

# 地方节能监察标准建设（下）

主 编 李仰哲

中国人民大学出版社

· 北京 ·

## 《地方节能监察标准建设》编委会名单

主 编 李仰哲

副主编 徐志强

编委会 刘耘超 金庆坪 赵亚如 尚阿浪 孙永东  
崔 仲 郑 慧 郝宁宁 吴光中 郭 飞  
林培勋 朱亚明 朱 辉 程百军 向进斌  
刘永忠 陈 健 石 誉 管永林 卢建明  
李 平 周金科 刘德义 吴斌翔 索申敬  
李 福 张文昌 克里木江·玉素甫

编写人员 杨 博 魏向阳 桂 华 孙 颖 焦莉燕  
苏有余 张 宇 杨碧玉 高 红 李德荣  
陈仲伟 王 茜 闫金光 黄 兴 张云鹏  
尹小兰 许 彦 时希杰 周雅男 郭 馨  
崔广林 刘红斌 代 兵 冯农基 赵学敏  
欧 硕 刘 峰 陈文莉 刘 毅

# 目 录

关于发布山东省工程建设标准《低温热水地面辐射供暖技术规程》的通知 …	1533
关于发布山东省工程建设标准《棚模密肋楼盖结构技术规程》的通知 ……	1579
太阳能热水系统设计规范 ……	1603
农村生物质燃气供应系统设计规范 ……	1614
农村生物质燃气供应系统施工及验收规范 ……	1626
农村生物质燃气供应系统运行维护技术规范 ……	1636
常压固定床生物质气化机组技术条件 ……	1643
纯碱产品能耗限额 ……	1657
纯碱产品能耗限额（联碱法） ……	1664
二氧化钛颜料产品能耗限额 ……	1669
燃煤电厂供电标准煤耗限额 ……	1673
热电联产供电标准煤耗限额 ……	1676
日用陶瓷产品能耗限额 ……	1680
电解铝综合能耗限额 ……	1685
电炉钢冶炼电耗限额 ……	1690
吨钢可比能耗限额 ……	1692
吨钢综合能耗限额 ……	1698
炼焦（冶金焦）综合能耗限额 ……	1702
铜冶炼综合能耗限额 ……	1707
氧化铝综合能耗限额 ……	1713
吨铁综合能耗限额 ……	1718
乙烯产品能耗限额 ……	1724
橡胶用炭黑产品能耗限额 ……	1730
烧碱产品能耗限额 ……	1734
石油炼制业能耗限额 ……	1739
炼油行业单位能量因数能耗限额 ……	1744
轮胎产品能耗限额 ……	1753
合成氨产品能源消耗限额 ……	1757
供热综合能耗限额 ……	1768
黄金选矿耗电限额 ……	1772
纸浆单位产品综合能源消耗限额 ……	1775
特种纸和纸板单位产品综合 ……	1781
包装用纸和纸板单位产品综合能耗限额 ……	1787

## 地方节能监察标准建设

生活用纸单位产品综合能耗限额 .....	1793
书写印刷用纸单位产品综合能耗限额 .....	1799
冲天炉金属炉料耗焦限额 .....	1805
日用玻璃单位产品综合能耗限额 .....	1810
电网节电量计算方法 .....	1816
胶合板单位产量综合能耗限额 .....	1827
原油生产（百米吨液）综合用电限额 .....	1831
啤酒综合能耗限额 .....	1834
淀粉综合能耗限额 .....	1840
浓香型原酒能耗限额 .....	1846
吨原煤生产电耗限额 .....	1849
吨原煤生产综合能耗限额 .....	1851
选煤电力单耗限额 .....	1855
选煤综合能耗限额 .....	1857
平板玻璃单位产品能源消耗限额 .....	1860
水泥单位产品综合能源消耗限额 .....	1864
陶瓷地砖单位产品能源消耗限额 .....	1874
沿海港口能源消耗限额 .....	1879
营业性道路运输企业载客汽车燃料消耗限额 .....	1883
营业性海运船舶燃料消耗限额 .....	1886
营运性道路运输企业载货汽车燃料消耗限额 .....	1889
卷烟生产企业单位产品综合耗电限额 .....	1891
卷烟生产企业单位产品综合能耗限额 .....	1893
纤维板单位产品综合能耗限额 .....	1897
印染布可比单位产品综合能耗限额 .....	1902
公共建筑采暖空调能耗限额 .....	1906
冷凝水回收装置通用技术条件 .....	1916

