

山西省工程建设地方标准



DBJ04/T291-2012

备案号: J12120-2012

自限温加热电缆蓄能地面 辐射供暖技术规程

Technical specification in application of system of floor
radiantheating and energy-storage by self-regulating cable

2012-05-22 发布

2012-08-01 实施

山西省住房和城乡建设厅 发布

关于发布山西省工程建设地方标准
《自限温加热电缆蓄能地面
辐射供暖技术规程》的通知

晋建标字〔2012〕154号

各市住房和城乡建设局(建委),各有关单位:

现批准《自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖技术规程》为山西省工程建设地方标准,编号为 DBJ04/T291—2012,自2012年8月1日起实施。

本标准由山西省工程建设标准定额站负责管理,山西耀华电力节能供热有限公司负责具体解释。

山西省住房和城乡建设厅
二〇一二年五月二十二日

关于发布山西省工程建设地方标准
《自限温加热电缆蓄能地面
辐射供暖技术规程》的通知

晋建标字〔2012〕154号

各市住房和城乡建设局(建委),各有关单位:

现批准《自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖技术规程》为山西省工程建设地方标准,编号为 DBJ04/T291—2012,自2012年8月1日起实施。

本标准由山西省工程建设标准定额站负责管理,山西耀华电力节能供热有限公司负责具体解释。

山西省住房和城乡建设厅
二〇一二年五月二十二日

关于同意山西省地方标准《自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖技术规程》备案的函

建标标备[2012]107号

山西省住房和城乡建设厅:

你厅《关于山西省工程建设地方标准〈自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖技术规程〉申请备案的函》(晋建标定函[2012]18号)收悉。经研究,同意该标准作为“中华人民共和国工程建设地方标准”备案,其备案号:J12120-2012。

该项标准的备案公告,将刊登在近期出版的《工程建设标准化》刊物上。

中华人民共和国住房和城乡建设部标准定额司

二〇一二年七月十一日

前 言

根据山西省住房和城乡建设厅《关于印发〈2011年山西省工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》(晋建标字[2011]177号)的要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结实践经验,参考有关国家标准和行业标准,并在广泛征求意见的基础上,组织编制了《自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖技术规程》。

本规程包括总则、术语、设计、材料、施工、质量验收六章及五个附录。

本规程由山西省工程建设标准定额站负责管理,由山西耀华电力节能供热有限公司负责具体内容的解释。

本规程在执行过程中请各单位注意积累资料总结经验并将意见或建议及有关资料及时反馈给山西耀华电力节能供热有限公司(地址:太原市南内环街480号盛伟大厦20层,邮编:030012)以供今后标准修订时参考。

本规程主编单位:山西耀华电力节能供热有限公司

本规程参编单位:芜湖市科华新型材料应用有限责任公司
华东理工大学材料学院

本规程参加单位:山西综合设计院

山西省建筑设计研究院

中国建筑材料科学研究总院

山西耀华智能采暖有限公司

合肥科力华电伴热有限责任公司

芜湖市风光新能源电热器材有限公司

本规程主要起草人:程崇钧 宋文波 朱宝仁 王庚超

冀志江 程 巍 王红涛 朱贞洪

本规程主要审查人:哈成德 梁建民 李桂芬 亢光君

赵彤霞 刘艳云 杜震宇 耿震岗

韩 君 韩春林

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	9
3.5 供暖系统的热负荷计算	10
3.6 加热电缆系统设计	12
3.7 电气设计	13
3.8 地面辐射供暖计算机网络集中控制系统	14
4 材 料	17
4.1 一般规定	17
4.2 绝热层材料	17
4.3 填充层材料	18
4.4 蓄能材料	18
4.5 加热电缆	19
5 施 工	20
5.1 一般规定	20
5.2 绝热层的设置	21
5.3 加热电缆的安装	22
5.4 填充层施工	23
5.5 地面辐射供暖施工	24

5.6 面层施工	27
5.7 检查与调试	28
6 质量验收	29
6.1 一般规定	29
6.2 分项检验批的验收	31
附录 A 加热电缆	34
附录 B 蓄能管	38
附录 C 蓄能材料	41
附录 D 绝热层和预制供暖板	44
附录 E 分项工程检验批质量验收记录	46
本规程用词说明	48
引用标准名录	49

Contents

1 General Provisions	1
2 Terminology	2
3 Design	5
3.1 General Provisions	5
3.2 Ground Structure	6
3.3 The Room Heat Load Calculation	8
3.4 The Ground of Heat and System Heating Quantity Computation	9
3.5 Heating System Heat Load Calculation	10
3.6 Self Temperature Limiting Heating Cable Design	12
3.7 Electrical Design	13
3.8 Computer Network Control System for Ground Radiation Heating	14
4 Material	17
4.1 General Provisions	17
4.2 Insulating Layer Material	17
4.3 Filing Layer Material	18
4.4 Thermal Energy Storage Materials	18
4.5 Heating Cable	19
5 Construction	20
5.1 General Provisions	20
5.2 Insulating Layer	21
5.3 Heating Cable Installation	22

5.4	Filling Layer Construction	23
5.5	The Ground Radiant Heating Construction	24
5.6	Surface Construction	27
5.7	Inspection and Testing	28
6	Acceptance of Quality	29
6.1	General Provisions	29
6.2	Radiant Floor Heating Component Project Inspection Batch Quality Acceptance	31
Appendix A	Heating Cable Products and Electrical and Mechanical Performance Requirements	34
Appendix B	Pipe of Energy-storage	38
Appendix C	Energy-storage Material	41
Appendix D	Insulating Layer Material	44
Appendix E	Radiant Floor Heating Component Project Inspection Batch of Quality Inspection Records	46
	Explanation of Wording in this Specification	48
	List of Reference Standard	49

1 总 则

1.0.1 为了贯彻国家及山西省建筑节能政策,加强电力需求侧管理工作,适应城市转型发展的需要,规范自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖工程的设计、施工和质量验收,做到技术先进、节能环保、经济合理、安全适用,特制定本规程。

1.0.2 本规程适用于山西省行政区域内的新建、扩建和改建的民用建筑和工业建设中与民用建筑使用条件相同的自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖工程中。

1.0.3 自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖,除应执行本规程外,尚应符合国家、行业及山西省现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖 floor radiant heating and energy-storage by self-limiting cable

以电力为热源,通过埋设于建筑物地面中的自限温加热电缆,利用地面埋设的蓄能管、蓄能板中的潜热蓄能材料进行蓄热。形成自变功率,可自调补偿电热转化,可覆盖而不产生过热,低谷期用电供暖的方式。(简称地面辐射供暖)

2.0.2 现场敷设地面辐射供暖 site install (self-limiting heating cable, energy-storage pipe, etc) floor radiant heating and energy-storage

自限温加热电缆、蓄能管与地面的其他材料在现场进行组合敷设的地面辐射供暖形式,分为混凝土或水泥砂浆填充式和预制组合式两种形式。

2.0.3 预制蓄能供暖板地面辐射供暖 heating floor by precast electric heating storage panel

在多组多块预制蓄能供暖板上铺设地面面层,形成预制蓄能供暖板地面辐射供暖的地面。(简称预制板地面辐射供暖)

2.0.4 蓄能管 pipe of energy-storage

敷设于供暖地面中,用于进行灌装潜热蓄能材料的管状成板状容器。在 PE 或 PE-RT 地暖用管中或电热管中灌装一定量的潜热蓄能材料。首尾端进行工艺处理,形成蓄能管,该管与自限温加热电缆平行敷设并被埋设于地面之中。

2.0.5 加热装置 heating device

敷设在地面辐射供暖的填充层或预制供暖板中的自限温加热电缆的统称。

2.0.6 绝热层 insulating layer

用于阻挡热量反向传递,减少无效热损失的构造层。一般采用聚苯乙烯泡沫塑料板或发泡水泥等。

2.0.7 填充层 filling layer

在绝热层上设置自限温加热电缆、蓄能管用的填充层,起到保护加热电缆和蓄能管的作用,并使地面温度均匀。

2.0.8 蓄能材料 energy-storage material

根据蓄能方式,蓄能材料分为两种:即显热蓄能材料和潜热蓄能材料。显热蓄能材料是指在不伴有相变变化而改变物质的温度对热量进行蓄热的方式。潜热蓄能材料是指在不伴有温度变化而改变物质的相态对热量进行蓄热的方式。

2.0.9 蓄热体 regenerator

将潜热蓄能材料填充到容器(蓄能管)当中,或者用覆盖物包覆后制成的物体。

2.0.10 防潮层 damp proof course

防止建筑地基或土壤的潮气透过地面的构造层。

2.0.11 隔离层 isolating layer

防止建筑地面上各种液体或地下水、潮气透过地面的构造层。

2.0.12 伸缩缝 expansion joint

补偿混凝土填充层、上部构造层和面层等膨胀或收缩用的构造缝。

2.0.13 发泡水泥 foaming 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。

2.0.14 发泡水泥干体积密度 deistic bulk density of foaming cement

在绝对干燥状态下发泡水泥每立方米干体积的质量。

2.0.15 发泡水泥抗压强度 compressing strength of foaming cement

对自然干燥的发泡水泥,采用专用检测设备测试,获得的每平方米承受的压力。

2.0.16 预制供暖板 precast energy-storage heating board

由保温基板、支撑龙骨、自限温加热电缆等在工厂制作的一体化供暖板。保温基板内填充潜热蓄能材料和隔热底层。

2.0.17 自限温加热电缆 self-limiting heating cable

由具有正温度系数电阻特性的高聚物导电复合材料制成的带状恒温加热器,该加热器因应用条件不同工作特性相应也不同。(简称加热电缆)

该电热元件可随温度的变化自调输出功率,当温度升至某一度时,其电阻趋向无穷大,输出功率趋近于零,反之亦然,因此具有良好的记忆特性和开关特性。

2.0.18 绝缘层 insulation layer

挤包在加热电缆的发热导体或发热芯带外的绝缘材料层。

2.0.19 屏蔽层 shielding layer

包裹在发热导体外并与发热导体绝缘的金属层。其材质可以是编织成网的金属丝,或沿加热电缆螺旋缠绕或纵向围合的金属箔带。

2.0.20 外护套 sheath

保护加热电缆内部不受外界环境影响(如腐蚀、受潮等)的电缆外围护结构层。

2.0.21 自限温加热电缆标准线功率 self temperature limiting heating cable standard line power

指电缆表面温度为地面供暖标准运行温度工况的线功率,地面供暖标准运行温度工况电缆表面温度为 50℃ 时的每米发热功率。

2.0.22 温度控制器 thermostat

能够测量温度并发出控制调节信号的温度控制设备。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,又分智能型和普通型。室温型温控器传感器和控制器为一体(传感器内置),设置在房间反映室温的位置。自限温加热电缆进行通断控制的温控器以室温型为主。

2.0.23 黑球温度 black globe temperature

由黑球温度计指示的温度数值,能够近似反映人体实感温度。

3 设计

3.1 一般规定

3.1.1 施工图设计单位应具有相应的设计资质。工程设计文件经图纸审查批准后方可施工,修改设计应有设计单位出具的设计变更文件。

3.1.2 地面辐射供暖的主要类型和基本构造,应符合表 3.1.2 规定。

表 3.1.2 地面辐射供暖类型和基本构造

序号	主要类型	基本构造					
		结构层	绝热层	加热装置	蓄能材料	填充层	面层
1	显热蓄能地面辐射供暖	混凝土楼地板	聚苯乙烯泡沫板或发泡水泥	加热电缆	细石混凝土、水泥砂浆	细石混凝土或水泥砂浆	面砖或木地板
2	潜热蓄能地面辐射供暖	混凝土楼地板	聚苯乙烯泡沫板或发泡水泥	加热电缆	潜热蓄能材料	细石混凝土或水泥砂浆	面砖或木地板
3	预制板地面辐射供暖	混凝土楼地板		加热电缆	供暖板	聚苯乙烯泡沫板或发泡水泥	木地板

3.1.3 地面辐射供暖的地表面平均温度应符合表 3.1.3 的要求。

表 3.1.3 地表面平均温度

区域特征	适宜范围	最高限值
人员长期停留区域	25℃ ~ 28℃	31℃
人员短期停留区域	28℃ ~ 30℃	32℃
无人员停留区域	35℃ ~ 40℃	42℃

3.1.4 地面辐射供暖工程应提供下列施工图设计文件:

- 1 设计说明;
- 2 供暖系统和加热装置平面布置图;
- 3 温控装置及相关管线布置图(当采用计算机网络集中控制系统时,应提供通讯及控制布线图);

