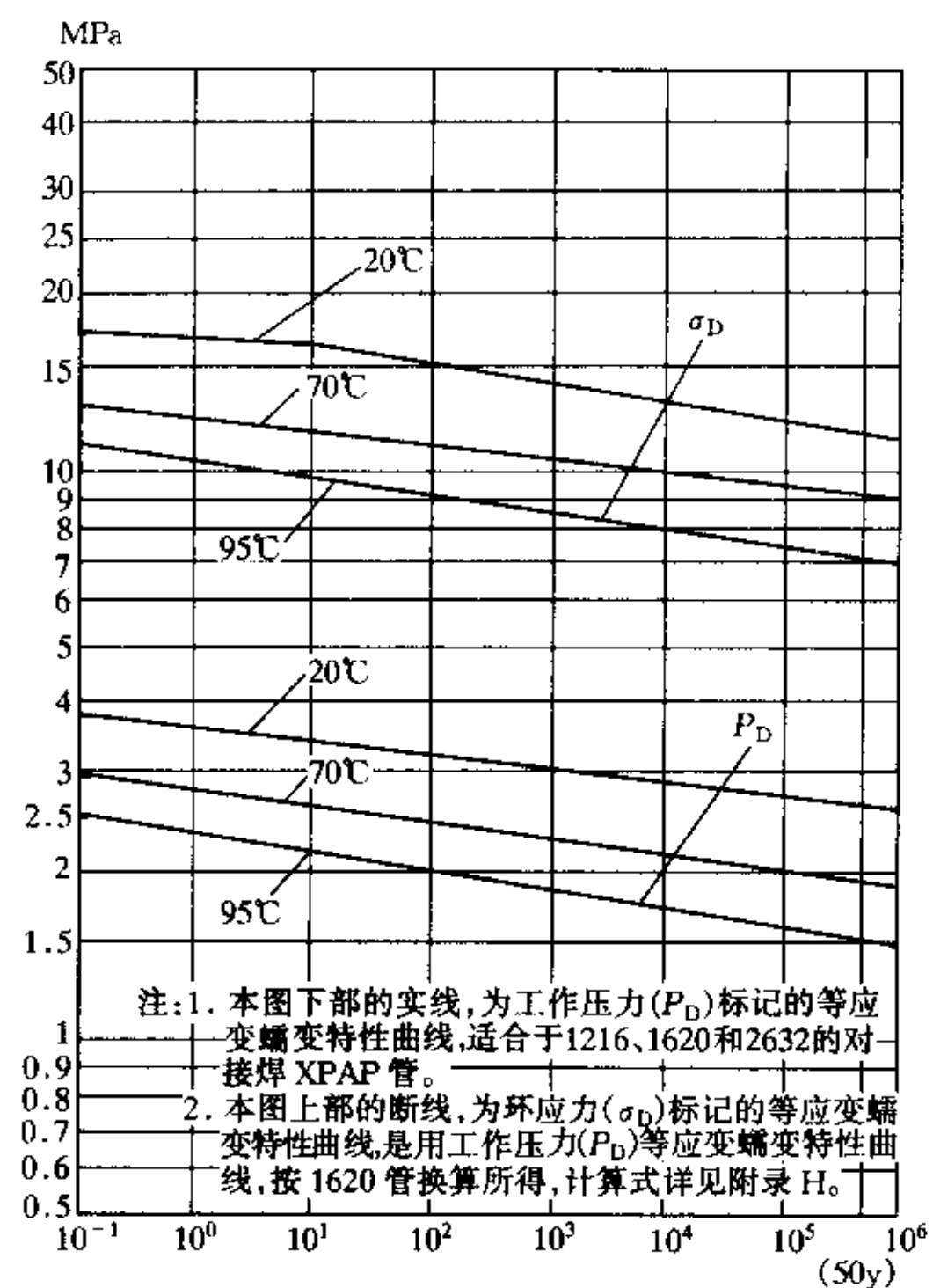
附录 A 塑料管和交联铝塑复合管的等应变蠕变特性曲线



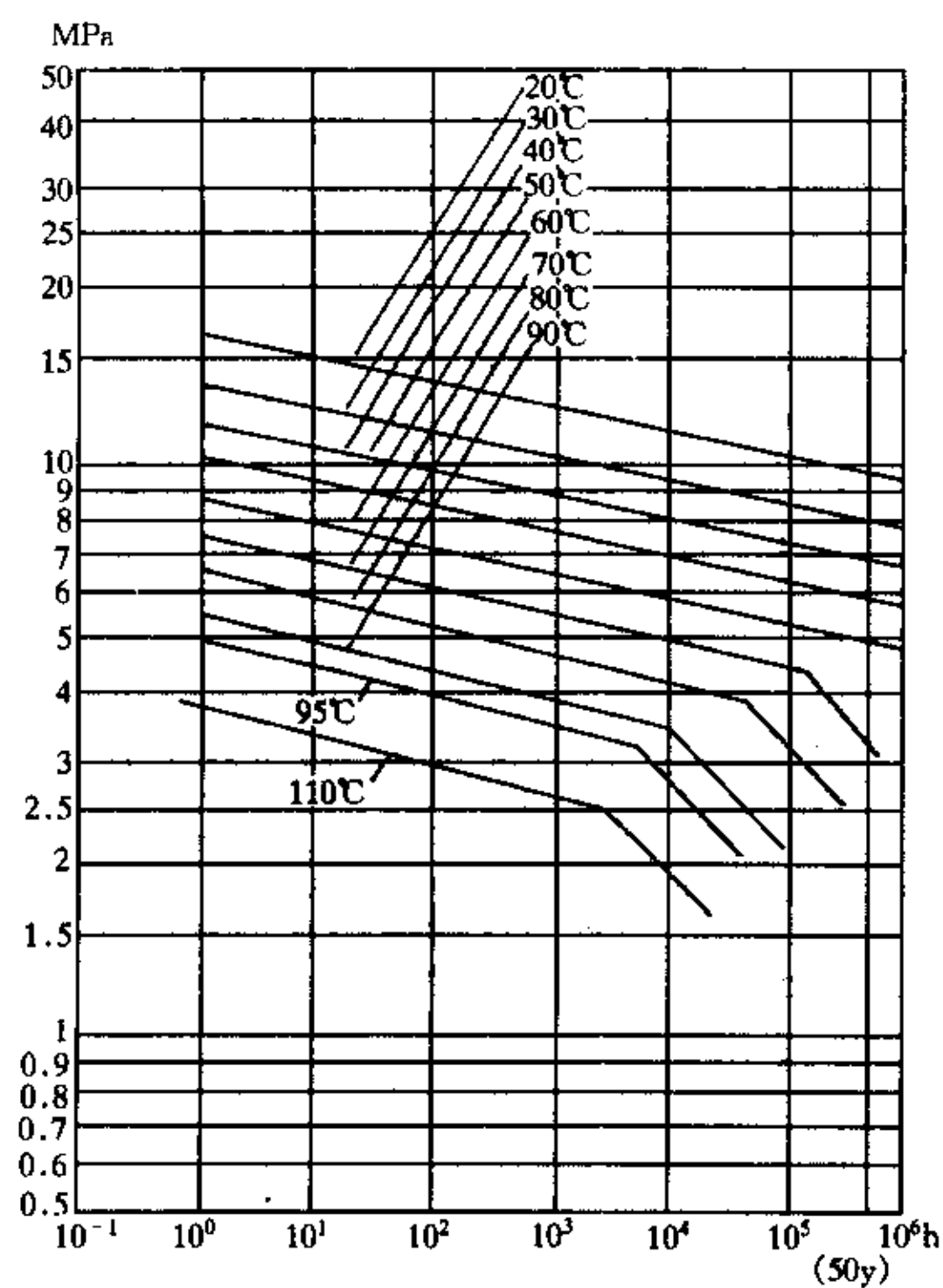
附录 A-1 PB 管的环应力等应变蠕变特性曲线



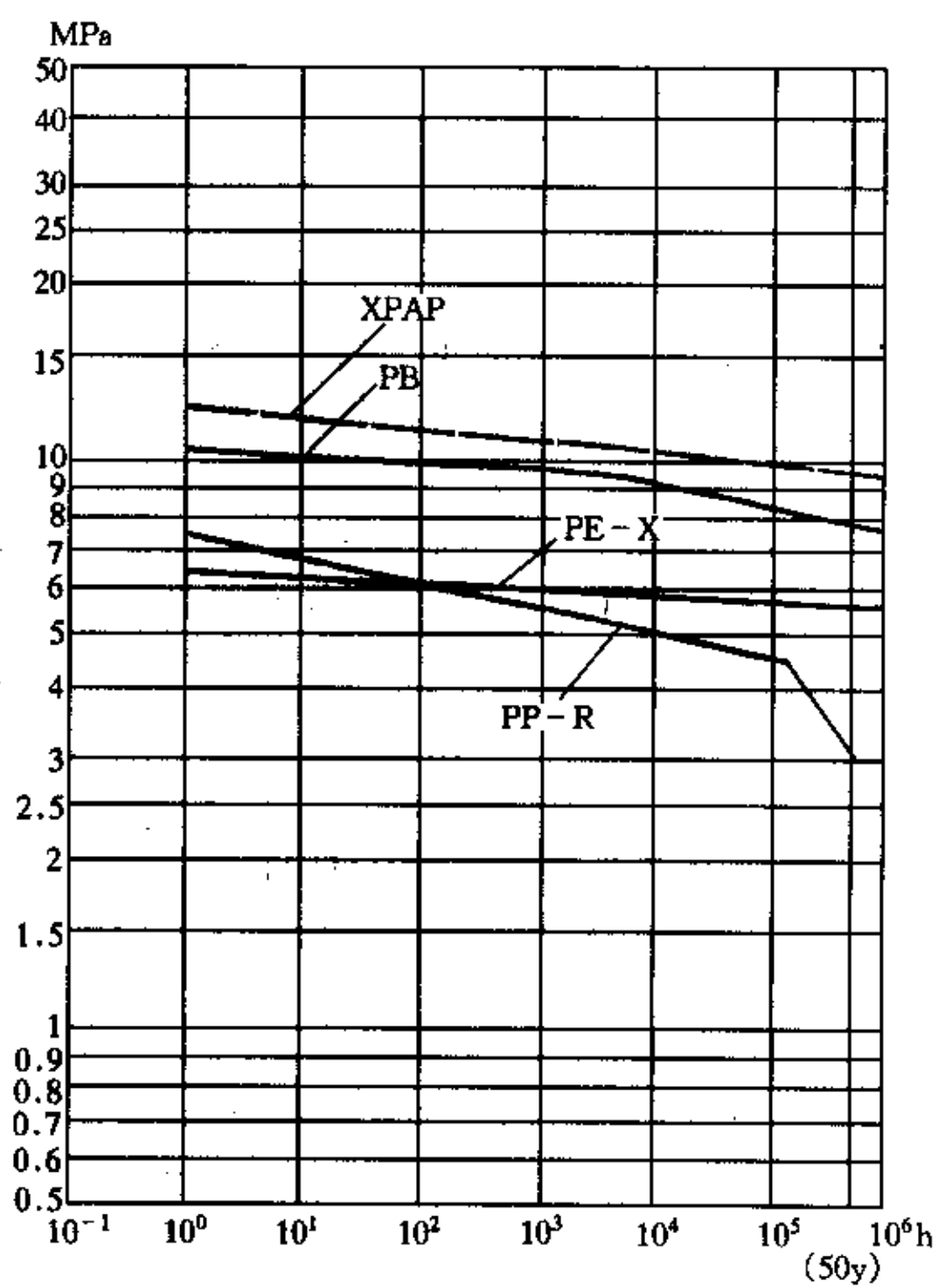
附录 A-2 PE-X 管的环应力
等应变蠕变特性曲线



附录 A-4 XPAP 管的工作压力和
环应力等应变蠕变特性曲线



附录 A-3 PP-R 管的环应力
等应变蠕变特性曲线



附录 A-5 70°C 条件下各类管材的环
应力等应变蠕变特性曲线

附录 B 加热管管材的一般物理力学性能

项目	单位	指 标							
		交联铝塑复合管 (注 4)	聚丁烯管	交联聚乙烯管	无规共聚聚丙烯管				
密度	g/cm ³	≥0.940 (注 1)	≥0.920	≥0.940	0.89~0.91				
纵向长度回缩率	%	≤2	≤2	≤2	≤2				
热稳定性 (注 2)	MPa (环应力)	—	2.4	2.5	1.9				
蠕变特性及检测点	环应力 MPa	(注 3)	15.5	6.0	12.0	4.4	16.5	3.5	
	温度 ℃		20	95	20	95	20	95	
	时间 h		>1	>1000	>1	>1000	>1	>1000	
交联度	硅烷 %	≥65 (注 1)	—	—	≥65				
