



地面辐射供暖 设计施工手册

DIMIAN FUSHE GONGNUAN
SHEJI SHIGONG SHOUC

赵文田 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

地面辐射供暖 设计施工手册

DIMIAN FUSHE GONGNUAN
SHEJI SHIGONG SHOUC

赵文田 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书编写以实际工作中经常用到的内容为主。主要包括低温热水地面供暖及电热供暖两部分内容。低温热水地面供暖部分包括设计计算、系统设计、地面构造做法、热源选择与连接方式、材料选择、施工安装做法等；电热供暖部分包括电热供暖方式的选择、发热电缆及电热膜供暖的设计与安装使用要求，以及其他电器供暖设备的选择等。

本书主要供从事民用建筑供暖设计与施工安装的工程技术人员使用，也可供物业管理、水暖维修工人、基建工程策划者及大专院校相关专业的师生参考使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

地面辐射供暖设计施工手册/赵文田编著. —北京：中国电力出版社，2014.8
ISBN 978-7-5123-6059-4

I. ①地… II. ①赵… III. ①地面-辐射采暖-设计-技术手册②地面-辐射采暖-工程施工-技术手册 IV. ①TU832.1-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 136567 号

中国电力出版社出版、发行

北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑：关 童

责任印制：郭华清 责任校对：常燕昆

北京市同江印刷厂印刷·各地新华书店经售

2014 年 8 月第 1 版·第 1 次印刷

700mm×1000mm 16 开本·8.25 印张·151 千字

定价：28.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前 言

改革开放以来，地暖行业已发生了天翻地覆的变化，当初引进时连管子、卡钉都从国外买，如今差不多所有的部件、材料全部自己制造，而且，有些还走出了国门。随着技术水平不断地提高，地面供暖越来越受欢迎，供暖面积逐年增加。

地面辐射供暖系统根据所用热源的不同可分为两类：一类是以低温热水做热媒，地面下埋设水管的系统，称为低温热水地面辐射供暖；一类是以电做能源，地面下埋设发热电缆或铺设电热膜的系统，称为发热电缆或电热膜地面辐射供暖。

目前，发展很快、使用最多的是低温热水地面辐射供暖。低温热水地面辐射供暖的系统设计灵活方便，可以做为整个小区、整栋楼的集中供暖方式；也可做成一家一户式具有独立热源的地面供暖系统。

在我国北方的一些城市，由于有鼓励利用低谷电的优惠政策，发热电缆及电热膜地面辐射供暖，也在不断的发展中。在没有低温热水做供暖热源或有特殊要求的建筑，也可采用发热电缆或电热膜地面供暖。如果能够充分利用低谷电，并适当的配备自控装置，冬季供暖费用一般也不会太高，应与燃气壁挂炉供暖系统相差不多。

本书主要以介绍低温热水地面辐射供暖系统的设计与施工为主；发热电缆及电热膜供暖的相关内容放在本书后面，其中与低温热水地面供暖相似的内容，书中不再重复。

为适应实际工作的需要，本书在编写时，将经常用到的技术数据、计算图表、必要的资料与技术措施等，择其精要收入书中，对于比较成熟的施工步骤与构造做法等，则配以实用的插图。

