

北京市地方标准

DB

编号：DB11/T 806—202X

备案号：J×—202×

地面辐射供暖技术规范

Technical code for floor radiant heating

(征求意见稿)

202×—××—××发布

202×—××—××实施

北京市住房和城乡建设委员会

北京市市场监督管理局

联合发布

北京市地方标准

地面辐射供暖技术规范

Technical code for floor radiant heating

编 号：DB11/T 806-202X

备案号：

主编单位：北京市建筑设计研究院有限公司

北京市建筑节能与环境工程协会

批准部门：北京市市场监督管理局

施行日期：202×年×月×日

202× 北京

前 言

根据原北京市质量技术监督局《2018年北京市地方标准制修订项目计划》（京质监发[2018]20号）的要求，规范编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国内外标准，并在广泛征求意见的基础上，修订本标准。

本规范的主要技术内容是：1. 总则；2. 术语；3. 设计；4. 材料和设备；5. 施工；6. 检验、调试及验收；7. 运行和维护。

本规范修订的主要技术内容是：1. 根据现行北京市节能设计标准重新计算了地面辐射供暖散热量数据，并根据目前热源形式的多样性调整了水温与间距；2. 增加了运行和维护章节；3. 补充了装配式建筑对地面辐射供暖系统的设计和施工要求；4. 补充了低温电热膜供暖地面的内容；5. 调整了预制轻薄型地暖散热量计算方法。

本规范由北京市住房和城乡建设委员会、北京市市场监督管理局负责管理，由北京市建筑设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送北京市建筑设计研究院有限公司（地址：北京市南礼士路62号，电话：010-88043365，邮编：100045）。

本规范主编单位：北京市建筑设计研究院有限公司

北京市建筑节能与环境工程协会

本规范参编单位：明德倍适（天津）科技有限公司

国家建筑材料工业建筑五金水暖产品质量检验检测中心

北京建筑大学

宏岳塑胶集团股份有限公司

河北日泰新型管材有限公司

广东暖风电热科技有限公司

北京恩斯慕天科贸有限公司

芜湖科华新型材料有限公司

北京暖康科技有限公司

金宇通工程有限公司

霍弗尔（北京）科技有限公司

本规范主要起草人员：

本规范主要审查人员：

目 次

1	总 则	1
2	术 语	2
3	设 计	5
3.1	一般规定	5
3.2	地面构造	6
3.3	房间热负荷计算	8
3.4	地面散热量和系统供热量计算	8
3.5	热水系统设计	10
3.6	热水系统一次分水器、集水器及附件的选用和设计	11
3.7	热水系统管道水力计算	11
3.8	加热电缆系统设计	13
3.9	电热膜系统设计	14
3.10	热计量和室温控制	15
3.11	电气设计	15
4	材 料	17
4.1	一般规定	17
4.2	绝热层和预制沟槽保温板材料	17
4.3	填充层材料	18
4.4	热水系统的材料和设备	18
4.5	电加热元件材料和温控设备	19
5	施 工	21
5.1	一般规定	21
5.2	发泡水泥绝热层的浇注	22
5.3	泡沫塑料类绝热层、保温板、供暖板及其填充板的铺设	23
5.4	加热管、输配管和分水器、集水器的安装	23
5.5	电加热元件和温控设备的安装	25
5.6	填充层施工	26
5.7	面层施工	27
6	检验、调试及验收	28
6.1	一般规定	28
6.2	材料、设备检查	28
6.3	施工安装质量验收	29
6.4	热水系统的水压试验	30
6.5	调试与试运行	31
7	运行和维护	32
附录 A	供暖地面构造图示	33
A.1	混凝土填充式地面构造	33
A.2	预制沟槽保温板式地面构造	35
A.3	预制轻薄供暖板地面构造	38
附录 B	混凝土填充式热水供暖地面单位面积散热量	41
B.1	聚苯乙烯塑料板绝热层的混凝土填充式热水供暖地面单位面积散热量	41
B.2	发泡水泥绝热层的混凝土填充式热水供暖地面单位面积散热量	55

附录 C 预制沟槽保温板热水供暖地面单位面积散热量.....	63
C.1 PE-X 管供暖地面单位地面面积散热量.....	63
C.2 PB 管供暖地面单位地面面积散热量.....	72
附录 D 预制轻薄供暖板地面供暖系统.....	81
附录 E 热水系统示例.....	81
E.1 直接供暖系统.....	81
E.2 间接供暖系统.....	83
E.3 混水系统.....	83
附录 F 加热管和加热电缆布置方式.....	85
F.1 加热管布置方式示例.....	85
F.2 加热电缆布置方式.....	86
附录 G 加热管选择.....	87
G.1 塑料加热管的选择.....	87
G.2 铝塑复合管的选择.....	89
G.3 无缝铜管的选择.....	90
附录 H 加热管水力计算.....	91
附录 J 热水系统室温控制.....	96
附录 K 加热管管材物理力学性能.....	97
附录 L 加热电缆的电气和机械性能要求.....	99
附录 M 工程质量检验表.....	101
本规范用词说明.....	104
引用标准名录.....	105
条文说明.....	107

CONTENTS

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Design	5
3.1	General Requirement	5
3.2	Floor Structure	6
3.3	Calculation of Room Heat Load	8
3.4	Capability Calculation of Heating Floor and Heating-supply System	8
3.5	Design of Hydronic Systems	10
3.6	Selection and Design of Primary Water Separator/Collector and Accessories	11
3.7	Hydraulic Calculation of Hydronic Systems	11
3.8	Design of Heating Cable System	13
3.9	Design of Electric Radiant Heating Film	14
3.10	Heat Metering and Indoor Temperature Control	15
3.11	Electrical Design	15
4	Materials	17
4.1	General Requirement	17
4.2	Materials of Insulating Layer and Pre-grooved Insulation Board	17
4.3	Materials of Filler Layer	18
4.4	Materials and Devices of Hydronic Systems	18
4.5	Materials of Electric Heating Element and Devices of Temperature Control	19
5	Construction	21
5.1	General Requirement	21
5.2	Casting of Porous Cement Insulation Layer	22
5.3	Placing of Foam Plastic Insulation Layer, Insulation Panel, Heating Panel and Blind Panel	23
5.4	Installation of Heating Pipe, Transmission and Distribution Pipe, Water Separator/Collector	23
5.5	Installation of Electric Heating Element and Temperature Control Devices	25
5.6	Construction of Filler Layer	26
5.7	Construction of Surface layer	27
6	Testing, Commissioning and Acceptance	28
6.1	General Requirement	28
6.2	Construction Plan and Inspection of Materials and Devices	28
6.3	Quality Acceptance of Construction and Installation	29
6.4	Pressure-test of Hydronic Systems	30
6.5	Commissioning and Pre-operation	31
7	Operation and Maintain	32
	Appendix A Schematic Diagram of Heating Floor Structure	33
A.1	Floating Screed Structure	33
A.2	Floor Structure of Pre-grooved Insulation Board	35
A.3	Floor Structure of Thin Prefabricated Hot Water Radiant Heating Board	38

Appendix B Heating Capacity of Floating Screed Radiant Heating Floor.....	41
B.1 Heating Capacity of Floating Screed Floor with Polyethylene Plastic Insulation.....	41
B.2 Heating Capacity of Floating Screed Floor with Porous Cement Insulation.....	55
Appendix C Heating Capacity of Pre-grooved Insulation Board Heating Floor.....	63
C.1 Heating Capacity and Downward Heat Loss of Heating Floor with PE-X Pipe.....	63
C.2 Heating Capacity and Downward Heat Loss of Heating Floor with PB Pipe.....	72
Appendix D Thin Prefabricated Hot Water Radiant Heating Board System.....	81
Appendix E Example of Hydronic Systems	81
E.1 Direct Hydronic Systems	81
E.2 Indirect Hydronic Systems	83
E.3 Water Mixing System.....	83
Appendix F Examples of Layout of Heating Pipe /Heating Cable.....	85
F.1 Examples of Layout of Heating Pipe.....	85
F.2 Examples of Layout of Heating Cable.....	86
Appendix G Choice of Heating Pipe.....	87
G.1 Choice of Plastic Heating Pipe	87
G.2 Choice of Aluminium Plastics Compound Pipe.....	89
G.3 Choice of Seamless Copper Tube.....	90
Appendix H Hydraulic Calculation of Heating Pipe	91
Appendix J Examples of Indoor Temperature Control of Hydronic Systems	96
Appendix K Physical and Mechanical Properties of Heating Pipe	97
Appendix L Requirments for the Electric and Mechanical Tests for Heating Cable.....	99
Appendix M Checklist of Construction Quality Control.....	101
Explanation of Wording in This Standard.....	104
List of Quoted Standards	105
Addition:Explanation of Provisions.....	107

1 总 则

1.0.1 为规范北京地区地面辐射供暖工程的设计、施工、验收及运维工作，做到技术先进、经济合理、安全适用和保证工程质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于民用建筑中以低温热水为热媒或以加热电缆、电热膜为加热元件的地面辐射供暖工程的设计、施工、验收及运维。

1.0.3 本规范涉及的地面辐射供暖形式可按下列规定分类：

1 现场敷设加热管或电加热元件的地面供暖：

1) 混凝土填充式地面供暖；

2) 预制沟槽保温板地面供暖。

2 以热水为热媒的预制轻薄供暖板地面供暖。

1.0.4 地面辐射供暖工程的设计、施工、验收及运维除应符合本规范外，尚应符合国家及北京市现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 地面辐射供暖 radiant floor heating

以热水或电力为热媒或热源，通过埋设于建筑物地面中的加热管或电加热元件等加热部件，以热传导方式加热地面，地表面以辐射和对流的换热方式向室内供热的供暖方式。简称地面供暖。

2.0.2 低温热水地面辐射供暖 low temperature hydronic radiant floor 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地面的供暖方式。分为现场敷设加热管和预制轻薄供暖板两种类型。简称热水地面供暖。

2.0.3 加热电缆地面辐射供暖 electric radiant floor heating

以低温加热电缆为热源，加热地面的供暖方式。本规范涉及的地面供暖加热电缆为现场敷设。简称加热电缆地面供暖。

2.0.4 现场敷设加热管或加热电缆地面供暖 on-site casted heating pipe or heating cable floor heating

施工前，加热管或加热电缆未与供暖地面的其他材料预制组合，在现场敷设的地面供暖形式。分为混凝土填充式、预制沟槽保温板两种形式。

2.0.5 混凝土填充式地面供暖 floating screed floor heating

加热管或加热电缆敷设在绝热层之上，需填充混凝土或水泥砂浆后再铺设地面面层热水或加热电缆地面供暖形式。简称混凝土填充式地面供暖。

2.0.6 预制沟槽保温板地面供暖 pre-grooved insulation board floor heating

将外径 16mm~20mm 的加热管或加热电缆敷设在带预制沟槽的泡沫塑料保温板的沟槽中，加热管或加热电缆与保温板沟槽尺寸吻合且上皮持平，不需要填充混凝土即可直接铺设面层的地面供暖形式。保温板厚度一般不超过 40mm。也称薄型地面供暖。

2.0.7 预制轻薄供暖板地面供暖 thin prefabricated hot water heating board floor heating

以热水为热媒，采用预制轻薄供暖板加热的地面供暖形式。

2.0.8 供暖地面 heated floor

采用地面辐射供暖方式的地面构造整体，不包括热媒供给系统或供电系统。

2.0.9 加热部件 heating element

敷设在建筑物供暖地面的填充层或预制沟槽保温板沟槽中的加热管、加热电缆、电热膜等，以及预制轻薄供暖板等的统称。

2.0.10 绝热层 insulating layer

地面供暖中，用于阻挡热量向下传递，减少无效热损失，在现场单独铺设的构造层（不包括预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板的保温基板）。一般采用聚苯乙烯等泡沫塑料板或发泡水泥。

2.0.11 填充层 filler layer

混凝土填充式供暖地面在绝热层上设置加热管或加热电缆用的构造层，起到保护加热管或加热电缆，并使地面温度均匀的作用。

2.0.12 面层 surface layer

建筑地面与室内空气直接接触的构造层，包括装饰面层及其找平层。其中装饰面层包括木地板、面砖或石材、塑料地板革、水泥地面等。

2.0.13 防潮层 damp proof layer

防止建筑地基或土壤的潮气透过地面的构造层。

2.0.14 隔离层 water proof layer

防止建筑地面上各种液体透过地面的构造层。也称防水层。

2.0.15 伸缩缝 expansion joints

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。

2.0.16 一次分水器、集水器 primary water manifold

用于分别连接热源或楼栋集中供暖系统的供水管和回水管，并分别向加热管或供暖板配水和集水的装置。简称分水器、集水器。

2.0.17 加热管 heating pipe

敷设于供暖地面中，用于进行热水循环并加热地面的管道，包括分水器、集水器与加热区域管道之间的连接管。

2.0.18 铝塑复合管 polyethylene—aluminum compound pipes

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的加热管，通常以 XPAP 或 PAP 标记。

注：热水地面供暖用铝塑复合管应采用交联聚乙烯（XPAP）管材。

2.0.19 聚丁烯管 polybutylene pipes

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。

2.0.20 交联聚乙烯管 cross linked polyethylene pipes

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。

2.0.21 耐热聚乙烯管 polyethylene of raised temperature resistance pipes

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

2.0.22 无规共聚聚丙烯管 polypropylene random copolymer pipes

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

2.0.23 混水装置 water mixing device

将热源的一部分高温供水和低温回水进行混合，获得户内所需供水温度的装置。

2.0.24 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的密度等级、强度等级和较低导热系数的泡沫水泥。用于地面供暖时，为发泡水泥绝热层。水泥中掺加骨料时称发泡混凝土。

2.0.25 发泡水泥干体积密度 deistic bulk density of porous concrete

在绝对干燥状态下发泡水泥绝热层每立方米干体积的质量。

2.0.26 发泡水泥抗压强度 load bearing capacity of porous cement

对自然干燥的发泡水泥绝热层，采用专用检测设备测试，获得的每平方米承受的压力。

2.0.27 预制沟槽保温板 pre-grooved insulation board

在工厂预制成带有固定间距和尺寸沟槽的聚苯乙烯类泡沫塑料或其他保温材料制成的板块，在现场拼装后，用于在沟槽内敷设加热管或加热电缆。

2.0.28 导热层 heat distribution plates

采用预制沟槽保温板供暖地面时，铺设在加热管或加热电缆之下或之上、或上下均铺设的金属板或金属箔。导热层可使铺设木地板的地面温度均匀；铺设在加热电缆之下时，使加热电缆不直接接触保温板。也称均热层。

2.0.29 预制轻薄供暖板 thin prefabricated hot water heating board

由保温基板、(支撑龙骨、)塑料加热管、粘接胶、铝箔和二次分水器、集水器等组成的，并在工厂制作的一体化薄板。供暖板成品厚度小于或等于 20mm，保温基板内镶嵌的加热管外径小于或等于 10mm。简称供暖板。

2.0.30 输配管 feeder pipe

预制轻薄供暖板地面供暖系统中，在一次分水器、集水器和二次分水器、集水器之间，起中间输配作用的管道。

2.0.31 二次分水器、集水器 secondary water segregator, secondary water collector

预制轻薄供暖板地面供暖系统中，分别通过输配管与一次分水器、集水器连接，并在供暖板内进行配水和集水的装置。预制轻薄供暖板的产品标准中又称为支路分集水器。

2.0.32 填充板 blind board

预制轻薄供暖板地面供暖系统中，与供暖板的保温基板的材质和厚度相同、上面粘贴铝箔的半硬质泡沫塑料板，用于敷设输配管和填充房间内未铺设供暖板的部位。

2.0.33 加热电缆 heating cable

以加热为目的、通电后能够散发热量的电缆。包括恒功率和变功率两类。也称发热电缆。

2.0.34 低温辐射电热膜 low temperature electric radiant heating film

通电后能够发热的一种薄膜，是由电绝缘材料与封装其内的发热电阻材料组成的平面型发热元件。工作时膜表面温度不超过 60℃，热能主要以辐射的形式向外传递。

2.0.35 电热式温度控制阀 electrical thermal actuating valve

依靠阀门驱动器内被电加热的温包膨胀产生的推力，推动阀杆，关闭或开启阀门流道的自动控制阀。简称电热阀或热电网。

2.0.36 自力式温度控制阀 thermostat valve

用于散热器供暖系统时称为散热器恒温控制阀，简称恒温阀或温控阀。是可人为设定温度，通过温包感应环境温度产生自力式动作，无需外界动力调节热水流量，从而控制室温的阀门。恒温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。

2.0.37 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 设计

13.1 一般规定

3.1.1 供暖地面的表面平均温度应符合表 3.1.1 的规定。

表 3.1.1 地表面平均温度

区域特征	适宜范围	最高限值
人员经常停留区域	25℃~27℃	29℃
人员短期停留区域	28℃~30℃	32℃
无人员停留区域	35℃~40℃	42℃

3.1.2 热水地面供暖系统的供、回水温度应由计算确定，且应与热源相匹配。供水温度不应大于 60℃。一般民用建筑供水温度宜采用 35℃~45℃，供回水温差不宜大于 10℃，且不宜小于 5℃。

3.1.3 热水地面供暖系统应按设备、管道及其附件所能承受的最低工作压力进行竖向分区。

3.1.4 地面上的固定设备和卫生器具下方，不应布置加热部件。

3.1.5 采用地面供暖时，房间内的生活给水等其他水管，以及敷设在地面内的其他电气系统管线，不应与地面供暖加热部件在同一构造层内上下或交叉敷设。装配式住宅宜采用管线分离方式进行设计。

3.1.6 地面供暖工程应提供下列施工图设计文件：

- 1 设计说明；
- 2 楼栋内供暖系统和加热部件平面布置图；
- 3 温控装置及相关管线布置图，当采用集中控制系统时，应提供相关控制系统布线图；
- 4 热水系统一次分水器、集水器及其配件的接管和地面构造的示意图；
- 5 供电系统图、接地系统图及相关管线平面图。

3.1.7 施工图设计说明中应详细说明下列内容：

- 1 室内外计算温度；
- 2 采用的地面供暖类型；
- 3 房间总热负荷、热媒总供热量或电加热元件总供电功率；
- 4 热源或楼栋集中供暖系统形式和热媒参数，或配电方案；
- 5 热水系统选用的管材或预制轻薄供暖板及其工作压力，塑料管材的管系列（S）和壁厚，铜管的壁厚；
- 6 加热电缆类型、规格（线功率）、总长度、工作电压、工作温度等技术数据和条件，及接地和等电位连接的技术要求；
- 7 电热膜类型、技术参数，短路保护、过负荷保护以及电气安全防护措施等；
- 8 绝热材料的类型、导热系数、密度、规格及厚度等；
- 9 采用的温控措施和温控器形式，及其电控系统的工作电压、工作电流等技术数据和条件；当采用集中控制系统时，应说明控制要求和原理；
- 10 住宅分户热计量或电能计量方式；

11 填充层伸缩缝的设置要求。

3.1.8 楼栋内供暖系统和加热部件平面布置图应绘制下列内容：

- 1 采用热水系统时，应绘制分水器、集水器位置及与其连接的供暖管道；
- 2 采用现场敷设加热管或加热电缆地面供暖时，应绘出各房间加热管或加热电缆的具体布置形式，标明敷设间距、加热管管径或加热电缆规格（线功率）、各加热管环路或加热电缆回路的敷设长度、加热电缆接地体材质、规格、敷设方式和连接点；
- 3 采用电热膜地面供暖时，应绘制电热膜平面布置图；
- 4 采用预制轻薄供暖板地面供暖时，应绘出供暖板铺设位置及输配管走向。

13.2 地面构造

3.2.1 供暖地面的地面构造应根据设置位置和采用的类型，选择下列各基本构造层中全部或部分组成，各类型供暖地面构造可按附录 A 确定。

- 1 楼板或与土壤相邻的地面；
- 2 防潮层（与土壤相邻地面）；
- 3 绝热层；
- 4 加热部件；
- 5 填充层；
- 6 隔离层（潮湿房间）；
- 7 面层（装饰面层及其找平层）。

3.2.2 供暖地面的绝热层的设置，应符合国家现行标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736 及《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的规定。

3.2.3 混凝土填充式地面供暖的绝热层厚度不应小于表 3.2.3—1 和表 3.2.3—2 的规定值。

表 3.2.3—1 聚苯乙烯泡沫塑料板绝热层厚度

绝热层位置	绝热层厚度 (mm)
楼层之间楼板上	20
与土壤或不供暖房间相邻的地板上	30
与室外空气相邻的地板上	40

注：采用模塑型聚苯乙烯泡沫塑料，绝热层厚度宜再增加 10mm；采用其他泡沫塑料绝热材料时，可根据热阻相当的原则确定厚度。

表 3.2.3—2 发泡水泥绝热层厚度 (mm)

绝热层位置	发泡水泥干体积密度 (kg/m ³)		
	350	400	450
楼层之间楼板上	35	40	45
与土壤或不供暖房间相邻的地板上	40	45	50
与室外空气相邻的地板上	50	55	60

3.2.4 预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板式地面供暖绝热层的设置应符合下列规定：

- 1 与供暖房间相邻的楼面，可不设置绝热层；
- 2 与土壤相邻地面的绝热层宜采用发泡水泥；
- 3 与不供暖房间相邻的楼面和直接与室外空气接触的楼面，采用泡沫塑料类绝热材料时，绝热

层宜设在结构楼板下部；

4 绝热层厚度不应小于表 3.2.4 的规定值。

表 3.2.4 预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板供暖地面的绝热层厚度

绝热层位置	绝热材料		厚度 (mm)
	发泡水泥	干体积密度 (kg/m ³)	
与土壤接触的底层地板上		350	35
		400	40
	450	45	
与室外空气相邻的地板下	聚苯乙烯泡沫塑料		40
与不供暖房间相邻的地板下	聚苯乙烯泡沫塑料		30

注：采用泡沫塑料类绝热材料时，模塑型聚苯乙烯泡沫塑料绝热层厚度宜再增加 10mm，其他泡沫塑料绝热材料可根据热阻相当的原则确定厚度。

3.2.5 与土壤接触的底层设置绝热层时，绝热层与土壤之间应设置防潮层。混凝土填充式供暖地面的潮湿房间填充层上，以及预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板供暖地面的潮湿房间地面面层下，应设置隔离层。

3.2.6 混凝土填充式供暖地面的加热管或加热电缆，其填充层和面层构造应符合下列规定：

1 填充层材料及其厚度宜按表 3.2.6 选择确定；

表 3.2.6 混凝土填充式供暖地面填充层材料和厚度

绝热层材料	加热部件	填充层材料	最小填充层厚度
泡沫塑料板	热水加热管	豆石混凝土	50
	加热电缆		40
发泡水泥	热水加热管	水泥砂浆	40
	加热电缆		35

2 加热电缆不应与绝热层直接接触，应敷设于填充层中间；

3 豆石混凝土填充层上部应根据面层的需要铺设找平层；

4 没有防水要求的房间，水泥砂浆填充层可同时作为面层找平层。

3.2.7 预制沟槽保温板供暖地面应根据下列要求设置金属导热层：

1 加热部件为加热电缆时，加热电缆不得与保温板直接接触，应采用铺设有金属导热层的保温板；

2 直接铺设木地板面层时，应采用铺设有金属导热层的保温板，且保温板和加热管或加热电缆之上宜再铺设一层金属导热层。

3.2.8 采用预制轻薄供暖板时，房间内未铺设供暖板的部位和敷设输配管的部位应铺设填充板。采用预制沟槽保温板时，分水器、集水器与加热区域之间的连接部分管道，应敷设在预制沟槽保温板中。

3.2.9 设置地面供暖的房间，地面面层的选择应符合下列规定：

1 混凝土填充式供暖地面宜采用瓷砖或石材等热阻较小的面层；

2 预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板供暖地面宜采用直接铺设的木地板面层；

3 供暖地面不宜采用架空木地板面层；

4 采用加热电缆地面供暖时，地面上不应铺设地毯。

3.2.10 当地面荷载大于供暖地面的承载能力时，应采取加固措施。

13.3 房间热负荷计算

3.3.1 应按现行国家标准《民用建筑供暖通风及空气调节设计规范》GB50736 的规定计算房间热负荷。

3.3.2 当地面供暖为房间主体供暖方式时，室内计算温度的取值宜降低 2℃。

3.3.3 地面供暖用于房间内局部区域供暖时，热负荷可按房间全面地面供暖时的热负荷，乘以表 3.3.3 的计算系数确定。

表 3.3.3 局部地面供暖热负荷的计算系数

供暖区面积与房间总面积的比值	≥0.75	0.55	0.40	0.25	≤0.20
计算系数	1	0.72	0.54	0.38	0.30

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加热部件布置。

3.3.5 铺设加热部件的建筑地面，不应计算地面的传热热负荷。

3.3.6 采用地面供暖的房间（不含楼梯间）高度大于 4m 时，应在基本耗热量和朝向、风力、外门附加耗热量之和的基础上，计算高度附加率。每高出 1m 应附加 1%，但最大附加率不应大于 8%。

3.3.7 住宅供暖采用电辐射供暖、集中热源分户热计量或采用分户独立热源的热水系统时，其热负荷应计算间歇供暖附加值和户间传热负荷，房间热负荷应按下列公式计算。公共建筑采用间歇供暖形式时，可按表 3.3.7 对房间基本热负荷进行间歇供暖负荷修正。

$$Q = \alpha \cdot Q_j + q_h \cdot M \quad (3.3.7)$$

式中 Q —— 房间热负荷 (W)；

Q_j —— 房间基本热负荷，按本规范第 3.3.1~3.3.6 条计算 (W)；

α —— 间歇供暖的修正系数，应根据热源和供暖方式、分户计量收费方式、供暖地面的热容量等因素确定，无资料时可参考表 3.3.7 取值。

q_h —— 房间单位面积平均户间传热量 (W/m²)；

M —— 房间使用面积 (m²)。

表 3.3.7 住宅间歇供暖热负荷修正系数

热源形式	供暖地面类型	间歇供暖修正系数 α
集中热水供热	混凝土填充式	1.1
	预制沟槽保温板	1.2~1.3
	预制轻薄供暖板	1.2~1.3
分户独立燃气供暖炉供热	混凝土填充式	1.3
	预制沟槽保温板	1.4~1.5
	预制轻薄供暖板	1.4~1.5
加热电缆、电热膜	混凝土填充式	1.3
	预制沟槽保温板	1.4~1.5

13.4 地面散热量和系统供热量计算

3.4.1 单位地面面积所需向上的有效散热量应按下列公式计算：

$$q_1 = b \frac{Q_1}{F_r} \quad (3.4.1-1)$$

$$Q_1 = Q - Q'_2 \quad (3.4.1-2)$$

式中: q_1 ——单位地面面积所需有效散热量 (W/m^2);

Q_1 ——房间所需向上的有效散热量 (W);

F_r ——房间内铺设加热部件的地面面积 (m^2);

β ——考虑家具等遮挡的安全系数;

Q ——按本规范第 3.3 节计算出的房间热负荷;

Q'_2 ——来自上层房间地面向下的散热损失 (W);

3.4.2 全面地面供暖房间, 应按本规范公式 (3.4.2) 对地表面平均温度进行校核。地面单位面积散热量和室内设计温度宜使房间需要的地表面平均温度在本规范第 3.1.1 条规定的适宜范围内, 且不应高于最高限值。当地表面平均温度计算值过高时, 可采取下列措施:

- 1 改善建筑外围护结构热工性能;
- 2 增设其他供暖设备;
- 3 在满足舒适度的条件下, 适当降低室内计算温度。

$$t_{pj} = t_n + 9.82 \left(\frac{\beta \cdot Q_1}{100F_d} \right)^{0.969} \quad (3.4.2)$$

式中: t_{pj} ——地表面平均温度 ($^{\circ}C$);

t_n ——室内计算温度 ($^{\circ}C$);

Q_1 ——房间所需向上的有效散热量 (W), 见式 (3.4.1-2), 其中住宅房间热负荷 Q 按式 (3.3.7) 计算时, 不考虑间歇供暖热负荷修正, 即取 $\alpha = 1.0$;

β ——考虑家具等遮挡的安全系数;

F_d ——房间地面面积 (不包括底面积较大的固定设备和卫生器具所占据面积) (m^2)。

3.4.3 供应房间和供应每户住宅的热媒供热量或加热电缆供电功率, 应包括供暖地面向上的有效散热量 Q_1 和向下的散热损失 Q_2 。

3.4.4 供暖地面向上的有效散热量应满足房间所需散热量。供暖地面单位面积向上的有效散热量和通过楼板向下层房间的散热损失应按下列公式计算:

$$q = q_r + q_d \quad (3.4.4-1)$$

$$q_r = 5 \times 10^{-8} [(t_{pj} + 273)^4 - (t_n + 273)^4] \quad (3.4.4-2)$$

$$q_{1d} = 2.13 (t_{pj} - t_n)^{1.31} \quad (3.4.4-3)$$

$$q_{2d} = 0.134 (t_{pj} - t_n)^{1.25} \quad (3.4.4-4)$$

式中: q ——地面单位面积向上的有效散热量或向下的传热损失 (W/m^2);

q_r ——地面单位面积向上或向下的辐射传热量 (W/m^2);

q_d (q_{1d} 、 q_{2d}) ——地面单位面积向上或向下的对流传热量 (W/m^2), 向上传热时表示为 q_{1d} , 向下传热时表示为 q_{2d} ;

t_{pj} ——供暖地面的上表面或下表面平均温度 ($^{\circ}C$);

t_{fj} ——计算表面所在室内其他表面的面积加权平均温度，(°C)；

t_n ——计算表面所在室内计算温度 (°C)。

3.4.5 混凝土填充式热水供暖地面向上的有效散热量和向下散热损失可通过计算确定，当供暖地面与供暖房间相邻时，可按附录 B 确定。

3.4.6 预制沟槽保温板热水供暖地面向上的有效散热量和向下散热损失应按保温板生产企业提供的产品样本确定，当无资料且供暖地面与供暖房间相邻时，可按附录 C 确定。

3.4.7 预制轻薄供暖板的有效散热量及向下散热损失应由生产企业提供，并应根据不同过余温度、面层构造及保温层构造进行修正。计算和修正方法应符合附录 D 的规定。

3.4.8 集中供暖分户热计量或采用加热电缆供暖的住宅，计算套内户外供暖立管、干管供热量和建筑物的总供热量，或供电干线和建筑物的总用电负荷时，不应考虑户间传热量，间歇供暖热负荷修正系数应取 1.1。

13.5 热水系统设计

3.5.1 集中供暖系统的水质及其保证措施，应符合现行国家和地方标准的要求。预制轻薄供暖板地面供暖系统应设置脱气除污器。

3.5.2 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。系统可按附录 E 设置。

3.5.3 采用集中热源的住宅建筑，楼内供暖系统设计应符合下列规定：

1 应采用共用立管的分户独立系统形式；

2 同一对立管宜连接负荷相近的户内系统；

3 一对共用立管在每层连接的户数不宜超过 3 户，共用立管连接的户内系统总数不宜多于 40 个；

4 共用立管接向户内系统的供、回水管应分别设置关断阀，关断阀之一应具有调节功能，宜采用静态平衡阀；

5 共用立管和分户关断调节阀门，应设置在户外公共空间的管道井或小室内；

6 每户的一次分水器、集水器，及必要时设置的热交换器或混水装置等入户装置宜设置在户内。

3.5.4 独立热源的户内系统，循环水泵的流量、扬程应符合户内供暖系统的需求；系统定压值应符合加热部件及附件的承压要求。

3.5.5 应按下列规定配置一次分水器、集水器的分支环路：

1 连接在同一分水器、集水器的相同管径的各环路长度宜接近；现场敷设加热管时，各环路加热管长度不宜超过 120m；预制轻薄供暖板各路输配管的供回水管总长度不宜超过 50m；当各环路长度差距较大时，宜采用不同管径的加热管，或在每个分支环路上设置平衡装置；

2 住宅应分别为每个主要房间配置独立的环路，面积小的附属房间加热管或输配管可串联；

3 进深和面积较大的房间，当按本规范第 3.3.4 条分区域计算热负荷时，各区域应配置独立的环路。

3.5.6 加热管的敷设间距和供暖板的铺设面积，应根据地面散热量、室内计算温度、平均水温、地面传热热阻等确定。混凝土填充式地面供暖可按附录 B 确定；预制沟槽保温板可按附录 C 及产品间距规格确定；预制轻薄供暖板应按产品样本数据确定。

3.5.7 现场敷设的加热管应根据房间的热工特性和保证地表面温度均匀的原则,分别采用回折型(旋转型)或平行型(直列型)等布管方式,最小弯曲半径不应超过管材允许数值。热负荷明显不均匀的房间,宜采用将高温管段优先布置于房间热负荷较大的外窗或外墙侧的方式。布管方式可按附录 F 确定。

3.5.8 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。加热管壁厚应按系统实际工作条件确定,可按附录 G 选择。

3.5.9 加热管和预制轻薄供暖板的输配管流速不宜小于 0.25m/s。

3.5.10 预制轻薄供暖板的输配管管材宜采用与供暖板内加热管相同的管材。

13.6 热水系统一次分水器、集水器及附件的选用和设计

3.6.1 分水器、集水器直径不应小于总供回水管直径,且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。每个分支环路均应可单独关断。

3.6.2 分水器、集水器应安装下列阀门和附件,其安装位置可按附录 E 确定。

1 主管关断阀或调节阀、过滤器、泄水阀、排气阀,及支路关断阀或调节阀;

2 采用分户热计量的系统应安装相应的热计量或热分摊装置;

3 采用分户或分区域总体温控的系统,及分环路或分室温控的系统,应在相应位置安装由室温控制的自动调节阀。

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清洗供暖系统时使用的旁通管,旁通管上应设置阀门。设置混水泵的混水系统应设置平衡管并兼作旁通管使用,平衡管上不应设置阀门。旁通管和平衡管的管径不应小于连接分水器 and 集水器的进出口总管管径,可按附录 E 设置。

3.6.4 分水器、集水器上应设置手动或自动排气阀。

13.7 热水系统管道水力计算

3.7.1 加热管或预制轻薄供暖板输配管的压力损失可按下列公式计算:

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

$$\Delta P_m = L \cdot R \quad (3.7.1-2)$$

$$R = \frac{l}{d_n} \cdot \frac{r \cdot u^2}{2} \quad (3.7.1-3)$$

$$P_j = \alpha \frac{r \cdot u^2}{2} \quad (3.7.1-4)$$

式中: ΔP ——加热管或输配管的压力损失 (Pa);

ΔP_m ——摩擦压力损失 (Pa);

P_j ——局部压力损失 (Pa);

L ——管道长度 (m);

R ——比摩阻 (单位长度摩擦压力损失) (Pa/m)

λ ——摩擦阻力系数;
 d_n ——管道内径 (m);
 ρ ——水的密度 (kg / m^3);
 v ——水的流速 (m/s);
 x ——局部阻力系数。

3.7.2 塑料管和铝塑复合管的摩擦阻力系数, 可按下列公式计算:

$$I = \left\{ \frac{0.5 \left[\frac{b}{2} + \frac{1.312(2-b) \lg 3.7 \frac{d_n}{K}}{\lg \text{Re}_s - 1} \right]}{\lg \frac{3.7 d_n}{K}} \right\}^2 \quad (3.7.2-1)$$

$$b = 1 + \frac{\lg \text{Re}_s}{\lg \text{Re}_z} \quad (3.7.2-2)$$

$$\text{Re}_s = \frac{d_n v}{\eta} \quad (3.7.2-3)$$

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

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

式中: λ ——摩擦阻力系数;

b ——水的流动相似系数;

Re_s ——实际雷诺数;

v ——水的流速 (m/s);

η ——与温度有关的运动粘度 (m^2/s);

Re_z ——阻力平方区的临界雷诺数;

K ——管子的当量绝对粗糙度 (m), 铝塑复合管和塑料管 $K=1 \times 10^{-5}\text{m}$;

d_n ——管内径 (m);

d_w ——管外径 (m);

Δd_w ——管外径允许误差 (m);

δ ——管壁厚 (m);

$\Delta\delta$ ——管壁厚允许误差 (m)。

3.7.3 铜管的摩擦系数, 可按下列公式计算:

$$\frac{1}{\sqrt{I}} = -2\lg\left(\frac{2.51}{\text{Re}\sqrt{I}} + \frac{K/d_n}{3.72}\right) \quad (3.7.3-1)$$

$$\text{Re} = \frac{d_n v}{\eta} \quad (3.7.3-2)$$

式中：λ——摩擦阻力系数；

Re——雷诺数；

d_n ——管内径（m）；

K——管壁的当量绝对粗糙度（m），铜管可取 $K=1\times 10^{-5}\text{m}$ ；

v ——水的流速（m/s）；

η ——与温度有关的运动粘度（ m^2/s ）；

3.7.4 塑料管、铝塑复合管、铜管的单位长度摩擦压力损失 R 值可按附录 H 选用。

3.7.5 加热管和预制轻薄供暖板输配管的局部压力损失应通过计算确定，其局部阻力系数可按附录 H 选用

3.7.6 预制轻薄供暖板的压力损失，应包括二次分水器、集水器和供暖板内加热管两部分之和，应根据产品样本确定。

3.7.7 一次分水器、集水器环路（自分水器总进水管阀门前起，至集水器总出水管阀门后为止）的总压力损失应进行计算。当采用现场敷设加热管地面供暖系统时，总压力损失（不包括热量表和自动调节阀的局部阻力）不宜大于 30kPa。

13.8 加热电缆系统设计

3.8.1 供暖地面加热电缆额定热阻时的线功率密度应根据地面构造和铺设间距选取。混凝土填充式供暖地面的加热电缆，额定电阻时的线功率不宜大于 20W/m；采用架空木地板时，加热电缆额定电阻时的线功率不应超过 10W/m。

3.8.2 加热电缆热线之间的最大间距不宜超过 300mm，且不宜小于 100mm；距离外墙内表面不得小于 100mm，与内墙最近的电缆与墙面距离宜为 200mm~300mm。

3.8.3 加热电缆长度和布线间距应按下列公式计算确定：

$$L \geq \frac{(1+\delta)b \cdot Q_1}{P_x} \quad (3.8.3-1)$$

$$S \approx 1000 \frac{F_r}{L} \quad (3.8.3-2)$$

式中：L——按加热电缆产品规格选定的电缆总长度（m）；

δ ——向下热损失占加热电缆供热功率的比例，可根据地面构造参考表 3.8.3 取值；

β ——考虑家具等遮挡的安全系数；

Q_1 ——房间所需向上的有效散热量（W），见本规范第 3.4.1 条；

P_x ——加热电缆额定电阻时的线功率（W/m），应根据加热电缆产品规格选取，且宜满足本规

范第 3.8.1 的要求；

S ——加热电缆布线间距 (mm)，宜满足本规范第 3.8.2 的要求

F_r ——房间可安装加热电缆的地面面积 (m²)。

表3.8.3 加热电缆供暖地面向下热损失占总供热量的比例

地暖类型		向下热损失占总供热量的比例 δ		
		地砖、石材面层	水泥地面上铺设塑料地板革	复合木地板
混凝土填充式	聚苯泡沫塑料绝热层	0.16 ¹⁾	0.21 ¹⁾	0.23 ¹⁾
	发泡水泥绝热层	0.14 ¹⁾	0.19 ¹⁾	0.21 ¹⁾
预制沟槽保温板		0.16 ²⁾	0.20 ²⁾	0.23 ³⁾

注：面层热阻计算条件

- 1 约 30mm 找平层+石材（塑料地板革或复合木地板）
- 2 约 30mm 找平层+石材（塑料地板革）
- 3 直接铺复合木地板

3.8.4 每个房间宜独立设置加热电缆回路。当房间所需供热功率和加热电缆总长度超过产品规格中单根加热电缆的最大总功率或总长度时，应将电缆分设成两个或多个独立回路。每个回路加热电缆的最大总功率或总长度应按下列因素确定：

- 1 不应超过所选温控器的最大额定工作电流；
- 2 不应超过产品规格限制。

3.8.5 加热电缆宜采用平行型（直列型）的布置形式，可按附录 F 确定。

13.9 电热膜系统设计

3.9.1 电热膜地面辐射供暖系统应设置均匀分布的过热保护装置，且电热膜功率密度不宜大于 200W/m²。

3.9.2 地面电热膜与墙面、配电箱、燃气设备、其他热源、通风及燃气管道之间布置距离不应小于 200mm，与隐蔽装置表面布置距离不应小于 50mm。

3.9.3 供暖房间电热膜的铺设数量应按下式计算：

(3.9.3)

式中：N——所需电热膜的数量（片）；

k——考虑电压波动、功率衰减等因素的运行系数，一般取 0.2；

δ ——向下热损失占加热电缆供热功率的比例，可根据地面构造参考表 3.9.3 取值；

β ——考虑家具等遮挡的安全系数；

Q₁——房间所需向上的有效散热量（W），见本规范第 3.4.1 条；

P_m——每片电热膜额定电阻时的功率（W/m²），应根据电热膜产品规格选取。

表 3.9.3 电热膜供暖地面向下热损失占总供热量的比例

地暖类型		面层类型			
		瓷砖	塑料	木地板	地毯
保温类型	聚苯板	0.16	0.21	0.23	0.27
	泡沫混凝土	0.15	0.21	0.23	0.26

3.9.4 电热膜发热区范围内，不应有搭接。

13.10 热计量和室温控制

3.10.1 采用热水地面供暖住宅应设分户热计量和室温调控装置设置，并应符合国家和北京市现行标准的规定。

3.10.2 采用热水地面供暖系统的房间或住宅各户的室温，除本条 2、3 款的情况外，应能自动调控，并应符合下列规定：

1 热水地面供暖的温度控制器宜设在被控温的房间或区域内，开放大空间宜按本规范第 3.3.4 条的规定，按区域进行加热部件的布置，并将温控器布置在所对应回路的附近；

2 地面供暖仅负担一部分供暖负荷或做为值班供暖时，可不设置室温控制装置；

3 浴室、带沐浴设备的卫生间、游泳池等潮湿区域，温控器的防护等级和设置位置不能满足电气设计标准的相关要求时，室温控制器可采用自力式温控器，或采用回水温度控制方式。

3.10.3 热水地面供暖系统自动调节阀可采用下列方式，按附录 J 设置。

1 分环路控制：在一次分水器或集水器处，分路设置自动调节阀，使房间或区域保持各自的设定温度值。自动调节阀也可内置于集水器中；

2 总体控制：在一次分水器或集水器总管上设置一个自动调节阀，控制整个用户或区域的室内温度。

3.10.4 热水地面供暖自动调节阀宜采用电热式温度控制阀或自力式温度控制阀，也可采用电动阀。

3.10.5 应在每个独立加热电缆环路对应的房间或区域设置温控器，对相应房间的供电回路进行通断控制。温控方式和温控器宜按下列规定确定：

1 同时控制室温和限制地表面温度的场合时，应采用双温型温控器；

2 加热电缆仅负担一部分供暖负荷和做为值班供暖时，可采用地温型温控器；

3 开放大空间的房间温控器确实无法布置在所对应的回路的附近时，可采用地温型温控器替代室内温度控制；

4 浴室、带沐浴设备的卫生间、游泳池等潮湿区域，温控器的防护等级和设置位置应符合电气设计标准的相关要求。当不能满足要求时，应采用地温型温控器。

3.10.6 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，不宜设在外墙上。电温控器的选型，应考虑使用环境的潮湿情况。

3.10.7 地温型温控器的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。加热电缆的地温型温控器的传感器应布置在电缆之间。

3.10.8 室温型温控器或地温型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。

13.11 电气设计

3.11.1 配电设计应符合下列规定：

- 1 电能表的设置应符合当地供电部门规定并满足节能管理的要求；
- 2 当加热电缆、电热膜地面供暖系统用电需要单独计费时，宜单独设置供电回路和配电箱；
- 3 当加热电缆、电热膜与其他用电设备合用配电箱时，应分开回路设置；
- 4 加热电缆、电热膜配电回路应装设过载、短路及剩余电流保护器。剩余电流保护器额定动作电流不应大于 30mA。

3.11.2 加热电缆、电热膜地面供暖系统宜采用 AC220V 供电。当额定负荷总计超过 12kW 时，宜采用 AC220/380V 三相四线供电方式，且系统设计时应使各相负荷平衡。