## 河南省 ..... 1923

单位产品能源消耗限额编制通则 .....	1925
电解铝产品能源消耗限额 .....	1932
铝加工产品能源消耗限额 .....	1936
铝用碳素阳极产品能源消耗限额 .....	1941
铅冶炼企业产品能源消耗限额 .....	1944
锌冶炼产品能源消耗限额 .....	1949
煤矿主提升带式输送机工序能源消耗限额 .....	1956
煤矿提升机工序能源消耗限额 .....	1960
煤矿在用主排水工序能源消耗限额 .....	1966

焦炭单位产品能源消耗限额 .....	1970
煤矿在用主通风机工序能源消耗限额 .....	1973
煤矿在用空气压缩机工序能源消耗限额 .....	1976
粗钢生产主要工序单位产品能源消耗限额 .....	1979
综合利用发电机组单位产品能源消耗限额 .....	1985
平板玻璃单位产品能源消耗限额 .....	1992
通用硅酸盐水泥单位产品能源消耗限额 .....	1998
<b>湖北省 .....</b>	<b>2007</b>
湖北省发改委关于印发《湖北省主要产品单位产量能源消耗限额指标 (试行)》的通知 .....	2009
湖北省能源计量数据核查规范 .....	2014
湖北省能源计量体系评定规范 .....	2023
<b>湖南省 .....</b>	<b>2029</b>
析出锌单位产品直流电耗限额 .....	2031
水泥工业单位产品能耗限额及统计方法 .....	2033
聚乙烯醇产品单位能耗限额 .....	2044
电解金属锰单位产品电耗限额 .....	2050
烧碱单位产品能耗限额 .....	2053
锑冶炼企业单位产品能耗限额 .....	2060
日用陶瓷单位产品能耗限额及计算方法 .....	2067
工艺陶瓷单位产品能耗限额及计算方法 .....	2073
精铋锭单位产品能耗限额 .....	2079
SKS 炼铅法单位产品能耗限额及计算方法 .....	2081
苧麻脱胶精干麻单位产品能耗限额 .....	2087
<b>广东省 .....</b>	<b>2091</b>
关于印发广东省主要耗能产品能耗限额(试行)的通知 .....	2093
<b>海南省 .....</b>	<b>2145</b>
电梯节能改造技术指南 .....	2147
<b>四川省 .....</b>	<b>2157</b>
四川省主要工业产品能耗限额表 .....	2159
<b>贵州省 .....</b>	<b>2165</b>
贵州省单位产品能耗限额(2005年公布) .....	2167

# 地方节能监察标准建设

<b>云南省</b> .....	<b>2173</b>
云南省经济委员会关于印发《云南省主要工业产品能耗限额（2008）》的 通知 .....	2175
<b>陕西省</b> .....	<b>2179</b>
关于印发陕西省主要工业产品能耗限额指导目录的通知 .....	2181
<b>甘肃省</b> .....	<b>2189</b>
省经委省质监局省统计局关于印发甘肃省主要工业产品单位能耗限额指导 目录的通知 .....	2191
<b>青海省</b> .....	<b>2195</b>
青海省人民政府办公厅转发《省发展改革委省经委关于部分高耗能行业主要 产品能源消耗定额标准》的通知 .....	2197
<b>广西壮族自治区</b> .....	<b>2201</b>
关于印发《广西主要高耗电产品电耗最高限额（试行）》的通知 .....	2203
<b>内蒙古自治区</b> .....	<b>2207</b>
内蒙古自治区人民政府办公厅关于施行主要工业产品能耗定额限额的 通知内政办发 .....	2209
<b>宁夏回族自治区</b> .....	<b>2213</b>
关于印发《宁夏回族自治区主要工业产品能源消耗限额（2009）》的通知 .....	2215
宁夏回族自治区主要工业产品能源消耗限额（2009） .....	2216
<b>新疆维吾尔自治区</b> .....	<b>2223</b>
工业产品单位产量综合能耗计算方法及限额第 1 部分：通则 .....	2225
工业产品单位产量综合能耗计算方法及限额第 2 部分：铜渣生产电解铜 .....	2236
工业产品单位产量综合能耗计算方法及限额第 3 部分：挤压铝型材 .....	2240
工业产品单位产量综合能耗计算方法及限额第 4 部分：氧化铝型材 .....	2244
工业产品单位产量综合能耗计算方法及限额第 5 部分：工业炸药 .....	2248
工业产品单位产量综合能耗计算方法及限额第 6 部分：工业雷管 .....	2252