在书稿的编写过程中，常年从事施工的杜捍东工程师为本书提供了许多有价值的现场资料，工程师马文超、车恩文等同事，也给了我不少支持与帮助，在此一并致以真诚的谢意。

由于作者水平所限，加以琐事繁杂、时间仓促，书中若有错误与不妥之处，恳请广大读者和同行批评指正。

赵文田

2014年4月于北京

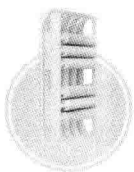
目 录

前言

第一章 地面辐射供暖的特点与应用	1
一、地面辐射供暖的特点	1
二、地面辐射供暖的应用	2
第二章 地面辐射供暖的设计计算	3
一、地面辐射供暖设计计算的一般规定	3
二、地面辐射供暖的热负荷计算	4
三、地面加热管敷设间距的计算	4
四、低温地面辐射供暖管道的水力计算.....	16
(一)管道水力计算的基本公式	16
(二)地面加热管的水力计算	16
(三)低温热水输送管道的水力计算	20
五、地面辐射供暖的设计计算例题.....	22
第三章 地面辐射供暖的系统设计	25
一、加热管布置.....	25
(一)加热管布置的基本要求	25
(二)加热管的布置形式	26
二、分水器、集水器及配件	27
(一)分水器、集水器设置的基本要求	27
(二)分水器、集水器的制作与发展	27
(三)分水器、集水器的设置	31
(四)分水器、集水器的连接与配件	32
第四章 地面辐射供暖的地面构造与做法	35
一、区块划分与伸缩缝设置.....	35
二、地面辐射供暖的地面构造与做法.....	36
第五章 地面辐射供暖热源的选择与连接方式	41
一、集中热水供暖热源的连接.....	41
(一)混合泵直接连接	41
(二)换热器间接连接	46
(三)利用散热器供暖回水的连接.....	47
二、燃气壁挂式供暖炉(电热水供暖炉)与燃煤多用炉的连接.....	49

(一)燃气壁挂式供暖炉(电热水供暖炉)	49
(二)燃煤多用炉的选择与连接做法	51
三、以电为能源的热水供暖系统	54
(一)电热供暖	54
(二)电热水供暖	55
第六章 地面辐射供暖的材料选择	60
一、地面供暖加热管的选择	60
(一)塑料加热管的选择	60
(二)铝塑复合管的选择	68
(三)铜管的选择	69
二、保温绝热与膨胀材料的选择	71
(一)保温绝热材料的选择	71
(二)膨胀材料与弹性膨胀膏	75
三、木地板的选择	76
第七章 地面供暖的施工与安装	78
一、地面供暖施工安装的基本要求	78
二、主要构造层及其做法	79
(一)防潮层	79
(二)绝热层	79
(三)保护层(反射膜)	81
(四)填充层	82
(五)防水隔离层	83
(六)找平层与地面装饰层	85
三、加热管的施工安装	85
(一)加热管的安装要点	85
(二)加热管的安装与固定	86
(三)加热管的连接做法	88
四、分、集水器的安装与连接	90
五、施工安装技术要求及允许偏差	92
第八章 电热地面供暖设计	94
一、发热电缆地面供暖	94
(一)发热电缆地面供暖的设计要点	94
(二)发热电缆地面供暖的设计步骤	95
(三)发热电缆地面供暖的电气设计	96
(四)发热电缆与温控装置的选择	96

(五)发热电缆地面供暖的施工与安装	100
二、电热膜辐射供暖	102
(一)电热膜的种类及特点	102
(二)电热膜供暖的设计要点	103
(三)电热膜供暖的构造做法	105
(四)电热膜供暖的电气设计与安装	106
(五)电热膜供暖的使用常识	107
三、碳纤维地面供暖	108
(一)碳纤维热轨地面供暖	108
(二)碳纤维发热管地面供暖	110
四、移动式电供暖设备	110
(一)辐射电热器	110
(二)电散热器	111
(三)电暖风机	112
五、其他	112
第九章 调试运行与故障排除	113
一、地暖系统的调试运行	113
二、地暖系统常见故障	113
(一)设计原因造成的故障	114
(二)施工原因造成的故障	116
(三)用户装修或使用不当出现的问题	117
附录	120
附表 1 水在不同温度下的密度 ρ	121
附表 2 常用计量单位换算表	122
参考规范及文献	123



第一章

CHAPTER 1

地面辐射供暖的特点与应用

一、地面辐射供暖的特点

1. 舒适稳定，节能环保

地面辐射供暖主要是通过地面向室内辐射散热，其辐射散热量约占整个散热量的一半以上。加上填充层的蓄热功能，使地面供暖的热工性能十分稳定。散热集中在人体活动的地面上，使人感觉舒适。空气对流减缓、灰尘浓度降低，环境更加卫生。

地面辐射供暖的供水温度较低，一般在 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ 之间，热利用率高、运行费用低。它可以利用低温热水、余热水甚至热网回水等做热源，也可以和空调系统采用同一热源，从而简化设备配置、节省投资。

在相同的舒适条件下，室温可比散热器供暖低 $2\sim 3^{\circ}\text{C}$ ，耗热量可减少约 $10\%\sim 15\%$ ，再配备用热计量和调节装置，做到自动控制、合理使用，一般可再节约能耗约 $25\%\sim 30\%$ 。

2. 计量收费，自主调温

地面辐射供暖在计量收费、自主调温方面十分方便。集中供暖系统可在入户前安装热表，配置分集水器及温控调节装置。用户可根据自己的需要调节房间的使用温度，不用时使系统处于停用保护状态。