3.11.3 采用加热电缆、电热膜地面供暖的潮湿场所应做辅助等电位联结。

3.11.4 加热电缆、电热膜地面供暖系统应做等电位联结并与建筑物等电位系统连为一体。电加热系统的保护接地导体（PE 线）应与配电系统的 PE 线可靠连接。

3.11.5 应合理布置温控器、接线盒等位置，缩短地面供暖系统设备或元件连接部分的电气管线。加热电缆、电热膜地面供暖系统配电导线应符合下列规定：

- 1 应采用铜芯导体；
- 2 应根据敷设方式、环境条件、配电保护电器设置等确定导体截面。固定敷设的电源线不应小于 2.5mm^2 ，信号线和控制线不应小于 1.0mm^2 ；

3 线路的敷设方式应符合电气安全要求。导线保护管的管径选择应满足电气规范中相关标准的要求。与加热电缆、电热膜地面供暖系统的设备或元件连接的部分宜采用柔性金属保护管敷设，柔性保护管长度应满足验收规范要求。

3.11.6 加热电缆、电热膜地面供暖系统温控器的工作电流不应超过其额定电流。

3.11.7 热水系统电驱动式自动调节阀和户内混水泵等用电设备，应符合下列规定：

- 1 电源回路应装设过载、短路及剩余电流保护电器；
- 2 当采用 AC220V 或 380V 电压为热水系统用电设备供电时，不得将相关导线、接线端子等有电气线路连接的部分外露；用电设备外壳等外露可导电部分均应进行保护接地；
- 3 当采用 AC24V 电压为热水供暖系统用电设备供电时，其电器元件、管线应与 AC220V 及以上电压等级的电器元件、管线相互隔离。

3.11.8 地温传感器线路保护管、自动调节阀电源线保护管均应选用硬质套管。

3.11.9 当建筑小区等大面积公共场所采用加热电缆、电热膜地面供暖，且设有集中监控时，宜充分利用地面供暖系统的蓄热特性，通过集中监控系统对其投入时间段进行控制，实现节约电能和电力负荷调控功能。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.1 地面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、防火要求，及施工性能，经综合比较后确定。热水地板供暖系统中设备、管材及附件的选择应符合下列规定：

1 采用现场敷设加热管地面供暖时，所选用的加热管及其系统附件应满足系统工作压力要求；

2 采用预制轻薄供暖板地面供暖时，应根据供暖系统压力选择不同承压能力的产品，供暖板的承压能力应根据产品样本确定。

4.1.2 所有材料均应按国家现行的相关标准检验合格，并应出具有效期内的证明文件或检测报告。

4.2 绝热层和预制沟槽保温板材料

4.2.1 绝热层和预制沟槽保温板材料应采用导热系数小、具有足够的承载能力的材料，不得采用易燃材料，并且不应含菌源、不得散发异味及可能危害健康的挥发物。

4.2.2 采用的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 绝热用聚苯乙烯泡沫塑料主要技术指标

项 目	性能指标				
	模塑		挤塑		
	供暖地面 绝热层	预制沟槽 保温板	供暖地面 绝热层	预制沟槽 保温板	
类别	II	III	W200	X150/W200	
表观密度(kg/m ³)	≥20.0	≥30.0	≥20.0	≥30.0	
压缩强度(kPa)	≥100	≥150	≥200	≥150/≥200	
导热系数(W/m·K)	≤0.041	≤0.039	≤0.024	≤0.030/≤0.035	
尺寸稳定性(%)	≤3	≤2	≤1.5	≤1.5	
水蒸气透过系数(ng/(Pa·m·s))	≤4.5	≤4.5	≤3.5	≤3.5	
吸水率(体积分数)(%(v/v))	≤4.0	≤2.0	≤1.0	≤1.5/≤1.0	
熔结性	断裂弯曲负荷	25	35	-	-
	弯曲变形	≥20	≥20	-	-
燃烧 性能	氧指数	≥30	≥30	-	-
	燃烧分级	达到 B ₂ 级			

4.2.3 预制沟槽保温板及其金属导热层的沟槽尺寸应与敷设的加热管或加热电缆外径吻合，并应符合下列规定：

1 保温板总厚度不应小于表 4.2.3 的要求；

2 金属导热层最小厚度宜满足表 4.2.3 的要求，并应符合下列规定：

- 1) 采用地砖等面层的加热电缆供暖地面，不应小于 0.1mm；
- 2) 采用木地板面层时，单层或双层导热层总厚度不应小于 0.2mm。
- 3 导热层材料的导热系数不应小于 237W/m·K；
- 4 加热电缆铺设地砖、石材等面层时，导热层应采用喷涂有机聚合物的，具有耐砂浆性的防腐材料。

表 4.2.3 预制沟槽保温板供暖地面金属导热层最小厚度

加热部件类型		保温板总厚度 (mm)	导热层最小厚度 (mm)				
			地砖等 面层	木地板面层			
				管间距 < 200mm	管间距 ≥ 200mm	单层	双层
加热电缆		15	0.1				
加热管外径 (mm)	12	20	-	0.2	0.1	0.4	0.2
	16	25	-				
	20	30	-				

4.2.4 发泡水泥绝热层材料应符合下列规定：

- 1 水泥宜采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥、复合硅酸盐水泥；当条件受限制时，可采用矿渣硅酸盐水泥等；水泥抗压强度等级不应低于 32.5；
- 2 发泡水泥绝热层的技术参数应符合表 4.2.4 的规定。

表 4.2.4 发泡水泥绝热层物理学性能

干体积密度 kg/m ³	发泡水泥抗压强度 MPa		导热系数 W/(m·K)
	7 天	28 天	
350	≥0.4	≥0.5	≤0.07
400	≥0.5	≥0.6	≤0.08
450	≥0.6	≥0.7	≤0.09

4.2.5 当采用其它绝热材料时，其技术指标应按表 4.2.2 和表 4.2.4 的规定，选用同等绝热效果的绝热材料。

4.3 填充层材料

- 4.3.1 豆石混凝土填充层材料强度等级宜为 C15，豆石粒径宜为 5mm~12mm。
- 4.3.2 水泥砂浆填充层材料应符合下列规定：
 - 1 应采用中粗砂水泥，且含泥量不应大于 5%；
 - 2 宜选用硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥；
 - 3 水泥砂浆体积比不应小于 1: 3；
 - 4 强度等级不应小于 M10。

4.4 热水系统的材料和设备

- 4.4.1 同一热水供暖地面工程的加热部件（包括加热管、预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板和输配管，上述设备的其他配套管件），以及分水器、集水器（包括连接件）应配套，并应符合下列规定：
 - 1 加热部件及其管件应由同一生产企业或供应商配套供应；
 - 2 应提供分水器、集水器连接件与加热部件配套连接的系统适用性试验报告；

3 分水器、集水器连接件与加热部件的系统适用性试验的方法、试验条件及要求应符合管材国家现行产品标准。

4.4.2 管材应具有下列文件资料：

- 1 管材产品专用料供应商的专用料牌号及原料购货合同；
- 2 国家授权检测机构提供的有效期内的管材定型检验和型式检验报告；
- 3 出厂检测报告及产品合格证；
- 4 有特殊要求的管材，应具有相应的技术说明书。

4.4.3 加热管质量应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 K 的规定。

4.4.4 加热管外壁应具有相关管材产品标准要求的标识，有阻氧层的加热管宜注明。

4.4.5 与其它供暖系统共用同一热源的热热水系统，且其它供暖系统采用钢制散热器等易腐蚀构件时，塑料管应有阻氧层或在热水系统中添加除氧剂。

4.4.6 与铜管直接连接的管道或管件不应使用其他非铜金属制品，当无法避免时，其接头处应做防腐绝缘处理。

4.4.7 加热管的内外表面应该光滑、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。

4.4.8 预制轻薄供暖板应符合现行国家标准《预制轻薄型热水辐射供暖板》GB/T 29045 的规定，其输配管应符合上述加热管的要求。

4.4.9 一次分水器、集水器（简称分水器、集水器）应包括分水、集水主管及阀门，排气和泄水装置，支路阀门及其连接配件，固定支架等。分水器支路应配带能够调节各分支路水力平衡的阀门。

4.4.10 分水器、集水器（含连接件等），应有生产厂商商标或识别标志，内外表面应光洁，不应有裂纹、砂眼、冷隔、夹渣、凹凸不平等缺陷；表面有镀层的，色泽应均匀，镀层牢固，不得有脱镀的缺陷；螺纹不应断扣或磕碰。

4.4.11 分水器、集水器的金属连接件的连接密封和连接构造形式应符合现行国家标准《冷热水用分集水器》GB/T 29730 的规定。

4.4.12 预制轻薄供暖板供暖系统采用的脱气除污器应具备微泡脱气功能，应能静态排气，并应能在水循环过程中将随着水流动的气泡分离出来并排除。

4.4.13 混水装置应包括混水泵、自动控制系统（温度传感器、控制器和自动调节阀门等）、连接管道以及温度计、压力表等配件。可按附录 E 设置。

4.5 电加热元件材料和温控设备

4.5.1 地面辐射采暖用电加热元件产品应有接地屏蔽层。

4.5.2 加热电缆热线部分的结构在径向上从里到外，应由恒功率或变功率发热导体、绝缘层、接地屏蔽层和外护套等组成。

4.5.3 加热电缆的轴向上应由发热用的热线和连接用的冷线组成，冷线和热线的接头应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的规定。

- 4.5.4 加热电缆的型号和商标应有清晰标志，冷线和热线接头位置应有明显标识。
- 4.5.5 加热电缆质量应符合国家相应标准中的各项规定与要求，应经检验并具有检验合格证明。产品的电气安全性能和机械性能应符合本规范附录 L 的规定。
- 4.5.6 地面供暖用电热膜应符合现行行业标准《低温辐射电热膜》JG/T286 的规定，电热膜电磁辐射量应小于 100 μ T。
- 4.5.7 温控器应符合国家相关标准，外观不应有划痕，应标记清晰、面板扣合开启自如、温度调节部件使用正常。
- 4.5.8 热水地面供暖温度控制用自动调节阀应符合相关产品标准的规定。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 地面供暖系统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应齐全；
- 2 应有完善的施工方案和施工组织设计，并应已完成技术交底；
- 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内粉刷（不含面层），外窗、外门应已安装完毕，地面应清理干净；
- 5 应直接与土壤相邻的地面，应已完成铺设防潮层；
- 6 相关电气预埋等工程应已完成，电源配电箱应已安装。

5.1.2 施工单位应按施工图等设计文件，编制施工组织设计或施工方案，经批准后方可施工。

5.1.3 施工组织设计或施工方案应包括下列内容：

- 1 工程概况，包括工程名称、地点、层数、面积、工程量、工期及现场施工条件等；
- 2 工程项目管理组织机构分工；
- 3 主要材料、设备的技术指标、规格、型号等及保管存放措施；
- 4 施工程序和工艺流程，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：绝热层及保温板铺设，加热部件安装，填充层、面层施工，水压试验或电阻测试和绝缘测试，隐蔽前、后综合检查，环路或回路、系统试运行调试，竣工验收等；
- 6 施工进度计划、劳动力计划。

5.1.4 所有进场材料、设备的出厂合格证明、检验报告及所附带的说明书等技术文件应齐全。产品标志应清晰，外观检查应合格，必要时应抽样进行检测。

5.1.5 应对地面供暖系统的管材、管件、设备采取下列保护措施：

- 1 加热部件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、压、拖；
- 2 不得暴晒雨淋，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 1m 以上，并应避免因环境温度和物理压力受到损害；
- 3 在施工过程中，不得刮、压、折管材和管件，不得进行任何损伤管材、管件行为。

5.1.6 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加热电缆的表面。

5.1.7 环境温度低于 5℃时，不宜进行地面供暖工程的施工；低于 0℃施工时，现场应采取升温措施。

5.1.8 施工时不得与其它工种交叉施工作业，所有地面预留洞应在填充层或保温板、供暖板施工前完成。

5.1.9 地面应平整、干燥、无杂物、无积灰；铺设泡沫塑料类绝热层的地面平整度不应大于 ±5mm，铺设预制沟槽保温板、预制轻薄型供暖板及其填充板的地面平整度不应大于 ±3mm；墙面根部应平直，

且无积灰现象。

5.1.10 施工过程中，人员不应踩踏加热管或加热电缆。

5.1.11 加热管、加热电缆、预制轻薄供暖板及其敷设输配管的填充板铺设后，不应穿凿、钻孔或进行射钉作业。

5.1.12 施工全部结束后，应绘制竣工图，准确标注加热管、加热电缆或预制轻薄供暖板铺设位置及地温传感器埋设地点。竣工图应留档。

5.1.13 装配式建筑采用地面辐射供暖系统时，宜采用干式工法施工。

5.2 发泡水泥绝热层的浇注

5.2.1 采用发泡水泥绝热层供暖地面的施工现场，应具备下列设备：

- 1 平整发泡水泥绝热层和水泥砂浆填充层表面的装置；
- 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，或其它可满足要求的发泡水泥或水泥砂浆的输送泵。

5.2.2 浇注发泡水泥绝热层之前，应进行下列施工准备：

- 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 在房间墙上弹出发泡水泥绝热层浇筑厚度的水平线。

5.2.3 发泡水泥绝热层现场浇筑工艺流程宜采用物理发泡工艺。物理发泡工艺和化学发泡工艺应分别按下列顺序进行：

- 1 物理发泡工艺应符合图5.2.3-1的规定；

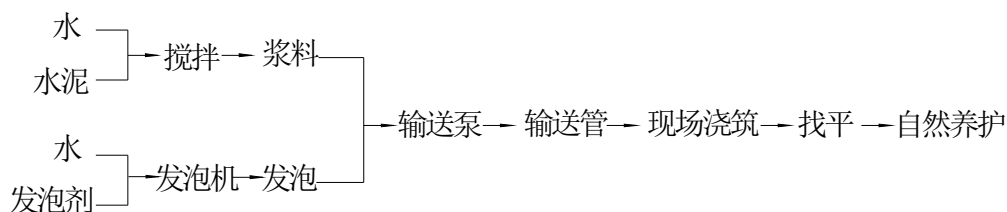


图5.2.3-1 物理发泡工艺图

- 2 化学发泡工艺应符合图5.2.3-2的规定。



图5.2.3-2 化学发泡工艺图

5.2.4 发泡水泥绝热层应符合下列施工规定：

1 施工浇筑中应随时观察、检查浆料流动性、发泡稳定性，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。
- 5.2.5 发泡水泥绝热层在养护过程中不得振动，并不应上人作业。加热管或加热电缆应在养护期满后敷设。
- 5.2.6 发泡水泥绝热层应在浇筑过程中进行取样检验；宜按连续施工每 50000m² 作为一个检验批，不足 50000m² 时按一个检验批计。

5.3 泡沫塑料类绝热层、保温板、供暖板及其填充板的铺设

- 5.3.1 泡沫塑料类绝热层、预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板的铺设应平整，板间的相互结合应严密，接头应用塑料胶带粘接平顺。
- 5.3.2 预制沟槽保温板铺设时，可直接将相同规格的标准板块拼接铺设在楼板基层或发泡水泥绝热层上。当标准板块的尺寸不能满足要求时，可用工具刀裁下所需尺寸的保温板对齐铺设。相邻板块上的沟槽应互相对应，紧密依靠。
- 5.3.3 预制轻薄供暖板铺设前应检查二次分水器的接口或加热管接口是否密封，未做好密封的，应将加热管和二次分水器清洗干净后，方可进行铺设和连接。
- 5.3.4 预制轻薄供暖板及填充板应按下列规定铺设：
- 1 带木龙骨的供暖板可用水泥钉钉在地面上进行局部固定，也可直接平铺在基层地面上。填充板应在现场加龙骨，龙骨间距不应大于 300 mm，填充板的铺设方法与供暖板相同；
 - 2 不带龙骨的供暖板和填充板可采用工程胶点粘在地面上，最后与面层施工时一起固定。
- 5.3.5 房间内预制轻薄供暖板的填充板内安装输配管后，填充板上应采用带胶铝箔覆盖输配管。

5.4 加热管、输配管和分水器、集水器的安装

- 5.4.1 现场铺设的加热管和预制轻薄供暖板的输配管在敷设前，应对照施工图纸核定管道的选型、管径、壁厚是否满足设计要求；应对管道的外观质量和管内部是否有杂质等进行检查，确认后再进行安装。
- 5.4.2 加热管和预制轻薄供暖板的输配管应按照设计图纸标定的管间距和走向敷设，管道应保持平直；管道安装间断和完毕时，敞口处应随时封堵。
- 5.4.3 切割加热管和预制轻薄供暖板的输配管时，应采用专用工具；切口应平整，断口面应垂直管轴线。
- 5.4.4 加热管和预制轻薄供暖板的输配管的弯曲应符合下列规定：
- 1 管道安装时应防止管道扭曲；
 - 2 塑料和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。当加热管设计间距较小，平行型布置不能满足最小弯曲半径要求时，回折型布置方式可按附录 F 采用；
 - 3 加热管的最大弯曲半径不得大于加热管外径的 11 倍；
 - 4 无缝铜管应采用专用机械弯管。
- 5.4.5 混凝土填充式供暖地面距墙面最近的加热管与墙面间距宜为 100mm；每个环路加热管总长度

与设计图纸误差不应大于 8%。

5.4.6 现场敷设的地面面层下的加热管和预制轻薄供暖板的输配管不应有接头。在铺设过程中管材出现死折、渗漏等现象时，应当整根更换，不应拼接使用。

5.4.7 施工验收后，发现加热管或输配管损坏，需要增设接头时，应按下列规定施工：

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；如采用卡套式、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，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。

5.4.8 现场铺设的加热管或预制轻薄供暖板的输配管应固定，根据供暖地面的类型，可采用下列方法：

1 混凝土填充式供暖地面加热管应符合下列规定：

1) 用固定卡将加热管直接固定在发泡水泥绝热层或泡沫塑料类绝热层（包括设有复合面层的绝热板）上；

2) 用扎带将加热管固定在泡沫塑料类绝热层上的钢丝网格上；

3) 直接将加热管卡在泡沫塑料类绝热层表面的专用管架或管卡上。

2 采用预制沟槽保温板供暖地面时，应用铝箔胶带将敷设在保温板沟槽内的加热管表面与保温板粘接固定；

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

5.4.9 加热管和预制轻薄供暖板的输配管弯曲时，圆弧顶部应固定，不应出现死折；圆弧两端宜设固定点。直管段部分固定点间距宜为 500mm~700mm，弯曲管段部分的固定点间距宜为 200mm~300mm。

5.4.10 加热管或预制轻薄供暖板的输配管穿墙时应设硬质套管。

5.4.11 加热管或预制轻薄供暖板的输配管出地面至一次分水器、集水器，应设弯管器，弯管部分不宜露出地面装饰层。加热管或输配管出地面至分水器、集水器下部球阀接口之间的明装管段，应加装塑料套管或波纹管套管，套管应高出装饰面 150mm~200mm。

5.4.12 混凝土填充式地面供暖系统的一次分水器、集水器附近等加热管排列比较密集的局部部位，当管间距小于 100mm 时，应在加热管外部设置柔性套管，上部宜铺设一层金属直径 0.8mm、网眼 100mm×100mm 的金属网。

5.4.13 加热管、预制轻薄供暖板的输配管与一次分水器、集水器装置及管件连接，应采用双密封卡套式、卡压式或滑紧冷扩式挤压夹紧连接；连接件材料宜为铜质；铜质连接件直接与 PP-R 塑料管接触的表面应镀镍。

5.4.14 混凝土填充式热水地面供暖加热管环路布置不宜穿越伸缩缝。穿越伸缩缝处，应设长度不小于 200mm 的柔性套管。

5.4.15 一次分水器、集水器宜在开始敷设加热管之前进行安装，分水器或集水器中心距地面不宜小于 300mm。

5.4.16 预制轻薄供暖板的输配管与二次分水器、集水器的接头连接时，应采用专用工具将管道套到接头根部，再用专用固定卡子卡住，使其紧密连接。

5.4.17 预制轻薄供暖板的二次分水器、集水器可采用暗装方式，也可采用明装方式。采用暗装方式时，与供暖板一起埋在地面面层下；采用明装方式时，墙式支路分集水器宜单独安装在外窗下的墙面上。两种安装方式均应增加箱体保护。

5.5 电加热元件和温控设备的安装

5.5.1 敷设地面供暖电加热元件及其地温传感器之前，应进行下列施工准备：

1 地面供暖电加热元件的施工单位应具有相应专业安装资质，生产企业应提供技术培训和技术指导；

2 应对照施工图纸核定电加热元件的型号，并应对电加热元件等主要材料进行二次复检；

3 应测量加热电缆电阻和绝缘电阻，并做自检记录；

4 应确认加热电缆电源冷线预留管、电热膜分支回路管线、温控器接线盒、地温传感器预留套管、配电箱等预留、预埋工作已完毕。

5.5.2 供暖地面电加热元件施工应符合下列规定：

1 加热电缆有搭接时，不应电缆通电，出厂后不应剪裁和拼接，有外伤、破损的加热电缆不应敷设，恒功率加热电缆热线部分不应进入冷线预留管；

2 不应在施工现场对电热膜进行裁剪、连接导线、电气绝缘等操作。应采用热熔胶、塑料钉、胶带等将电热膜固定于绝热层上；应保证连接线及部件被填充层完全覆盖，无填充层时，应保证连接缆（线）及部件完全嵌入绝热层，且开槽应与连接缆（线）及部件尺寸相适宜；应在电热膜上铺设防护层。

5.5.3 电加热元件应根据施工图纸敷设，且应符合下列规定：

1 电缆应保持平直；电热膜应平整，不得有褶皱、扭曲；

2 电缆铺设间距、距墙面的距离应符合本规范第 3.8.2 条的规定；电热膜距其墙面等间距应符合本规范第 3.9.2 条的规定；

3 电缆的弯曲半径不应小于生产企业规定的限制，且不应小于 6 倍电缆直径。

5.5.4 采用混凝土填充式地面供暖时，加热电缆下应铺设金属网，并应符合下列规定：

1 金属网应铺设在填充层中间；

2 除填充层在铺设金属网和加热电缆的前后分层施工外，金属网网眼不应大于 100mm×100mm，金属直径不应小于 1mm；

3 应每隔不超过铺设间距两倍的距离，将加热电缆固定在金属网上。

5.5.5 加热电缆的冷热线接头应在填充层或预制沟槽保温板内暗装，接头处 150mm 之内不应弯曲。

5.5.6 加热电缆安装后，在铺设填充层或进行面层施工之前，应进行电阻及绝缘电阻测试；电热膜与电缆（线）连接后，应检测电热膜功率并应符合设计要求，应无短路、断路现象。

5.5.7 温控器安装应符合下列规定：

1 应水平安装，并应牢固固定；

2 温控器的安装位置应符合本规范第 3.10.6~3.10.8 条的规定；

3 地温传感器的预埋套管末端应有效封堵，不得与加热部件交叉敷设，并应保证弯头处内腔截面不缩小，确保安装或维护地温传感器时传感器能够顺畅更换。

5.5.8 电辐射地面供暖系统和温控系统的电气施工应符合现行国家标准《电气装置安装工程低压电器施工及验收规范》GB50254、《电气装置安装工程 1KV 及以下配线工程施工及验收规范》GB50254 和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303 的规定。

5.6 填充层施工

5.6.1 填充层施工应具备下列条件：

- 1 加热管安装完毕且水压试验合格、加热管处于有压状态下；
- 2 加热管、加热电缆验收合格；
- 3 加热电缆经电阻检测及绝缘性能测试合格，温控器的安装盒、加热电缆冷线穿管已布置完毕；
- 4 伸缩缝已预留或设置完毕；
- 5 已通过隐蔽工程验收。

5.6.2 填充层施工前，应按下列要求设置伸缩缝：

1 在与内外墙、过门、柱等垂直构件交接处应设置不间断的伸缩缝，可采用下列设置方法：

1) 填充材料宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料，且伸缩缝宽度不宜小于 10mm。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；

2) 填充材料也可采用密度不大于 $20\text{kg}/\text{m}^3$ 的模塑聚乙烯泡沫塑料板，其厚度应为 20mm，聚乙烯泡沫塑料板接头处应采用搭接方式连接。

2 当地面面积超过 30m^2 或边长超过 6m 时，应按不大于 6m 间距设置伸缩缝，可采用下列设置方法：

1) 填充材料宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料或伸缩缝内满填弹性膨胀膏，伸缩缝宽度不应小于 8mm；

2) 填充材料也可采用密度不大于 $20\text{kg}/\text{m}^3$ 的模塑聚乙烯泡沫塑料板，其厚度应为 20mm。

3 伸缩缝应从绝热层的上边缘做到填充层的上边缘。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。

5.6.3 填充层的施工中，加热管内的水压不应低于 0.6MPa，养护过程中，应保持不小于 0.4MPa。

5.6.4 填充层的施工，应由有相应资质的土建施工方承担；供暖系统安装单位应密切配合。填充层施工过程中不得拆除和移动伸缩缝。

5.6.5 填充层材料及其配比和强度应符合本规范第 4.3 节的要求。

5.6.6 浇筑填充层时，不应使用机械振捣设备；施工人员应穿软底鞋，采用平头铁锹。

5.6.7 水泥砂浆填充层应与发泡水泥绝热层结合牢固，单处空鼓面积不应大于 400cm^2 ，且每自然房间不应多于 2 处。

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

5.6.9 系统初始加热前，水泥砂浆填充层养护时间不应少于 7 天，或抗压强度应达到 5MPa 后，方可上人行走；豆石混凝土填充层的养护周期不应少于 21 天。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。

5.6.10 填充层应在铺设过程中进行取样检验；宜按连续施工每 10000m² 作为一个检验批，不足 10000m² 时按一个检验批计。

5.6.11 填充层施工后，应检测每根电缆的电阻和绝缘电阻，验收并做好记录。

5.7 面层施工

5.7.1 地面供暖装饰面层应按设计要求选用，且应符合本规范第 3.2.9 条的规定。

5.7.2 面层施工除应符合土建施工设计图纸的要求，并应符合下列规定：

1 面层施工前，填充层应达到面层需要的干燥度和要求的强度；

2 施工面层时，不得剔、凿、割、钉、钻填充层或保温板、供暖板及其铺设配管的填充板，不得向填充层、保温板、供暖板及其铺设配管的填充板内楔入任何物件；

3 石材、面砖在与墙、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 伸缩缝；伸缩缝填充材料应高出上表面 10mm~20mm，装饰层铺设完毕后，应裁去多余部分或以踢脚遮挡；伸缩缝宜填充高发泡聚乙烯泡沫塑料。

5.7.3 以木地板作为装饰面层时，木材应经过干燥处理，且应在填充层、找平层完全干燥后，才能进行地板施工。其铺设施工方法应符合现行行业标准《地面辐射供暖木质地板铺设技术和验收规范》WB/T1037 的规定。

5.7.4 采用预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板时，面层可按下列方法施工：

1 木地板装饰面层可直接铺设在预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板上，不得铺设在加热部件之上；

2 采用带木龙骨的预制轻薄供暖板时，木地板应与木龙骨垂直铺设；

3 铺设石材或瓷砖时，预制沟槽保温板及其加热管和预制轻薄供暖板上，应铺设厚度不小于 6mm 的纤维水泥板或硅酸钙板，用瓷砖粘接剂与瓷砖粘接，或铺设厚度不小于 30mm 的水泥砂浆找平层和粘接层，与石材或瓷砖粘接。水泥砂浆找平层应加金属网，网格间距不应大于 100mm，金属直径不应小于 1.0mm。

5.7.5 采用发泡水泥绝热层和水泥砂浆填充层时，如面层为瓷砖或石材地面，填充层和面层应同时施工。

6 检验、调试及验收

6.1 一般规定

6.1.1 地面供暖系统应组织各相关专业进行检验、调试和验收，并应做好纪录，可采用本规范附录 M 的工程质量检验表。

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 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 热水系统应对下列内容进行检查和验收：

1 加热管、预制轻薄供暖板及其输配管、分水器、集水器、阀门、配件、绝热材料或保温板、温控设备的质量；

2 原始地面、填充层、面层等施工质量；

3 发泡水泥绝热层的干体积密度、7 天和 28 天抗压强度、导热系数；

4 隐蔽前和隐蔽后的水压试验和验收；

5 加热管、分水器、集水器、阀门等安装质量；

6 温控设备安装质量；

7 冲洗检查验收；

8 环路、系统试运行调试。

6.1.5 电加热供暖地面系统应对下列内容进行检查和验收：

1 加热电缆、电热膜、温控器、绝热材料、电线等的质量；

2 原始地面、绝热层、填充层、面层等施工质量；

3 发泡水泥绝热层的干体积密度、7 天和 28 天抗压强度、导热系数；

4 隐蔽前和隐蔽后加热电缆的电阻、电热膜的功率、绝缘电阻检测及验收；

5 加热电缆或电热膜安装质量；

6 温控设备安装质量；

7 回路、系统试运行调试。

6.2 材料、设备检查

6.2.1 地面供暖系统所使用的主要材料、设备组件和配件、绝热材料应具有本规范第 4.1.2、4.4.2、4.4.8 和 4.5.5 条规定的质量合格证明文件，规格、型号及性能技术指标应符合国家现行有关标准的规定。

6.2.2 管材及管件进场，应由地面供暖工程的施工单位对管材壁厚等外观指标进行现场复试检验；并会同监理单位在复试检验合格的产品中取样，送有见证检验机构进行检验。检验项目、指标及测

试方法可按附录 M 执行。

6.2.3 阀门、分水器、集水器组件安装前，应按下列规定做强度和严密性试验：

- 1 对安装在分水器、集水器进出口及旁通管上的阀门，逐个进行强度和严密性试验；
- 2 其他组件试验，在每批数量中抽查 10%，且不得少于 1 个；
- 3 严密性试验压力为工作压力的 1.1 倍，强度试验压力为工作压力的 1.5 倍；工程直径不大于 50mm 的阀门强度和严密性试验持续时间为 15s，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、加热电缆或电热膜、预制轻薄供暖板安装完毕，混凝土填充式的填充层或预制沟槽保温板、预制轻薄供暖板的面层施工前，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。

6.3.2 地面供暖工程的中间验收，应符合下列规定：

- 1 供暖地面施工前，地面的平整、清洁状况应符合施工要求；
- 2 绝热层的厚度和材料的物理性能及铺设应符合设计要求；
- 3 伸缩缝设置应按要求敷设完毕；
- 4 预制轻薄供暖板的铺设应符合设计和施工要求；
- 5 加热管、预制轻薄供暖板的输配管、加热电缆的间距和弯曲半径、电热膜的间距、固定措施应符合要求，现场敷设的地面面层下的加热管和输配管应无接头；
- 6 加热管、输配管、分水器、集水器及其连接处在试验压力下应无渗漏；
- 7 加热电缆及电热膜系统每个回路应无短路和断路现象，电阻及绝缘电阻测试应符合要求；
- 8 阀门启闭应灵活，关闭应严密；
- 9 分水器、集水器及其连接件等安装后应有成品保护措施；
- 10 供暖地面应按要求的铺设防潮层、隔离层、导热层、钢丝网等；
- 11 填充层、找平层、面层平整，表面应无明显裂缝。

6.3.3 供暖地面安装工程技术要求及允许偏差应分别符合表 6.3.3-1 和 6.3.3-2 的规定：

表 6.3.3-1 原始地面、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	楼板或与土壤相邻地面	铺设绝热层或保温板、供暖板前		平整	/	
2	填充层	豆石混凝土	加热管	标号，最小厚度	C15，宜 50mm	平整度±5
			加热电缆		C15，宜 40mm	
		水泥砂浆	加热管	标号，最小厚度	M10，宜 40mm	平整度±5
			加热电缆		M10，宜 35mm	
		面积大于 30m ² 或长度大于 6m				留 8mm 伸缩缝
与墙、柱等垂直部件				留 10mm 伸缩缝	+2	
3	面层	与墙、柱等垂直部件		瓷砖、石材地面	留 10mm 伸缩缝	+2
				木地板地面	留 ≥14mm 伸缩缝	+2

注：原始地面允许偏差应满足相应土建施工标准。

表 6.3.3-2 绝热层、保温板、填充板、加热部件施工技术要求及允许偏差

序号	项目		条件	技术要求	允许偏差 (mm)
1	绝热层	泡沫塑料类	结合	紧密	-
			厚度	按设计要求	+10 mm
		发泡水泥	厚度	按设计要求	±5 mm
2	预制沟槽 保温板	保温板	连接	紧密	-
		金属导热层(如有)	厚度	应≥0.1mm	-
3	加热管	塑料及铝塑管	间距	按设计要求	-
			弯曲半径	宜≥6, 应≤11 倍管外径	-5mm
		铜管	间距	按设计要求	-
			弯曲半径	宜≥5, 应≤11 倍管外径	-5mm
4	加热电缆		间距	应≥50mm, 不宜大于 300mm	-
			弯曲半径	宜≥6 倍管外径	-5mm
5	电热膜		平整度	不得有皱褶、扭曲	-
6	预制轻薄 供暖板	供暖板和填充板	连接	紧密	-
			间距	宜≥100mm	-
		输配管	弯曲半径	宜≥6 倍管外径	-5mm

6.3.4 地面供暖工程竣工验收时,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;
- 3 塑料和铝塑复合管管材、管件的工地复试、有见证检验合格证明;
- 4 中间验收记录;
- 5 试压和冲洗记录;
- 6 工程施工安装质量验收表;
- 7 调试记录。

6.4 热水系统的水压试验

6.4.1 系统水压试验程序应符合下列规定:

- 1 水压试验应在系统冲洗之后进行;
- 2 混凝土填充式地面供暖户内系统试压应进行三次,分别为浇注混凝土填充层之前、填充层养护期满后和竣工验收交用户前;
- 3 预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板户内系统试压应进行两次,分别为铺设面层材料之前和之后。

6.4.2 户内系统冲洗和水压试验应以每组分水器、集水器为单位,分别进行;试验压力应为工作压力的1.5倍,且不应小于0.6MPa。楼栋集中供暖系统试压应符合现行国家标准《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242的规定。

6.4.3 水压试验宜采用手动泵缓慢升压(图6.4.3);升压过程中应随时观察和检查,不得有渗漏。水压试压宜按下列步骤进行:

- 1 预试验阶段,系统充满净水,排净空气,用压力泵将压力增至试验压力,在其后30min内重复该工作,间隔为10min,再做两次,将压力升至试验压力,再经过30min后,试验压力不得减少60kPa以上;

2 主试验阶段，主试验应在预试验做完后立即开始，在预试验压力下，稳压 2h，观察其压力降，压降不大于 20kPa 时，方为合格。

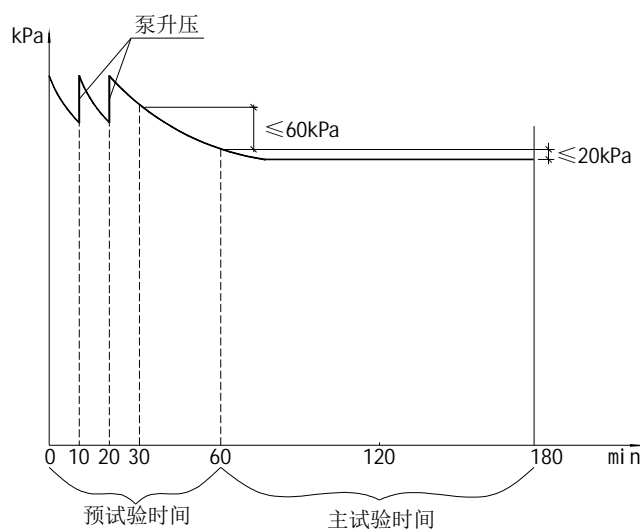


图 6.4.3 水压试验时间分配和压力示意

6.4.4 在有冻结可能的情况下试压时，应采取防冻措施，试压完成后应及时将管内的水吹净、吹干。

6.5 调试与试运行

6.5.1 地面供暖系统在施工完毕且填充层养护期满后，正式供暖运行前，应进行调试和试运行，并应符合现行行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142 的规定。

6.5.2 地面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 初始加热时，热水升温应平缓，供水温度宜控制在比当时环境温度高 10℃ 左右，且不宜高于 32℃；并应连续运行 48h；以后每天水温升高不宜大于 5℃，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，直至温度均匀达到设计要求。

6.5.5 电加热地面供暖系统初始通电加热时，应控制室温平缓上升，每天升温不宜大于 5℃，直至室内温度达到设计要求。

6.5.6 温控器的调试应按不同型号温控器安装调试说明书的内容进行。

6.5.7 地面供暖系统的供暖效果，应以房间中央离地 1.4m 处黑球温度计指示的温度，作为评价和检测的依据。

7 运行和维护

7.0.1 地面辐射供暖系统未经调试时，不应运行使用。

7.0.2 热水地面辐射供暖系统首次运行注水前应充分排气。系统每年首次运行时，户内户外阀门应开启到位，过滤器无堵塞，立管进回水放气通畅，加热管内无气堵。

7.0.3 热水地面辐射供暖系统在次年启动运行72小时后，应进行一次分水器排污，如发现有淤积物排出，则应对系统进行清理；无淤积物排出时，应补水运行。清淤工作应采用脉冲水方式，由排水口向进水口反向冲洗，如淤积情况较重，可加入专用清洗液冲洗。

7.0.4 低温热水地面辐射供暖系统运行中，应保持室内供暖系统充满水、管道无堵塞、阀门正常开启、放气阀正常动作。

7.0.5 热水地面辐射供暖系统加热管在非供暖季应满水保护，有冻结可能的地区应排水、泄压。

7.0.6 低温热水地面辐射供暖系统应定期检查楼梯间内公用供暖管道、阀门、热量计量仪表等保温、防冻措施。

7.0.7 电加热地面辐射供暖系统每年供暖期使用前，应检查温控器及电路是否正常。

7.0.8 地面辐射供暖系统的表面应有明显标识，不得进行打洞、钉凿、撞击、高温作业等工作。

7.0.9 预制薄型地暖模块如发生末端散热管破损，可根据布置图对破损模块关断供水进行维修，其余模块和系统可正常运行。

7.0.10 维修后的地面供暖系统均应重新调试运行。

7.0.11 热源发生故障并排出后，应对地面供暖系统进行检查，确定系统安全后方可运行。

附录 A 供暖地面构造图示

A.1 混凝土填充式地面构造

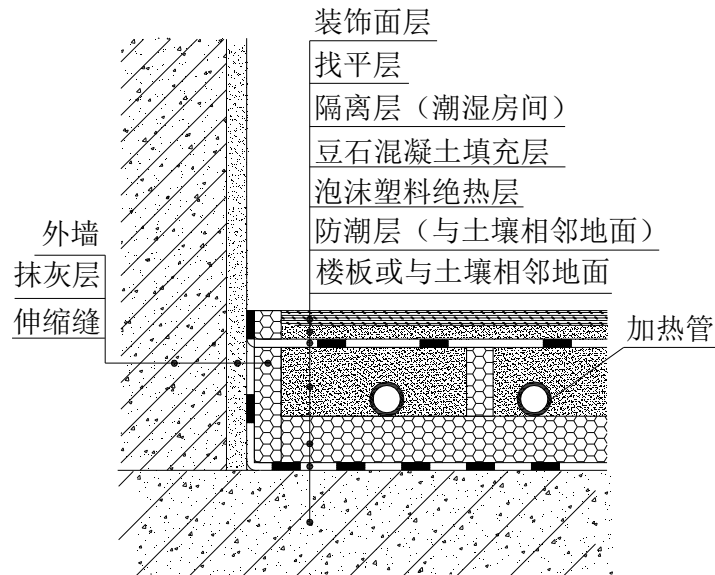


图 A.1.1 混凝土填充式热水供暖地面构造 (一)

注: 采用泡沫塑料绝热层

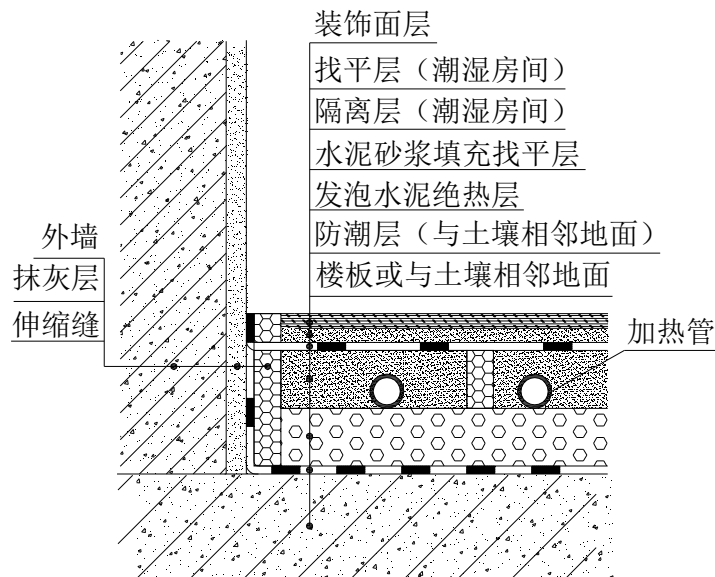


图 A.1.2 混凝土填充式热水供暖地面构造 (二)