	过氧化物 %	≥70 (注 1)			≥70				
	辐照 %	≥60 (注 1)			≥60				
维卡软化点	℃	≥105 (注 1)	113	123	140				
抗拉屈服强度 (23±1℃)	MPa	≥23	≥17	≥17	≥27				
断裂延伸率 (23±1℃)	%	≥350 (注 1)	≥280	≥400	≥700				
导热系数	W/m·K	≥0.45	≥0.33	≥0.41	≥0.37				
线膨胀系数	mm/m·K	0.025	0.130	0.200	0.180				

注 1: 指交联聚乙烯层。

注 2: 110℃ 热空气中 8760 小时无破坏或泄漏。

注 3: 交联铝塑复合 (XPAP) 管的蠕变特性及检测点为: 液体压力 2.2MPa, 95℃, 10h

注 4: 交联铝塑复合 (XPAP) 管的铝层, 抗拉屈服强度应 ≥100MPa, 断裂延伸率应 ≥20%。胶粘层的专用热熔胶密度应 ≥0.926g/cm³, 熔融指数应 ≥1g/10min, 维卡软化点应 ≥105℃, 断裂延伸率应 ≥400%, T 剥离强度应 ≥70N/25mm。

附录 C 管材的公称外径、最小壁厚及公差 (mm)

	公称外径 DN	外径公差	最小壁厚	壁厚公差
交联铝塑复合管	16	+0.30	1.65	+0.40
	20		1.90	
	25		2.25	+0.50
聚丁烯管	16	+0.20	1.3	+0.20
	20		1.3	
	25		1.3	