4 供电系统图及相关管线平面图。

3.1.5 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 采用的地面辐射供暖类型;
- 3 房间总热负荷、总供电容量或自限温加热电缆总供电功率;
- 4 配电方案;
- 5 加热电缆型号规格、总长度、工作电压、工作温度等技术数据和条件;
- 6 绝热材料的类型、导热系数、密度、规格及厚度等;
- 7 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;当采用计算机集中控制系统时,应说明控制要求和原理,其中局部控制或网络控制应说明工作模式和控制要求及工作方框图;
- 8 住宅分户热计量或电能计量方式;
- 9 填充层伸缩缝的设置要求。

3.1.6 地面辐射供暖系统平面布置图应绘制下列内容:

- 1 采用现场敷设地面辐射供暖时,应绘出各房间加热电缆的具体布置形式,标明敷设间距、加热电缆规格型号、各加热电缆回路的敷设长度。
- 2 采用潜热蓄能或潜显热复合蓄能时应绘出各房间潜热蓄能材料的型号用量以及灌装方式及布置要求。
- 3 采用预制供暖板地面辐射供暖时,应绘出供暖板铺设位置。

3.2 地面构造

3.2.1 地面辐射供暖的地面构造,从下至上由以下几部分组成:

- 1 楼板或与土壤相邻的地板;
- 2 绝热层;
- 3 加热装置、蓄能管和潜热蓄能材料;
- 4 填充层;

5 面层(装饰面层及其找平层)

- 3.2.2 显热蓄能地面辐射供暖、潜热蓄能地面辐射供暖和预制板地面辐射供暖构造应分别符合本规程第 5.5.1 条、5.5.2 条和 5.5.3 条的规定。
- 3.2.3 当室内地面辐射供暖有下列情况时,必须设置绝热层:
 - 1 直接与室外空气接触的楼板上;
 - 2 与不供暖房间上下相邻的楼板上;
 - 3 与土壤相邻的地板上;
 - 4 分户或分室需单独热计量的楼板上。
- 3.2.4 在潮湿房间内,地面辐射供暖填充层上面,地面面层下面,应设置隔离层。在与土壤相邻的地板上应设置防潮层。
- 3.2.5 地面辐射供暖的绝热层厚度不应小于表 3.2.5 的规定。

表 3.2.5 绝热层厚度

绝热层位置	聚苯乙烯泡沫塑料板 干体积密度(kg/m ³)	发泡水泥干 体积密度(kg/m ³)		
	≥18	350	400	450
	厚度(mm)	厚度(mm)		
楼层之间楼板上	20	35	40	45
与土壤或不供暖房间 相邻的地板上	30	40	45	50
与室外空气相邻的地板上	30	50	55	60

- 3.2.6 混凝土填充式地面辐射供暖地面,其填充层应符合下列规定:
 - 1 填充层材料的厚度应在 30 mm ~ 50 mm 之间;
 - 2 加热电缆不应与绝热层直接接触,应敷设于填充层中间,绝热层底部与结构层结合为宜;
 - 3 混凝土填充层上部应根据面层的需要铺设找平层;
 - 4 没有防水要求的非潮湿房间,水泥砂浆填充层可同时作为面层找平层。
- 3.2.7 设置地面辐射供暖的房间,地面面层应符合下列规定:
 - 1 混凝土填充式地面辐射供暖可以广泛采用瓷砖、石材、木

地板等多种面层。

2 预制板地面辐射供暖采用架空木地板面层,应采用预制组合式干法施工。

3.2.8 当地面荷载大于供暖地面的承载能力时,应会同结构设计人员采取加固措施。

3.3 房间热负荷计算

3.3.1 房间热负荷的计算应符合现行国家标准《采暖通风及空气调节设计规范》GB50019 的有关规定。

3.3.2 以地面辐射供暖为房间主体供暖方式时,室内计算温度的取值应对比对流法采暖系统降低 2℃。

3.3.3 地面辐射供暖用于房间内局部区域供暖时,热负荷可按房间全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 局部地面辐射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 6 m 的房间,宜以距外墙 6 m 为界分区,分别计算热负荷并进行加热装置布置。

3.3.5 铺设加热装置的建筑地面,不应计算地面的传热热损失。

3.3.6 采用地面辐射供暖的房间(不含楼梯间)高度大于 4 m 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 1 m 应附加 1%,但最大附加率不应大于 8%。

3.3.7 采用集中供热分户计量或采用分户独立供热的住宅热负荷,应考虑间歇供暖附加值和户间传热散热量,房间热负荷应按式计算,并应按照表 3.3.7,对房间热负荷考虑一定的间歇供暖负荷修正。

$$Q = Q_w + q_h \cdot M \quad (3.3.7-1)$$

$$Q_w = \alpha \cdot Q_j \quad (3.3.7-2)$$

式中: Q ——住宅房间热负荷(W);

Q_w ——房间稳定热负荷(W);

Q_j ——按本规程 3.3.1 条~3.3.6 条计算出的房间基本热负荷(W);

α ——住宅间歇供暖热负荷修正系数,应按照表 3.3.7 取值;

q_h ——房间单位面积平均户间传热量(W/m²),可取 $q_h = 10$ 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

地面辐射供暖类型	修正系数
显热蓄能地面	1.3
预制供暖板潜热蓄能地面	1.4~1.5

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应按下式计算:

$$q_x = \beta \frac{Q_x}{F} \quad (3.4.1-1)$$

$$Q_x = Q - q_{m0} \quad (3.4.1-2)$$

式中: q_x ——单位地面面积所需散热量(W/m²);

Q_x ——房间所需散热量(W),当上层房间采用地面辐射供暖时,按 3.3 节计算出的房间热负荷 Q 扣除来自上层地面向下的散热损失;

F ——房间内铺设加热装置的地面面积(m²);

β ——考虑家具等遮挡的安全系数;

q_{m0} ——由加热面至地板下的热损失。

3.4.2 对于全地面辐射供暖房间,应按式计算地表面平均温度。地表面平均温度应在本规程 3.1.3 规定的范围内,当地表面平均温度计算值高于最高限值时,可在满足舒适度的条件下,适当降低室内计算温度。

$$t_{p0} = t_n + 9.85 \left(\frac{\beta \cdot Q_{m0}}{100F} \right)^{0.969} \quad (3.4.2-1)$$

$$Q_{m0} = Q_w - q_{m0} \quad (3.4.2-2)$$

式中: t_{p1} ——地表面平均温度(°C);

t_n ——室内计算温度(°C);

Q_{m1} ——考虑间歇供暖热负荷修正的地面所需稳定散热量(W/m^2),由式(3.3.7)中房间稳定热负荷 Q_w 扣除来自上层地面向下的散热损失得到。

3.4.3 供应每户住宅的加热电缆供电功率,应包括地面向上的有效散热量和向下的散热损失。

3.4.4 单位地面散热量 q (W/m^2)应按下列公式计算:

$$q = q_f + q_d \quad (3.4.41)$$

单位地面面积辐射传热量:

$$q_f = 5 \times 10^{-8} [(t_{p1} + 273)^4 - (t_{p2} + 273)^4] \quad (3.4.4-2)$$

单位地面面积对流传热量:

$$q_d = \alpha (t_{p1} - t_n)^n \quad (3.4.4-3)$$

式中: q_f ——地面单位面积的辐射传热量(W/m^2);

q_d ——地面单位面积的对流传热量(W/m^2);

t_{p1} ——计算表面所在室内非加热表面的面积加权平均温度(°C);

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

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

3.5 供暖系统的热负荷计算

3.5.1 建筑物的热损失计算应符合下列规定。

1 除加热面之外,房间的热损失总和通过下列公式计算:

$$Q_{A0} = \sum A_n \cdot U_n \cdot (T_i - T_0) + q_2 \quad (3.5.1-1)$$

式中: A_n ——各个部分的面积;

U_n ——各个部分的传热系数;

T_0 ——平均外气温度(包括与对象房间相邻的房的温度);

q_2 ——换气热损失;

T_i ——室内温度。

2 铺设率应按下列公式计算:

$$K \geq Q_{A0} / [\alpha_i (T_f - T_i) \cdot M] \quad (3.5.1-2)$$

$$K = F/M \quad (3.5.1-3)$$

式中: K ——铺设率;

T_f ——地板表面的允许温度;

T_i ——设定室温;

α_i ——室内的地板表面的热传导率。

当铺设率不满足上面公式的时候,可以提高铺设率,或者改善建筑物的隔热性能,减轻热负荷。

3 由加热面至地板下的热损失 q_{y0} 按下列公式计算:

$$q_{y0} = U_f \cdot (T_e - T_e') \quad (3.5.1-4)$$

式中: U_f ——加热地板下构造体的传热系数;

T_e ——蓄热体温度;

T_e' ——地板下温度(下部为大地的情况下,指地下1m的温度)。

4 总热损失 Q_T 按下列公式计算:

$$Q_T = (q_{A0} + q_{y0}) F \times 24 \quad (3.5.1-5)$$

单位面积所需发热量按下列公式计算:

$$q_{A0} = Q_{A0} / F \quad (3.5.1-6)$$

5 加热电缆的单位面积发热量 q_i 应按下列公式计算:

$$q_i = (Q_T \cdot \eta) / (F \cdot t_1) \quad (3.5.1-7)$$

式中: η ——充裕度(约1.2);

t_1 ——通电时间。

6 所需蓄热量 Q_T' 应按下列公式计算:

$$Q_T' = Q_T \cdot \eta (24 - t_1) / 24 \quad (3.5.1-8)$$

3.5.2 蓄热体的设计应符合下列规定。

1 显热蓄热体(混凝土)的厚度应按下列公式计算:

$$d_c = Q_T' / (c \cdot \rho \cdot \Delta T \cdot F) \quad (3.5.2-1)$$

式中: d_c ——混凝土厚度;

C ——混凝土的比热[0.88 kJ/(kg·K)];

ρ ——混凝土的密度(2 300 kg/m³);

ΔT ——混凝土的温度上升。

2 潜热蓄能体的面积、个数和蓄能体热量应按下列公式计算:

$$Q_T' \leq q_0 \cdot N_q \quad (3.5.2-2)$$

$$F \geq a_{q_0} \cdot N_q \quad (3.5.2-3)$$

式中: q_0 ——单个蓄热体的蓄热量;

N_q ——蓄热体的个数;

a_{q_0} ——单个蓄热体的面积。

3.6 加热电缆系统设计

3.6.1 加热电缆长度和布线间距应按下列公式计算确定:

$$L \geq \frac{(1+\delta)\beta \cdot Q_x}{P_x} \quad (3.6.1-1)$$

$$S \approx 1000 \frac{F}{L} \quad (3.6.1-2)$$

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,应按表 3.6.1 选取;

P_x ——自限温加热电缆的地面供暖标准线功率(W/M · 50℃),应根据加热电缆产品规格选取;

S ——加热电缆布线间距(mm);

F ——房间可安装加热电缆的地面面积(m²)。

表 3.6.1 供暖地面向下热损失占总供热量的比例

绝热层材料	向下热损失占总供热量的比例 δ		
	地砖、石材面层	塑料地板革面层	复合木地板面层
聚苯乙烯泡沫塑料板	0.16	0.21	0.23
发泡水泥	0.14	0.19	0.21

3.6.2 加热电缆之间的最大间距不宜超过 200 mm 且不应小于 50 mm;距离外墙内表面不得小于 100 mm,与内墙最近的电缆与墙面距离宜为 200 mm 左右。

3.6.3 当房间所需加热电缆总功率超过单根加热电缆的最大负载限制时,应将电缆分设成两个或多个独立回路。

3.6.4 加热电缆宜采用平行直列式布置,蓄热体等应平行于加热电缆均匀敷设。

3.7 电气设计

3.7.1 地面辐射供暖配电设计应符合下列规定。

1 电度表的设置应符合当地供电部门规定和满足节能管理的要求,即需选择分时计费电表等。

2 地面辐射供暖设备用电需要单独计费时,该系统的供电回路应单独设置,并独立设置配电箱和电度表。

3 地面辐射供暖与其他用电设备合用配电箱时,应分开回路设置。

4 地面辐射供暖配电回路应装设过载、短路及剩余电流保护器。

3.7.2 地面辐射供暖宜采用 AC220/380 V 三相四线供电方式,且系统设计时应使各相负荷平衡。

3.7.3 地面辐射供暖的潮湿房间应作局部等电位联结。

3.7.4 加热电缆的接地线必须与配电系统的地线连接,构成等电位连接。

3.7.5 应合理布置温控器、接线盒等位置,减小加热电缆或元件连接部分的管线。地面辐射供暖配电导线应符合下列规定:

1 导线应采用铜芯导线,应按敷设方式、环境条件确定导线截面,且导线载流量不应小于预期负荷的最大计算电流和按保护条件所确定的电流。

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

3.7.6 温控器的工作电流不得超过其额定电流,当所控制回路的工作电流大于温控器的额定电流时,可采用温控器与接触器等其他控制设备结合的形式实现控制功能。

3.8 地面辐射供暖计算机网络集中控制系统

3.8.1 地面辐射供暖智能控制系统由集中供暖控制中心、小区供暖服务器、网络控制器、温控器、采暖控制器、加热电缆组成。整个控制系统(图 3.8.1)分为大型网络控制系统和家庭别墅型网络控制系统,应用于企事业单位、医院、学校、商业楼、写字楼、住宅小区等多种场所。

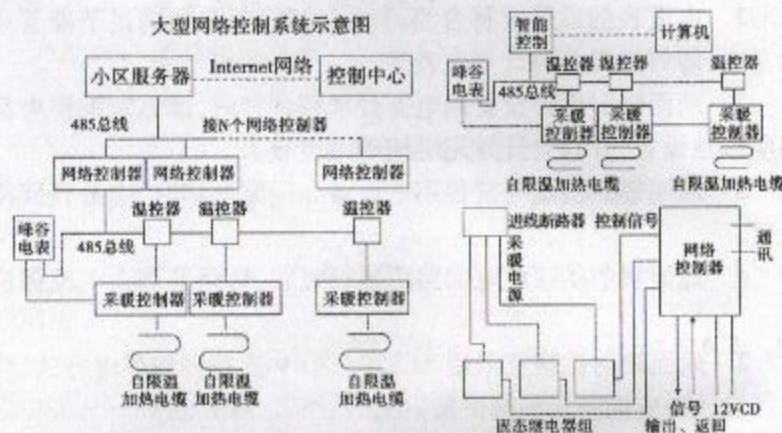


图 3.8.1 控制系统结构示意图

3.8.2 地面辐射供暖计算机网络控制系统应符合下列要求:

1 小区服务器正常情况下独立运行,同时也可以通过网络受集中供暖控制中心控制。一个服务器可以监控、管理 64 个网络控制器。

2 网络控制器做成模板型,可分为控制 8 个、16 个、32 个温控器三种等级的模板,根据现场需要可以通配、更换。

3 温控器为大屏幕显示,要求输出两个控制信号、分先后触发采暖控制器的上半波和下半波。触发延时时间可以在程序中任意调整。

4 网络控制器为固态继电器模块,内有两只可控硅,分别导通电源的正半周和负半周。

5 家庭别墅型网络控制中的智能控制器可以独立操作、显

示,也可以和计算机联网接受计算机控制。

6 整个系统控制部分工作电源为 24 VDC,采暖控制器输出端工作电压为 180 VAC ~ 380 VAC。

7 采暖进线断路器、采暖控制器、网络控制器加工在一个箱体,置于用户室外,整个系统只有温控器在用户室内。整套系统在运行调试时,可以在室外进行,不需要进入客户家里。

3.8.3 系统软件具有下列功能:

1 整套系统具备网络通讯功能。

2 控制中心为一级管理,小区服务器为二级管理,小区服务器必须通过控制中心授权或输入密码后才能使用。

3 系统具备系统设置、温控器设置、温控器查询、温控器分组、日志查询、定时开启、关闭某组或某个温控器、区分楼号和楼层号、计费统计等功能。

4 在控制中心和小区服务器上实现人机界面,通过设定和修改参数可以任意调整每个温控器的运行状态和温度值。

5 系统可以和带通讯端口的电表连接,跟踪记录峰谷平时段的用电量。

6 系统可以实现负荷轮换功能,当系统控制建筑楼群时,可以对总负荷进行监控,如出现负荷电流偏大时,切除某楼温度最高的房间,当用电量下降时,投入温度没达供暖要求的房间。

3.8.4 在一个建筑物中所安装的地面辐射供暖系统,要进行分区控制。分区控制宜采用个别控制、集中控制、区域控制三种方式进行。

1 个别控制的方式是以采暖对象的房间为单位,来设置感应装置和控制装置,在单个房间内进行的操作。个别控制是小规模住宅中所采用的最为标准的控制方式。

2 在集中管理建筑物的情况下,可以采用集中控制方式。这种控制方式可以在监控室内随时掌握所有设备的运转状态,当出现异常情况时,可以通过远程控制来使其强制运转,也可以与个别控制方式并用。

3 通常情况下,会采用针对每个房间的个别控制方式,但有时候也会采用区域控制方式。在这种控制方式下,可以几间房间为一个区域共同依靠一个控制装置来操控,也可以将同一间房间的一个部分作为单独的区域,通过另外的加热器来进行采暖。

4 材 料

4.1 一般规定

4.1.1 地面辐射供暖系统中所用材料,应根据工作温度、工作压力、荷载、设计寿命、现场防水、防火要求以及施工性能,经综合比较后确定。

4.1.2 地面辐射供暖所用材料必须符合设计要求及国家有关标准的规定;严禁使用国家明令禁止使用与淘汰的材料和设备,并应符合国家现行有关标准对材料有害物质限量的规定,不得对室内外环境造成污染。

4.1.3 绝热层材料应采用导热系数小、难燃或不燃,具有足够的承载能力的材料,并且不应含有病菌源,不得有散发异味及可能危害健康的挥发物。

4.1.4 进场材料应进行质量验收,对规格型号、数量和外观质量等进行检查;核查质量证明文件,应有出厂合格证、中文说明书和性能检测报告,并经监理单位签字确认。

4.1.5 对进场材料和设备应按照本规程规定在施工现场抽样复验,复验应为见证取样送检。

各种材料进场抽样数量及复验项目应符合本规程第6.1.3条的规定。

4.2 绝热层材料

4.2.1 地面辐射供暖中的绝热层所用材料的燃烧性能等级应符合设计要求和相关现行国家标准的规定。

4.2.2 绝热层所用聚苯乙烯泡沫塑料板和发泡水泥的技术性能指标应符合本规程附录D的规定。

4.2.4 发泡水泥绝热层所用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。

4.2.5 当采用其他绝热材料时,应选用同等绝热效果的材料,其技术性能指标同样应符合本规程附录 D 的规定。

4.3 填充层材料

4.3.1 混凝土填充层材料强度等级宜为 C15,石子粒径宜为 5 mm ~ 12 mm。

4.3.2 水泥砂浆填充层材料应符合下列要求:

- 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 蓄能材料

4.4.1 蓄能管质量必须符合设计要求和国家相应标准的规定;所选用的蓄能管的规格型号、物理力学性能应符合本规程附录 B 的规定。

4.4.2 蓄能体(管)装满蓄能材料后必须用堵帽热熔密封。对于管径大于等于 15 mm 的管材壁厚不应小于 2.0 mm。

4.4.3 地面辐射供暖的蓄能材料可以根据工程要求和表 4.4.2 蓄能材料的特点进行选择。

表 4.4.2 蓄能材料的特点

地面类型	蓄能材料	优点	缺点
显热蓄能	水、混凝土、土壤、砖等	1. 容易得到 2. 价格低廉 3. 安全、具有耐久性	1. 容积效率较低 2. 温度的高低无法确定
潜热蓄能	无机水合盐、石蜡、有机物等	1. 蓄热量大 2. 适应范围宽 3. 主动控温	1. 价格较贵 2. 根据相态变化的温度来选择材料

4.4.4 不同的蓄能材料的蓄热量应符合表 4.4.4 的规定。

表 4.4.4 潜热蓄能材料与显热蓄能材料的蓄热量的比较(温度差为 10 °C 时的比较)

蓄热材料	物质	密度 (kg/m ³)	比热 (kJ/(kg·K))	蓄热		量容积比
				(kJ/kg)	(kJ/m ³)	
潜热蓄热材料	KHMT ₂ P	1 340	—	155	207 700	1
显热蓄热材料	水	1 000	4.20	42	42 000	4.9
	混凝土	2 300	0.88	8.8	20 240	10.3

4.4.5 常用潜热蓄能材料和蓄热体的种类和性能应符合本规程附录 C 表 C.0.1 的规定。

4.4.6 常用的显热蓄能材料种类和技术性能应符合本规程附录 C 表 C.0.2 的规定。

4.4.7 预制供暖板总厚度不应大于 30 mm;板内所用的潜热蓄能材料和蓄热体的种类和性能应符合本规程附录 C 表 C.0.1 的规定,其绝热材料的技术性能应符合本规程附录 D 的规定。

4.5 加热线缆

4.5.1 加热线缆必须有接地屏蔽层,防电磁全屏蔽层复盖率 100%。

4.5.2 加热线缆热线部分的结构在径向上从里到外,应由两股平行导电线芯发热芯带、绝缘层、接地屏蔽层、防电磁全屏蔽层和外护套等组成;可定尺也可以现场剪接。

4.5.3 加热线缆的型号和商标应有清晰标志,定尺产品首尾及产品配置编号应有明显标识。

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

4.5.5 加热线缆的发热导体宜使用纯金属或金属合金材料。

4.5.6 出厂加热线缆应经国家电线电缆质量监督检验部门检验合格。产品的物理性能、电气安全性能和机械性能应符合本规程附录 A 的规定。

5 施 工

5.1 一般规定

5.1.1 施工单位应具有相应的施工资质;工程质量检查和调试人员应具备相应的专业技术资格,施工操作人员应经培训上岗。

5.1.2 施工单位应按施工图等设计文件,编制施工组织设计和施工方案,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、层数、面积、结构形式、地面辐射供暖类型及施工工期等;
- 2 工程项目质量管理组织机构;
- 3 主要材料、设备的技术指标、规格、型号等及进场质量验收;
- 4 施工程序和工艺流程,各专业施工技术措施;
- 5 施工、安装质量控制措施及验收标准,包括:绝热层铺设、加热装置安装,填充层、面层施工;
- 6 施工进度计划、劳动力计划;
- 7 功能与安全检查,如电阻测试和绝缘测试,隐蔽工程验收等;
- 8 系统运行调试方案,竣工验收方法与程序等。

5.1.4 地面辐射供暖施工安装前应具备下列条件

- 1 设计施工图纸和有关规范、标准等技术文件齐全;
- 2 有较完善的施工方案和施工组织设计,并已完成技术交底;
- 3 施工现场具有供水或供电条件,有储放材料的临时设施;
- 4 初步完成墙面内粉刷(不含面层),外窗、外门已安装完毕,地面清理干净;
- 5 直接与土壤相邻的地面,已完成铺设防潮层;
- 6 相关电气预埋等工程已完成,电源配电箱已安装。

5.1.5 所有进场材料、设备的出厂合格证明、性能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,进场抽样复试结果符合设计要求。

5.1.6 应对地面辐射供暖的材料器件、设备采取下列保护措施:

- 1 加热设备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;与热源距离应保持在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,不得发生刮、压、折等任何损伤产品材料的行为。

5.1.7 地面辐射供暖的施工,环境温度不宜低于5℃;低于0℃时,现场应采取升温措施。

5.1.8 施工时不得与其他工种混合、同时作业,所有地面预留洞应在绝热层、填充层或预制供暖板施工前完成。

5.1.9 地面基层应平整、干燥、无杂物、无积灰;铺设绝热层、预制供暖板及其填充层的地面平整度应 $\leq \pm 5$ mm;墙面根部应平直,且无积灰现象。

5.1.10 施工过程中,严禁人员踩踏蓄能管或加热电缆。

5.1.11 蓄能管、加热电缆、预制供暖板及其填充层铺设后,严禁穿凿、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,准确标注蓄能管、加热电缆或预制供暖板铺设位置,竣工图经监理单位签字确认后应与其他竣工资料同时整理归档。

5.2 绝热层的设置

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

5.2.2 发泡水泥绝热层的施工,应具备发泡机、搅拌机、输送泵、平板振捣器、手推车、计量器、木抹子和铁抹子等机具。

5.2.3 浇注发泡水泥绝热层之前,应进行下列准备工作:

- 1 发泡水泥配合比应根据设计要求通过试验确定,并严格按照配合比施工;
- 2 对发泡机、搅拌机、输送泵及输送管道进行安全性检查;
- 3 在房间墙上弹出发泡水泥绝热层浇筑厚度的水平线;
- 4 清理基层并洒水湿润。

5.2.4 发泡水泥绝热层现场浇筑工艺流程(图 5.2.3)应符合下列程序:

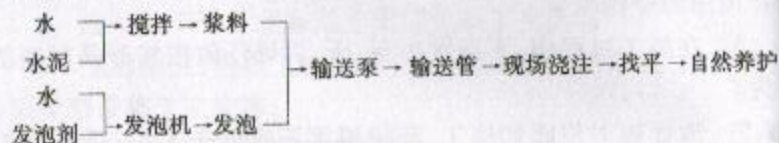


图 5.2.3 发泡水泥工艺流程

5.2.5 发泡水泥绝热层施工应符合下列要求:

1 发泡水泥绝热层的厚度应符合设计要求,施工过程中应随时控制浇筑厚度及地面平整度,厚度的允许偏差为 ± 5 mm。应及时观察、检查浆料流动性和发泡的稳定性,发泡水泥自流平后,应采用刮板刮平。