注: 采用发泡水泥绝热层

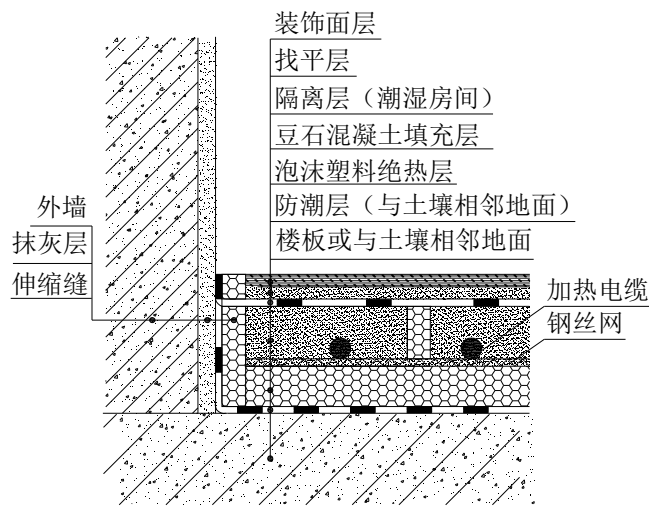


图 A.1.3 混凝土填充式加热电缆供暖地面构造 (一)
注: 采用泡沫塑料绝热层

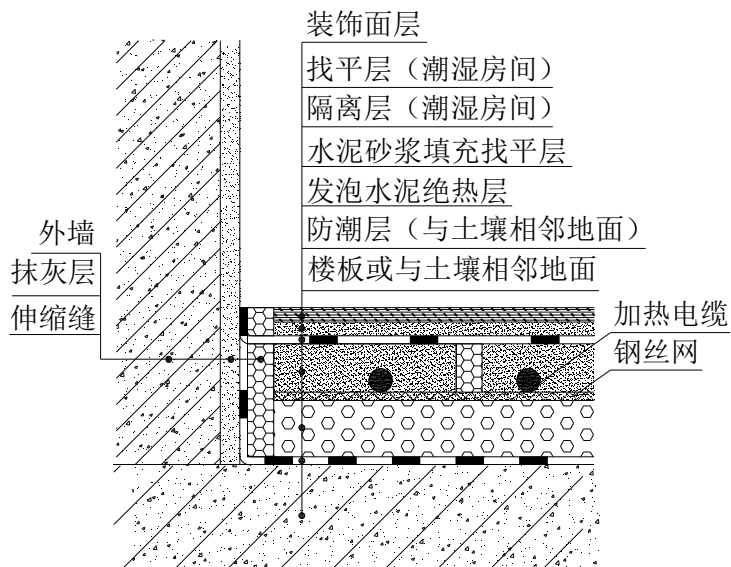


图 A.1.4 混凝土填充式加热电缆供暖地面构造 (二)
注: 采用发泡水泥绝热层

A.2 预制沟槽保温板式地面构造

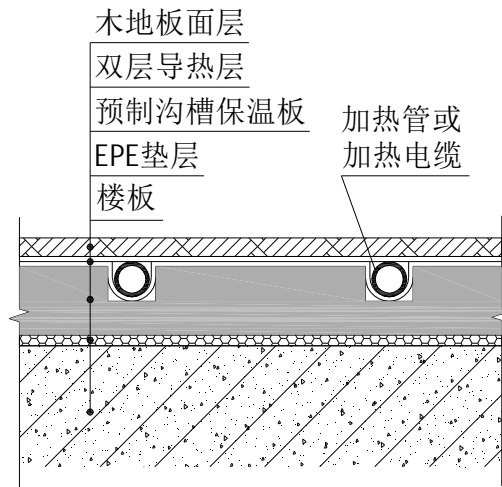


图 A.2.1 预制沟槽保温板供暖地面构造（一）

注：与供暖房间相邻楼板，采用木地板面层

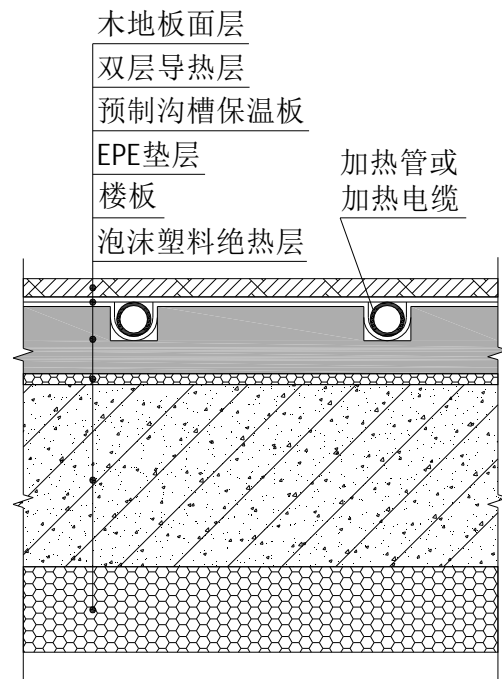


图 A.2.2 预制沟槽保温板供暖地面构造（二）

注：与室外空气或不供暖房间相邻，以木地板面层为例

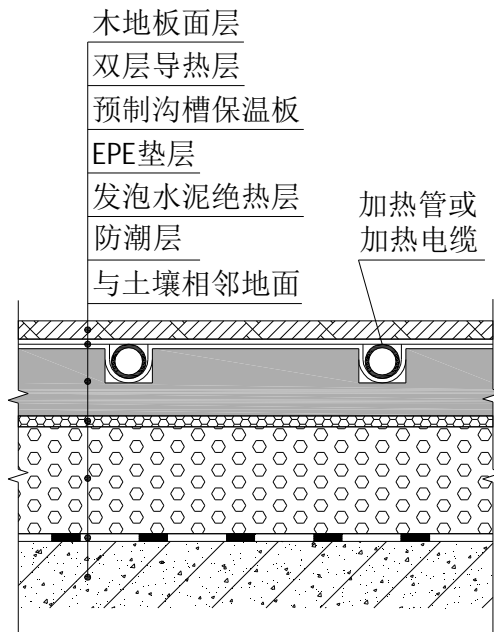


图 A.2.3 预制沟槽保温板供暖地面构造（三）
注：与土壤相邻、以木地板面层为例

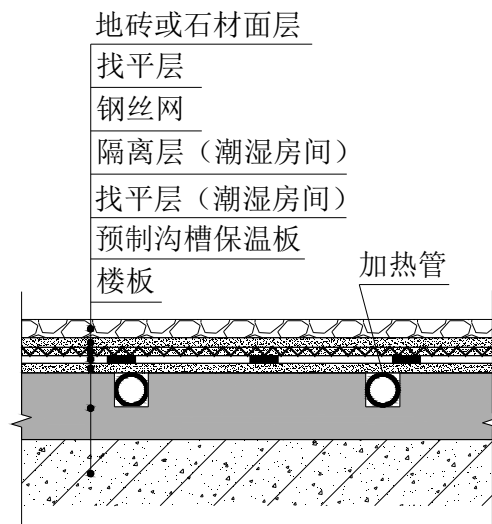


图 A.2.4 预制沟槽保温板热水供暖地面构造（四）
注：与供暖房间相邻、地砖或石材面层

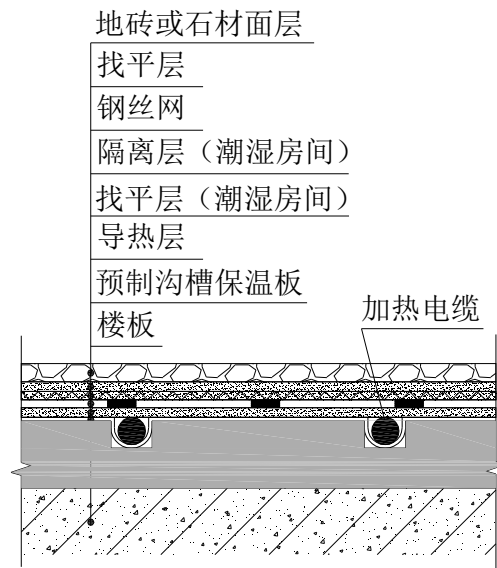


图 A. 2. 5 预制沟槽保温板加热电缆供暖地面构造（五）

注：与供暖房间相邻、地砖或石材面层

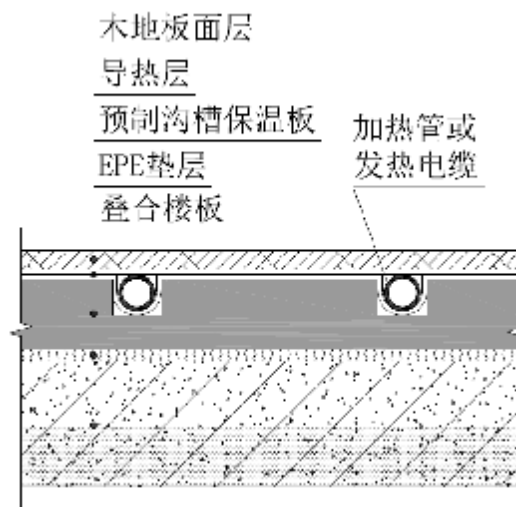


图 A. 2. 6 预制沟槽保温板供暖地面构造（六）

注：装配式建筑

A.3 预制轻薄供暖板地面构造

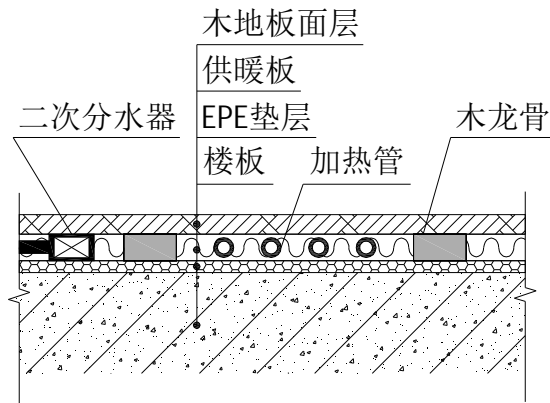


图 A.3.1 预制轻薄供暖板地面构造示意（一）

注：与供暖房间相邻、木地板面层

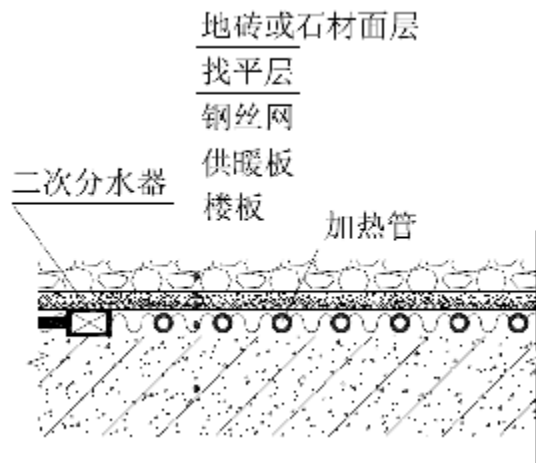


图 A.3.2 预制轻薄供暖板地面构造（二）

注：与供暖房间相邻、地砖或石材面层

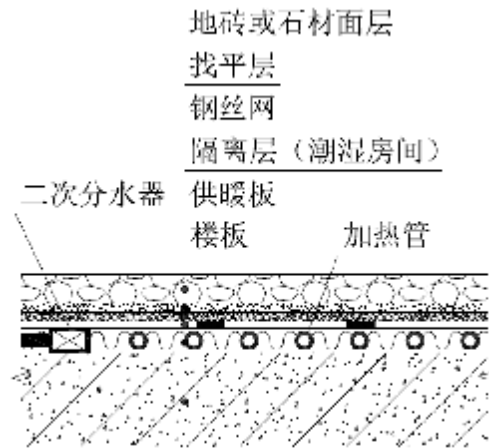


图 A. 3. 3 预制轻薄供暖板地面构造 (三)
注: 与供暖房间相邻、潮湿房间

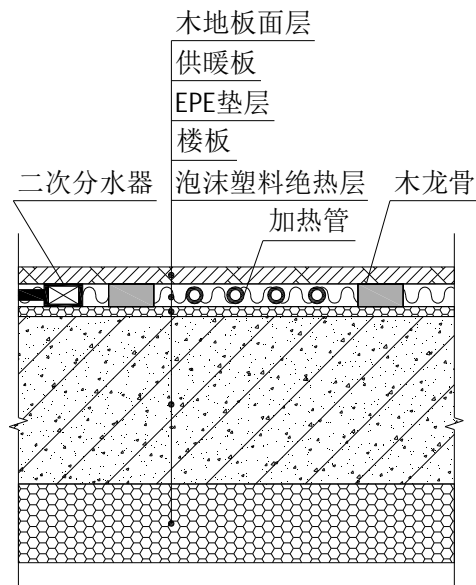


图 A. 3. 4 预制轻薄供暖板地面构造 (四)
注: 与室外空气或不供暖房间相邻、以木地板面层为例

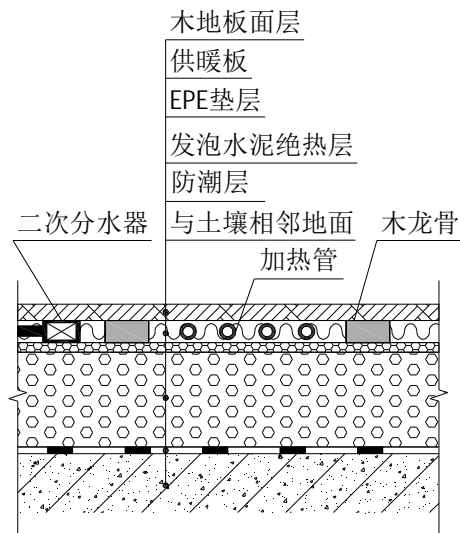


图 A.3.5 预制轻薄供暖板地面构造（五）

注：与土壤相邻、以木地板面层为例

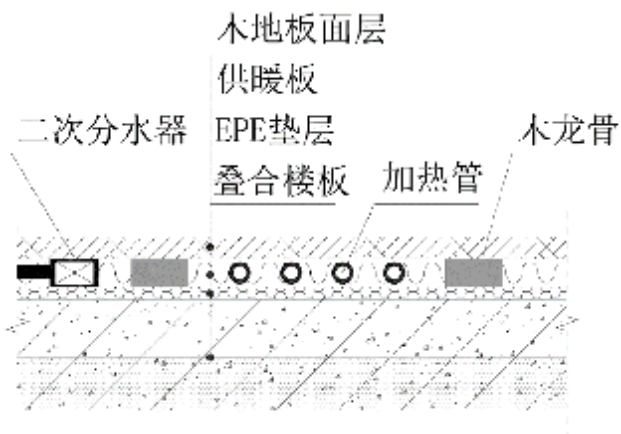


图 A.3.6 预制轻薄供暖板地面构造（六）

注：装配式建筑

附录 B 混凝土填充式热水供暖地面单位面积散热量

B.1 聚苯乙烯塑料板绝热层的混凝土填充式热水供暖地面单位面积散热量

B.1.1 当采用导热系数为 $0.38\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的 PE-X 管时, 单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按表 B.1.1-1~B.1.1-4 取值。

表 B.1.1-1 PE-X 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m^2)
(面层为水泥、石材或陶瓷热阻 $R=0.02(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温 度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距 (mm)									
		400		300		250		200		150	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
30	16	48.10	15.10	55.90	15.20	59.60	15.30	63.30	15.50	66.90	15.90
	18	40.20	13.00	47.70	13.10	50.90	13.20	54.00	13.30	57.10	13.60
	20	32.60	11.50	39.70	10.80	42.20	11.00	44.80	11.20	47.30	11.40
	22	26.10	8.70	31.60	8.80	33.60	8.90	35.70	9.00	37.70	9.10
	24	18.90	6.40	23.70	6.70	25.20	6.60	26.70	6.80	28.20	6.90
32.5	16	58.20	17.90	66.50	18.10	71.00	18.20	75.50	18.40	79.90	18.80
	18	49.00	15.50	58.30	16.00	62.20	15.90	66.10	16.20	70.00	16.60
	20	41.60	14.30	50.20	13.70	53.50	13.80	56.80	14.10	60.10	14.20
	22	34.60	12.20	42.00	11.60	44.80	11.70	47.50	11.90	50.20	12.00
	24	26.90	9.10	34.00	9.30	36.10	9.50	38.30	9.60	40.50	9.70
35	16	68.10	20.10	77.40	20.80	82.70	20.80	88.00	21.20	93.20	21.70
	18	60.50	18.20	69.10	18.60	73.80	18.80	78.50	19.00	83.10	19.40
	20	52.10	16.10	60.90	16.30	64.90	16.70	69.10	16.90	73.10	17.20
	22	44.00	14.10	52.60	14.30	56.10	14.50	59.70	14.60	63.10	14.90
	24	36.70	12.60	44.40	12.10	47.40	12.20	50.30	12.50	53.20	12.70
37.5	16	73.90	23.50	88.40	23.60	94.50	23.70	100.70	24.20	106.70	24.60
	18	66.60	21.50	80.00	21.60	85.60	21.50	91.10	21.90	96.50	22.30
	20	59.30	19.10	71.70	19.20	76.60	19.30	81.50	19.80	86.30	20.10
	22	53.20	17.30	63.40	17.20	67.70	17.30	72.00	17.50	76.20	17.90
	24	45.80	15.90	55.10	15.10	58.80	15.20	62.50	15.30	66.20	15.60
40	16	85.50	26.00	99.60	26.30	106.50	26.50	113.50	27.00	120.30	27.50
	18	78.20	23.60	91.10	24.30	97.40	24.50	103.80	24.70	110.10	25.20
	20	70.70	21.8	82.80	21.90	88.40	22.20	94.20	22.60	99.80	23.00
	22	61.80	19.70	74.40	19.80	79.40	20.20	84.60	20.30	89.60	20.70
	24	55.40	16.90	66.00	17.40	70.50	17.80	75.00	18.10	79.40	18.50
42.5	16	95.40	28.3	110.90	28.80	118.60	29.30	126.40	29.80	134.20	30.40
	18	87.80	26.80	102.30	27.10	109.50	27.30	116.70	27.70	123.80	28.20
	20	80.50	24.3	93.90	24.90	100.40	25.20	107.00	25.50	113.50	26.00
	22	73.10	22.20	85.40	22.70	91.30	23.00	97.30	23.30	103.10	23.80

	24	64.10	20.60	76.90	20.80	82.30	20.70	87.60	21.00	92.90	21.50
45	16	105.20	31.30	122.20	31.80	130.80	32.30	139.50	32.70	148.10	33.40
	18	97.80	29.60	113.70	29.50	121.70	30.00	129.70	30.70	137.70	31.30
	20	90.20	27.50	105.10	27.60	112.50	27.80	120.00	28.40	127.30	28.90
	22	82.70	25.50	96.60	25.50	103.40	25.70	110.20	26.20	116.90	26.70
	24	75.80	22.90	88.10	23.10	94.30	23.50	100.50	24.00	106.50	24.40

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm，填充层厚度为 50mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m·K、厚度 20mm，供回水温差为 10℃。

表 B.1.1-2 PE-X 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为塑料类材料热阻 R=0.075(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温 (°C)	加热管间距 (mm)									
		400		300		250		200		150	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
30	16	41.40	15.50	45.60	16.00	47.70	16.10	49.80	16.50	51.80	16.70
	18	35.50	13.40	39.00	13.70	40.80	13.90	42.60	14.10	44.30	14.40
	20	29.50	11.20	32.50	11.40	34.00	11.60	35.40	11.80	36.80	12.00
	22	23.70	8.90	26.00	9.10	27.20	9.30	28.30	9.40	29.40	9.60
	24	17.80	6.70	19.60	6.80	20.40	7.00	21.30	7.10	22.10	7.30
32.5	16	49.20	18.30	54.20	18.90	56.70	19.20	59.20	19.50	61.60	19.80
	18	43.20	16.20	47.60	16.60	49.80	16.90	52.00	17.10	54.10	17.50
	20	37.20	14.00	41.00	14.30	42.80	14.60	44.70	14.80	46.50	15.10
	22	31.20	11.70	34.40	12.10	36.00	12.20	37.50	12.40	39.00	12.70
	24	25.30	9.50	27.80	9.80	29.10	9.90	30.30	10.10	31.50	10.30
35	16	57.00	21.20	62.90	21.80	65.90	22.10	68.80	22.50	71.60	22.90
	18	51.00	19.00	56.20	19.50	58.90	19.80	61.50	20.20	64.00	20.50
	20	45.00	16.80	49.60	17.20	51.90	17.50	54.20	17.80	56.40	18.10
	22	39.00	14.60	42.90	15.00	44.90	15.20	46.90	15.50	48.80	15.80
	24	33.00	12.30	36.30	12.70	38.00	12.90	39.60	13.10	41.20	13.40
37.5	16	65.00	24.10	71.70	24.70	75.10	25.10	78.50	25.50	81.80	26.00
	18	58.90	21.80	65.00	22.50	68.10	22.80	71.10	23.20	74.00	23.70
	20	52.80	19.70	58.30	20.20	61.00	20.50	63.70	20.80	66.30	21.30
	22	46.80	17.50	51.60	17.90	54.00	18.20	56.40	18.50	58.70	18.90
	24	40.70	15.20	44.90	15.60	47.00	15.80	49.10	16.20	51.00	16.50
40	16	73.00	26.80	80.60	27.60	84.50	28.00	88.30	28.50	92.00	29.10
	18	66.90	24.60	73.80	25.30	77.40	25.80	80.90	26.20	84.20	26.70
	20	60.80	22.50	67.10	23.10	70.30	23.50	73.40	23.90	76.50	24.40
	22	54.70	20.30	60.30	20.90	63.20	21.20	66.00	21.70	68.70	22.00
	24	48.60	18.10	53.60	18.60	56.10	18.90	58.60	19.20	61.00	19.60
42.5	16	81.10	29.70	89.60	30.50	93.90	31.00	98.20	31.50	102.30	32.20
	18	74.90	27.60	82.70	28.40	86.80	28.70	90.70	29.30	94.50	29.90
	20	68.80	25.30	76.00	26.10	79.60	26.50	83.20	26.90	86.70	27.50
	22	62.70	23.10	69.20	23.90	72.50	24.20	75.80	24.60	78.90	25.10
	24	56.50	21.00	62.40	21.50	65.40	21.90	68.30	22.30	71.10	22.70
45	16	89.20	32.60	98.60	33.40	103.40	34.00	108.10	34.60	112.70	35.40
	18	83.00	30.40	91.80	31.20	96.20	31.80	100.60	32.40	104.80	33.10
	20	76.90	28.20	84.90	29.00	89.00	29.50	93.10	30.00	97.00	30.70
	22	70.70	26.00	78.10	26.80	81.90	27.30	85.60	27.70	89.20	28.30
	24	64.60	23.80	71.30	24.60	74.70	24.90	78.10	25.50	81.40	25.90

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm，填充层厚度为 50mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m·K、厚度 20mm，供回水温差为 10℃。

表 B.1.1-3 PE-X 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为木地板材料热阻 R=0.1(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温 (°C)	加热管间距 (mm)									
		400		300		250		200		150	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
30	16	38.70	15.70	42.10	16.20	43.80	16.40	45.40	16.80	47.00	17.00
	18	33.10	13.50	36.00	14.00	37.40	14.20	38.80	14.40	40.20	14.70
	20	27.60	11.40	30.00	11.60	31.20	11.80	32.30	12.10	33.40	12.20
	22	22.10	9.10	24.00	9.30	24.90	9.50	25.90	9.60	26.70	9.80
	24	16.70	6.80	18.10	7.00	18.80	7.10	19.50	7.20	20.10	7.30
32.5	16	45.90	18.70	50.00	19.10	52.00	19.40	54.00	19.70	55.90	20.10
	18	40.30	16.40	43.80	16.90	45.60	17.20	47.40	17.50	49.00	17.80
	20	34.70	14.30	37.80	14.60	39.30	14.80	40.80	15.00	42.20	15.40
	22	29.20	12.00	31.70	12.40	33.00	12.50	34.20	12.70	35.40	12.90
	24	23.70	9.80	25.70	10.00	26.70	10.10	27.70	10.20	28.70	10.50
35	16	53.20	21.60	58.00	22.10	60.30	22.50	62.60	22.80	64.90	23.30
	18	47.60	19.30	51.80	19.80	53.90	20.20	56.00	20.50	58.00	20.90
	20	42.00	17.10	45.70	17.60	47.50	17.90	49.30	18.20	51.10	18.50
	22	36.40	14.90	39.60	15.30	41.20	15.50	42.70	15.80	44.20	16.00
	24	30.80	12.60	33.50	12.90	34.80	13.20	36.10	13.40	37.40	13.60
37.5	16	60.60	24.40	66.00	25.10	68.70	25.50	71.40	26.00	74.00	26.50
	18	54.90	22.20	59.80	22.80	62.30	23.20	64.70	23.60	67.00	24.00
	20	49.30	20.00	53.70	20.50	55.90	20.80	58.00	21.20	60.10	21.70
	22	43.60	17.70	47.50	18.20	49.40	18.50	51.30	18.90	53.20	19.20
	24	38.00	15.50	41.40	15.90	43.10	16.20	44.70	16.50	46.30	16.80
40	16	68.00	27.30	74.10	28.10	77.20	28.50	80.20	29.00	83.10	29.60
	18	62.30	25.10	67.90	25.80	70.70	26.20	73.50	26.70	76.10	27.30
	20	56.60	22.90	61.70	23.50	64.30	24.00	66.80	24.30	69.20	24.90
	22	51.00	20.70	55.50	21.20	57.80	21.60	60.10	22.00	62.20	22.40
	24	45.30	18.40	49.40	18.90	51.40	19.20	53.40	19.60	55.30	20.00
42.5	16	75.50	30.20	82.30	31.10	85.80	31.60	89.10	32.10	92.40	32.80
	18	69.80	28.00	76.10	28.80	79.20	29.40	82.40	29.80	85.40	30.40
	20	64.10	25.80	69.90	26.50	72.80	27.00	75.60	27.50	78.30	28.10
	22	58.40	23.60	63.60	24.30	66.30	24.60	68.90	25.10	71.30	25.60
	24	52.70	21.40	57.40	22.00	59.80	22.40	62.10	22.70	64.40	23.20
45	16	83.00	33.10	90.60	34.10	94.40	34.70	98.10	35.30	101.70	36.00
	18	77.30	31.00	84.30	31.80	87.80	32.40	91.30	33.00	94.60	33.60
	20	71.50	28.70	78.10	29.50	81.30	30.00	84.50	30.60	87.60	31.20
	22	65.80	26.50	71.80	27.30	74.80	27.70	77.70	28.20	80.60	28.80
	24	60.10	24.30	65.50	25.10	68.30	25.40	71.00	25.80	73.50	26.40

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm，填充层厚度为 50mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m·K、厚度 20mm，供回水温差为 10℃。

表 B.1.1-4 PE-X 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层铺厚地毯热阻 R=0.15(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温 (°C)	加热管间距 (mm)									
		400		300		250		200		150	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
30	16	33.90	16.20	36.30	16.70	37.40	16.90	38.60	17.20	39.70	17.50
	18	29.10	13.90	31.10	14.30	32.10	14.60	33.00	14.80	34.00	15.10
	20	24.20	11.60	25.90	12.00	26.70	12.20	27.50	12.40	28.30	12.60
	22	19.40	9.30	20.80	9.60	21.40	9.70	22.00	9.90	22.70	10.00
	24	14.70	7.00	15.70	7.20	16.20	7.30	16.60	7.40	17.10	7.60
32.5	16	40.20	19.10	43.00	19.70	44.40	20.10	45.80	20.40	47.10	20.70
	18	35.30	16.90	37.80	17.40	39.00	17.60	40.20	18.00	41.30	18.30
	20	30.40	14.60	32.60	15.00	33.60	15.30	34.60	15.50	35.60	15.80
	22	25.60	12.30	27.40	12.70	28.30	12.90	29.10	13.00	29.90	13.30
	24	20.80	10.00	22.20	10.30	22.90	10.40	23.60	10.60	24.30	10.80
35	16	46.50	22.10	49.80	22.80	51.50	23.20	53.00	23.50	54.60	23.90
	18	41.60	19.80	44.60	20.40	46.00	20.70	47.40	21.10	48.80	21.50
	20	36.70	17.60	39.30	18.10	40.60	18.40	41.80	18.70	43.00	19.00
	22	31.90	15.30	34.10	15.70	35.20	15.90	36.30	16.20	37.30	16.50
	24	27.00	12.90	28.90	13.30	29.80	13.50	30.70	13.70	31.60	13.90
37.5	16	52.90	25.10	56.70	25.80	58.60	26.30	60.40	26.70	62.10	27.20
	18	48.00	22.80	51.40	23.50	53.10	23.90	54.70	24.30	56.30	24.70
	20	43.10	20.60	46.10	21.20	47.60	21.50	49.10	21.90	50.50	22.20
	22	38.20	18.30	40.90	18.80	42.20	19.10	43.50	19.40	44.80	19.70
	24	33.30	15.90	35.60	16.40	36.80	16.60	37.90	16.90	39.00	17.30
40	16	59.40	28.10	63.60	28.90	65.70	29.40	67.80	29.90	69.80	30.40
	18	54.40	25.80	58.30	26.60	60.20	27.00	62.10	27.40	63.90	28.00
	20	49.50	23.50	53.00	24.20	54.80	24.60	56.50	25.00	58.10	25.50
	22	44.60	21.20	47.70	21.90	49.30	22.30	50.80	22.60	52.30	23.10
	24	39.60	19.00	42.40	19.50	43.80	19.80	45.20	20.20	46.50	20.60
42.5	16	65.80	31.10	70.60	31.90	72.90	32.50	75.20	33.10	77.40	33.70
	18	60.90	28.80	65.30	29.60	67.40	30.10	69.50	30.70	71.60	31.20
	20	55.90	26.50	59.90	27.40	61.90	27.80	63.90	28.20	65.70	28.70
	22	51.00	24.30	54.60	25.00	56.40	25.30	58.20	25.90	59.90	26.30
	24	46.00	21.90	49.30	22.60	50.90	23.00	52.50	23.40	54.00	23.80
45	16	72.40	34.10	77.60	35.10	80.20	35.60	82.70	36.30	85.20	36.90
	18	67.40	31.80	72.20	32.80	74.70	33.30	77.00	33.90	79.30	34.50
	20	62.40	29.60	66.90	30.40	69.10	30.90	71.30	31.50	73.40	32.10
	22	57.40	27.30	61.60	28.10	63.60	28.60	65.60	29.00	67.50	29.50
	24	52.50	25.00	56.20	25.70	58.10	26.20	59.90	26.60	61.70	27.10

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm，填充层厚度为 50mm，聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m·K、厚度 20mm，供回水温差为 10℃。

B.1.2 当采用导热系数为 0.23W/(m·K) 的 PB 管时, 单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按表 B.1.2-1~B.1.2-4 取值。

表 B.1.2-1 PB 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为水泥、石材或陶瓷, 热阻 R=0.02(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温 (°C)	加热管间距 (mm)									
		400		300		250		200		150	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
30	16	43.50	14.00	50.60	14.50	54.50	14.70	58.80	14.80	63.10	15.50
	18	37.20	12.20	43.20	12.60	46.60	12.80	50.20	12.80	53.90	13.10
	20	30.90	10.40	35.90	10.70	38.60	11.00	41.50	11.30	44.60	11.20
	22	24.60	8.60	28.60	8.80	30.80	9.00	33.20	8.70	35.60	8.70
	24	18.50	6.80	21.40	7.00	23.00	7.00	24.80	6.80	26.60	6.70
32.5	16	51.70	16.40	60.30	16.90	65.00	17.30	70.10	17.60	75.50	17.80
	18	45.40	14.60	52.80	15.10	56.90	15.50	61.30	15.80	66.00	15.90
	20	39.00	12.80	45.40	13.20	48.90	13.50	52.70	13.70	56.70	13.50
	22	32.70	11.00	38.00	11.40	40.90	11.60	44.20	11.30	47.40	11.60
	24	26.40	9.20	30.70	9.40	33.00	9.70	35.50	9.90	38.30	9.30
35	16	60.10	18.90	70.10	19.50	75.60	20.00	81.60	20.40	87.80	21.10
	18	53.60	17.10	62.50	17.70	67.50	18.00	72.70	18.50	78.30	18.90
	20	47.20	15.20	55.00	15.80	59.40	16.10	64.00	16.50	68.90	16.40
	22	40.80	13.50	47.50	13.90	51.30	14.10	55.20	14.60	59.50	14.30
	24	34.50	11.60	40.10	12.00	43.30	12.20	46.70	12.00	50.20	12.10
37.5	16	68.50	21.20	80.00	22.00	86.40	22.50	93.20	23.20	100.50	23.60
	18	62.00	19.50	72.40	20.10	78.20	20.70	84.30	21.30	90.80	21.80
	20	55.60	17.70	64.80	18.30	70.00	18.80	75.50	19.30	81.30	19.60
	22	49.20	15.80	57.30	16.50	61.90	16.70	66.70	16.90	71.90	16.90
	24	42.70	14.00	49.80	14.50	53.70	14.90	57.90	15.20	62.40	15.10
40	16	77.00	23.70	90.00	24.60	97.30	25.00	105.10	25.70	113.10	26.80
	18	70.50	21.80	82.40	22.70	89.00	23.20	96.10	23.60	103.50	24.60
	20	64.00	20.10	74.70	20.90	80.80	21.30	87.20	21.70	94.10	21.80
	22	57.50	18.30	67.20	18.90	72.50	19.40	78.20	19.90	84.40	19.90
	24	51.10	16.50	59.60	17.00	64.30	17.50	69.40	17.70	74.90	17.50
42.5	16	85.60	26.10	100.10	27.00	108.30	27.70	117.00	28.40	126.20	29.10
	18	79.10	24.30	92.40	25.20	100.00	25.80	108.00	26.40	116.40	27.40
	20	72.50	22.50	84.80	23.30	91.70	23.90	99.00	24.50	106.80	24.70
	22	66.00	20.70	77.10	21.50	83.40	22.00	90.00	22.50	97.20	22.50
	24	59.50	19.00	69.50	19.60	75.10	20.10	81.00	20.60	87.40	20.70
45	16	94.20	28.50	110.30	29.60	119.40	30.30	129.00	31.00	139.00	33.00
	18	87.70	26.70	102.60	27.80	111.00	28.40	120.00	29.20	129.50	29.60
	20	81.10	25.00	94.90	25.90	102.70	26.50	110.90	27.20	119.80	27.50
	22	74.50	23.20	87.20	24.10	94.30	24.60	101.90	25.20	109.90	25.90
	24	68.00	21.40	79.50	22.20	86.00	22.70	92.90	23.30	100.20	23.70

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm, 填充层厚度为 50mm, 聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m·K、

厚度 20mm，供回水温差为 10℃。

表 B.1.2-2 PB 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为塑料类材料, 热阻 R=0.075(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温 度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		400		300		250		200		150	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
30	16	37.40	14.50	42.00	14.70	44.50	15.10	46.90	15.60	49.40	16.10
	18	32.00	12.60	36.00	12.70	38.00	13.00	40.10	13.40	42.30	13.80
	20	26.60	10.80	29.90	10.90	31.70	10.90	33.40	11.20	35.20	11.60
	22	21.30	8.50	23.90	8.70	25.30	8.70	26.70	8.90	28.10	9.20
	24	16.10	6.60	18.10	6.50	19.10	6.50	20.10	6.70	21.10	6.90
32.5	16	44.40	17.10	49.90	17.50	52.80	18.00	55.80	18.40	58.80	19.00
	18	38.90	15.30	43.80	15.60	46.40	15.80	48.90	16.20	51.60	16.80
	20	33.50	13.20	37.80	13.20	39.90	13.60	42.10	14.10	44.40	14.50
	22	28.10	11.30	31.70	11.20	33.50	11.50	35.40	11.80	37.20	12.10
	24	22.80	9.10	25.70	9.10	27.10	9.40	28.60	9.60	30.10	9.80
35	16	51.50	19.60	57.80	20.80	61.30	20.70	64.80	21.20	68.30	21.90
	18	46.00	17.70	51.70	18.50	54.80	18.60	57.90	19.10	61.00	19.70
	20	40.40	16.10	45.60	16.30	48.30	16.40	51.00	16.80	53.80	17.40
	22	35.10	13.90	39.60	13.90	41.80	14.20	44.20	14.60	46.50	15.10
	24	29.60	12.20	33.50	11.80	35.40	12.00	37.30	12.50	39.30	12.80
37.5	16	58.50	22.40	65.90	23.30	69.90	23.40	73.90	24.00	77.90	24.80
	18	53.10	20.40	59.70	21.30	63.30	21.40	66.90	21.90	70.60	22.70
	20	47.60	18.50	53.60	18.70	56.80	19.10	60.00	19.80	63.30	20.30
	22	42.00	16.80	47.40	17.00	50.20	17.10	53.10	17.50	56.00	18.10
	24	36.60	14.60	41.30	14.70	43.80	14.90	46.20	15.20	48.70	15.80
40	16	65.70	24.80	74.00	26.10	78.50	26.30	83.00	27.00	87.60	27.80
	18	60.20	23.10	67.70	24.10	71.90	24.00	76.10	24.70	80.30	25.60
	20	54.70	21.20	61.70	21.40	65.30	22.10	69.10	22.50	72.90	23.30
	22	49.20	19.20	55.50	19.20	58.80	19.90	62.10	20.40	65.50	21.10
	24	43.70	17.20	49.20	17.60	52.20	17.70	55.20	18.10	58.20	18.70
42.5	16	73.00	27.50	82.10	28.90	87.20	29.00	92.30	29.80	97.40	30.80
	18	67.40	25.50	76.00	26.50	80.60	27.00	85.30	27.60	90.00	28.50
	20	61.90	23.70	69.80	24.30	74.00	24.80	78.20	25.50	82.60	26.30
	22	56.30	22.00	63.50	22.50	67.40	22.60	71.20	23.30	75.20	24.00
	24	50.80	19.90	57.30	20.20	60.80	20.50	64.30	21.00	67.80	21.70
45	16	80.20	30.00	90.30	31.90	95.90	31.90	101.60	32.70	107.30	33.80
	18	74.70	28.10	84.20	29.20	89.30	29.80	94.50	30.50	99.80	31.50
	20	69.10	26.30	78.00	27.00	82.70	27.50	87.50	28.30	92.40	29.40
	22	63.60	24.40	71.60	25.50	76.00	25.40	80.50	26.10	85.00	27.00
	24	58.00	22.70	65.40	23.10	69.40	23.30	73.40	24.00	77.50	24.80

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm, 填充层厚度为 50mm, 聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m·K、厚度 20mm, 供回水温差为 10℃。

表 B.1.2-3 PB 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为木地板, 热阻 R=0.1(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温 (°C)	加热管间距 (mm)									
		400		300		250		200		150	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
30	16	35.10	14.90	39.00	15.00	40.90	15.50	43.00	15.90	45.00	16.30
	18	30.20	12.75	33.40	12.90	35.00	13.30	36.80	13.70	38.50	14.00
	20	25.00	10.80	27.80	10.90	29.20	11.10	30.60	11.40	32.10	11.70
	22	20.10	8.70	22.30	8.80	23.40	8.90	24.50	9.10	25.70	9.40
	24	15.20	6.40	16.80	6.50	17.60	6.60	18.50	6.80	19.30	7.00
32.5	16	41.80	17.3	46.20	17.90	48.60	18.30	51.00	18.80	53.50	19.40
	18	36.50	15.80	40.60	15.80	42.70	16.10	44.80	16.60	46.90	17.10
	20	31.50	13.60	35.00	13.60	36.80	13.90	38.60	14.30	40.40	14.70
	22	26.40	11.50	29.40	11.40	30.90	11.70	32.40	12.10	33.90	12.40
	24	21.40	9.60	23.80	9.30	25.00	9.50	26.30	9.70	27.50	10.10
35	16	48.50	19.90	53.60	20.50	56.40	21.20	59.20	21.70	62.10	22.40
	18	43.30	17.90	47.90	18.40	50.40	18.90	52.90	19.50	55.50	20.10
	20	34.20	15.50	42.20	16.50	44.40	16.80	46.70	17.20	48.90	17.70
	22	32.80	14.80	36.60	14.10	38.50	14.60	40.40	14.90	42.30	15.50
	24	27.80	12.40	31.00	12.00	32.60	12.30	34.20	12.70	35.80	13.10
37.5	16	55.10	22.7	61.00	23.40	64.20	24.00	67.50	24.60	70.80	25.40
	18	50.00	20.70	55.30	21.20	58.20	21.70	61.10	22.40	64.10	23.10
	20	44.80	18.60	49.60	19.00	52.20	19.60	54.80	20.10	57.50	20.80
	22	39.70	16.6	43.90	17.00	46.20	17.40	48.50	17.90	50.90	18.40
	24	34.20	15.40	38.30	14.80	40.20	15.20	42.30	15.60	44.30	16.10
40	16	61.90	25.2	68.50	26.10	72.10	26.70	75.80	27.60	79.50	28.40
	18	56.70	23.40	62.70	24.10	66.00	24.60	69.40	25.30	72.80	26.10
	20	51.60	21.20	57.10	21.80	60.00	22.50	63.10	23.10	66.20	23.80
	22	46.40	19.20	51.30	19.70	54.00	20.30	56.70	20.80	59.50	21.50
	24	41.00	17.30	45.60	17.60	48.00	18.10	50.40	18.60	52.90	19.10
42.5	16	60.20	28.50	65.70	29.80	68.60	30.70	71.50	31.50	74.40	32.40
	18	55.70	26.40	60.80	27.60	63.40	28.40	66.10	29.20	68.80	30.10
	20	51.20	24.40	55.80	25.50	58.20	26.20	60.70	26.90	63.20	27.70
	22	46.60	22.30	50.90	23.30	53.10	23.90	55.30	24.60	57.60	25.30
	24	42.10	20.10	45.90	21.10	47.90	21.70	49.90	22.30	52.00	22.90
45	16	75.50	30.70	83.60	31.70	88.00	32.40	92.60	33.30	97.20	34.50
	18	70.30	28.60	77.80	29.60	81.90	30.30	86.20	31.20	90.50	32.30
	20	65.10	26.70	72.10	27.40	75.90	28.10	79.80	28.90	83.80	29.90
	22	59.90	24.70	66.30	25.40	69.80	26.00	73.40	26.70	77.00	27.60
	24	54.70	22.60	60.60	23.20	63.70	23.80	67.00	24.40	70.30	25.30

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm, 填充层厚度为 50mm, 聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m·K、厚度 20mm, 供回水温差为 10℃。

表 B.1.2-4 PB 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层铺厚地毯, 热阻 R=0.15(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温 (°C)	加热管间距 (mm)									
		400		300		250		200		150	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
30	16	31.10	15.00	33.80	15.70	35.30	16.00	36.70	16.40	38.20	16.90
	18	26.60	12.90	29.00	13.40	30.20	13.70	31.40	14.10	32.70	14.50
	20	22.20	10.80	24.20	11.20	25.20	11.50	26.20	11.80	27.20	12.10
	22	17.80	8.60	19.40	9.00	20.20	9.20	21.00	9.50	21.80	9.70
	24	13.50	6.50	14.60	6.70	15.30	6.90	15.90	7.10	16.50	7.30
32.5	16	36.80	17.60	40.10	18.50	41.80	18.90	43.50	19.40	45.30	20.00
	18	32.40	15.50	35.20	16.30	36.70	16.70	38.30	17.10	39.80	17.60
	20	27.90	13.40	30.40	14.00	31.70	14.40	33.00	14.80	34.30	15.20
	22	23.50	11.30	25.50	11.90	26.60	12.10	27.70	12.40	28.80	12.80
	24	19.10	9.20	20.80	9.60	21.60	9.80	22.50	10.10	23.40	10.40
35	16	42.60	20.40	46.50	21.20	48.40	21.80	50.50	22.40	52.50	23.10
	18	38.10	18.40	41.50	19.20	43.30	19.60	45.10	20.10	46.90	20.70
	20	33.60	16.20	36.70	16.90	38.20	17.30	39.80	17.80	41.40	18.30
	22	29.20	14.10	31.80	14.70	33.10	15.00	34.50	15.50	35.90	15.90
	24	24.80	11.90	26.90	12.50	28.10	12.80	29.20	13.10	30.40	13.50
37.5	16	48.40	23.10	52.80	24.20	55.10	24.70	57.40	25.40	59.80	26.20
	18	44.00	20.90	47.90	22.00	50.00	22.50	52.10	23.10	54.20	23.90
	20	39.50	18.90	43.00	19.80	44.80	20.30	46.70	20.80	48.60	21.40
	22	35.00	16.80	38.10	17.60	39.70	18.00	41.40	18.50	43.00	19.10
	24	30.50	14.60	33.20	15.40	34.60	15.80	36.10	16.10	37.50	16.60
40	16	54.30	25.80	59.20	27.00	61.80	27.70	64.40	28.50	67.10	29.30
	18	49.80	23.80	54.30	24.90	56.70	25.40	59.00	26.20	61.50	26.90
	20	45.30	21.70	49.40	22.60	51.50	23.20	53.70	23.80	55.90	24.60
	22	40.80	19.60	44.50	20.40	46.40	21.00	48.30	21.50	50.30	22.20
	24	36.30	17.40	39.50	18.20	41.20	18.80	43.00	19.20	44.70	19.80
42.5	16	60.20	28.50	65.70	29.80	68.60	30.70	71.50	31.50	74.40	32.40
	18	55.70	26.40	60.80	27.60	63.40	28.40	66.10	29.20	68.80	30.10
	20	51.20	24.40	55.80	25.50	58.20	26.20	60.70	26.90	63.20	27.70
	22	46.60	22.30	50.90	23.30	53.10	23.90	55.30	24.60	57.60	25.30
	24	42.10	20.10	45.90	21.10	47.90	21.70	49.90	22.30	52.00	22.90
45	16	66.20	31.20	72.20	32.70	75.40	33.60	78.60	34.50	81.80	35.60
	18	61.60	29.20	67.20	30.50	70.20	31.40	73.20	32.30	76.20	33.20
	20	57.10	27.10	62.30	28.40	65.00	29.10	67.70	30.00	70.50	30.90
	22	52.50	25.10	57.30	26.30	59.80	26.90	62.30	27.70	64.90	28.50
	24	48.00	22.90	52.30	24.00	54.60	24.60	56.90	25.30	59.30	26.00

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm, 填充层厚度为 50mm, 聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m·K、厚度 20mm, 供回水温差为 10℃。