2—50—10

续表

	公称外径 DN	外径公差	最小壁厚	壁厚公差
交联聚乙烯管	16	+0.30	1.3	+0.40
	20		1.5	
	25		1.9	
无规共聚聚丙烯管	16	+0.30	1.8	+0.40
	20		1.9	
	25		2.3	

注: 各类管材的壁厚, 应经设计计算确定。

附录 D 连接件的物理力学性能

性能	单位	指 标
连接件耐水压	MPa	常温—2.5, 95℃—1.2, 1 小时无渗漏
工作压力	MPa	95℃—1.0, 1 小时无渗漏
连接密封性压力	MPa	95℃—3.5, 1 小时无渗漏
耐拔脱力	MPa	95℃—3.0

附录 E 地板向房间的有效散热量表

地面层为水泥、陶瓷砖、水磨石或石料的散热量地面层热

阻 $R = 0.02 \text{ (m}^2 \cdot \text{K) / W}$ 附录 E-1

平均水温 (℃)	室温 (℃)	下列供热管道间距 (mm) 条件下的地板散热量 (W/m ²)							
		300	250	225	200	175	150	125	100
35	15	83	92	97	102	107	112	117	121
	18	70	78	82	86	90	94	98	102
	20	62	68	72	75	79	83	86	90
	22	53	59	62	65	66	71	74	77
	24	45	49	52	54	57	60	62	65
40	15	105	116	122	128	135	141	147	153
	18	92	102	107	112	118	123	129	134
	20	83	92	97	102	107	112	117	121
	22	75	82	87	91	95	100	104	109
	24	66	73	76	80	84	88	92	95
45	15	127	140	148	155	163	171	178	186
	18	114	126	134	139	146	153	160	166
	20	105	116	122	128	135	141	147	153
	22	96	106	112	117	123	129	135	140
	24	87	96	101	107	111	117	122	128
50	15	149	165	173	182	191	200	209	218
	18	136	150	158	166	174	182	191	199
	20	127	140	148	155	163	171	178	186
	22	118	130	137	144	151	159	166	173
	24	109	121	126	133	140	147	153	160
55	15	171	189	199	209	220	230	241	251
	18	158	174	184	193	203	212	222	231
	20	149	165	173	182	191	200	209	218
	22	140	155	163	171	180	188	197	205
	24	131	145	152	160	168	176	184	192

地面层为塑料类材料的散热量
地面层热阻 $R = 0.075 \text{ (m}^2 \cdot \text{K) / W}$

附录 E-2

平均水温 (℃)	室温 (℃)	下列供热管道间距 (mm) 条件下的地板散热量 (W/m ²)							
		300	250	225	200	175	150	125	100
35	15	66	72	75	78	81	84	87	90
	18	56	61	64	66	69	71	74	76
	20	49	54	56	58	60	63	65	67
	22	42	46	48	50	52	54	56	58
	24	36	39	40	42	44	45	47	48
40	15	83	91	94	98	102	106	110	113
	18	73	80	83	86	90	93	96	99
	20	66	72	75	78	81	84	87	90
	22	59	65	67	70	73	75	78	81
	24	52	57	59	62	64	67	69	71
45	15	100	109	114	119	123	128	132	137
	18	90	98	102	106	111	115	119	123
	20	83	91	94	98	102	106	110	113
	22	76	83	87	90	94	97	101	104
	24	69	75	79	82	85	88	91	94
50	15	118	128	134	139	145	150	155	160
	18	107	117	122	127	132	137	142	146
	20	100	109	114	119	123	128	132	137
	22	93	102	106	110	115	119	123	127
	24	86	94	98	102	106	110	114	118
55	15	135	147	153	160	166	172	178	184
	18	125	136	141	147	153	159	164	170
	20	118	128	134	139	145	150	155	160
	22	111	120	126	131	136	141	146	151
	24	103	113	118	122	127	132	137	141

地面层为木地板的散热量
地面层热阻 $R = 0.1 \text{ (m}^2 \cdot \text{K) / W}$

附录 E-3

平均水温 (℃)	室温 (℃)	下列供热管道间距 (mm) 条件下的地板散热量 (W/m ²)							
		300	250	225	200	175	150	125	100
35	15	61	66	68	71	73	76	78	80
	18	51	56	58	60	62	64	66	68
	20	45	49	51	53	55	56	58	60
	22	39	42	44	45	47	49	50	52
	24	35	35	35	37	38	40	42	43
40	15	76	83	86	89	92	95	98	101
	18	67	72	75	78	81	84	86	89
	20	61	66	68	71	73	76	78	80
	22	54	59	61	63	66	68	70	72
	24	48	52	54	56	58	60	62	64
45	15	92	99	103	107	111	115	119	122
	18	82	89	93	96	100	103	106	110
	20	76	83	86	89	92	95	98	101
	22	70	76	79	82	84	87	90	93
	24	63	69	71	74	77	79	82	84
50	15	108	116	121	126	130	135	139	143
	18	98	106	110	115	119	123	127	131
	20	92	99	103	107	111	115	119	122
	22	85	93	96	100	103	107	110	114
	24	79	86	89	92	96	99	102	105
55	15	123	134	139	144	149	155	160	164
	18	114	123	128	133	138	143	147	152
	20	108	116	121	126	130	135	139	143
	22	101	109	114	118	122	127	131	135
	24	95	103	107	111	115	119	123	126

地面层以上铺地毯的散热量
地面层热阻 $R = 0.15 \text{ (m}^2 \cdot \text{K) / W}$

附录 E-4

平均水温 (℃)	室温 (℃)	下列供热管道间距 (mm) 条件下的地板散热量 (W/m ²)							
		300	250	225	200	175	150	125	100
35	15	52	56	58	60	61	63	65	67
	18	44	47	49	51	52	54	55	56
	20	39	42	43	44	46	47	48	50
	22	35	36	37	38	40	41	42	43
	24	35	35	35	35	35	35	35	36
40	15	65	70	72	75	77	79	82	84
	18	57	61	64	66	68	70	72	73
	20	52	56	58	60	61	63	65	67
	22	47	50	52	53	55	57	58	60
	24	41	44	46	47	49	50	52	53
45	15	79	84	87	90	93	96	98	101
	18	71	76	78	81	83	86	88	91
	20	65	70	72	75	77	79	82	84
	22	60	64	66	69	71	73	75	77
	24	54	58	60	62	64	66	68	70
50	15	92	99	102	105	109	112	115	118
	18	84	90	93	96	99	102	105	108
	20	79	84	87	90	93	96	98	101
	22	73	78	81	84	87	89	92	94
	24	68	73	75	78	80	83	85	87
55	15	105	113	117	121	125	128	132	135
	18	97	104	108	112	115	119	122	125
	20	92	99	102	105	109	112	115	118
	22	86	93	96	99	102	105	108	111
	24	81	87	90	93	96	99	102	104