# 关于发布山东省工程建设标准 《低温热水地面辐射供暖技术规程》的通知

鲁建标字 [2009] 2号

各市建委（建设局）、各有关单位：

由山东省建设发展研究院主编的《低温热水地面辐射供暖技术规程》，业经审定通过，批准为山东省工程建设标准，编号为 DBJ/T14—014—2009，现予以发布，自 2009 年 7 月 1 日起施行。原山东省工程建设标准《低温热水地板辐射采暖技术规程》

DBJ14—BT14—2002 同时废止。本标准由山东省工程建设标准定额站负责管理，由山东省建设发展研究院负责具体内容的解释。

山东省建设厅  
2009 年 5 月 8 日

# 低温热水地面辐射供暖技术规程

## 前 言

低温热水地面辐射供暖系统具有热舒适度好、节能环保、不占用室内使用面积等特点，近几年来在我省得到了广泛应用。为了充分发挥其技术特点，加速建设科技成果的转化，确保工程质量，促进我省节能建筑的发展，山东省建设发展研究院组织有关单位和专家，依据国家相关标准、规范，结合我省实际，对山东省工程建设标准《低温热水地板辐射采暖技术规程》DBJ14—BT14—2002进行了修订。

本规程主要包括：总则、术语、设计、材料、施工和检验调试及验收等内容，系统地低温热水地面辐射供暖技术做了具体的技术要求和规定，是我省各级建设行政主管部门、设计、施工、检测和质检等单位控制工程质量的法规依据和技术标准。

本标准在执行过程中，请各单位注意总结经验，积累资料，及时将修改意见寄送至山东省建设发展研究院（济南市经六路三里庄17号，邮编250001，联系电话：0531—83180939），以便今后修订。

主编单位：山东省建设发展研究院、山东威海海之涛地暖工程有限公司、山东威海嘉中进出口有限公司采暖工程分公司。

参编单位：曼瑞德自控系统（乐清）有限公司、南京菲时特管业有限公司、上海柯耐弗电气有限公司、浙江巨帆铜业有限公司。（以上排名不分先后）

主要起草人：楚广明、孙增桂、江香玉、范学平、张海军、刘爱国、陈立楠、王旭飞、戴磊、陈家宇。

主要审查人员：孙济生、于晓明、李永安、王方琳、李良波、宋亦工、傅经纬、殷涛。

## 1 总则

1.0.1 为规范低温热水地面辐射供暖工程的设计、施工及验收，做到技术先进、经济合理、安全适用和保证工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于新建的工业与民用建筑物，以热水为热媒的地面辐射供暖工程的设计、施工及验收。

1.0.3 绝热层可采用聚苯乙烯泡沫塑料、低密度发泡水泥或采用其他绝热材料。低温热水供水温度不应高于 $60^{\circ}\text{C}$ ，工作压力不大于 $0.8\text{MPa}$ 。

1.0.4 低温热水地面辐射供暖技术应根据建筑功能要求及材料供应和施工条件，确定设计和施工方案，严格执行质量检验和验收制度。

1.0.5 地面辐射供暖工程的设计、施工及验收，除应执行本规程外，尚应符合国家现行的有关强制性标准的规定。

## 2 术语

### 2.0.1 低温热水地面辐射供暖 low temperature hot water floor radiant heating

以温度不高于 60℃ 的热水为热媒，在加热管内循环流动，加热地板，通过地面以辐射和对流的传热方式向室内供热的供暖方式。

### 2.0.2 分水器 manifold

水系统中，用于连接各路加热管供水管的配水装置。

### 2.0.3 集水器 manifold

水系统中，用于连接各路加热管回水管的汇水装置。

### 2.0.4 面层 surface course

建筑地面直接承受各种物理和化学作用的表面层。

### 2.0.5 找平层 toweling course

在垫层或楼板上进行抹平找坡的构造层。

### 2.0.6 隔离层 isolating course

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。

### 2.0.7 填充层 filler course

在绝热层或楼板基面上设置加热管用的构造层，用以保护加热管并使地面温度均匀。

### 2.0.8 绝热层 insulating course

用以阻挡热量传递，减少无效热耗的构造层。

### 2.0.9 防潮层 moisture proofing course

防止建筑地基或楼层地面下潮气透过地面的构造层。

### 2.0.10 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。

### 2.0.11 铝塑复合管 polyethylene-aluminum compound pipe

内层和外层为交联聚乙烯或耐高温聚乙烯、中间层为增强铝管、层间采用专用热熔胶，通过挤出成型方法复合成一体加热管。根据铝管焊接方法不同，分为搭接焊和对接焊两种形式，通常以 XPAP 或 PAP 标记。