B. 1. 3 当采用导热系数为 386W/ (m•K) 的铜管时, 单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按表 B. 1. 3-1~B. 1. 3-4 取值。

表 B. 1. 3-1 铜管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为水泥、石材或陶瓷, 热阻 R=0. 02(m²•K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)							
		500		400		300		200	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	75.4	23.8	84.4	23.4	92.9	27.5	101.6	23.6
	18	67.5	23.0	75.7	20.6	83.6	20.9	89.9	24.5
	20	59.4	19.0	66.5	18.3	73.7	18.5	80.2	15.1
	22	51.9	15.2	57.6	16.9	63.0	19.9	68.7	17.7
	24	44.2	10.3	48.5	14.9	54.3	10.1	58.2	15.7
40	16	97.2	29.1	108.9	27.7	120.9	28.5	130.8	31.7
	18	88.9	27.6	99.7	23.9	110.6	26.4	120.2	24.8
	20	81.1	22.6	90.7	21.3	100.5	20.6	109.5	20.9
	22	72.5	23.7	81.0	24.8	89.7	24.6	98.2	19.7
	24	64.2	24.0	72.2	19.9	80.4	17.8	86.9	18.9
45	16	119.2	35.9	133.6	35.1	148.6	35.2	161.8	33.6
	18	110.8	32.4	124.4	29.5	138.2	31.2	150.8	28.6
	20	102.6	30.0	115.0	28.3	127.6	31.3	139.2	30.0
	22	94.6	25.5	105.9	28.0	117.3	29.7	127.9	25.3
	24	86.6	24.2	96.8	23.3	107.2	24.1	117.1	23.1
50	16	141.4	44.1	158.8	40.4	176.5	44.8	192.6	42.2
	18	133.2	41.0	149.5	35.3	166.5	37.5	181.7	37.6
	20	124.9	38.4	140.0	38.8	155.8	37.7	170.1	33.8
	22	116.4	36.3	130.8	35.2	144.8	35.8	158.8	33.4
	24	108.4	32.2	120.8	35.8	134.9	31.2	146.6	33.7
55	16	164.2	44.5	183.6	50.4	205.6	48.0	224.0	51.9
	18	155.8	41.9	175.1	45.3	194.9	43.7	213.3	44.8
	20	147.3	43.2	165.5	44.3	184.5	40.1	201.4	41.1
	22	139.3	41.5	155.8	46.5	174.0	41.2	190.2	35.7
	24	130.9	35.6	146.4	40.4	163.5	36.2	178.4	37.6

注: 计算条件: 加热管公称外径/内径为 22/19mm, 填充层厚度为 50mm, 聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0. 041W/m•K、厚度 20mm, 供回水温差为 10°C。

表 B.1.3-2 铜管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为塑料, 热阻 R=0.075(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)							
		500		400		300		200	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	64.1	26.3	69.4	24.6	74.0	19.6	76.7	32.0
	18	58.0	18.4	62.2	18.9	65.8	25.6	69.5	20.3
	20	50.8	20.8	54.2	23.5	58.5	18.2	60.9	20.4
	22	44.2	18.3	47.0	19.9	50.6	15.5	0.0	0.0
	24	37.7	12.0	40.5	12.9	42.4	16.8	0.0	0.0
40	16	82.4	33.0	88.9	29.5	94.5	30.4	99.4	29.3
	18	74.9	33.8	81.7	23.5	87.0	24.5	90.6	31.1
	20	69.0	23.3	74.1	22.8	78.9	25.4	82.9	23.9
	22	62.3	20.1	66.7	21.7	70.7	25.3	74.4	25.0
	24	55.4	19.6	59.6	15.4	62.2	27.6	65.7	27.4
45	16	100.9	38.6	108.6	36.2	115.9	34.3	121.3	40.2
	18	94.1	32.7	101.3	33.7	107.6	34.5	112.8	36.6
	20	86.7	33.4	93.8	31.6	99.9	33.3	105.0	28.5
	22	80.2	27.5	86.5	28.5	92.1	25.8	95.6	35.6
	24	73.3	26.0	79.1	24.4	84.4	21.4	88.2	25.6
50	16	119.4	43.6	128.8	44.6	137.2	43.6	144.2	47.9
	18	112.3	42.1	121.3	40.6	129.5	40.1	135.7	45.2
	20	105.9	35.7	113.7	37.4	121.6	36.1	127.7	36.4
	22	98.5	34.7	106.4	31.9	113.1	40.7	118.8	34.8
	24	91.8	31.2	98.6	35.9	105.5	29.4	110.4	33.9
55	16	138.4	46.7	149.1	52.3	159.1	51.2	167.6	49.4
	18	131.5	47.8	141.6	50.4	151.3	45.2	158.0	54.5
	20	124.5	44.8	134.2	40.1	143.2	41.4	150.4	45.2
	22	117.3	41.6	126.6	38.8	135.0	44.7	142.2	36.6
	24	110.5	37.2	118.4	45.4	126.8	42.5	133.5	38.3

注: 计算条件: 加热管公称外径/内径为 22/19mm, 填充层厚度为 50mm, 聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m·K、厚度 20mm, 供回水温差为 10°C。

表 B.1.3-3 铜管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为木地板, 热阻 R=0.1(m²•K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)							
		500		400		300		200	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	60.1	26.4	64.1	23.7	66.7	31.8	69.5	28.7
	18	54.1	20.2	57.0	24.1	60.2	21.2	62.4	23.4
	20	47.8	17.8	50.7	18.3	53.3	18.7	55.3	17.0
	22	41.6	14.7	44.2	14.2	46.4	14.4	48.1	15.3
	24	35.2	13.2	37.2	14.6	39.2	13.1	40.3	16.8
40	16	77.3	29.8	81.5	31.9	86.0	29.8	89.0	33.7
	18	70.9	24.3	75.3	25.2	79.2	26.4	81.9	30.6
	20	64.5	24.2	68.4	24.2	72.1	24.2	74.8	23.3
	22	58.2	20.0	61.1	28.6	64.7	21.1	67.4	22.8
	24	51.5	22.8	54.6	22.0	57.3	23.8	60.0	18.7
45	16	94.2	37.1	100.0	39.9	104.8	45.4	108.9	40.9
	18	87.4	37.9	93.2	32.7	98.3	30.4	102.1	32.0
	20	81.5	29.7	86.2	32.8	90.8	35.2	93.8	35.9
	22	75.1	25.7	79.7	27.8	84.0	27.8	86.9	30.7
	24	68.6	26.5	72.5	26.8	76.0	29.1	78.7	31.2
50	16	111.4	41.4	118.5	43.9	124.8	43.7	129.3	49.8
	18	105.1	37.0	111.7	40.3	117.6	41.5	122.1	40.7
	20	98.5	40.3	104.8	37.2	110.3	39.9	114.6	37.7
	22	91.9	35.4	98.0	32.7	102.1	42.6	107.1	37.6
	24	85.2	38.0	90.9	34.0	95.5	36.7	99.0	36.1
55	16	128.9	48.4	136.8	54.1	144.5	49.5	150.1	51.3
	18	122.3	49.4	130.1	50.1	137.1	48.4	142.2	52.2
	20	115.6	48.7	122.7	52.8	129.4	51.8	134.5	53.5
	22	109.2	44.4	116.3	40.6	122.5	40.0	127.0	47.6
	24	102.7	42.2	109.3	41.7	115.2	40.1	119.6	41.6

注: 计算条件: 加热管公称外径/内径为 22/19mm, 填充层厚度为 50mm, 聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m•K、厚度 20mm, 供回水温差为 10°C。

表 B.1.3-4 铜管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层铺厚地毯, 热阻 R=0.15(m²•K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)							
		500		400		300		200	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	52.8	23.3	55.0	22.2	56.7	28.9	58.5	23.4
	18	47.4	18.8	49.4	20.1	51.0	23.4	52.4	21.9
	20	42.0	16.0	43.5	18.8	45.4	17.1	45.9	25.2
	22	36.3	16.9	37.9	15.8	39.0	19.4	40.2	16.5
	24	31.0	11.7	32.4	11.8	33.4	13.1	34.3	12.6
40	16	67.2	31.2	70.4	31.1	72.6	35.6	74.5	32.9
	18	61.6	28.9	63.9	32.3	66.8	27.1	68.2	29.6
	20	55.8	31.8	58.7	25.8	60.6	25.2	62.3	25.3
	22	0.0	0.0	53.0	23.0	54.0	29.7	56.3	19.8
	24	45.2	21.1	47.2	18.0	48.9	18.7	50.1	20.6
45	16	82.0	36.9	85.7	38.7	88.5	42.6	91.1	35.4
	18	76.6	31.1	80.1	29.9	82.8	33.2	85.2	31.8
	20	70.6	33.7	73.4	38.6	76.2	38.3	78.2	40.1
	22	65.1	32.8	68.2	30.3	70.8	29.1	72.5	30.1
	24	59.8	27.3	62.4	27.0	64.6	26.5	66.2	26.2
50	16	97.0	41.8	100.7	52.6	105.0	44.7	107.2	54.3
	18	91.4	39.0	95.4	44.2	98.9	43.4	101.1	48.0
	20	85.8	36.6	89.4	41.7	92.8	39.6	94.8	44.4
	22	80.0	36.0	83.4	40.4	86.6	35.9	89.0	38.2
	24	74.5	33.3	77.8	33.6	80.6	32.2	82.7	33.9
55	16	111.7	54.8	117.1	52.3	121.3	50.3	124.6	48.4
	18	106.3	47.1	111.1	49.7	115.2	47.1	118.2	50.4
	20	100.7	46.1	105.1	48.7	108.9	48.7	111.8	49.4
	22	95.3	40.6	99.6	41.9	102.0	50.7	105.7	44.4
	24	89.3	40.7	93.3	42.7	96.6	44.6	99.4	39.6

注: 计算条件: 加热管公称外径/内径为 22/19mm, 填充层厚度为 50mm, 聚苯乙烯泡沫塑料绝热层导热系数为 0.041W/m•K、厚度 20mm, 供回水温差为 10°C。

B.2 发泡水泥绝热层的混凝土填充式热水供暖地面单位面积散热量

B.2.1 当采用导热系数为 $0.38\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的 PE-X 管时, 单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按表 B.2.1-1~B.2.1-4 取值。

表 B.2.1-1 PE-X 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m^2)
(面层为水泥、石材或陶瓷, 热阻 $R=0.02(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	42.3	20.0	52.6	19.8	67.4	19.7	88.2	19.5	112.6	19.8
	18	38.0	17.9	47.2	17.7	60.3	17.6	78.8	17.4	100.4	17.8
	20	33.7	15.8	41.7	15.6	53.3	15.4	69.4	15.3	88.3	15.7
	22	29.4	13.6	36.3	13.5	46.2	13.3	60.1	13.3	76.4	13.4
	24	25.1	11.5	30.9	11.3	39.3	11.2	50.9	11.2	64.5	11.4
40	16	54.1	25.3	67.3	25.1	86.3	25.2	113.5	24.9	145.9	25.2
	18	49.7	23.2	61.8	23.0	79.2	22.9	104.0	22.8	133.5	23.0
	20	45.3	21.2	56.3	21.0	72.1	20.8	94.4	20.7	121.1	20.9
	22	41.0	18.9	50.8	18.8	64.9	18.7	84.9	18.6	108.7	18.9
	24	36.5	17.0	45.3	16.7	57.8	16.7	75.5	16.6	96.3	16.8
45	16	66.0	30.8	82.3	30.5	105.8	30.6	139.4	30.3	180.2	30.7
	18	61.6	28.7	76.7	28.5	98.5	28.4	129.8	28.3	167.5	28.6
	20	57.2	26.6	71.1	26.4	91.3	26.2	120.1	26.1	154.8	26.4
	22	52.7	24.5	65.6	24.3	84.0	24.3	110.4	24.1	142.2	24.2
	24	48.3	22.3	60.0	22.1	76.8	22.2	100.8	22.0	129.6	22.2
50	16	78.1	36.2	97.5	35.9	125.5	36.0	166.0	35.6	215.4	36.1
	18	73.6	34.3	91.9	33.9	118.2	33.8	156.2	33.6	202.5	34.1
	20	69.2	32.0	86.2	31.8	110.9	31.6	146.4	31.4	189.6	32.1
	22	64.7	30.1	80.6	29.7	103.6	29.7	136.6	29.5	176.8	29.8
	24	60.3	27.9	75.0	27.6	96.3	27.5	126.9	27.2	163.9	27.7
55	16	90.4	41.7	112.9	41.4	145.6	41.2	192.9	41.3	251.3	41.8
	18	85.9	39.7	107.2	39.3	138.2	39.3	183.0	39.1	238.3	39.5
	20	81.5	37.5	101.6	37.3	130.8	37.2	173.2	36.9	225.3	37.4
	22	77.0	35.4	95.9	35.2	123.5	35.0	163.3	34.8	212.2	35.5
	24	72.5	33.4	90.3	33.1	116.1	33.2	153.4	32.8	199.2	33.1

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm, 填充层厚度为 40mm, 发泡水泥绝热层导热系数为 $0.08\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、厚度 40mm, 供回水温差为 10°C 。

表 B.2.1-2 PE-X 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为塑料, 热阻 R=0.075(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	39.3	20.2	47.1	20.3	57.4	20.4	70.0	20.6	82.6	21.2
	18	35.3	18.2	42.3	18.1	51.4	18.3	62.6	18.5	73.9	18.9
	20	31.3	15.9	37.4	16.0	45.4	16.0	55.3	16.2	65.1	16.7
	22	27.3	13.8	32.6	13.8	39.5	13.9	48.0	14.1	56.5	14.4
	24	23.3	11.7	27.8	11.6	33.6	11.7	40.7	11.8	47.8	12.1
40	16	50.1	25.7	60.2	25.7	73.3	26.0	89.6	26.3	106.2	27.0
	18	46.0	23.7	55.2	23.6	67.3	23.7	82.2	24.0	97.3	24.7
	20	42.0	21.5	50.3	21.5	61.2	21.6	74.7	21.8	88.4	22.5
	22	37.9	19.4	45.4	19.3	55.2	19.4	67.3	19.7	79.5	20.2
	24	33.9	17.1	40.5	17.1	49.2	17.2	59.9	17.4	70.7	17.9
45	16	61.0	31.2	73.4	31.3	89.5	31.5	109.7	31.8	130.2	32.9
	18	56.9	29.1	68.4	29.1	83.4	29.3	102.1	29.8	121.2	30.5
	20	52.8	27.0	63.4	27.0	77.3	27.2	94.6	27.5	112.2	28.3
	22	48.8	24.8	58.5	24.9	71.2	25.1	87.1	25.3	103.2	26.0
	24	44.7	22.7	53.5	22.7	65.1	22.9	79.6	23.1	94.3	23.8
50	16	72.1	36.7	86.7	36.8	106.0	37.2	130.0	37.5	154.7	38.6
	18	68.0	34.7	81.7	34.7	99.8	35.0	122.4	35.4	145.6	36.4
	20	63.9	32.5	76.7	32.6	93.7	32.9	114.8	33.2	136.5	34.1
	22	59.8	30.4	71.8	30.5	87.5	30.7	107.2	31.0	127.4	31.9
	24	55.6	28.2	66.8	28.3	81.4	28.5	99.6	28.9	118.3	29.7
55	16	83.4	42.3	100.3	42.4	122.6	42.7	150.6	43.3	179.6	44.6
	18	79.2	40.2	95.2	40.3	116.4	40.6	142.9	41.2	170.4	42.3
	20	75.1	38.1	90.2	38.2	110.2	38.5	135.3	38.9	161.2	40.1
	22	70.9	36.0	85.2	36.1	104.1	36.3	127.7	36.7	152.0	37.9
	24	66.8	33.9	80.2	33.9	97.9	34.2	120.0	34.6	142.9	35.6

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm, 填充层厚度为 40mm, 发泡水泥绝热层导热系数为 0.08W/m·K、厚度 40mm, 供回水温差为 10℃。

表 B.2.1-3 PE-X 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为木地板, 热阻 R=0.1(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	39.1	20.2	46.0	20.4	54.6	20.5	64.5	21.0	74.0	21.6
	18	35.0	18.2	41.3	18.2	48.9	18.4	57.8	18.8	66.2	19.3
	20	31.1	16.0	36.5	16.0	43.3	16.2	51.0	16.5	58.4	17.0
	22	27.1	13.8	31.8	13.9	37.6	14.1	44.3	14.2	50.7	14.7
	24	23.1	11.7	27.1	11.7	32.0	11.8	37.6	12.0	43.0	12.3
40	16	49.8	25.7	58.7	25.9	69.7	26.2	82.6	26.7	94.8	27.5
	18	45.7	23.6	53.9	23.7	64.0	24.1	75.7	24.4	86.9	25.2
	20	41.7	21.5	49.1	21.6	58.2	21.8	68.9	22.2	79.0	22.9
	22	37.6	19.3	44.3	19.4	52.5	19.7	62.1	20.0	71.2	20.6
	24	33.6	17.2	39.5	17.2	46.8	17.5	55.3	17.7	63.3	18.3
45	16	60.6	31.3	71.5	31.4	85.1	31.8	100.9	32.4	116.1	33.4
	18	56.5	29.2	66.6	29.3	79.3	29.6	94.0	30.2	108.1	31.2
	20	52.5	27.0	61.8	27.2	73.5	27.4	87.1	28.0	100.1	28.9
	22	48.4	24.9	57.0	25.0	67.7	25.3	80.2	25.7	92.1	26.5
	24	44.3	22.7	52.1	22.8	61.9	23.0	73.3	23.5	84.2	24.2
50	16	71.6	36.8	84.5	37.0	100.6	37.5	119.5	38.1	137.7	39.3
	18	67.5	34.7	79.6	34.9	94.8	35.3	112.5	36.0	129.6	37.1
	20	63.4	32.6	74.7	32.7	88.9	33.2	105.6	33.8	121.6	34.8
	22	59.3	30.5	69.9	30.6	83.1	31.0	98.6	31.5	113.5	32.6
	24	55.2	28.3	65.0	28.4	77.3	28.7	91.7	29.3	105.5	30.4
55	16	82.7	42.3	97.6	42.6	116.3	43.1	138.3	44.0	159.6	45.5
	18	78.5	40.2	92.7	40.5	110.5	41.0	131.3	41.8	151.5	43.2
	20	74.4	38.2	87.8	38.4	104.6	38.8	124.3	39.6	143.3	41.0
	22	70.3	36.1	82.9	36.2	98.7	36.8	117.3	37.4	135.2	38.7
	24	66.2	33.8	78.0	34.1	92.9	34.6	110.3	35.2	127.1	36.4

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm, 填充层厚度为 40mm, 发泡水泥绝热层导热系数为 0.08W/m·K、厚度 40mm, 供回水温差为 10°C。

表 B.2.1-4 PE-X 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层铺厚地毯, 热阻 R=0.15(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	36.9	20.5	42.3	20.7	48.6	21.0	55.2	21.5	61.1	22.2
	18	33.2	18.3	38.0	18.5	43.5	18.8	49.4	19.2	54.7	19.9
	20	29.4	16.2	33.6	16.3	38.5	16.6	43.7	17.0	48.3	17.6
	22	25.6	14.0	29.3	14.1	33.5	14.4	38.0	14.7	42.0	15.2
	24	21.9	11.7	24.9	11.9	28.5	12.1	32.3	12.4	35.6	12.8
40	16	47.0	26.0	53.9	26.3	61.9	26.8	70.4	27.4	78.1	28.2
	18	43.2	23.8	49.5	24.1	56.8	24.5	64.6	25.1	71.6	25.9
	20	39.4	21.7	45.1	21.9	51.7	22.3	58.8	22.8	65.1	23.5
	22	35.5	19.5	40.7	19.7	46.6	20.1	53.0	20.5	58.7	21.3
	24	31.7	17.4	36.3	17.5	41.6	17.8	47.2	18.3	52.3	18.9
45	16	57.2	31.6	65.6	31.9	75.4	32.4	85.9	33.2	95.3	34.4
	18	53.3	29.4	61.2	29.8	70.3	30.3	80.0	31.0	88.8	32.0
	20	49.5	27.3	56.7	27.6	65.1	28.1	74.2	28.7	82.2	29.8
	22	45.6	25.1	52.3	25.4	60.0	25.8	68.3	26.4	75.7	27.4
	24	41.8	22.9	47.9	23.2	54.9	23.6	62.5	24.2	69.2	25.0
50	16	67.4	37.2	77.4	37.6	89.0	38.3	101.5	39.2	112.8	40.5
	18	63.6	35.0	73.0	35.4	83.9	36.1	95.6	36.9	106.2	38.3
	20	59.7	33.0	68.5	33.3	78.7	33.9	89.7	34.7	99.6	35.8
	22	55.8	30.8	64.0	31.1	73.6	31.7	83.8	32.4	93.1	33.5
	24	52.0	28.6	59.6	28.9	68.4	29.5	78.0	30.1	86.5	31.2
55	16	77.8	42.7	89.4	43.3	102.8	44.1	117.3	45.2	130.4	46.7
	18	73.9	40.7	84.9	41.2	97.6	41.9	111.4	42.9	123.8	44.3
	20	70.1	38.5	80.4	39.0	92.5	39.7	105.5	40.6	117.2	42.1
	22	66.2	36.5	75.9	36.9	87.3	37.6	99.6	38.4	110.6	39.7
	24	62.3	34.3	71.4	34.7	82.1	35.3	93.6	36.1	104.0	37.4

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm, 填充层厚度为 40mm, 发泡水泥绝热层导热系数为 0.08W/m·K、厚度 40mm, 供回水温差为 10℃。

B.2.2 当采用导热系数为 $0.23\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的 PB 管时, 单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按表 B.2.2-1~B.2.2-4 取值。

表 B.2.2-1 PB 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m^2)
(面层为水泥、石材或陶瓷, 热阻 $R=0.02(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	37.4	22.2	46.9	22.4	60.8	22.4	81.1	22.5	107.5	19.6
	18	33.5	20.1	41.9	20.4	54.4	20.4	72.3	20.7	95.8	17.6
	20	29.6	18.2	37.0	18.4	47.9	18.4	63.6	18.7	84.4	15.2
	22	25.8	15.9	32.1	16.4	41.6	16.2	55.2	16.2	73.0	13.2
	24	21.9	14.1	27.3	14.3	35.2	14.1	46.5	14.4	61.7	10.9
40	16	47.8	27.7	60.0	28.0	78.1	27.8	104.3	28.4	139.1	24.4
	18	43.8	25.8	55.0	26.0	71.5	26.0	95.5	26.0	127.1	23.1
	20	39.9	23.7	50.0	24.0	64.9	24.1	86.7	24.1	115.4	20.5
	22	35.9	21.7	45.0	22.0	58.5	21.9	77.8	22.3	103.7	18.4
	24	32.0	19.7	40.1	20.0	51.9	19.9	69.1	20.0	92.0	16.2
45	16	58.3	33.3	73.3	33.6	95.5	33.5	128.1	33.9	171.4	30.6
	18	54.3	31.5	68.3	31.7	88.9	31.6	119.1	32.0	159.3	28.5
	20	50.3	29.4	63.3	29.7	82.3	29.5	110.2	30.1	147.4	26.0
	22	46.4	27.3	58.2	27.7	75.7	27.5	101.3	27.9	135.5	23.5
	24	42.4	25.4	53.2	25.7	69.1	25.6	92.4	25.8	123.6	21.6
50	16	69.0	38.9	86.9	39.3	113.2	39.5	152.3	39.6	204.6	36.2
	18	65.0	37.0	81.8	37.3	106.6	37.4	143.2	37.9	192.6	33.2
	20	61.0	35.0	76.7	35.3	99.9	35.4	134.2	35.9	180.2	32.0
	22	56.9	33.2	71.6	33.4	93.3	33.4	125.2	33.8	168.2	29.3
	24	53.0	31.1	66.6	31.4	86.6	31.5	116.2	31.8	156.0	27.2
55	16	79.8	44.5	100.6	44.9	131.2	45.2	176.9	45.5	238.1	45.1
	18	75.8	42.7	95.5	43.0	124.5	43.2	167.8	43.6	226.6	38.1
	20	71.7	40.7	90.3	41.0	117.9	41.0	158.6	41.8	214.0	36.8
	22	67.7	38.7	85.2	39.1	111.2	39.2	149.6	39.7	201.7	34.5
	24	63.7	36.9	80.1	37.1	104.5	37.1	140.5	37.5	189.6	31.7

注: 计算条件: 加热管公称外径为 20mm, 填充层厚度为 40mm, 发泡水泥绝热层导热系数为 $0.08\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ 、厚度 40mm, 供回水温差为 10°C 。

表 B.2.2-2 PB 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为塑料类材料热阻 R=0.075 (m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	35.6	19.0	43.3	18.6	53.1	19.2	65.9	19.5	79.8	20.5
	18	32.0	17.0	38.8	16.7	47.7	17.0	59.0	17.5	71.4	18.2
	20	28.5	14.6	34.4	14.7	42.1	15.0	52.1	15.4	62.9	16.2
	22	24.8	13.0	29.9	12.7	36.7	12.8	45.2	13.3	54.6	13.9
	24	21.2	10.7	25.5	10.7	31.2	10.8	38.4	11.2	46.2	11.8
40	16	45.0	26.3	55.1	23.6	67.9	24.3	84.4	24.7	102.5	26.0
	18	41.7	22.2	50.6	21.7	62.3	22.0	77.3	22.7	93.9	23.9
	20	38.0	20.0	46.1	19.7	56.7	20.3	70.4	20.6	85.3	21.7
	22	34.4	17.8	41.7	17.7	51.2	18.0	63.4	18.5	76.8	19.6
	24	30.8	15.6	37.2	15.7	45.6	16.0	56.4	16.6	68.3	17.3
45	16	54.6	32.4	67.2	28.7	82.8	29.4	103.1	30.1	125.6	31.7
	18	50.5	31.8	62.6	26.7	77.2	27.2	96.0	28.1	116.9	29.5
	20	47.1	28.7	58.1	24.8	71.5	25.4	89.0	26.0	108.2	27.3
	22	44.0	24.4	53.6	22.8	65.9	23.5	81.9	23.9	99.6	25.2
	24	39.6	25.2	49.1	20.8	60.4	21.1	74.9	21.9	90.9	23.0
50	16	64.2	39.2	79.3	33.7	98.0	34.4	122.1	35.5	149.1	37.3
	18	60.7	36.2	74.8	31.8	92.3	32.6	115.0	33.3	140.4	35.1
	20	57.0	34.0	70.2	29.9	86.6	30.6	107.9	31.5	131.6	33.0
	22	53.1	32.7	65.7	27.9	80.9	28.6	100.8	29.2	122.9	30.8
	24	49.6	29.8	61.1	25.9	75.3	26.6	93.7	27.3	114.1	28.6
55	16	74.2	44.5	91.6	38.9	113.2	39.9	141.4	40.8	173.0	43.0
	18	70.4	42.8	87.1	36.9	107.5	37.7	134.3	38.7	164.1	40.9
	20	66.6	40.9	82.5	35.0	101.9	35.7	127.1	36.8	155.3	38.7
	22	63.0	38.6	77.9	33.0	96.1	34.0	119.9	34.6	146.5	36.7
	24	59.0	37.4	73.3	31.1	90.4	31.8	112.8	32.6	137.7	34.4

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm，填充层厚度为 40mm，发泡水泥绝热层导热系数为 0.08W/m·K、厚度 40mm，供回水温差为 10℃。

表 B.2.2-3 PB 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层为木地板热阻 R=0.1(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	35.5	18.8	42.3	18.7	50.8	19.2	61.0	19.9	71.7	20.9
	18	31.9	16.6	37.9	16.7	45.5	17.2	54.6	17.8	64.1	18.7
	20	28.3	14.8	33.6	14.7	40.2	15.2	48.3	15.6	56.6	16.5
	22	24.7	12.6	29.3	12.7	35.0	13.2	41.9	13.5	49.1	14.2
	24	21.1	10.9	25.0	10.7	29.8	11.0	35.6	11.4	41.7	12.0
40	16	45.2	23.7	53.8	23.8	64.8	24.4	78.0	25.2	91.8	26.6
	18	41.5	21.7	49.5	21.8	59.5	22.3	71.6	23.0	84.2	24.4
	20	37.8	20.0	45.1	19.8	54.1	20.4	65.1	21.1	76.5	22.1
	22	34.3	17.6	40.7	17.8	48.8	18.4	58.7	19.0	68.9	19.9
	24	30.6	15.9	36.3	15.8	43.5	16.3	52.3	16.8	61.3	17.8
45	16	55.0	28.5	65.6	28.9	78.9	29.6	95.2	30.7	112.3	32.3
	18	51.3	26.9	61.1	26.9	73.5	27.8	88.7	28.6	104.6	30.1
	20	47.7	24.5	56.7	24.9	68.2	25.7	82.2	26.4	96.9	27.9
	22	43.9	22.8	52.3	23.0	62.9	23.4	75.7	24.4	89.2	25.7
	24	40.3	20.6	47.9	20.9	57.5	21.4	69.2	22.2	81.5	23.4
50	16	64.8	34.0	77.4	34.0	93.3	34.8	112.7	36.1	133.2	38.2
	18	61.2	31.7	73.0	32.0	87.9	33.0	106.2	34.0	125.4	36.0
	20	57.5	29.7	68.5	30.0	82.5	30.8	99.6	32.0	117.6	33.8
	22	53.7	28.1	64.1	28.1	77.1	28.8	93.0	29.9	109.8	31.5
	24	50.1	25.6	59.6	26.1	71.7	26.8	86.5	27.7	102.0	29.3
55	16	74.8	39.1	89.4	39.1	107.8	40.2	130.4	41.5	154.3	43.9
	18	71.2	36.8	84.9	37.2	102.3	38.2	123.8	39.5	146.4	41.8
	20	67.5	34.7	80.4	35.2	97.0	36.1	117.2	37.4	138.6	39.6
	22	63.8	32.7	75.9	33.2	91.5	34.3	110.6	35.2	130.8	37.3
	24	60.0	31.0	71.5	31.2	86.1	32.2	104.0	33.2	122.9	35.1

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm，填充层厚度为 40mm，发泡水泥绝热层导热系数为 0.08W/m·K、厚度 40mm，供回水温差为 10℃。

表 B.2.2-4 PB 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(面层铺厚地毯热阻 R=0.15(m²·K/W))

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)									
		500		400		300		200		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	33.8	18.7	39.1	19.1	45.4	19.6	52.5	20.5	59.4	21.6
	18	30.3	16.8	35.1	17.1	40.7	17.6	47.0	18.3	53.2	19.3
	20	26.9	14.8	31.1	15.0	36.0	15.5	41.6	16.2	47.0	17.0
	22	23.4	12.9	27.1	13.0	31.3	13.4	36.2	14.0	40.8	14.7
	24	20.0	10.7	23.1	10.9	26.7	11.3	30.7	11.7	34.7	12.4
40	16	42.9	23.7	49.7	24.2	57.8	25.0	67.0	26.0	75.9	27.5
	18	39.4	21.9	45.7	22.2	53.1	22.9	61.4	23.9	69.6	25.3
	20	35.9	19.9	41.6	20.2	48.3	20.9	55.9	21.7	63.3	22.9
	22	32.4	17.9	37.6	18.2	43.6	18.8	50.4	19.5	57.1	20.7
	24	29.0	16.0	33.5	16.1	38.9	16.7	44.9	17.3	50.8	18.3
45	16	52.1	29.0	60.5	29.4	70.4	30.4	81.6	31.7	92.6	33.4
	18	48.6	27.1	56.4	27.4	65.6	28.3	76.0	29.5	86.3	31.2
	20	45.1	25.1	52.3	25.4	60.8	26.3	70.5	27.3	80.0	28.9
	22	41.6	23.1	48.2	23.4	56.1	24.2	64.9	25.1	73.6	26.6
	24	38.2	20.9	44.2	21.4	51.3	22.1	59.4	22.9	67.3	24.3
50	16	61.4	34.0	71.3	34.6	83.1	35.8	96.4	37.2	109.6	39.3
	18	57.9	32.0	67.2	32.6	78.3	33.7	90.8	35.2	103.2	37.1
	20	54.4	30.0	63.1	30.7	73.5	31.6	85.2	32.9	96.8	34.9
	22	50.9	28.1	59.0	28.6	68.7	29.6	79.6	30.8	90.4	32.6
	24	47.4	26.1	54.9	26.6	63.9	27.6	74.1	28.6	84.1	30.3
55	16	70.9	39.0	82.2	39.9	95.9	41.1	111.4	42.9	126.7	45.4
	18	67.3	37.1	78.1	37.9	91.1	39.1	105.7	40.8	120.3	43.1
	20	63.8	35.3	74.0	35.9	86.2	37.2	100.1	38.7	113.9	40.8
	22	60.3	33.3	69.9	33.9	81.4	35.0	94.5	36.5	107.5	38.6
	24	56.7	31.3	65.8	31.9	76.6	33.0	88.9	34.3	101.1	36.3

注：计算条件：加热管公称外径为 20mm，填充层厚度为 40mm，发泡水泥绝热层导热系数为 0.08W/m·K、厚度 40mm，供回水温差为 10℃。

附录 C 预制沟槽保温板热水供暖地面单位面积散热量

C.1 PE-X 管供暖地面单位地面面积散热量

C.1.1 当采用导热系数为 $0.38\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的 PE-X 管, 面层为地砖或石材 (热阻 $R=0.02(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$) 和 30mm 厚水泥砂浆找平层 (导热系数为 $0.93\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) 时, 单位地面面积的有效散热量和向下传热损失可按表 C.1.1-1~C.1.1-3 取值。

表 C.1.1-1 PE-X 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m^2)
(地砖石材类面层、加热管公称外径 12mm)

平均水温	室内空气温度	加热管间距(mm)									
		300		250		200		150		100	
($^{\circ}\text{C}$)	($^{\circ}\text{C}$)	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	34.8	9.7	40.3	11.1	46.7	13.2	56.4	16.2	71.4	20.8
	18	31.2	8.7	36.1	10.0	41.9	12.0	50.4	14.6	63.8	18.8
	20	27.6	7.8	31.9	8.9	37.0	10.7	44.6	13.1	56.3	16.7
	22	23.9	6.9	27.7	7.9	32.1	9.4	38.7	11.5	48.8	14.7
	24	20.3	5.9	23.5	6.8	27.2	8.1	32.8	9.9	41.3	12.7
40	16	44.2	12.0	51.3	13.8	59.6	16.5	72.3	20.3	91.5	26.2
	18	40.6	11.1	47.1	12.7	54.7	15.3	66.4	18.7	84.0	24.2
	20	36.9	10.2	42.9	11.7	49.8	14.0	60.5	17.1	76.5	22.1
	22	33.3	9.3	38.6	10.6	44.9	12.7	54.7	15.5	69.1	20.1
	24	29.6	8.3	34.4	9.6	40.0	11.5	48.9	13.9	61.7	18.1
45	16	53.7	14.4	62.3	16.6	72.5	19.8	88.1	24.4	112.2	31.4
	18	50.0	13.5	58.0	15.5	67.6	18.6	82.3	22.8	104.6	29.4
	20	46.3	12.6	53.8	14.5	62.6	17.3	76.4	21.2	97.0	27.5
	22	42.7	11.7	49.6	13.4	57.7	16.1	70.6	19.5	89.5	25.5
	24	39.0	10.7	45.3	12.4	52.8	14.8	64.9	17.9	82.0	23.5
50	16	63.1	16.8	73.2	19.3	85.4	23.1	104.0	28.5	132.8	36.9
	18	59.4	15.9	68.9	18.3	80.5	21.9	98.2	26.9	125.1	34.9
	20	55.7	15.0	64.7	17.3	75.5	20.7	92.4	25.2	117.4	32.9
	22	52.1	14.1	60.4	16.2	70.6	19.4	86.6	23.6	109.8	30.9
	24	48.4	13.2	56.2	15.2	65.6	18.2	80.9	21.9	102.3	28.9
55	16	72.5	19.2	84.2	22.1	98.3	26.5	119.9	32.6	153.8	42.3
	18	68.7	18.3	79.9	21.1	93.3	25.3	114.2	31.0	146.0	40.3
	20	65.0	17.4	75.6	20.1	88.4	24.0	108.4	29.3	138.1	38.3
	22	61.4	16.5	71.4	19.0	83.4	22.8	102.7	27.6	130.3	36.3
	24	57.7	15.6	67.1	18.0	78.4	21.5	96.9	25.9	122.5	34.4

注: 计算条件: 聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 $0.039\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$, 厚度 20mm 。

表 C.1.1-2 PE-X 管单位地面面积的向上有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(地砖石材类面层、加热管公称外径 16mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	37.3	9.3	42.5	10.6	50.1	12.6	59.6	15.5	74.9	19.8
	18	33.4	8.4	38.1	9.6	44.9	11.4	53.3	14.0	67.0	17.9
	20	29.5	7.5	33.7	8.5	39.7	10.2	47.0	12.5	59.1	15.9
	22	25.6	6.6	29.2	7.5	34.5	8.9	40.8	11.0	51.2	14.0
	24	21.7	5.7	24.8	6.5	29.2	7.7	34.7	9.4	43.4	12.0
40	16	47.3	11.5	54.1	13.2	63.9	15.8	76.4	19.4	96.5	25.0
	18	43.4	10.6	49.6	12.2	58.6	14.5	70.0	17.9	88.6	23.0
	20	39.5	9.8	45.2	11.2	53.4	13.3	63.7	16.4	80.6	21.1
	22	35.6	8.9	40.8	10.2	48.2	12.1	57.5	14.9	72.7	19.1
	24	31.7	8.0	36.3	9.2	43.0	10.9	51.3	13.4	64.7	17.2
45	16	57.4	13.8	65.7	15.9	77.8	18.9	93.2	23.4	118.2	30.1
	18	53.5	12.9	61.2	14.9	72.5	17.7	86.8	21.9	110.1	28.2
	20	49.6	12.1	56.7	13.9	67.3	16.5	80.5	20.4	102.1	26.2
	22	45.7	11.2	52.3	12.8	62.0	15.3	74.2	18.9	94.0	24.3
	24	41.7	10.3	47.9	11.8	56.7	14.1	67.9	17.4	86.0	22.4
50	16	67.5	16.1	77.3	18.5	91.7	22.1	110.0	27.3	139.8	35.3
	18	63.6	15.2	72.8	17.5	86.3	20.9	103.6	25.8	131.6	33.3
	20	59.6	14.4	68.3	16.5	81.0	19.7	97.2	24.4	123.5	31.4
	22	55.7	13.5	63.8	15.5	75.7	18.5	90.8	22.9	115.4	29.5
	24	51.8	12.6	59.4	14.5	70.5	17.3	84.5	21.4	107.4	27.6
55	16	77.6	18.4	88.9	21.2	105.6	25.3	126.8	31.3	161.5	40.4
	18	73.6	17.6	84.3	20.2	100.2	24.1	120.3	29.8	153.2	38.5
	20	69.7	16.7	79.8	19.2	94.8	22.9	113.9	28.3	145.0	36.6
	22	65.7	15.8	75.3	18.2	89.5	21.7	107.5	26.8	136.8	34.7
	24	61.8	15.0	70.9	17.2	84.2	20.6	101.1	25.4	128.6	32.8

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K，厚度 25mm。

表 C.1.1-3 PE-X 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)
(地砖石材类面层、加热管公称外径 20mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距(mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	40.6	9.4	45.6	11.2	54.3	13.2	64.9	15.6	79.1	20.1
	18	36.4	8.5	40.9	10.1	48.7	11.9	58.1	14.1	70.9	18.1
	20	32.2	7.6	36.1	9.0	43.1	10.6	51.3	12.5	62.7	16.0
	22	28.0	6.7	31.4	7.9	37.4	9.3	44.5	11.0	54.5	14.0
	24	23.8	5.7	26.7	6.8	31.7	8.0	37.8	9.5	46.4	12.0
40	16	51.7	11.7	58.1	14.0	69.5	16.5	83.4	19.6	102.7	25.2
	18	47.4	10.8	53.3	12.9	63.8	15.2	76.5	18.0	94.3	23.2
	20	43.2	9.9	48.6	11.8	58.1	14.0	69.6	16.5	86.0	21.2
	22	38.9	9.0	43.8	10.7	52.4	12.7	62.8	15.0	77.6	19.2
	24	34.7	8.1	39.0	9.6	46.7	11.4	56.0	13.5	69.3	17.2
45	16	62.7	14.0	70.5	16.8	84.6	19.8	101.8	23.5	126.2	30.3
	18	58.4	13.1	65.7	15.7	78.8	18.6	94.8	22.0	117.7	28.3
	20	54.2	12.2	60.9	14.6	73.1	17.3	87.9	20.5	109.2	26.3
	22	49.9	11.3	56.2	13.6	67.4	16.0	81.0	19.0	100.7	24.3
	24	45.7	10.5	51.4	12.5	61.7	14.7	74.1	17.5	92.2	22.4
50	16	73.7	16.3	83.0	19.6	99.7	23.2	120.2	27.5	149.8	35.4
	18	69.4	15.5	78.2	18.5	93.9	21.9	113.2	26.0	141.1	33.4
	20	65.1	14.6	73.4	17.5	88.1	20.6	106.2	24.5	132.4	31.5
	22	60.8	13.7	68.6	16.4	82.3	19.4	99.2	23.0	123.7	29.5
	24	56.6	12.8	63.8	15.3	76.6	18.1	92.3	21.5	115.1	27.6
55	16	84.8	18.7	95.5	22.4	114.9	26.5	138.6	31.5	173.4	40.5
	18	80.4	17.8	90.6	21.4	109.0	25.3	131.5	30.0	164.5	38.6
	20	76.1	16.9	85.8	20.3	103.2	24.0	124.5	28.5	155.7	36.7
	22	71.8	16.1	80.9	19.2	97.4	22.8	117.5	27.0	146.8	34.7
	24	67.6	15.2	76.2	18.2	91.6	21.5	110.5	25.6	138.0	32.8

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K，厚度 30mm。

C. 1.2 当采用导热系数为 $0.38\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的 PE-X 管, 面层为塑料类材料 (热阻 $R=0.075(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$) 和 30mm 厚水泥砂浆找平层 (导热系数为 $0.93\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$) 时, 单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按表 C. 1. 2-1~C. 1. 2-3 取值。

表 C. 1. 2-1 PE-X 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m^2)
(塑料类面层、加热管公称外径 12mm)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	26.4	10.7	31.0	12.4	37.0	14.6	50.1	18.8	57.1	22.2
	18	23.7	9.6	27.8	11.2	33.2	13.2	45.0	16.8	51.1	20.1
	20	20.9	8.6	24.6	10.0	29.3	11.7	40.0	14.8	45.1	17.9
	22	18.2	7.6	21.4	8.8	25.5	10.3	34.9	12.9	39.1	15.7
	24	15.4	6.6	18.1	7.6	21.6	8.9	29.8	10.9	33.2	13.5
40	16	33.6	13.2	39.5	15.4	47.2	18.3	70.6	23.0	76.2	28.5
	18	30.9	12.2	36.2	14.3	43.3	16.9	63.3	21.1	70.0	26.3
	20	28.1	11.2	33.0	13.1	39.5	15.5	56.0	19.2	63.9	24.1
	22	25.4	10.2	29.8	11.9	35.6	14.1	48.7	17.2	57.8	21.9
	24	22.6	9.2	26.6	10.7	31.7	12.7	41.5	15.3	51.7	19.7
45	16	40.9	15.8	48.0	18.5	57.4	22.0	82.1	27.3	95.2	34.7
	18	38.1	14.8	44.7	17.4	53.5	20.6	74.8	25.4	89.0	32.5
	20	35.3	13.9	41.5	16.2	49.6	19.2	67.6	23.5	82.8	30.3
	22	32.5	12.9	38.2	15.0	45.7	17.8	60.4	21.5	76.6	28.0
	24	29.7	11.9	35.0	13.9	41.8	16.4	53.2	19.6	70.3	25.8
50	16	48.2	18.4	56.5	21.6	67.6	25.7	93.6	31.6	114.3	41.0
	18	45.4	17.5	53.2	20.5	63.6	24.3	86.4	29.7	107.9	38.7
	20	42.5	16.5	49.9	19.3	59.7	22.9	79.2	27.8	101.6	36.5
	22	39.7	15.6	46.7	18.2	55.8	21.5	72.0	25.9	95.2	34.2
	24	36.9	14.6	43.4	17.0	51.9	20.2	64.9	24.0	88.9	31.9
55	16	55.4	21.1	65.0	24.7	77.7	29.4	96.1	35.9	133.3	47.2
	18	52.6	20.1	61.7	23.6	73.8	28.0	91.2	34.0	126.8	44.9
	20	49.8	19.2	58.5	22.4	69.8	26.7	86.3	32.1	120.4	42.7
	22	46.9	18.3	55.2	21.3	65.9	25.3	81.4	30.2	114.0	40.4
	24	44.1	17.3	51.9	20.2	62.0	23.9	76.7	28.4	107.6	38.1

注: 计算条件: 聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 $0.039\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$, 厚度 20mm。

