

建筑与生活设施用自限温电加热带 应用技术规程

Self-regulating heating belts for buildings and living facilities

各参编单位及个人：

现将此草案，转给你们，望请提出意见。现草案待完善，特别是附录和条文说明，现在正在征求各方意见编稿，望各位参与者或有兴趣的朋给予支持为盼。

芜湖科华 程崇钧

2018.12.07

2018 - 12 - XX 发布

2019 - 06 - XX 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

目 次

1	总则	7
2	术语	8
3	供暖、制冷系统设计	9
3.1	一般规定	9
3.2	电热带、电热席、集成电热板系统的设计	10
3.3	房间热负荷与冷负荷计算	10
3.4	辐射面传热量的计算	11
3.5	温控	12
3.6	电气设计	13
3.7	云计算计算机网络集中控制系统	13
4	屋面融冰雪系统设计	15
4.1	屋面融冰雪的部位	15
4.2	屋面融冰雪设施构造	15
4.3	屋面融冰雪的发热量	15
4.4	屋面融冰雪的控制	15
5	道路融冰雪系统设计	16
5.1	道路融冰雪的发热量计算	16
5.2	道路融冰雪的控制要素设计	17
6	电伴热、电加热系统设计	18
6.1	电伴热、加热适用范围	18
6.2	有关电伴热电气部分详见国家标准	18
6.3	电伴热加热的安装和设置要求	18
6.4	散热量计算	18
6.5	确定电热带的功率及长度	18
6.6	电热带选型	18
7	低温浇铸砼	19
8	综合“即热”或“蓄热”应用	20
9	材料	21
9.1	一般规定	21
9.2	绝热层材料	21
9.3	填充层材料	21
9.4	水系统材料	22
9.5	电加热带、电热席及电热板辐射供暖系统材料和温控设备	22
9.6	配电及控制器件及系统配置	22
10	施工	23
10.1	一般规定	23

10.2 施工方案及材料、设备检查	23
10.3 绝热层的铺设	23
10.4 加热供冷管系统的安装	24
10.5 电加热带及集成电热（水电两用）板系统的安装	24
10.6 压力试验	25
10.7 填充层施工	25
10.8 面层施工	26
10.9 卫生间施工	26
10.10 质量验收	26
11 试运行、调试及竣工验收	28
11.1 试运行与调试	28
11.2 竣工验收	28
附录	30
引用标准名录	32
附：条文说明	33

Contents

1	General Provisions	7
2	Terms	8
3	Design	9
3.1	General Requirements	9
3.2	Heating table Integration Electric Hot plate System Design	10
3.3	Room Heating Load and Cooling Load Calculation	10
3.4	Heating and Cooling Capability of Radiating Surface	11
3.5	Temperature Control and Heat Metering	12
3.6	Electrical Design	13
3.7	Cloud computing centralized control system of computer network	13
4	Roof melting and snow system design	15
4.1	The part of the roof where snow and ice melt	15
4.2	Roof melting ice and snow facilities construction	15
4.3	The calorie value of the roof melted snow and ice	15
4.4	The control of the roof melted snow and ice	15
5	Road ice and snow system design	16
5.1	The calorific value of Road ice	16
5.2	Control element design of Road ice	17
6	Electric heat tracing and heating system design	18
6.1	Electric heat tracing and heating scope of application	18
6.2	See national standard for detailed information on electric tracing	18
6.3	Installation and heating requirements for electric heating and insulation	18
6.4	Heat calculation	18
6.5	Look-up table method	18
6.6	Direct computing method	18
7	Cold cast concrete	19
8	Integrated thermal or regenerative applications	20
9	Materials	21
9.1	General Requirements	21
9.2	Self-regulating heating belts	21
9.3	Materials of Insulating Layer	21
9.4	Materials of Filler Layer	22
9.5	Materials and Devices of Pipe Systems	22
9.6	Electric heating cable ,Electric heating mat and electric plate radiant heating system materials and temperature control equipment	22
10	Construction	23

10.1	General Requirements	23
10.2	Construction Programs and Materials, Equipment Inspection	23
10.3	Insulating Layer Installation	23
10.4	The installation of electric heating table、electric heating mat and electric (hydropower dual-purpose) plate system	24
10.5	Pressure test	24
10.6	Pressure Test	25
10.7	Construction of Filler Layer	25
10.8	Construction of Surface Layer	26
10.9	Construction of bathroom	26
10.10	Quality Acceptance	26
11	Pre-operation, Commissioning and Construction Acceptance	28
11.1	Pre-operation and Commissioning	28
11.2	Construction Acceptance	28
	Appendix	30
	List of Quoted Standards	32
	Addition: Explanation of Provisions	33

前 言

根据“工业和信息化部办公厅关于印发 2016 年第一批行业标准制修订计划的通知”该计划涉及建材领域，故根据（建标[2010] 43 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国内外先进标准，制定本规程，现提出编写大纲供编写组研究。

本规程主要内容是：1 总则、2 术语、3 设计（热工、电工、控制、应用工况）、4 材料（包括延伸或集成应用产品）、5 施工、6 试运行，调试及竣工验收、7 运行与维护、8 新能源应用、9 条文说明。

本次制定的主要技术内容是：建筑与生活设施用自限温电加热带包含的三类产品（①供暖（冷）、②内置、外置、加热、③天沟道路化冰雪、④低温浇筑砼）在建筑与生活设施中的应用规范，能满足绿色建筑，特别是建筑节能，绿色冷暖的多项要求，满足建筑业的发展方向，绿色、集成，功能型以及新能源应用的技术和智能型家居的发展需求，规程中结合国内外先进规范和当前的发展趋势，进行比较超前的制定。

本规程由 XXXX 负责管理和对强制性条文的解释，由 XXX 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 XXX。

参编单位：芜湖市科华新型材料应用有限责任公司、中铁时代建筑设计院有限公司、中铁城市规划设计研究院有限公司、中国建筑材料科学研究总院、山西耀华电力节能供热有限公司。

编写人员为：1.程崇钧、2.鲍自立、3.李承进、4.陈继浩、5.宋文波

参编人员为：1.程巍、2.李胜国、3.申立新、4.冀志江、5.方毅

1 总 则

1.01 为规范建筑与生活设施用自限温电加热带在建筑与生活设施领域内的应用、设计、施工、验收，做到应用技术先进、生态绿色、安全适用和保证工程质量。特制定本规程。

1.02 本规程适用于交流电220V/380V，也适用于直流电及太阳光伏直驱电热为电源的自限温加热带或以该产品为加热元件的工厂预制电热席、（移动式、固定式）集成应用电热板、冷热板、水电两用板的辐射供暖及装饰装修工程，以及以水为热、冷媒，分体式蓄能交流电互补的辐射调温工程。

1.03 辐射供热、供冷工程的设计、施工和验收，除应执行本规程外，当应符合国家或行业现行有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 辐射供暖、供冷 radiant heating and cooling

提升或降低围护结构内表面中的一个或多个表面的温度，形成热或冷辐射面，通过辐射面以辐射和对流的形式向室内供暖供冷的方式。

2.0.2 功能型装饰装修集成板 Functional decoration integrated board

1. 电热 2. 水冷热 3. 水电两用，这三类多功能板及装置组成，并在工厂预制的一种一体化供暖供冷部件，简称供暖板或冷热板。

2.0.3 自限温电加热带 Self-regulating heating trace

自限温电加热带，又称变功率加热电缆。该电热带分加热和伴热两类，且按专用分工业或民用。

2.0.4 加热、供冷部件 heating and cooling component

敷设在辐射面和填充层之间的加热、供冷管、加热电缆，电热席及集成冷热板等的统称。

2.0.5 湿法施工地面或墙面辐射供暖供冷 floating screed floor or wall radiant heating or cooling

加热供冷部件敷设在绝热层之上，需填充混凝土或水泥砂浆后再铺设地面面层的地面辐射供暖供冷形式。简称湿法施工混凝土填充式地面或墙面辐射供暖供冷。

2.0.6 干法施工辐射供暖供冷面层 Dry construction radiant heating and cooling surface

与室内空气直接接触的构造层，包括装饰面层或找平层。直接按构造程序将水管或加热带，通过模板或直接贴敷在隔热层与面层之间的施工方法。

2.0.7 集成应用 Integrated application: 综合应用多种技术是一种技术手段或一多功能产品。

2.0.8 相变蓄能材料 Phase Change Materials: 通过物质在相变化过程中吸收或释放能量。

2.0.9 光伏直驱电热 Photovoltaic direct drive electric heating: 将可变的光伏电，非蓄电、非逆变，直接通过自限温加热带进行电热，即可变电阻直接电热。

2.0.10 冷热铺设率 Cooling and heating rate: 冷热面积与全屋使用面积或建筑面积的比值，称冷热铺设率。

3 供暖、制冷系统设计

3.1 一般规定

3.1.1 电热或水冷热辐射供暖系统提供的温度应由计算确定，温度不应大于60℃或不应低于15℃。

3.1.2 辐射供暖表面平均温度宜符合表3.1.2的规定。

表 3.1.2 辐射供暖表面平均温度（℃）

设置位置		宜采用的平均温度值 ℃	平均温度上限值 ℃
地面	人员经常停留	25-27	29
	人员短期停留	28-30	32
	无人停留	40-50	45
顶棚	房间高度 2.5m~3.0m	28-30	-
	房间高度 3.1m~4.0m	33-35	-
墙面	距地面 1m 以下	35-50	-
	距地面 1m 以上 3.5m 以下	40-55	-

3.1.3 辐射供冷系统供水温度应保证供冷表面温度高于室内空气露点温度 1℃~2℃。供回水温差不宜大于 5℃且不宜小于 2℃。辐射供冷表面平均温度宜符合表 3.1.3 的规定。

表 3.1.3 辐射供冷表面平均温度（℃）

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

3.1.4 辐射供冷系统应结合除湿系统或新风系统进行设计。

3.1.5 辐射供暖供冷工程应提供下列施工图设计文件：

- 1 设计说明；
- 2 楼栋内供暖供冷系统和加热供冷部件平面布置图；
- 3 供暖供冷系统图和局部详图；
- 4 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；
- 5 水系统分水器、集水器、混水泵及其配件的接管示意图；
- 6 地面构造及伸缩缝设置示意图；
- 7 供电系统图及相关管线平面图。

3.1.6 施工图设计说明中应包括下列内容：

- 1 室内外计算温度；
- 2 采用的辐射供暖供冷系统类型；
- 3 房间总热负荷或冷负荷、热媒总供热量或冷媒供冷量、电热带、电热板（电热席）总供电功率及启动时因工况，起始电流与稳态电流的比值；
- 4 热源或楼栋集中供暖供冷系统形式和热媒或冷媒参数；
- 5 热水或冷水系统选用的管材或供暖（冷）板、管网及其工作压力；
- 6 加热带、电热席、电热板、水电两用板、（冷）热板等配电方案、类型、标称功率、总长度（面积）、工作电压、工作温度等技术数据和条件；
- 7 绝热材料的类型、导热系数、密度、规格及厚度等；
- 8 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；
- 9 分户（冷）热计量或电能计量方式；

3.1.7 楼栋内供暖供冷系统和供暖供冷部件平面布置图应绘制下列内容：

- 1 采用水系统时，应绘制分水器、集水器、混水器位置及与其连接的供暖供冷管道或冷热板；
- 2 采用现场敷设加热供冷部件时，应绘出各房间加热供冷部件的具体布置形式，表面敷设长度、间距、电热板、水电两用板、块数、面积、分组、串并联方式及配电线路布置平面图（包括电气安全保护）。

3.2 电热带、电热席、集成电热板系统的设计

3.2.1 电热带间距不宜小于50mm。冷热敷设率应符合下表的规定：

表 3.2.1 冷热铺设率

电热带种类		电热带	电热席	集成电热板
湿法施工	蓄热法	≥70%		
	即热法	≥50%		
干法施工	蓄热法	>50%		
	即热法	≥50	≥30%	≥10%

3.3 房间热负荷与冷负荷计算

3.3.1 辐射供暖供冷房间热负荷与冷负荷应按现行国家标准《民用建筑供暖通风及空气调节设计规范》GB 50736的有关规定进行计算。

3.3.2 全屋辐射供暖室内设计温度可降低2℃。全屋辐射供冷室内设计温度可提高1℃~2℃。

3.3.3 局部辐射供暖系统的热负荷应按全屋辐射供暖的热负荷除以表3.3.1的计算系数的方法确定。

表 3.3.1 局部辐射供（冷）热负荷计算系数

供暖（冷）区面积与 房间总面积的比值K	$K \geq 0.70$	$K = 0.50$	$K = 0.30$	$K = 0.20$	$K \leq 0.10$
计算系数	1	0.70	0.50	0.30	0.20

注：k=敷设率

3.3.4 对敷设供热供冷部件的建筑地面和墙面，不应计算其传热损失。

3.3.5 当采用地面辐射供暖的房间（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附加1%，最大附加率不大于8%。

3.3.6 采用分户热计量或分户独立热源的辐射供暖系统，应考虑间歇运行和户间传热等因素，但在全屋装置集成隔热时，可不予考虑。

3.4 辐射面传热量的计算

3.4.1 辐射面传热量应满足房间所需供热量或供冷量的需求。

辐射面传热量应按下列公式计算：

$$q = q_f + q_d \quad (3.4.1-1)$$

$$q_f = 5 \times 10^{-8} [(t_{pj} + 273)^4 - (t_{fj} + 273)^4] \quad (3.4.1-2)$$

全部顶棚供暖时：

$$q_d = 0.134 (t_{pj} - t_n)^{1.25} \quad (3.4.1-3)$$

地面供暖、顶棚供冷时：

$$q_d = 2.13 |t_{pj} - t_n|^{0.31} (t_{pj} - t_n) \quad (3.4.1-4)$$

墙面供暖或供冷时：

$$q_d = 1.78 |t_{pj} - t_n|^{0.32} (t_{pj} - t_n) \quad (3.4.1-5)$$

地面供冷时：

$$q_d = 0.87 (t_{pj} - t_n)^{1.25} \quad (3.4.1-6)$$

式中：q——辐射面单位面积传热量（W/m²）；

q_f ——辐射面单位面积辐射传热量（W/m²）；

q_d ——辐射面单位面积对流传热量（W/m²）；

t_{pj} ——辐射面表面平均温度（℃）；

t_{fj} ——室内非加热表面的面积加权平均温度（℃）；

t_n ——室内空气温度（℃）。

3.4.2 集成供暖板及冷热集成板辐射表面传热量或传冷量，应按产品检测数据确定。

3.4.3 房间所需单位面积供热量或供冷量应按下列公式计算：

$$q_1 = \frac{Q_1}{F_r} \quad (3.4.3-1)$$

$$Q_1 = Q - Q_2 \quad (3.4.3-2)$$

式中： q_1 ——房间所需单位面积供热量或供冷量 (W/m^2)；

Q_1 ——房间所需的供热量或供冷量 (W)；

F_r ——房间内敷设供热供冷部件的面积 (m^2)；

Q ——房间热负荷或冷负荷 (W)；

Q_2 ——自上层房间地面向下传热量 (W)。

3.4.4 确定供暖地面向上供热量时，应校核地表面平均温度，确保其不高于第3.1.2条规定的限值。地表面平均温度宜按下式计算：

$$t_{pj} = t_n + 9.82 \times \left(\frac{q}{100} \right)^{0.969} \quad (3.4.4)$$

式中： t_{pj} ——地表面平均温度 ($^{\circ}C$)；

t_n ——室内空气温度 ($^{\circ}C$)；

q ——单位地面面积向上的供热量 (W/m^2)。

3.4.5 确定辐射面供冷量时，应校核辐射表面平均温度，确保其不低于第3.1.3条规定的限值。顶棚辐射供冷表面平均温度可按式(3.4.5-1)计算，地面辐射供冷表面平均温度可按式(3.4.5-2)计算：

$$t_{pj} = t_n - 0.175q^{0.976} \quad (3.4.5-1)$$

$$t_{pj} = t_n - 0.171q^{0.989} \quad (3.4.5-2)$$

式中： t_{pj} ——辐射表面平均温度 ($^{\circ}C$)；

t_n ——室内空气温度 ($^{\circ}C$)；

q ——单位辐射面积向上供冷量 (W/m^2)。

3.4.6 当辐射系统为冬季供暖和夏季供冷共用时，为了同时满足夏季供冷与冬季供暖的需要，应综合考虑房间冷热负荷和辐射面的供冷量与供热量。

3.5 温控

3.5.1 当采用电加热带、电热席、电热板辐射供暖时，每个独立房间或区域可设置温控器或监控系统。

3.5.2 温控器设置及选型应符合下列规定：

3.5.2.1 室温型温控器应设置在周围附近无散热体、周围无遮挡物、不受风直吹、不受阳光日晒、通风干燥、能正确反映室内温度的位置；

3.5.2.2 对开放大空间场所，室温型温控器应布置在所对应回路的附近。

3.5.2.3 对浴室、带沐浴设备的卫生间、游泳池等潮湿区域，可不用温控器。

3.5.2.4 温控器设置高度宜距地面1.4m，或与照明开关在同一水平线上。

3.5.3 辐射供冷系统应设置防止辐射面结露的控制装置，并应符合下列规定：

3.5.3.1 住宅建筑宜采用分室控制，在温湿度最不利的房间及变化最大的房间应分别设置；公共建筑宜选用分区控制方式；

3.5.3.2 防结露控制可采用露点传感器直接探测露点的方法，也可采用温湿度传感器探测并计算出露点的方法；

3.5.3.3 防结露应将露点探测与混水装置控制结合，使进水温度高于露点温度。

3.6 电气设计

3.6.1 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并满足节能管理的要求；

2 当电加热带、电热席或电热板辐射供暖系统用电需要单独计费时，该系统的供电回路应单独设置，并应独立设置配电箱和电度表；

3 当电加热带、电热席或电热板辐射供暖系统与其他用电设备合用配电箱时，应分别设置回路；

4 电加热带、电热席或电热板辐射供暖系统配电回路应装设过载、短路及剩余电流保护器。剩余电流保护器脱扣电流应为30mA。

3.6.2 电加热带、电热席或电热板辐射供暖系统应采用电压等级为110V/220V/380V的交流供电方式，也可采用光伏直驱电热，余电并网，市电互补等用电方式。

3.6.3 电加热带、电热席或电热板辐射供暖系统应做等电位连接，且等电位连接线应与配电系统的地线连接。

3.6.4 电加热带、电热席或电热板辐射供暖系统配电导线设计时，应符合下列规定：

3.6.4.1 导线应采用铜芯导线；导体截面应按敷设方式、环境条件确定，且导体载流量不应小于设计负荷的2倍值所确定的电流。

3.6.4.2 电气线路的敷设方式应符合安全要求，导线穿管应满足国家现行相关标准的要求。

3.6.5 温控器的工作电流不得超过其额定工作电流；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相结合的形式实现控制功能。

3.6.6 当进行全屋集成内隔热，建筑节能时，冷热负荷是设计负荷的50-30%以下时，可不另设线路控制和计量。

3.7 云计算计算机网络集中控制系统

3.7.1 新建住宅的地面辐射供暖、单户计量的供暖方式宜设置地面辐射供暖的云计算计算机网络集中控制系统。

3.7.2 地面辐射供暖的云计算计算机网络集中控制系统应具备气候补偿功能，根据未来72小时户外温度的变化情况，自动调整室内供暖需求。

3.7.3 该云计算计算机网络集中控制系统应具备电压、电流、电能、有功功率、无功功率等电能参数采集功能。

3.7.4 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、电加热带、电热席、电热板等组成。控制系统类型见附录。