附录 F 塑料管和铝塑复合管的水力计算

附录 F-1

流量	计算内径/计算外径 (mm)					
	12/16		16/20		20/25	
L/h	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m	m/s	Pa/m
90	0.22	91.04				
108	0.27	125.76				
126	0.31	165.30				
144	0.35	209.44	0.20	53.07		
162	0.40	258.20	0.22	65.33		
180	0.44	311.17	0.25	78.77		
198	0.49	368.56	0.27	93.29		
216	0.53	430.07	0.30	108.89		
236	0.57	495.70	0.32	125.57		
252	0.62	565.35	0.35	143.13	0.22	46.70
270	0.66	638.93	0.37	161.77	0.24	55.62
288	0.71	716.42	0.40	181.39	0.25	62.39
306	0.75	797.75	0.42	201.99	0.27	69.55
324	0.80	882.90	0.45	223.57	0.29	77.01
342	0.84	971.78	0.47	246.13	0.30	84.86
360	0.88	1069.3	0.50	269.58	0.31	92.80
396	0.97	1255.7	0.55	319.21	0.35	109.97
432	1.06	1471.5	0.60	372.49	0.39	128.31
468	1.15	1697.1	0.65	429.28	0.41	147.93
504	1.24	1932.6	0.70	489.62	0.45	168.63

注：本表数值系按《建筑给水排水设计手册》经整理和简化所得，计算水温条件为 10℃。

计算阻力的水温修正系数 附录 F-2

计算水温 (°C)	10	20	30	40	50	60	70
阻力修正系数	1.00	0.96	0.91	0.88	0.84	0.81	0.80

附录 F-3 不同壁厚时流速和阻力的修正

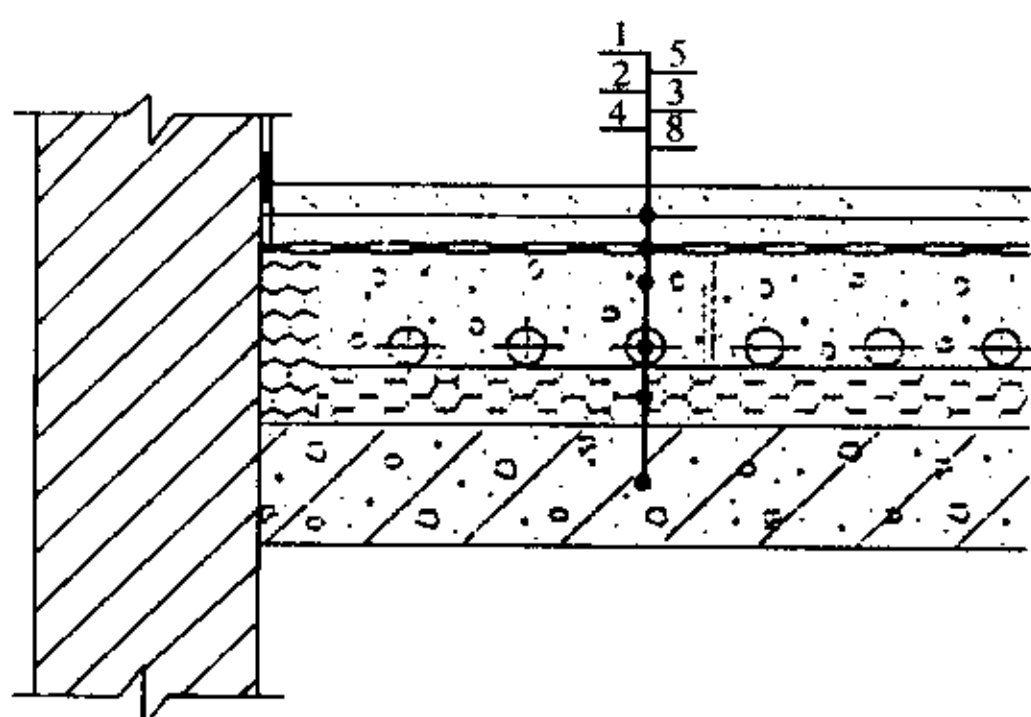
当壁厚与附录 F-1 不符时, 应计算实际壁厚条件下的内径, 并计算下列比值:

$$K = \frac{\text{水力计算表的计算内径}}{\text{实际壁厚条件下的内径}}$$

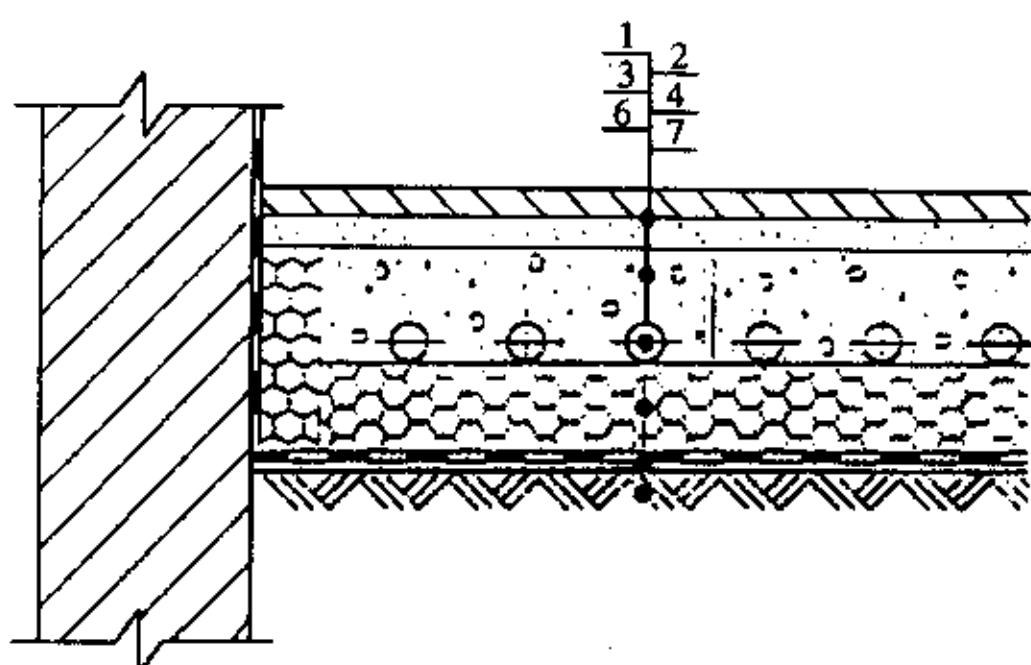
$$\text{实际流速} = \text{水力计算表的流速} \times K^2$$

$$\text{实际阻力} = \text{水力计算表的阻力} \times K^{4.774}$$

附录 G 辐射供暖地板的构成



楼层辐射供暖地板的构成



底层辐射供暖地板的构成

代号	名称	说明
1	地面层	包括地面装饰层及其保护层
2	填充层	卵石混凝土
3	加热管	
4	绝热层	
5	防水层	仅在楼层潮湿房间地面设
6	防潮层	仅在地面层土壤上设
7	土壤	
8	楼板	

附录 H 加热管材质和壁厚选择方法举例

一、根据工程使用性质、运行水温及其频率, 参见附录 I, 选择确定使用条件等级。使用条件分级不是硬性规定, 是按特定地区气候条件和典型使用条件计算所得的推荐性标准, 选择时应加以分析。