表 C.1.2-2 PE-X 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(塑料类面层、加热管公称外径 16mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	28.1	10.1	33.0	11.8	39.3	13.9	48.1	16.8	59.5	21.0
	18	25.2	9.1	29.6	10.6	35.2	12.5	43.1	15.1	53.3	18.9
	20	22.3	8.2	26.2	9.5	31.1	11.2	38.1	13.5	47.1	16.9
	22	19.4	7.2	22.8	8.3	27.1	9.8	33.1	11.8	40.9	14.8
	24	16.5	6.2	19.4	7.2	23.0	8.5	28.1	10.2	34.6	12.7
40	16	35.8	12.6	42.0	14.7	50.1	17.4	61.6	21.1	76.4	26.5
	18	32.8	11.7	38.6	13.6	46.0	16.1	56.5	19.4	70.1	24.4
	20	29.9	10.7	35.2	12.5	41.9	14.7	51.4	17.8	63.8	22.4
	22	27.0	9.7	31.8	11.3	37.8	13.4	46.4	16.2	57.5	20.3
	24	24.0	8.8	28.3	10.2	33.7	12.0	41.3	14.6	51.3	18.2
45	16	43.4	15.1	51.1	17.7	61.0	21.0	75.0	25.4	93.2	32.0
	18	40.5	14.2	47.6	16.6	56.9	19.6	69.9	23.8	86.9	29.9
	20	37.5	13.3	44.2	15.4	52.7	18.3	64.8	22.2	80.6	27.9
	22	34.6	12.3	40.7	14.3	48.6	17.0	59.7	20.5	74.2	25.8
	24	31.6	11.4	37.3	13.2	44.5	15.6	54.6	18.9	67.9	23.8
50	16	51.1	17.7	60.1	20.7	71.8	24.5	88.4	29.7	110.1	37.4
	18	48.1	16.7	56.7	19.5	67.7	23.2	83.3	28.1	103.7	35.4
	20	45.2	15.8	53.2	18.4	63.6	21.9	78.1	26.5	97.3	33.4
	22	42.2	14.9	49.7	17.3	59.4	20.5	73.0	24.9	90.9	31.3
	24	39.2	13.9	46.3	16.2	55.3	19.2	67.8	23.3	84.5	29.3
55	16	58.8	20.2	69.2	23.6	82.7	28.1	101.9	34.0	126.9	42.9
	18	55.8	19.3	65.7	22.5	78.5	26.7	96.7	32.4	120.5	40.9
	20	52.8	18.3	62.2	21.4	74.4	25.4	91.5	30.8	114.1	38.9
	22	49.8	17.4	58.7	20.3	70.2	24.1	86.3	29.3	107.6	36.8
	24	46.8	16.5	55.2	19.2	66.1	22.8	81.1	27.7	101.2	34.8

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K，厚度 25mm。

表 C.1.2-3 PE-X 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(塑料类面层、加热管公称外径 20mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	30.3	10.2	35.6	12.2	42.5	14.4	51.4	16.6	62.8	20.8
	18	27.2	9.2	31.9	11.0	38.1	13.0	46.1	15.0	56.2	18.7
	20	24.1	8.2	28.2	9.8	33.7	11.6	40.7	13.3	49.6	16.7
	22	21.0	7.2	24.6	8.6	29.3	10.1	35.4	11.7	43.1	14.6
	24	17.9	6.3	20.9	7.4	24.9	8.7	30.0	10.1	36.5	12.6
40	16	38.6	12.8	45.3	15.2	54.3	18.0	65.8	20.9	80.7	26.2
	18	35.5	11.8	41.6	14.1	49.8	16.6	60.3	19.3	74.0	24.2
	20	32.3	10.8	37.9	12.9	45.4	15.2	54.9	17.6	67.4	22.1
	22	29.2	9.8	34.3	11.7	41.0	13.8	49.6	16.0	60.8	20.1
	24	26.1	8.8	30.6	10.5	36.5	12.4	44.3	14.4	54.2	18.0
45	16	46.9	15.3	55.1	18.3	66.0	21.7	80.2	25.2	98.5	31.7
	18	43.7	14.4	51.4	17.2	61.6	20.3	74.7	23.6	91.8	29.6
	20	40.6	13.4	47.7	16.0	57.1	18.9	69.2	22.0	85.1	27.6
	22	37.4	12.4	44.0	14.8	52.6	17.5	63.8	20.3	78.4	25.5
	24	34.3	11.4	40.3	13.6	48.2	16.1	58.5	18.7	71.8	23.5
50	16	55.2	17.9	64.9	21.4	77.8	25.4	94.5	29.5	116.4	37.1
	18	52.0	17.0	61.1	20.3	73.3	24.0	89.0	27.9	109.6	35.1
	20	48.8	16.0	57.4	19.1	68.8	22.6	83.6	26.3	102.9	33.0
	22	45.7	15.0	53.7	17.9	64.3	21.2	78.1	24.6	96.1	31.0
	24	42.5	14.0	50.0	16.7	59.8	19.8	72.7	23.0	89.5	29.0
55	16	63.4	20.5	74.7	24.5	89.6	29.0	108.9	33.8	134.3	42.5
	18	60.3	19.6	70.9	23.4	85.0	27.7	103.3	32.2	127.5	40.5
	20	57.1	18.6	67.1	22.2	80.5	26.3	97.8	30.6	120.7	38.5
	22	53.9	17.6	63.4	21.0	75.9	24.9	92.3	29.0	113.9	36.5
	24	50.7	16.7	59.7	19.8	71.5	23.6	86.9	27.4	107.1	34.5

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K，厚度 30mm。

C.1.3 当采用导热系数为 $0.38\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的 PE-X 管, 面层为木地板 (热阻 $R=0.1(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$) 时, 单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按表 C.1.3-1~C.1.3-3 取值。

表 C.1.3-1 PE-X 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m^2)
(木地板面层、加热管公称外径 12mm)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	34.6	11.4	39.8	13.0	45.7	14.9	52.9	17.4	61.5	20.6
	18	31.0	10.3	35.6	11.7	40.9	13.5	47.3	15.7	55.1	18.6
	20	27.4	9.2	31.4	10.4	36.1	12.0	41.8	14.0	48.5	16.5
	22	23.8	8.1	27.3	9.1	31.3	10.5	36.3	12.3	42.1	14.5
	24	20.3	7.0	23.2	7.9	26.6	9.0	30.7	10.5	35.7	12.4
40	16	44.2	14.3	50.8	16.3	58.6	18.7	67.6	21.8	78.8	26.0
	18	40.5	13.1	46.6	15.0	53.7	17.3	61.9	20.2	72.3	23.9
	20	37.0	12.1	42.5	13.7	48.9	15.8	56.4	18.4	65.7	21.9
	22	33.4	11.0	37.5	12.4	44.1	14.4	50.7	16.8	59.2	19.9
	24	29.8	9.8	32.9	11.2	39.3	12.9	45.2	15.1	52.6	17.8
45	16	53.9	17.1	61.9	19.6	71.4	22.5	82.8	26.4	96.5	31.3
	18	50.2	16.0	57.7	18.3	66.6	21.1	77.2	24.7	89.8	29.4
	20	46.5	15.0	53.5	17.1	61.7	19.7	71.2	23.0	83.2	27.4
	22	42.9	13.9	49.3	15.8	56.8	18.3	65.5	21.3	76.6	25.4
	24	39.2	12.8	42.5	14.5	52.2	16.8	59.9	19.6	69.9	23.3
50	16	63.4	19.9	73.0	22.8	84.2	26.3	97.9	30.8	114.4	36.8
	18	59.8	18.9	68.7	21.3	79.3	24.9	92.2	29.2	107.7	34.8
	20	56.0	17.8	64.6	19.7	74.4	23.5	86.3	27.5	101.0	32.8
	22	52.5	16.8	60.4	18.0	69.6	22.1	80.6	25.8	94.3	30.8
	24	48.7	15.7	52.2	16.4	64.6	20.6	74.9	24.2	87.6	28.8
55	16	73.0	22.8	84.0	26.1	97.1	30.1	113.0	35.3	132.5	42.2
	18	69.3	21.8	79.8	24.9	92.1	28.7	107.3	33.8	125.8	40.3
	20	65.6	20.7	75.6	23.7	87.2	27.3	101.5	32.0	119.1	38.3
	22	61.9	19.7	71.3	22.4	82.3	25.9	96.0	30.4	112.3	36.3
	24	58.2	18.1	67.1	21.1	77.3	24.4	90.0	28.7	105.5	34.3

注: 计算条件: 聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 $0.039\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$, 厚度 20mm; 加热管上下铝箔导热系数为 $273\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$, 厚度均为 0.1mm。

表 C.1.3-2 PE-X 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(木地板面层、加热管公称外径 16mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	35.0	10.4	40.2	11.7	46.5	13.6	56.1	15.9	62.1	19.0
	18	31.3	9.4	36.0	10.6	41.7	12.3	47.9	14.4	55.5	17.1
	20	27.8	8.4	31.8	9.5	36.8	11.0	42.3	12.8	49.0	15.2
	22	24.1	7.3	27.7	8.4	31.9	9.6	36.7	11.2	42.5	13.3
	24	20.5	6.4	23.5	7.1	27.1	8.3	31.1	9.7	36.0	11.4
40	16	44.6	13.0	51.4	14.8	59.3	17.1	68.5	20.0	80.0	23.9
	18	41.0	12.0	47.2	13.7	54.5	15.7	62.7	18.4	73.3	22.0
	20	37.4	11.0	43.0	12.5	49.5	14.4	57.1	16.9	66.7	20.2
	22	33.8	10.0	38.8	11.4	44.6	13.1	51.4	15.3	60.2	18.4
	24	30.1	9.0	34.6	10.2	39.8	11.7	45.8	13.7	53.6	16.4
45	16	54.4	15.6	62.6	17.7	72.6	20.5	83.6	24.1	97.9	28.9
	18	50.6	14.6	58.4	16.6	67.7	19.2	77.9	22.5	91.2	27.1
	20	47.1	13.7	54.1	15.5	62.7	17.9	72.1	21.1	84.6	25.2
	22	43.3	12.6	49.9	14.4	57.9	16.6	66.4	19.5	77.9	23.3
	24	39.7	11.7	45.7	13.2	52.9	15.2	60.6	17.9	71.2	21.4
50	16	64.0	18.2	73.8	20.8	85.7	24.0	98.9	28.2	115.8	33.8
	18	60.3	17.2	69.6	19.7	80.7	22.7	93.1	26.7	109.0	32.0
	20	56.6	16.3	65.3	18.5	75.8	21.4	87.3	25.1	102.3	30.2
	22	53.0	15.3	61.0	17.4	70.8	20.1	81.6	23.6	95.6	28.4
	24	49.2	14.3	56.8	16.2	65.9	18.8	75.9	22.1	88.8	26.4
55	16	73.7	20.8	85.0	23.8	98.8	27.5	114.4	32.4	133.6	38.8
	18	69.9	19.8	80.7	22.6	93.9	26.2	108.6	30.8	126.8	37.0
	20	66.3	18.9	76.4	21.5	88.8	24.9	102.7	29.3	120.1	35.1
	22	62.6	17.9	72.1	20.4	83.9	23.6	97.0	27.8	113.3	33.3
	24	58.8	16.5	67.9	19.2	78.8	22.3	91.2	26.2	106.4	31.4

注: 计算条件: 聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K, 厚度 25mm; 加热管上下铝箔导热系数为 273w/(m·K), 厚度均为 0.1mm。

表 C.1.3-3 PE-X 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(木地板面层、加热管公称外径 20mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	36.2	10.0	41.5	11.4	47.8	13.1	54.7	15.4	63.3	18.4
	18	32.5	9.0	37.2	10.3	42.8	11.8	49.0	13.8	56.6	16.6
	20	28.7	8.1	32.9	9.1	37.8	10.5	43.2	12.4	49.9	14.8
	22	25.0	7.0	28.6	8.0	32.9	9.2	37.6	10.8	43.3	13.0
	24	21.2	6.1	24.3	6.9	27.9	7.9	31.8	9.3	36.7	11.1
40	16	46.0	12.5	53.1	14.3	61.2	16.5	69.9	19.3	81.6	23.3
	18	42.3	11.6	48.8	13.2	56.2	15.2	64.1	17.8	74.8	21.5
	20	38.5	10.6	44.5	12.1	51.2	13.9	58.4	16.4	68.1	19.7
	22	34.7	9.7	40.1	11.0	46.2	12.6	52.5	14.8	61.4	17.8
	24	31.0	8.7	35.8	9.8	41.2	11.3	46.8	13.3	54.7	16.0
45	16	56.0	15.1	64.7	17.2	74.7	19.8	85.4	23.3	99.9	28.1
	18	52.3	14.2	60.4	16.1	69.7	18.6	79.5	21.8	93.1	26.4
	20	48.5	13.1	55.9	15.0	64.6	17.3	73.7	20.4	86.2	24.5
	22	44.6	12.2	51.6	13.9	59.6	16.0	67.9	18.8	79.4	22.7
	24	40.8	11.2	47.2	12.8	54.5	14.7	62.0	17.3	72.6	20.9
50	16	66.1	17.7	76.3	20.1	88.1	23.2	101.1	27.3	118.1	33.0
	18	62.3	16.7	71.9	19.1	83.1	21.9	95.2	25.8	111.3	31.1
	20	58.5	15.7	67.5	17.9	78.0	20.6	89.3	24.4	104.4	29.3
	22	54.6	14.8	63.1	16.8	72.9	19.4	83.4	22.8	97.5	27.6
	24	50.8	13.7	58.6	15.7	67.8	18.1	77.5	21.3	90.7	25.8
55	16	76.3	20.2	87.9	23.0	101.6	26.5	116.9	31.3	136.3	37.8
	18	72.5	19.2	83.4	21.9	96.5	25.3	111.0	29.8	129.5	36.0
	20	68.6	18.3	79.0	20.8	91.4	24.0	105.1	28.4	122.5	34.2
	22	64.8	17.3	74.6	19.7	86.2	22.8	99.2	26.8	115.5	32.5
	24	60.9	16.0	70.1	18.6	81.0	21.5	93.3	25.3	108.7	30.6

注: 计算条件: 聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K, 厚度 30mm; 加热管上下铝箔导热系数为 273w/(m·K), 厚度均为 0.1mm。

C.2 PB管供暖地面单位地面面积散热量

C.2.1 当采用导热系数为 $0.23\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的PB管，面层为地砖或石材（热阻 $R=0.02(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$ ）和 30mm 厚水泥砂浆找平层（导热系数为 $0.93\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ）时，单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按表C.2.1-1~C.2.1-3取值。

表 C.2.1-1 PB管单位地面面积的散热量和向下传热损失 (W/m^2)
(地砖石材类面层、加热管公称外径 12mm)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	32.0	9.2	37.0	10.6	43.1	12.7	52.8	15.3	66.7	20.2
	18	28.7	8.3	33.2	9.6	38.6	11.5	47.2	13.8	59.7	18.2
	20	25.3	7.4	29.3	8.6	34.1	10.2	41.6	12.4	52.7	16.2
	22	22.0	6.5	25.5	7.5	29.6	9.0	36.0	11.0	45.7	14.2
	24	18.6	5.6	21.6	6.5	25.2	7.8	30.4	9.5	38.7	12.2
40	16	40.6	11.5	47.1	13.2	54.9	15.8	67.3	19.3	85.8	25.3
	18	37.3	10.6	43.2	12.2	50.4	14.6	61.7	17.8	78.7	23.4
	20	33.9	9.7	39.4	11.2	45.9	13.4	56.1	16.4	71.6	21.4
	22	30.6	8.8	35.5	10.2	41.4	12.2	50.5	14.9	64.6	19.5
	24	27.2	7.9	31.6	9.2	36.9	11.0	44.9	13.5	57.5	17.5
45	16	49.2	13.7	57.2	15.8	66.7	19.0	81.7	23.3	104.9	30.5
	18	45.9	12.9	53.3	14.9	62.2	17.8	76.1	21.8	97.7	28.5
	20	42.5	12.0	49.4	13.9	57.7	16.6	70.5	20.4	90.6	26.6
	22	39.1	11.1	45.5	12.9	53.2	15.4	64.9	18.9	83.4	24.7
	24	35.8	10.2	41.6	11.8	48.6	14.2	59.3	17.5	76.4	22.7
50	16	57.9	16.0	67.2	18.5	78.6	22.2	96.2	27.3	124.1	35.7
	18	54.5	15.1	63.3	17.5	74.0	21.0	90.6	25.8	116.8	33.7
	20	51.1	14.3	59.4	16.5	69.4	19.8	85.0	24.4	109.5	31.8
	22	47.7	13.4	55.5	15.5	64.9	18.6	79.4	22.9	102.3	29.9
	24	44.4	12.5	51.6	14.5	60.4	17.4	73.8	21.4	95.2	28.0
55	16	66.5	18.3	77.3	21.1	90.5	25.3	110.6	31.3	143.2	40.9
	18	63.1	17.5	73.4	20.1	85.9	24.1	105.0	29.8	135.9	39.0
	20	59.7	16.6	69.4	19.1	81.3	23.0	99.4	28.4	128.6	37.1
	22	56.4	15.8	65.5	18.2	76.7	21.8	93.8	26.9	121.3	35.1
	24	53.0	14.9	61.6	17.2	72.1	20.6	88.2	25.5	114.0	33.2

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 $0.039\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ ，厚度 20mm 。

表 C.2.1-2 PB 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(地砖石材类面层、加热管公称外径 16mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	34.3	8.9	39.1	10.2	46.2	12.1	55.1	15.0	70.0	19.3
	18	30.7	8.0	35.1	9.2	41.4	11.0	49.4	13.5	62.6	17.4
	20	27.2	7.2	31.0	8.2	36.6	9.8	43.6	12.1	55.3	15.5
	22	23.6	6.3	26.9	7.2	31.8	8.6	37.9	10.6	47.9	13.6
	24	20.0	5.4	22.9	6.3	27.0	7.4	32.2	9.1	40.6	11.7
40	16	43.5	11.1	49.8	12.7	59.0	15.1	70.6	18.8	90.2	24.3
	18	39.9	10.2	45.7	11.7	54.1	14.0	64.8	17.3	82.7	22.4
	20	36.4	9.4	41.6	10.8	49.3	12.8	59.0	15.9	75.3	20.5
	22	32.8	8.5	37.5	9.8	44.4	11.7	53.2	14.4	67.9	18.6
	24	29.2	7.7	33.4	8.8	39.6	10.5	47.5	13.0	60.5	16.7
45	16	52.7	13.3	60.4	15.2	71.7	18.2	86.1	22.6	110.3	29.3
	18	49.1	12.4	56.3	14.3	66.8	17.0	80.2	21.1	102.8	27.4
	20	45.6	11.6	52.2	13.3	62.0	15.9	74.4	19.7	95.3	25.5
	22	42.0	10.7	48.1	12.3	57.1	14.7	68.5	18.2	87.8	23.6
	24	38.4	9.9	44.0	11.4	52.2	13.6	62.8	16.8	80.3	21.7
50	16	62.0	15.5	71.0	17.7	84.4	21.2	101.6	26.3	130.4	34.3
	18	58.4	14.6	66.9	16.8	79.5	20.1	95.7	24.9	122.8	32.4
	20	54.8	13.8	62.8	15.8	74.6	18.9	89.8	23.5	115.2	30.5
	22	51.2	13.0	58.7	14.9	69.7	17.8	83.9	22.1	107.6	28.6
	24	47.6	12.1	54.6	13.9	64.9	16.6	78.1	20.6	100.2	26.8
55	16	71.2	17.7	81.7	20.3	97.2	24.3	117.1	30.2	150.6	39.2
	18	67.6	16.9	77.5	19.4	92.3	23.1	111.2	28.7	142.9	37.4
	20	64.0	16.0	73.4	18.4	87.4	22.0	105.3	27.3	135.3	35.5
	22	60.3	15.2	69.3	17.5	82.4	20.8	99.3	25.9	127.7	33.7
	24	56.8	14.4	65.2	16.5	77.6	19.7	93.4	24.5	120.0	31.8

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K，厚度 25mm。

表 C.2.1-3 PB 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(地砖石材类面层、加热管公称外径 20mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	37.8	9.1	42.4	10.9	50.6	12.8	60.8	15.2	75.7	19.4
	18	33.9	8.2	38.0	9.8	45.4	11.6	54.5	13.7	67.7	17.5
	20	30.0	7.3	33.6	8.8	40.1	10.3	48.1	12.2	59.7	15.6
	22	26.1	6.4	29.2	7.7	34.9	9.1	41.8	10.7	51.8	13.7
	24	22.1	5.5	24.8	6.6	29.6	7.8	35.4	9.2	43.9	11.7
40	16	48.1	11.3	54.0	13.5	64.7	16.0	78.0	19.1	97.6	24.5
	18	44.1	10.5	49.6	12.5	59.4	14.8	71.5	17.6	89.5	22.6
	20	40.2	9.6	45.2	11.5	54.1	13.6	65.1	16.1	81.5	20.6
	22	36.2	8.7	40.8	10.4	48.8	12.3	58.7	14.6	73.5	18.7
	24	32.3	7.8	36.3	9.3	43.5	11.1	52.4	13.1	65.5	16.8
45	16	58.3	13.6	65.6	16.2	78.8	19.2	95.1	22.9	119.4	29.5
	18	54.3	12.7	61.1	15.2	73.3	18.0	88.7	21.5	111.3	27.6
	20	50.4	11.9	56.6	14.2	68.0	16.8	82.2	20.0	103.2	25.7
	22	46.4	11.0	52.2	13.1	62.7	15.6	75.8	18.5	95.1	23.8
	24	42.4	10.1	47.8	12.1	57.4	14.3	69.3	17.0	87.1	21.9
50	16	68.6	15.8	77.2	18.9	92.8	22.5	112.2	26.8	141.3	34.6
	18	64.5	15.0	72.7	17.9	87.4	21.3	105.7	25.4	133.1	32.7
	20	60.5	14.1	68.2	16.9	82.0	20.0	99.2	23.9	124.9	30.8
	22	56.5	13.3	63.7	15.8	76.6	18.8	92.7	22.4	116.7	28.9
	24	52.6	12.4	59.3	14.8	71.3	17.6	86.3	20.9	108.6	27.0
55	16	78.8	18.1	88.8	21.7	106.9	25.7	129.4	30.7	163.2	39.7
	18	74.7	17.2	84.2	20.7	101.4	24.5	122.8	29.2	154.9	37.8
	20	70.7	16.4	79.7	19.6	96.0	23.3	116.3	27.8	146.7	35.9
	22	66.7	15.6	75.2	18.6	90.6	22.1	109.8	26.3	138.4	34.0
	24	62.8	14.7	70.8	17.6	85.2	20.9	103.3	24.8	130.1	32.1

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K，厚度 30mm。

C.2.2 当采用导热系数为 $0.23\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ 的 PB 管，面层为塑料材料（热阻 $R=0.075(\text{m}^2\cdot\text{K}/\text{W})$ ）和 30mm 厚水泥砂浆找平层（导热系数为 $0.93\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ ）时，单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按表 C.2.2-1~C.2.2-3 取值。

表 C.2.2-1 PB 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m^2)

(塑料类面层、加热管公称外径 12mm)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气温度 ($^{\circ}\text{C}$)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	24.3	10.3	28.6	11.8	34.4	14.0	42.4	17.0	53.9	21.6
	18	21.8	9.3	25.7	10.7	30.8	12.6	38.0	15.4	48.3	19.5
	20	19.3	8.3	22.7	9.5	27.3	11.2	33.6	13.7	42.7	17.4
	22	16.8	7.3	19.8	8.4	23.7	9.9	29.2	12.0	37.0	15.2
	24	14.3	6.3	16.8	7.2	20.1	8.5	24.8	10.3	31.4	13.1
40	16	30.9	12.8	36.5	14.8	43.8	17.5	54.2	21.4	69.0	27.2
	18	28.4	11.8	33.5	13.7	40.2	16.1	49.8	19.7	63.3	25.1
	20	25.9	10.8	30.5	12.5	36.6	14.8	45.4	18.1	57.7	23.0
	22	23.3	9.8	27.5	11.4	33.0	13.5	41.0	16.4	52.0	20.9
	24	20.8	8.8	24.6	10.2	29.4	12.1	36.5	14.7	46.4	18.8
45	16	37.5	15.4	44.3	17.8	53.3	21.0	66.0	25.7	84.2	32.8
	18	35.0	14.4	41.3	16.6	49.7	19.7	61.6	24.1	78.5	30.7
	20	32.5	13.4	38.3	15.5	46.0	18.4	57.1	22.4	72.7	28.6
	22	29.9	12.4	35.3	14.4	42.4	17.1	52.7	20.8	67.0	26.6
	24	27.4	11.4	32.4	13.2	38.8	15.7	48.2	19.1	61.3	24.5
50	16	44.2	17.9	52.1	20.8	62.7	24.5	77.8	30.1	99.3	38.4
	18	41.6	16.9	49.1	19.6	59.1	23.2	73.3	28.4	93.5	36.4
	20	39.1	16.0	46.1	18.5	55.4	21.9	68.8	26.8	87.7	34.3
	22	36.5	15.0	43.1	17.4	51.8	20.6	64.4	25.1	81.9	32.2
	24	34.0	14.0	40.1	16.2	48.1	19.3	59.9	23.5	76.3	30.1
55	16	50.8	20.5	59.9	23.8	72.2	28.1	89.6	34.4	114.5	44.1
	18	48.2	19.5	56.9	22.6	68.5	26.8	85.0	32.8	108.6	42.1
	20	45.7	18.6	54.0	21.5	64.8	25.5	80.5	31.2	102.8	40.0
	22	43.1	17.6	51.0	20.4	61.1	24.2	76.0	29.6	97.0	37.9
	24	40.6	16.6	47.9	19.3	57.5	22.9	71.6	27.9	91.2	35.9

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 $0.039\text{W}/\text{m}\cdot\text{K}$ ，厚度 20mm。

表 C.2.2-2 PB 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(塑料类面层、加热管公称外径 16mm)

平均 水温 (°C)	室内空 气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	25.9	9.8	30.6	11.3	36.6	13.4	45.0	16.2	56.5	20.4
	18	23.3	8.8	27.4	10.2	32.8	12.1	40.3	14.6	50.6	18.4
	20	20.6	7.9	24.3	9.1	29.0	10.8	35.7	13.0	44.6	16.4
	22	17.9	6.9	21.1	8.0	25.2	9.5	31.0	11.5	38.7	14.4
	24	15.3	6.0	18.0	6.9	21.4	8.2	26.3	9.9	32.8	12.4
40	16	33.0	12.2	38.9	14.2	46.7	16.8	57.5	20.4	72.3	25.7
	18	30.3	11.3	35.8	13.1	42.8	15.5	52.8	18.8	66.3	23.7
	20	27.6	10.3	32.6	12.0	39.0	14.2	48.1	17.2	60.4	21.7
	22	24.9	9.4	29.4	10.9	35.2	12.9	43.4	15.6	54.4	19.8
	24	22.3	8.5	26.3	9.8	31.4	11.6	38.7	14.1	48.5	17.8
45	16	40.1	14.7	47.3	17.0	56.7	20.2	70.1	24.5	88.1	31.1
	18	37.4	13.7	44.1	15.9	52.9	18.9	65.3	23.0	82.1	29.1
	20	34.7	12.8	40.9	14.9	49.1	17.6	60.6	21.4	76.2	27.1
	22	32.0	11.9	37.8	13.8	45.2	16.3	55.8	19.8	70.2	25.1
	24	29.3	10.9	34.6	12.7	41.4	15.0	51.0	18.3	64.2	23.1
50	16	47.1	17.1	55.7	19.9	66.8	23.6	82.6	28.7	103.9	36.4
	18	44.4	16.2	52.5	18.8	63.0	22.3	77.8	27.2	97.9	34.5
	20	41.7	15.3	49.3	17.7	59.1	21.0	73.0	25.6	91.9	32.5
	22	39.0	14.3	46.1	16.6	55.2	19.7	68.2	24.0	85.9	30.5
	24	36.3	13.4	42.9	15.6	51.4	18.5	63.4	22.5	79.9	28.5
55	16	54.2	19.6	64.1	22.7	76.9	27.0	95.1	32.9	119.7	41.8
	18	51.4	18.6	60.9	21.6	73.0	25.7	90.3	31.3	113.7	39.8
	20	48.7	17.7	57.6	20.6	69.1	24.4	85.4	29.8	107.7	37.8
	22	46.0	16.8	54.4	19.5	65.3	23.2	80.6	28.2	101.6	35.9
	24	43.3	15.9	51.2	18.4	61.4	21.9	75.8	26.7	95.6	33.9

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K，厚度 25mm。

表 C.2.2-3 PB 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(塑料类面层、加热管公称外径 20mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	28.5	9.9	33.4	11.8	40.0	13.9	48.6	16.2	60.0	20.4
	18	25.5	8.9	30.0	10.7	35.9	12.6	43.6	14.6	53.8	18.4
	20	22.6	8.0	26.5	9.5	31.7	11.2	38.5	13.0	47.5	16.4
	22	19.7	7.0	23.1	8.4	27.6	9.8	33.4	11.4	41.2	14.4
	24	16.8	6.0	19.6	7.2	23.4	8.5	28.4	9.8	35.0	12.3
40	16	36.2	12.4	42.5	14.8	51.0	17.5	62.2	20.3	77.0	25.7
	18	33.3	11.4	39.1	13.6	46.8	16.1	57.1	18.8	70.6	23.7
	20	30.3	10.5	35.6	12.5	42.7	14.8	52.0	17.2	64.3	21.7
	22	27.4	9.5	32.1	11.3	38.5	13.4	46.9	15.6	58.0	19.7
	24	24.5	8.5	28.7	10.2	34.3	12.1	41.8	14.0	51.7	17.7
45	16	43.9	14.8	51.7	17.7	62.0	21.0	75.8	24.5	94.0	31.0
	18	41.0	13.9	48.2	16.6	57.8	19.7	70.6	22.9	87.6	29.0
	20	38.1	13.0	44.7	15.5	53.7	18.4	65.5	21.4	81.2	27.0
	22	35.1	12.0	41.2	14.4	49.5	17.0	60.3	19.8	74.9	25.0
	24	32.2	11.0	37.7	13.2	45.3	15.7	55.2	18.2	68.5	23.0
50	16	51.7	17.3	60.8	20.7	73.1	24.6	89.3	28.7	110.9	36.4
	18	48.7	16.4	57.3	19.6	68.8	23.3	84.1	27.1	104.5	34.4
	20	45.8	15.5	53.8	18.5	64.6	21.9	79.0	25.6	98.1	32.4
	22	42.8	14.5	50.3	17.4	60.4	20.6	73.8	24.0	91.7	30.4
	24	39.9	13.6	46.8	16.2	56.2	19.3	68.6	22.4	85.3	28.4
55	16	59.5	19.9	70.0	23.7	84.1	28.2	102.9	32.9	127.9	41.7
	18	56.5	18.9	66.5	22.6	79.9	26.9	97.7	31.3	121.5	39.8
	20	53.5	18.0	62.9	21.5	75.6	25.5	92.5	29.8	115.1	37.8
	22	50.5	17.1	59.4	20.4	71.4	24.2	87.3	28.2	108.6	35.8
	24	47.6	16.1	55.9	19.3	67.1	22.9	82.1	26.7	102.2	33.5

注：计算条件：聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K，厚度 30mm。

C.2.3 当采用导热系数为 0.23W/(m·K) 的 PB 管, 面层为木地板 (热阻 R=0.1 (m²·K/W)) 时, 单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失可按表 C.2.3-1~C.2.3-3 取值。

表 C.2.3-1 PB 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(木地板面层、加热管公称外径 12mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	31.8	10.5	37.5	12.0	42.3	13.8	49.3	16.3	58.3	19.6
	18	28.4	9.5	33.6	10.8	37.8	12.5	44.2	14.7	52.2	17.7
	20	25.1	8.5	29.7	9.7	33.5	11.1	39.0	13.1	46.0	15.7
	22	21.9	7.5	25.8	8.4	29.1	9.8	33.9	11.5	39.9	13.8
	24	18.6	6.4	21.9	7.3	24.6	8.4	28.7	9.9	33.8	11.8
40	16	40.5	13.2	47.9	15.1	54.1	17.4	63.0	20.4	75.0	24.7
	18	37.1	12.2	43.9	13.8	49.7	16.1	57.8	18.9	68.8	22.8
	20	33.9	11.1	40.0	12.7	45.2	14.7	52.5	17.3	62.6	20.9
	22	30.6	10.1	36.2	11.5	40.8	13.4	47.3	15.7	56.5	19.0
	24	27.3	9.0	31.1	10.4	36.4	12.0	42.1	14.1	50.3	17.1
45	16	49.3	15.8	58.3	18.0	65.9	20.9	77.2	24.7	91.8	29.8
	18	46.0	14.8	54.3	16.9	61.5	19.6	71.9	23.1	85.5	27.9
	20	42.6	13.8	50.4	15.7	57.0	18.3	66.3	21.5	79.3	26.0
	22	39.3	12.9	46.5	14.6	52.5	16.9	61.1	20.0	73.0	24.1
	24	35.9	11.8	40.1	13.4	48.0	15.6	55.8	18.4	66.8	22.2
50	16	58.1	18.4	68.6	21.1	77.8	24.4	91.1	28.8	108.5	34.9
	18	54.7	17.5	64.6	19.6	73.3	23.1	85.9	27.4	102.1	33.1
	20	51.3	16.4	60.7	18.0	68.8	21.8	80.4	25.8	95.9	31.1
	22	48.0	15.5	56.8	16.8	64.3	20.4	75.1	24.2	89.5	29.2
	24	44.6	14.4	49.2	15.2	59.8	19.1	69.8	22.6	83.3	27.3
55	16	66.8	21.1	79.1	24.1	89.6	27.9	105.2	33.1	125.2	40.0
	18	63.5	20.1	75.1	22.4	85.1	26.6	99.9	31.6	118.8	38.1
	20	60.0	19.1	71.2	20.7	80.6	25.3	94.6	29.9	112.5	36.3
	22	56.7	18.2	67.2	18.8	76.0	24.0	89.4	28.4	106.1	34.4
	24	53.3	16.7	58.2	17.1	71.4	22.7	83.9	26.9	99.7	32.5

注: 计算条件: 聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K, 厚度 20mm; 加热管上下铝箔导热系数为 273w/(m·K), 厚度均为 0.1mm。

表 C.2.3-2 PB 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(木地板面层、加热管公称外径 16mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	32.3	9.7	37.1	11.0	43.2	12.7	50.2	15.0	59.0	18.1
	18	29.0	8.7	33.3	9.9	38.7	11.5	45.0	13.5	52.8	16.4
	20	25.6	7.7	29.5	8.9	34.3	10.3	39.8	12.0	46.6	14.5
	22	22.3	6.8	25.6	7.7	29.8	9.0	34.5	10.5	40.5	12.8
	24	18.9	5.8	21.8	6.7	25.2	7.7	29.2	9.0	34.3	11.0
40	16	41.2	12.1	47.5	13.7	55.3	15.9	64.4	18.8	76.0	22.8
	18	37.8	11.1	43.6	12.7	50.8	14.7	59.1	16.9	69.7	20.7
	20	34.5	10.2	39.8	11.7	46.3	13.5	53.9	15.4	63.5	18.9
	22	31.1	9.2	35.8	10.5	41.8	12.3	48.5	13.8	57.2	16.9
	24	27.7	8.3	31.9	9.5	37.2	11.0	43.2	13.0	51.0	15.0
45	16	50.0	14.5	57.8	16.5	67.4	19.2	78.6	22.7	92.8	27.5
	18	46.6	13.6	53.9	15.5	62.9	18.0	73.3	21.2	86.6	25.8
	20	43.3	12.7	50.0	14.4	58.3	16.8	67.9	19.8	80.2	24.0
	22	39.9	11.7	46.1	13.3	53.8	15.5	62.6	18.4	74.0	22.2
	24	36.5	10.8	42.2	12.3	49.2	14.3	57.2	16.9	67.6	20.4
50	16	58.9	16.9	68.1	19.2	79.5	22.4	92.7	26.5	109.8	32.2
	18	55.5	16.0	64.2	18.2	74.9	21.2	87.3	25.1	103.4	30.5
	20	52.1	15.1	60.3	17.2	70.4	20.0	82.0	23.7	97.1	28.7
	22	48.7	14.2	56.3	16.2	65.8	18.8	76.6	22.2	90.7	27.0
	24	45.3	13.2	52.4	15.1	61.2	17.6	71.3	20.7	84.3	25.2
55	16	67.8	19.3	78.4	22.0	91.6	25.7	106.9	30.4	126.7	36.9
	18	64.4	18.4	74.5	21.0	87.0	24.4	101.5	29.0	120.2	35.1
	20	61.0	17.5	70.5	20.0	82.4	23.2	96.1	27.5	113.8	33.4
	22	57.5	16.6	66.6	19.0	77.7	22.0	90.7	26.1	107.4	31.7
	24	54.1	15.3	62.6	17.9	73.1	20.8	85.3	24.6	100.9	29.9

注: 计算条件: 聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K, 厚度 25mm; 加热管上下铝箔导热系数为 273w/(m·K), 厚度均为 0.1mm。

表 C.2.2-3 PB 管单位地面面积的向上的有效散热量和向下传热损失 (W/m²)

(木地板面层、加热管公称外径 20mm)

平均水温 (°C)	室内空气温度 (°C)	加热管间距 (mm)									
		300		250		200		150		100	
		散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失	散热量	热损失
35	16	33.8	9.4	38.9	10.7	45.0	12.4	51.9	14.6	60.6	17.7
	18	30.3	8.5	34.9	9.7	40.3	11.2	46.5	13.2	54.3	16.0
	20	26.8	7.6	30.8	8.6	35.7	10.0	41.1	11.7	47.9	14.3
	22	23.3	6.7	26.8	7.6	31.0	8.8	35.6	10.4	41.6	12.4
	24	19.8	5.7	22.7	6.5	26.3	7.6	30.2	8.9	35.2	10.7
40	16	43.1	11.8	49.7	13.4	57.6	15.6	66.6	18.4	78.0	22.4
	18	39.6	11.0	45.6	12.4	52.9	14.4	61.1	17.1	71.6	20.6
	20	36.1	10.0	41.6	11.4	48.2	13.2	55.7	15.6	65.3	18.9
	22	32.5	9.1	37.5	10.4	43.4	12.0	50.2	14.2	58.8	17.1
	24	29.1	8.2	33.4	9.3	38.7	10.8	44.7	12.7	52.4	15.4
45	16	52.5	14.2	60.5	16.2	70.2	18.8	81.2	22.2	95.5	27.1
	18	49.0	13.3	56.4	15.1	65.5	17.6	75.7	20.8	89.1	25.3
	20	45.4	12.4	52.3	14.1	60.7	16.4	70.2	19.4	82.6	23.6
	22	41.9	11.5	48.2	13.1	56.0	15.2	64.6	17.9	76.1	21.8
	24	38.4	10.5	44.1	12.0	51.2	14.0	59.2	16.5	69.6	20.1
50	16	61.8	16.6	71.3	18.9	82.7	21.9	95.9	26.0	112.9	31.7
	18	58.2	15.7	67.2	17.8	77.8	20.7	90.3	24.6	106.4	29.9
	20	54.7	14.8	63.1	16.9	73.3	19.6	84.8	23.1	99.9	28.2
	22	51.2	13.9	58.9	15.8	68.5	18.4	79.3	21.8	93.3	26.4
	24	47.6	13.0	54.8	14.8	63.7	17.1	73.7	20.3	86.7	24.7
55	16	71.1	19.0	82.0	21.6	95.4	25.1	110.5	29.8	130.3	36.3
	18	67.5	18.1	78.0	20.5	90.6	23.9	104.9	28.4	123.7	34.5
	20	63.9	17.1	73.8	19.6	85.8	22.7	99.4	27.0	117.1	32.9
	22	60.4	16.3	69.7	18.5	80.9	21.6	93.7	25.5	110.5	31.1
	24	56.8	15.0	65.5	17.5	76.1	20.4	88.1	24.1	103.9	29.4

注: 计算条件: 聚苯乙烯泡沫塑料保温板导热系数为 0.039W/m·K, 厚度 30mm; 加热管上下铝箔导热系数为 273w/(m·K), 厚度均为 0.1mm。

附录 D 预制轻薄供暖板地面供暖系统

D.0.1 预制轻薄供暖板有效散热量可以表达为一个关于过余温度的具有特征指数的幂函数。

$$q_c = K_m \Delta T^n \quad (D.0.1)$$

式中 q_c ——某规格型号预制轻薄供暖板不同过余温度单位面积的有效散热量 (W/m^2)，一般按木地板面层进行测试；

ΔT ——过余温度 ($^{\circ}C$)，为预制轻薄供暖板地面供暖系统的供回水温度算术平均值与室内空气温度的差值；

K_m ——某规格型号预制轻薄供暖板测试所得标准特征常数，由生产企业提供；

n ——某规格型号预制轻薄供暖板测试所得标准特征公式的指数，由生产企业提供。

D.0.2 不同地面构造预制轻薄供暖板有效散热量的修正。

$$q = q_c \beta_1 \beta_2 \quad (D.0.2)$$

式中 q ——不同地面构造单位面积预制轻薄供暖板的有效散热量 (W/m^2)；

β_1 ——不同面层形式修正系数，由生产企业提供；

β_2 ——不同保温层构造形式修正系数，由生产企业提供。

D.0.3 预制轻薄供暖板向下散热损失不应超过总散热量的 25%。

D.0.4 预制轻薄供暖板地面供暖系统示意 (图 D.0.4)