3.7.5 地面辐射供暖计算机网络控制系统应符合下列要求：

3.7.5.1 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。

3.7.5.2 家庭别墅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。

3.7.6 在一个建筑物中所安装的地面辐射供暖系统，应进行分区控制。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。

3.7.7 系统软件功能见附录。

4 屋面融冰雪系统设计

4.1 屋面融冰雪的部位

冬季需要融冰雪的部位主要有屋面、屋顶、天沟、落水管道、屋檐等。

4.2 屋面融冰雪设施构造

屋面融冰雪电热设施，可设置于屋檐或天沟附近1~2m的范围和落水管道，使用面状的电热席或板，或设置于屋顶下方材料与屋顶板之间，进行加热化冰雪。电热席（板）之下，或者屋顶下方材料之下，可设置隔热材料。

4.3 屋面融冰雪的发热量

屋面融冰雪设施的单位面积发热量应符合表 4.2 的规定。

表 4.2 屋面融冰雪的发热量 (W/m²)

位置		市区地带≤-10℃	寒冷地带≤-20℃	严寒地区 ≤40℃
屋顶	建筑物部分	160~250	200~300	250~350
	屋檐（无隔热）	200~250	250~300	300~350
横向檐沟	平屋顶横向檐沟	160~200	200~300	250~350
	屋顶落雪多处	250~300	300~350	300~350
纵向檐沟	落水管内插入	35~45W/m（在 0℃）		

注：电热带 50~60W/m·0℃、50~35W/m·0℃、35~25W/m·0℃。

4.4 屋面融冰雪的控制

屋面融冰雪设施的特征是，屋面自身的热容量较小，融冰雪效果立竿见影。因此，屋面融冰雪设施从检测处降雪，到开始运转，仅仅需要10min的时间，因而预热运转的方式几乎不会采用。

只要一检测到降雪，就会立即开始运转，进行化冰雪。但是，降雪停止之后，为了融化屋顶上残留的积雪，多会延长运转时间，大致会延长0.5~2h。控制流程详见条文说明。

5 道路融冰雪系统设计

5.1 道路融冰雪的发热量计算

5.1.1 道路融冰雪设备的必需发热量，应通过降雪强度和外气温度进行计算，总发热量的计算如式5.1。

$$Q_0 = [Q_s + Q_m + A_r (Q_e + Q_h)] / \eta \quad (5.1)$$

式中 Q_s ——雪的热容量（显热）（ W/m^2 ）；

Q_m ——雪的融解热（潜热）（ W/m^2 ）；

A_r ——化冰雪面上没有雪的部分所占比例；

Q_e ——水的蒸发热（潜热）（ W/m^2 ）；

Q_h ——对流、辐射放热量（ W/m^2 ）；

η ——热效率（流向地中的热流视为热损失）。

5.1.2 雪的热容量 Q_s 的计算如式5.2。

$$Q_s = \rho c S (T_m - T_o) \quad (5.2)$$

5.1.3 雪融解热 Q_m 的计算如式5.3。

$$Q_m = \rho \gamma S \quad (5.3)$$

式中 γ ——冰的融解热（=336kJ/kg）；

5.1.4 平均降雪强度按式5.4计算。

$$S = 0.425 \times H_m 0.7/100 \quad (5.4)$$

式中 S ——平均降雪强度（m/h）；

H_m ——平均日降雪厚度，为所有降雪日的平均降雪厚度；

H_m = 累积降雪厚度（cm）/降雪总天数。

5.1.5 防止冻结所必需的热量按式5.5计算。

$$Q_h = \alpha (T_m - T_o) \quad (5.5)$$

5.1.6 路面的表面热传导率按式5.6计算。

$$\alpha = 5.6 + 4.2V \quad (5.6)$$

式中 α ——路面的表面热传导率 [$W / (m^2 \cdot K)$]；

V ——风速（通常为2~3m/s）。

5.1.7 道路化冰雪设备的热效率设计取值设为90%。

5.1.8 必需发热量的估算。

在不进行发热量的计算，而需要得到必需发热量的估算值的情况下，可按表5.1的估算值进行计算。

表 5. 1

必需发热量的估算值

地 域	发热量/ (W/m ²)
长江以南	150~200
华北山东	200~250
西 北	200~250
东 北	250~300
新 疆	250~350
内蒙、黑龙江	300~350

5.2 道路融冰雪的控制要素设计:

5.2.1 道路融冰雪所采用的控制要素有: ①降雪概率预报; ②降雪; ③外气温度; ④路面水份; ⑤路面温度以及道路铺设体温度。

5.2.2 道路融冰雪设计时可按如下要素组合进行设计;

- 1) 二要素控制 (控制要素④+⑤)
- 2) 三要素控制 (控制要素: ③+④+⑤或者②+④+⑤)
- 3) 四要素控制 (控制要素: ②+③+④+⑤)
- 4) 五要素控制 (控制要素: ①+②+③+④+⑤)

6 电伴热、电加热系统设计

- 6.1 电伴热、加热适用范围：适用于建筑及生活设施、给排水管道及设备伴热、保温、加热和防冻。
- 6.2 有关电伴热电气部分按照国家标准图集《电伴热采暖、伴热设备安装》03D705-1及03S403执行。
- 6.3 电伴热加热的安装和设置要求：
 - 6.3.1 电伴热加热须有绝热层、防潮层和保护层。绝热层的材质、厚度和结构的选择应先按保温和冷液防结露要求的绝热层厚度计算和选择。
 - 6.3.2 保温为目的的绝热层可不设防潮层，但用于防冻时绝热层则应设防潮层。
- 6.4 散热量计算
 - 6.4.1 散热量计算可按查表法计算；或按公式直接计算。具体计算见附录。
- 6.5 确定电热带的功率及长度
 - 6.5.1 根据散热量及水的维持温度选择相应系列的电热带，其最高维持温度必须高于水的维持温度。
 - 6.5.2 单位长度散热量小于或等于电热带额定功率时，电热带长度等于管道长度乘以1.1~1.2的未预见系数。单位长度热损失大于电热带额定功率时（即比值大于1时），修正方法见附录。
- 6.6 电热带选型
 - 6.6.1 在选择电热带产品时，应综合考虑适用性、经济性、供电条件等。
 - 6.6.2 根据管道维持温度及偶然性的最高操作温度选定电热带的承受温度等级和发热温度等级。
 - 6.6.3 根据管道单位长度的散热量或设备单位面积上的散热量及绝热材料的导热系数来确定所需电热带的单位功率和长度，常见设备散热量和常见绝热材料的系数见附录。
 - 6.6.4 根据不同使用环境来确定所需电热带产品的结构型式，一般场合下选用屏蔽型，有腐蚀性物质的场合选用加强型，不宜采用无接地功能的产品。
- 6.7 设计电加热带配电系统时，电加热带应与过载、短路、漏电保护和温度保护装置相配合，并应符合我国有关电气规范要求。

7 低温浇铸砷

8 综合“即热”或“蓄热”应用

9 材 料

9.1 一 般 规 定

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

9.1.2 辐射供暖供冷及各工况系统中所使用的材料均应符合国家或行业现行相关标准的规定。

9.1.3 建筑与生活设施用自限温电加热带按照《建筑与生活设施用自限温电加热带》执行。

9.2 绝热层材料

9.2.1 绝热层材料应采用导热系数小、难燃或不燃,或采用隔离措施,具有足够承载能力的材料,且不应含有病菌源,不应有散发异味及可能危害健康的挥发物,放射性等。

9.2.2 各类工况工程中采用的隔热层或板材主要技术指标应符合表9.2.1的规定。

9.2.3 绝热层的材质、厚度和结构应符合设计要求。绝热材料必须干燥。

表 9.2.1 隔热板材主要技术指标

项 目		性能指标	
		供暖地面 绝热层	集成冷热板
表观密度 (kg/m ³)		≥40.0	≥30.0
压缩强度 ³⁾ (kPa)		≥200	≥200
导热系数 ¹⁾ (W/m·K) 25℃		≤0.035	≤0.030
尺寸稳定性 (%)		≤2	≤1
吸水率 (体积分数) (%)		≤2.0	≤1.5
熔结性 ⁵⁾	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 B2 级	

9.3 填充层材料

9.3.1 水泥砂浆填充层材料应符合下列规定:

- 1) 应选用中粗砂水泥,且含泥量不应大于5%,
- 2) 宜选用硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥,
- 3) 水泥砂浆体积比应不小于1:3,
- 4) 强度等级应不低于M15,并考虑设计需要。

9.4 水系统材料

- 9.4.1 加热供冷管应满足设计使用寿命、施工和环保性能要求；
- 9.4.2 加热供冷管的使用条件应达到《冷热水系统用热塑性塑料管材和管件》GB/T18991中4级的要求；
- 9.4.3 管道质量应符合国家现行相关标准的规定；
- 9.4.4 供暖制冷板和其输配管应符合加热供冷管及分水器、集水器应符合相应产品标准的要求。

9.5 电加热带、电热席及电热板辐射供暖系统材料和温控设备

- 9.5.1 辐射供暖用电加热带、电热席及电热板产品应有接地措施。
- 9.5.2 电加热带冷、热线的接头应采用专用设备焊接连接或专用接线端子连接；接头应可靠、密封，且中间不得有接头，并保持接地的连续性。
- 9.5.3 产品的型号和商标应有清晰标志，冷、热线头接头位置应有明显标志。
- 9.5.4 电加热带集成制作的电热席、电热板、水电两用板应符合国家或行业或团体相关标准。

9.6 配电及控制器件及系统配置：

10 施 工

10.1 一 般 规 定

10.1.1 设计或施工单位应具有相应的设计或施工资质，工程质量验收人员应具备相应的专业技术资格。

10.1.2 施工安装前所具备条件应符合下列规定：

- 1) 施工组织设计或施工方案，采用的技术标准和质量控制措施文件应齐全并已完成技术交底；
- 2) 材料进场检验应合格并满足安装要求；
- 3) 施工现场应具有供水、供电条件，应有储放材料的临时设施，临时设施应具备安全、消防功能。
- 4) 相关电气预埋等工程应已完成。

10.1.3 施工时不宜与其他工种交叉施工作业，所有地面留洞应在在填充层施工前完成。

10.1.4 施工的环境温度不宜低于5℃；在低于0℃的环境下施工时，现场应采取升温措施。

10.1.5 施工结束后应绘制竣工图，并应准确标注加热供冷部件敷设位置。

10.2 施工方案及材料、设备检查

10.2.1 施工组织设计或施工方案应包括下列内容：

- 1) 工程概况；
- 2) 施工节点图、原始工作面至面层的剖面图、伸缩缝的位置等；
- 3) 主要材料、设备的性能技术指标、规格、型号及保管存放措施；
- 4) 施工工艺流程及各专业施工时间计划；
- 5) 施工质量控制措施及验收标准，包括绝热层铺设、加热供冷部件安装、填充层铺设、面层铺设、分集水器施工质量，水压试验，隐蔽前、后电阻测试和绝缘测试等，环路、系统试运行调试和竣工验收等；
- 6) 安全、环保、节能技术措施。

10.3 绝热层的铺设

10.3.1 直接与土壤接触或有潮湿气体侵入的地面应在铺设绝热层之前铺设一层防潮层。

10.3.2 在铺设辐射面绝热层的同时或在填充层施工前，在辐射面垂直构件交接处设置不间断的侧面绝热层。

10.3.3 当采用集成板施工时，应注意组合联接。

10.4 加热供冷管系统的安装

10.4.1 混凝土填充式供暖地面距墙面最近的加热管，冷热集成板与墙面间距宜大于500mm；每个环路加热管总长度与设计图纸误差不应大于10%。

10.4.2 埋设于填充层内或集成板内的加热供冷管及输配管中间不应有接头。在敷设过程中出现损坏、漏电、渗漏等现象时，应当整块或整（根）更换，不应拼接使用。

10.4.3 加热供冷管或输配管穿墙时应设硬质套管。

10.4.4 加热供冷管或输配管出地面至分水器、集水器连接处，阀门接口之间的明装管段，外部应加装塑料套管或波纹管套管，套管应高出面层150mm~200mm。

10.4.5 加热供冷管或输配管与分水器、集水器连接应采用卡套式、卡压式挤压夹紧连接。

10.4.6 供暖供冷板的配水、集水装置可采用暗装方式，也可采用明装方式。采用暗装方式时，宜与供暖板一起埋在面层下；采用明装方式时，配水、集水装置宜单独安装在外窗下的墙面上。

10.5 电加热带、电热席及集成电热（水电两用）板系统的安装

10.5.1 电热带、电热席、电热板安装工程，施工前应具备下列条件：

- 1) 设计图纸齐全。
- 2) 设备、管道的安装、焊接、试压和防腐工序办妥交接手续。
- 3) 施工现场、施工用料、用电、材料储放场地等临时设施，能满足施工需要。
- 4) 电热带配电系统应具有过载、短路和漏电保护。

10.5.2 电热施工前，应了解建筑物结构，熟悉设计图纸。施工方案及其他工种的配合措施。安装人员应熟悉电热带、电热席、电热板的一般性能和PTC专业特性。掌握基本操作要点和工序。

10.5.3 施工环境温度不宜低于-5℃。

10.5.4 敷设前应对照施工图纸核定型号，并应检查外观质量。

10.5.5 电加热带、电热席、集成电热板出厂后如需剪裁和拼接，需严格按厂方指导或产品使用手册规定下进行，禁止剪裁拼接。

10.5.6 电加热带、电热席、集成电热板安装前后应测量电加热带的电阻和绝缘电阻以及与金属面层或屏蔽及接地，并做自检记录。

10.5.7 采用湿法混凝土填充式地面供暖时，电加热带或电热席上应铺设金属网，金属网应铺设在填充层中间，并与建筑地线联接，形成等电位网络。

10.5.8 伸缩缝的设置应符合建筑标准的规定。

10.5.9 电加热带、电热席及集成电热板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1KV及以下配线工程施工及验收规范》GB 50254和《建筑电气工程施工质量验收规范》GB50303的规定。

10.5.10 电热带外敷时，应紧贴设备、管道表面，在每隔一定距离应用铝箔胶带将电热带径向固定，然后将电热带的全长全部被铝箔胶带覆盖，以保证电热带的安全，同时确保管道表面与电热带保持紧密结合。内置时，顺液流向，进行穿设，首尾端应露出管道或容器之外并采用专用密封装置进行密封。

10.5.11 电伴热安装形式见附录。

10.5.12 电热带安装时必须特别注意以下内容：

- 1) 变功率电热带可以任意切割，或在一定长度范围内接长使用，也可以采用工厂预制；
- 2) 电热带安装允许叠绕交叉；

10.5.13 安装一个伴热点，测量一次绝缘。屏蔽层必须接地，绝缘值不能低于50欧/1000V。

10.5.14 绝热层施工应在电热带安装完毕，并经中间验收合格后方可进行。

10.5.15 电伴热、加热、防冻绝热层一般应设防潮层和保护层。防潮层和保护层的设置和施工要求与非电伴热保温和防结露相同。

10.5.16 在绝热层外应加警示标签，注明“内有电热带”或“内有××配件”；“内有电热带”的警示标签一般每隔30m左右在显而易见的位置贴一块，“内有××配件”的警示标签贴在安装有配件的位置。

10.5.17 中间验收：从电热带敷设，电阻测试起，至敷设结束和再次电阻测试止，由施工单位会同甲方和监理单位进行中间验收。

10.5.18 电热带安装前，应进行电阻检测。电热带安装完毕，再进行电阻检测。

检测方法：测量电阻值误差范围为+10%~-5%（产品包装盒上的标定值）。

10.6 压力试验

10.6.1 管道及冷热板敷设完成，经检查符合设计要求后应进行压力试验，水压或气压试验应符合下列规定：

1) 水压或气压试验应在系统冲洗或吹扫之后进行，系统冲洗吹扫应对分水器、集水器以外主供、回水管道进行或吹扫，合格后再进行室内供暖系统的冲洗或吹扫。

2) 水压气压试验之前，应对试压管道和构件采取安全有效的固定和保护措施；

3) 水压或气压试验应以每组分水器、集水器为单位，逐回路进行；

4) 冬季进行水压试验时，应采取可靠的防冻措施或采用气压。

10.6.2 水压或气压试验压力应为工作压力的1.5倍，且不应小于0.6MPa。在试验压力下，稳压1h，其压力降不应大于0.05MPa，且不渗不漏。

10.7 填充层施工

10.7.1 填充层施工前应具备下列条件：

1) 侧面绝热层和填充层伸缩缝已安装完毕；

2) 加热供冷管集成板安装完毕且压力试验合格、加热供冷管（板）应处于有压状态；

- 3) 温控器的安装盒、电加热带、电热席、电热板冷线穿管已经布置完毕;
- 4) 通过隐蔽工程验收。

10.7.2 地面辐射供暖供冷工程施工过程中,埋管区域应设施工通道或采取加盖等保护措施,严禁人员踩踏加热供冷部件。

10.7.3 填充层施工完毕后,应即时(填充层尚未早强硬化前)进行电加热带、电热席、电热板的状态电阻和绝缘电阻检测验收并做好记录。

10.8 面层施工

10.8.1 面层施工前,湿法施工的填充层应达到面层需要的干燥度和强度。

10.8.2 干法施工、分层应按程序进行。面层施工除应符合土建施工设计图纸的各项要求外,尚应符合下列规定:

- 1) 施工面层时,发热制冷区不得剔、凿、割、钻和钉填充层,不得向在发热制冷区填充层内楔入任何物件;

- 2) 石材、瓷砖在与内外墙、柱等垂直构件交接处,应留10mm宽伸缩缝;木地板铺设时,应留不小于15mm的伸缩缝;伸缩缝应从填充层的上边缘做到高出面层上表面10mm~20mm,面层宜干贴,敷设完毕后,应裁去伸缩缝多余部分。

10.8.3 采用集成地暖板或冷热集成板时,先应做好找平层,面层干法施工可按下列方法施工:

- 1) 木地板面层可直接铺设在集成地暖板和填充板上;

- 2) 采用带木龙骨的地暖板时,木地板应与木龙骨垂直铺设,木龙骨与地暖集成板和填充板平行固定;

- 3) 铺设石材或瓷砖时,预制集成板和填充板,均采用专用结构胶辅助,也可直接铺设,通过集成板的锁扣连接。

10.9 卫生间施工

10.9.1 卫生间应做两层隔离层,冷热层宜采用湿法施工。但采用集成板时,结合部应采用防水结构胶连接和密封。

10.9.2 卫生间过门处应设置止水墙,在止水墙内侧应配合土建专业做防水。

10.9.3 加热供冷管或加热带、电热席、电热板,以独立控制为宜,不宜穿墙穿门。

10.10 质量验收

10.10.1 系统检查和验收应包括下列内容:

- 1) 加热供冷管、集成冷热板、集成水电两用板、输配管、分水器、集水器、循环泵、混水器、阀门、附件、绝热材料、温控及计量设备等的质量和安装质量;