(例如: 北京地区的一般工程, 暂按国际标准 ISO/10508: 1995 的 4 级, 即在共 50Y 的总使用周期中, 运行温度 20°C 共历时 2.5Y, 40°C 共历时 20Y, 60°C 共历时 25Y, 70°C 共历时 2.5Y, 100°C 的意外运行条件不超过共 100h)

二、初选管材材质, 参见附录 J-1, 确定该管材的许用设计环应力 σ_D 。许用设计环应力是对应于使用条件等级要求, 在该等级多种运行水温的综合作用下, 在要求的使用寿命年限内, 避免发生不能满足系统工作压力的蠕变。由于使用条件等级不是硬性规定, 因此, 宜按实际要求的使用寿命年限, 并根据使用情况, 分析使用寿命年限内不同温度的频率, 合理确定许用设计环应力。例如, 实际使用寿命不需 50Y 或使用温度较低, 就有可能选择许用设计环应力较小的管材。

(例如: 采用 PP-R 管, 使用条件 4 级, $\sigma_D = 3.3\text{MPa}$)

三、计算 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 值, 选择管材的 S 值。

(1) 管材的环应力和承受压力之间的关系, 可用下式表示:

$$\frac{\sigma}{P} = \frac{D - e}{2e} = S$$

上式中: σ 环应力 (MPa)

P 管内压力 (MPa)

D 管外径 (mm)

e 管壁厚 (mm)

从上式可见, S 值是管材环应力与承压的比值, 同时, 它仅与管道尺寸有关, 不同管道尺寸的 S 值不同。

(2) 计算 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 值

$$S_{\text{CALC. MAX}} = \frac{\sigma_D}{P_D}$$

上式中: σ_D 许用设计环应力 (MPa)

P_D 系统工作压力 (MPa)

(例如: 系统工作压力 $P_D = 0.8\text{MPa}$, $\sigma_D/P_D = 3.3/0.8 = 4.1$)

(3) 根据 S 应小于 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 的原则, 参见附录 J-4, 选择所选管材系列 S 。

(例如: 应圆整选择 S3.2 系列, $3.2 < 4.1$)

四、在所选管材系列 S 中, 按管材的公称外径, 仍参见附录 J-4, 确定所需最小壁厚。

(例如:在 S3.2 系列内, DN16 壁厚应为 2.2mm, DN20 壁厚应为 2.8mm)

五、按壁厚检验初选管材是否合理。

(例如: DN20 的壁厚已达 2.8mm, 不易弯曲, 宜选用其它材质)

六、改选用其它材质并验算。

(例如: 改选用 PB 管, $\sigma_D = 5.46\text{MPa}$, $\sigma_D/P_D = 5.46/0.8 = 6.85$, 应圆整选择 S6.3 系列, 参见附录 J-2, 确定所需最小壁厚, DN16 壁厚为 1.3mm, DN20 壁厚应为 1.5mm。)

七、考虑管材生产和施工过程中可能产生的缺陷, 各类管材的壁厚均不宜 $< 1.7\text{mm}$ 。

附录 I 加热管材的使用条件分级

使用条件等级	正常操作温度		最大操作温度		异常温度		典型应用范围 (举例)
	℃	时间 (Y)	℃	时间 (Y)	℃	时间 (h)	
1	60	49	80	1	95	100	供 60℃ 热水
2	70	49	80	1	95	100	供 70℃ 热水
3	30 40	20 25	50	4.5	65	100	地板下的低温供热
4	40 60 20	20 25 2.5	70	2.5	100	100	地板下的供热和低温暖气
5	60 80 20	25 10 14	90	1	100	100	高温暖气

注: 3 级已基本上不被采用。

附录 J 加热管材的许用设计环应力及最小壁厚选择

管材的许用设计环应力 σ_D (MPa)

附录 J-1

使用条件分级	1	2	4	5	20℃/50 年
PB 管	5.73	5.04	5.46	4.31	10.92
PE-X 管	3.85	3.54	4.00	3.24	7.60
PP-R 管	3.09	2.13	3.30	1.90	6.93

PB 管的 $S_{\text{CALC.MAX}}$ 值和最小壁厚选择

附录 J-2

适用于使用条件分级 1 ($\sigma_D = 5.73\text{MPa}$)

系统工作压力 P_D (MPa)		0.4	0.6	0.8	1.0
管材的 $S_{\text{CALC.MAX}}$ 值		10.9	9.5	7.1	5.7
应选的管材系列		S10	S8	S6.3	S5
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称外径 (mm)	16	1.3	1.3	1.3	1.5
	20	1.3	1.3	1.5	1.9
	25	1.3	1.5	1.9	2.3

适用于使用条件分级 2 ($\sigma_D = 5.04\text{MPa}$)

系统工作压力 P_D (MPa)		0.4	0.6	0.8	1.0
管材的 $S_{\text{CALC.MAX}}$ 值		10.9	8.4	6.3	5.0
应选的管材系列		S10	S8	S6.3	S5
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称外径 (mm)	16	1.3	1.3	1.3	1.5
	20	1.3	1.3	1.5	1.9
	25	1.3	1.5	1.9	2.3

适用于使用条件分级 4 ($\sigma_D = 5.46\text{MPa}$)

系统工作压力 P_D (MPa)		0.4	0.6	0.8	1.0
管材的 $S_{\text{CALC.MAX}}$ 值		10.9	9.1	6.8	5.4
应选的管材系列		S10	S8	S6.3	S5
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称外径 (mm)	16	1.3	1.3	1.3	1.5
	20	1.3	1.3	1.5	1.9
	25	1.3	1.5	1.9	2.3

适用于使用条件分级 5 ($\sigma_D = 4.31\text{MPa}$)

系统工作压力 P_D (MPa)		0.4	0.6	0.8	1.0
管材的 $S_{\text{CALC.MAX}}$ 值		10.9	7.2	5.4	4.3
应选的管材系列		S10	S6.3	S5	S4
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称外径 (mm)	16	1.3	1.3	1.5	1.8
	20	1.3	1.5	1.9	2.3
	25	1.3	1.9	2.3	2.8

PE-X 管的 $S_{\text{CALC.MAX}}$ 值和最小壁厚选择

附录 J-3

适用于使用条件分级 1 ($\sigma_D = 3.85\text{MPa}$)

系统工作压力 P_D (MPa)		0.4	0.6	0.8	1.0
管材的 $S_{\text{CALC.MAX}}$ 值		7.6	6.4	4.8	3.8
应选的管材系列		S6.3	S6.3	S4	S3.2
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称外径 (mm)	16	1.3	1.3	1.8	2.2
	20	1.5	1.5	2.3	2.8
	25	1.9	1.9	2.8	3.5