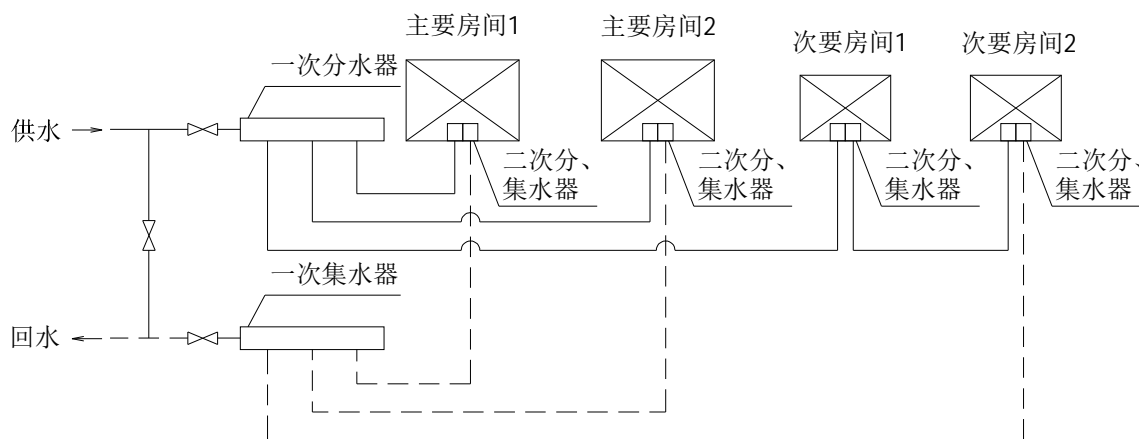


图 D.0.4 预制轻薄保温板地面供暖系统示意

附录 E 热水系统图

E.1 直接供暖系统

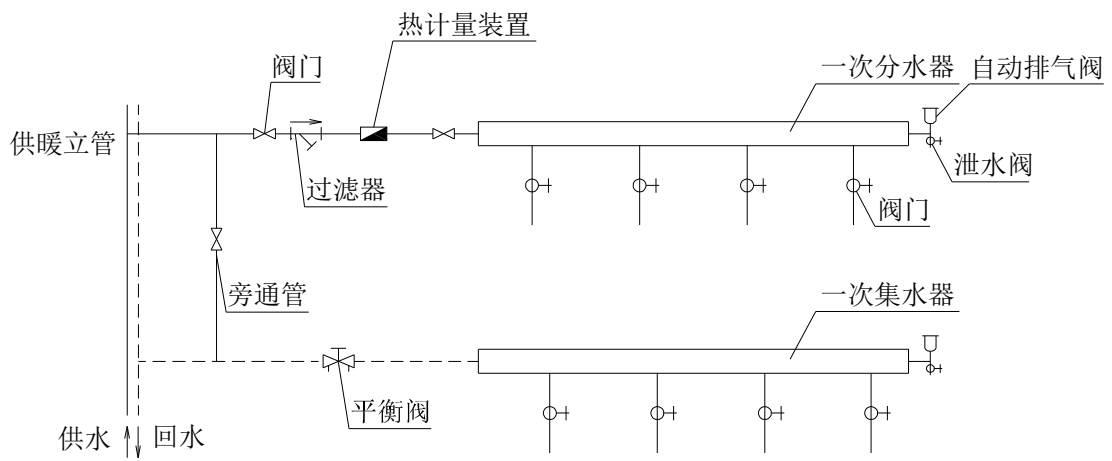


图 E. 1. 1 直接供暖系统示意图

注：分水器、集水器上下位置，热计量装置设置在供水管或回水管，均为示意，可根据工程情况确定。

E.2 间接供暖系统

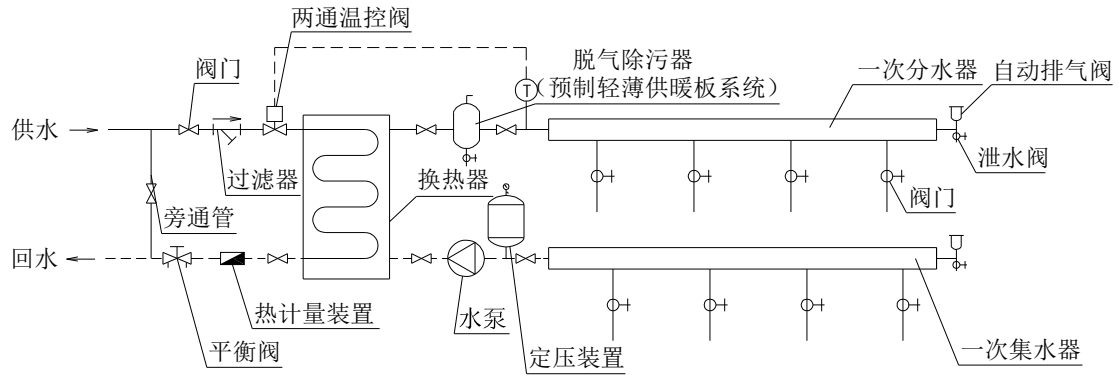


图 E.2.1 间接供暖系统示意图

E.3 混水系统

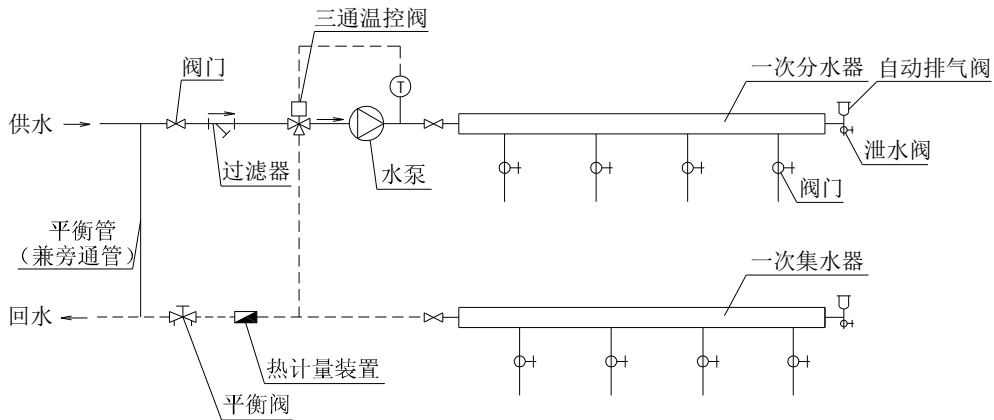


图 E.3.1 采用三通阀的混水系统

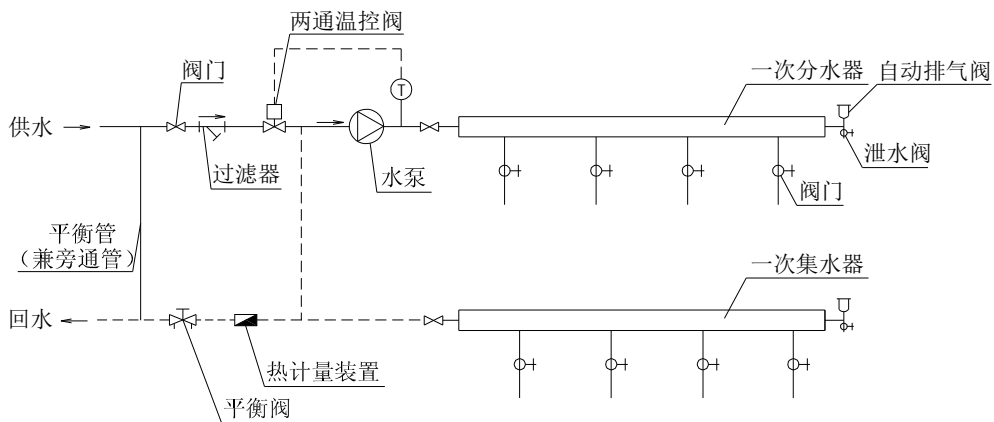


图 E.3.2 采用两通阀的混水系统

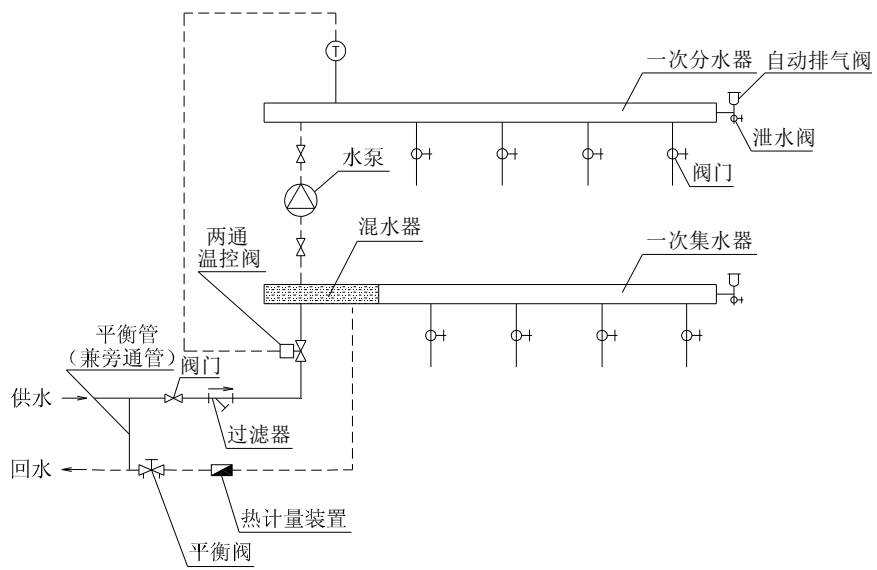


图 E.3.3 设置混水器的系统

附录 F 加热管和加热电缆布置方式

F.1 加热管布置方式示例

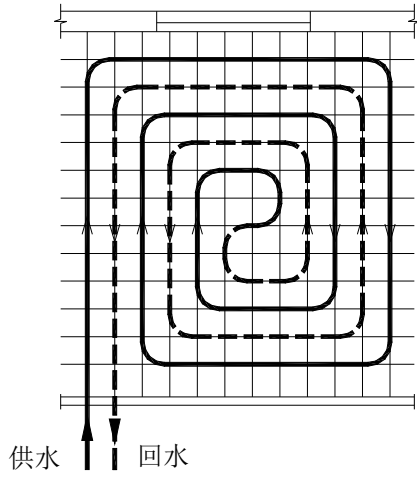


图 F.1.1 回折型布置

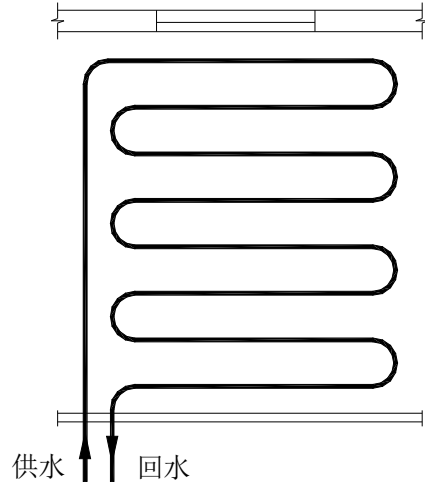


图 F.1.2 平行型布置

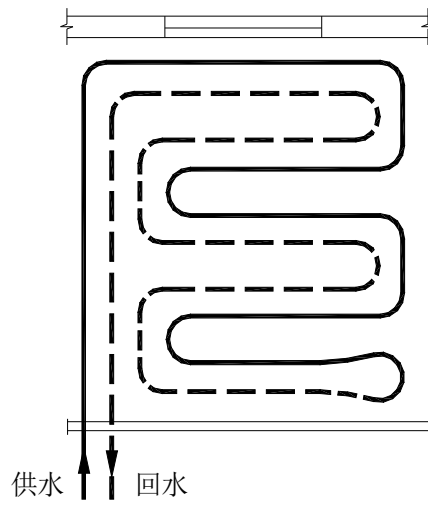


图 F.1.3 双平行布置

F.2 加热电缆布置方式示例

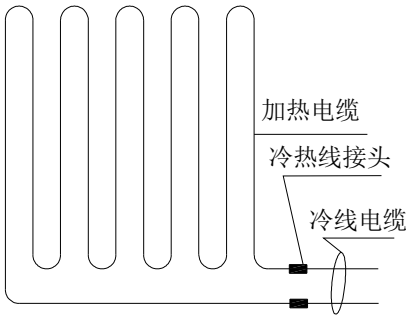


图 F.2.1 单导加热电缆单路平行布置

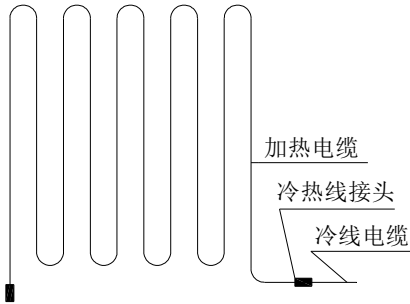


图 F.2.2 双导加热电缆平行布置

附录 G 加热管选择

G.1 塑料加热管的选择

G.1.1 各种塑料管材特性如下：

1 许用环应力 δ_0 值从大至小，依此为 PB、PE-X、PE-RT、PP-R，其中 PE-RT、PP-R 基本相同（见表 G.1.2-2）；

2 管材 PB、PP-R 和 PE-RT 可以采用热熔连接，PE-X 一般采用机械接头连接。

G.1.2 热水地面供暖工程管材使用级别可按表 G.1.2-1 的使用条件 4 级确定。管系列应按使用条件 4 级和系统工作压力选择。管系列（S）值可按表 G.1.2-2 确定。

表 G.1.2-1 塑料管使用条件级别

级别	工作温度		最高工作温度		故障温度		应用范围举例
	℃	时间（年）	℃	时间（年）	℃	时间（h）	
1	60	49	80	1	95	100	生活热水（60℃）
2	70	49	80	1	95	100	生活热水（70℃）
4	40	20	70	2.5	100	100	地板下供热和低温供暖
	60	25					
5	60	25	90	1	100	100	较高温度供暖
	80	10					

注：1 引自《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991-2003。

2 表中所列的使用条件级别的管道系统同时应满足 20℃、1.0MPa 下输送冷水具有 50 年使用寿命的要求。

3 在 50 年中，实际系统运行时间未达到 50 年者，其他时间按 20℃考虑。

表 G.1.2-2 塑料管系列（S）值

工作压力 P_0 （MPa）	管材许用环应力（ δ_0 ）对应的管系列（S）			
	PB 5.46 MPa	PE-X 4.00 MPa	PE-RT 3.34 MPa	PP-R 3.30 MPa
0.4	10	6.3	6.3	5
0.6	8	6.3	5	5
0.8	6.3	5	4	4
1.0	5	4	3.2	3.2

注：引自《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T 18991-2003、《冷热水用聚丁烯（PB）管道系统》GB/T19473、《冷热水用交联聚乙烯（PE-X）管道系统》GB/T18992、《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统》CJ/T175、《冷热水用聚丙烯管道系统》GB/T18742.2。

G.1.3 塑料管材公称壁厚应根据所选管材系列及施工、使用中的不利因素综合确定。按管材系列确定的公称壁厚见表 G.1.3，并应同时满足下列规定：

- 1 公称外径大于或等于 12mm 的管材壁厚不应小于 1.7mm；
- 2 公称外径为 10mm 的管材壁厚不应小于 1.5mm；
- 3 公称外径为 8mm 的管材壁厚不应小于 1.2mm；

4 热熔焊接的管材壁厚不应小于 1.9mm。

表 G.1.3 按管材系列 (S) 确定的管材公称壁厚 (mm)

工作压力 $P_0=0.4\text{MPa}$				
公称外径(mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
10	0.5	0.8	0.8	1.0
12	1.3	1.3	1.3	1.3
16	1.3	1.8*	1.3	1.5
20	1.3	1.9*	1.5	2.0*
25	1.3	1.9	2.0*	2.3
工作压力 $P_0=0.6\text{MPa}$				
公称外径(mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
10	0.6	0.8	1.0	1.0
12	1.3	1.3	1.3	1.3
16	1.3	1.8*	1.5	1.5
20	1.3	1.9*	2.0*	2.0*
25	1.5	1.9	2.3	2.3
工作压力 $P_0=0.8\text{MPa}$				
公称外径(mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
10	0.8	1.0	1.2	1.2
12	1.3	1.3	1.4	1.4
16	1.3	1.8*	2.0*	2.0*
20	1.5	1.9	2.3	2.3
25	1.5	2.3	2.8	2.8
工作压力 $P_0=1.0\text{MPa}$				
公称外径(mm)	PB	PE-X	PE-RT	PP-R
10	1.0	1.2	1.4	1.4
12	1.3	1.4	1.7	1.7
16	1.5	1.8	2.2	2.2
20	1.9	2.3	2.8	2.8
25	2.3	2.8	3.5	3.5

注：1 表 G.1.3 是根据《热塑性塑料管材通用壁厚表》GB/T 10798-2001 和各类塑料管的管材标准整理的通用数据，管道实际规格应根据产品样本确定。

2 表中带*号的数据为考虑到管材与连接的要求增大壁厚后的尺寸。

G.1.4 塑料管的公称外径、壁厚与偏差，应符合表 G.1.4 要求。

表 G.1.4 塑料管公称外径、最小与最大平均外径 (mm)

塑料管材	公称外径	最小平均外径	最大平均外径
PB、PE-X、PE-RT、PP-R 管	10	-	-
	12	12.0	12.3
	16	16.0	16.3
	20	20.0	20.3
	25	25.0	25.3

注：数据取自《冷热水用聚丁烯 (PB) 管道系统》GB/T19473、《冷热水用交联聚乙烯 (PE-X) 管道系统》GB/T18992、《冷热水用耐热聚乙烯 (PE-RT) 管道系统》CJ/T175、《冷热水用聚丙烯管道系统 GB/T18742.2》，其中塑料管

材现行标准中无 10mm 公称外径的规格，PE-X 管现行标准中无 12mm 公称外径的规格，均为非标产品，可参考生产企业的产品标准。

G.2 铝塑复合管的选择

G.2.1 热水地面供暖用铝塑复合管应采用内壁为交联聚乙烯（XPAP）的管材，可采用搭接焊和对接焊两种形式。

G.2.2 铝塑复合管可根据管材的长期工作温度，按照表 G.2.2 确定其允许工作压力。

表 G.2.2 不同工作温度时铝塑复合管的允许工作压力

管材类型	流体类别	铝塑管代号	长期工作温度 T (°C)	允许工作压力 P ₀ (MPa)	
搭接焊式	冷水	PAP	40	1.25	
			60	1.00	
	冷热水	PAP	75*	0.82	
			82*	0.69	
			XPAP	75	1.00
				82	0.86
对接焊式	冷水	PAP3、PAP4	40	1.40	
		XPAP1、XPAP2		2.00	
	冷热水	PAP3、PAP4	60	1.00	
		XPAP1、XPAP2	75	1.50	
		XPAP1、XPAP2	95	1.25	

注：1 根据《铝塑复合压力管》GB/T18997 整理。

2 XPAP 组分的管材为热水地面供暖系统适用的管材。

3 带*号者指采用中密度聚乙烯（乙烯与辛烯共聚物）材料生产的复合管。

G.2.3 铝塑复合管的公称外径、壁厚与偏差，应符合表 G.2.3 的要求。

表 G.2.3 铝塑复合管公称外径、壁厚与偏差 (mm)

铝塑复合管	公称外径	公称外径偏差	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	

注：根据《铝塑复合压力管》GB/T18997 整理。

G.3 无缝铜管的选择

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

G.3.2 无缝铜管的公称外径、壁厚与偏差，应符合表 G.3.2 的规定。

表 G.3.2 铜管公称外径、壁厚与偏差 (mm)

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

注：引自《无缝铜水管和铜气管》GB/T18033。

G.3.3 无缝铜管的最大工作压力应符合表 G.3.3 的规定。

表 G.3.3 无缝铜管的最大工作压力 (MPa)

管材状态和类型		公称外径 (mm)			
		15	18	22	28
硬态 (Y)	A	10.79	8.87	9.08	7.05
	B	8.87	7.31	7.19	5.59
	C	6.11	5.81	5.92	4.62
半硬态 (Y ₂)	A	8.56	7.04	7.21	5.60
	B	7.04	5.81	5.70	4.44
	C	4.85	4.61	4.23	3.30
软态 (M)	A	7.04	5.80	5.94	4.61
	B	5.80	4.79	4.70	3.66
	C	3.99	3.80	3.48	2.72

注：引自《无缝铜水管和铜气管》GB/T18033。

附录 H 加热管水力计算

H. 0. 1 塑料管和铝塑复合管比摩阻（单位长度摩擦压力损失）可按表 H. 0. 1 计算。

表 H. 0. 1 塑料管和铝塑复合管水力计算表（10℃温差）

管内径 di/管外径 do (mm/mm)								
12/16			16/20			20/25		
流速 v	流量 G	比摩阻	流速 v	流量 G	比摩阻	流速 v	流量 G	比摩阻
(m/s)	(kg/h)	(Pa/m)	(m/s)	(kg/h)	(Pa/m)	(m/s)	(kg/h)	(Pa/m)
0.01	4.01	0.59	0.01	7.13	0.37	0.01	11.14	0.26
0.02	8.02	1.60	0.02	14.26	1.04	0.02	22.28	0.75
0.03	12.03	2.96	0.03	21.39	1.95	0.03	33.42	1.42
0.04	16.04	4.65	0.04	28.52	3.09	0.04	44.56	2.26
0.05	20.05	6.63	0.05	35.65	4.43	0.05	55.71	3.25
0.06	24.07	8.90	0.06	42.78	5.97	0.06	66.85	4.40
0.07	28.08	11.44	0.07	49.91	7.70	0.07	77.99	5.68
0.08	32.09	14.25	0.08	57.04	9.62	0.08	89.13	7.11
0.09	36.10	17.33	0.09	64.17	11.71	0.09	100.27	8.68
0.10	40.11	20.65	0.10	71.30	13.99	0.10	111.41	10.37
0.12	48.13	28.04	0.12	85.56	19.05	0.12	133.69	14.16
0.14	56.15	36.39	0.14	99.83	24.78	0.14	155.98	18.45
0.16	64.17	45.68	0.16	114.09	31.17	0.16	178.26	23.24
0.18	72.20	55.88	0.18	128.35	38.19	0.18	200.54	28.50
0.20	80.22	66.98	0.20	142.61	45.84	0.20	222.82	34.25
0.22	88.24	78.96	0.22	156.87	54.10	0.22	245.11	40.45
0.24	96.26	91.80	0.24	171.13	62.97	0.24	267.39	47.12
0.26	104.28	105.50	0.26	185.39	72.43	0.26	289.67	54.24
0.28	112.30	120.05	0.28	199.65	82.49	0.28	311.95	61.80
0.30	120.33	135.42	0.30	213.91	93.12	0.30	334.24	69.81
0.32	128.35	151.63	0.32	228.17	104.34	0.32	356.52	78.26
0.34	136.37	168.65	0.34	242.43	116.12	0.34	378.80	87.14
0.36	144.39	186.48	0.36	256.69	128.48	0.36	401.08	96.45
0.38	152.41	205.12	0.38	270.95	141.39	0.38	423.37	106.18
0.40	160.43	224.55	0.40	285.22	154.86	0.40	445.65	116.34
0.42	168.46	244.78	0.42	299.48	168.89	0.42	467.93	126.92
0.44	176.48	265.80	0.44	313.74	183.47	0.44	490.21	137.92
0.46	184.50	287.59	0.46	328.00	198.59	0.46	512.50	149.33
0.48	192.52	310.16	0.48	342.26	214.26	0.48	534.78	161.16
0.50	200.54	333.51	0.50	356.52	230.47	0.50	557.06	173.40
0.52	208.56	357.62	0.52	370.78	247.22	0.52	579.34	186.04
0.54	216.59	382.50	0.54	385.04	264.50	0.54	601.63	199.09

0.56	224.61	408.14	0.56	399.30	282.31	0.56	623.91	212.55
0.58	232.63	434.54	0.58	413.56	300.66	0.58	646.19	226.41
0.60	240.65	461.69	0.60	427.82	319.53	0.60	668.47	240.66
0.62	248.67	489.58	0.62	442.08	338.93	0.62	690.76	255.32
0.64	256.69	518.23	0.64	456.34	358.85	0.64	713.04	270.38
0.66	264.72	547.62	0.66	470.61	379.29	0.66	735.32	285.83
0.68	272.74	577.75	0.68	484.87	400.25	0.68	757.60	301.67
0.70	280.76	608.62	0.70	499.13	421.73	0.70	779.89	317.91
0.72	288.78	640.23	0.72	513.39	443.72	0.72	802.17	334.54
0.74	296.80	672.57	0.74	527.65	466.23	0.74	824.45	351.56
0.76	304.82	705.64	0.76	541.91	489.25	0.76	846.73	368.97
0.78	312.85	739.44	0.78	556.17	512.78	0.78	869.02	386.77
0.80	320.87	773.96	0.80	570.43	536.81	0.80	891.30	404.95
0.82	328.89	809.21	0.82	584.69	561.36	0.82	913.58	423.52
0.84	336.91	845.18	0.84	598.95	586.41	0.84	935.86	442.47
0.86	344.93	881.88	0.86	613.21	611.97	0.86	958.15	461.81
0.88	352.95	919.29	0.88	627.47	638.03	0.88	980.43	481.53
0.90	360.98	957.41	0.90	641.73	664.59	0.90	1002.71	501.63
0.92	369.00	996.25	0.92	656.00	691.65	0.92	1024.99	522.11
0.94	377.02	1035.80	0.94	670.26	719.21	0.94	1047.27	542.97
0.96	385.04	1076.06	0.96	684.52	747.26	0.96	1069.56	564.21
0.98	393.06	1117.04	0.98	698.78	775.82	0.98	1091.84	585.82
1.00	401.08	1158.71	1.00	713.04	804.87	1.00	1114.12	607.82
1.05	421.14	1265.99	1.05	748.69	879.66	1.05	1169.83	664.44
1.10	441.19	1377.66	1.10	784.34	957.52	1.10	1225.53	723.41
1.15	461.25	1493.69	1.15	819.99	1038.44	1.15	1281.24	784.69
1.20	481.30	1614.06	1.20	855.65	1122.41	1.20	1336.95	848.30
1.25	501.36	1738.76	1.25	891.30	1209.40	1.25	1392.65	914.20
1.30	521.41	1867.75	1.30	926.95	1299.42	1.30	1448.36	982.40
1.35	541.46	2001.04	1.35	962.60	1392.43	1.35	1504.07	1052.89
1.40	561.52	2138.59	1.40	998.25	1488.45	1.40	1559.77	1125.65
1.45	581.57	2280.40	1.45	1033.91	1587.44	1.45	1615.48	1200.68
1.50	601.63	2426.44	1.50	1069.56	1689.40	1.50	1671.18	1277.97

H. 0. 2 无缝铜管比摩阻（单位长度摩擦压力损失）可按表 H. 0. 2 计算。

表 H. 0. 2 铜管水力计算表

管内径 di/管外径 do (mm/mm)								
12.6/15			15.6/18			19/22		
流速 v	流量 G	比摩阻	流速 v	流量 G	比摩阻	流速 v	流量 G	比摩阻
(m/s)	(kg/h)	(Pa/m)	(m/s)	(kg/h)	(Pa/m)	(m/s)	(kg/h)	(Pa/m)
0.01	4.42	0.43	0.01	6.78	0.32	0.01	10.05	0.24
0.02	8.84	1.29	0.02	13.56	0.96	0.02	20.11	0.73
0.03	13.27	2.49	0.03	20.33	1.85	0.03	30.16	1.42
0.04	17.69	3.98	0.04	27.11	2.98	0.04	40.22	2.29
0.05	22.11	5.76	0.05	33.89	4.32	0.05	50.27	3.32
0.06	26.53	7.80	0.06	40.67	5.86	0.06	60.33	4.51
0.07	30.95	10.09	0.07	47.45	7.60	0.07	70.38	5.86
0.08	35.38	12.63	0.08	54.23	9.52	0.08	80.44	7.35
0.09	39.80	15.41	0.09	61.00	11.62	0.09	90.49	8.98
0.10	44.22	18.41	0.10	67.78	13.90	0.10	100.55	10.75
0.12	53.06	25.10	0.12	81.34	18.98	0.12	120.66	14.69
0.14	61.91	32.65	0.14	94.90	24.72	0.14	140.77	19.15
0.16	70.75	41.05	0.16	108.45	31.11	0.16	160.88	24.12
0.18	79.60	50.26	0.18	122.01	38.13	0.18	180.99	29.59
0.20	88.44	60.28	0.20	135.57	45.76	0.20	201.10	35.53
0.21	92.86	65.59	0.21	142.34	49.80	0.21	211.15	38.68
0.22	97.28	71.09	0.22	149.12	53.99	0.22	221.21	41.95
0.24	106.13	82.66	0.24	162.68	62.82	0.24	241.32	48.83
0.26	114.97	95.00	0.26	176.24	72.24	0.26	261.43	56.17
0.28	123.81	108.09	0.28	189.79	82.23	0.28	281.54	63.97
0.30	132.66	121.92	0.30	203.35	92.79	0.30	301.65	72.21
0.32	141.50	136.49	0.32	216.91	103.91	0.32	321.76	80.89
0.34	150.35	151.78	0.34	230.46	115.59	0.34	341.87	90.01
0.36	159.19	167.79	0.36	244.02	127.82	0.36	361.98	99.56
0.38	168.03	184.51	0.38	257.58	140.60	0.38	382.09	109.55
0.40	176.88	201.93	0.40	271.13	153.92	0.40	402.20	119.95
0.42	185.72	220.06	0.42	284.69	167.78	0.42	422.31	130.79
0.44	194.57	238.89	0.44	298.25	182.18	0.44	442.42	142.04
0.46	203.41	258.40	0.46	311.80	197.11	0.46	462.53	153.71
0.48	212.25	278.61	0.48	325.36	212.56	0.48	482.64	165.79
0.50	221.10	299.50	0.50	338.92	228.54	0.50	502.75	178.29
0.52	229.94	321.06	0.52	352.47	245.05	0.52	522.86	191.19
0.54	238.79	343.31	0.54	366.03	262.07	0.54	542.97	204.51
0.56	247.63	366.22	0.56	379.59	279.61	0.56	563.08	218.23
0.58	256.47	389.81	0.58	393.14	297.67	0.58	583.19	232.35
0.60	265.32	414.06	0.60	406.70	316.24	0.60	603.30	246.88

0.62	274.16	438.98	0.62	420.26	335.32	0.62	623.41	261.81
0.64	283.00	464.56	0.64	433.81	354.90	0.64	643.52	277.14
0.66	291.85	490.79	0.66	447.37	375.00	0.66	663.63	292.86
0.68	300.69	517.69	0.68	460.93	395.60	0.68	683.74	308.99
0.70	309.54	545.24	0.70	474.48	416.70	0.70	703.85	325.50
0.72	318.38	573.44	0.72	488.04	438.30	0.72	723.96	342.41
0.74	327.22	602.29	0.74	501.60	460.41	0.74	744.07	359.72
0.76	336.07	631.79	0.76	515.15	483.01	0.76	764.18	377.41
0.78	344.91	661.93	0.78	528.71	506.11	0.78	784.29	395.50
0.80	353.76	692.72	0.80	542.27	529.70	0.80	804.40	413.97
0.82	362.60	724.16	0.82	555.82	553.79	0.82	824.51	432.84
0.84	371.44	756.23	0.84	569.38	578.37	0.84	844.62	452.09
0.86	380.29	788.95	0.86	582.94	603.45	0.86	864.73	471.72
0.88	389.13	822.30	0.88	596.49	629.01	0.88	884.84	491.74
0.90	397.98	856.29	0.90	610.05	655.06	0.90	904.95	512.15
0.92	406.82	890.91	0.92	623.61	681.61	0.92	925.06	532.94
0.94	415.66	926.17	0.94	637.16	708.64	0.94	945.17	554.12
0.96	424.51	962.07	0.96	650.72	736.16	0.96	965.28	575.67
0.98	433.35	998.59	0.98	664.28	764.16	0.98	985.39	597.61
1.00	442.20	1035.74	1.00	677.83	792.65	1.00	1005.50	619.93
1.05	464.30	1131.38	1.05	711.72	865.98	1.05	1055.77	677.38
1.10	486.41	1230.93	1.10	745.62	942.32	1.10	1106.04	737.20
1.15	508.52	1334.38	1.15	779.51	1021.67	1.15	1156.32	799.38
1.20	530.63	1441.72	1.20	813.40	1104.00	1.20	1206.59	863.90
1.25	552.74	1552.94	1.25	847.29	1189.31	1.25	1256.87	930.76
1.30	574.85	1668.01	1.30	881.18	1277.59	1.30	1307.14	999.96
1.35	596.96	1786.94	1.35	915.07	1368.84	1.35	1357.42	1071.48
1.40	619.07	1909.70	1.40	948.96	1463.03	1.40	1407.69	1145.32
1.45	641.18	2036.30	1.45	982.86	1560.17	1.45	1457.97	1221.47
1.50	663.29	2166.71	1.50	1016.75	1660.25	1.50	1508.24	1299.93

H.0.3 当热媒平均温度不等于 55℃时，对表 H.0.1 或 表 H.0.2 查出比摩阻 (R)，应乘以表 H.0.3 的修正系数。

表 H.0.3 比摩阻温度修正系数

热媒平均温度 (℃)	55	50	45	40	35
修正系数	1	1.02	1.04	1.06	1.08

H.0.4 管道局部阻力系数 ζ 值可按表 H.0.4 选用

表 H.0.4 局部阻力系数 ζ 值

管路附件	曲率半径 $\geq 5d_0$ 的 90° 弯头	直流三通	旁流三通	合流三通	分流三通	直流四通
ζ 值	0.3~0.5	0.5	1.5	1.5	3.0	2.0
管路附件	分流四通	乙字弯	括弯	突然扩大	突然缩小	压紧螺母 连接件
ζ 值	3.0	0.5	1.0	1.0	0.5	1.5

附录 J 热水系统室温控制

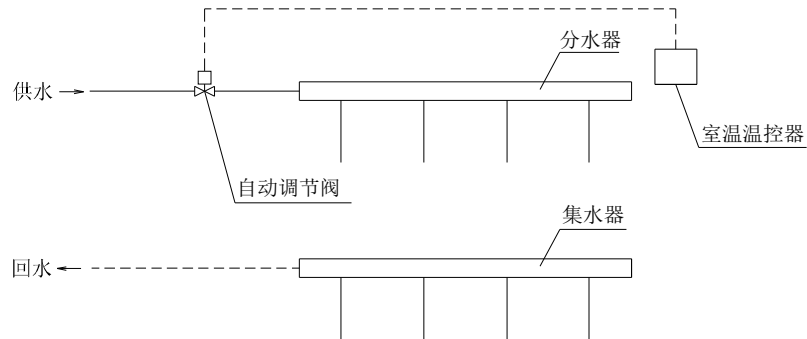


图 J.0.1 总体（分户）控温示意图

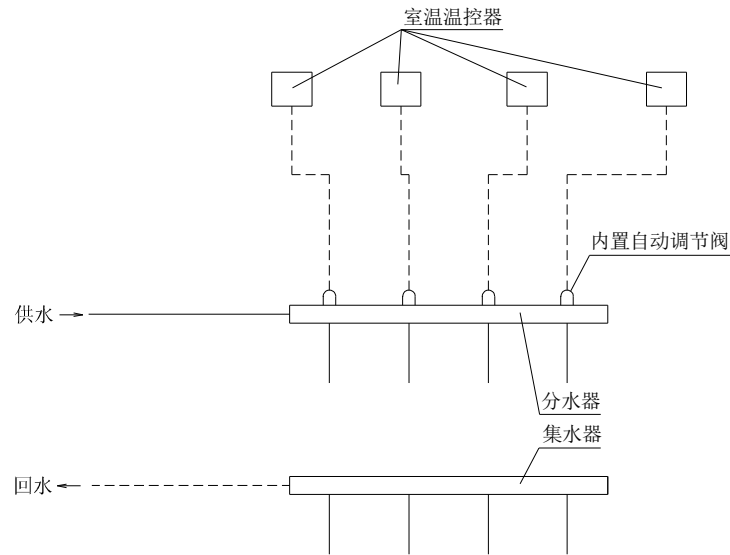


图 J.0.2 分环路（分室）控温示意图

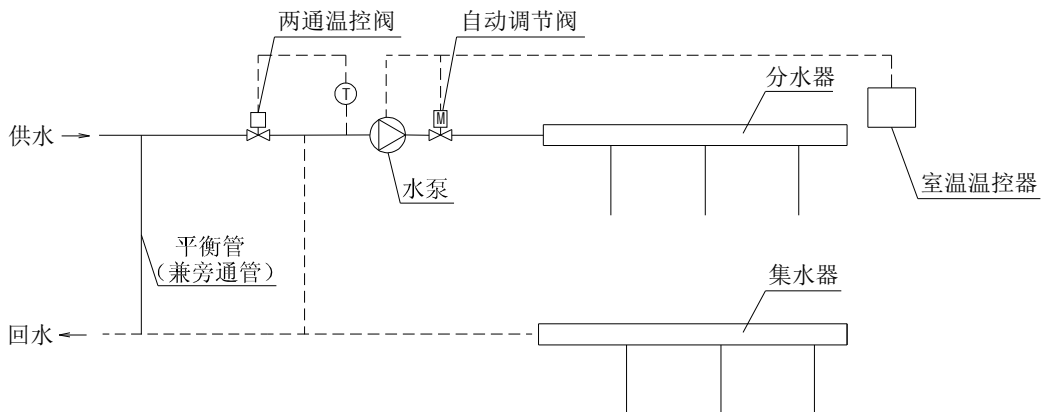


图 J.0.3 混水系统分户控温示意图

注：室温控制自动调节阀通断和水泵启停

附录 K 加热管管材物理力学性能

K.0.1 塑料加热管的物理力学性能应符合表 K.0.1 的规定

表 K.0.1 塑料加热管的物理力学性能

项 目	PB 管	PE-X 管	PE-RT 管	PP-R 管
20℃, 1h 液压试验环应力(MPa)	15.50	12.00	10.00	16.00
95℃, 1h 液压试验环应力(MPa)	—	4.80	—	—
95℃, 22h 液压试验环应力(MPa)	6.50	4.70	—	4.20
95℃, 165h 液压试验环应力(MPa)	6.20	4.60	3.55	3.80
95℃, 1000h 液压试验环应力(MPa)	6.00	4.40	3.50	3.50
110℃, 8760h 热稳定性试验环应力(MPa)	2.40	2.50	1.90	1.90
纵向尺寸收缩率 (%)	≤2	≤3	<3	≤2
交联度 (%)	—	见注	—	—
0℃耐冲击 (%)	—	—	—	破损率 < 试样的 10%
管材与混配料熔体流动速率之差	≤0.3g/10min (190℃、5kg 条件下)	—	变化率 ≤ 原料的 30%(190℃、2.16kg 条件下)	变化率 ≤ 原料的 30%(190℃、2.16kg 条件下)

注：交联度要求：过氧化物交联 ≥ 70%；硅烷交联 ≥ 65%；辐照交联 ≥ 60%；偶氮交联 ≥ 60%。

K.0.2 铝塑复合管的物理力学性能应符合表 K.0.2 的规定。

表 K.0.2 铝塑复合管的物理力学性能

公称直径 (mm)	管环径向拉伸力 (N) (HDPE、PEX)		静液压强度 (MPa)		爆破压力 (MPa)	
	搭接焊	对接焊	搭接焊 (82℃, 10h)	对接焊 (95℃, 10h)	搭接焊	对接焊
12	2100	—	2.72	—	7.0	—
16	2300	2400	2.72	2.42	6.0	8.0
20	2500	2600	2.72	2.42	5.0	7.0

注：1 交联度要求：硅烷交联 $\geq 65\%$ ；辐照交联 $\geq 60\%$ ；

2 热熔胶熔点 $\geq 120^\circ\text{C}$ ；

3 搭接焊铝层拉伸强度 $\geq 100\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 20\%$ ；对接焊铝层拉伸强度 $\geq 80\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 22\%$ ；

4 铝塑复合管层间粘合强度，按规定方法试验，层间不得出现分离和缝隙。

K.0.3 铜管机械性能应符合表 K.0.3 的规定。

表 K.0.3 铜管机械性能要求

状态	公称外径 (mm)	抗拉强度, σ_b (MPa)	伸长率	
			$\delta_5, \%$	$\delta_{10}, \%$
硬态 (Y)	≤ 100	≥ 315	—	—
	> 100	≥ 295		
半硬态 (Y ₂)	≤ 54	≥ 250	≥ 30	≥ 25
软态 (M)	≤ 35	≥ 205	≥ 40	≥ 35

附录 L 加热电缆的电气和机械性能要求

L.0.1 加热电缆的主要电气和机械性能应符合表 L.0.1 的规定。

表 L.0.1 加热电缆的主要电气和机械性能要求

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

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

注：表中为对恒功率加热电缆的主要电气和机械性能要求；变功率加热电缆的电气与机械性能的要求，可按 GB/T 19835《自限温电伴热带》或 JC/T 2230《建筑与生活设施用自限温电加热带标准》执行。

附录 M 工程质量检验表

表 M.0.1 热水地面辐射供暖安装工程质量检验记录表

工程名称					
分部（子分部）工程名称			验收单位		
施工单位			项目经理		
分包单位			分包项目经理		
专业工长（施工员）			施工班组长		
施工执行标准名称及编号			地面辐射供暖技术规范 DB**—***—2010		
项目	序号	内容	检验依据	施工单位评定检查记录	监理（建设）单位验收记录
主控项目	1	加热（输配）管地接头	5.4.6		
	2	加热（输配）管水压试验	6.4.2		
	3	加热管（输配）弯曲半径	5.4.4		
一般项目	1	分、集水器安装	设计要求		
	2	加热（输配）管安装	5.4.5~5.4.14		
	3	防潮层、隔离层铺设	设计要求		
	4	泡沫塑料绝热、保温、供暖板铺设	5.3.1		
	5	发泡水泥绝热层强度	4.2.4		
	6	伸缩缝设置	5.6.2		
	7	填充层强度	4.3.1、4.3.2		
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		

表 M.0.2 加热电缆地面辐射供暖安装工程质量检验记录表

工程名称					
分部（子分部）工程名称			验收单位		
施工单位			项目经理		
分包单位			分包项目经理		
专业工长（施工员）			施工班组长		
施工执行标准名称及编号			地面辐射供暖技术规范 DB**—***—2010		
项目	序号	内容	检验依据	施工单位评定检查记录	监理（建设）单位验收记录
主控项目	1	加热电缆拼接	5.5.2		
	2	加热电缆弯曲半径	5.5.3		
	3	加热电缆冷热线接头	5.5.5、5.5.6		
	4	加热电缆电阻	不短路、断路		
	5	加热电缆绝缘电阻	L.0.1		
一般项目	1	加热电缆安装	5.5.3、5.5.4		
	2	加热电缆与绝热层的隔离	3.2.6、5.5.4		
	3	防潮层、隔离层铺设	设计要求		
	4	泡沫塑料绝热(保温)板铺设	5.3.1		
	5	发泡水泥绝热层强度	4.2.4		
	6	伸缩缝设置	5.6.2		
	7	填充层强度	4.3.1、4.3.2		
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		

表 M.0.3 管材管件的工地复试、有见证检验指标及测试方法

管材	技术标准	工地复试		有见证检验		
		检验项目	测试标准	检验项目	技术要求	测试标准
聚丁烯管 (PB)	GB/T19473	外观及 尺寸	GB/T8806	静液压 试验	6.2MPa, 95℃, 165h 静液压强度	GB/T6111
交联聚乙烯管 (PE-X)	GB/T18992		GB/T8806	静液压 试验	4.6MPa, 95℃, 165h 静液压强度	GB/T6111
				交联度	PE-Xa \geq 70%, PE-Xb \geq 65%	GB/T18474
耐热聚乙烯管 (PE-RT)	CJ/T175		GB/T8806	静液压 试验	3.55MPa, 95℃, 165h 静液压强度	GB/T6111
无规共聚聚丙烯管 (PP-R)	GB/T18742		GB/T8806	静液压 试验	3.8MPa, 95℃, 165h 静液压强度	GB/T6111
铝塑复合管 (XPAP)	GB/T18997		GB/T18997	静液压 试验	搭接焊 2.72MPa、 82℃ 10h 静液压试 验, 对接焊 2.42MPa、 95℃ 1h 静液压强度	GB/T6111
				爆破压力	GB/T18997	GB/T15660
				管环剥离力		GB/T18997
		交联度		GB/T18997		
无缝铜水管	GB/T18033	GB/T18033	压力试验	GB/T18033	GB/T18033	

本规范用词说明

- 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，非这样做不可的用词：
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用词：
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，首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。
- 2 条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应按……执行”或“应符合……的规定”。

引用标准名录

- 1 《低压配电设计规范》 GB 50054
- 2 《住宅设计规范》 GB 50096
- 3 《建筑地面工程施工质量验收规范》 GB 50209
- 4 《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》 GB 50242
- 5 《住宅建筑规范》 GB 50368
- 6 《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》 GB 50736
- 7 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
- 8 《电工术语 电缆》 GB/T 2900.10
- 9 《流体输送用热塑性塑料管道系统 耐内压性能的测定》 GB/T 6111
- 10 《塑料管材尺寸测量方法》 GB/T 8806
- 11 《热塑性塑料管材通用壁厚表》 GB/T 10798
- 12 《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑》 GB/T 10801.1
- 13 《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》 GB/T 10801.2
- 14 《无缝铜水管和铜气管》 GB/T 18033
- 15 《交联聚乙烯（PE-X）管材与管件 交联度的试验方法》 GB/T 18474
- 16 《冷热水用聚丙烯管道系统》 GB/T 18742
- 17 《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》 GB/T 18991
- 18 《冷热水用交联聚乙烯（PE-X）管道系统》 GB/T 18992
- 19 《铝塑复合压力管》 GB/T 18997
- 20 《冷热水用聚丁烯（PB）管道系统》 GB/T 19473
- 21 《自限温电伴热带》 GB/T 19835
- 22 《额定电压 300/500V 生活设施加热和防结冰用加热电缆》 GB/T 20841-2007/IEC60800: 1992
- 23 《预制轻薄型热水辐射供暖板》 GB/T 29045
- 24 《冷热水用分集水器》 GB/T 29730
- 25 《民用建筑电气设计规范》 JGJ 16
- 26 《地面辐射供暖技术规程》 JGJ 142
- 27 《供热计量技术规程》 JGJ 173
- 28 《装配式住宅建筑设计标准》 JGJ/T 398
- 29 《温度指示控制仪》 JJG 874
- 30 《散热器恒温控制阀》 JG/T 195
- 31 《建筑与生活设施用电加热带》 JC/T 2230
- 32 《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统》 CJ/T 175