2 发泡孔隙应均匀分布,不应有水泥与气泡明显分离层。

3 施工 24 h 左右进行覆盖和洒水养护,每天不少于 2 次,严禁上人,养护期不少于 7 天。蓄能管或加热电缆应在养护期满后敷设。

4 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。

5.2.6 发泡水泥绝热层应做同条件养护试件,并为见证取样送检。

5.2.7 聚苯乙烯泡沫塑料板绝热层的厚度应符合设计要求,允许偏差为 ± 1.5 mm,铺设应牢固平整。绝热层及填充层间应相互结合严密,接头处应粘接严密。

5.3 加热电缆的安装

5.3.1 加热电缆应根据施工图纸标定的规格型号、电缆间的间距

和走向敷设,加热电缆应保持平直,且应符合下列要求:

1 先铺设聚苯板绝热层,再铺一层地暖专用反射膜,再铺铁丝网,然后用扎带把发热电缆固定在铁丝网上面。

2 电缆铺设间距、距墙面的距离应符合本规程 3.6.3 条的要求,电缆间距安装误差不大于 10 mm。

3 电缆的弯曲半径不小于 6 倍电缆直径。

4 加热电缆首端和尾端必须进入接线盒内。

5.3.2 加热电缆出厂后严禁剪裁和拼接,有外伤、破损的加热电缆严禁敷设。

5.3.3 加热电缆施工前,应确认电缆冷线预留管、温控器接线盒、地温传感器预留管、供暖配电箱等预留、预埋工作已完毕。

5.3.4 采用混凝土填充式地面辐射供暖时,加热电缆下应铺设金属网,加热电缆不得被压入绝热材料中,金属网网眼不应大于 100 mm \times 100 mm,金属直径不应小于 1 mm,并将加热电缆固定在金属网上。填充层在铺设金属网和加热电缆后施工。

5.3.5 加热电缆安装前应测量标称电阻和绝缘电阻;安装后,在铺设填充层或进行面层施工之前,应进行绝缘电阻测试并记录。

5.3.6 加热电缆温控器安装应符合下列要求:

1 温控器应水平安装,并应固定牢固;

2 温控器应设置在附近无散热体、无热源体,周围无遮挡物、不受风直吹、不受阳光直射、通风干燥处,设置高度距地面 1.4 m,或与照明开关在同一水平线上,能正确反映室内温度的位置,不宜设在外墙上。

5.4 填充层施工

5.4.1 填充层施工应具备以下条件:

1 加热电缆验收合格;

2 加热电缆经绝缘性能测试合格;

3 温控器的安装盒、加热电缆冷线穿管已经布置完毕;

4 伸缩缝已预留或设置完毕;

5 通过隐蔽工程验收。

5.4.2 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,伸缩缝填充材料宜采用高发泡聚乙烯泡沫塑料,伸缩缝填充材料应采用搭接方式连接,搭接宽度不应小于10 mm;伸缩缝宽度不宜小于10 mm,允许偏差为 ± 2 mm。填充材料采用聚乙烯泡沫塑料板时,厚度应为20 mm,接头处应采用搭接方式连接。

2 当地面面积超过 30 m^2 或边长超过6 m时,应按不大于6 m间距设置伸缩缝。伸缩缝内填充材料可采用高发泡聚乙烯泡沫塑料或满填弹性膨胀膏,伸缩缝宽度不应小于8 mm,允许偏差为 ± 2 mm。

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。

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

5.4.4 细石混凝土填充层的强度等级应不低于C15,厚度不低于40 mm;水泥砂浆填充层的强度等级应不低于M10,厚度不低于30 mm。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 400 cm^2 ,且每自然房间不应多于2处。

5.4.5 填充层表层的抹平工作应在混凝土初凝前完成,压光或拉毛工作应在水泥砂浆终凝前完成,表面平整度的允许偏差为 ± 5 mm。

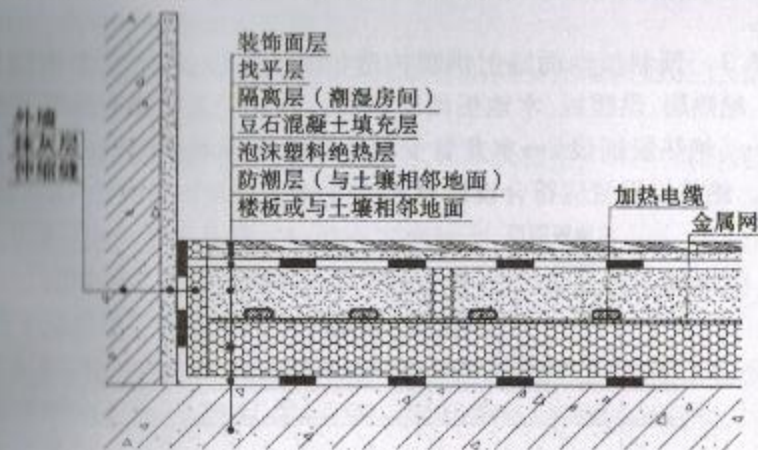
5.4.6 系统初始加热前,水泥砂浆填充层养护时间不应少于7 d,或抗压强度应达到5 MPa后,方可上人行走;养护期间及期满后,应对地面采取保护措施,不得在地面加以重载、高温烘烤或直接放置高温物体和高温设备。

5.4.7 填充层施工后,应检测每根电缆的绝缘电阻,验收合格并做好记录。

5.5 地面辐射供暖施工

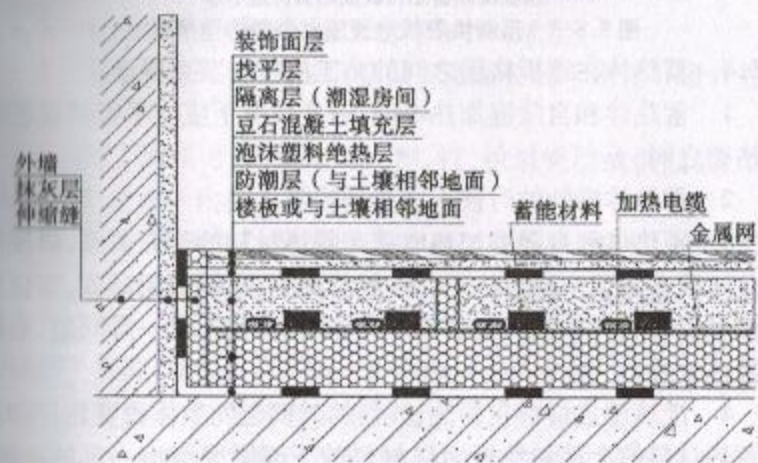
5.5.1 显热蓄能地面辐射供暖构造(图5.5.1),从下至上由结构

层、绝热层、金属网、加热电缆、填充层(细石混凝土、水泥砂浆)、地面面层组成。其施工工艺为基层清理—绝热层铺设—安装金属网—固定加热电缆—浇灌填充层并找平—施工地面面层。



自限温电缆显热蓄能地面辐射供暖地面构造

图 5.5.1 显热蓄能地面辐射供暖构造示意图



自限温电缆潜热蓄能地面辐射供暖地面构造

图 5.5.2 潜热蓄能地面辐射供暖构造示意图

5.5.2 潜热蓄能地面辐射供暖构造(图5.5.2),从下至上由结构层、绝热层、金属网、加热电缆、填充层(细石混凝土、水泥砂浆)、

蓄热体、地面面层组成。其施工工艺流程为基层清理—绝热层铺设—安装金属网—固定加热电缆—浇灌填充层并找平(在填充层上表面预留蓄能槽)—蓄能槽内灌装潜热蓄能材料—施工地面面层。

5.5.3 预制板地面辐射供暖构造(图 5.5.3),从下至上由结构层、绝热层、供暖板、木地板面层组成。其施工工艺流程为基层清理—绝热层铺设—木龙骨安装—供暖板安装—铺设木地板面层。绝热层设置应符合设计要求。

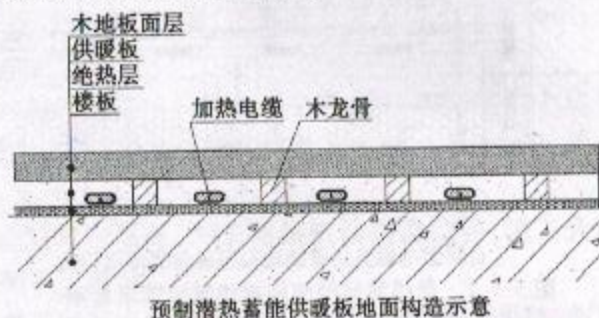


图 5.5.3 预制供暖板地面辐射供暖构造示意图

5.5.4 蓄热体在地板格栅之间的施工应符合下列要求:

- 1 蓄热体和自限温加热电缆,通常情况下应当平行铺设于地板格栅之间。
- 2 蓄热体安装的时候不能受到损伤。
- 3 蓄热体和自限温加热电缆与隔热材料的位置关系,要按照产品说明书的要求进行施工。一般情况下,在铺设的时候,要让蓄热体受热均匀。如果产生蓄热不充分、相变化不均一等问题,会影响蓄热效果。

4 潜热蓄热材料在蓄热、放热的时候会发生体积变化,因此,在蓄热材料的上部和地板面层材料的下部需要留出一定的空间。对此,在材料进场时,需要向供应商进行确认。

5.5.5 蓄热体内的蓄热材料中,既有可燃物,也有不燃物,因此,在进行处理、保管、废弃的时候,要注意分类采取措施,以防造成安全隐患和环境污染。

5.5.6 预制供暖板铺设应符合下列要求:

- 1 预制供暖板与地面、填充层的连接应紧密牢固。
- 2 带木龙骨的供暖板可用水泥钉钉在地面基层上进行局部固定,也可平铺在地面基层上。
- 3 不带龙骨的供暖板可采用胶粘剂点粘在地面基层上,最后与面层施工时一起固定。

5.5.7 蓄能管选用应符合设计要求和本规程第 4.4.1 条的规定,PE-RT 等管材可采用热熔连接。

5.5.8 潜热蓄热体施工应符合下列要求:

把潜热蓄能材料灌装在蓄热体(管)里面,然后密封牢固,平行于发热电缆放置并用卡子或扎带固定牢固。

5.5.9 地面辐射供暖的绝热层、预制供暖板铺设前,楼地板或地面基层应清洁、平整、干燥,否则应修补平整,清理污染杂物,达到施工条件。

5.6 面层施工

5.6.1 地面辐射供暖面层施工应符合下列规定:

- 1 面层施工前,填充层应达到面层需要的干燥度和设计要求的强度。
- 2 施工面层时,不得剔、凿、割、钉、钻填充层或供暖板,不得向填充层、供暖板内楔入任何物件。
- 3 石材、面砖在与墙、柱等垂直构件交接处,应留 10 mm 宽伸缩缝;木地板铺设时,应留不小于 14 mm 伸缩缝,伸缩缝宽度允许偏差均为 ± 2 mm;伸缩缝填充材料应从填充层的上边缘做到高出装饰层上表面 10 mm ~ 20 mm,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。

5.6.2 以木地板作为装饰面层时,木材必须经过干燥处理,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。

5.6.3 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。

5.7 检查与调试

5.7.1 地面辐射供暖系统在施工完毕,且混凝土填充层养护期满,正式供暖运行前,应进行调试和试运行。未经调试严禁运行使用。

5.7.2 地面辐射供暖系统的检查和调试,应由施工单位提出调试方案经审批后实施,监理单位组织各相关专业进行检查、验收,并应做好记录。

5.7.3 地面供暖系统的调试,应在具备正常供电条件下进行,并符合下列要求。

1 检查确保所有设备接线正确并安装牢固。

2 在通电情况下按照竣工图纸对所有温控器进行编号,并连接系统箱与服务器。

3 启动服务器控制系统对所有控制终端温控器进行录入编号,通过服务器进行温度设置、启动、关闭、时段控制、数据查询、更改数据等来调试、验证,远程通讯正常,即为合格。

4 计算机控制系统调试完毕后,再接通强电电源。分批、分组开启供热装置,进行试运行。

5.7.4 地面辐射供暖系统应对下列内容进行检查和验收:

1 加热电缆、温控器、绝热材料、蓄热材料、填充材料等的质量;

2 绝热层、蓄能管、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、28天抗压强度、导热系数;

4 隐蔽前和隐蔽后加热电缆的标称电阻、绝缘电阻检测(并同时记录当时的环境温度和地面温度);

5 加热电缆安装质量;

6 温控设备安装质量;