### 2.0.12 聚丁烯管 polybutylene pipe

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

### 2.0.13 交联聚乙烯管 cross linked polyethylene pipe

以密度大于等于 0.94g/cm<sup>3</sup> 的聚乙烯或乙烯共聚物，添加适量助剂，通过化学的或物理的方法，使其线型的大分子交联成三维网状的大分子结构的加热管，通常以 PE-X 标记。按照交联方式的不同，可分为过氧化物交联聚乙烯 (PE-X<sub>a</sub>)、硅烷交联聚乙烯 (PE-X<sub>b</sub>)、辐照交联聚乙烯 (PE-X<sub>c</sub>)、偶氮交联聚乙烯 (PE-X<sub>d</sub>)。

### 2.0.14 聚丙烯管 (PP-R 或 PP-B) copolymer pipe

PP-R: 以丙烯和适量乙烯的无规共聚物，添加适量助剂，经挤出成型的热塑性加热管。

PP-B: 以丙烯和乙烯嵌段共聚物，添加适量助剂，经挤出成型的热塑性加热管。

## 2.0.15 耐热聚乙烯管 polyethylene of raised temperature resistance pipe

以乙烯和辛烯共聚制成的特殊的线型中密度乙烯共聚物，添加适量助剂，经挤出成型的热塑性加热管。通常以 PE-RT 标记。

## 2.0.16 黑球温度 black globe temperature

由黑球温度计指示的温度数值，习惯上称实感温度。

## 2.0.17 发泡水泥 foamed cement

由水泥、水、发泡剂等按一定比例混合搅拌均匀后，现场浇注制成的一种轻质泡沫混凝土。

## 2.0.18 发泡水泥干体积密度 desiccated bulk density

发泡水泥绝热层，经自然干燥 28 天后，每立方米干体积的质量。

## 2.0.19 发泡水泥绝热层抗压强度 compressive strength

发泡水泥绝热层经过 7 天、28 天干燥养护的承压强度。

## 3 设计

## 3.1 一般规定

3.1.1 低温热水地面辐射供暖系统的供、回水温度应由计算确定，供水温度不应大于 60℃。民用建筑供水温度宜采用 35℃~50℃，供回水温差不宜大于 10℃。

3.1.2 地表面平均温度计算值应符合表 3.1.2 的规定。

表 3.1.2 地表面平均温度 (单位:℃)

区域特征	适宜范围	最高限值
人员经常停留区	24~26	28
人员短期停留区	28~30	32
无人停留区	35~40	42

3.1.3 低温热水地面辐射供暖系统的工作压力，不应大于 0.8MPa；当建筑物高度超过 50m 时，宜竖向分区设置。

3.1.4 无论采用何种热源，低温热水地面辐射供暖热媒的温度、流量和资用压差等参数，都应同热源系统相匹配；热源系统应设置相应的控制装置。

3.1.5 地面辐射供暖工程施工图设计文件的内容和深度，应符合下列要求：

(1) 施工图设计文件应以施工图纸为主，包括图纸目录、设计说明、加热管平面布置图、温控装置布置图及分水器、集水器、地面构造示意图等内容。

(2) 设计说明中应详细说明供暖室内外计算温度、热源及热媒参数、加热管技术数据及规格；标明使用的具体条件如工作温度、工作压力以及绝热材料的导热系数、密度、规格及厚度等。