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

3) 隐蔽前、后水压或气压试验。

10.10.3 电加热带、电热席、集成电热板、集成冷热板、水电两用板，系统检查和验收应包括下列内容：

- 1) 电加热带、电热席、集成电热板、水电两用板、温控及计量设备，绝热材料等的质量；
- 2) 原始工作面、填充层、面层、隔离层、绝热层、防潮层、均热层和伸缩缝等施工质量或原始工作面各层集成于产品一体；
- 3) 隐蔽前、后电加热带、电热席、集成电热板，标称电阻和绝缘电阻检测；
- 4) 电加热带、电热席、集成电热板温控及计量设备安装质量。

10.10.4 辐射供暖供冷系统中间验收应符合下列规定：

- 1) 供暖供冷地面施工前，地面的平整、清洁状况符合设计要求；
- 2) 绝热层的厚度、材料的物理性能及铺设应符合设计要求；
- 3) 伸缩缝应按设计要求敷设完毕；
- 4) 加热供冷管、集成冷热板、输配管、电加热带、电热席、电热板等产品规格及敷设固定措施等符合设计要求；
- 5) 填充层内加热供冷管、电热带输配管不应有接头，弯曲部分不得出现硬折弯现象；
- 6) 隐蔽敷设的电加热带、电热席、电热板的发热区域不应裁剪和破损；
- 7) 加热供冷管、集成冷热板、集成水电两用板、输配管、分水器、集水器及其连接处在试验压力下无渗漏；
- 8) 电加热带、电热席、集成电热板系统每个环路应无短路和断路现象，电阻及绝缘电阻测试符合要求；
- 9) 温控及计量装置、分水器、集水器及其连接件等安装后应有成品保护措施；
- 10) 供暖地面按要求铺设防潮层、隔热层、均热层、钢丝网等电位层等，但采用集成板时，前述每层已集成为产品一体。

11 试运行、调试及竣工验收

11.1 试运行与调试

11.1.1 系统的试运行调试，应在施工完毕且养护期满后，且具备正常供电供水的条件下，由施工单位在建设单位配合下进行，未达到调试条件，禁止调试。

11.1.2 系统的供水温度应控制在设计供水温度以下，并保持该温度运行不少于24h；应对每组分水器、集水器连接的加热管逐路进行调节，直至达到设计要求。

11.1.3 供冷系统的供水温度应控制在高于室内空气露点温度2℃以上，并保持该温度运行不少于24h。在设计供水温度下应对每组分水器、集水器连接的供冷管逐路进行调节，直至达到设计要求。

11.1.4 电加热带、电热席、集成电热板、水电两用板，各工况系统初始通电加热时，低温大功率输出，随温度上升，无级可调补偿，室温平缓上升，直至达到设计要求。

11.1.5 系统调试完成后，应对下列性能参数进行检测，并应符合下列规定：

- 1) 辐射体表面平均温度满足本规程的规定；
- 2) 室内空气温度满足设计要求；
- 3) 辐射供暖供冷系统进出口水温度及温差满足设计要求。

11.1.6 辐射体表面平均温度测定应符合下列规定：

- 1) 温度计应与辐射体表面紧密粘贴；
- 2) 辐射体表面平均温度应取各测点温度的算术平均值；

11.1.7 辐射供暖供冷系统室内空气温度检测应符合下列规定：

- 1) 辐射供暖时，宜以房间中央离地1.0m高处的空气温度作为评价依据；
- 2) 辐射供冷时，宜以房间中央离地1.5m高处空气温度作为评价依据；
- 3) 温度测量系统准确度应为 $\pm 2^{\circ}\text{C}$ 。

11.2 竣工验收

11.2 竣工验收时，应提供下列文件：

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

附录 E 加热供冷管管材物理力学性能

E. 0. 1 塑料管的物理力学性能应符合表E. 0. 1的规定。

表 E. 01 塑料管的物理力学性能

项 目	PB	PB-R	PE-X	PE-RT II型	PE-RT I型	PP-R
20℃, 1h 液压试验环应力 (MPa)	15.50	15.40	12.00	11.2	9.9	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	5.40	4.70	4.1	3.8	4.20
95℃, 165h 液压试验环应力 (MPa)	6.20	5.10	4.60	4.0	3.6	3.80
95℃, 1000h 液压试验环应力 (MPa)	6.00	4.90	4.40	3.8	3.4	3.50
110℃, 8760h 热稳定性试验环应力 (MPa)	2.40	1.80	2.50	2.4	1.9	1.90
纵向尺寸收缩率 (%)	≤2	≤2	≤3	≤2	≤2	≤2
交联度 (%)	—	—	—	—	—	—
0℃耐冲击 (%)	—	—	—	—	—	破损率<试样的 10%
管材与混配料溶体 流动速率之差	≤ 0.3g/10min (190℃、5kg 条件下)	变化率≤原 料的 20% (190℃、 2.16kg 条件 下)	—	与对原料测 定值之差, 不应超过 ±0.3g/ 10min 且不超 过±20% (190℃、5kg 条件下)	与对原料测 定值之差, 不应超过 ±0.3g/ 10min 且不超 过±20% (190℃、5kg 条件下)	变化率≤原料的 30% (190℃、2.16kg 条件下)

注：过氧化物交联（PE-Xa）交联度大于或等于70%；硅烷交联（PE-Xb）交联度大于或等于65%；辐照交联（PE-Xc）交联度大于或等于65%；辐照交联（PE-Xc）交联度大于或等于60%。

附录 G 辐射面传热量的测试

G.0.1 按现行国家标准《采暖散热器散热量测定方法》GB/T13754的规定确定。

G.0.2 测试小室内空气温度测点布置应符合本规程第11.1.8条的规定。

G.0.3 测试样品规格及其安装应符合下列规定：

- 1 测试样品边长为 $4\text{m} \pm 0.1\text{m}$ ；（1）吊钩，单面或双面集成板①电热板、②冷热板、③水电两用板。
- 2 样品结构示意图、底膜、隔热层、发热（冷）层、金属面层（均冷热）、面层。

G.0.4 以水为媒介的辐射系统辐射供热量或供冷量标准特征公式应按下列式计算：

$$Q = K_M \cdot \Delta T^n \quad (\text{G.0.4})$$

式中：Q——测试样品的辐射供热量或供冷量（W）；

ΔT ——过余温度（K）；

K_M , n ——针对测试样品的常数，通过最小二乘法求得。

G.0.5 标准测试工况应符合下列规定：

- 1 过余温度为 $33.5\text{K} \pm 1\text{K}$ ；
- 2 基准点空气温度为 18°C ；
- 3 装置进口水温为 55°C ，出口水温为 48°C ；
- 4 小室大气压力为标准大气压力。

G.0.6 冷水辐射供冷系统辐射供冷量的标准测试工况应符合下列规定：

- 1 过余温度为 $10.5\text{K} \pm 1\text{K}$ ；
- 2 基准点空气温度为 26°C ；
- 3 装置进口水温为 14°C ，出口水温为 17°C ；
- 4 小室大气压力为标准大气压力。

G.0.7 加热电缆辐射供暖系统功率应采用不低于1.0级的电功率计测量。

G.0.8 辐射面向下传热量可通过测定板上表面和下表面平均温度，并经计算获得。板上表面和下表面平均温度测定方法应符合本规程第11.1.7条规定。辐射面向下传热量可按下列式计算：

$$Q_1 = \frac{|t_u - t_d|}{R} S \quad (\text{G.0.8})$$

式中： Q_1 ——辐射面向下传热量（W）；

R ——板热阻（ $\text{m}^2 \cdot ^\circ\text{C} / \text{W}$ ）；

t_u ——板上表面平均温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

S ——测试样品的面积（ m^2 ）。

t_d ——板下表面平均温度（ $^\circ\text{C}$ ）；

G.0.9 辐射面向上供暖量或供冷量可按下列式计算：

$$Q_2 = Q - Q_1 \quad (\text{G.0.9})$$

式中： Q_2 ——辐射面向上供热量或供冷量（W）；

Q ——测试样品的辐射供热量或供冷量或电功率（W）。

引用标准名录

- 1 《辐射供暖供冷技术规程》 JGJ142-2012
- 2 《自限温加热电缆蓄能地面辐射供暖技术规程》 DBJ4/T291-2012
- 3 《管道和设备保温防结露及电伴热》 GJB T-660-03S401
- 4 《建筑与生活设施用自限温电加热带》 JC/T2230-2014
- 5 《自限温电伴热带》 GB/T19835-2015
- 6 《太阳能热利用自限温电热带》 NB/T32003-2012
- 7 《家用和类似用途电器的安全》
- 8 《地板采暖设计施工手册》日本 鲁翠译-中国电力出版社
- 9 《电气装置安装工程1kV及以下配线工程施工及验收规范》 GB 50254
- 10 《建筑电气工程施工质量验收规范》 GB 50303
- 11 《民用建筑供暖通风及空气调节设计规范》 GB 50736
- 12 《采暖散热器散热量测定方法》 GB/T 13754
- 13 《城市居住区热环境设计标准》 JGJ286-2013

中华人民共和国建材行业标准

建筑与生活设施用自限温电加热带

应用技术规程

JCCPZT0378-2016

条文说明

前 言

根据“工业和信息化部办公厅关于印发 2016 年第一批行业标准制修订计划的通知”该计划涉及建材领域，故根据（建标[2010] 43 号）的要求，规程编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国内外先进标准，制定本规程，现提出编写大纲供编写组研究。

本规程主要内容是：1 总则、2 术语、3 设计（热工、电工、控制、应用工况）、4 材料（包括延伸或集成应用产品）、5 施工、6 试运行，调试及竣工验收、7 运行与维护、8 新能源应用、9 条文说明。

本次制定的主要技术内容是：建筑与生活设施用自限温电加热带包含的三类产品（①供暖（冷）、②内置、（外置）、加热、（伴热）③天沟道路化冰雪及低温浇筑砼）在建筑与生活设施中的应用规范，能满足绿色建筑，特别是建筑节能，绿色冷暖的多项要求，符合建筑业的发展方向，绿色、集成，功能型以及新能源应用的技术和智能型家居的发展需求，规程中结合国内外先进规范和当前的发展趋势，进行比较超前的制定。

本规程由 XXXX 负责管理和对强制性条文的解释，由 XXX 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 XXX。

参编单位：芜湖市科华新型材料应用有限责任公司、中铁时代建筑设计院有限公司、中铁城市规划设计研究院有限公司、中国建筑材料科学研究总院、山西耀华电力节能供热有限公司。

编写人员为：1.程崇钧、2.鲍自立、3.李承进、4.陈继浩、5.宋文波

参编人员为：1.程巍、2.李胜国、3.申立新、4.冀志江、5.方毅

近年来由于该产品的集成应用技术发展很快，特别是绿色建筑及建筑节能的多功能要求，已不再局限于产品的初级应用规范，例如：供暖与供冷，地面、顶棚、墙面辐射供暖、新型辐射供冷暖系统，以多功能集成方式，得到广泛应用。道路、天沟融冰雪、给排水管线伴热防冻、低温浇筑砼等新型应用，多能源互补，特别是光伏直驱电热，自发自用，余电并网，太阳能光热光伏利用的应用正在广泛推广，为此，本规程与时俱进在制定过程中，编制组对上述应用进行了广泛调查和示范研究，认真总结了国内外的实践经验，供鉴了相关国内外标准，提出了适合国内行业应用条件的技术参数。

为了便于大家在使用本规程时正确理解执行本规程，对应编制了条文说明，但是，本条文说明不具备标准正文同等法律效力，仅供理解和把握标准规程的参考。

目 次

1	总则	36
2	术语	37
3	供暖、制冷	38
3.1	一般规定	38
3.2	电热带、电热席、集成电热板敷设率	39
3.3	房间热负荷与冷负荷计算	39
3.4	辐射面传热量的计算	40
3.5	温控	40
3.6	电气设计	44
3.7	云计算计算机网络集中控制系统	44
4	屋面融冰雪	46
4.1	屋面融冰雪的种类	46
4.2	屋面融冰雪设施构造	47
4.3	屋面融冰雪的发热量	48
4.4	屋面融冰雪的控制	48
5	道路融冰雪系统设计	49
5.1	道路融冰雪的发热量计算	49
5.2	道路融冰雪的控制要素设计	49
6	电伴热、电加热系统设计	51
7	低温浇筑砼	64
8	综合“即热”或“蓄热”应用	65
9	材料	66
10	施工	68
11	试运行、调试及竣工验收	71
12	电伴热、加热施工、验收	72

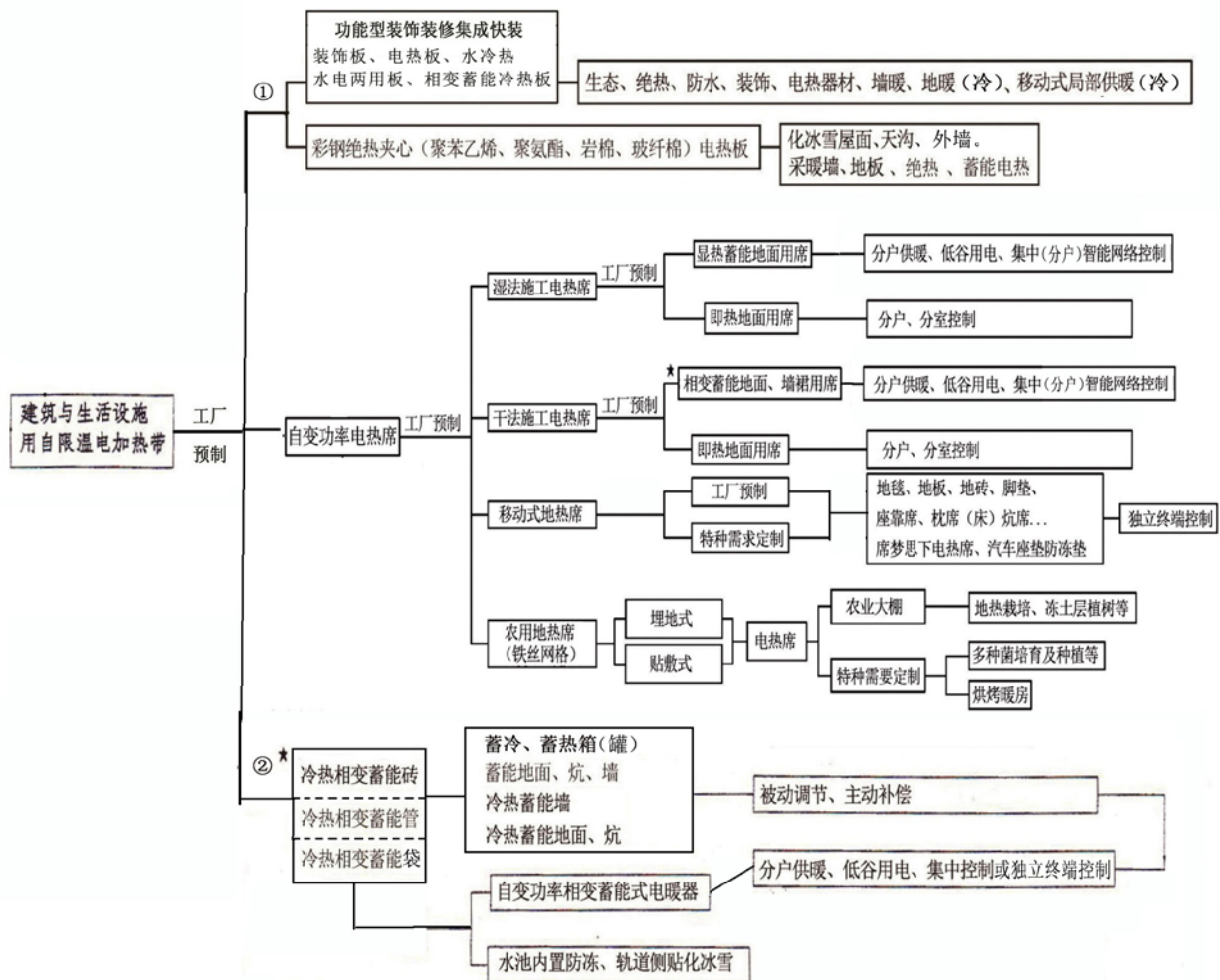
1 总 则

1.01 为了规范建筑与生活实施用自限温电加热带在建筑与生活实施领域内的多项应用、设计、施工、验收，做到应用技术先进，生态绿色，安全适用和保证工程质量，并与时俱进，多功能集成，多快好省，特制定本规程。

1.02 本规程适用于交流电110/220/380V，也适用于直流电及太阳光伏直驱（非蓄电、非逆变）电热为电源的自限温电加热带或以该产品为加热原件的集成产品，电热席、电热板、水电两用板的辐射供暖及装饰装修工程及生活设施，家用电器产品（屏风、炕板、工艺画、移动式各种板式电加热器）。以及以水为热媒，冷媒，分体式蓄能多能源互补的，辐射调温工程。

1.03 辐射供热，供冷工程的设计、施工、验收，除应执行本规程外，应当符合国家或行业现有关标准的规定，由于本规程产品的高科技和先进性，允许本规程与时俱进，优先推广应用多功能集成产品。

1.04 综合集成应用方框导图



—— 集成应用方框导图 ——

2 术语

2.0.1 冷热辐射面可以是地面、顶棚或墙面，或生活设施的平板面，该面可以是分步施工而成，更可以工厂集成预制，一次性在装饰装修工序时，以集成板型式制作而成；工作媒介可以是冷热水或电热，单独供暖时，称辐射供暖；单独供冷时，称辐射供冷。当设置相变蓄能材料时，称为被动调温和主动调温。

2.0.2 功能型装饰装修集成板又称建筑与生活设施用集成板，它是由装饰面层、金属面层、自变功率电热膜、PERT水管和自限温电加热带、聚氨酯发泡硬膜层、防水底膜层，分别通过复合、成型、敷设、发泡、复合工序连续而集成。简称功能型集成板，按其主要功能划分为，装饰集成板、电热集成板、水电两用集成板和冷热集成板、相变蓄能集成板。

2.0.3 自变功率加热电缆即是建筑与生活设施用自限温电加热带，它的技术特性是具有正温度系数PTC特性，该特性的量化技术指标会因产品置于不同的工况条件下发生变化，故在应用时一定要考虑它的应用条件，例如是湿法施工还是干法施工，这二者的起始和正常运行技术指标是不同的，故采用集成板法就不会有工况变化，同一种工况，固定的PTC特性。

2.0.4 加热可以是媒介热水通过管道或用电通过电加热带，电阻发热，而供冷与供热通过同一根管道，分别进行，而管道和电加热带可以分别或同时，内置于集成板贴敷在金属面层与隔热层之间。

2.0.5 碎石混凝土或水泥砂浆填充找平层时内置水管或电加热带，称湿法施工，显热储能时该层厚度一般 $\geq 10\text{cm}$ ，否则应 $\leq 3\text{cm}$ ，以找平为准，称谓蓄热层或即热层。

2.0.6 按面层构造程序，分步施工为干法施工，发展趋势是采用功能性集成板，最为简单易行，美观且具有工艺性，50年耐用，20年不落后。

2.0.7 集成应用：是一种技术手段或一种多功能产品，在一个系统中进行综合实施或将不同功能技术统一建立在一个终端产品上进行体现。建筑与生活设施用功能型集成板，就是将装饰、隔热、隔音、防水、抗电磁波、抗静电、生态、冷、热等功能统一集成在一块板上。