7 回路、系统运行调试。

5.7.5 加热电缆地面辐射供暖系统初始通电加热时,应控制室温

平缓上升,直至室内温度达到设计要求。

5.7.6 温控器的调试应按照不同型号温控器安装说明书的内容进行。

5.7.7 地面辐射供暖控制系统应在正式供暖运行后进行调试和试运行。

5.7.8 地面辐射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。

6 质量验收

6.1 一般规定

6.1.1 地面辐射供暖工程施工质量除应符合本规程的规定外,尚应符合《建筑工程施工质量验收统一标准》GB50300、《建筑节能工程施工质量验收规范》GB50411、《建筑地面工程施工质量验收规范》GB50209、《地面辐射供暖技术规程》JGJ142和《山西省建筑工程施工质量验收规程》DBJ04-226的有关规定。

6.1.2 地面辐射供暖工程的分部(子分部)、分项工程应按表6.1.2进行划分,各分项工程可划分为一个或若干个检验批。

表6.1.2 地面辐射供暖工程的分部(子分部)、分项工程的划分

分部工程	子分部工程	分项工程
建筑给水、排水及采暖	室内采暖系统	地面辐射供暖

6.1.3 地面辐射供暖工程主要材料和部件进场抽样复验项目应符合表6.1.3的规定。

表6.1.3 主要材料和部件进场抽样复验项目

序号	材料名称	现场抽样数量	复验项目	备注
1	发热电缆	同一厂家、同一品种、同一类型的各抽查不少于30m	导体结构、电气性能、机械性能、物理性能	见证取样送检
2	聚苯乙烯泡沫塑料、发泡水泥	同一厂家、同一品种、同一类型的各抽查不少于三组	阻燃性、导热系数、密度、抗压强度	见证取样送检

续表 6.1.3

序号	材料名称	现场抽样数量	复验项目	备注
3	水泥	同一厂家、同一品种、同一类型的各抽查不少于 一组	安定性、抗压强度、 凝结时间	
4	潜热蓄能材料	同一厂家、同一品种、同一类型的各抽查不少于 三组	熔解温度、凝结温 度、蓄热量、比热、密 度	见证取样 送检
5	蓄能管	同一厂家、同一品种、同一类型的各抽查不少于 一组	液压试验环应力、纵 向尺寸收缩率、流动 速率之差	
6	预制供暖板	同一厂家、同一品种、同一类型的各抽查不少于 三组	按以上序号 1、2、4 项复验项目进行检 验	见证取样 送检

6.1.4 地面辐射供暖工程分项检验批的划分应符合下列规定：

- 1 检验批可按控制系统或供暖系统划分检验批，也可按施工段或变形缝划分。
- 2 不同构造作法的应单独划分检验批。
- 3 当面积超过 200 m²，每 200 m² 可划分一个检验批。

6.1.5 分项检验批质量合格应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量经抽样检验必须达到本规程规定的质量标准，认定合格。
- 2 一般项目的质量经抽样检验 80% 以上的检查点（处）符合本规程规定的质量要求，其他检查点（处）不得有明显影响使用功能的严重缺陷，并不得大于允许偏差值的 1.5 倍为合格。
- 3 具有完整的施工操作依据和质量检验记录。

6.1.6 地面辐射供暖工程分项检验批验收记录应符合附录 E 表 E 的要求。

6.1.7 加热电缆、蓄能管、预制供暖板安装完毕，混凝土填充层或面层施工前，由监理工程师组织施工单位各有关人员进行隐蔽工程验收。

6.1.8 地面供暖工程的隐蔽工程验收应包括下列内容：

- 1 供暖地面施工前，地面的平整、清洁状况符合施工要求；

2 绝热层的厚度、材料的物理性能及铺设符合设计要求；

3 伸缩缝设置应按要求敷设完毕；

4 预制供暖板的铺设符合要求；

5 蓄能管、加热电缆的间距、弯曲半径、固定措施符合要求，现场敷设的地面面层下的蓄能管和加热电缆应无接头；

6 加热电缆系统每个回路应无短路和断路现象，绝缘电阻测试应符合要求；

7 供暖地面按要求铺设防潮层、隔离层、导热层、金属网等。

6.1.9 地面辐射供暖工程竣工验收时，应具备下列文件：

- 1 施工组织设计（施工方案）、竣工图和设计变更文件；
- 2 主要材料及配件的出厂合格证和性能检验报告及进场复试报告；
- 3 施工质量控制资料；
- 4 隐蔽工程验收记录；
- 5 分项工程、子分部工程施工安装质量验收记录表；
- 6 调试、试运行记录。

6.2 分项检验批的验收

6.2.1 本节适用于地面辐射供暖工程分项检验批的质量验收。

I 主控项目

6.2.2 地面辐射供暖的类型和构造应符合设计要求。

检查数量：全部检查。

检查方法：与施工图纸对照检查。

6.2.3 地面辐射供暖工程所用材料和部件的规格、型号和技术性能应符合设计要求。

检查数量：全部检查。

检查方法：检查所用材料和部件的出厂质量证明文件和进场复验报告。

6.2.4 加热电缆严禁剪裁和拼接，有外伤和破损的发热电缆严禁敷设。

检查数量:全部检查。

检查方法:目测检查。

6.2.5 加热电缆的轴向上分别为发热用的热线和连接用的冷线,其冷热导线的接头应安全可靠,并应满足至少50年的非连续正常使用寿命。加热电缆首端和尾端必须进入接线盒内。

检查数量:全部检查。

检查方法:频繁通、断电测试,观察检查。

6.2.6 加热电缆系统每个回路应无短路和断路现象,绝缘电阻测试应符合要求。

检查数量:全部检查。

检查方法:检查电缆安装前和填充层施工后标称电阻和绝缘电阻测试记录。

6.2.7 控制系统和供暖系统调试和试运行结果应符合设计要求,各项数据达到本规程规定,房间中央离地1.5 m处黑球温度计指示的温度应符合设计计算温度的要求。

检查数量:全部检查。

检查方法:检测控制系统各项数据记录和调试试运行记录,黑球温度计指示的温度记录。

II 一般项目

6.2.8 发热电缆安装间距的误差不大于10 mm,弯曲半径不得小于生产企业规定的限值且不得小于6倍的电缆直径,允许偏差为-5 mm。

检查数量:每检验批抽查不少于5个房间,每个房间抽查不少于5处。

检查方法:观察、尺量检查。

6.2.9 蓄能管的铺设和蓄能材料的灌装符合设计要求和规程规定。

检查数量:每检验批抽查不少于5个房间,每个房间抽查不少于5处。

检查方法:观察检查。

6.2.10 防潮层和隔离层铺设的位置正确,接缝严密。

检查数量:每检验批抽查不少于5个房间,每个房间抽查不少于5处。

检查方法:观察检查,检查试水记录。

6.2.11 绝热层铺设平整,接合严密;厚度应符合设计要求,其聚苯乙烯泡沫塑料板的允许偏差为 ± 1.5 mm;发泡水泥的允许偏差为-5 mm。

检查数量:每检验批抽查不少于5个房间,每个房间抽查不少于5处。

检查方法:观察、针刺尺量检查。

6.2.12 填充层应浇捣密实,表面平整,抹平压光;表面平整度允许偏差为 ± 5 mm。

检查数量:每检验批抽查不少于5个房间,每个房间抽查不少于5处。

检查方法:观察、尺量检查。

6.2.13 伸缩缝的设置位置、缝宽及构造应符合设计要求;缝宽的允许偏差为 ± 2 mm。

检查数量:每检验批抽查不少于5个房间,每个房间抽查不少于5处。

检查方法:观察、尺量检查。

附录 A 加热电缆

A.0.1 地面辐射供暖用加热电缆的物理性能应符合表 A.0.1 的要求:

表 A.0.1 地面辐射供暖用加热电缆

型号	标称宽度	额定电压 ≥V	标准线功率 W/m · 50℃	最大使用长度/m	
	mm			穿管或干法安装	直埋在混凝土中湿法安装
CNXW - b1	10 - 12	12 ~ 36, 36 ~ 80, 80 ~ 110, 110 ~ 220, 220 ~ 380	10. 15. 20	100	120
CNXW - b2	12 - 14		15. 20. 25. 30	80	100

A.0.2 加热电缆的电气和机械性能应符合表 A.0.2 的要求:

表 A.0.2 加热电缆的电气和机械性能要求

序号	试验项目	标准要求	试验型式	
			出厂	型式
1	成品电热带表面标志间距离	字迹清楚、容易辨认、耐擦、最大 900mm	R	T
2	成品电热带高温电压试验 (100℃, 1.5kV/15min)	不击穿		√
3	绝缘电阻(100℃)	最小 0.03MΩ · km		√

续表 A.0.2

序号	试验项目	标准要求	试验型式	
			出厂	型式
4	工频火花试验或浸水耐压试验	6000V 火花, 4000V 浸水连续通过	√	√
5	变形试验(低机械强度 300N, 1.5kV/30s)、 (中机械强度 600N, 1.5kV/30s)	不击穿		√
6	拉力试验	最小 120N		√
7	正反卷绕试验	不击穿		√
8	低温冲击试验(-15℃)	不开裂		√
9	低温机械性能试验(拉伸强度)	≥20MPa		√
10	绝缘机械性能试验(绝缘)	135℃ ± 27 × 24H		√
11	热老化性能试验(绝缘材料)	氧指数 ≥ 30		√
12	燃烧性能试验阻燃(绝缘材料)	-15° ± 2 不开裂		√
13	低温弯曲性能试验	≤ 90℃: 105℃ ± 5 135℃ ± 5	√	√
14	最高表面温度测量	采暖产品 ≤ 3(10℃) 化冻产品 ≤ 5(0℃)	√	√
14	启动电流与稳态电流比值 I_s/I_e 10℃, 0℃ 3S' / 5min 时比值	低压产品 ≤ 5 (10℃/0℃)	√	√

36

续表 A.0.2

序号	试验项目	标准要求	试验型式	
			出厂	型式
15	PTC 芯带与导电线芯 的结合牢度	夹持在专用弯曲试验仪中, 在重复 3 次 180° 弯曲状态下, 导电线芯与 PTC 芯带横截面表面相互无伸缩(金 属导体和 PTC 芯带之间不产生位移)	R	√
16	热稳定性试验 (PTC 芯带使用寿命)	通电 12min, 断电 3min 为 1 个循 环, 通断电循环 5376h(21504 次), 标称功率的变化率不大于 20%		√
17	最高承受温度试验	在最高承受温度条件下, 放置 48 小 时后, 按第 6 项进行 7 天通断循环计 168h(672 次), 标称功率的变化率 ↓ 不大于 20%		√

37

附录 B 蓄能管

B.0.1 蓄能管的使用条件和级别应按照表 B.0.1 进行选择。

表 B.0.1 蓄能管的使用条件和级别

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)	
级别 1	60	49	80	1	95	100	供应热水(60℃)
级别 2	70	49	80	1	95	100	供应热水(70℃)
级别 4	40 60	20 25	70	2.5	100	100	地面辐射供暖

B.0.2 蓄能管系列应符合表 B.0.2 的要求。设计压力选择、管系列(S)值应符合表 B.0.2 确定。

表 B.0.2 蓄能管系列(S)值

工作压力 P_0 (MPa)	管系列(S)值	
	PB 管 ($\delta_0 = 5.46 \text{ MPa}$)	PP-R 管 ($\delta_0 = 3.30 \text{ MPa}$)
0.4	10	5
0.6	8	5

注: δD 指设计应力

B.0.3 蓄能管管材公称壁厚应符合表 B.0.3 的要求。

表 B.0.3 蓄能管管材公称壁厚

公称外径 (mm)	工作压力 $P_0 = 0.4 \text{ MPa}$ 下最小壁厚		工作压力 $P_0 = 0.6 \text{ MPa}$ 下最小壁厚	
	PB	PP-R	PE-RT	PB
20	1.3	2.0	2.0	PP-R
25	1.3	2.3	2.0	PP-R

(mm)

4 B.0.4 蓄能管公称外径、最小与最大平均外径应符合表 B.0.4 的要求。

表 B.0.4 蓄能管公称外径、最小与最大平均外径

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

B.0.5 蓄能管物理力学性能应符合表 B.0.5 的要求。

表 B.0.5 蓄能管物理力学性能

项目	PP-R管	PE-RT管
20℃, 1h 液压试验环应力 (MPa)	16.00	10.00
95℃, 1h 液压试验环应力 (MPa)	—	—
95℃, 22h 液压试验环应力 (MPa)	4.20	—
95℃, 165h 液压试验环应力 (MPa)	3.80	3.55
95℃, 1000h 液压试验环应力 (MPa)	3.50	3.50
110℃, 8760h 热稳定性试验环应力 (MPa)	1.90	1.90
纵向尺寸收缩率 (%)	≤2	<3
管材与混配料熔体流动速率之差	—	变化率 ≤ 原料的 30% (190℃, 2.16kg 条件下)