(3) 平面图中应绘出加热管的具体布置形式，标明敷设间距、加热管的管径、计算长度和伸缩缝要求等。

## 3.2 地面构造

3.2.1 与土壤相邻的地面，必须设绝热层，且绝热层下部必须设置防潮层。直接与室

外空气相邻的楼板，必须设绝热层。

3.2.2 地面构造由楼板或与土壤相邻的地面、绝热层、加热管、填充层、找平层和面层组成，并应符合下列规定：

(1) 当工程允许地面按双向散热进行设计时，各楼层间的楼板上部可不设绝热层。

(2) 对卫生间、洗衣间、浴室和游泳馆等潮湿房间，在填充层上部应设置隔离层。

3.2.3 面层宜采用热阻小于  $0.05 \text{ (m}^2 \cdot \text{K) / W}$  的材料。

3.2.4 当面层采用带龙骨的架空木地板时，加热管应敷设在木地板与龙骨之间的绝热层上，可不设置豆石混凝土填充层；绝热层与地板间净空不宜小于 30mm。

3.2.5 地面辐射供暖系统绝热层采用聚苯乙烯泡沫塑料板时，其厚度不应小于表 3.2.5—1 规定值；绝热层采用低密度发泡水泥时，其厚度不应小于表 3.2.5—2 规定值；采用其他绝热材料时，可根据热阻相当的原则确定厚度。

表 3.2.5—1 聚苯乙烯泡沫塑料板绝热层厚度 (单位：mm)

楼层之间楼板上的绝热层	20
与土壤或不采暖房间相邻的地板上的绝热层	30
与室外空气相邻的地板上的绝热层	40

表 3.2.5—2 低密度发泡水泥绝热层厚度 (单位：mm)

名称	干体积密度 350 (kg/m <sup>3</sup> )	干体积密度 400 (kg/m <sup>3</sup> )	干体积密度 450 (kg/m <sup>3</sup> )
各楼层间楼板上部	35	40	45
与土壤或不采暖房间相邻的地板上部	45	50	55
与室外空气相邻的地板上部	55	60	65

3.2.6 填充层的材料宜采用 C15 豆石混凝土，豆石粒径宜为 5~12mm。加热管的填充层厚度不宜小于 50mm。当地面荷载大于  $20\text{kN/m}^2$  时，应会同结构设计人员采取加固措施。

### 3.3 热负荷的计算

3.3.1 地面辐射供暖系统热负荷，应按现行国家标准《采暖通风及空气调节设计规范》GB50019 的有关规定进行计算。

3.3.2 计算全面地面辐射供暖系统的热负荷时，室内计算温度的取值应对流采暖系统的室内计算温度低  $2^{\circ}\text{C}$ ，或取对流采暖系统计算总热负荷的 90%~95%。

3.3.3 局部地面辐射供暖系统的热负荷，可按整个房间全面辐射供暖所算得的热负荷乘以该区域面积与所在房间面积的比值和表 3.3.3 中所规定的附加系数确定。

表 3.3.3 局部辐射供暖系统热负荷的附加系数

供暖区面积与房间总面积比值	0.70	0.55	0.40	0.25
附加系数	1.15	1.30	1.35	1.50

3.3.4 进深大于 6m 的房间，宜以距外墙 6m 为界分区，分别计算热负荷和进行管线布置。

3.3.5 敷设加热管的建筑地面，不应计算地面的传热损失。

3.3.6 计算地面辐射供暖系统热负荷时，可不考虑高度附加。

3.3.7 分户热计量的地面辐射供暖系统的热负荷计算，应考虑间歇供暖和户间传热等因素。

### 3.4 地面散热量的计算

3.4.1 单位地面面积的散热量应按下列公式计算：

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

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

$$q_d = 2.13(t_{pj} - t_n)^{1.31} \quad (3.4.1-3)$$

式中：

$q$ ——单位地面面积的散热量， $W/m^2$ ；

$q_f$ ——单位地面面积辐射传热量， $W/m^2$ ；

$q_d$ ——单位地面面积对流传热量， $W/m^2$ ；

$t_{pj}$ ——地表面平均温度， $^{\circ}C$ ；

$t_{fj}$ ——室内非加热表面的面积加权平均温度， $^{\circ}C$ ；

$t_n$ ——室内计算温度， $^{\circ}C$ 。

3.4.2 单位地面面积的散热量和向下传热损失，均应通过计算确定。当加热管为PE-X管或PB管时，单位地面面积散热量及向下传热损失，可按本规程附录A确定。

3.4.3 确定地面所需的散热量时，应将本章第3.3节计算的房间热负荷扣除来自上层地板向下的传热损失。

3.4.4 单位地面面积所需的散热量应按下列公式计算：

$$q_x = \frac{Q}{F} \quad (3.4.4)$$

式中：

$q_x$ ——单位地面面积所需的散热量， $W/m^2$ ；

$Q$ ——房间所需的地面散热量， $W$ ；

$F$ ——敷设加热管的地面面积， $m^2$ 。

3.4.5 确定地面散热量时，应校核地表面平均温度，确保其不高于本规程表3.1.2的最高限值；否则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。地表面平均温度宜按下列公式计算：

$$t_{pj} = t_n + 9.82 \times \left(\frac{q_x}{100}\right)^{0.969} \quad (3.4.5)$$