续表

适用于使用条件分级 2 ($\sigma_D = 3.54\text{MPa}$)					
系统工作压力 P_D (MPa)	0.4	0.6	0.8	1.0	
管材的 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 值	7.6	5.9	4.4	3.5	
应选的管材系列	S6.3	S5	S4	S3.2	
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称 外径 (mm)	16	1.3	1.3	1.8	2.2
	20	1.5	1.9	2.3	2.8
	25	1.9	2.3	2.8	3.5
适用于使用条件分级 4 ($\sigma_D = 4.00\text{MPa}$)					
系统工作压力 P_D (MPa)	0.4	0.6	0.8	1.0	
管材的 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 值	7.6	6.6	5.0	4.0	
应选的管材系列	S6.3	S6.3	S5	S4	
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称 外径 (mm)	16	1.3	1.3	1.5	1.8
	20	1.5	1.5	1.9	2.3
	25	1.9	1.9	2.3	2.8
适用于使用条件分级 5 ($\sigma_D = 3.24\text{MPa}$)					
系统工作压力 P_D (MPa)	0.4	0.6	0.8	1.0	
管材的 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 值	7.6	5.4	4.0	3.2	
应选的管材系列	S6.3	S5	S4	S3.2	
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称 外径 (mm)	16	1.3	1.5	1.8	2.2
	20	1.5	1.9	2.3	2.8
	25	1.9	2.3	2.8	3.5

PP-R 管的 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 值和最小壁厚选择

附录 J-4

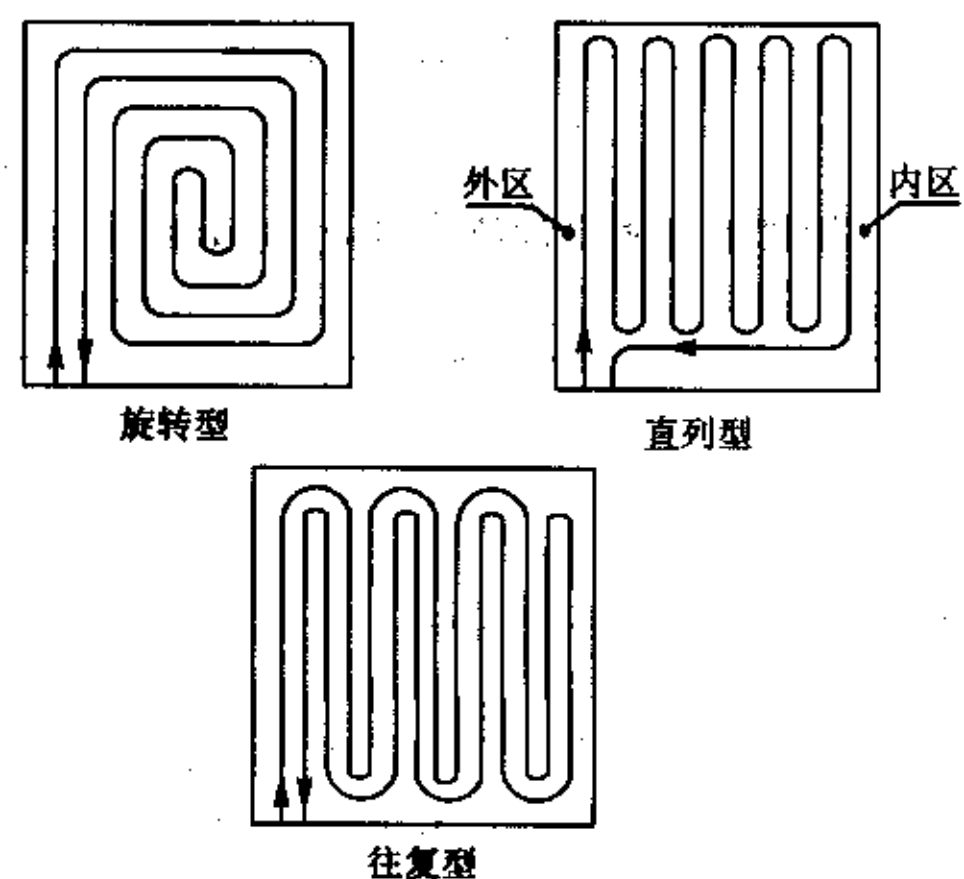
适用于使用条件分级 1 ($\sigma_D = 3.09\text{MPa}$)

系统工作压力 P_D (MPa)	0.4	0.6	0.8	1.0	
管材的 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 值	6.9	5.2	3.9	3.1	
应选的管材系列	S5	S5	S3.2	S2.5	
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称 外径 (mm)	16	1.8	1.8	2.2	2.7
	20	1.9	1.9	2.8	3.4
	25	2.3	2.3	3.5	4.2

续表

适用于使用条件分级 2 ($\sigma_D = 2.13\text{MPa}$)					
系统工作压力 P_D (MPa)	0.4	0.6	0.8	1.0	
管材的 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 值	5.3	3.6	2.7	2.1	
应选的管材系列	S5	S3.2	S2.5	S2	
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称 外径 (mm)	16	1.8	2.2	2.7	3.3
	20	1.9	2.8	3.4	4.1
	25	2.3	3.5	4.2	5.1
适用于使用条件分级 4 ($\sigma_D = 3.30\text{MPa}$)					
系统工作压力 P_D (MPa)	0.4	0.6	0.8	1.0	
管材的 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 值	6.9	5.5	4.1	3.3	
应选的管材系列	S5	S5	S3.2	S3.2	
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称 外径 (mm)	16	1.8	1.8	2.2	2.2
	20	1.9	1.9	2.8	2.8
	25	2.3	2.3	3.5	3.5
适用于使用条件分级 5 ($\sigma_D = 1.90\text{MPa}$)					
系统工作压力 P_D (MPa)	0.4	0.6	0.8	1.0	
管材的 $S_{\text{CALC. MAX}}$ 值	4.8	3.2	2.4	1.9	
应选的管材系列	S3.2	S3.2	S2	无适合	
管材应选的最小壁厚 (mm)					
管材公称 外径 (mm)	16	2.2	2.2	3.3	—
	20	2.8	2.8	4.1	—
	25	3.5	3.5	5.1	—

附录 K 辐射供暖地板加热管的布管方式



附加说明

主编单位：北京市建筑设计研究院
北京市建筑设计标准化办公室
参编单位：北京市恒岳新技术发展中心
北京瑞迪新型建筑材料有限公司

上海爱深化学建材有限公司
武汉鸿图聚丁烯管材应用有限公司
北京奈特铝塑复合管有限公司
主要起草人：曹 越 孙敏生 张锡虎 刘家骐
张立春 张 欣 吉伟明 桂正茂
石 琇

北京市低温热水地板辐射供暖 应用技术规程

DBJ/T 01—49—2000

条 文 说 明

目次

1 总则	2—50—18	设计	2—50—19
3 材料	2—50—18	5 施工	2—50—20
3.1 一般规定	2—50—18	5.1 一般规定	2—50—20
3.2 管材的质量要求	2—50—18	5.2 绝热层的铺设	2—50—20
3.3 连接件的质量要求	2—50—18	5.3 加热管的配管和敷设	2—50—20
3.4 绝热板材的质量要求	2—50—18	5.4 热媒集配装置的安装	2—50—20
4 设计	2—50—18	5.5 混凝土填充层的浇捣和养护	2—50—20
4.1 供暖热负荷计算	2—50—18	6 检验、调试与验收	2—50—20
4.2 系统设计	2—50—19	6.4 调试	2—50—20
4.3 热媒集配装置、加热管及附件的		6.5 竣工验收	2—50—20

1 总 则

1.0.1 低温热水地板辐射供暖,由于其舒适、节能和有利于装饰等显著优点,正在住宅和其它公共建筑中得到越来越广泛的采用,迫切需要从材料、设计、施工和验收等各个环节加以规范化和严格控制。使低温热水地板辐射供暖工程做到技术先进、经济合理、安全适用和确保质量,是制定本规程的目的。