附录 C 蓄能材料

C.0.1 潜热蓄能材料及蓄热蓄热体的种类和性能应符合表 C.0.1 的规定。

表 C.0.1 潜热蓄能材料及蓄热蓄热体的种类和性能

主要原料	硫酸钠水合物	醋酸钠水合物	硫带硫酸钠水合物	石蜡
溶解温度/℃	32	42	40	41
凝固温度/℃	30	39.4	40	41
蓄热量/(J/g) (温度范围)/℃	155 (25→35)	164 (35→45)	260 (25→45)	213 (24→42)
比热(固/液)/ [J/(g·k)]	-/3.3	3.6/2.7	1.75/2.09	2.51/-
密度(固/液)/ (kg/m ³)	1340/1340	1390/1350	1440/1280	900/-
体积变化/%	1 以下	4 以下	11	10
耐久性 4000 周波	无异常			

潜热蓄能材料

续表 C.0.1

主要原料	硫酸钠水合物		醋酸钠水合物		硫带硫酸钠水合物	石蜡		
	聚丙烯	聚丙烯	聚丙烯	聚丙烯		铝箔	铝箔	铝箔
容器材质	聚丙烯	聚丙烯	聚丙烯	聚丙烯	聚丙烯	铝箔	铝箔	铝箔
尺寸/mm	250 × 550 × 25	245 × 800 × 40	245 × 80 × 40	240 × 560 × 20	250 × 400 × 22	250 × 800 × 21	250 × 800 × 21	250 × 800 × 28
面积/(m ² /件)	0.14	0.20	0.20	0.13	0.10	0.20	0.20	0.20
潜热蓄能材料/kg	3.11	7.26	7.36	2.56	2.0	3.3	3.3	5.3
	0.59	1.12	1.12	0.70	0.4	0.1	0.1	0.1
容器/kg	3.70	8.38	8.48	3.26	2.4	3.4	3.4	5.4
蓄热量/(kJ/件)	481	1122	1207	674	380	703	722	1269
允许温度/℃	50	50	60	75	70	80	80	80
可燃性(容器/蓄能材料)	可燃/不可燃	可燃/不可燃	可燃/不可燃	可燃/不可燃	可燃/不可燃	可燃/不可燃	可燃/不可燃	可燃/不可燃

潜热蓄能材料

C.0.2 显热蓄能材料的种类和性能应符合表 C.0.2 的规定。

表 C.0.2 显热蓄能材料的种类和性能

种类	密度(kg/m ³)	比热(质量)/[kJ/(kg·K)]	比热(容积)/[kJ/(m ³ ·K)]
混凝土	2300	0.88	2024
水泥砂浆	2000	0.80	1600
土壤(干燥)	1700	0.80	1360
水	1000	4.20	4200

附录 D 绝热层和预制供暖板

D.0.1 绝热用聚苯乙烯泡沫塑料的主要技术指标应符合表 D.0.1 的规定。

表 D.0.1 绝热用聚苯乙烯泡沫塑料主要技术指标

项目	性能指标	
表观密度(kg/m ³)	≥18.0	
压缩强度 ¹⁾ (kPa)	≥150	
导热系数 ²⁾ (W/m·K)	≤0.039	
尺寸稳定性(%)	≤2	
水蒸气透过系数 ³⁾ (ng/(Pa·m·s))	≤4.5	
吸水率(体积分数)(%(v/v))	≤2.0	
熔结性 ⁴⁾	断裂弯曲负荷	35
	弯曲变形	≥20
燃烧性能	氧指数	≥30
	燃烧分级	达到 B ₂ 级

D.0.2 发泡水泥绝热层的物理性能应符合表 D.0.2 的规定。

表 D.0.2 发泡水泥绝热层物理性能

干体积密度 kg/m ³	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

表 E 地面辐射供暖分项工程检验批质量验收记录表

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 DB11/806 - 2011			
项目	序号	内容	本规程条文	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	地面辐射供暖类型与构造	6.2.2 条		
	2	材料、部件的规格、型号 和技术性能	6.2.3 条		
	3	加热电缆严禁剪裁和拼接	6.2.4 条		
	4	加热电缆冷热线接头是否合格	6.2.5 条		

续表 E.0.1

主控 项目	5	加热电缆标称电阻、绝缘电阻	6.2.6 条		
	6	控制系统的安装调试效果	6.2.7 条		
	7	供暖系统的安装调试 和试运行结果	6.2.7 条		
一般 项目	1	加热电缆间距、弯曲半径安装	6.2.8 条		
	2	蓄能管的铺设及 蓄能材料的灌装	6.2.9		
	3	防潮层、隔离层铺设	6.2.10		
	4	绝热层铺设	6.2.11		
	5	填充层施工	6.2.12		
	6	伸缩缝设置	6.2.13		
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		

本规程用词说明

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:“应符合……的规定”或“应按……执行”。

引用标准名录

- 《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019
《低压配电设计规范》GB50054
《住宅设计规范》GB50096
《建筑地面工程施工质量验收规范》GB50209
《住宅建筑规范》GB50368
《通用硅酸盐水泥》GB175
《电工术语 电缆》GB/T2900.10
《外壳防护等级 IP 代码》GB4208
《塑料管材尺寸测量方法》GB/T8806
《热塑性塑料管材通用壁厚表》GB/T10798
《绝热用挤塑聚苯乙烯泡沫塑料》GB/T10801.2
《家用和类似用途电自动控制器》GB14536.1
《家用和类似用途电自动控制器 温度敏感控制器的特殊要求》
GB14536.10
《家用和类似用途电自动控制器 电起动器的特殊要求》
GB14536.16
《用能单位能源计量器具配备和管理通则》GB17167
《交联聚乙烯(PE-X)管材与管件交联度的试验方法》
GB/T18474
《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T18991
《自限温伴热带》GB/T19835
《额定电压 300/500 V 生活设施加热和防结冰用加热电缆》
GB/T20841/IEC60800
《民用建筑电气设计规范》JGJ-16
《地面辐射供暖技术规程》JGJ142
《供热计量技术规程》JGJ173
《温度指示控制仪》JJG874

冷热水用耐热聚乙烯(PE-RT)管道系统》CJ/T175
地面辐射供暖 建筑及生活设施用自限温加热电缆》
/KH-2010

山西省工程建设地方标准

自限温加热电缆蓄能地面 辐射供暖技术规程

DBJ04/T291-2012

条文说明

山西科学技术出版社

2012 太 原

目 次

1 总 则	57
2 术 语	59
3 设 计	60
3.1 一般规定	60
3.2 地面构造	61
3.3 房间热负荷计算	63
3.4 地面散热量和系统供热量计算	64
3.5 自限温加热电缆蓄能地面电热采暖系统的热负荷 计算	65
3.6 加热电缆系统设计	66
3.7 电气设计	67
3.8 地面辐射供暖计算机网络集中控制系统	67
4 材 料	72
4.1 一般规定	72
4.2 绝热层材料	72
4.4 蓄能材料	72
4.5 加热电缆	74
5 施 工	76
5.1 一般规定	76
5.2 发泡水泥绝热层的浇注	76
5.3 加热电缆的安装	76
5.4 填充层施工	77
5.5 地面辐射供暖施工	78

5.6 面层施工	78
5.7 检查与调试	78
6 质量验收	80

Contents

1 General Provisions	57
2 Terminology	59
3 Design	60
3.1 General Provisions	60
3.2 Ground Structure	61
3.3 The Room Heat Load Calculation	63
3.4 The Ground of Heat and System Heating Quantity Computation	64
3.5 Heating System Heat Load Calculation	65
3.6 Self Temperature Limiting Heating Cable Design	66
3.7 Electrical Design	67
3.8 Computer Network Control System for Ground Radiation Heating	67
4 Material	72
4.1 General Provisions	72
4.2 Insulating Layer Material	72
4.3 Filing Layer Material	72
4.4 Thermal Energy Storage Materials	74
4.5 Heating Cable	
5 Construction	76
5.1 General Provisions	76
5.2 Insulating Layer	76
5.3 Heating Cable Installation	76

5.4	Filling Layer Construction	77
5.5	The Ground Radiant Heating Construction	78
5.6	Surface Construction	78
5.7	Inspection and Testing	78
6	Acceptance of Quality	80

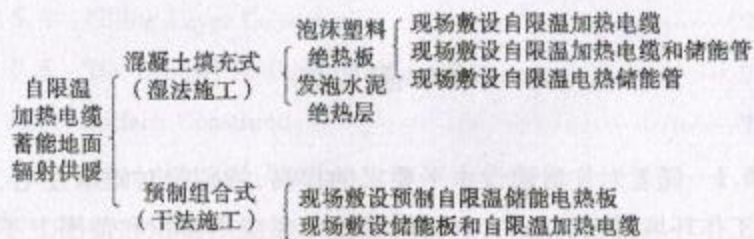
1 总 则

1.0.1 随着对住房建设水平要求的提高,特别是对健康住宅、健康工作环境要求的提高,地面供暖技术及应用面积和范围上不断扩大。供暖领域对节能、热计量的要求日趋严格,特别是以清洁能源“市电”作为大面积供暖热源,受到国家的严格控制。根据国家六部委局“关于执行电力需求侧管理的通知”精神及山西省政府贯彻执行国家建筑节能政策,保障居住供热与城市建设发展速度相适应。“自限温加热电缆、蓄能地面供暖系统”经多年实际应用及考核验证和山西、山东两省建设厅组织专家论证,该系统全面系统地、创新地集成国内外新材料、新产品、新技术,领先于国际先进水平,现已列入山西省“十二五”发展规划。

该系统在设计、材料、施工、验收等各个环节参考了国家、行业等有关标准,也吸取了国外有关的先进标准和经验。采用了山西耀华电力节能供热有限公司与芜湖市科华新型材料应用有限责任公司各自或共同的专利,采用了华东理工大学、芜湖科华、中国建筑材料科学研究总院的国家级重大科研成果。因此,此项“集成应用技术”的实施将会引发我国供暖领域的“应用技术”变革。

1.0.2 本规程适用于“干法施工”全部采用相变潜热蓄能地面供暖,或“湿法施工”全部采用显热蓄能地面或显潜热复合蓄能地面供暖工程,或非计算机控制系统的设计施工及质量检验。

工程分类示意如下:



2 术 语

2.0.1 自限温加热电缆蓄能地面,是由自限温加热电缆与结构层或填充层组成显热蓄能发热地面或与潜热储能材料组成蓄能发热地面,或组成显潜热复合蓄能发热地面。通过电热转化,可中断负荷连续供热。

电热转化可以是市网低谷电,也可以直接采用不稳定的可再生能源,“可再生能源”为光伏电热、风力电热、风光电热、非蓄电、非逆变等方式或与谷期市电互补,并可结合计算机应用技术,形成区域性、远距离集中或分户等智能控制系统。

2.0.2 根据《电工术语 电缆》GB/T2900.10-2001,“以加热为目的能散发热量的电缆都属于加热电缆”,本规程中的发热电缆是指具有正温度系数特性的(PTC 特性)加热电缆。该电缆可用于市电,也可以用于非蓄电、非逆变的光电或风电。市电泛指“峰、平、谷”三期电,本规程推荐采用“低谷电”,因此该系统绝不可以采用恒功率(金属或碳纤维)发热电缆。

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,地表面需达到的平均温度是否在人体的舒适范围内,见 3.4.2。

现行国标《采暖通风与空气调节设计规范》GB50019 和行业标准《地面辐射供暖技术规程》JGJ142-2004 的地表面平均温度标准,基本来源于欧洲标准。实际工程中,当房间热负荷相对于地面面积较大时,满足室内设计温度的地表面所需平均温度常常超出此温度限制,给设计带来困难。本规程采用了日本“地面采暖舒适性相关评价研究委员会”推荐的地面温度范围,如图 3.1 所示。

从图中可见,地面温度可以高达 31℃,不会产生不舒适感,只是日本对室内温度的要求较高而已。另外,国内已有工程地面温度达到了 31℃,人们也没有感觉不舒适。因此本标准考虑了中国人对温度的要求与欧洲的差异,提高了人员长期停留区域的地面温度的推荐值和限值。

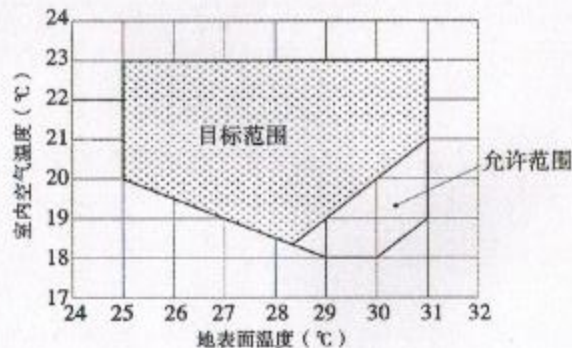


图 3.1 地面供暖运行时的舒适度范围

3.1.2、3.1.4 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),设计说明中应提供设计参数和必要的文字说明,以及地面供暖系统和加热设备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,条文中的内容暂时无法完全满足要求。