2.0.8 相变蓄能材料：简称PCM，所谓相变储能是指物质在相变化过程中吸收或释放能量，相变材料从液态向固态转变，反之亦然，材料要从环境中吸热或放热，在这种物理变化时，储放热称为相变潜热、发生相变温度范围很窄，几乎不变，大量相变热转移到环境中时，产生了一个宽的温度平台，体现了恒温时间的延长，并可与显热和绝热材料在热循环时，储存或释放显热。可以延长能量传输时间，使温度梯度减小，其优点是：一、相变过程一般是等温或近似等温过程，使人体感舒适；二、相变材料有很高的相变潜热，少量材料可以储存大量的热量，与显热储热材料（混凝土、砖）相比，可以大大降低对建筑结构的要求，从而有更加灵活的结构形式，故建筑系统可分为主动和被动系统，分别可以调节温度。相对与恒功率产品的热效率节能60%以上，且相变材料分有机PCM或无机PCM及复合PCM。

3 供暖、制冷

3.1 一般规定

3.1.1 本条从辐射供暖的安全、寿命和舒适考虑，规定辐射面供热温度不应超过 60°C ， $35^{\circ}\text{C}\sim 45^{\circ}\text{C}$ 是比较合适的范围。其中①无论电地暖或水地暖，热辐射面温度，均应 $\leq 30^{\circ}\text{C}$ 为宜。②但墙暖辐射面温度应高于地暖面温度 $20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，使之缩小辐射面，节约投资。有利于提高室内的热舒适感；控制温差，有利于保证辐射面温度的均匀。严寒地区室内温度推荐不低于 20°C 。

3.1.2 辐射供暖时，辐射体表面平均温度要求。

对于人员经常停留的地面，美国相关标准根据热舒适理论研究得出地面温度在 $21^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$ 时，不满意度低于8%；EN15377-1:2005中推荐，经常停留地面温度上限为 29°C ，非经常停留地面温度上限为 35°C 。日本相关资料研究表明，地面温度上限为 31°C 时，从人体健康、舒适考虑，是可以接受。考虑到我国生活习惯，本规程将人员经常停留地面的温度上限值规定为 29°C 。

EN15377-1:2005中推荐墙面温度上限范围为 $35^{\circ}\text{C}\sim 50^{\circ}\text{C}$ ，上限温度取决于墙面供暖系统的设置情况如：身体是否易于接触墙面，人员是否是儿童或老人等。同时还要综合考虑热损失及全屋内墙隔热，建筑节能。

3.1.3 辐射供冷系统的供水温度确定时，要考虑防结露、舒适性及控制方式等方面因素。当采用水温控制时，因地制宜，供水温度一般为 $16^{\circ}\text{C}\sim 20^{\circ}\text{C}$ ；当采用辐射面温度直接控制时，由于防结露的要求，辐射供冷系统供水温度通常高于常规冷冻供水温度，所以适合采用地下水、高温冷水机组作为冷源，推荐采用低温相变储能，低谷用电，相变蓄冷缓及储罐冲混水循环控制温差，以提高能源使用效率。

辐射供冷量的大小主要取决于辐射供冷表面的温度与其他表面的温度之差，因此，减小供回水温差，降低供回水平均温度有利于提高供冷量，但回水温差不宜大于 5°C ，且不应小于 2°C 。

辐射供冷量表面温度限值参照欧洲标准EN15377-1确定。EN15377-1:2005中规定：人员长时间坐卧的房间地面温度下限为 20°C ，人员活动频繁的房间地面的温度下限为 18°C 。

应根据不同的露点温度进行无极自动调节 Δt ： $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ 。

3.1.4 辐射供冷建筑需增强围护结构保温、隔热、气密程度，以尽量减小冷负荷。为了防止辐射面结露和增加舒适度，除提高供水温度外，适当选用送风系统承担室内显热负荷调节。

主要依靠辐射供冷系统承担室内潜热负荷的调节，送风形式，可以是地面、下送、中送、上送等多种形式，要结合建筑特点和使用要求灵活掌握。当采用温湿度独立控制时，需要单独设计。

3.1.5~3.1.7 为了规范设计图纸，对辐射供暖供冷工程施工图的设计深度、图面表达内容与要求等，作出了具体的规定。但是实际应用条件是不确定的，地区，建筑，内外围护结构，选用材料及个性化需求都存在很大差异，因此上述设计定量应作为标准，结合本规程对应的是建筑与生活设施用自限温电加热带，

由于它的自变功率输出特性是一范围，以快速估算法在实际应用是可行的。标准计算作底限为妥，因地、因事制宜。详见快速估算法。

估算法：补：

3.2 电热带、电热席、集成电热板敷设率

电热面积 ①使用面积 ②(建筑面积)	电热带(地)	50-70%
	电热席(地)	50-70%
	电热板(地、墙、画)	50%、30%、10%

3.3 房间热负荷与冷负荷计算

3.3.2 辐射供暖供冷系统室内设计温度，人体的舒适度受辐射影响很大，根据国内外资料和国内一些工程的实测，辐射供暖用于全面供暖时，在相同热舒适条件下的室内温度可比对流供暖时的室内温度低2℃。供冷时，室内温度高于采用对流方式的供冷系统(0.5~1.5)℃，可达到同样舒适度。

3.3.3 当辐射供暖用于局部供暖时，热负荷计算还要乘以表3.3.1所规定的计算系数(局部供暖的面积与房间总面积的面积比大于75%时，按全面供暖耗热量计算)。

3.3.4 敷设加热供冷部件的地面或墙面，不存在通过地面或墙面向外的传热负荷，因此辐射面向外的传热负荷应计算在辐射供暖供冷房间热(冷)量中。当全屋内墙隔热装饰装修后，可忽略。

3.3.5 地面供暖房间热负荷计算时，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：一是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；二是同样面积时，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。因此高度附加率按散热器供暖计算值的50%取值。

3.3.6 集中热源分户热计量或采用分户独立热源，在未进行全屋围护隔热时，其热负荷计算时需考虑间歇供暖附加值和户间传热负荷，考虑附加后房间热负荷可参考下式计算。

$$Q = \alpha \cdot Q_j + q_h \cdot M \quad (1)$$

式中：Q——考虑附加后房间热负荷(W)；

Q_j ——房间热负荷(W)；

α ——考虑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实，无资料时取值应湿法显热蓄能： $\alpha = 1.5$ 、干法潜热蓄能： $\alpha = 2$ 。

q_h ——房间单位面积平均户间传热量(W/m²)，可取 $q_h = 7W/m^2$ ；

M——房间使用面积(m²)。

注：校核地面平均温度时，取 $\alpha = 1.0$ 。

计算集中供暖系统或全屋内墙隔热后的建筑物总热负荷，以及建筑物的总用电负荷时，不考虑户间传热量 $q_h \cdot M$ ，则房间热负荷可按下式计算：

$$Q = \alpha \cdot Q_j \quad (2)$$

式中： α ——考虑间歇供暖的修正系数，取 $\alpha = 1.1$ 。

公共建筑如采用间歇供暖形式， $\alpha=1.5-2$ ，对房间基本热负荷考虑一定的间歇供暖负荷修正。

3.4 辐射面传热量的计算

3.4.1 美国供暖制冷空调工程师协会ASHRAE在大量研究工作基础上提出了辐射传热量计算方法，国内设计院多已采用，故本规程推荐采用此方法。条文中计算公式引自ASHRAE手册（2008年版）。辐射面传热量即辐射面的供热量或供冷量。

3.4.2 冷热集成板因各生产企业采用的材料、厚度及其铺设的均热层厚度不同等各种因素，传热量也不尽相同。因此应按各产品样本提供的测试数据确定辐射表面供热量或供冷量。

3.4.4 校核供暖地面地表面平均温度。如果实际表面平均温度低于本规程第3.1.2规定的限值，应改善建筑热工性能或设置其他辅助供暖设备，减少地面辐射供暖系统负担的热负荷，满足限值要求。

3.4.5 校核辐射表面平均温度的多点实测为准，若不达标，可调整如下：辐射供冷多工况计算条件，进出水温，流速或工作电压，通断控温，是完全可以校核，且可以完善整合的。

3.5 温控

3.5.1 有特殊要求的房间，温控器可以与定时时钟区域编程器串联连接，或通过互联网，利用手机实现智能化控制；

负荷较小的房间，当仅需一根电热带或一块地席或一块电热板就能满足要求时，可采用一个温控器；

负荷较大的房间，采用几根电热带，数块电热席或电热板时可采用温控器和接触器分组相结合的控制方式；

几个温度相同的房间统一进行温度控制时，也可采用温控器和接触器相结合的控制方式。

3.5.2 本规程为自限式或称自变功率电加热器，无需双温型温控器。所有加热面或辐射供热面皆可局部或全部覆盖，无过热隐患之虑。

3.5.3 采用露点探测方法时，要考虑探测露点和真实露点间存在一定的滞后性，经修正计算后，确定供水温度或采取通断水措施。

3.5.4 地面辐射供暖的云计算计算机网络集中控制系统必须具备以下功能：

3.5.4.1 小区服务器正常情况下可独立运行，同时也可以通过网络受云计算采暖数据集中供暖控制中心控制，一台服务器即可通过RS485，也可以通过TCP/IP方式与网络控制器通信，每台服务器所带网络控制器数量不宜超过1000台。

3.5.4.2 网络控制器应具有模块化组合功能，需具备以下常用功能模块：温度采集模块、电量参数监测模块、温控器通信模块、液晶显示模块、GPRS上传模块、GPS或北斗定位模块、用户故障报警模块、火宅及CO等危险报警模块、PM2.5等大气质量监测模块、控制器出发模块，可根据现场实际需求将不同模块组合使用。

3.5.4.3 要求输出两组控制信号可分别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一调整，但最大调整时间不宜超过24小时。

3.5.4.4 采暖控制器必须使用固态继电器模块，并根据负载实际情况选择合理的散热系统，固态继电器模块中需设置两个方向相反的可控硅模块，分别控制器工作电源的正半周和负半周。可控硅模块必须设置隔离电路与控制系统隔离。

3.5.4.5 家庭别墅型网孔集中控制系统中的智能控制器可以独立操作、显示，也可受云计算采暖数据集中供暖控制中心控制。

3.5.4.6 整个系统弱电部分电源为12VDC，采暖控制器输出端工作电压为170VAC~380VAC。

3.5.4.7 采暖进线漏电断路器、采暖控制器、网络控制器宜加工在一个控制箱内，置于用户室外，整个控制系统只有温控器在用户室内，整套系统在运行调试时，可以在室外运行，不需要进入用户家中。

3.5.5 系统软件应具备以下功能：

3.5.5.1 温控器特点：

3.5.5.1.1 测量室温，测量精度为正负0.5摄氏度，测量误差为正负1摄氏度；

3.5.5.1.2 使用LCD液晶显示信息；

3.5.5.1.3 有线或无线通讯方式将数据上传至网络控制器；

3.5.5.1.4 在授权状态下，热用户可自主更改设定温度；

3.5.5.1.5 可根据发热体的不同进行不同的控制策略，如减压启动，定时停止保护，超温强制停止等。

3.5.5.2 网络控制器的特点

3.5.5.2.1 网络控制器应具有模块化组合功能，需具备以下常用功能模块：温度采集模块、电量参数监测模块、温控器通信模块、液晶显示模块、GPRS上传模块、GPS或北斗定位模块、用户故障报警模块、火宅及CO等危险报警模块、PM2.5等大气质量监测模块、控制器出发模块，可根据现场实际需求将不同模块组合使用。

3.5.5.2.2 支持30天历史温度记录，可查询历史温度曲线等。

3.5.5.2.3 对室内的上下水管路、厨房及卫生间的保温控制，防止由于长期无人居住造成水管冻裂的事故发生。

3.5.5.2.4 智能负荷轮换，在总功率有限的情况下智能分配电热设备的启停。并可外挂单项或三项电流传感器，利用采暖负荷是可中断负荷的特点，确保当用电量达到警戒值时，停止发热体工作，确保热用户生活用电。

3.5.5.2.5 网络控制器还可扩展远程物业呼叫管理系统在这种扩展的系统中。用户可通过户用控制器搜索用户周边与该主控电脑联网的服务点（如物业，超市等）点对点的进行购物维修等物联网新时代生活。

3.5.5.2.6 网络控制器的GPRS无线通信模块，需支持联通或移动4G网络，为保证后期防潮抗腐蚀需求，手机卡必须采用焊接方式即ESIM卡。

3.5.5.2.7 为保证设备在室外安装应能正常工作，设备需能在-25℃~65℃，湿度<90%的情况下正常工作，并且设备需进行防潮处理。为保证GPRS信号传输质量，天线增益应大于等于3dbi。为保证使用寿命，监控设备供电电源必需使用变压器供电，严禁使用开关电源供电。

3.5.5.2.8 还应具有与智能家居等设备的接口，便于功能扩展。

3.5.5.3 小区服务器特点

3.5.5.3.1 以有线方式读取热计量表或能耗表数据，记录并保存；

3.5.5.3.2 保存各温控器的供暖时间时间；

3.5.5.3.3 可根据热计量表或能耗表数据以及各温控器供暖时间，依据时间面积通断法计算节能量的公式及数学模型自动算出各户热费；

3.5.5.3.4 监控各户用控制器工作状态；

3.5.5.3.5 校准各户用控制器时钟；

3.5.5.3.6 采集并保存各户用控制器数据；

3.5.5.3.7 依据授权，执行对应功能的开闭；

3.5.5.3.8 读取并保存户外温度；

3.5.5.3.9 完善的工作日志；

3.5.5.3.10 完善的报警机制；

3.5.5.3.11 可使用RS485或TCP/IP通信方式，每台服务器所带网络控制器数量不宜超过1000台。

3.5.5.4 云计算采暖数据集中供暖控制中心特点

3.5.5.4.1 采集并保存各小区服务器数据信息；

3.5.5.4.2 采集并保存各小区服务器保存的各户热费；

3.5.5.4.3 对进出云计算采暖数据集中供暖控制中心的数据进行可靠地数据加密；

3.5.5.4.4 对所有热用户信息进行存储并可通过远程方式进行修改；

3.5.5.4.5 接收报警信息并依据报警等级自动进行处理；

3.5.5.4.6 接收并下发热用户通过电话方式对该热用户温控器经授权的相关数据进行操作；

3.5.5.4.7 接收并下发热用户通过智能手机、平板及电脑等通过网络对该热用户温控器经授权的相关数据进行操作；

3.5.5.4.8 接收并下发热用户通过web方式对该热用户温控器经授权的相关数据进行操作；

3.5.5.4.9 未来将与第三方结算软件相关联，自动根据热用户缴费信息和控制策略修改该热用户供暖控制策略；

3.5.5.4.10 在每年的固定时间依据缴费与陈欠费信息自动通过短信方式向热用户发送催缴信息。

3.5.5.5 远程控制端

3.5.5.5.1 经云计算采暖数据集中供暖控制中心授权后，热用户可通过web、智能手机、APP及电话方式对自家温控器进行数据修改；

3.5.5.5.2 经云计算采暖数据集中供暖控制中心授权后，热用户可查询与热用户有关信息；

3.5.5.5.3 经云计算采暖数据集中供暖控制中心授权后，供热商可通过GIS（地理信息系统）或列表方式对各热用户数据进行查询；

3.5.5.5.4 经云计算采暖数据集中供暖控制中心后，供热商可通过GIS（地理信息系统）或列表方式对各热用户控制策略进行查询或修改；

3.5.5.5.5 经云计算采暖数据集中供暖控制中心授权后，应能兼容Word\Excell\AutoCAD,即可将现成的Word\Excell\AutoCAD文件直接调入使用，并将数据保存至云计算采暖数据集中供暖控制中心。

3.5.5.6 负荷调整器

3.5.5.6.1 原理为利用供暖为可中断负荷的特点，当有大功率生活用电接入时，系统会根据户内用电总量和优先等级，自动判断、计算、关闭、接入发热电缆某一回路或多个回路，保障生活用电安全，使室内用电总负荷不超原户内设计电容量。

3.5.5.6.2 单板最大路数为16路

3.5.5.6.3 每路最大电流为16A。

3.5.5.7 负荷监控器

3.5.5.7.1 原理为测量单项或三项电路各项电流值，并将测得的电流值实时上传上级设备。

3.5.5.7.2 设备每项最大测量电流应为40A。

3.5.5.7.3 超过报警值后，至上级设备的时间不宜超过0.3秒。

3.5.6 温控器设置及选型应符合下列规定：

1 室温型温控器应设置在附近无散热体、周围无遮挡物、不受风直吹、不受阳光直射、通风干燥、周围无热源体、能正确反映室内温度的位置，且不宜设在外墙上；

2 在需要同时控制室温和限制地表面温度的场合，应采用双温型温控器；

3 当加热电缆辐射供暖系统仅负担一部分供暖负荷或作为值班供暖时，可采用地温型温控器；

4 对开放大空间场所，室温型温控器应布置在所对应回路的附近，当无法布置在所对应的回路附近时，可采用地温型温控器；

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

3.5.7 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。

负荷较小的房间，当仅需一根电缆就能满足要求时，可采用一个温控器；

负荷较大的房间，需敷设两根或两根以上电缆时，可采用温控器和接触器相结合的控制方式；

几个温度相同的房间或多组集成板统一进行温度控制时，可采用温控器和接触器相结合的控制方式。

3.6 电气设计

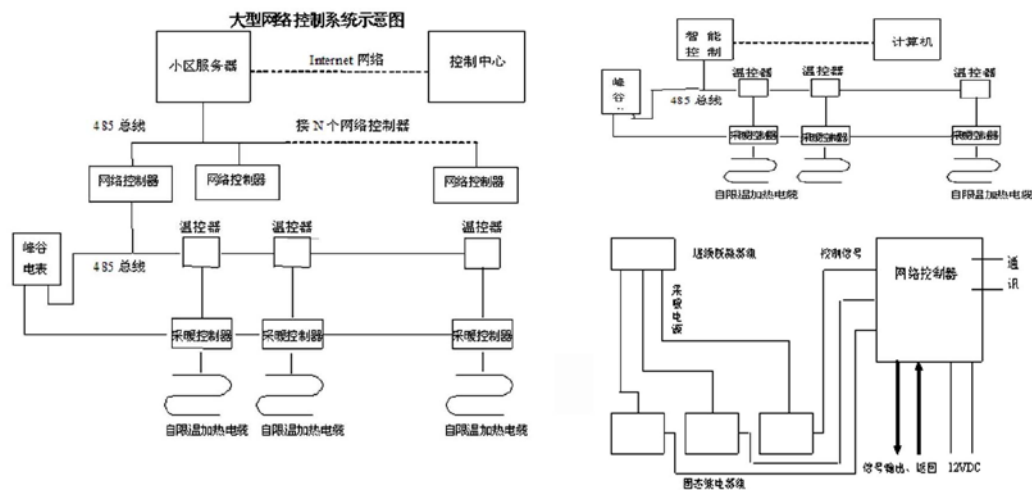
3.6.1 电热或冷热系统负荷为季节性负荷，与其他照明、电力等负荷分开回路配电，便于享受政策以及设备停运、检修和独立控制。但分户非集中供热用户，采取了建筑节能措施后，其冷暖负荷也仅是标准的50%-30%时，可不必进行分开回路配电，节约投资和方便维护管理。