- 33 《地面辐射供暖木质地板铺设技术和验收规范》 WB/T 1037
- 34 《供热计量设计技术规程》 DB11/1066

北京市地方标准

地面辐射供暖技术规范

Technical code for radiant floor heating

DB11/T 806—202*

条文说明

(征求意见稿)

目 次

1 总则.....	109
3 设计.....	110
3.1 一般规定.....	110
3.2 地面构造.....	111
3.3 房间热负荷计算.....	117
3.4 地面散热量和系统供热量计算.....	118
3.5 热水系统设计.....	120
3.6 热水系统一次分水器、集水器及附件的选用和设计.....	122
3.7 热水系统管道水力计算.....	122
3.8 加热电缆系统设计.....	123
3.9 电热膜系统设计.....	124
3.10 热计量和室温控制.....	124
3.11 电气设计.....	125
4 材 料.....	126
4.1 一般规定.....	126
4.2 绝热层和预制沟槽保温板材料.....	127
4.4 热水系统的材料和设备.....	128
4.5 电加热元件材料和温控设备.....	129
5 施 工.....	129
5.1 一般规定.....	129
5.2 发泡水泥绝热层的浇注.....	130
5.3 泡沫塑料类绝热层、保温板、供暖板及其填充板的铺设.....	130
5.4 加热管、输配管和分水器、集水器的安装.....	130
5.5 电加热元件和温控设备的安装.....	132
5.6 填充层施工.....	132
5.7 面层施工.....	133
6 检验、调试及验收.....	133
6.2 施工方案及材料、设备检查.....	133
6.3 施工安装质量验收.....	134
6.4 热水系统的水压试验.....	134
6.5 调试与试运行.....	134
7 检验、调试及验收.....	135

1 总则

1.0.1 随着对住房建设水平要求的提高，地面供暖技术在北京市建设工程中的应用面积和范围不断扩大，也不可避免地曾出现了一些影响工程质量的问题，并涉及了设计、施工、验收和材料配套等诸方面。

随着供暖领域对节能、热计量等日趋严格的要求，地面供暖也应在系统设计、计量控制等方面改进、加强和规范做法。

近年来，地面供暖的新技术也得到了快速发展。为进一步提高北京市地面供暖技术在设计、材料、施工、验收等各个环节的设计质量，推广和规范新地暖技术的使用，参考国家行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142-2012，对原北京市地方标准 DB11/806-2011《地板辐射供暖技术规范》进行修改、补充和完善，制定了本标准。

1.0.2 当采用混凝土填充式地面供暖方式时，较厚的填充层会使楼板荷载增大，改、扩建项目有可能超过建筑承载能力，必要时只能采用预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板等较轻薄的地面供暖形式。

工业建筑中与民用建筑使用条件类似的场所，即地面荷载、温度需求、环境卫生条件等与民用建筑类似得场所，例如工业建筑中用于办公、生活的附属用房，地面设备较轻的工业厂房等，也可参照执行。

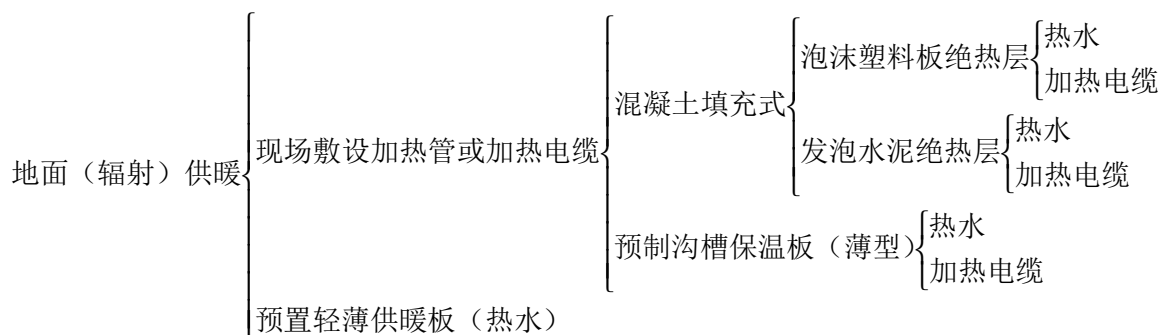
本规范条文中涉及的具体技术内容均为一次分水器、集水器之后的供暖地面范畴，对于一次分水器、集水器前与立管或干管相接的供暖系统供回水管，散热器供暖系统或生活热水系统的户内支管，当采用本规范所涵盖的管材敷设于地面垫层内时，由于目前没有相应的标准，因此也应执行本规范的有关规定。

本规范适用于以热水为热媒或以加热电缆、电热膜为加热元件的地面供暖工程。

1.0.3 随着地面供暖技术的发展，其类型逐渐增多。本规范将常用地面供暖形式按以下原则分类，并在术语中给出统一称谓：

1 根据热媒和加热元件分类，本规范分为热水地面供暖和电辐射地面供暖两类。

2 根据现场施工或预制的程度，本规范分类示意如下：



另外还有在加热管上倒扣预制模板代替填充层等类型地暖形式，因经验和工程实例还不充分，本规范未列入。

1.0.4 本条强调地面供暖工程除符合本规范外，还应符合国家和北京市现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.27 预制沟槽保温板分为不带金属导热层和带金属导热层两种；前者用于地砖、石材面层的热水地面供暖系统；后者保温板上铺设与加热管或加热电缆外径尺寸相同沟槽的金属导热层，用于需均热的木地板面层供暖地面，或用于加热电缆供暖地面、使加热电缆与绝热层不直接接触。

2.0.37 地面供暖用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、电热膜进行通断控制的温控器。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，埋设在供暖地面中；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。采用水路自力式温度控制阀时，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 设计

3.1 一般规定

3.1.1 对地表面平均温度的限制，是为了校核在满足房间所需散热量时，地表面平均温度是否在人体的舒适范围内，地表面平均温度见第 3.4.2 条。

日本资料《床暖房設計・施工マニュアル》推荐的地面温度范围，如图 1 所示。从图中可见，日本地板供暖的舒适推荐范围是地板表面温度 25~31℃，室内温度为 18~23℃的时候。地板表面温度不超过 30℃时，基本不会引起低温烧伤。国际标准 BS EN ISO 11855-1:2015 中，人员长期停留的辐射地板表面温度推荐范围为 19~29℃，供暖时上限为 29℃，供冷时下限为 19℃。非人员经常停留区域地面温度上限为 35℃。

综合考虑我国居民生活习惯和北京市建筑节能水平，本标准参考了现行国标《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB50736-2012 和行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ142-2012 的地表面平均温度规定，对辐射供暖地面的表面温度规定数值进行了调整。

表 3.1.1 中人员长期停留区域指住宅起居室和卧室、办公室等，人员短期停留区域指卫生间、游泳池、门厅等。

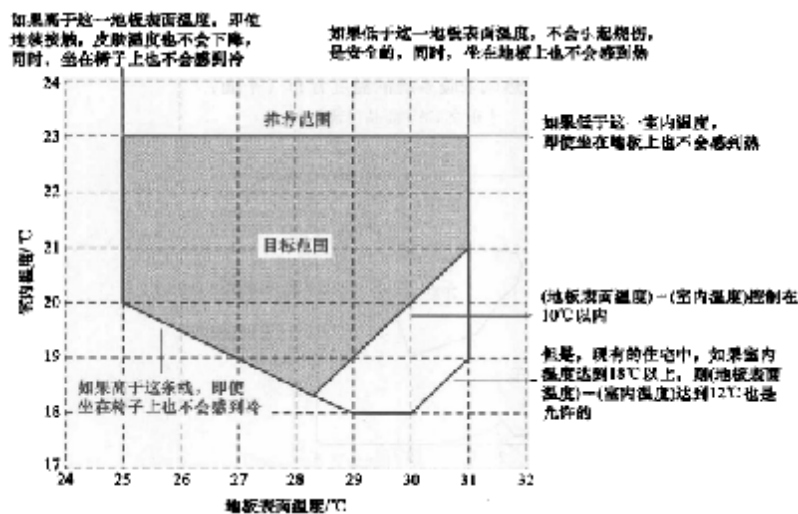


图1 《床暖房設計・施工マニュアル》推荐的地面供暖舒适度范围

3.1.2 限定最大供水温度和供回水温差是考虑以下因素：地面温度的均匀性、室内热舒适感、保持热媒流速以利空气排除，以及塑料管使用寿命等。从舒适和节能的角度考虑，地板供暖供水温度宜采用较低数值，而北京市的建筑节能水平目前已有较大提升，所需供暖负荷更小，所需供水温度也随之降低。因此，将一般民用建筑供水温度推荐由 $40^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ 调整为 $35^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 。

对于供回水温差，常规地板供暖的供回水温差为 10°C ，但随着可再生能源和新能源的推广，各种热泵产品一般供回水温差约为 5°C ，因此，增加了供回水温差不宜小于 5°C 的规定，避免小温差大流量的不节能工况运。

3.1.3 各类热水地板供暖形式及管材、部件的承压不同，为了保证系统安全运行，应根据设备、管道及其附件所能承受的最低工作压力进行竖向分区，确保系统各部分在其允许的压力范围内运行。

3.1.5 无论是在填充层内，还是预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板，生活给水等其他水管和其他电气系统管线不允许也无条件与地面供暖设备在同一构造层内交叉敷设。有填充层或预制沟槽保温板较厚时，其他水管可走在沿墙面不铺设加热部件的位置；当采用混凝土填充式地面供暖时，可将其他水管敷设在绝热层内；如条件不允许，最好将其他管道敷设在顶层顶板下。其他电气系统管线应敷设在混凝土楼板内或绝热层内。装配式建筑设计应保证建筑耐久性和可维护性的要求，给水排水，供暖、通风和空调及电气管线宜采用与建筑结构体分离的设计方式，并满足装配式内装生产建造方式的施工及其管理要求。

3.1.6、3.1.7、3.1.8 分别规范了地面供暖工程应提供的设计文件（包括说明和图纸），设计说明中应提供的设计参数和必要的文字说明，供暖系统和加热部件平面布置图应绘制的内容。

地面供暖设计单位（一般为建筑设计单位）在进行地面供暖设计，但没有确定供暖设备供应商时，设备的一些技术参数无法确定，条文中的一些内容暂时无法完全满足要求，例如加热电缆规格、间距、长度，预制沟槽保温板的沟槽间距，预制轻薄供暖板的规格，成套提供的配电箱电气回路和接口条件等；可在设备确定后进行，或由供应商协助进行深化设计；不得在没有施工图详细设计文件的条件下盲目施工，以免供热设备和供热量与设计不符，达不到设计要求等现象发生。

设计说明中应写明的伸缩缝设置要求详见第5.6.2条。

3.2 地面构造

3.2.1 本条列出供暖地面的基本构造层，不包括金属导热层、EPE垫层、钢丝网等附属层或做法。根据供暖地面的设置位置和采用类型的不同，其中一些构造层（例如绝热层、填充层）不一定都存在；不同类型供暖地面的一些构造层的做法也不尽相同；因此在附录A给出了各类型的典型构造图示。

3.2.2 为减少供暖地面的无效热损失，根据现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736以及行业标准《辐射供暖供冷技术规程》JGJ 142的相关规定，直接与室外空气接触的楼板或与不供暖房间相邻的地板作为供暖辐射地面时，必须设置绝热层。

3.2.3、3.2.4 当采用混凝土填充式供暖地面时，根据试验，如不设置绝热层，房间的温度梯度与设置绝热层时有明显不同，房间上部温度高于人员活动区温度，丧失了地面供暖的舒适度优势；因此即使上、下层相邻房间不分别计量热量或为一个用户，也应铺设绝热层。但上下相邻供暖房间之间的绝热层厚度，比之其他完全是“无效热损失”的情况，规定的绝热层厚度较小。

预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板本身由泡沫塑料绝热材料构成，由于不需设填充层，加热部件上部热阻相对较小，向上的有效散热量比例与混凝土填充式供暖地面相比差距不大，因此如下层

为供暖房间，不需另外设置绝热层；如铺设在与土壤接触的底层地板上，发泡水泥绝热层厚度可比混凝土填充式地面供暖时少 5mm，以免占据室内高度过多。

采用预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板时，在土壤上部不宜采用泡沫塑料板作绝热层，以及直接与室外空气接触的楼板不应在楼板上部做泡沫塑料板绝热层，都是为了避免保温板或供暖板与聚苯乙烯泡沫塑料板铺设在一起而产生相对位移，并为了保护面层不开裂。土壤上部采用发泡水泥容易与保温板或供暖板牢固结合；直接与室外空气接触的楼板在下面做外保温可与外围护结构外保温连为一体（但应另增加厚度）。

表中绝热层厚度为最小厚度，其中模塑型聚苯乙烯泡沫塑料的保温性能不如挤塑型（见第 4.2.2 条），当工程条件允许时，建议再增厚 10mm。采用其他泡沫塑料类绝热层时，可根据其导热系数，按热阻相当的原则确定厚度。考虑发泡水泥和聚苯乙烯泡沫塑料绝热材料供暖地面构造的不同特点，不要求两种类型的绝热层热阻相当。

3.2.5 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，考虑到土壤热阻相对楼板较大，散热量较小，因此没有列入强制性条文中，但一般情况下仍应按第 3.2.3 和 3.2.4 条的规定设置绝热层。

设置防潮层是为了保证绝热层的绝热效果。潮湿房间指卫生间、洗衣间、浴室、游泳馆等，隔离层的具体位置见附录 A。

3.2.6 填充层材料及其厚度应根据采用的绝热层材料和加热部件类型确定。采用发泡水泥绝热层时，因绝热层相对较厚，宜减少上部填充层厚度，因此推荐采用能够做得较薄的水泥砂浆。发泡水泥绝热层和水泥砂浆填充层之间有良好的结合性，即使填充层厚度较薄，也不会产生开裂。

规定绝热层和加热电缆之间应有一定的填充层材料，是为了加强电缆向四周散热，保证供热效果。且加热电缆如供暖地面上部被地毯等遮挡不能向上散热，紧贴电缆的绝热层又阻挡向下散热，会产生电缆局部过热现象，影响加热电缆的寿命。为此将加热电缆的豆石混凝土填充层最小厚度增至 40mm。

无论采用何种填充层，如填充层施工平整度符合铺设木地板的要求，可直接铺设木地板，否则需找平后再铺木地板。豆石混凝土的豆石粒径较大，结合性不好，一般面层为地砖或石材时还需另设与面层粘接的找平层（厚度约 25mm，其中最上为约 5mm 的粘接层）。

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。

3.2.7 加热电缆不得与保温板直接接触的原因见第 3.2.6 条的条文说明。

直接铺设木地板面层时，加热管或加热电缆与木地板之间无水泥砂浆找平层起均热作用，因此应在保温板和加热管或加热电缆之间铺设金属导热层，即采用铺设有金属导热层的保温板。

根据北京建筑工程学院的试验研究结果，加热管或加热电缆上、下的导热层为同样厚度时，不仅在保温板和加热管或加热电缆之间铺设导热层时地面平均温度高，向下热损失比例减少（见图 2 和表 1），因此推荐采用。

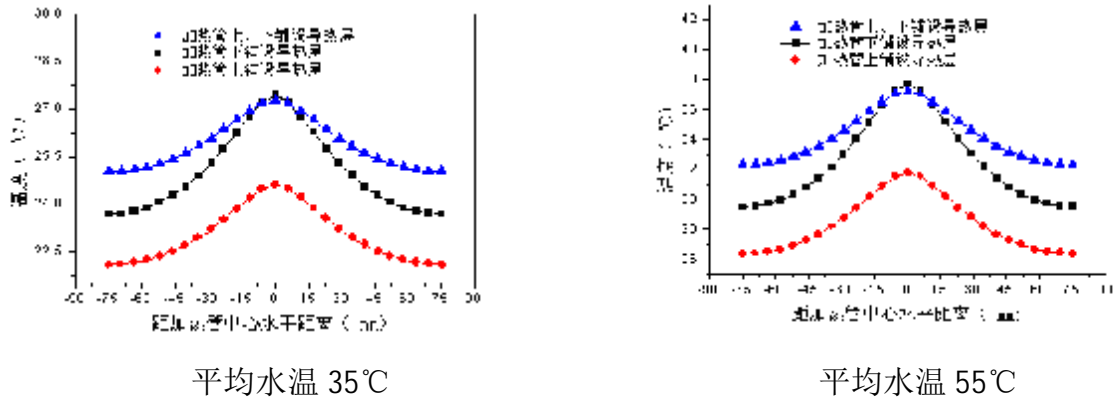


图 2 导热层铺设在不同位置时地面温度分布

表 1 导热层铺设在不同位置时地板表面温度模拟计算结果

导热层 铺设位置	地板表面温度 (°C)							
	平均水温 35°C				平均水温 55°C			
	最高温度	最低温度	最大温差	平均温度	最高温度	最低温度	最大温差	平均温度
加热管下	27.44	23.68	3.76	25.03	37.71	29.53	8.18	32.57
加热管上	24.61	22.10	2.51	23.02	31.81	26.37	5.44	28.36
加热管上下	27.26	25.03	2.23	25.87	37.23	32.35	4.88	34.18

3.2.8 采用预制轻薄供暖板时，因供暖板单位面积散热量较大，一般房间内不满铺即能满足供暖需求，房间内供暖板外的部位需铺设厚度与供暖板相同的填充板，使整个房间地面保持平整一致。填充板还可用于敷设输配管，板上可预开槽，也可在现场开管槽。输配管管外径一般为 12mm，可以完全镶嵌在填充板内，使管上部顶点与板面持平。

采用预制沟槽保温板时，供暖房间内基本为满铺。分水器、集水器与加热房间之间的连接管道经过的走廊等处，一般也铺设预制沟槽保温板，加热管连接部分应敷设其中。

建筑物内其余部位可铺设与供暖板或保温板厚度相同的填充板，也可由土建专业用水泥砂浆找平。

3.2.9 水泥、陶瓷砖和石料面层的热阻约为 $0.02 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ，地板革等塑料类材料热阻约为 $0.075 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ，木地板面层的热阻约为 $0.1 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ ，面层以上铺地毯时热阻约为 $0.15 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$ 。面层材料对地面散热量影响较大，采用热阻小的材料有利于供暖地面散热。

预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板供暖地面的特点是较轻薄、占据室内空间少，可直接铺设木地板，保温板或供暖板、以及木地板面层均为干法施工，方便快捷。如采用瓷砖或石材面层还需增加水泥砂浆找平层等厚度，面层为湿法施工，水泥砂浆对敷设加热电缆的预制沟槽保温板金属导热层和预制轻薄供暖板上的铝箔有腐蚀作用。因此除住宅厨房、卫生间等不宜使用木地板的场合外，均宜采用木地板面层，以避免湿作业。

带龙骨的架空木地板用于地面供暖有以下问题：①加热部件上部空气层热阻大不利于散热；②厚度较大占据空间；③实践证明，加热电缆敷设在架空木地板的空气层中，不利于加热电缆散热，难以满足房间热负荷要求；温度过高时影响电缆寿命，对聚苯板绝热层也有破坏。一些住宅户内不同房间分别采用木地板和地砖面层，常利用架空木地板的龙骨高度进行地面找平；有的在龙骨之间填充混凝土，失去了“架空”地板弹性好的优势；有的在龙骨之间填充绝热层，更不利于向上散热；这些做法都不应提倡，如需要找平，应在土建设计时，在楼板上设置找平的垫层。

采用加热电缆地面供暖时，面层上如铺设厚地毯，热阻过大、需要的电功率很大、地板内温度很高才能满足供暖要求，温度过高不仅影响电缆寿命，还易形成安全隐患。因此，必须铺设地毯的场合不应采用加热电缆地面供暖；如采用加热电缆供暖应在设计文件中提示用户不得铺设地毯。

3.2.10 由于泡沫塑料类绝热层具有一定弹性，在一定范围内受力变形后可以恢复；但受力很大时会出现应力拐点，材料达到破坏极限，压缩变形则不能恢复。供暖地面承载能力与地面构造、绝热材料的特性和抗压强度等因素有关，以下介绍供暖地面承载能力的有关资料：

1、各类型供暖地面的绝热材料比较

供暖地面承压的最薄弱环节为绝热材料的受压变形（泡沫塑料）或被破坏（发泡混凝土和泡沫塑料），根据表 2 可以看出，发泡混凝土绝热材料不被破坏的抗压强度高于泡沫塑料压缩强度。

表 2 各类型供暖地面的绝热材料比较

供暖地面 绝热类型	混凝土填充式绝热层				预制沟槽 保温板	预制轻薄供暖板 保温基板
	聚苯乙烯 泡沫塑料	发泡混凝土				
密度 (kg/m ³)	20	350	400	450	30	35
最小压缩强度或抗 压强度(kPa)	100	500	600	700	150	200
注：1 泡沫塑料材料的密度为表观密度，发泡混凝土密度为 28 天干体积密度。 2 聚苯乙烯泡沫塑料最小压缩强度为模塑型数据，剂塑型高于模塑型。 3 泡沫塑料的压缩强度是按 GB/T8818 标准要求的试件尺寸和试验条件下相对形变为 10%的数据，发泡混凝土为不被破坏的抗压强度，两者没有绝对的可比性，均仅作为对比参考。						

以下按聚苯在地面荷载的作用下压缩量不超过 1mm 作为目标（远小于 GB/T8818 标准对聚苯压缩强度相对形变不超过 10%的要求）进行了以下一些荷载试验。

2、预制沟槽保温板供暖地面均匀荷载试验

本规范编制过程中，分别对木地板面层和瓷砖面层两种预制沟槽保温板供暖地面的试件进行了均匀荷载试验。试件构造同图 A.2.1 和 A.2.4 的非潮湿房间，保温板为 25mm 厚模塑型聚苯乙烯泡沫塑料，试件平面尺寸为 600mm×600mm，每种试件 3 个。试验时上设刚性承压板，每次在承压板上加载 40kg（111.1 kg/m²）砝码，静止 30min 后记录试件变形量，共加载 400 kg（1111.1 kg/m²），得出两种试件 3 次试验的平均荷载曲线如图 3。

从图 3 可以看出：木地板面层试件变形量远大于瓷砖面层试件，是因为直接铺设的木地板面层与保温板之间存在缝隙，且木地板本身也有一定的压缩变形，变形量包括缝隙、木地板和保温板的压缩量；瓷砖面层及铺设了钢丝网的 30mm 厚水泥砂浆基本为不变形的刚性构造层，且与保温板紧密结合基本无缝隙，因此相对准确地反映了保温板的压缩量。在约 11kN/m²（kPa）的均匀荷载下，木地板面层试件的变形量不到 1mm，其中保温板变形约为 0.16mm（不到 25mm 厚保温板的 1%），可满足一般民用建筑的荷载要求。

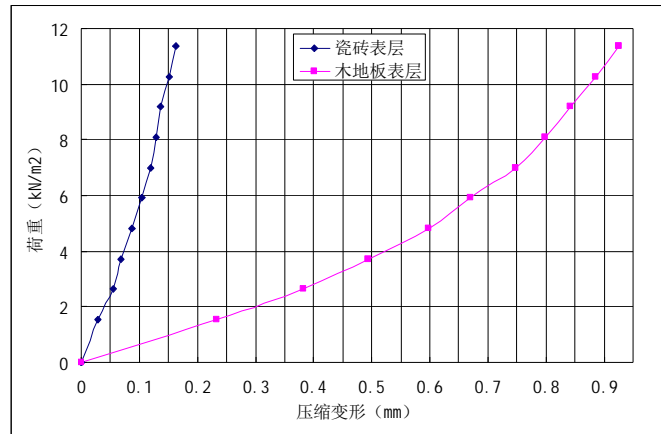


图 3 预制沟槽保温板供暖地面均匀荷载试验结果

3、地面的实际使用过程中，不可能都是满铺于地面的均匀荷载；实际均为作用于地面的局部荷载，通过地面面层、粘接层、填充层和钢丝网等的均压作用，对保温材料形成较均匀的荷载。根据日本资料，居住建筑中常见较大的局部荷载情况和对地面供暖产品的承载力要求如表 3，各类型供暖地面均应满足表中的承载力要求。

表 3 居住建筑中常见的地面局部荷载

荷载类型和名称		重量 (kg)	支脚尺寸及个数	荷载 (kPa)	地面供暖产品的承载力要求 (kPa)
长期荷载	一架钢琴	260	$\phi 80\text{mm} \times 4$	130	≥ 200
	一个书架 (包括书)	200	---	100	
短期荷载	坐在椅子上的一个人	90 (一个人)	$20\text{mm} \times 20\text{mm} \times 4$	560	≥ 800
	一套椅子和一张桌子	250 (三个人)	---	100	
	一个站立的人	65	42cm^2	150	

4、预制轻薄供暖板局部荷载承载力试验

国家标准《预制轻薄型热水辐射供暖板》在编制过程中对聚苯密度不同的几种产品的试件，按表 3 中的居住建筑对地面供暖产品的承载力要求，进行了局部荷载试验（不包括反复瞬时冲击力试验）。采用的压头为 $\Phi 40\text{mm}$ 圆柱体，短期荷载的试验速度为 $1.5\text{mm}/\text{min}$ ，长期荷载试验约 1000h。为消除供暖板和木地板面层材料之间的间隙，先加载预负荷 50N，1 分钟后将形变位移定为零点重新开始施压。试验结果见表 4 和图 4。由于时间限制，没有进行瓷砖面层的长期荷载试验；但通过短期荷载试验可知承载能力瓷砖面层优于木地板面层。从图 4 还可以看出，在约 600 小时之后，试件趋于稳定，不再继续变形。

表 4 预制轻薄供暖板局部荷载满足住宅承载力要求时的变形量

荷载类型		短期荷载		长期荷载	
加载力 (kPa)		800		200	
试验试件的类型		木地板面层	瓷砖面层	木地板面层	瓷砖面层
不同生产厂提供的试件平均变形量 (mm)	密度 35kg/m ³	0.65~0.99	0.5	/	/
	密度 40kg/m ³	<0.5	/	0.38	/

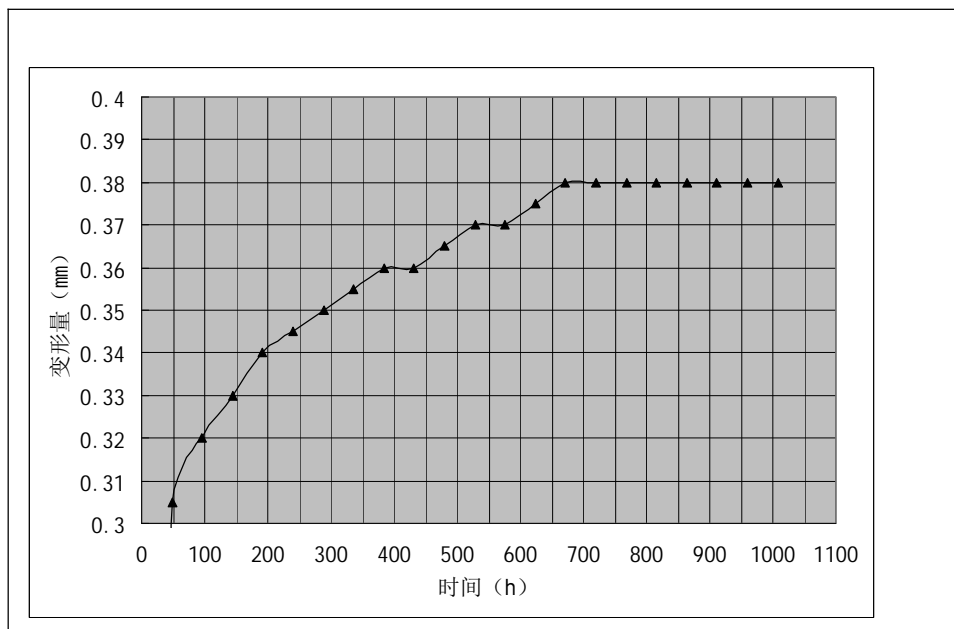


图 4 预制轻薄供暖板长期局部荷载试验结果

5、预制沟槽保温板供暖地面局部荷载试验

参照上述预制轻薄供暖板的试验方法，对某生产厂提供的木地板面层供暖地面的试件（聚苯密度为 30kg/m³）进行了短期荷载试验。试验结果见表 5 和图 5，由于聚苯板密度较小、厚度较大，同样面积的试件变形量接近聚苯密度为 35kg/m³的预制轻薄供暖板供暖地面的上限值，比 40kg/m³的预制轻薄供暖板供暖地面的变形量约大一倍，但都不超过 1mm。根据分析和上述预制轻薄供暖板的试验结果，瓷砖面层的变形量应小于木地板面层。

由于时间等原因，没有进行长期荷载试验和瓷砖面层试验。但根据短期荷载试验结果推测，变形量比密度为 40kg/m³的预制轻薄供暖板供暖地面大一倍，也没有超过 1mm。

表 5 预制沟槽保温板试件局部荷载满足住宅承载力要求时的变形量

荷载类型	承载力 (kPa)	试验试件的类型	试件变形量 (mm)
短期荷载	800	木地板面层	0.9

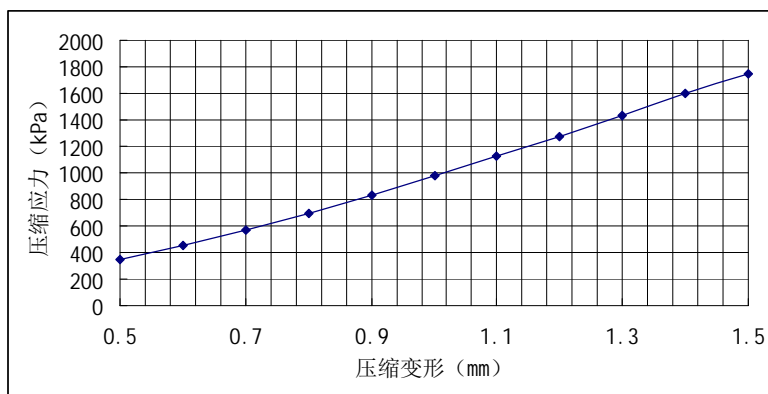


图5 预制沟槽保温板供暖地面试件短期局部荷载试验结果

6、结论

供暖地面变形的最薄弱环节为绝热材料，使其发生变形的荷载为地面的局部荷载。绝热材料上如铺设钢丝网的找平层、填充层，将起到保护绝热层、均匀压力的作用；因此不同构造供暖地面的承载能力可定性的大致如下排列：混凝土填充式优于预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板，发泡混凝土绝热层优于泡沫塑料绝热层，密度较高的预制轻薄供暖板优于预制沟槽保温板；预制型采用瓷砖面层优于木地板面层。

即使是最易发生变形的供暖地面构造形式，用于一般民用建筑均可满足要求，但当用于荷载很大的场合时，可选择采用密度较高的聚苯材料或承载能力较高的构造形式，必要时应进行试验确定是否需要进行加固，但应注意材料、加固层对供暖地面散热量的影响。

3.3 房间热负荷计算

3.3.2、3.3.3 根据《民用建筑供暖通风及空气调节设计规范》GB50736 调整。

根据国内外资料和工程实测，地面供暖用于全面采暖时，在相同热舒适条件下的室内温度可比散热器采暖室内温度低 2~3℃，本规范取 2℃。但第 3.3.2 条不适用于地面供暖仅用于值班供暖等非主体供暖的情况。

局部供暖时，还要乘以表 3.3.3 的计算系数。表中没有的数据可采用内插法确定。

3.3.4 此条是为了在进深较大的房间铺设加热部件时，能够满足较大热负荷的外区设计温度，并避免负荷较小的内区过热，确保室温均匀。例如：进深和面积很大的公共建筑门厅、中庭等，距外墙 6m 之外的内区如无外围护结构，加热部件应布置在外区；住宅内通户门的大起居室，距外墙超过 6m 的部分无围护结构传热负荷，但有户门开启负荷，宜分别加以计算，并分别布置加热部件。

3.3.5 铺设加热部件的地面，不存在室内空气通过地面向外的传热负荷，因此房间外围护结构热负荷不包括铺设加热部件部分地面的传热热负荷。供暖地面向下的热损失应计算在热媒供应量或加热电缆供电功率中，见第 3.4.3 条。

3.3.6 以前有关地面供暖的规定认为可不计算房间热负荷的高度附加。但实际工程的高大空间，尤其是间歇供暖时，常存在房间升温时间过长甚至供热量不足问题。原因之一与不计算高度附加有关：①地面供暖向房间散热有将近一半仍依靠对流形式，房间高度方向也存在一些温度梯度；②同样面积时，高大空间外墙等外围护结构比一般房间多，“蓄冷量”较大，供暖初期升温相对需热量较多。因此本规范要求高度附加率按一般散热器供暖计算值的约 50%取值；其中基本耗热量为围护结构的

传热量，附加耗热量包括朝向修正、风力附加和外门开启附加，详见国家标准《采暖通风及空气调节设计规范》GB50019。

3.3.7 对分户独立进行供暖能耗计量的住宅的房间热负荷进行附加，是为了确定加热部件的铺设数量，保证用户最不利情况时的需求，与实际运行能耗无关。

附加热负荷包括两部分：户间传热量和间歇供暖附加热量。这两部分附加热量不一定都同时存在，但计算公式考虑了最不利情况，即房间因间歇供暖需迅速升温、升温过程中与不供暖的邻户存在温差传热的情况。

对于所有房间同时进行间歇供暖的公共建筑，可仅进行间歇供暖修正，没有邻室传热附加。

条文中附加值是按如下原则确定的：

1、因室温差异而形成的户间传热附加负荷的数值，是在以下计算条件下，对不同建筑和供暖类型，采用动态负荷模拟计算方法进行室内外传热计算后的统计和分析结果：

1) 假设本户供暖，邻户不供暖，次邻户供暖；并采用以下邻户不供暖发生概率：邻户数量为 4 时取 50%，邻户数量为 3 时取 67%，邻户数量为 2 时取 100%。

2) 对北京城区整个供暖季进行逐时负荷计算，采用最冷日逐时计算结果的平均值。

上述计算结果表明，户间传热量的大小确实与户内使用面积存在着近似的比例关系。且户间传热量按单位面积平均值进行计算，是将通过户间楼板和隔墙的传热量按房间面积均分到户内各房间，可避免邻户正常供暖时个别房间过热；当存在户间传热时，考虑到一户内各房间可通过敞开的门达到温度均衡，对于住宅各房间的实际温度影响不大。

建筑围护结构热工特性达到节能幅度 50% 的要求时，户间传热负荷计算结果约为 $10\text{W}/\text{m}^2$ ；达到节能 65% 的要求时，计算结果约为 $7\text{W}/\text{m}^2$ ；执行 75% 的节能标准时，户间传热负荷附加计算值为 $5\text{W}/\text{m}^2$ ；执行即将实施的 80% 以上的居住建筑节能设计标准时，户间传热负荷附加计算结果为 $3.5\text{W}/\text{m}^2$ 。

2、间歇供暖热负荷修正是一个较复杂的问题，表 3.3.7 修正系数 α 的取值原则为：

1) 考虑到分户热计量的因素，户内有可能在无人时降低室温、或进行间歇供暖，至少附加 10%。

2) 混凝土填充式供暖地面热容量大，采用间歇供暖较困难，但实行完全分户收费的分户独立燃油燃气供暖炉热水供暖或加热电缆供暖时，适当考虑用户为节省燃气或电力费用的间歇供暖习惯，附加值适当增大至 20~30%。

3) 预制沟槽保温板和预制轻薄供暖板热容量小，较易间歇供暖，根据日本经验附加范围可在 10%~50%，20%~30% 的附加为最佳。设计人可根据建筑物外围护结构的情况、热源情况和供暖方式的不同选取。一般可采用 20%~30%，最容易长时间停暖的独立热源或电热系统可采用 40~50%。

3.4 地面散热量和系统供热量计算

3.4.1 单位地面面积所需散热量 q_1 ，仅为用于计算热水系统供热量、加热管敷设间距和供暖板铺设面积的必要数据。加热电缆的计算见第 3.8.1 条。

家具和其他地面覆盖物的遮挡对地面散热量影响很大，应予以考虑。地面遮挡因素随机性很大，情况非常复杂，设计人员可根据具体情况进行附加（例如住宅的一般规律是越大型家具密度越小，

有腿家具比无腿家具遮挡小)。

计算公式中地面面积 F_r 取值必须是房间内能够铺设加热部件的较准确的面积, 否则会使 q_1 的计算结果偏小, 实际铺设的加热部件偏少不满足热负荷要求。

3.4.2 校核地表面平均温度的近似公式, 是由 ASHRAE 手册 (2000 年版) 提供的计算方法获得的计算数据经回归得到的, 主要反映不同室温时为满足房间所需散热量, 地面需要达到的大致整体平均温度, 不能作为第 3.4.4 条计算供暖地面散热量时的 t_{pj} 使用。公式 (3.4.2) 仅适用于全面地面供暖房间, 不适用于局部地面供暖的情况。计算公式中地面面积 F_d 可大致取房间面积, 但卫生间浴缸等固定设备如占据面积较大, 不应计算在内。

进行间歇修正的房间热负荷仅在房间升温时的短时间达到, 因此校核地面平均温度时应采用稳定的房间热负荷, 即取 $\alpha = 1.0$ 。

3.4.3 对于采用地面供暖但相邻上下层都不是地面供暖的房间 (例如公共建筑的门厅), 以及住宅建筑顶层房间, 系统对房间的供热量应为地面向上的有效散热量 Q_1 和向下的散热损失 Q_2 两部分叠加。

对于各层都采用地面供暖的住宅建筑的首层和中间层, 既接受来自上层的散热损失 Q'_2 , 又有向下层的散热损失 Q_2 , 可认为 $Q'_2 \approx Q_2$, 因此系统对每层房间的供热量可与按 3.3 节计算出的房间热负荷 Q 近似取相同值。

3.4.4 供暖地面单位面积向上的有效散热量和通过楼板向下层房间的散热损失计算公式来源于美国 ASHRAE 手册 (2000 年版)。求解散热量的计算过程中, 还需要反映加热管内热水平均温度和地面构造做法的地板内部传热公式, 与条文中各公式组成复杂的联立方程, 才能得出供暖地面的上表面或下表面的平均温度和各部分散热量, 见第 3.4.5、3.4.6 条的条文说明。

3.4.5、3.4.6 规定了现场铺设加热管的热热水供暖地面的有效散热量和散热损失的计算要求。

对于混凝土填充式热水供暖地面的有效散热量和散热损失, 推荐采用 ASHRAE 手册 (2000 年版) 提供的计算方法, 包括供暖地面的上表面和下表面散热量计算公式 (见第 3.4.4 条) 和供暖地面内部传热计算公式 (略)。

预制沟槽保温板供暖地面与混凝土填充式供暖地面的构造不同, 供暖地面内部传热规律也不尽相同。各生产企业的保温板因采用的材料、厚度及其铺设的导热层厚度不同等各种因素, 散热量也不相同; 因此应按各产品样本提供的试验数据确定有效散热量和散热损失。附录 C 的有效散热量和散热损失数据是根据北京建筑工程学院的试验研究成果, 结合 3.4.4 的供暖地面表面散热量计算公式, 采用有限单元法, 应用 ANSYS 软件数值模拟的计算结果得出的, 在计算条件相同或类似的情况下可以使用。

附录 B.1 和 B.2 分别列出了采用混凝土填充式热水供暖地面时, 聚苯乙烯塑料板绝热层和发泡水泥绝热层上敷设 PE-X 管、PB 管, 以及铜管采用聚苯乙烯塑料板绝热层时的计算数据。附录 C.1 和 C.2 分别为采用预制沟槽保温板供暖地面时 PE-X 管和 PB 管的计算数据。铝塑复合管和 PE-RT 管可参照 PE-X 管的数据。

附录中 PE-X 管导热系数取值为 $0.38W/(m \cdot K)$, PB 管导热系数取值为 $0.23W/(m \cdot K)$, 铜管导热系数取值为 $386W/(m \cdot K)$ 。当所选用的管材导热系数与计算条件不符时 (例如韩国的爱康 PB 管导热系数为 $0.384W/(m \cdot K)$), 需根据加热管实际导热系数选用附录中相近导热系数管材的计算表。

附录 B、C 给出的数据均为供暖地面与供暖房间相邻时的计算结果, 不包括与土壤接触、与不采

暖房间或与室外空气相邻的情况。

3.4.7 预制轻薄供暖板在特定工况下，有效散热量可以表达为一个关于过剩温度的具有特征指数的幂函数，类似散热器的标准特征公式，且产品散热量通常在面层为木地板的工况下检测。设计时，可根据公示按照设计工况进行计算，并根据不同面层和保温层构造进行修正。

3.4.8 与低温邻室的户间传热虽然增加了每户的最大需热量，但对于供热系统整体，并未增加热量，甚至在一些用户降低室温要求时，还可节省总供热量，因此对于系统供热量不应计算户间传热量。建筑物中所有用户不会同时开始加热，因此计算建筑物的总负荷时附加百分比应小于每户的取值，取 10%基本可满足要求。

3.5 热水系统设计

3.5.1 为了提高能源效率、保证供暖系统运行安全和设备使用寿命，提出对供暖系统的水质及其保证措施的要求。

集中供暖系统水质保证措施包括热源和热力站的水质处理、楼栋采暖入口和分户系统入口设置过滤设备、采用塑料管材时对管材的阻气要求、供暖期间对集中供热系统进行满水保养等。可按北京市地方标准《供热采暖系统水质及防腐技术规程》DBJ01-619 以及国标《采暖空调系统水质》GB/T 29044 的要求进行设计。采用自来水进行补水的户式燃气供暖炉的漏水和补水量很小，不做特殊要求。

预制轻薄供暖板内加热管很细，为了使系统排气比较彻底，限制微生物的产生，因此不论是否集中供暖和系统中是否安装了过滤器、排气阀，均要求再安装脱气除污器，其功能详见第 4.4.12 条的条文说明。当预制轻薄供暖板为独立的供暖系统时，脱气除污器可设置在供暖系统总管上；当供暖系统中仅局部采用预制轻薄供暖板时，脱气除污器应设置在预制轻薄供暖板系统的一次分水器供水管上。

3.5.2 采用换热器间接供暖，可满足用户在热媒温度、压力或资用压差等参数的不同需求；采用混水装置可满足用户对热媒温度、资用压差的不同要求。

地面供暖的水温差比一般热源系统的水温差小，故所需流量较大。为了节约水泵的输送能耗，应尽量采用热源系统的大温差输热，因此宜将换热器或混水装置放在终端用户附近。根据建筑情况，可一个楼内系统设一套换热器或混水装置，也可每户设一个换热器或混水装置。

3.5.3 本条是对住宅地面供暖系统形式和共用立管的设计要求。

采用共用立管的分户独立系统形式时，一般住宅一户为一个户内系统，配置一套一次分水器、集水器，当立管连接的各户面积和负荷相差较大时，可为大户型（例如跃层住宅）设置一个以上的户内系统，配置一套以上一次分水器、集水器。

限制共用立管每层连接的户内系统数量，是为了管井内分户阀门、计量（分摊）设备等的设置和管理。共用立管连接的户内系统总数过多时，不利于户间流量的合理分配，限制不多于 40 个，是大体上按照十八层住宅每一对立管每层连接两个户内系统、十二层住宅每一对立管每层连接三个户内系统确定的，经多年设计实践基本适当。

接向户内系统的供、回管上设置具有关断功能的阀门，是物业管理和检修的需要。当难以实现“同一对立管连接负荷相近的户内系统”时，面积较小套型的分户热表和户内系统的阻力会较小，

阀门的调节功能可适应水力平衡的要求，因此推荐具有具备开度显示、压差和流量测量、调节线性和限定开度等功能的静态平衡阀。

共用立管和可关断和调节的阀门设置在户外，符合《住宅设计规范》关于公共功能管道的设置要求和物业管理需要。

每户一次分水器、集水器等入口装置仅为本户使用，维修时可以入户，且可方便居民自己设定户内水系统水温和室内温度。

3.5.4 北京地区独立热源一般常采用户式燃气供暖炉，其配套的水泵一般不是为地面供暖系统设计的，应与供暖炉厂家协调水泵等的性能要求。独立式住宅可能采用地源热泵作热源，设计人根据户内系统的要求自行选择水泵等设备；其他独立热源系统，也由设计人自行选择水泵设备；均应满足地面供暖热水加热部件的承压要求。