例如加热电缆规格、间距、长度,储能槽板的规格、间距、长度,预制供暖板的规格,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,以免出现供热设计和供热量与设计不符,达不到设计要求等现象。

3.2 地面构造

3.2.1 本条列出蓄能供暖地面的基本构造层,不包括金属导热层、EPE 垫层、钢丝网等附属层做法。根据供暖蓄热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。

3.2.2 为减少供暖地面的无效热损失,直接与室外空气接触的楼板、与不供暖房间相邻的地板,必须设置绝热层。当地面荷载特别大时,与土壤接触的底层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 3.2.3 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。

3.2.4 潮湿房间指卫生间、洗衣间、浴室、游泳馆等。

当采用混凝土填充式供暖地面时,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,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。

当用于独立核算单幢小楼时除底层需敷设绝热层外,其余各

层因充分利用建筑本体显热蓄能效果,应删除绝热层。

3.2.5 填充层材料及其厚度应根据采用的绝热层材料和加热设备类型确定,但在储能地面供暖中主要是依据储能量的大小要求来确定其厚度。

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 25 mm,其中最上粘接层约为 5 mm)。

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 5 mm 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。

3.2.6 水泥、陶瓷砖和石料面层的热阻约为 $0.02 \text{ m}^2 \cdot \text{k/W}$,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。

预制潜热储能供暖板供暖地面的特点是较轻薄,适合年代较久的住宅改造,直接铺设木地板(所谓“干法施工”)方便快捷。如采用瓷砖或石材面层,由于潜热储能板在相变过程中抗压较弱,故不适宜增加水泥砂浆等厚度找平层,而应按照“无水泥地砖铺设方法”进行。详见发明专利:“一种地面砖装饰地面及其安装方法”ZL03 1 52943.7。因此,除厨房、卫生间等不宜使用木地板外,均应采用木地板面层。

3.2.7 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使用中的局部荷载。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、均压、减小局部荷载的作用。因此不同构造供暖地面的承载能力可定性大致如下排列:混凝土填充式优于预制供暖板,发泡混凝土绝热层优于泡沫塑料绝热层,带

木龙骨的预制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。当用于荷载很大的场合时,应选择采用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加固。

3.3 房间热负荷计算

3.3.1~3.3.3 根据《采暖通风及空气调节设计规范》GB50019 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 $2 \text{ }^{\circ}\text{C} \sim 3 \text{ }^{\circ}\text{C}$,本规程取 $2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ 。非主体供暖维持温度应更低。局部供暖时,还要乘以表 3.3.3 的计算系数。

3.3.4 此条是为了在进深较大的房间铺设加热设备时,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 6 m 之外的内区如无外围护结构,加热设备应布置在外区;住宅内通户门的大起居室,距外墙超过 6 m 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,并分别布置加热设备。

3.3.5 铺设加热设备的地面,不存在室内空气通过地面向外传热负荷,因此房间外围护结构热负荷不包括地面传热负荷。供暖地面向下的热损失应计算在加热电缆供电功率中,见 3.4.3。

3.3.6 地面供暖工程的高大空间,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的问题。原因主要是:① 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;② 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。因此本规程要求高度附加值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热负荷进行附加,是

为了确定加热设备,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。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 房间单位面积平均户间传热量的数值 $q_h = 10 \text{ W}$,是在以下计算条件下,对不同建筑和供暖类型进行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:50%;邻户数量为3时:67%;邻户数量为2时:100%。
- 2) 采用动态负荷计算方法,采用最冷日逐时计算结果的平均值。

2 间歇供暖热负荷修正是一个较复杂的问题,一般取值为1.3~1.5。

- 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,应采用显热储能法,谷期用电,为节省电力费用,附加值适当增大至1.5~2.0。
- 3) 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%可基本满足要求。

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_s ,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3.6.1。

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(例如住宅的一般规律是越大户型家具密度越小,有腿家具比无腿家具遮挡小)进行附加。

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3.4.4计算供暖地面散热量时的 t_w 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。

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,房间供热量应为地面向上的有效散热量和向下的散热损失两部分叠加。

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,又有向下层的散热损失,因此每层供热量可与按3.3节计算出的房间热负荷近似取相同值。

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。

3.5 自限温加热电缆蓄能地面电热采暖系统的热负荷计算

3.5.1 蓄热地板采暖系统的热负荷计算

1 一天内房间的温度,严寒时期的日最高气温和日最低气温的平均值,以及一天内房间的使用状况,从而设定热负荷设计上的时间段。根据不同时间段来进行热负荷计算,与非蓄热方式的情况相同。

3 根据严寒时期的日平均气温的月平均值进行的热计算方

式

- 1) 与时间段热计算方法不同的是,不分时间段,而是从全天的平均值的角度来考虑。
- 2) 在室内采暖系统中,有效的热量来自地板表面的辐射热。因此,通过热负荷计算所求出的所需放热量也一定是来自地板表面的热量。当铺设率不满足公式时,可以提高铺设率,或者改善建筑物的隔热性能,减轻热负荷。

3.6 加热电缆系统设计

3.6.1 加热电缆的选型计算

公式(3.6.1-1)、(3.6.1-2)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。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,应按组合要求选取。由于采用蓄能地面,谷期用电铺设总功率是非蓄能地面非谷期用电时的2~3倍。若采用超过附录A表A.0.1中推荐的最大线功率,铺设间距小于3.6.3条规定的最小间距时,说明房间蓄热负荷过大或铺设面积过小,故严禁使用恒功率加热电缆。公式中 P_s ,自限温加热电缆,标准线功率的运行温度是工况电缆表面温度50℃,地面30℃。

3.6.2 规定加热电缆的单位线功率范围,是为了加热电缆在自限温蓄能地面做法环境下,满足谷期100%用电,以保证在较短的时间内充分地蓄能,有利于保证非谷期100%中断负荷供暖,且有利于保证地面温度均匀(相应减小电缆的铺设间距),同时也防止因过少选用产品产生偷工减料。

3.6.3 根据需要各房间单独控制需求不同的室温或单独通断供暖回路。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。因加热电缆的最大使用长度有一定限制,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或分成两根或多根并联作独立回路,同时需配置接触器增容。

3.7 电气设计

3.7.1 实行峰谷电价,电热供暖系统回路需单独设置和计费,并应采用电采暖智能控制系统。

温度设置原则为:谷期温度>平期温度>峰期温度>尖期温度。最大限度利用谷期用电以满足非谷期100%中断负荷蓄能供暖。

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。如果自动化控制系统具备电力负荷智能分配时,由于非谷期完全不用电,故可在生活用电总负荷,装机容量满足供热总负荷时,设共同回路,关键是能否分开计费,便于区分。独立用户,完全可共用同一回路。

3.7.2 地面供暖系统一般采用AC220V供电,但当进户回路负荷超过12kW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较粗,故宜采用AC220V/380V供电。新建住宅应注意取得供电部门的同意。

3.7.3 自限温加热(带)电缆,因接地需要,产品选型应严格选择带有金属屏蔽结构的产品。湿法施工,选加强型,干法或预制电热板,可选择屏蔽型,否则会违规误用。

3.7.4 加热电缆地面供暖设备配电导线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。

3.8 地面辐射供暖计算机网络集中控制系统

3.8.1 控制示例

普通采暖系统的温度控制,是通过对当前的温度和目标温度(设定温度)进行比较,当前温度较低的情况下进行通电加热,当前温度较高的时候停止通电加热,从而把温度保持在一定的程度,即时地对温度进行控制。

而蓄热地板采暖系统的温度控制,虽然基本上也是采用地板

温度控制,但控制的过程却完全不同。在蓄热地板采暖系统的温度控制中,为了第二天的采暖,前一夜就必须准备好蓄热温度等条件,开始蓄热,并且在第二天早上完成蓄热。为了顺利地进行采暖,至少要提前预测第二天的寒冷程度,从而决定通电条件。目前的蓄热地板采暖系统的温度控制,已经能够预测第二天的寒冷程度,或根据当天的寒冷程度,通过一个比较适当的温度来进行蓄热,从而顺利地进行采暖。

自限温蓄热地板采暖用的温度控制方式。只有在蓄热目标温度不变的时候才能维持一定的温度蓄热,随着气候的变化,采暖效果会发生改变。例如,具有较厚混凝土墙壁的 RC 构造的建筑,没有外墙面的房间,房间面积较大、外墙面所占比例较小的房间等。目前,随着下面将要阐述的寒冷程度预测控制和必需量蓄热控制的普及,与其相应的电力优惠政策的开始实施,这两种方式将逐步取代普通控制,成为蓄热地板采暖系统的主要温度控制方式。

时间变化引起的变化,对于为热容量较大的房间以一天为周期进行采暖的蓄热地板采暖系统来说,没有什么特别的问题,但是当入射到室内的太阳光过多的时候,就必须设置窗帘等。对于天气变化导致的日单位的变化,蓄热地板的构造、热容量(特别是在 RC 建筑中热容量较大)可以使变化缓和,因而感觉不到每天采暖效果所发生的变化。不过,从一个星期、一个月的较长间隔来看,从秋季到严冬,再到春季,随着天气逐渐变冷,又渐渐变暖的季节变化,为房间采暖所必需的地板温度也在发生变化。对于这种采暖的季节变化,这种温度控制方法中,蓄热目标温度是随着寒冷程度的变化而变化的,因此,就成为可以自由设定蓄热温度的显热蓄热专用,但基本上不必通过采暖季节进行调节就能够进行顺畅的节能运转。另外,为了在早上恰好可以达到目标温度,通过推迟通电开始的时间来进行通电控制运转。

第一天,由于前一天的气温较高,地板温度(加热器附近的温度=蓄热体温度)在3点到8点之间不断上升,蓄热后的地板温度达到了 30°C 。这种地板温度的上升,可以认为大致是与通电时间

一致的。

但是到了白天,室外温度没有上升,直至深夜一直在不断下降,因此,第二天的地板温度的上升过程就从1点一直持续到8点,也就是说,通电开始的时间提前了。蓄热后的地板温度达到了 32°C 。第二天的室外温度已经下降到零下 $2^{\circ}\text{C}\sim 4^{\circ}\text{C}$,进入了严寒,因此第三天的地板温度的上升就从0点一直持续到8点。与第二天相比,第三天通电开始的时间更早一些,蓄热后的地板温度也达到了 33°C 。

由于第三天的室外温度已经上升,第四天地板温度的上升过程是从2点到8点,通电开始的时间又往后调整了。

综上所述,通过观察可以看到蓄热目标温度的调节,通电开始时间的变化。由此可知,除深夜之外,室内温度通常可以保持在 $23^{\circ}\text{C}\sim 25^{\circ}\text{C}$,非常稳定,寒冷程度预测控制方式有效地发挥着作用。

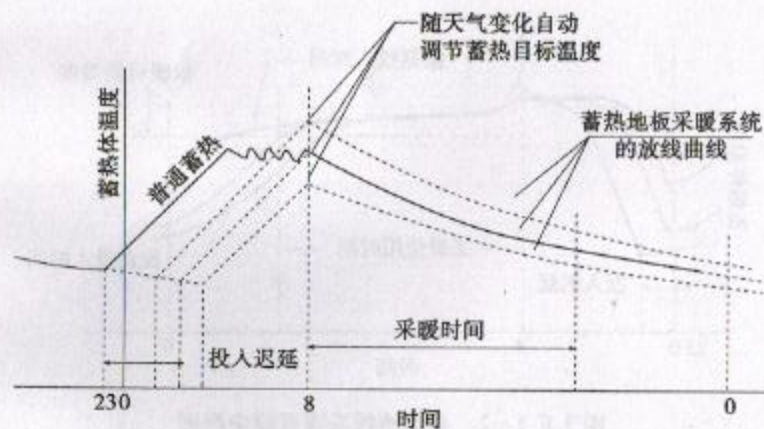


图 3.8.1-1 蓄热地板采暖系统中根据外气温度进行的寒冷程度预测控制

这种温度控制方式通过采暖使用时间带,对蓄热采暖的结果进行控制,使其达到采暖可能温度以上,因此,无论是哪种蓄热方式(显热/潜热)都是适用的。这是它的一个特征。对于室外温度

的变化,通过改变采暖负荷,表现为地板降温方式的变化,因此:①能够自然地进行温度控制,是一种节能性较高的温度控制方式;②对通电开始时间进行调节的方式,属于通电控制运转,适合谷期用电政策。