3.6.3 强制性条文。

用户一切用电设备，包括本规程确认的电热器件及系统必须做到等电位连接，且等电位连接线应与配电系统的PE线连接，才能保障辐射供暖，供冷运行的安全性。

3.7 云计算计算机网络集中控制系统

3.7.1-4 云计算计算机网络集中控制系统示意图



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

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

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。

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

采暖进线断路器、采暖控制器、网络控制器加工在一个箱体内，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。

3.7.6 整套系统具备网络通讯功能。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。

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。

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。

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。

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。

3.7.7 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。

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。

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 屋面融冰雪系统设计

4.1 屋面融冰雪的部位

屋面电热融冰雪如果设置于整个屋顶上，可以取得较高的化冰雪效果。但，大多数情况下，在从屋檐往里1~2m的范围内设置电热融冰雪设施，用以预防屋檐部分结冰以及冰柱伸出屋檐。由于当屋顶的积雪滑落，女儿墙的阻挡作用，故必须使屋檐化冰雪设备长时间运转。

除了屋顶之外，檐沟、护墙、横梁等，建筑物的高处，都要防止积雪和冰茬的下落，因此，在这些地方都要设置电热融冰雪设施，以防积雪和结冰。表4.1汇总了屋顶以及设置于屋上的电热设施，直升机场等设置于屋上的构造物的铁架上的防止结冰的电热设施也包含在内。

表 4.1 屋面融冰雪、屋上电热设施融冰雪

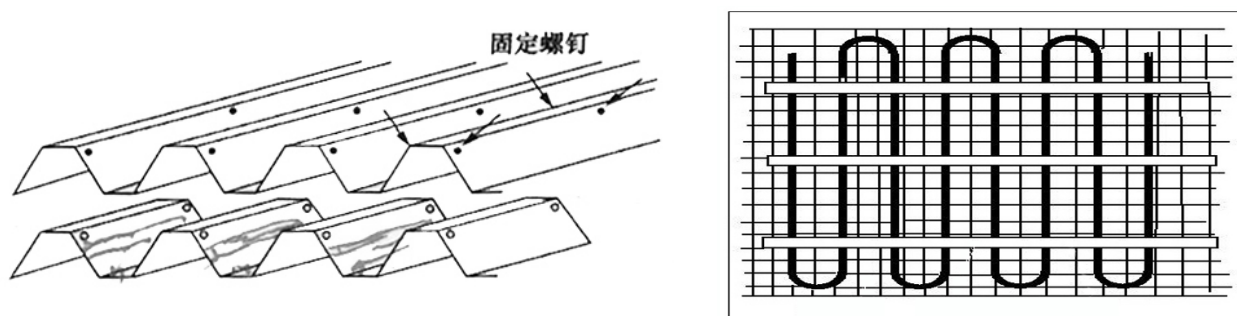
位置以及化冰雪设施 (加热器)的设置范围		加热器的种类与设置	目的、效果
屋顶 融冰雪	屋顶、屋檐、天沟、落水管 设置于从屋檐往里1~2m的范围内。	主要采用面状电热席或电热板，设置于屋顶板下。通常情况下，要进行温度调节，电加热带直接悬挂管内。	融化屋顶、屋檐及天沟上的积雪 避免屋檐上结冰，以及发生穿透，落水管畅通无阻。
	屋檐、天沟、落水管 容易结成冰柱的主要位置。	通常采用自限温电加热带或电热席、电热板、电加热带悬挂穿通落水管。	避免冰柱的形成。 落水管畅通无阻。
	小屋顶 窗户上、玄关、出入口等位置所设置的小的屋顶，特别是对于高层建筑的小屋顶来说，是必须要设置的。	屋顶、屋檐通常采用同样的电加热带或电热席或电热板，整个屋顶面都要进行加热。 对于屋顶嵌板，通常在嵌板的内侧，用电热席，并将其固定住。	融化屋顶、屋檐及天沟上的积雪。 避免冰柱的形成。
	平屋顶 (1) 在有可能结成雪檐的情况下，设置于从屋顶边缘往里1~2m的范围内。 (2) 排水沟的四周1~2m见方。 (3) 落水管全程。	在混凝土屋顶上，埋设自限式电加热带或电热席或电热板，电加热带穿通悬挂管内。	避免雪檐、冰柱的形成。 避免排水口冻结，落水管畅通无阻。

位置以及化冰雪设施 (加热器)的设置范围		加热器的种类与设置	目的、效果
承雨 檐沟 防止 冻结	横向檐沟(天沟) (1) 屋顶的积雪滑落而聚集起来的范围较大的横向檐沟的底面 (2) 要配置融雪设施直到排水口处,以防冻结	屋顶、屋檐采用同样的自限式电加热带、电热席	屋顶一体型的范围较大的横向檐沟(天沟)、排水口、落水管道排水畅通
	纵向檐沟(天沟) 从平屋顶以及横向檐沟的排水口,至排水沟的纵向檐沟	采用电加热带、电热席、电热板	在纵向檐沟内部插入加热器,即使在结冰的时候,也能确保水路的畅通
横梁 融冰雪	横梁 (1) 在横梁内侧贴上化冰雪设备 (2) 对于较高的楼层的横梁来说,必要性更大	将自限式电加热带或电热席、电热板压设在内侧,并将其固定住	避免横梁、护墙上积雪,避免冰柱的形成
	护墙(女儿墙) (1) 在护墙的上部埋设 (2) 对于较高的楼层的护墙来说,必要性更大	在护墙的混凝土中埋设自限式电加热带	
屋上 铁架 构造物	屋面直升飞机场等 有可能往地上落雪、落冰的部分	沿着铁架设置自限式电加热带	避免铁架上积雪、结冰

4.2 屋面融冰雪设施构造

(1) 集成电热席

电热席适用于木屋顶的棱木之间,或者金属屋顶、折板屋顶、金属横梁等,采用面状加热的情况下。由于便于施工,因而被大量采用。对于主要的屋顶的设置构造如图4.1所示。



(a) 图 4.1 屋面融冰雪电热设施的设置构造

在电热席中,选用自限式电加热带做发热元件,是因为,在进行屋面化冰雪时,自限式电加热带,自身温度调节,低温大功率快速加热的效果明显,故应选用安装自限温电加热带制作的电热席,施工简单。

对于混凝土屋顶以及混凝土护墙,与地板采暖设备同样,将电热带埋设于混凝土之中。需要特别注意的是,都将电加热带设置于防水层之上,要注意不能给防水层造成损伤。

另外，对于小屋顶和横梁等，在设置工厂加工而成的电热嵌板的情况下，嵌板内侧通常会贴上电热板。由工厂预制而成，故集成快装，品质及效果有保障。

(2) 电加热带

这种加热带，插入纵向檐沟内，便形成了节能高效的防止冻结加热器。即使是在纵向檐沟冻结的情况下，也可以确保水路的畅通，不会影响排水，并且可以促使结冰融解。如果对纵向檐沟的外侧进行隔热，则效果更佳。

另外，为了防止屋檐的冰柱越结越长，应在下方边沿部分沿内侧设置自限式电加热带。这一设置的构造如图4.2所示。

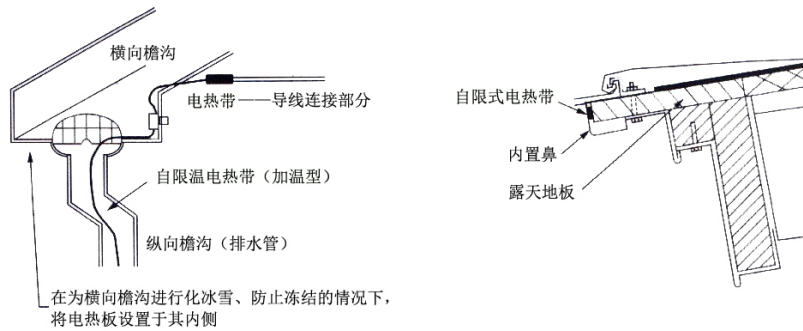


图 4.2 自限温电热带的设置构造

4.3 屋面融冰雪的发热量

基本上与道路融冰雪设备相同。对于强降雪（2.5~3cm/h以上），如果化冰雪不够迅速，则会造成一时的大量积雪（冠雪），热量的计算方法将在道路融冰雪一节中进行介绍。

4.4 屋面融冰雪的控制

在寒冷的地带，通常情况下，即使屋檐上的雪已经全部消失，在屋顶上部放置的止雪设备所拦住的滑落的积雪会大量残留。这些积雪，会吸收太阳的热量以及从室内漏出到屋顶的热量，从而慢慢地融化，流向屋檐天沟，遇到寒冷时，就会在屋檐天沟处结冰，形成冰柱，并不断增大。因此，设置于屋檐的加热器，当外气温度降低，有可能会结冰的情况下，进行通电运行。

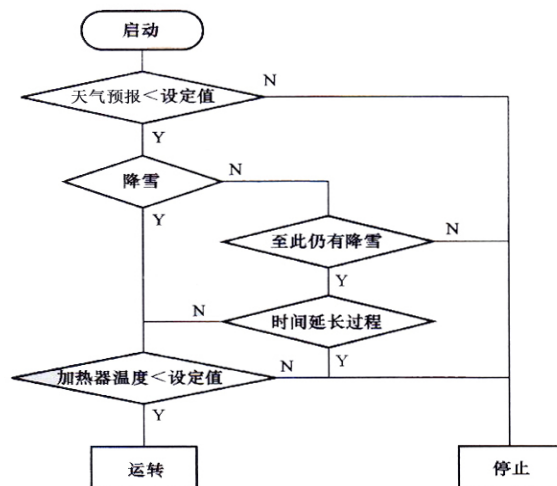


图 4.3 屋面化冰雪控制流程图

5 道路融冰雪系统设计

5.1 道路融冰雪的发热量计算

5.1.2 式 (5.1) 中, (Q_s+Q_m) 表示为化冰雪所需的热量, $A_r(Q_r+Q_h)$ 表示为防止路面冻结所需的热量 (空气从路面带走的热量)。

5.1.4 对于平均降雪强度, 只有在短时间内发生的强降雪的降雪强度作为设定值来使用, 一般情况下多会采用 $0.02\sim 0.03\text{m/h}$ 。

道路融雪设备是通过提高铺设面的高度, 从而达到融雪的目的, 在实际中, 并不是按照不同的类型对其进行分类, 而是按照其不同用途以及设置构造来进行分类的。根据设置道路融雪设备的场所的用途的不同, 其设置构造也有所不同, 因为要根据在铺设道路施工的时候, 以及运转的时候, 对加热器的压力, 来选择相应的材料和构造方式。机动车道、人行道上经常采用的道路融雪设备的构造如图 5.1 所示。

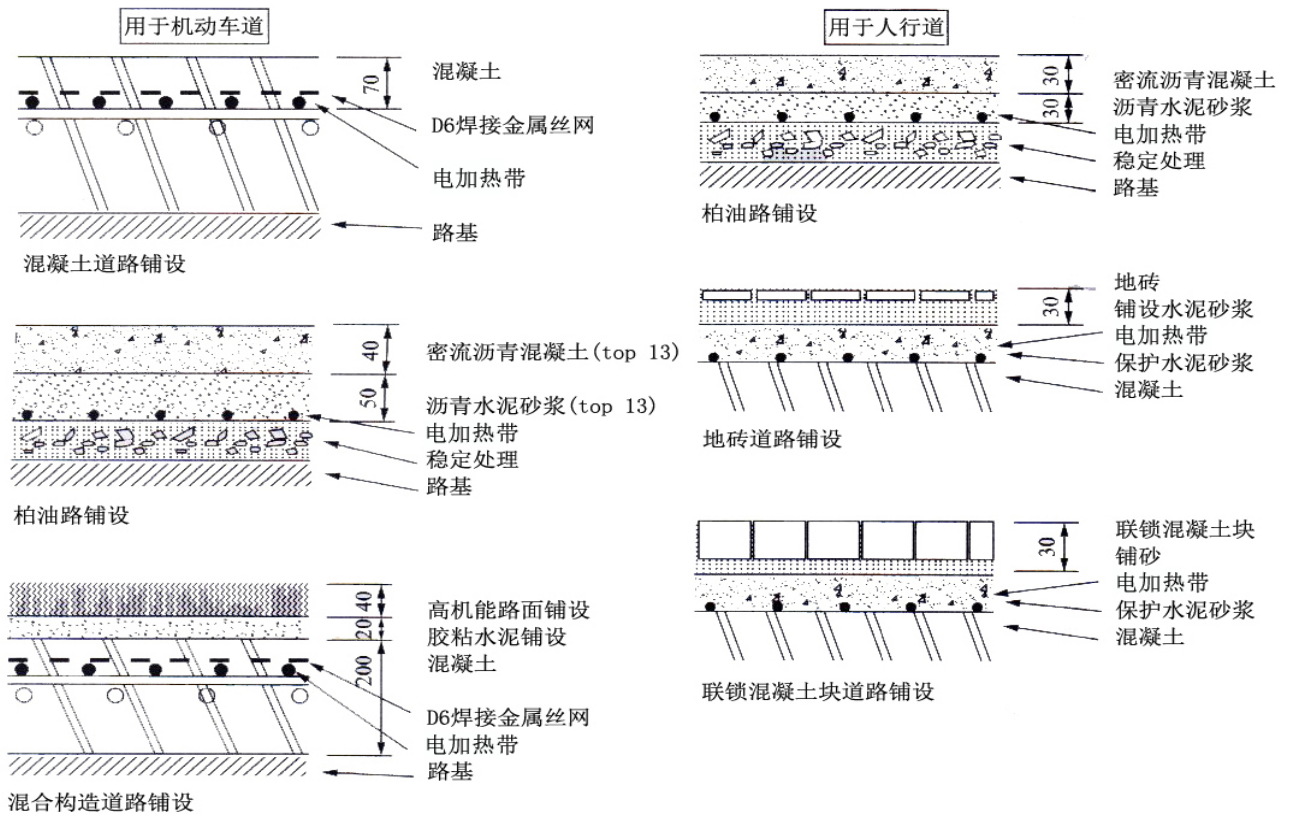


图 5.1 道路融雪设备铺设构造示例

5.2 道路融冰雪的控制要素设计: 道路融冰雪所采用的控制要素有: ①降雪概率预报; ②降雪; ③外气温度; ④路面水份; ⑤路面温度以及道路铺设体温度, 等五要素控制。

5.2.1 在二要素控制中，即使是晴天，当温度较低的时候，也有可能进行通电，因而造成无谓的电量消耗。在三要素控制中，将外气温度传感器或者降雪传感器与另外二要素连接，从而可以减少无谓的电量消耗。

三要素控制的节能性较高，通常用于大、中规模设施。特别是采用外气温度的系统，在并不十分寒冷的地带，其节能效果具有很大意义。

四要素控制是广泛应用于大、中规模设施的控制方式。四要素控制的控制流程如图5.1所示。

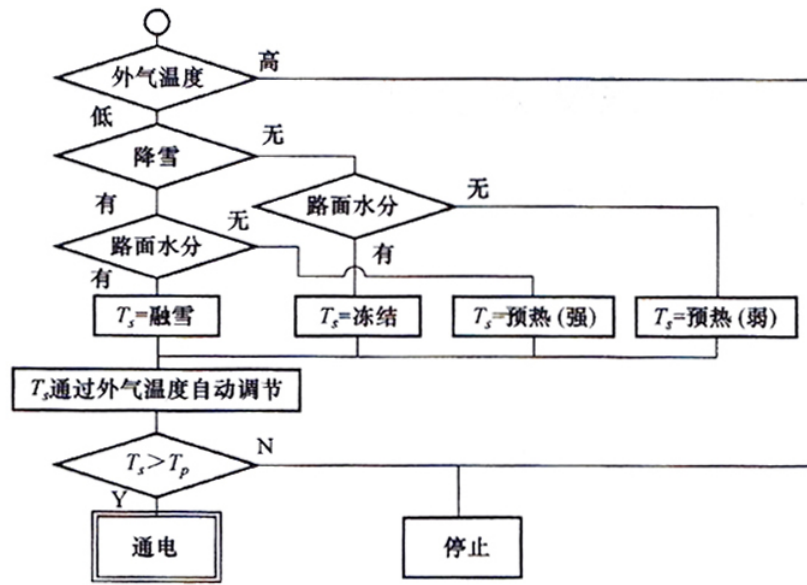


图 5.1 道路融雪的控制流程（四要素）

在四要素控制中，化冰雪运转、防止冻结运转以外的电量消耗的节约效果非常明显，但在极寒冷的地带，由于预热运转（既没有降雪，也没有路面水份的情况下），在通电增加的趋势。针对这一点，五要素控制可以对其加以改良。

五要素控制系统，可以利用通信线路，向各个地点发出降雪概率预报的信息，在此基础上，可以缩短预热运转的时间，因此可以进一步取得节能的效果。特别是在寒冷少雪地点，效果更为明显。

6 电伴热、电加热系统设计

6.1 适用于建筑及生活设施给排水管道及设备的伴热、保温、加热及防冻堵，也适用于工业管道输送所需的工艺温度的维持，以及计量控制的汽液状态的维持。因此各类管道及设备的设置环境条件，即工况是一必须考虑的关键因素。这里主要针对消防及给排水管道及设施的应用。

6.2 电伴热、电加热、加热伴热共行，是针对产品的工作状态和目的而进行设计的，而电气控制是为操作工艺和满足应用目的需要而区别的，并且因产品的工况条件和目的选择产品的温度等级和输出特性。这才是此产品的应用技术之核心。具体安装的型式详见国家标准图集“03S401”。

6.3 由于电伴热、加热的电热带是安装在绝热层和管道（或设备）外壁之间，或内置于管道，容器之中，利用电热来补充输液或贮液过程中所散失的热量，以维持液温在一定的范围内，达到保温和防冻的目的。只有在确保夏季水温不会让管道、设备表面结露的情况下才可不设防潮层。保护层的设置要求与非电伴热加热保护层的设置要求相同。

电伴热、电加热及加热、伴热共行时，绝热层的厚薄是调节产品选择输出功率大小的主要依据。但在工况条件不变的情况下，改变产品的温度等级，也可补偿或调节产品的输出功率，故各温度等级产品的输出特性是选择产品及设计时的不可忽缺的理论计算依据。

6.4-6.6 查表法

首先根据需要伴热的维持水温（ T_0 ）和环境最低气温（ T_a ）计算温差：

$$\Delta t = T_0 - T_a \dots\dots\dots (8-1)$$

根据 Δt 查管道散热量（ Q_B ）表6或设备散热量（ Q_P ）表7

根据查得的 Q_B 或 Q_P 按下式计算出实际的散热量（ Q_{TB} 或 Q_{TP} ）

$$\text{管道 } Q_{TB} = f \times Q_B \dots\dots\dots (8-2)$$

$$\text{平壁设备 } Q_{TP} = f \times Q_P \dots\dots\dots (8-3)$$

式中： T_0 ——需要电伴热维持的水温（ $^{\circ}\text{C}$ ），即金属管道或设备的表面温度。

T_a ——极端平均最低环境气温（ $^{\circ}\text{C}$ ），查全国各地气象参数表，室内有空调的按室内空调最低温度计算。

Q_{TB} ——管道实际需要伴热量（ W/m ） Q_{TP} ——平壁设备 实际需要伴热量（ W/m^2 ）

f ——保温材料修正系数

直接计算法

$$\text{管道 } Q_T = 1.3 \times 2 \pi (T_0 - T_a) \left(\frac{1}{\lambda} \ln \frac{D_2}{D_1} + \frac{2}{D_2 \alpha_s} \right) \text{ (W/m)} \dots\dots\dots (8-4)$$