式中：

$t_{pj}$ ——地表面平均温度， $^{\circ}C$ ；

$t_n$ ——室内计算温度， $^{\circ}C$ ；

$q_x$ ——单位地面面积所需散热量， $W/m^2$ 。

3.4.6 热媒的供热量，应包括地面向上的散热量和向下层或向土壤的传热损失。

3.4.7 地面散热量应考虑家具及其他地面覆盖物的影响。

### 3.5 加热管系统设计

3.5.1 在住宅建筑中，低温热水地面辐射供暖系统应按户划分系统，配置分水器、集水器；户内的各主要房间，宜分环路布置加热管。

3.5.2 连接在同一分水器、集水器上的同一管径的各环路，其加热管的长度宜接近，并不宜超过 120m。

3.5.3 加热管的布置宜采用回折型（旋转型）或平行型（直列型）。

3.5.4 加热管的敷设管间距，应根据地面散热量、室内外计算温度、平均水温及地面传热热阻等通过计算确定。也可按本规程附录 A 确定。

3.5.5 加热管壁厚应按供暖系统实际工作条件确定，可按照本规程附录 B 的规定选择。

3.5.6 加热管内水的流速不宜小于 0.25m/s。

3.5.7 地面的固定设备和卫生洁具下，不应布置加热管。

### 3.6 分水器、集水器及附件设计

3.6.1 每个环路加热管的进、出水口，应分别与分水器、集水器相连接。分水器、集水器内径不应小于总供、回水管内径，且分水器、集水器最大断面流速不宜大于 0.8m/s。每个分水器、集水器分支环路不宜多于 8 路。每个分支环路供回水管上均应设置可关断阀门。

3.6.2 在分水器之前的供水连接管道上，顺水流方向应安装阀门、过滤器、阀门及泄水管。在集水器之后的回水连接管上，应安装泄水管并加装平衡阀或其他可关断调节阀。对有热计量要求的系统应设置热计量装置。

3.6.3 在分水器的总进水管与集水器的总出水管之间宜设置旁通管，旁通管上应设置阀门。

3.6.4 分水器、集水器上均应设置手动或自动排气阀。

### 3.7 加热管水力计算

3.7.1 加热管的压力损失，可按下列公式计算：

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

$$\Delta P_m = \lambda \frac{l}{d} \frac{\rho v^2}{2} \quad (3.7.1-2)$$

$$\Delta P_j = \xi \frac{\rho v^2}{2} \quad (3.7.1-3)$$

式中：

$\Delta P$ ——加热管的压力损失，Pa；

$\Delta P_m$ ——摩擦压力损失，Pa；

$\Delta P_j$ ——局部压力损失，Pa；

$\lambda$ ——摩擦阻力系数；

$d$ ——管道内径，m；

$l$ ——管道长度，m；

$\rho$ ——水的密度，kg/m<sup>3</sup>；

$\nu$  ——水的流速, m/s;

$\xi$  ——局部阻力系数。

3.7.2 铝塑复合管及塑料管的摩擦力系数, 可近似统一按下列公式计算:

$$\lambda = \left\{ \frac{0.5 \times \left[ \frac{b}{2} + \frac{1.312 \times (2-b) \lg 3.7 \times \frac{d_n}{k_d}}{\lg Re_s - 1} \right]}{\lg \frac{3.7 d_n}{k_d}} \right\}^2 \quad (3.7.2-1)$$

$$b = 1 + \frac{\lg Re_s}{\lg Re_z} \quad (3.7.2-2)$$

$$Re_s = \frac{d_n \nu}{\mu_t} \quad (3.7.2-3)$$

$$Re_z = \frac{500 d_n}{k_d} \quad (3.7.2-4)$$

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

式中:

$\lambda$  ——摩擦阻力系数;

$b$  ——水的流动相似系数;

$Re_s$  ——实际雷诺数;