1.0.2 去年十二月,建设部、国家经贸委、质量技术监督局、建材局,下达了《关于在住宅建设中淘汰落后产品的通知》,其中要求“推广应用铝塑复合管、交联聚乙烯(PE-X)管、三型无规共聚聚丙烯(PP-R)管等新型管材……”。本规程对适合于热水地板辐射采暖的各种塑料类管材,从材质要求、设计选用和施工等方面,作了较为详细的规定。按分户热计量要求设计的集中供暖住宅的户内系统,单户独立热源供暖住宅的户内系统,以及生活热水的户内系统,都有可能要将本规程所涵盖的管材敷设于地面垫层内,本规程对此类管道的选材、设计、施工及验收,也可参考执行。

1.0.3 与本规程有关的国家标准、北京市标准和其它有关标准、规范或规定已有的内容,除必要的重申外,本规程不再重复。

3 材 料

3.1 一般规定

3.1.1 本条所列出的四种管材,均经工程应用实践证明适合于低温热水地板辐射供暖工程,大体上按相同条件下的设计许用应力排序,但并不代表其优劣,应根据耐用年限要求、使用条件等级、热媒温度和工作压力、系统水质要求、材料供应条件、施工技术条件和投资费用等多方面因素,合理选择采用。

3.1.2 本条对绝热层的原则要求,是为了在尽量少占用空间的条件下,能达到较好的物理性能。

3.1.3 材料的质量控制至关重要,针对目前部分地板辐射供暖工程中材料质量失控的倾向,本条强调了对材料标志的严格要求。

3.2 管材的质量要求

3.2.1 有关管材的国家标准正在编制中。国家标准主要以相关国际标准为依据,因此,在国家标准未正式发布前,应等同采用国际标准或国外先进标准。铝塑复合管目前虽已有一个建设部的行业标准,但其仅限于为搭接焊管,且也是参照美国 ASTM F 1281—1998 标准,故本规程直接等同采用美国标准。

3.2.2 本条强调供应管材企业,应能提供经可靠的检验合格证明文件,是为严格控制管材质量。除此以外,根据需要开发建设单位也可要求对管材进行随机

抽样检验。

3.2.3 本规程附录 A 提供的各类塑料管的环应力等应变蠕变特性曲线,来源于相关国际标准。交联铝塑复合管的环应力等应变蠕变特性曲线,是根据美国材料与试验协会标准 ASTM F 1281—1998 的工作压力等应变蠕变特性曲线,经换算所得。

3.2.4 相关管材的标准中,都有对管材各种物理力学性能的要求,本规程附录 B 列出了与地板辐射供暖工程直接相关的项目,予以强调。

3.2.5 热媒循环水含氧量过高,是形成钢铁材料氧化腐蚀的主要原因,其中尤以用薄钢板为主要材料制成的钢制散热器最为薄弱。一般的塑料类管材都有氧渗透问题。因此,与其它供暖系统共用同一集中热源水系统、且其它供暖系统采用钢制散热器等易腐蚀构件时,提出了阻氧层的要求。铝塑复合管的中间层为增强铝管,可有效阻隔氧的渗透。

3.2.6 本规程附录 C 提供了管材的外径、最小壁厚及公差,工程选用的壁厚应经设计计算确定。

3.2.7 本条仅一般提出以盘管方式供货时,对管材的最小长度的要求。

3.3 连接件的质量要求

3.3.1 铜离子会对 PP-R 管造成铜害,故本条提出了对 PP-R 管连接件的要求。

3.4 绝热板材的质量要求

3.4.1 本条系参照国家标准《隔热用聚苯乙烯泡沫塑料》(GB 10801—89)对第 II 类聚苯乙烯泡沫塑料物理性能的要求。其中:上述标准要求导热系数不应大于 $0.041\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$,本规程放宽为不应大于 $0.05\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$,是为了当采用其它绝热材料时,有适度的灵活性;上述标准要求氧指数不应小于 30,本规程提高为不应小于 32,是按《建筑内部装修设计防火规范》(GB 50222—95)关于装修材料燃烧性能等级划分的 B_1 级标准确定的。

3.4.2 绝热板材的表面层有多种做法,本规程对所引用的三种通常做法,都加以认同。

4 设 计

4.1 供暖热负荷计算

4.1.1 地板辐射供暖与一般散热器对流供暖方式相比,热工特性有许多区别。辐射供暖房间热负荷的严格计算是很复杂的,为简化计算,可近似采用按对流采暖方式热负荷计算的基础上,进行一些特殊的修正和调整:

1) 由于房间敷设了供暖地板,不存在室内空气通过地面或地板向外的传热,因此不应计算此部分围护结构热损失。

2) 试验研究证明,由于地板辐射供暖是在辐射强度和温度的双重作用下对房间进行供暖,形成较合

理的室内温度场分布和热辐射作用,可有 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ 的等效热舒适度效应。为安全考虑,本规程提出将室内计算温度降低 2°C 。北京地区室外供暖计算温度为 -9°C ,如室内设计温度为 18°C ,计算温差为 27°C ,按室温降低 2°C 取值,计算温差为 25°C ,热负荷为常规计算的 92.6% ;如室内设计温度为 20°C ,计算温差为 29°C ,按室温降低 2°C 取值,计算温差为 27°C ,热负荷为常规计算的 93.1% 。因此,本规程同时提出的“或取常规对流式供暖方式计算供暖热负荷的 $90\sim 95\%$ ”,应属概略指标。

4.1.2 传统的集中供暖系统负荷计算,除考虑热源条件因素取不同修正系数外,一般不考虑建筑物内部房间之间的传热。但在采用集中供暖分户热计量或分户独立热源的住宅,存在部分房间间断供暖或较大幅度调节室温的可能性,除需考虑热源条件因素外,还应考虑户间的传热负荷和较无分户热计量更为突出的间歇供暖等因素,以确保达到设计室温。

同一热源条件对于所有房间供暖负荷的影响,比例大致相同,可以采用同一修正系数。户间传热负荷则还应考虑下列因素:

1) 因户间的建筑热工条件不同,不同房间的户间传热负荷,与外围护结构负荷不会形成同一比例,因此不应采用同一修正系数。

2) 地板辐射供暖由于铺设有绝热层,与其它供暖方式比,通过楼板的户间的传热负荷会相对较小。

3) 户间传热并不会使建筑物总负荷增加,因此户间的传热负荷仅可作为确定户内供暖设备的因素,不应统计在集中供暖系统的总负荷内。

4.1.3 本条规定参照《采暖通风与空气调节设计规范》有关条文编写,但扩大了供暖区面积与房间总面积比值的范围,给出了相应的数值。

4.1.4 对流供暖方式散热器一般布置在靠外墙处,适应热负荷较大的外区的供热量,进深较大房间的地板辐射供暖也应遵循此原则,以确保室温的均匀分布。例如:住宅内通户门的大起居厅,距外墙 6m 以内无围护结构传热负荷,但有户门开启负荷,也需一定供热量,需分别加以计算。