6.9.2 电路对地漏电保护

每条电热带线路应采用30mA对地漏电开关做电气保护。特别是在防爆区、危险区或腐蚀区，和管道需要经常维修和电热带易收到机械损坏的区域。

6.9.3 单根电加热带一般一端接电，另一端开路并绝缘，当需适当加长使用，可以对角线接电，详见图示。



7. 选用例题

7.1 室内热水管道伴热

热水维持温度 $T_o=50^{\circ}\text{C}$ ，偶然性操作温度 65°C 。室内空调最低温度 16°C ，管道通过普通区。电压220V。管径DN100。

管长50m，管道上有3个闸阀，8对法兰（包括阀门的6对）5个管架。保温层材料为泡沫橡塑（ $\lambda = 0.038\text{w/m}\cdot^{\circ}\text{C}$ ， 0°C 时），厚30mm，确定电热带的长度、功率和选型。

第一步，计算温差 Δt 。根据（8-1）式 $\Delta t=T_o-T_a$ ， $T_o=50^{\circ}\text{C}$ ， $T_a=16^{\circ}\text{C}$ 。

$$\Delta t=50-16=34^{\circ}\text{C}$$

第二步，计算管道散热量 Q_B 。查表6，当 $\Delta t=30^{\circ}\text{C}$ ， $Q_B=21.8\text{w/m}$ ， $\Delta t=40^{\circ}\text{C}$ ， $Q_B=29\text{w/m}$ 。

第三步，计算实际散热量 Q_{TB} ，根据（8-2）式：

$$Q_{TB}=f\times Q_B, \text{查表9, } f=1.23$$

$$Q_{TB}=1.23\times 24.68=30.36\text{w/m}$$

第四步，计算电热带总长度 L ：

a. 变功率电热带，查电热带编制说明（二）和（三）可知，选用45ZXW-P-220型（中温屏蔽型）变功率电热带比较合适，并从电热带编制说明（三）查出 10°C 时，每米输出功率 45W/m ， 50°C 时输出功率 28.8W/m ，小于散热量 $Q_{TB}=30.36\text{W/m}$ ，因此选择45ZXW-P-220时，需要确定安装系数 $30.36/28.8=1.06$ 。

电热带总长度计算如下：

$$\text{管道部分: } 11=50\times 1.06=53\text{m}$$

$$\text{法兰部分: } 12=8\times (2\times 0.215)=3.44\text{m (0.215法兰盘直径)}$$

$$\text{闸阀部分: } 13=3\times 1.3=3.9\text{m (1.3系数, 查表3)}$$

$$\text{管架部分: } 14=5\times 3\times 2\times 0.15=4.5\text{m (0.15为管道与支架接触长度)}$$

$$\text{其他部分: } 15=2\times 1=2.0\text{m (1个接线盒, 1个尾端)}$$

$$\text{总长度: } L=11+12+13+14+15$$

$$=53+3.44+3.9+4.5+2$$

$$=66.84\text{m}$$

查电热带编制说明（四）：

$T_a=10^{\circ}\text{C}$, $L_{\max}=65\text{m}$, 20A开关; $L_{\max}=96\text{m}$, 30A开关。

电热带实际总长度 $L=66.84\text{m}$, 选用30A开关。电热带可以任意切割。

总功率 $N=L\times Q_{\text{TB}}=66.84\times 30.4=1924\text{W}$ (1.924kw)。

7.2 室内管道防冻

北京地下室不采暖车库消防管道防冻。管道冬季维持水温 $T_o=5^{\circ}\text{C}$, 其他条件同前例。

第一步, 计算温差, 查表全国各地气象参数表, 北京 $T_a=-17.1^{\circ}\text{C}$ 。

$$\Delta t = (T_o - T_a) = 5 - (-17.1) = 22.1^{\circ}\text{C}$$

第二步, 计算管道散热量 Q_B ,

$$\Delta t=20^{\circ}\text{C} \text{时}, Q_B=14.5\text{W/m}, \Delta t=30^{\circ}\text{C} \text{时}, Q_B=21.8\text{W/m}。$$

$$\begin{aligned} \text{采用内差法求得 } Q_B &= 14.5 + [(21.8 - 14.5) \div (30 - 20)] \times (22.1 - 20) \\ &= 16.1\text{W/m} \end{aligned}$$

第三步, 计算实际散热量: $f=1.23$

$$Q_{\text{TB}} = f \times Q_B = 1.23 \times 16.1 = 19.8\text{W/m}$$

第四步, 计算电热带总长度:

a. 变功率电热带, 查电热带编制说明(二)和(三)可知, 选用15DXW-P-220型(低温屏蔽型)变功率电热带比较合适, 电压220V, 并查出 10°C 时, 每米输出功率15W/m, 5°C 时输出功率16.6W/m, 小于散热量 $Q_{\text{TB}}=19.8\text{W/m}$, 因此选择15DXW-P-220时, 需要确定安装系数 $19.8/16.6=1.19$ 。

电热带总长度计算如下:

$$\text{管道部分: } l_1 = 50 \times 1.19 = 59.5\text{m}$$

$$\text{法兰部分: } l_2 = 8 \times (2 \times 0.215) = 3.44\text{m} \text{ (0.215法兰盘直径)}$$

$$\text{闸阀部分: } l_3 = 3 \times 1.3 = 3.9\text{m} \text{ (1.3系数, 查表3)}$$

$$\text{管架部分: } l_4 = 5 \times 3 \times 2 \times 0.15 = 4.5\text{m} \text{ (0.15为管道与支架接触长度)}$$

$$\text{其他部分: } l_5 = 2 \times 1 = 2.0\text{m} \text{ (1个接线盒, 1个尾端)}$$

$$\text{总长度: } L = l_1 + l_2 + l_3 + l_4 + l_5$$

$$= 59.5 + 3.44 + 3.9 + 4.5 + 2$$

$$= 73.34\text{m}$$

查电热带编制说明(四):

$T_a=0^{\circ}\text{C}$, $L_{\max}=96\text{m}$, 15A开关。

电热带实际总长度 $L=73.34\text{m} (<96\text{m})$, 选用15A开关满足要求。

金属设备散热量(Q_p)表(W/m²)

绝热材料	保温层厚度 毫米)	10	20	30	40	50	60	70	80
	温差 Δt(°C)								
玻璃棉制品	20	79.1	45.5	31.9	24.6	20.0	16.9	14.6	12.8
	30	118.6	68.3	47.9	36.9	30.0	25.3	21.8	19.2
	40	158.2	91.0	63.9	49.2	40.0	33.7	29.1	25.6
	50	197.7	113.8	79.8	61.5	50.0	42.1	36.4	32.1
	60	237.3	136.5	95.8	73.8	60.0	50.6	43.7	38.5
	70	276.8	159.3	111.8	86.1	70.0	59.0	51.0	44.9
	80	316.4	182.0	127.7	98.4	80.0	67.4	58.3	51.3
	100	395.5	227.5	159.7	123.0	100.0	84.3	72.8	64.1
	120	474.6	273.0	191.6	147.6	120.0	101.1	87.4	76.9

注:

- 1、表1和表2的散热量是以玻璃纤维导热系数λ=0.031W/m°C为基数。(QP单位W/m)
其他绝热材料的散热量乘以表中的保温系数(f)求得
- 2、Δt=(T_o-T_a)°C T_o—水温 用于防冻 取T_o=5°C, T_a—环境极端平均最低温度,
用于保温 取T_o=水的维持温度, T_a—环境极端最低平均温度。
- 3、表1和表2的散热量已包括了30%的安全系数。

阀门类散热系数表

阀门类别	散热系数
闸阀	1.3
蝶阀	0.7
球阀	1.2

绝热材料系数(f)表

绝热材料名称	0°C时导热系数 λ (W/m°C)	绝热系数 (f)
玻璃棉	λ =0.031	1.00
超细玻璃棉	λ =0.025	0.81
岩棉	λ =0.036	1.16
复合硅酸盐	λ =0.048	1.55
微孔硅酸钙	λ =0.054	1.75
硅酸铝制品	λ =0.032	1.04
泡沫玻璃	λ =0.061	1.97
聚氨酯泡沫	λ =0.0275	0.89
聚苯乙烯泡沫	λ =0.039	1.26
泡沫橡塑	λ =0.038	1.23
酚醛泡沫	λ =0.027	0.87
聚乙烯泡沫	λ =0.034	1.10
憎水珍珠岩	λ =0.057	1.84

注：聚苯乙烯泡沫仅用于电伴热防冻，不适用于保温。

绝热 层厚(mm)	温差 $\Delta t(^{\circ}\text{C})$	公称直径(mm)																	
		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
外径 (mm)		22	27	34	42	48	60	76	89	114	133	159	219	273	325	377	426	478	529
10	20	8.3	9.5	11.3	13.4	14.9	17.9	21.9	25.1	31.4	36.1	42.6	57.5	70.9	83.9	96.8	109.0	121.9	134.6
	30	12.4	14.3	17.0	20.0	22.3	26.8	32.8	37.7	47.1	54.2	63.9	86.3	106.4	125.8	145.2	163.5	182.8	201.9
	40	16.5	19.1	22.7	26.7	29.7	35.8	43.8	50.3	62.8	72.2	85.2	115.0	141.9	167.7	193.6	217.9	243.8	269.1
20	20	5.9	6.6	7.7	8.9	9.8	11.6	13.9	15.8	19.4	22.1	25.9	34.5	42.2	49.7	57.1	64.1	71.6	78.9
	30	8.8	10.0	11.6	13.4	14.7	17.4	20.9	23.7	29.1	33.2	38.8	51.7	63.3	74.5	85.7	96.2	107.4	118.3
	40	11.7	13.3	15.4	17.8	19.6	23.1	27.8	31.6	38.8	44.3	51.8	69.0	84.5	99.4	114.2	128.3	143.1	157.7
	50	14.6	16.6	19.3	22.3	24.5	28.9	34.8	39.5	48.5	55.4	64.7	86.2	105.6	124.2	142.8	160.3	178.9	197.2
30	60	17.6	19.9	23.1	26.7	29.4	34.7	41.7	47.4	58.2	66.4	77.7	103.5	126.7	149.0	171.4	192.4	214.7	236.6
	20	4.8	5.4	6.2	7.0	7.7	8.9	10.6	12.0	14.5	16.5	19.1	25.2	30.6	35.8	41.1	46.0	51.2	56.3
	30	7.2	8.1	9.2	10.6	11.5	13.4	15.9	17.9	21.8	24.7	28.6	37.7	45.9	53.8	61.6	69.0	76.8	84.5
	40	9.6	10.8	12.3	14.1	15.4	17.9	21.2	23.9	29.0	32.9	38.2	50.3	61.2	71.7	82.1	92.0	102.4	112.7
	50	12.0	13.4	15.4	17.6	19.2	22.4	26.5	29.9	36.3	41.1	47.7	62.9	76.5	89.6	102.7	115.0	128.0	140.8
	60	14.4	16.1	18.5	21.1	23.0	26.8	31.8	35.9	43.6	49.4	57.3	75.5	91.8	107.5	123.2	138.0	153.6	169.0
	70	16.8	18.8	21.6	24.6	26.9	31.3	37.2	41.9	50.8	57.6	66.8	88.1	107.1	125.4	143.7	161.0	179.3	197.2
	80	19.2	21.5	24.6	28.1	30.7	35.8	42.5	47.8	58.1	65.8	76.4	100.6	122.4	143.3	164.3	184.0	204.9	225.4
40	100	24.0	26.9	30.8	35.2	38.4	44.7	53.1	59.8	72.6	82.3	95.5	125.8	153.0	179.2	205.3	230.0	256.1	281.7
	120	28.8	32.3	37.0	42.2	46.1	53.7	63.7	71.7	87.1	98.7	114.6	150.9	183.6	215.0	246.4	275.9	307.3	338.0
	20	4.2	4.7	5.3	6.0	6.5	7.5	8.8	9.9	11.8	13.3	15.4	20.1	23.3	28.3	32.4	36.2	40.2	44.1
	30	6.3	7.0	7.9	9.0	9.7	11.2	13.2	14.8	17.8	20.0	23.1	30.1	36.4	42.5	48.6	54.2	60.3	66.2
	40	8.4	9.3	10.6	12.0	13.0	15.0	17.6	19.7	23.7	26.7	30.8	40.2	48.6	56.7	64.7	72.3	80.4	88.3
	50	10.5	11.7	13.2	15.0	16.2	18.7	22.0	24.6	29.6	33.4	38.5	50.2	60.7	70.8	80.9	90.4	100.5	110.4
	60	12.6	14.0	15.9	18.0	19.5	22.5	26.4	29.6	35.5	40.0	46.2	60.3	72.9	85.0	97.1	108.5	120.6	132.4
	70	14.7	16.3	18.5	21.0	22.7	26.2	30.8	34.5	41.5	46.7	53.9	70.3	85.0	99.2	113.3	126.6	140.7	154.5
	80	16.8	18.7	21.2	23.9	26.0	30.0	35.2	39.4	47.5	53.4	61.6	80.3	97.2	113.3	129.5	144.7	160.8	176.6
50	100	21.0	23.3	26.5	29.9	32.5	37.5	44.0	49.3	59.2	66.7	77.0	100.4	121.5	141.7	161.8	180.8	201.0	220.7
	120	25.2	28.0	31.7	35.9	39.0	45.0	52.8	59.1	71.1	80.1	92.4	120.5	145.8	170.0	194.2	217.0	241.2	264.9
	20	3.8	4.2	4.7	5.3	5.7	6.6	7.6	8.5	10.2	11.4	13.1	16.9	20.3	23.6	26.9	30.0	33.3	36.5
	30	5.7	6.3	7.1	8.0	8.6	9.8	11.5	12.8	15.2	17.1	19.6	25.3	30.5	35.4	40.4	45.0	49.9	54.7
	40	7.6	8.4	9.5	10.6	11.5	13.1	15.3	17.0	20.3	22.8	26.1	33.8	40.7	47.2	53.8	60.0	66.6	73.0
	50	9.5	10.5	11.8	13.3	14.3	16.4	19.1	21.3	25.4	28.5	32.7	42.2	50.8	59.1	67.3	75.0	83.2	91.2
50	60	11.4	12.6	14.2	15.9	17.2	19.7	22.9	25.5	30.5	34.2	39.2	50.7	61.0	70.9	80.7	90.0	99.8	109.5
	70	13.3	14.7	16.5	18.6	20.1	23.0	26.8	29.8	35.5	39.9	45.7	59.1	71.1	82.7	94.2	105.0	116.5	127.7

绝热 层厚 (mm)	温差 Δt (°C)	公称内径 (mm)																	
		15	20	25	32	40	50	65	80	100	125	150	200	250	300	350	400	450	500
		外径 (mm)																	
		22	27	34	42	48	60	76	89	114	133	159	219	273	325	377	426	478	529
50	80	15.2	16.8	18.9	21.2	22.9	26.3	30.6	34.1	40.6	45.5	52.2	67.6	81.3	94.5	107.6	120.0	133.1	146.0
	100	19.0	21.0	23.6	26.5	28.7	32.8	38.2	42.6	50.8	56.9	65.3	84.5	101.6	118.1	134.5	150.0	166.4	182.5
	120	22.8	25.2	28.4	31.8	34.4	39.4	45.9	51.1	60.9	68.3	78.4	101.4	122.0	141.7	161.5	180.0	199.7	219.0
60	20	3.5	3.9	4.3	4.8	5.2	5.9	6.8	7.6	9.0	10.0	11.5	14.7	17.6	20.4	23.2	25.8	28.5	31.3
	30	5.3	5.8	6.5	7.2	7.8	8.9	10.3	11.4	13.5	15.0	17.2	22.1	26.4	30.6	34.7	38.7	42.8	46.9
	40	7.0	7.7	8.6	9.7	10.4	11.8	13.7	15.2	18.0	20.1	22.9	29.4	35.2	40.8	46.3	51.5	57.1	62.5
	50	8.8	9.7	10.8	12.1	13.0	14.8	17.1	19.0	22.5	25.1	28.6	36.8	44.0	51.0	57.9	64.4	71.4	78.1
	60	10.5	11.6	13.0	14.5	15.6	17.7	20.5	22.7	26.9	30.1	34.4	44.1	52.8	61.2	69.5	77.3	85.6	93.8
	70	12.3	13.5	15.1	16.9	18.2	20.7	24.0	26.5	31.4	35.1	40.1	51.5	61.6	71.3	81.1	90.2	99.9	109.4
	80	14.1	15.4	17.3	19.3	20.8	23.7	27.4	30.3	35.9	40.1	45.8	58.8	70.4	81.5	92.6	103.1	114.2	125.0
	100	17.6	19.3	21.6	24.1	26.0	29.6	34.2	37.9	44.9	50.1	57.3	73.5	88.0	101.9	115.8	128.9	142.7	156.3
70	120	21.1	23.2	25.9	29.0	31.2	35.5	41.1	45.5	53.9	60.2	68.7	88.2	105.6	122.3	139.0	154.6	171.2	187.5
	20	3.3	3.6	4.0	4.5	4.8	5.4	6.2	6.9	8.1	9.0	10.3	13.1	15.6	18.0	20.4	22.7	25.1	27.4
	30	4.9	5.4	6.0	6.7	7.2	8.1	9.4	10.3	12.2	13.6	15.4	19.6	23.4	27.0	30.6	34.0	37.6	41.1
	40	6.6	7.2	8.0	8.9	9.6	10.9	12.5	13.8	16.2	18.1	20.5	26.2	31.2	36.0	40.9	45.4	50.2	54.9
	50	8.2	9.0	10.1	11.2	12.0	13.6	15.6	17.2	20.3	22.6	25.7	32.7	39.0	45.1	51.1	56.7	62.7	68.6
	60	9.9	10.8	12.1	13.4	14.4	16.3	18.7	20.7	24.4	27.1	30.8	39.3	46.8	54.1	61.3	68.1	75.2	82.3
	70	11.5	12.6	14.1	15.6	16.8	19.0	21.9	24.1	28.4	31.6	36.0	45.8	54.6	63.1	71.5	79.4	87.8	96.0
	80	13.2	14.4	16.1	17.9	19.2	21.7	25.0	27.6	32.5	36.1	41.1	52.4	62.4	72.1	81.7	90.7	100.3	109.7
80	100	16.5	18.0	20.1	22.4	24.0	27.2	31.2	34.5	40.6	45.2	51.4	65.5	78.1	90.1	102.1	113.4	125.4	137.1
	120	19.8	21.7	24.1	26.8	28.8	32.6	37.5	41.4	48.7	54.2	61.6	78.6	93.7	108.1	122.6	136.1	150.5	164.6
	20	3.1	3.4	3.8	4.2	4.5	5.1	5.8	6.4	7.5	8.3	9.4	11.9	14.1	16.2	18.3	20.3	22.4	24.5
	30	4.7	5.1	5.7	6.3	6.7	7.6	8.7	9.5	11.2	12.4	14.1	17.8	21.1	24.3	27.5	30.5	33.7	36.8
	40	6.3	6.8	7.6	8.4	9.0	10.1	11.6	12.7	14.9	16.5	18.7	23.7	28.2	32.4	36.7	40.7	44.9	49.0
	50	7.8	8.5	9.5	10.5	11.2	12.6	14.5	15.9	18.6	20.7	23.4	29.7	35.2	40.6	45.9	50.8	56.1	61.3
	60	9.4	10.2	11.4	12.6	13.5	15.2	17.4	19.1	22.4	24.8	28.1	35.6	42.3	48.7	55.0	61.0	67.3	73.5
	70	10.9	11.9	13.2	14.7	15.7	17.7	20.3	22.3	26.1	28.9	32.8	41.5	49.3	56.8	64.2	71.2	78.6	85.8
80	80	12.5	13.6	15.1	16.8	17.9	20.2	23.1	25.5	29.8	33.1	37.5	47.5	56.4	64.9	73.4	81.3	89.8	98.1
	100	15.6	17.1	18.9	21.0	22.4	25.3	28.9	31.8	37.3	41.3	46.8	59.3	70.5	81.1	91.7	101.7	112.2	122.6
	120	18.8	20.5	22.7	25.2	26.9	30.3	34.7	38.2	44.7	49.6	56.2	71.2	84.5	97.3	110.1	122.0	134.7	147.1