$\nu$  ——水的流速, m/s;

$\mu_t$  ——与温度有关的运动黏度,  $\text{m}^2/\text{s}$ ;

$Re_z$  ——阻力平方区的临界雷诺数;

$k_d$  ——管子的当量粗糙度, m, 对于铝塑复合管及塑料管,  $k_d = 1 \times 10^{-5}$  (m);

$d_n$  ——管子的计算内径, m;

$d_w$  ——管外径, m;

$\Delta d_w$  ——管外径允许误差, m;

$\delta$  ——管壁厚, m;

$\Delta\delta$  ——管壁厚允许误差, m。

3.7.3 塑料管及铝塑复合管单位摩擦压力损失可按本规程附录 C 中表 C.0.1、表 C.0.2 选用。

3.7.4 塑料管及铝塑复合管的局部压力损失应通过计算确定, 其局部阻力系数可按本规程附录 C 中表 C.0.3 选用。

3.7.5 每套分水器、集水器环路的总压力损失不宜大于 30kPa。

## 3.8 热计量和室温控制

3.8.1 新建住宅低温热水地面辐射供暖系统, 应设置分户热计量和温度控制装置。

低温热水地面辐射供暖的分户热量分摊, 可通过下列途径来实现:

(1) 温度法: 按户设置温度传感器, 通过测量室内温度, 结合每户建筑面积, 以及楼栋供热量进行热量(费)分摊;

(2) 户用热量表法: 按户设置热量表, 通过测量流量和供、回水温差进行热量计

量，进行热量（费）分摊；

(3) 面积法：在不具备以上条件下时，也可根据楼前热量表计量得出的供热量，结合各户面积进行热量（费）分摊。

3.8.2 采用户用热量表法的低温热水地面辐射供暖系统，应符合下列要求：

(1) 应采用共用立管的分户独立系统形式。

(2) 热量表前应设置过滤器。

(3) 供暖系统的水质应符合现行国家标准《工业锅炉水质》GB1576 的规定。

(4) 共用立管和入户装置，宜设置在管道井内；管道井宜邻楼梯间或户外公共空间。

(5) 每一对共用立管在每层连接的户数不宜超过 3 户。

3.8.3 低温热水地面辐射供暖系统室内温度控制，可根据需要选取下列任一种方式：

(1) 各个房间的加热管局部沿墙槽抬高至 1.4m，在加热管上装置自力式恒温控制阀，控制室温保持恒定。

(2) 在加热管与分水器、集水器的接合处，分路设置远传型自力式或电动式恒温控制阀，通过各房间内的温控器控制相应回路上的调节阀，控制室内温度保持恒定。调节阀也可内置于集水器中。采用电动控制时，房间温控器与分水器、集水器之间应预埋电线。

(3) 在加热管与分水器、集水器的接合处，分路设置调节性能好的阀门，通过手动调节来控制室内温度。

## 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、防火等工程环境的要求，以及施工性能，经综合比较后确定。

4.1.2 所有材料均应按国家现行有关标准检验合格，有关强制性性能要求应由国家认可的检测机构进行检测，并出具有效证明文件或检测报告。

### 4.2 绝热材料

4.2.1 绝热材料应采用导热系数小、吸湿率低、难燃或不燃，具有足够承载能力的材料，且不宜含有殖菌源，不得有散发异味及可能危害健康的挥发物，宜采用聚苯乙烯泡沫塑料及发泡水泥。

4.2.2 地面辐射供暖工程中采用的聚苯乙烯泡沫塑料主要技术指标应符合表 4.2.2 的规定。

表 4.2.2 聚苯乙烯泡沫塑料主要技术指标

项目	单位	性能指标
表观密度	kg/m <sup>3</sup>	≥20.0
压缩强度（10%形变下的压缩应力）	kPa	≥100

续前表

项目	单位	性能指标
导热系数	W/m·k	≤0.041
吸水率（体积分数）	%（v/v）	≤4
氧指数	%	≥30

4.2.3 地面辐射供暖工程中采用的低密度发泡水泥绝热层主要技术指标应符合表 4.2.3 的规定。

表 4.2.3 发泡水泥绝热层的技术参数

干体积密度（kg/m <sup>3</sup> ）	抗压强度		导热系数 W/（m·k）
	7 天（MPa）	28 天（MPa）	
350	≥0.4	≥0.5	≤0.07
400	≥0.5	≥0.6	≤0.088
450	≥0.6	≥0.7	≤0.1