4.2 系统设计

4.2.1 控制供水温度和供回水温差,有利于确保管材的使用寿命和地面温度的均匀。

4.2.2 《采暖通风与空气调节设计规范》规定建筑物高度超过 50m 的散热器热水采暖系统,“宜竖向分区供热”。本规程考虑了地板辐射供暖的现实技术条件,对热媒工作压力的限制适当放宽,以简化系统,但还是应加以限制。当工程条件必须突破时,应选择采用适当的管材,并采用适合的配件和管道连接方式。

4.2.3 本条规定强调了地板辐射供暖的热媒参数与热源系统相匹配的必要性,提出了对控制装置的要

求。

4.2.4 辐射供暖地板存在向上和向下的两部分散热量,房间所在的位置不同,其热媒的供热量和房间所需有效散热量也有所不同,应分别加以确定。

4.2.5 考虑家具和其它地面覆盖物的遮挡因素,对辐射供暖地板的有效散热量影响甚大,应予考虑。

4.2.6 本条给出了确定单位地板面积所需有效散热量的计算式。

4.2.7 计算地板表面平均温度的近似公式,来源于德国资料。有待通过试验研究进一步完善。

4.2.8 控制地板的表面平均温度,主要是考虑人员的舒适度。根据工程实践经验和参照国外有关资料,并经与《采暖通风与空气调节设计规范》修编人员协调,本规程确定了对不同使用环境的适宜范围和最高限值要求。

4.2.9 本条提出了限制地板表面温度的措施

4.2.10 辐射供暖地板对房间的有效散热量向下传热的热损失量,与多种因素有关,严格计算是很复杂的,可得到的国外资料也有较大差异,有待通过试验研究,提出一种相对严密又便于工程应用的计算模式和计算程序。本规程附录E给出的计算数据,来源于北京瑞迪新型建筑材料有限公司提供的德国资料,应用较为广泛,且偏于安全。

4.2.11 控制加热管内热媒流速,是为利于管内空气的排除,与《采暖通风与空气调节设计规范》对无坡度管道的规定一致。系统阻力的限制,是为利于集中系统的水力平衡,也与分户独立热源设备相匹配。

4.3 热媒集配装置、加热管及附件的设计

4.3.1 本条提出的对热媒集配装置的要求,主要根据较为普遍的工程实践经验。

4.3.2 本条及附录G仅提出了辐射供暖地板基本构成的一般模式,应根据工程具体条件,由设计合理加以配置。

4.3.3 本条规定是为利于系统的水力平衡和温度均匀,并满足分室温度控制和调节的要求。

4.3.4 塑料类管材的力学特性与钢管等金属管道有较大的区别。钢管的使用寿命主要取决于腐蚀速度,使用温度对力学特性影响不大。塑料类管材则不同,使用温度的影响极大,冷态下的承压能力不能用以判断在长期使用条件下的耐久性,其使用寿命主要取决于不同使用温度对管材的累积破坏作用,热作用使管壁承受环应力的能力逐步下降即发生管材的“蠕变”,以至不能满足使用压力而破坏。

由于管材在地板供暖全部使用期内,不可能始终是处在同一温度条件下,必然存在不同温度的时间分布,因此采用塑料类管材时,需要先行按不同温度频率确定使用条件分级。各类塑料管在不同使用条件分级下,有不同的设计许用环应力。

本规程有关附录H、I、J,给出了塑料类管材的

计算所需数值和壁厚计算方法,资料来源于塑料管的国家标准编制组,与相关的国际标准等同。

因暂缺交联铝塑复合(XPAP)管的数值,但因其许用设计环应力大于PE-X管,为安全起见,可参照PE-X管确定所需最小壁厚。

4.3.5 本条规定主要根据保证室内温度均匀的原则。

4.3.6 有人提出对地板加热管之下设置绝热层的质疑,对于允许双向散热的工程,不设绝热层是可行的,但应对双向散热量进行计算,并解决有关构造问题。对土壤上部、不供暖房间和住宅楼板上部的地板加热管,以及辐射供暖地板沿外墙的周边,根据节能的原则和有利于分户热计量,应铺设绝热层。

考虑到住宅的层高问题,对绝热层的厚度限制,适当予以放宽,但有条件时应尽量做到不小于30mm。

4.3.7 混凝土填充层覆盖,是为保护加热管并使地面温度均匀。当地面荷载较大时,加固构造措施应经设计计算确定。

4.3.8 由于辐射供暖地板的使用寿命长于防水层,因此潮湿房间内的防水层宜设于填充层以上,即先施工辐射供暖地板,养护期满后按要求做防水层。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 本条强调了对地板辐射采暖安装工程的施工条件要求。

5.1.2 环境温度过低时,管道的抗弯曲性能变差,填充层的浇捣和养护质量难以确保,因此本条提出了对环境温度的要求。

5.1.4 油漆、沥青或其它化学溶剂对塑料类管道有较强的破坏作用,应严格加以防止。

5.2 绝热层的铺设

5.2.2 本条提出了对保持绝热层完整性的要求。

5.3 加热管的配管和敷设

5.3.2 弯曲半径过小,会对加热管造成机械损伤,故应对弯曲半径加以控制。

5.3.3 接头是形成渗漏的重要原因,填充层内的加热管不应有接头。

5.3.5 加热管的固定有多种做法,本规程对所引用的三种通常做法,都加以认同。

5.3.6 本条提出了加热管固定点最大间距的要求,反弹较大、不易定形的管材固定点的间距应根据需要加密。

5.4 热媒集配装置的安装

5.4.2 本条规定主要是为控制热媒集配装置及其连接管道安装的外观质量,也可对加热管始末端出地面的管段,加以可靠保护。

5.4.3 热媒集配装置附近或过门洞等部位,加热管的密度较大,会形成局部地面温度过高,因此应采取保温措施。

5.5 混凝土填充层的浇捣和养护

5.5.1 对混凝土填充层提出设置热膨胀补偿构造措施的要求,是为避免地面因受热膨胀而被损坏。

5.5.4 混凝土填充层浇捣和养护过程中,系统保持适当压力,既可防止管材因挤压而变形,又可随时发现管材在浇捣和养护过程中的损坏。

6 检验、调试与验收

6.4 调试

6.4.1 地板辐射供暖如未经调试而直接运行使用,会造成系统损坏,应严加控制。

6.4.2 调试是竣工验收的重要内容,工程施工完毕后,当具备供热条件时,可当时进行调试和竣工验收。但实际工程中,地板辐射供暖施工完成时,常不具备供热条件,尤其是单户燃气独立热源系统,很难具备正常供热条件,只能延期调试。对于延期调试问题,宜在合同中妥善处理。

6.4.3 本条强调在任何阶段进行调试,都应以地板辐射供暖的施工单位为主,由工程使用单位密切配合。

6.4.4 调试过程的缓慢升温至关重要,应严格遵守本条规定。

6.4.5 准确调节每一通路的水量是难以实现的,本条从实际情况出发,只提出“调节每一通路水温达到正常范围”的原则要求。所谓“正常范围”,可理解为各通路的回水温度应大致相近。

6.5 竣工验收

6.5.2 填充层表面不应有明显裂缝,系指裂缝宽度一般不大于2mm,且每m²内裂缝总长度一般不大于2m。当达不到要求时,应采取适当的补救措施。