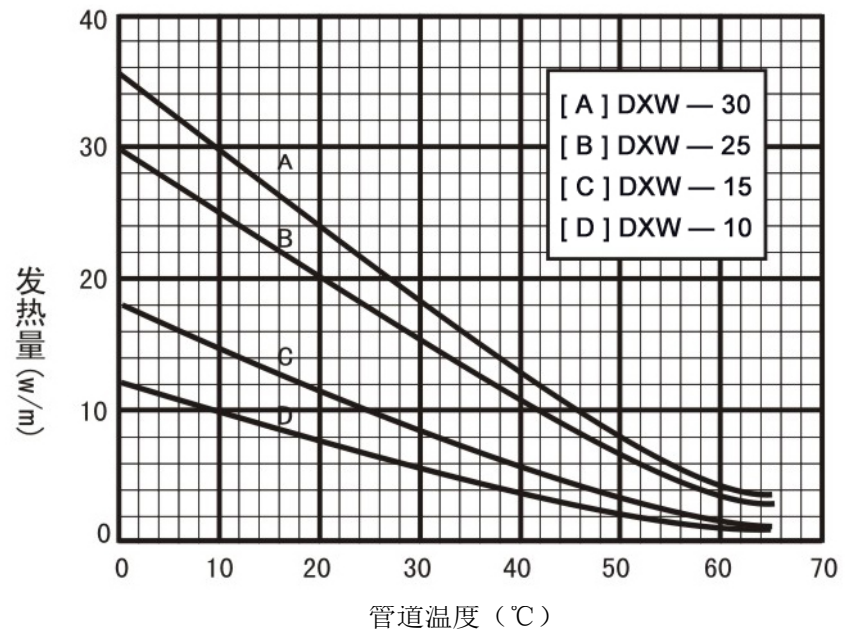


图 1.DXW 系列变功率电热带工作曲线图

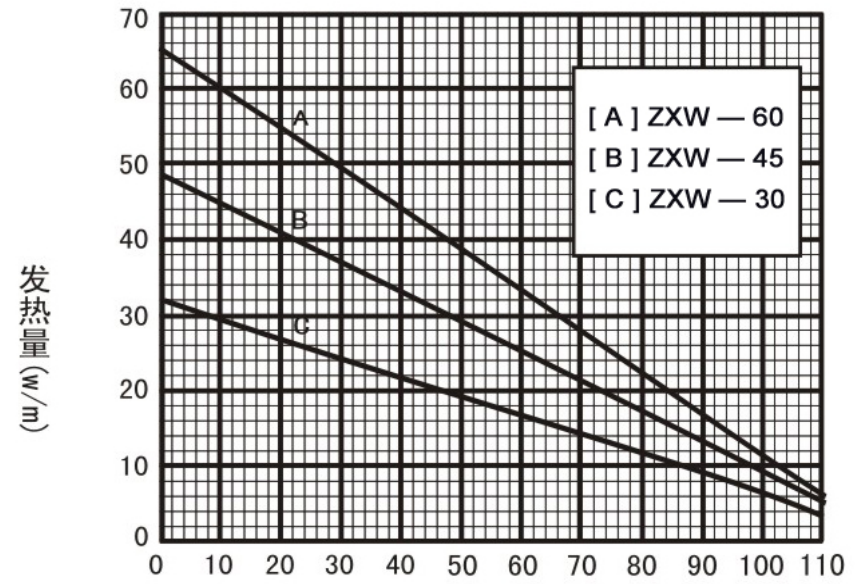


图 2.ZXW 系列变功率电热带工作曲线图

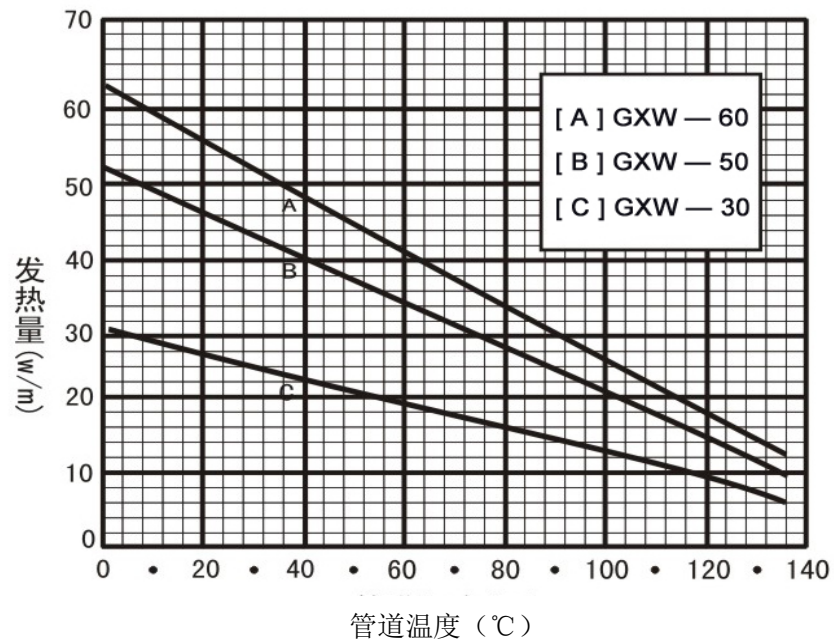
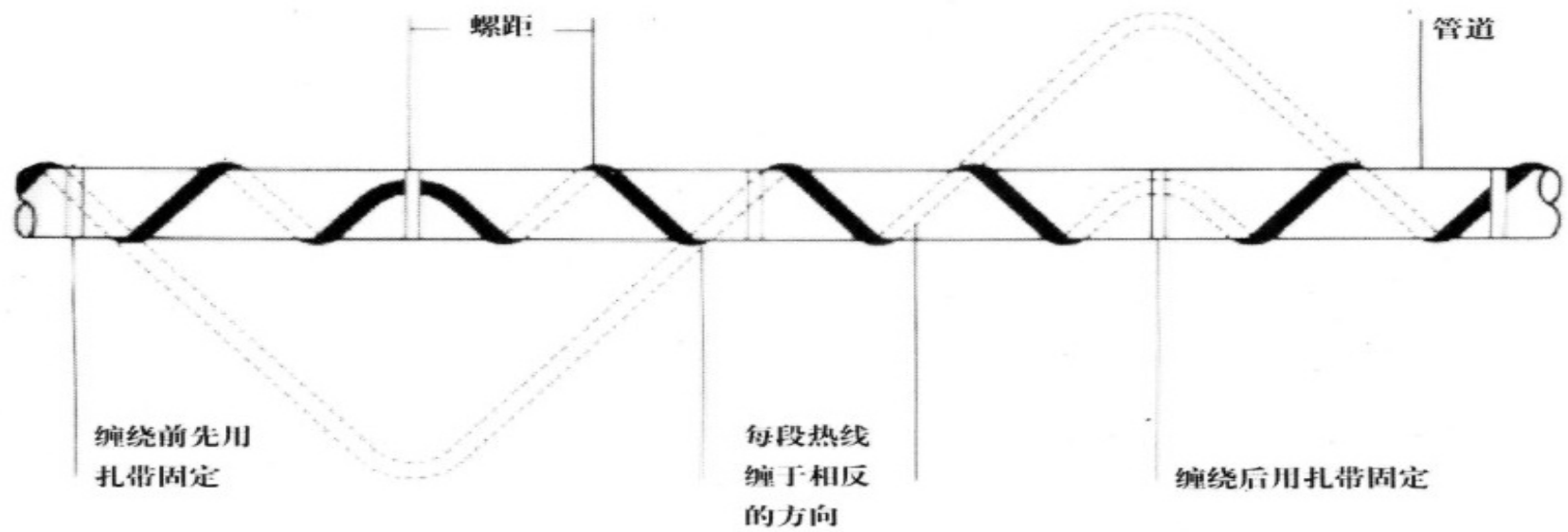
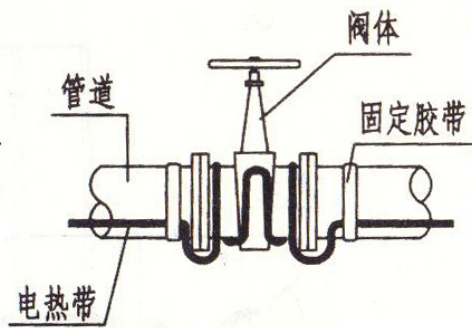
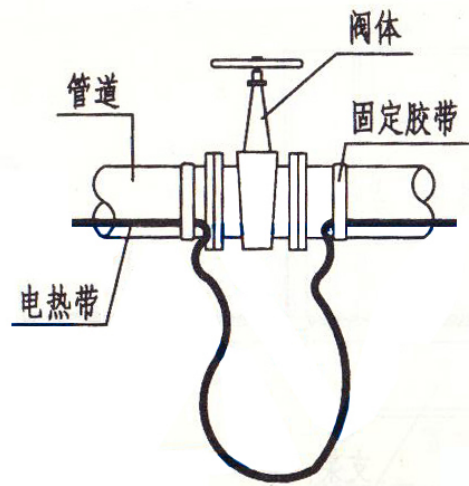
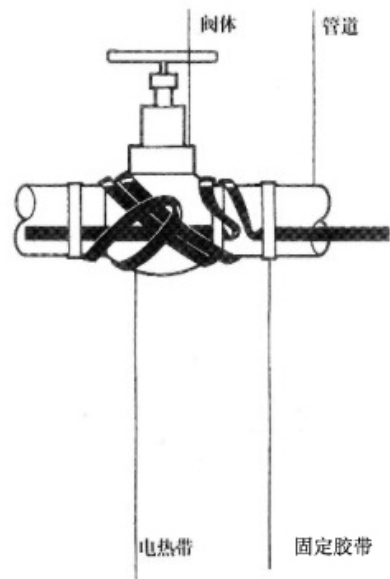
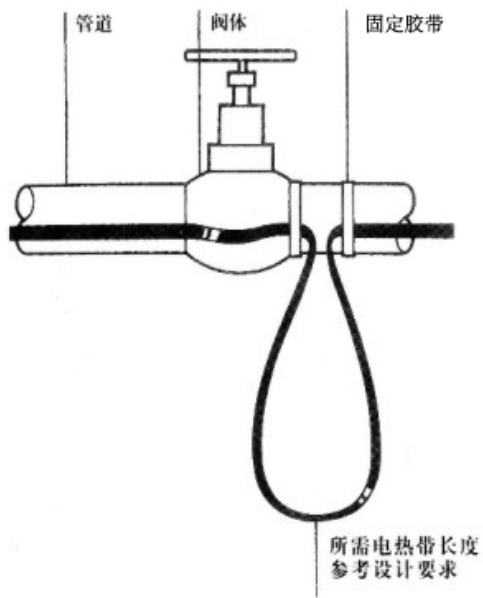


图 3.GXW 系列变功率电热带工作曲线图

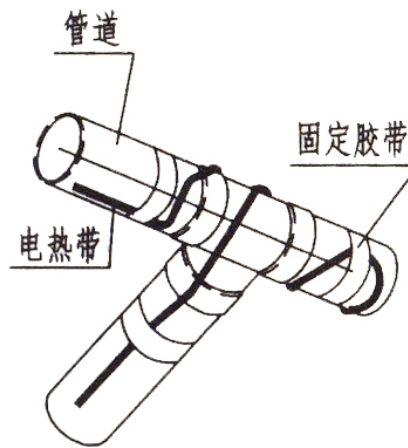
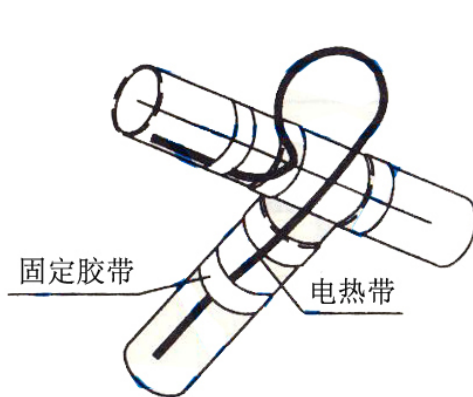
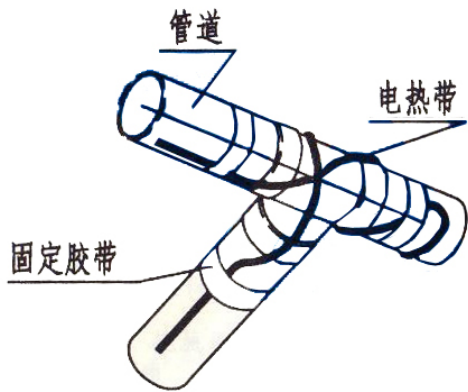
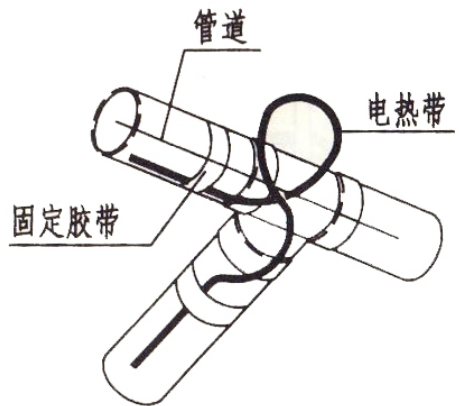
电伴热线缠绕在管道上的螺距表 (mm)

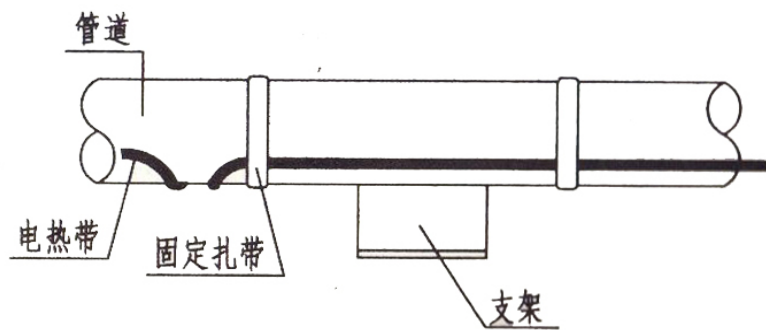
管径 DN (mm)	管道热损失 (w/m) 与电伴热带发热功率 (w/m) 的比值								
	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.8	1.9
25	245	170	135	115	100	90	80	75	70
32	300	210	165	140	125	110	100	90	85
40	345	240	190	160	140	125	115	105	95
50	425	295	235	200	175	155	140	130	120
65	535	370	295	250	220	195	180	165	150
80	625	430	345	290	255	230	210	190	175
100	795	550	440	370	325	290	265	245	225
150	1165	805	645	545	480	430	390	355	330
200	1515	1045	835	710	620	555	505	465	430