注：可采用内插法确定干体积密度在 350~450kg/m<sup>3</sup> 之间各部位发泡水泥绝热层厚度。

4.2.4 发泡水泥绝热层应采用符合现行国家标准的《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》GB175 有关规定，其抗压强度等级应不低于 32.5。

4.2.5 发泡水泥绝热层表面质量应符合下列要求：

- (1) 厚度方向不允许有贯通性裂纹；表面不允许有宽度>1.8mm、长度>800mm 的裂纹；表面宽度为 1mm~1.8mm、长度为 500mm~800mm 的裂纹每平方米不得多于 3 处；
- (2) 表面应该平整，不允许有明显的凹坑和凸起；
- (3) 发泡水泥绝热层表面平整度±5mm；
- (4) 发泡水泥绝热层的厚度偏差应控制为±5mm；
- (5) 表面疏松面积应不大于总面积的 5%，单块面积不大于 0.25m<sup>2</sup>。

4.2.6 当采用其他绝热材料时，其技术指标应按本规程 4.2.2 的规定，选用同等效果绝热材料。

### 4.3 低温热水系统的材料

4.3.1 低温热水地面辐射供暖系统材料应包括加热管、分水器、集水器及其连接件和绝热材料等。

4.3.2 加热管管材生产企业应向设计、安装和建设单位提交下列文件：

- (1) 国家授权机构提供的有效期内的符合相关标准要求的检验报告；
- (2) 产品合格证；
- (3) 有特殊要求的管材，厂家应提供相应说明书。

4.3.3 低温热水系统的加热管应根据其工作温度、工作压力、使用寿命、施工和环保性能等因素，经综合考虑和技术经济比较后确定。

4.3.4 加热管质量必须符合国家现行标准中的各项规定；加热管物理性能应符合本规程附录 D 的规定。

4.3.5 加热管外壁标识应按相关管材标准执行，有阻氧层的加热管宜注明。

- 4.3.6 与其他供暖系统共用同一集中热源的热热水系统、且其他供暖系统采用钢制散热器等易腐蚀构件时，塑料管宜有阻氧层或在热水系统中添加除氧剂。
- 4.3.7 加热管的内外表面应光滑、平整、干净，不应有可能影响产品性能的明显划痕、凹陷、气泡等缺陷。
- 4.3.8 塑料管或铝塑复合管的公称外径、壁厚与偏差，应符合表 4.3.8—1 和表 4.3.8—2 的要求。

表 4.3.8—1 塑料管公称外径、最小与最大平均外径 (单位: mm)

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

表 4.3.8—2 铝塑复合管公称外径、壁厚与偏差 (单位: mm)

铝塑复合管	公称外径	公称外径偏差	参考内径	壁厚最小值	壁厚偏差
搭接焊	16	+0.3	12.1	1.7	+0.5
	20		15.7	1.9	
	25		19.9	2.3	
对接焊	16	+0.3	10.9	2.3	+0.5
	20		14.5	2.5	
	25 (26)		18.5 (19.5)	3.0	

- 4.3.9 分水器、集水器应包括分水干管、集水干管、排气及泄水试验装置、支路阀门和连接配件等。
- 4.3.10 分水器、集水器(含连接件等)的材料及系统配件应采用耐腐蚀材料，宜为铜质或不锈钢。
- 4.3.11 分水器、集水器(含连接件等)的表观，内外表面应光洁，不得有裂纹、砂眼、冷隔、夹渣、凹凸不平等缺陷。
- 4.3.12 金属连接件间的连接及过渡管与金属连接间的连接密封应符合国家现行标准《55°密封管螺纹》GB/T7306 的规定。永久性的螺纹连接，可使用厌氧胶密封粘接；可拆卸的螺纹连接，可使用不超过 0.25mm 总厚的密封材料密封连接。
- 4.3.13 铜制金属连接件与管材之间的连接结构形式宜为卡套式或卡压式夹紧结构。
- 4.3.14 连接件的物理力学性能测试应采用管道系统适用性试验的方法，管道系统适用性试验条件及要求应符合管材国家现行标准的规定。

## 5 施工

### 5.1 一般规定

#### 5.1.1 施工安装前应具备下列条件：

- (1) 设计施工图纸和有关技术文件齐全；
- (2) 有较完善的施工方案、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；