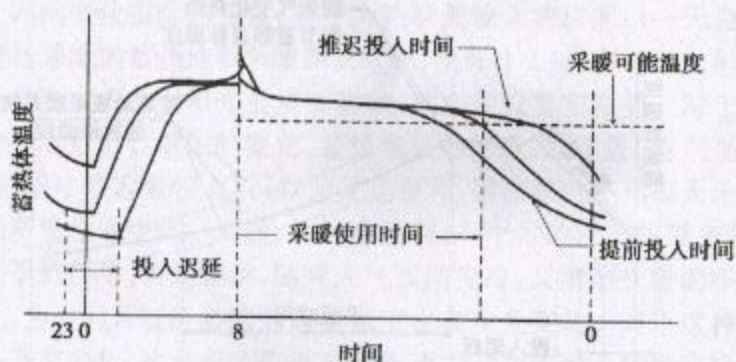
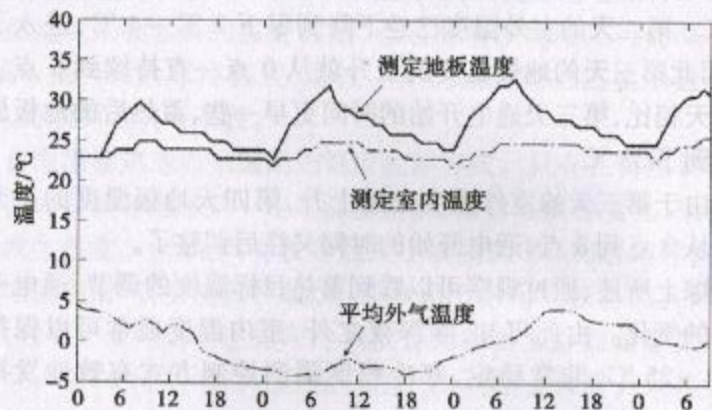


图 3.8.1-2 蓄热地板采暖系统中根据室外温度进行寒冷程度预测控制的示例

图中所示的是潜热蓄热地板采暖系统中的情形。由于潜热蓄热是通过促进固体→液体的相变化来实现的,因此,即使加长蓄热时间,温度也几乎不会发生变化。不过,这同样适用于显热蓄热地板采暖系统。在用于显热地板采暖系统的情况下,采暖持续时间是由蓄热温度决定的,因此可以通过调节通电开始时间改变蓄热

温度。

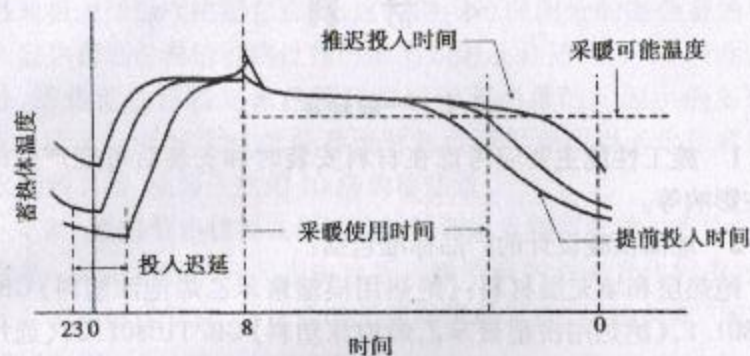


图 3.8.1-3 潜热蓄热地板采暖系统中采用的必需量蓄热控制

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。

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。

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,《自限温伴热带》GB/T19835-2005 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。

4.2 绝热层材料

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/T10801.2-2002。

国家标准《建筑材料及制品燃烧性能分级》GB8624-2006 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。

从附录 G 表 G.01 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,因此应采用表中密度和压缩强度较高的材料。从表中可看出,挤塑材料绝热性等指标均好于模塑材料,宜优先选用。

4.4 蓄能材料

4.4.3 潜热蓄热方式具有以下一些特征:

1 潜热蓄热材料是一种非常高效的蓄热材料,可以利用很小

的容量存储大量的热量。在地板采暖系统中,23℃~30℃被认为是地板表面温度的适合温度,这一温度范围附近的潜热蓄热材料和显热蓄热材料的蓄热过程的示例如附录 D 图 D.3-4 所示。另外,潜热蓄热材料与显热蓄热材料的蓄热量的比较示例如附录 D.2 所示。由表可知,潜热蓄热材料可以得到相当于单位容积的水的约 5 倍、混凝土的约 10 倍的蓄热量。

2 潜热蓄热材料在伴随蓄放热而发生相变化的过程中,其温度是一定的,因此,一天当中地板采暖系统的温度变化较少,停止通电之后温度较高、开始通电之前温度最低的“朝暖夕寒”的现象也比较少。

3 潜热蓄热材料在包含相态变化的温度范围内蓄热量最大,因此在选择潜热蓄热材料的时候,要注意选择与使用温度范围相适应的潜热蓄热材料。在地板采暖系统的设计、温度控制中,必须对潜热蓄热材料的相态变化温度加以考虑。

4.4.3 显热蓄热方式具有以下一些特征。

1 显热蓄热材料可以进行蓄热的温度范围连续并且广泛,无论在什么温度范围内,投入或者放出热能,显热蓄热材料的温度变化的幅度都是成比例的。因此,可以在广泛的温度范围内使用,因而地板采暖系统的设计、温度的控制等也会比较容易。

2 由于显热蓄热材料是利用物质的温度差来进行蓄热的,因此,停止通电之后温度较高、开始通电之前温度最低的“朝暖夕寒”的现象不可避免。

3 显热蓄热材料可以使用的材料的种类繁多,并且价格低廉。另外,由于是一种在引起物质变化的温度范围内使用的方法,因此不会因蓄放热功能的势利使用而导致劣化,可以长期稳定使用。

4.4.4 显热蓄热材料(地板混凝土)

1 显热蓄热方式的原理是利用物质比热进行蓄热,是最简单、应用范围较广的蓄热方式。

2 显热蓄热材料物质的比热较小,因此在存储大量热量的时候,必须增大质量或者增加温度差。在地板采暖系统中,蓄热利用

温度通常在 10℃ 左右,因此,必须增大质量。通常混凝土的厚度需要达到 150 mm 以上。

4.5 加热电缆

4.5.1 产品屏蔽层强制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磁场。

4.5.3、4.5.4、4.5.5 加热电缆标识包括商标、电缆型号及各项技术指标。应由专用设备和特殊工艺方法加工,严格控制质量,以保证安全性、机械性能达到要求。工厂根据热工设计定尺生产,并在冷热线接头首尾设明显编号标识。



- (1) 数十根镀锡或镀镍铜线合股扁平型特软导线芯。
- (2) PTC 发热芯带:由“特种”或“普通”PTC 材料构成。
- (3) 绝缘护层:因需要可分别采用聚乙烯、阻燃、氟塑料等材料;双重复合绝缘。
- (4) 屏蔽层:金属丝编织层,接地、漏电保护、屏蔽、防爆、增强机械强度。
- (5) 功能层:金属箔膜,全屏蔽,100% 抗电磁波。
- (6) 加强护层:防腐、绝缘、加强防护。

图 4.5.5 自限温加热电缆产品结构

4.5.6 附录 B 中对加热电缆的电气和机械性能要求,是根据《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、《自限温伴热带》GB/T19835-2005 和《电阻式伴热系统的测试、设计、安装、维护》IEEE515-1997 整理获得的。针对地面辐射供暖的一些专用要求,本规程对其特性做

出一些高于上述标准规定的规定。

1 起动电流:应模拟地板供暖应用条件进行测定,以 0℃ 时为起动值。自限温加热电缆在一定长度 50 m 内起动电流的大小与长度成线性关系,在用于地板供暖时,回路电缆通常长度比较长,因此应尽量限制其起动电流值和起动时间,并且配电系统回路保护电器应注意与其起动特性配合。

2 绝缘层:加热电缆使用一段时间后,随冷热温度变化会出现绝缘护层与导电发热芯带相对收缩,或因空气湿度等原因发生结露而产生短路事故。因此,该产品专利技术——芜湖科华专利提出,在 PTC 发热芯带外表设与芯带互融为一体的复合绝缘层,该绝缘层随 PTC 发热芯带冷热变化收缩率为零。为增强机械物理性能,在复合绝缘层外仍设通用绝缘层,如图 4.5 所示。

3 PTC 芯带与导电线芯的结合牢固度:PTC 芯带与导电线芯的结合是否牢固,直接影响到自限温式加热电缆的使用寿命,应通过专用电缆弯曲仪进行弯曲试验,要求导电线芯与 PTC 芯带横截面不允许有伸缩。

4 PTC 芯带使用寿命:PTC 芯带热稳定性可反映 PTC 芯带使用寿命,但 GB/T19835-2005 要求进行的、反映热稳定性的冷热交替循环试验有如下缺陷:① 0℃ 和 90℃ 的试验温度与地面供暖运行工况不符,无法折算实际工况交替次数,也不能直接反应加热电缆的正常使用时间;② 目前国内能够进行冷热交替循环试验的试验设备较缺乏,试验较困难,因此根据国际标准《电阻式伴热系统的测试、设计、安装、维护》IEEE515-1997,增加了通断电循环试验,用通断电次数和运行时间评价加热电缆的使用寿命更加合理。两个试验满足其中之一即为合格产品。

埋设于填充层内的加热电缆为隐蔽敷设工程,难以维护和更换,因此对其使用寿命应有较高的要求。即使功率的变化率达到 20%,由于选型计算中存在间歇供暖修正等考虑最不利情况的诸多附加值,加热电缆发热功率仍然能够基本满足使用要求。

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。

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。

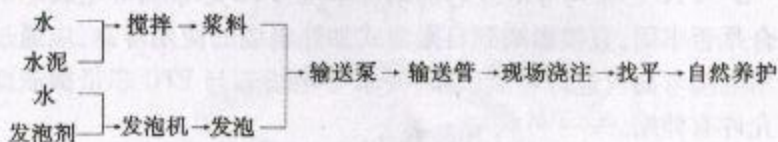


图 5.2.3-1 物理发泡工艺

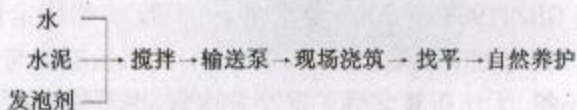


图 5.2.3-2 化学发泡工艺

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。

5.2.5 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 加热电缆的安装

加热电缆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。因各类型加热电缆有其特殊施工要求,因此电缆生产企业应负责进行技术培训和技术指导。

5.3.1 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,加热电缆安装后隐蔽前,填充层施工后。

5.3.2 强制性条文。

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。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。

5.3.4 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。需要在铺设填充层时将金属网抬起,使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。

5.4 填充层施工

5.4.1 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。

5.4.2 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。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 $20 \text{ kg}/\text{m}^3$ 的模塑聚苯乙烯泡沫塑料。

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 mm × 80 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。

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

5.5 地面辐射供暖施工

5.5.1 显热蓄热地板采暖系统的蓄热量以及放热时间,是由显热蓄热体(水泥砂浆、钢筋混凝土楼板)的厚度、隔热材料和地板表面材料的热阻决定的。因此,为了得到预计的采暖性能,可以通过改变钢筋混凝土楼板和水泥砂浆的厚度来实现。一般情况下,与没有地板采暖系统的建筑物,或是采用非蓄热式地板采暖的埋设工法相比,显热蓄热地板采暖系统中混凝土和水泥砂浆的厚度都比较厚。以钢筋混凝土地板作为蓄热体。

5.6 面层施工

5.6.2 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电缆的破坏。预留伸缩缝是为装饰面层材料受热膨胀时留有膨胀空间。

5.6.3 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。

5.7 检查与调试

5.7.3 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。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。

5.7.8 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。

6 质量验收

6.1.4、6.1.5 加热电缆、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。

6.1.8 本条具体规定了中间质量验收项目,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。

6.1.9 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。

图书在版编目(CIP)数据

自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖技术规程 / 山西耀华电力节能供热有限公司主编. — 太原: 山西科学技术出版社, 2013. 2

ISBN 978 - 7 - 5377 - 4313 - 6

I. ①自… II. ①山… III. ①加热电缆—地面—辐射采暖—技术规范 IV. ①TU832.1 - 65

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 018662 号

自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖技术规程

主 编	山西耀华电力节能供热有限公司
出 版	山西出版传媒集团·山西科学技术出版社 (太原建设南路 21 号 邮编:030012)
发 行	山西出版传媒集团·山西科学技术出版社 (电话:0351-4922121)
经 销	各地新华书店
印 刷	山西省建筑科学研究所印刷厂
总编室电话	0351-4922134
电子邮箱	zbs@kjs.sxpmg.com
开 本	850×1168 1/32 印张:2.875
字 数	62.7 千字
版 次	2013 年 2 月第 1 版
印 次	2013 年 2 月太原第 1 次印刷
书 号	ISBN 978 - 7 - 5377 - 4313 - 6
定 价	50.00 元

如发现印、装质量问题,影响阅读,请与发行部联系调换。