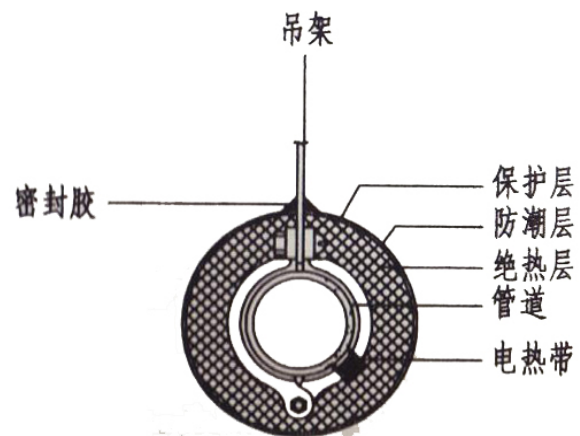


电热带缠绕阀阀

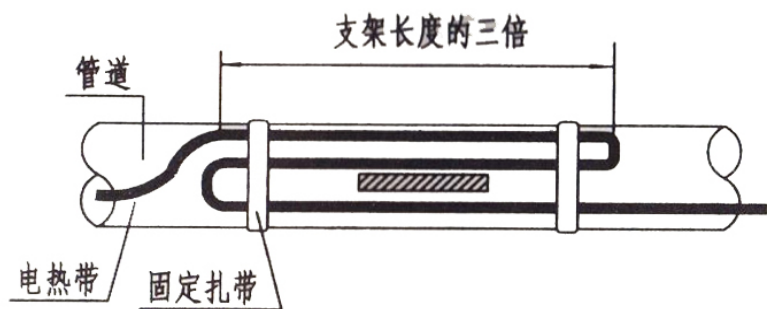




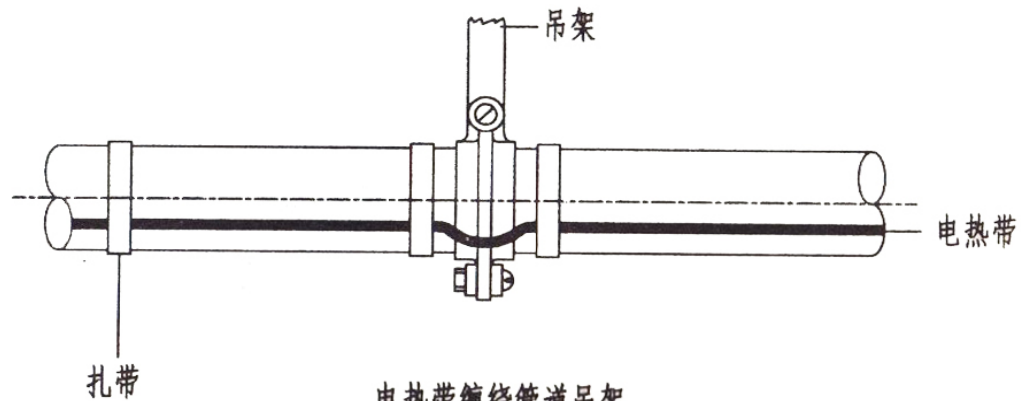
剖面图



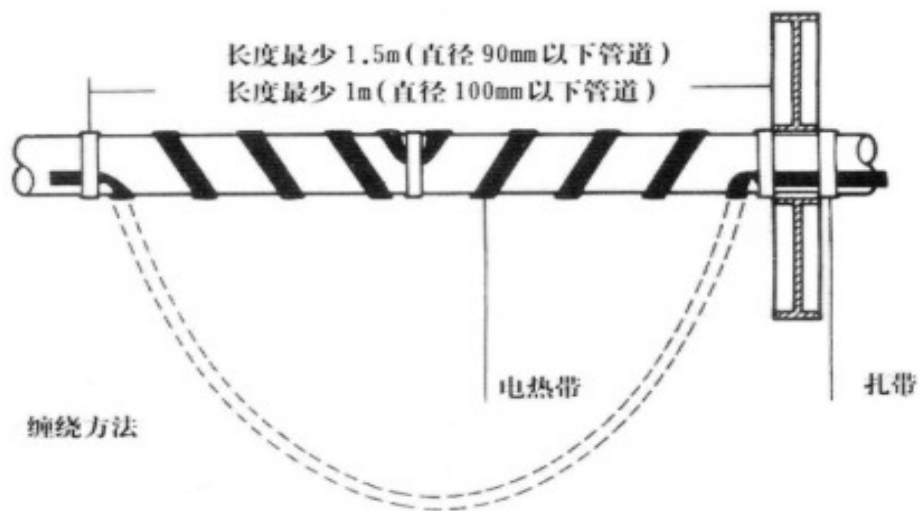
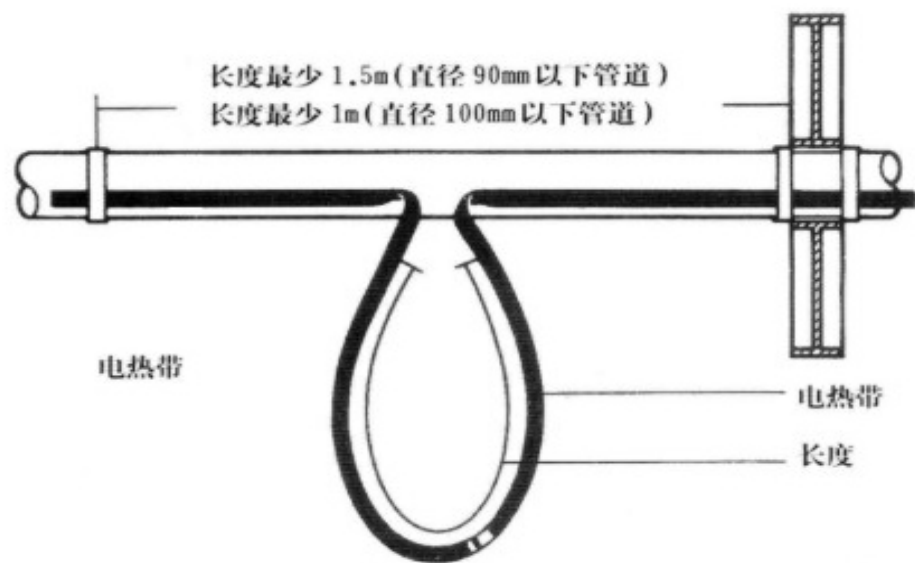
截面图



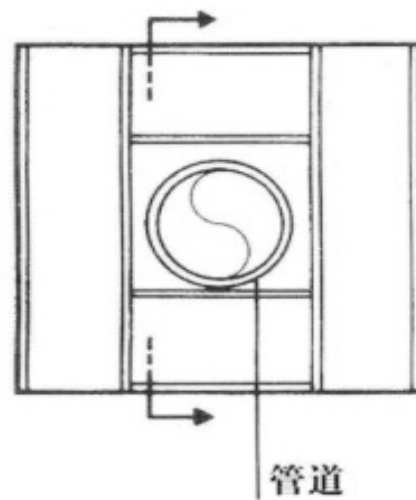
电热带缠绕管道支架



电热带缠绕管道吊架



管道托架或类似结构



变功率（自限式）电热带 220V 单一电源最大使用长度（L_{max}）（m）

（电热带启动时最低环境温度 Ta=-20℃、-10℃、0℃、10℃）

过流保护开关容量 最低环境 温度 (°C) 电热带型号	5A				10A				15A				20A				30A				40A			
	-20	-10	0	10	-20	-10	0	10	-20	-10	0	10	-20	-10	0	10	-20	-10	0	10	-20	-10	0	10
10 DXW	47	55	66	84	94	111	133	168	143	167	192	192	192	192										
15 DXW	34	39	47	57	68	79	93	114	103	118	140	158	137	158	158		158							
25 DXW	25	28	32	37	49	55	64	74	74	83	96	112	98	110	128	128	127	128						
30 DXW	19	22	25	30	39	45	50	60	58	67	76	89	78	90	101	110	110	110	110					
30 ZXW	20	23	24	25	39	46	47	51	59	69	71	76	78	93	94	102	114	114	114	114				
45 ZXW	15	17	17	19	31	35	34	38	43	52	53	56	61	69	70	74	92	102	102	102	102			
60 ZXW	12	13	14	15	24	25	28	31	35	38	42	46	47	50	55	62	70	74	83	92	90	96	110	118
30 GXW	21	23	24	25	41	47	48	50	62	71	72	74	82	95	96	99	118	118	118	118				
50 GXW	14	14	15	16	27	29	30	32	41	43	44	49	54	57	59	65	82	86	88	96	96	96	96	
60 GXW	11	12	12	13	23	23	25	27	34	35	37	41	46	48	50	55	69	71	76	82	91	94	101	110

7 低温浇铸砂

8 综合“即热”或“蓄热”应用

9 材 料

9.1 一 般规定

9.1.1 施工性能，主要应考虑在安装时或安装后材料可能产生的变化及对工程可能产生的潜在影响等。如加热带的主要性能指标在使用前后发生变化，对其使用寿命产生影响。

9.1.2 辐射供暖供冷系统中所用材料相关产品标准包括：

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

聚氨酯：满足GB/T23932-2009建筑用金属面绝热夹芯板和T/CADBM4-2018金属集成墙面。

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/T10798；

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。

9.1.3

表 9.2.1 地面供暖用自限温电加热带

系列	标称宽度 mm	额定电压 V	标称功率, 30℃ W/m	最高承受温度 ℃	
				普通PTC材料	特种PTC材料
CNXW-b1	10~12	220	10、15、20、25	120	155
CNXW-b2	12~14	220	15、20、25、30		
CNXW-b3	15~17	220	30、35、40、45		

注：标称功率栏30℃指自限温电加热带的工况温度。

表 9.2.2 生活设施用自限温电加热带

系列	标称宽度 mm	维持温度 ℃	额定电压 V	标称功率, 50℃ W/m		最高承受温度 ℃	
				普通 PTC 材料	特种 PTC 材料		
NRXW	10~20	60~90	220	25~35	45~55	120	155
WRXW		30~60	220	10~25	35~45		

注：标称功率栏 50℃指自限温电加热带的工况温度。

表 9.2.3 屋面融雪和路面化冰雪用自限温电加热带

系列	标称宽度 mm	额定电压 V	标称功率, 0℃ W/m	最高承受温度 ℃	
				普通 PTC 材料	特种 PTC 材料
HXXW-b2	12	220	25~45	120	155
HXXW-b3	15	220	45~75		
HXXW-b4	18	220	65~95		

注：标称功率栏0℃指自限温电加热带的工况温度。

表 9.2.4 管线防结露防冻堵用自限温电伴热带

系列	标称宽度 mm	额定电压 V	标称功率, 10℃ W/m	最高承受温度 ℃	
				普通 PTC 材料	特种 PTC 材料
DXW	10-14	220	10、15、20、25	130	180
ZXW	12-16	220	15、25、35		
GXW	10-14	220	25、35、45		
ZHXW	14-20	220-380	35、45、55		

9.2 建筑与生活设施用自限温电加热带

9.2.1-4

9.3 绝热层材料

从表9.3.1可看出，宜采用密度和压缩强度较高的材料。

9.4 填充材料

9.5 水系统材料

9.6 电加热带冷热板辐射供暖系统材料和温控设备

9.6.1 强制性条文。屏蔽接地是为了保证人身安全，防止人体触电和受到较强的电磁辐射。

9.6.2 电加热带的冷线和热线接头为其薄弱环节，为满足至少50年的非连续正常使用寿命，加热电缆接头应做到安全可靠。为此，要求冷、热线的接头应由专用设备和工艺方法加工，不允许在现场简单连接，以保证其连接的安全性能、机械性能和使用寿命达到要求。除保证牢固可靠外，还应做好密封，避免接头处渗水漏电；此外，连接时还必须保持接地的连续性，确保用电安全。

9.6.3 电加热带的检测应为冷热线以及接头为一体检测，还应对接头位置设明显标志，包括商标和电加热带型号予以特别注意。

10 施 工

10.1 一 般规定

10.1.2 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。

10.1.4 塑料管和加热电缆的普遍特性是随着环境温度的降低，其韧性变差，抗弯曲性能变坏，因此很难施工。同时，当环境温度低于5℃时，混凝土填充层的施工和养护质量也较难保证，故宜采用工厂预制集成板。

10.2 施工方案及材料、设备检查

10.2.1 施工组织设计或施工方案中应包括基本信息和涉及安全、环保及其他信息，工程概况需包括工程名称、地点、层数、面积、工程量、工期及现场施工条件等。

10.3 绝热层的铺设

10.3.1 本条规定了绝热层的铺设要求。绝热层结合应严密，多层绝热层要错缝铺放。

10.3.2 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。

10.4 加热供冷管及冷热集成板系统的安装

10.4.1 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，因此保证加热管长度的其他措施除控制最大弯曲半径，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500mm。最后应核对每个环路加热管长度与设计图纸的最大误差不应大于10%。

10.4.2 根据我国现状，即使热熔连接也会因质量问题而漏水，为了消除隐患，规定埋于填充层内的加热供冷管和输配管不应有接头（不包括输配管与供暖板配、集水装置之间的接头）。同时与《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB50242相一致。

10.4.4 在分水器、集水器附近往往汇集较多的管道，其他如门洞、走道等部位，有时也会有较多加热管通过，由于管道过多，容易形成局部地面温度过高，故推荐使用集成冷热板，分块分组串并联法，不会出现管道集中情况。

10.4.5

10.4.6 暗装的供暖板配水、集水装置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。

明装供暖板配水、集水装置结构简单，价格相对便宜。采用明装方式时，一般将配水、集水装置单独安装在外窗下的墙面上，并将其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。

10.5 电加热带或集成电热（水电两用）板系统的安装

10.5.2 强制性条文。一般在电加热带或集成电热板出厂时，冷线热线及其接头应该已加工完成，每根电加热带的长度和功率都应是确定的，电加热带内是自成回路，如需要在施工中连接成串联或并联回路；冷线与热线也是在制造中连接好的，按照设计选型现场安装，不允许现场裁剪和拼接，现场裁减或拼接会造成隐患。如在竣工验收后，意外情况下出现电加热带破损，按照产品生产厂家专业处理方法来处理，以消除接头处存在的安全隐患。

10.5.3 测试检查每根电加热带的电阻和绝缘电阻，是为了确定电加热带无断路、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：电加热带安装前及安装后隐蔽前，填充层施工后。

10.5.4 电加热带不同于热水加热管，热水在加热管中处于流动状态，如果局部热阻较大，只能导致该处不能充分散热，导致该处热水的温差较小；而电加热带功率随工况变化而变化，故不会因某处热阻较大而产生过热情况。

10.6 压力试验

10.6.1 辐射供暖供冷系统水压或气压试验是检验其应具备的承压能力和严密性，以确保系统的正常运行。系统水压或气压试验程序是为了确保压力试验得以正确地进行。为了保证除去管道中杂物，使用安全，强调水压或气压试验前冲洗。先冲洗主供、回水管道，以保证较大管道中的杂物不进入室内的加热供冷管系统。

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

冬季在有冻结的地区应采取可靠的防冻措施，以免系统冻损。

10.6.2 辐射供暖供冷系统试验压力和检验方法，引自《建筑给水排水及采暖工程施工质量验收规范》GB 50242。

10.7 填充层施工

10.7.1 对填充层施工的时机作了明确规定，即未通过隐蔽工程验收之前，不得施工。

10.7.2 目的在于保护加热管、电加热带等加热供冷部件，免遭损坏。

10.8 面层施工

10.8.1 在实际工程中，出现过很多在施工面层时损坏加热供冷部件的事故，而这些事故本来是完全可以避免的，因此在本条中对面层施工提出了一些具体的注意事项。

10.8.2 采用集成电热板或集成冷热板时，因铺设率仅50~70%、30~50%存在填充板，故填充板为等厚的集成板或等厚苯板填充。湿法、干法施工皆可，建议干法施工即热，也可以防止地面加热时拉断装饰面层。湿法施工不宜。覆盖装饰面层时，应留有伸缩缝，可与集成板同时施工。

10.9 卫生间施工

10.9.1 卫生间设地面供暖会使人感到很舒适，但因担心漏水问题，影响了地面供暖系统在卫生间的应用。为避免漏水发生，作本条规定。卫生间地面构造示意图见图2。

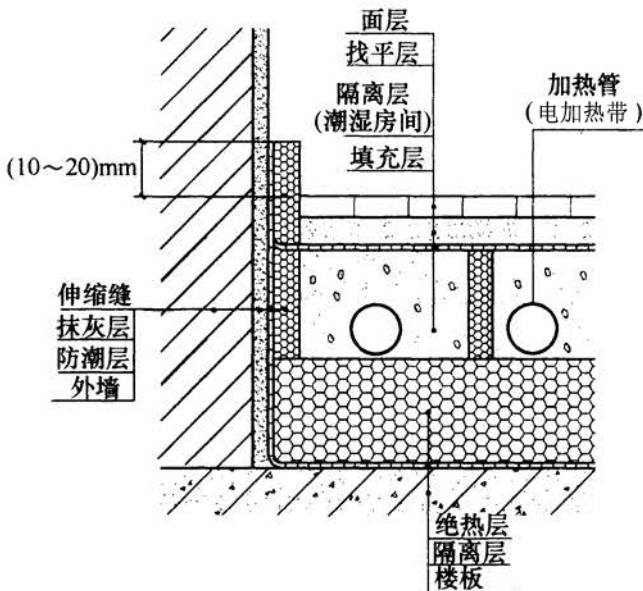


图1 卫生间地面构造示意图

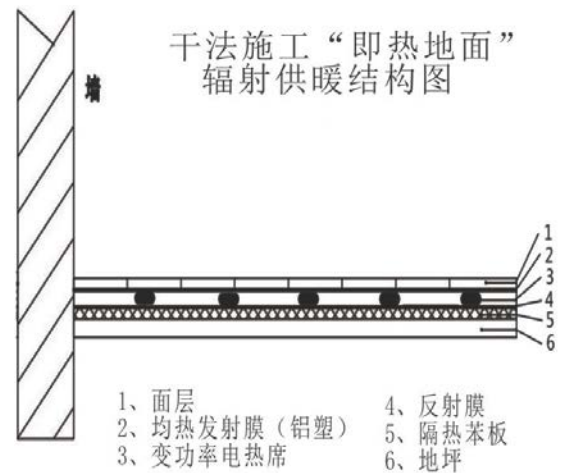


图2 干法施工构造图

10.9.2 设止水墙目的是防止卫生间积水渗入绝热层，并沿绝热层渗入其他区域。

10.10 质量验收

10.10.1-4 具体规定了中间验收应检验的项目。需根据各项工序完成后逐项验收，并有完整的检验及验收记录。

并应符合产品规定和国家现行标准《民用建筑电气设计规范》JGJ 16、《建筑电气工程施工质量验收规范》GB 50303中的相关规定，采用集成板时，系统内的防潮层、隔热层、均热层、等电位层、面层已集成为一体。

11 试运行、调试及竣工验收

11.1 试运行与调试

11.1.1 强制性条文。为了避免对系统造成损坏，在未经调试与试运行过程之前，应严格限制随意启动运行。

11.1.2 调试与试运行目的，是使系统的水力工况和热力工况达到设计要求，为此，具备正常供暖供冷和供电条件是进行调试的必要条件。若暂时不具备正常供暖供冷和供电条件时，调试工作应推迟进行。

11.1.3-11.1.4 初始供热或供冷调试，是确保并进一步考核和检验工程设计与施工质量的一个重要环节，必须认真进行。试运行时，初次加热或供冷的水温应严格控制；同时，升温或降温过程一定要保持平稳和缓慢，确保建筑构件对温度变化有一个初步变化的适应过程。

11.1.5 电加热带的功率基本上都是开关调节控制方式，即只要是在通电状态下，电加热带的发热功率是随工况条件变化而自动变化，无级自调自补偿，当与温控器连接后，其温控是在靠通电断电的时间周期比例关系来实现的。因此，在实际应用中，电加热带表面的温度是可以加以具体的控制；而且电加热带加热时的应力变化和对填充层的影响较小。

11.1.7 辐射供暖供冷表面平均温度不易测定，所以测试辐射供暖供冷表面的平均温度时，应尽量多布置温度计测点，取其平均值；另外，由于温度是沿热媒流动方向逐渐变化，且加热管上和两管道之间温度差别比较大，因此，本条规定出温度计的设置数量和布置方式。

图3是辐射供暖供冷表面平均温度测试时温度计布置示意图。

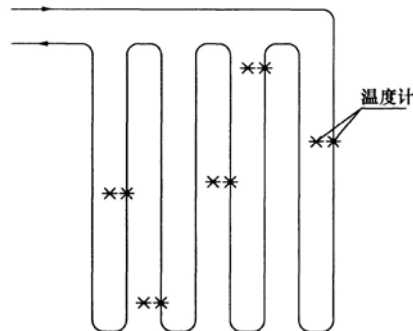


图2 温度计布置示意图

11.1.8 辐射供暖供冷时，由于有辐射传热和对流传热同时作用，效果评价应以反映辐射和对流综合作用的黑球温度作为评价和考核的依据。但考虑目前工程检测技术条件，同时由于设计工况是以室内空气的干球温度作为设计的依据，缺乏黑球温度评价标准。为此，考虑实际工程的可操作性，本条规定以室内空气的干球温度作为评价的依据。欧洲标准EN14037《水温低于120℃的吊顶安装辐射板》在进行供暖测试时，以离地0.75m处温度作为参考温度，EN14240《建筑通风—冷却吊顶—测试及评定》在进行供冷测试时，

以离地1.1m处温度作为参考温度。本规程在参考以上标准的同时，也考虑到头冷脚热的人体热舒适性要求，所以对于供暖和供冷的室内温度测点高度的规定是不同的。

12 电伴热、加热施工、验收

12.1 安装电热带时不应打硬折或长距离在地面拖拉，碰到锐利的边棱要先垫上铝箔胶带或将其锐利处打磨光滑，以防将电热带外层绝缘划破。

12.2 电热带与电源线末端之间的接线盒同样用铝箔胶带紧固，传感器与电热带以同样的方式紧固在设备、管道上。传感器与电热带以同样的方式紧固在设备、管道上。传感器与电热带以同样的方式紧固在设备、管道上。传感器末端的传感末梢应用铝箔胶带包裹在设备、管道上。

12.3 安装电热带附件时，电热带应留有一定的富裕量。在线路的第一供电点和尾端各预留1米长，二通或三通配件处各端预留0.5米富裕量，以便下次检修重复使用。