3.5.5 各路供回水管的长度尽量接近是为了有利于各环路的水力平衡。一般规模住宅中，实践证明现场敷设的加热管控制在 120m 以内是适宜的；预制轻薄供暖板的输配管总长度在 50m 时也已足够。

各环路长度差距较大时，原则上应通过阻力计算采用不同的管径。估算时可参考德国技术资料《Guidelines for Design and installation of hydronic Heating systems》推荐的不同管径时的限制长度：1/2 英寸管 75m，5/8 英寸管 120m，3/4 英寸管 150m。

热水地面供暖系统的加热管或供暖板阻力较大，一般应采用并联方式，串联方式只适用于 2 个较小房间（如两间卫生间）之间，使系统阻力不会过大且宜平衡，并减少了一次分水器的分支环路。

分别为每个主要房间配置独立的环路（包括一个大房间按区域配置两个及以上独立环路），是为了便于分室或分区域控制。

3.5.6 同第 3.4.5、3.4.6、3.4.7 条的条文说明

3.5.7 加热管最小弯曲半径有一定的限值（塑料管和铝塑复合管不宜小于 6 倍管外径），例如采用外径 20mm 塑料管，平行型布管方式的 180° 拐弯的最小管间距为 240mm。当根据热工特性计算出的管间距小于此数值时，就不应采用平行型布管方式，可采用回折型布管。

在满足地表面平均温度最高限值的前提下，水温高时，所需管间距越大；但管间距越小，地面温度越均匀；混凝土填充式的填充层对地表面温度均匀有利，预制沟槽保温板供暖地面温度均匀性稍差；住宅等场所对地表面温度均匀的要求稍高，公共大厅等场所要求相对不高。本规范对加热管最大间距没有做明确限制，设计时应根据上述因素确定，但附录 B 和附录 C 仅分别给出不大于 500mm 和 300mm 间距的计算数据，一般情况下不应超过。

3.5.8 根据国家现行管材标准生产的合格产品，原则上都可以用作加热管，但应根据工程具体情况正确选用，主要考虑以下因素：

工程中常用的塑料加热管材为聚丁烯（PB）管、交联聚乙烯（PE-X）管、耐热聚乙烯（PE-RT）管。塑料管材承受内液压，其蠕变特性与强度（管内壁承受的最大应力，即环应力）、时间（使用寿命）和工作温度密切相关。因此，为保证管道的使用寿命，热水地面供暖系统的热媒温度和系统工作压力不应过高。

内壁为交联聚乙烯的铝塑复合管比内壁为聚乙烯的铝塑复合管更适用于热水，且根据长期工作温度，允许工作压力也不相同。

铜管也是一种适用于热水地面供暖系统的加热管材，其具有导热系数高、阻氧性能好、承压能

力高、易于弯曲且符合绿色环保要求等特点，但价格相对较高。

3.5.9 加热管和输配管的敷设是无坡度的，因此管内流速不宜小于 0.25m/s，以保证空气能够被水流带走并在集水器处排除。住宅卫生间等一些流量较小的支环路，如不满足流速要求，可将 2 个房间串联以加大流量，或选择较小直径的管道。

3.5.10 预制轻薄供暖板内加热管一般为交联聚乙烯（PE-X）管、耐热聚乙烯（PE-RT）管和聚丁烯（PB）管。输配管管径和厚度一般为 $dn12 \times 1.5$ 。

3.6 热水系统一次分水器、集水器及附件的选用和设计

3.6.1 限制分支环路数量主要是避免成品分水器、集水器内流量和流速不过大，以利于各支路水量的分配控制及空气的排除。

3.6.2 本条规定了分水器、集水器应安装的阀门和附件，采用不同系统安装位置也不尽相同。附录 E 为供暖系统的参考图示，以热计量装置设在供水管、分水器设在集水器之上为例；主要是考虑到地面供暖水温较低，热计量装置设在供水管对设备使用工况影响不大，且热计量装置等在上部有足够的安装空间；也可将分水器设在集水器之下、热量计量装置设在回水管，优点是利于空气排除、热计量装置工作水温更低。

成品分水器、集水器主体一般配带或可选配泄水阀、排气阀和进出口总管的关断阀等。当总管上设置过滤器、热计量装置、自动调节阀时，还应在这些附件的前端再设一个关断阀，供清洗过滤器和维修热计量（分配）装置和温控阀时关闭用。为利于供暖系统的水力平衡调节，总管的关断阀之一可选配为具有关断和调节功能的静态平衡阀。对于住宅，与共用立管相连接、满足物业管理需要的进出口总管的关断、调节阀的位置见第 3.5.3 条的要求。

设置过滤器是为了防止杂质堵塞流量计、自动调节阀和加热管。

3.6.3 设置旁通管是为了在楼内供热管路系统冲洗时，保证水不流进户内系统管道，旁通管上需设置供暖运行时关闭的阀门。

混水系统设置的混水泵与系统总循环泵为直接串联的二级泵系统，设置平衡管是为了使两级水泵的水量平衡。以附录 E.3 的图示为例：以平衡管两端为界，混水泵负担负荷侧（分集水器及加热管）阻力，系统总循环泵负担热源侧阻力，当因系统存在不平衡等因素时，热源侧流量大于混水泵流量时，多余流量通过平衡管流回，否则反之。平衡管保证了负荷侧的流量恒定，也保证了通过控制阀门开度调节分水器进口水温的准确性。当楼内供热管路系统需要冲洗时，可关闭负荷侧供回水阀门，平衡管作为旁通管使用。

3.7 热水系统管道水力计算

3.7.1~3.7.5 管道压力损失计算方法中，塑料管材和铝塑复合管的摩擦阻力系数的计算公式，以及附录 H 中常用局部阻力系数，来源于俄罗斯 1999 年出版的设计与施工规范《采用铝塑复合管供暖系统的设计与安装》，是专门针对铝塑复合管制定的，其他塑料管可参照使用。

附录 H 中塑料管和铝塑复合管、铜管水力计算表是分别根据第 3.7.1~3.7.3 条中的相应公式计算得出的。铜管的局部阻力系数也可参照附录 H 取值。

3.7.6 产品样本给出的预制轻薄供暖板（包括二次分水器 and 供暖板内加热管）的压力损失，均为根据实测数据整理而得。

3.7.7 对于现场敷设加热管系统，总压力损失包括总进出水管道及其阀门等管件、分集水器（由产品技术资料提供）、分支加热管及其阀门的阻力。条文中总压力损失（不包括热量表和自动调节阀的局部阻力）的上限值，主要是考虑集中供暖系统的水力平衡，以及分户燃气炉的循环泵的机外余压；30kPa 仅为推荐数值。

对于预制轻薄供暖板系统，总压力损失包括总进出水管道及其阀门等管件、一次分集水器、分支输配管及其阀门、供暖板的阻力。产品标准规定的供暖板阻力限值为 30kPa，阻力较大，且输配管的管径只有一种规格，因此对其系统最高阻力不做限定。

如采用分户燃气炉，当超过循环泵机外余压时均应采取其他措施。

3.8 加热电缆系统设计

3.8.1 原条文规定的加热电缆的线功率不宜大于 17W/m，是在电压 220V，铺设间距 50 mm 的情况下得出的。是为了加热电缆在较为极限的工况下，满足设计负荷的同时，确保外护套表面温度不超过 65℃，以保证电缆使用寿命。一般工程中，发热电缆间距通常不小于 100mm，故将限值调整至 20W/m。而加热电缆敷设在架空木地板的空气层中，因不利于加热电缆散热，可能导致温度过高影响安全，所以将发热电缆线功率密度限值在 10W/m 以下。

3.8.2 加热电缆表面最高温度高于热水地面供暖的加热管温度，因此限制其最大间距，以保证地面温度的均匀性。限制最小间距是考虑电缆的弯曲能力及避免两根电缆接触。

限制与外墙最小间距是为了避免电缆与外墙的垂直保温膨胀带直接接触，影响电缆散热。加热电缆与内墙面的间距不应过小，主要是考虑无腿立柜等靠墙家具对电缆的遮挡不应过多；但为保持房间地表面温度的均匀性，避免在电缆长度已经确定的情况下与设计计算出的敷设间距相差过大，距内墙距离也不应过大；因此推荐采用 200mm~300mm。

3.8.3 加热电缆的选型计算

1、公式（3.8.3-1）、（3.8.3-2）反映了在总安装功率确定条件下，加热电缆布线间距和线功率的关系。选用线功率大的加热电缆，布线间距可较大，加热电缆长度较小，否则反之。设计人可根据需要选择不同的组合，但加热电缆的长度和线功率均有一定的规格，应按产品要求选取，并宜符合本节第 3.8.1 和 3.8.2 条的限制要求。当采用超过第 3.8.1 条推荐的最大线功率较多，但铺设间距仍然小于第 3.8.2 条规定的最小间距时，说明房间热负荷过大或铺设面积过小，应调整设计。

2、表 3.8.3 提供的数据，是将加热电缆供暖地面内部复杂的三维导热，近似简化为按加热电缆供暖地面上部和下部热阻的比例作为内部导热量的近似比例，并结合地板表面向上和向下的对流和辐射散热计算公式，采用有限单元法，应用 ANSYS 软件，按铺设间距 100mm，线功率为 10W/m 的条件进行数值模拟计算的结果。随着电缆线功率的增加，热损失比例将减少，因此 10 W/m 的计算条件为最不利情况。

对于混凝土填充式，由于加热电缆设于混凝土填充层之间，可以将填充层视为均匀的发热整体板，上述简化与实际较为接近。

预制沟槽保温板式，由于上述简化已考虑最不利条件，计算结果也偏安全。

表 3.8.3 中面层材料的热阻 R ($\text{m}^2 \cdot \text{K}/\text{W}$) 取值如下：找平层 0.032、石材 0.02、塑料地板革 0.075、复合木地板 0.1。当采用其他材料面层时，可自行计算面层热阻，参考相近的面层总热阻数值近似取值。

3.8.4 加热电缆地面供暖系统，应充分发挥电热容易控制的特点，根据需要各房间单独控制需求不同的室温或单独手动通断供暖回路，可提高舒适度，并利于节能。因此每个房间宜独立设置加热电缆回路，提供各房间独立控制的条件；但每根加热电缆的规格有一定限制，且最大功率不宜超过所选温控器的最大额定工作电流，所以热负荷较大房间根据需要可分设成两根或多根独立回路。

3.8.5 加热电缆由于各段线功率比较恒定，不必象热水系统那样考虑高温段尽量布置在热负荷较大区域，布置较灵活；加热电缆较细，平行型布置间距一般可满足弯曲半径要求，因此也无需采用回转式布置。

加热电缆有单导线和双导线形式，单导线安装时加热电缆必须形成回路，两端与电源连接；双导线产品本身自成回路，只需一端连接电源，操作方便灵活。

3.9 电热膜系统设计

3.9.1 本条引用自行业标准《低温辐射电热膜供暖系统应用技术规程》JGJ319。也是为了避免电热膜温度过高影响安全。

3.9.3 所需电热膜数量计算结果为小数时，取整数部分加 1 确定铺设数量。

3.9.4 电热膜发热区范围内相互搭接，会使电热膜运行出现过热的现象，影响安全运行。

3.10 热计量和室温控制

3.10.1 本条对热水供暖系统的分户热计量和温控做出规定。加热电缆地面供暖的电能已经实现分户计量，电气设计具体做法见第 3.10.1 条的要求。

现行国家标准《民用建筑供暖通风与空气调节设计规范》GB 50736、北京市地方标准《供热计量设计技术规程》DB11/1066 对供热计量和建筑室内温控装置的设置都提出了具体要求。集中供热系统的热量结算点必须安装热量表，住宅分户热计量应采用以楼栋为热量结算点每户热分摊的方法。

3.10.2 热水地面供暖系统的室温控制要求

1 现有的地面供暖工程出现了大量过热的现象，既不舒适又浪费了能源；且由于房间热负荷计算时附加系数比较大，导致加热部件在非最不利条件下相对铺设过多，在房间升温后的稳定运行阶段会出现过热，此时需要温度控制装置进行自动调节，以满足使用要求。因此，除本条 2 款、3 款的情况外，本规范要求热水地面供暖系统室内温度应能自动调控。

2 也有将温度传感器设在回水处感知回水温度间接控制室温的做法，控制系统比较简单；但地面被遮盖等情况也会使回水温度升高，因此回水温度不能直接和正确反映室温，会形成室温较高的假象，室温控制相对不准确；因此除特殊情况外（例如潮湿房间），推荐将温度控制器设在被控温的房间或区域内，并强调加热部件的布置和温控器设置位置要对应。

3 设有空调供热系统的公共建筑入口大堂、有外围护结构的游泳池等，冬季热负荷很大，热水供暖地面只能作为房间或区域供暖的补充，另有空调供热系统等控制室温；夜间空调系统停止运行

时，供暖地面可作为值班供暖。值班供暖的设计温度一般较低，即使不设置温控，室温也不会过高，因此可不设自动温控。

4 相关电气标准按电击危险程度对潮湿场所进行了区域划分，在不同的区域，对电气设备的防护等级有不同的要求。因此温控器布置时，不仅考虑室温的代表位置，还应同时满足相关电气规范要求。当房间过小，不能满足该区域电气设备安装的要求时，热水地面供暖系统可采用自力式温控器，或采用回水温度控制方式。淋浴间、住宅卫生间等潮湿场所相对于其他供暖房间较少，游泳池地面供暖仅为辅助供暖，即使不设室温控制装置对使用和节能也影响不大，且设置温控器较困难，因此不做强制性要求。

3.10.3 采用用户或区域总体控制，系统比较简单，造价较低，可以基本满足节能和舒适要求；采用分室分环路控制需要远传，系统相对复杂，价格较高，各房间要求设定不同温度时采用。

3.10.4 热水地面供暖自动调节阀的选择设置举例：

电执阀是依靠驱动器内被电加热的温包膨胀产生的推力推动阀杆关闭流道，信号来源于室内温控器。电执阀相对于空调系统风机盘管常采用的电动阀，其流通能力更适合于小流量的地面供暖系统使用，且具有噪声小、体积小、耗电量小、使用寿命长、设置较方便等优点，因此在以住宅为主的地面供暖系统中推荐使用，分环路控制和总体控制都可以使用。大系统总体控制时可采用电动阀。

分环路控制且拟采用内置温包型自力式温度控制阀时，可将各环路加热管在房间内从地面引高至墙面一定高度安装温控阀，安装温控阀的局部高点处应有排气装置，温控阀、排气装置均暗埋在墙面内的盒内。这种做法管道需在房间墙面内暗埋，一般不常采用。

对需要温度信号远传的调节阀，也可以采用远程调控式自力式温度控制阀，但由于分环路控制时需要的硬质远传管道较长难以实现，一般仅在区域总体控制时使用，将温控器设在分水器、集水器附近的室内墙面。

散热器用自力式温度控制阀如直接安装在分水器进口总管上，内置温包式温控阀头感受的是分水器处的较高温度，很难感知室温变化，一般不予采用。

3.10.5 加热电缆的温控比热水系统容易实现，且更加必要，因此均应设置温控。供暖地面有一定的蓄热能力，室温控制不可能也不要求高精度，完全可以采用相对简单的通断自动控制。

需要限制地表面温度的场合，指采用热阻很大的实木地板面层，或用户有可能在地面上大面积铺设阻挡散热的地毯等，有可能引起电缆过热的情况。

当潮湿房间过小，不能满足该区域电气设备安装的要求时，应采用地面温度控制方式，将温控器的外置型传感器（地探头）埋设在房间供暖地面中，控制器设在潮湿房间外的墙面上。

控制加热电缆的地温型温控器可以根据实际室温和气候变化等因素人为改变温度设定值，因此在设置室温型温控器有困难时，可以采用地温型温控器代替，虽然不够精确，但在负荷稳定时也能将室温控制得相对稳定。

3.11 电气设计

3.11.1 有一些地区实行峰谷电价，有些地区对冬季供暖电耗有优惠政策，在这些情况下，电热供暖系统回路需单独设置和计费，以适应优惠政策。

电热系统负荷为季节性负荷，与其他照明、电力等负荷分开回路配电，便于设备停运、检修和

独立控制。

3.11.2 加热电缆地面供暖系统一般采用 AC220V 供电，但当进户回路负荷超过 12kW，仍采用 AC220V 供电时，回路电流、开关设备容量会比较大，导线截面和穿线管管径比较粗，这时宜采用 AC220V/380V 供电。但是对于居住建筑，当进户电源采用 AC220V/380V 方式时，应注意首先要取得供电部门的同意。

3.11.4 加热电缆的接地线必须与配电系统的 PE 线连接，当出现绝缘破损等情况导致有泄漏电流产生时，可通过相关配电回路设置的剩余电流保护装置进行保护。电热膜地面供暖系统应在电热膜之上铺设等电位连接网并连接到建筑物等电位系统，等电位连接网可采用网格为 150x150 的 $\phi 3$ 铁丝网，做法可参照图集《等电位联结安装 15D502》。

3.11.5 对加热电缆地面供暖设备配电导线的要求不包括温控开关或接触器出线端配至每组加热电缆系统设备的导线以及温度传感器的控制线，这部分线缆由设备供应商配套提供，其规格应满足相关产品标准要求。

3.11.6 当所控制回路的工作电流大于温控器的额定工作电流时，可采用温控器与接触器等其他控制设备结合的方式实现控制功能。

3.11.7 热水供暖系统采用电驱动式自动调节阀和户内混水泵等用电设备时，电源电压等级应满足其额定电压要求。由于连接阀门和混水泵等设备的电源管线接线端子局部外露，当采用 AC220V 电压供电时，对于住宅内安装的设备应采取防护措施，防止儿童触及。当采用 AC24V 等安全电压供电时，可将隔离变压器安装在配电盘内，相关的 AC24V 元器件及线路应与其它 AC220V 元器件及线路进行隔离。

3.11.9 大面积采用加热电缆、电热膜地面供暖系统时，由于用电负荷比较大，当与照明、动力等设备共用变压器或配电系统时，大容量电热设备的投入方式和时间对总系统影响较大，因此宜设置电力监控系统，通过对总负荷的实时检测，充分利用加热电缆地面供暖系统的蓄热能力，对电热设备的投入进行分时分段控制，以削减电网高峰时段用电负荷，填补低谷时段负荷。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.1 施工性能主要应考虑在材料安装时和安装后可能产生的潜在影响等。例如加热管受到弯曲，弯曲部位会产生较大内应力，对其使用寿命产生影响。

热水地面供暖系统采用的各种管材的允许工作压力见附录 G，设计时还应选用满足系统承压要求的分水器、集水器等其他设备和管件等。对于预制轻薄供暖板，产品最高使用压力较低时（例如 0.25MPa），只适用于户式燃气供暖炉系统和间接供暖系统等工作压力低的场所。

为保证运行安全，必要时系统应进行竖向分区或采用换热器进行间接供暖。

4.1.2 地面供暖设计的产品标准包括：

绝热层和填充层材料：《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T10801.1、《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T10801.2，《通用硅酸盐水泥》GB175；

热水系统管材：《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T18991、《热塑性塑料管材通用壁厚

表》GB/T 10798、《冷热水用交联聚乙烯（PE-X）管道系统》GB/T18992、《冷热水用聚丁烯（PB）管道系统》GB/T19473、《冷热水用耐热聚乙烯（PE-RT）管道系统》CJ/T175、《冷热水用聚丙烯管道系统》GB/T18742、《铝塑复合压力管》GB/T18997、《无缝铜水管和铜气管》GB/T18033 等；

加热电缆：《额定电压 300/500V 生活设施加热和防结冰用加热电缆》GB/T20841-2007/IEC60800：1992、等；

电热膜：《低温辐射电热膜》JG/T 286 等；

温控器：《温度指示控制仪》JJG874、《家用和类似用途电自动控制器 第十部分：温度敏感控制器的特殊要求》GB14536.10 等；

水路自动调节阀：《家用和类似用途电自动控制器 第一部分：通用要求》GB14536.1、《家用和类似用途电自动控制器：电动水阀的特殊要求及机械要求》GB14536.9、《家用和类似用途电自动控制器 电起动器的特殊要求》GB14536.16、《散热器恒温控制阀》JG/T195 等。

4.2 绝热层和预制沟槽保温板材料

4.2.2 表中数据摘自《绝热用模塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T10801.1-2002 和《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T10801.2-2018。国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB8624-2012 已经对材料的燃烧性能进行了新的分级，但由于对应聚苯乙烯泡沫塑料的标准还未进行修改，仍引用其燃烧性能的数据。

从表 4.2.2 可看出，挤塑材料绝热性等指标均好于模塑材料，宜优先选用，但价格较高。采用预制沟槽保温板的供暖地面上部无填充层均衡地面压力，因此规定采用密度和压缩强度较高的材料。

表 4.2.2 中，模塑 II 型密度范围为 $\geq 20 \sim < 30 \text{ kg/m}^3$ ，III 型密度范围为 $\geq 30 \sim < 40 \text{ kg/m}^3$ ；W200 为不带表皮挤塑材料，X150 为带表皮挤塑材料。压缩强度是按 GB/T8818 标准要求的试件尺寸和试验条件下相对形变为 10% 的数值；导热系数为 25℃ 时的数值；模塑断裂弯曲负荷或弯曲变形有一项能符合指标要求，熔接性即为合格。

4.2.3 为尽量增加加热管或加热电缆向上的有效散热量，且不影响木地板的直接铺设，规定预制沟槽保温板及其金属导热层的沟槽尺寸应与敷设的加热管或加热电缆外径吻合。

限定保温板厚度是为了限定最薄处最小厚度，以控制向下的传热损失。

限定导热层最小厚度为 0.1mm，主要是为了保证导热层的牢固性。

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

图 3 为铺设木地板面层时，加热管上下均设铝箔，不同管间距地板表面的温度梯度和最大温差。从图中可看出供暖地面的表面温度不均匀性随管间距加大而加大；为保证导热效果，宜增加导热层厚度；因此，推荐采用表 4.2.3 的数据。

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

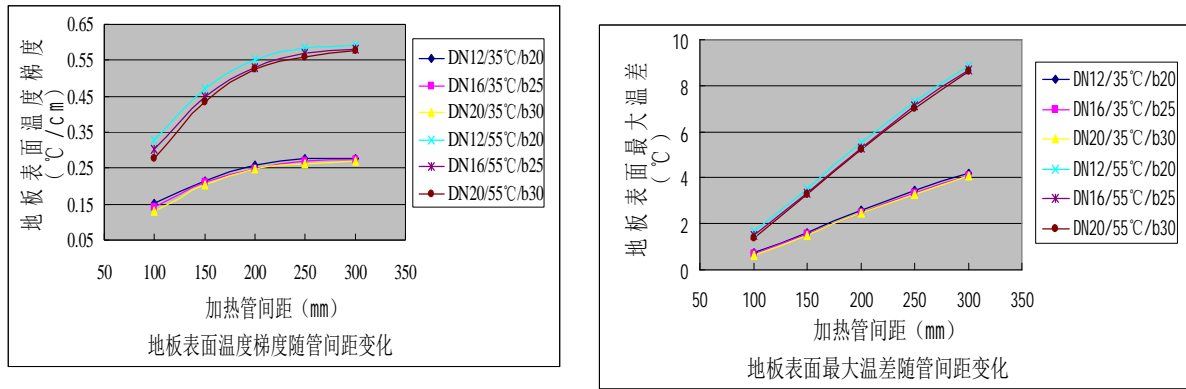


图5 不同管间距地板表面的温度梯度和最大温差

注：图右侧注释 DN 为管公称外径 (mm)， $^{\circ}\text{C}$ 为平均水温，b 为保温板厚度 (mm)。

表 4.2.3 中，地砖等面层，指在敷设有加热管或加热电缆的保温板上铺设水泥砂浆找平层后与地砖、石材等粘接的做法；木地板面层，指不需铺设找平层，直接铺设木地板的做法。单层导热层，指仅采用带金属导热层的保温板，加热管或加热电缆上不再铺设导热层时的最小厚度；双层导热层，指采用带金属导热层的保温板，加热管或加热电缆上再铺设一层导热层时每层的最小厚度。

4.4 热水系统的材料和设备

4.4.1、4.4.2 根据京建材(2008)718号文《关于加强民用建筑地板采暖工程塑料管材管件质量管理的通知》的有关要求制定。第4.4.1条要求的系统适用性试验的方法、试验条件及要求应符合的管材国家现行标准，见第4.1.2条的条文说明。

4.4.3 加热管应符合的现行标准见第4.1.2条的条文说明。附录K提供的资料均来源于上述标准。

4.4.4 根据产品标准，出厂应具有必要的标识，此条对标识的要求主要是保证加热管由正规生产企业生产。

4.4.5 为防止渗入氧对钢制散热器等易腐蚀构件的氧化腐蚀，特作此规定。

4.4.9 图6为分水器在下的成品分水器、集水器构造示例。分水器配带可调节各分支路水力平衡的阀门，在各分支路长短或热量相差过大时，能够调节平衡各支路，使之达到设计流量，使系统能够通过初调节达到平衡，因此应配带。

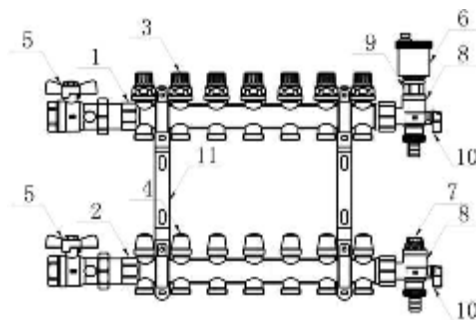


图6 分水器集水器装置结构图

- 1 集水器主管 2 分水器主管 3 流量关断阀 4 分水器调节阀 5 球阀
6 自动排气阀 7 手动排气阀 8 活接三通组件 9 止回阀 10 泄水阀 11 支架

4.4.10 强调分水器、集水器应有生产厂商标或识别标志,是为了保证所选用的设备为正规生产企业生产的合格产品。

4.4.12 一般的排气阀只能静态排气,属于被动排气;合格的脱气除污器,其脱气装置能随时吸收系统内部水流多余的空气,重新主动分离并排除,将系统的水维持在空气含量非饱和状态,系统含氧气量的减少使系统不会腐蚀和产生生物粘泥。

4.4.13 附录E提供几种常用的混水系统做法,供参考。

4.5 电加热元件材料和温控设备

4.5.1 现行行业标准要求辐射供暖用加热电缆产品必须有接地屏蔽层,为强制性条文。强制屏蔽接地是为了保证人身安全,防止人体触电和屏蔽电流产生的电磁。

4.5.3、4.5.4 加热电缆标识包括商标和电缆型号。冷热线接头为加热电缆的薄弱环节,应由专用设备和工艺方法加工,严格控制质量,不应在现场简单连接,以保证安全性、机械性能达到要求。应将冷热线以及接头作为一体进行检测,还应对接头位置设明显标识。

4.5.5 附录L的对加热电缆的电气和机械性能要求,来源于《额定电压300/500V生活设施加热和防结冰用加热电缆》GB/T20841-2007/IEC60800:1992,变功率加热电缆的电气和机械性能要求,来源于《自限温电伴热带》GB/T 19835-2015及《建筑与生活设施用自限温电加热带》JC/T2230-2017。

4.5.6 行业标准《低温辐射电热膜供暖系统应用技术规程》JGJ 319-2013中为强条,其目的是为了减少人体受到较强的电磁辐射。

4.5.7、4.5.8 温控器、自动调节阀产品标准见第4.1.2条的条文说明。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 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。

采用地面供暖系统时,其他电气系统管线不得与地面供暖的加热管或加热电缆敷设在同一构造层内,应敷设在混凝土楼板内或绝热层内;因此第6款中要求完成的电气预埋工程,是指在地面供暖施工前预埋管线扫管穿线工作必须完成并达到穿线条件,以避免返工。

5.1.5 本条主要对地面供暖系统的管材、管件、设备的运输、装卸、储存和施工条件作了原则性的规定,目的在于防止在这些过程中损坏材料。

5.1.6 对于各种加热管,虽然都具有耐酸碱腐蚀的能力,但是,油漆、沥青和化学溶剂对塑料等有较强的破坏作用,这种情况对于加热电缆同样存在,因此必须严格防止接触这类物质。

5.1.7 施工环境温度不宜过低的原因如下:

- 1 塑料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;
- 2 当环境温度低于5℃时,发泡水泥绝热层、混凝土填充层的施工和养护质量也较难保证;
- 3 如通过采取某些技术措施来确保混凝土的施工质量,将会使工程造价相应增加。

5.1.9 地面平整与否，会影响到泡沫塑料类绝热层、保温板和供暖板的铺设质量和加热管的安装；地面积灰还会使发泡水泥绝热层浆体中的水被灰尘吸收，导致发泡不均匀；因此做此规定。

基层地面的平整及杂物清理，应由土建专业完成，地暖施工单位验收合格后再进行绝热层或保温板、供暖板的铺设工序。

5.1.10、5.1.10 目的在于保护加热管、预制轻薄供暖板及其输配管和加热电缆，以免遭损坏。

5.1.13 来源于行业标准《装配式住宅建筑设计标准》JGJ/T 398。装配式建筑采用供暖地面是，应优先采用干式工法施工。因为传统的湿式地暖系统及工法，楼板荷载大，施工工艺复杂，管道损坏后无法更换，而工厂化生产的装配式干式地暖系统的集成化部品具有施工工期短、楼板负载小、易于维护和改造的优点，更适宜采用。

5.2 发泡水泥绝热层的浇注

5.2.1 平整发泡水泥绝热层和水泥砂浆填充层表面的刮平工具，一般采用手柄具有弹性的刮板；适应不同工艺的搅拌机，应具有高速、高性能和强搅拌力；输送泵的压力和流量应恒定、平稳。

5.2.3 发泡水泥绝热层有物理发泡工艺和化学发泡工艺，地面供暖领域应用较多的为物理发泡工艺。

5.2.4 刮平后的泡沫水泥表面应光亮无浮泡，浮泡多说明水多有离析现象。如孔隙不均匀或存在水泥与气泡明显分离层，将使绝热层导热系数增大，则为不合格产品。

5.2.6 发泡水泥绝热层的取样检验内容为干体积密度、7天抗压强度、28天抗压强度和导热系数，取样试件尺寸及数量可按检测部门要求确定。

5.3 泡沫塑料类绝热层、保温板、供暖板及其填充板的铺设

5.3.3 产品出厂前预制轻薄供暖板均已做好密封，出现问题一般是运输和保管不当造成，因此现场仍需检查。

5.3.4 供暖板采用聚苯乙烯类泡沫塑料材质时，均设置龙骨，采用硬度很大的其他泡沫塑料材质时，一般不配龙骨。用钉子固定比较结实牢靠，有条件时宜采用，但需保证板的伸缩需求。地面下垫层内有其他管道时，应避免管道的位置以防钉坏管道。

5.3.5 填充板安装输配管后采用带胶铝箔覆盖，是为了使地面传热均匀。

5.4 加热管、输配管和分水器、集水器的安装

5.4.1 本条贯彻了必须按照设计图纸施工的基本要求，旨在确保热水地面供暖系统的供暖效果。

5.4.3 管道切割不好，断口不平整，与管轴线不垂直，都会影响管道的连接质量，造成渗漏或通过截面减小，为此，提出了规范化的操作要求和质量标准。

5.4.4 加热管和输配管应做到自然释放，不允许扭曲，以免管道非正常受力，影响管道使用寿命。

加热管、输配管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”，使水流不畅通。平行型布置（见图F.1.2）的管间距决定了加热管所需的最

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（见图F.1.1），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，以免造成加热管实际敷设长度小于设计值过多。

5.4.5 工程实践证明，仅要求按设计间距施工，仍然会出现加热管总长度与设计严重不符、使房间供热量不足的现象。因此保证加热管长度的其他措施除按第5.4.4条控制最大弯曲半径，选择适宜的布置方式之外，还应注意墙面旁边的加热管不得距离墙面过远，宜保持在100mm。最后应对每个环路加热管长度与设计图纸的最大误差不应大于8%。

5.4.6 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，规定加热管和输配管不应有接头（不包括输配管与二次分水器、集水器之间的接头）。同时与《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》（GB50242-2002）相一致。

5.4.7 本条提出施工验收后发现加热管损坏需要增设接头时，为确保各种接头与加热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。

5.4.8 加热管固定的目的是使其定位，防止在铺设填充层或面层时产生位移。加热管固定装置有多种方法，目前国内外比较典型的常采用本规范列举的几种通常做法。

预制轻薄供暖板供暖地面，固定输配管的填充板可预开槽或在现场开槽，当现场开槽时使用开槽器，可使尺寸准确、槽内光滑，便于输配管安装。输配管用带胶铝箔与填充板固定，是为了避免拐弯处等起鼓。

5.4.9 本条对固定点位置和间距作了规定。固定点间距过大，管道会产生反弹；不易定形的管材，其固定点的间距应根据需要加密。同时，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”。

5.4.10 为了保护加热管、输配管，露明部分管道通常应加套聚氯乙烯（PVC）塑料管或波纹管套管。

5.4.11 在一次分水器、集水器附近往往汇集较多的管道，其它如门洞、走道等部位，有时也会有较多加热管通过，由于管道过多，容易形成局部地面温度过高，设置套管后，随着热阻的增大，地面温度将相应降低。一般采用聚氯乙烯或高密度聚乙烯波纹套管。为防止填充层龟裂，管道密集处宜铺设金属网。

预制轻薄供暖板地面供暖系统由于填充板很薄，没有对输配管设置套管的条件，因此不做规定。

5.4.13 用于一般采暖或生活热水埋地管材的PP-R管中的PP数值对铜离子非常敏感，铜离子会使PP的降解（老化）速度成百倍的增加，温度越高，越为严重，因此规定铜质连接件直接与PP-R接触的表面必须镀镍。

5.4.14 本条提出加热管穿越伸缩缝时，必须设置一定长度的柔性套管。这项措施是确保加热管在填充层发生热胀冷缩变化时的自由度，同时强调了柔性套管的设置长度。

5.4.15 要求分水器、集水器在开始铺设加热管之前进行安装的目的，是保证柔性加热管精确转向和通入分水器、集水器内。

5.4.16 二次分水器、集水器的接头为倒锥锯齿形，与加热管和输配管的连接只能采用专用工具才能将管道套到接头根部，再用专用固定卡子卡住，使连接非常紧密；连接后可承受极高的水压而不发生泄漏，采用明装或暗装都没有问题。施工单位应严格按此规定操作，否则会存在漏水隐患，给用户造成损失，检修处理也很困难。

5.4.17 暗装的二次分水器、集水器出厂前与供暖板内的加热管已连接固定，位于供暖板内，施工时只需与输配管相连接，最后与供暖板一起埋在地面面层下。

明装二次分水、集水器结构简单，价格相对便宜。采用明装方式时，一般将二次分水器、集水器单独安装在外窗下的墙面上，并将二次分水器、集水器的接头分别与供暖板内留出的足够长的小加热管以及输配管相连接，最后用装饰物加以遮盖。

5.5 电加热元件和温控设备的安装

5.5.1 供暖地面电加热元件的施工单位的专业安装资质，指具有政府主管部门颁发的建筑企业资质证书（资质等级为：水暖电安装作业分包不分等级）等。因各类型电加热元件有其特殊施工要求，因此生产企业应负责进行技术培训和指导。

加热电缆测试检查每根电缆的电阻和绝缘电阻，是为了确定加热电缆无断路、短路现象。电阻和绝缘电阻测试在施工和验收过程中应进行3次：加热电缆安装前（见本条），加热电缆安装后隐蔽前（见第5.5.6条），填充层施工后（见第5.6.11条）。电阻和绝缘电阻允许偏差数值见表L.0.1。

5.5.2

1 成卷的电缆在未铺设前有搭接状态，有时由于环境温度过低，为便于施工需要通电使电缆升温后再铺设；此时应将电缆整理至无搭接状态才允许通电，目的在于保护加热电缆，以避免搭接时温度过高损坏电缆。每根加热电缆已经按照设计选型确定了电缆的长度和功率，冷热线及其接头已经在工厂加工完成和连接，不需要也不允许现场裁剪和拼接。现场裁剪拼接有可能使电缆损坏，通电后带来严重后果。如在竣工验收后，意外情况下出现电缆破损，必须由电缆厂家用专用设备和特殊方法处理。目的是防止热线在套管内发热，影响寿命和安全性能。

2 施工现场环境往往条件较差，难以保证导线连接和电气绝缘的质量，因此严禁在施工现场对电热膜进行剪裁、连接导线及电气绝缘等操作，应在生产厂内或与厂内环境条件相当的现场操作间内完成这些工作。地面安装电热膜应进行固定以避免电热膜移位，但应保证电热膜不被破坏。

5.5.4 要求金属网设在加热电缆下填充层中间，是为了使加热电缆与绝热层不直接接触，详见第3.2.6条的条文说明。当在填充层铺设前铺设金属网和加热管时（填充层不分层施工），需要在铺设填充层时将金属网抬起，使填充层材料漏到金属网之下，加热电缆与绝热层不直接接触，金属网应具有一定强度，因此对其网眼尺寸和金属直径做出规定。

5.5.5 加热电缆的冷热线接头在地面下暗装的目的，是防止热线在地面上发热，形成安全隐患。同时，电缆出地面后就难以保证间距。接头处避免弯曲是为了确保接头通电时产生的应力能充分释放。

5.5.6 填充层和面层施工前，应对电加热系统进行全面检测。

5.6 填充层施工

5.6.1 本条规定了填充层的施工时机，未通过隐蔽工程验收前，不得施工。

5.6.2 混凝土填充层设置伸缩缝，是为了防止地面热胀冷缩而被破坏，是热水地面供暖工程设计中非常重要的部分。

采用地面供暖时，与地面相接处的墙内表面温度会升高，为了减少无效热损失和相邻用户之间的传热量，同时考虑施工方便，规定与内外墙、柱及过门等交接处伸缩缝宽度不宜小于10mm。

混凝土的线膨胀系数约为 $10 \times 10^{-6} \text{m}/(\text{m} \cdot ^\circ\text{C})$ ，间距为 6m 时，其膨胀量约为 2.7mm；考虑施工方便，规定伸缩缝宽度不宜小于 8mm。

采用聚乙烯泡沫塑料板时应采用压缩强度较小的材料，例如可采用密度不大于 $20\text{kg}/\text{m}^3$ 的模塑聚乙烯泡沫塑料。

伸缩缝填充材料的设置方法举例：

1、采用高发泡聚乙烯泡沫塑料或满填弹性膨胀膏时，可用 $8\text{mm} \times 80\text{mm}$ （高）木板先做伸缩缝，填充层终凝后取出，再填充高发泡聚乙烯泡沫塑料或内满填弹性膨胀膏。

2、采用聚乙烯泡沫塑料板时，可在铺设泡沫塑料类绝热层时留出伸缩缝位置，将聚乙烯泡沫塑料板插入其内，泡沫塑料类绝热层起到固定伸缩缝填充材料的作用。

5.6.3 加热管内保持一定压力，既可防止加热管因挤压而变形，又可以及时发现管道的损坏。

5.6.4 为了保证工程质量，本条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作了规定。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。

5.6.9 对水泥砂浆填充层的要求引自现行国家标准《建筑地面工程施工质量验收规范》GB50209 的有关规定；对混凝土填充层的要求引自现行行业标准《地面辐射供暖技术规程》JGJ142 的规定。

5.6.10 豆石混凝土和填充层取样主要是检验其强度，取样试件尺寸及数量可按检测部门要求确定。

5.6.11 为防止填充层施工过程中损坏加热电缆，应检测每根电缆的电阻和绝缘电阻，及时发现质量问题。测试要求见第 5.5.1 条的条文说明。

5.7 面层施工

5.7.2 本条对面层施工提出的注意事项是为了避免面层施工时对加热管的破坏。预留伸缩缝是为了装饰面层材料受热膨胀时留有膨胀空间。

5.7.4 预制沟槽保温板或预制轻薄供暖板采用木地板面层时，可直接铺设（包括用胶粘接）。木地板一般配带具有隔潮、降噪、增加地面平整度作用的 EPE 垫层，如铺设在加热部件之上，影响向上的传热量，因此应铺设在保温板或供暖板之下。

采用带木龙骨的预制轻薄供暖板时，为了在荷载较大时使木龙骨起到承重作用，木地板应搭设在木龙骨上，与木龙骨垂直铺设。

采用石材或瓷砖时，可以采用传统的水泥砂浆找平层和粘接层，与石材或瓷砖粘接。金属网是为了均匀保温板或供暖板所受的局部压力，并可防止找平层开裂。

5.7.5 因水泥砂浆填充层同时作为面层找平层，并与瓷砖或石材地面直接粘接，因此应同时施工。

6 检验、调试及验收

6.2 施工方案及材料、设备检查

6.2.2 本条及附录 M 的检验项目、指标及测试方法，均根据京建材（2008）718 号《关于加强民用

建筑地板采暖工程塑料管材管件质量管理的通知》制定。检验批次、费用可在工程承包合同中予以规定，列入施工成本。检验不合格的塑料管材管件依据采购合同退货处理。

6.3 施工安装质量验收

6.3.1 加热电缆、加热管、供暖板均隐蔽埋置在填充层或面层内，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。

6.3.2 本条具体规定了中间质量验收项目，以上内容应根据各道工序完成时逐项验收，应有完整的各道工序检验及验收记录。

6.4 热水系统的水压试验

6.4.1、6.4.2、6.4.3为了防止供回水立干管冲洗时的杂物进入户内系统，因此需分别冲洗。首先，关闭一次分水器、集水器上总进出管阀门，并开启总进水管上的旁通阀，对分水器、集水器以外主供回水管路系统进行冲洗。第二步，对一次分水器、集水器和各输配管分别进行冲洗。预制轻薄供暖板应在产品出厂前就已做好冲洗并密封，与输配管连接后，不再进行冲洗。

户内系统水压试验一般住宅以每户为单位进行；公共建筑内有多组一次分水器、集水器时，应以每组分水器、集水器为单位进行试压。

试验压力和检验的规定，引自《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242-2002。图6.4.3为推荐的具体方法。

6.5 调试与试运行

6.5.1 调试和试运行一般同时进行。为了避免对系统造成损坏，在未经调试与试运行之前，应严格限制随意启动运行。

6.5.2 调试与试运行的目的，是使系统的水力工况和热力工况达到设计要求，为此，具备正常供暖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和供电条件时，调试工作应推迟进行。

6.5.4、6.5.5 系统通热调试，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。

热水系统试运行时，初次供热的水温应严格控制；同时，升温过程一定要保持平稳和缓慢，确保填充层等对温度上升有一个逐步变化的适应过程。

电加热元件的功率控制基本上都是两位开关控制方式，靠通电断电的时间周期比例关系进行室温调节；也要求初次通电时保持室温尽量平缓地升高。

6.5.7 辐射供暖时，由于有辐射传热和对流传热同时作用，所以既不能单纯地以辐射强度来衡量，也不能简单地以室内空气的干球温度作为考核的依据，为此本条规定必须用能同时反映辐射和对流综合作用的黑球温度作为评价和考核供热效果的依据。

7 检验、调试及验收

7.0.2 充分排气可防止因积气导致循环不畅，检查过滤器防止杂物对流动的影响。

7.0.4 满水保护是为了防止管道干裂，缩短系统使用寿命。排水、泄压是为了防止低温造成管道冻结，破坏或缩短系统使用寿命。

7.0.7 非供暖季由于保护不当或机会等原因，可能造成供暖季初次运行不安全，因此应对温控器和电路系统进行检查。

附录 G 加热管选择

G.2 铝塑复合管的选择

G.2.1 铝塑复合管按复合组分材料分类，其形式如下：

1 搭接焊式：

PAP — 聚乙烯 / 铝合金 / 聚乙烯

XPAP — 交联聚乙烯 / 铝合金 / 交联聚乙烯

2 对接焊式：

XPAP1—聚乙烯 / 铝合金 / 交联聚乙烯（一型铝塑管）

XPAP2—交联聚乙烯 / 铝合金 / 交联聚乙烯（二型铝塑管）

PAP3 —聚乙烯 / 铝 / 聚乙烯（三型铝塑管）

PAP4 —聚乙烯 / 铝合金 / 聚乙烯（四型铝塑管）