户式独立系统可直接计量燃气、燃油或用电量。特别是加热电缆系统，在室温控制方面更为方便。它可按用户设定的温度和时间自动运行。

3. 不占面积，隔声减噪

地面辐射供暖的加热管或加热电缆，均敷设在地面面层下，室内没有散热器及立支管，供暖设备不占使用面积。房屋装修简洁，家具摆放方便，为使用提供了更大的活动空间。此外，由于地面供暖的敷设，房间上下层之间的隔声性能明显提高。目前，国内的建筑由于造价原因，尚未对楼板的撞击噪声加以限制，而地面供暖可在很大程度上减少楼板的撞击噪声，使建筑的使用环境得到明显

改善。

4. 常年使用，无须维修

敷设在地面面层下的加热管或加热电缆，其使用年限与建筑的使用年限几乎相同。只要使用得当，其寿命均可达 50 年以上，可以说是一次安装，常年使用。地面辐射供暖的维修工作量极小，甚至是无须维修。这对物业管理和用户来说，无疑是件可喜之事。即便由于长年使用，管道内有杂物沉积，也可请专业人员清理、疏通。

5. 层高加大，荷载加重

由于敷设加热管或加热电缆需要有绝热层和填充层，需增加地面厚度约 60~100mm，为了保持房间的空间高度，就需要相应增加建筑层高。如：采用散热器供暖的住宅，其层高一般不小于 2.7m，而采用地面辐射供暖的住宅，其层高需不小于 2.8m 或 2.9m。同时，楼板荷载也需增加约 $2.0 \sim 2.5 \text{ kN/m}^2$ 。这些均需在设计的前期阶段，即向建筑、结构专业提出要求，以便统一考虑、合理安排。

6. 一旦损坏，很难修复

由于地面辐射供暖的加热管或加热电缆隐蔽在地面填充层内，因而在进行地面装修时需特别小心。做完地面辐射供暖的地面上不能堆积重物，不能锤击，更不能钉钉子。因为，一旦造成加热管或加热电缆的损坏，就很难修复，甚至不得不全部打掉重做。

二、地面辐射供暖的应用

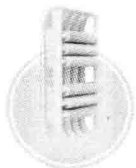
住宅与别墅是使用地面辐射供暖最多的民用建筑，其他居住建筑如：集体宿舍、医院病房、招待所、婴幼儿卧室等也比较适用。

旅游宾馆及饭店类建筑，虽多以空调为主，但在大堂门厅、桑拿沐浴室、健身房、游艺场及游泳池室内，也多设置地面辐射供暖。

空间高大的建筑如：室内运动馆、娱乐场所、排练室、展览厅、观众休息厅、候车室，以及一般办公楼、商店、食堂、餐厅等，都适合设置地面辐射供暖。

此外，在动物养殖、温室大棚等工程中，采用地面辐射供暖也能取得很好的效果。

总之，地面辐射供暖可在各类民用建筑中使用，对于空间高大、窗台低矮、散热器难以摆放的场所尤为适用。一些车间，如：服装加工、原件组装等，只要使用条件合适，均可考虑采用地面辐射供暖。



第二章 CHAPTER 2

地面辐射供暖的设计计算

一、地面辐射供暖设计计算的一般规定

(1) 低温热水地面辐射供暖系统的供水温度不应大于 60°C 。民用建筑供水温度应控制在 $35\sim 50^{\circ}\text{C}$ 之间。设计计算建议采用 50°C ，供回水温差 10°C 。平均水温取 45°C 。

低温热水地面辐射供暖系统与常规的热水散热器供暖系统在设计中最大的不同点，在于供水温度低、供回水温差小、系统的循环水量大。

保持较低的供水温度，可以延长塑料加热管的使用年限，提高室内热舒适度；较低的供回水温差，可保持系统内有充足的循环水量和较高的热媒流速，以便于排除加热管内的空气，防止泥砂杂质的沉积，并提高地面的温度均匀度。

采用同一供暖热源的楼宇或房间，应按相同的水温与温差进行计算。供水温度高于 60°C 时，应采取设混水装置控制水温的措施。地面辐射供暖在使用中出现的问题，有相当一部分是因为热媒参数不符合地面供暖要求造成的。

(2) 地表面平均温度计算值应符合表 2-1 的规定。

表 2-1 地面辐射供暖的地表面平均温度

区域特征	典型房间	适宜范围 ($^{\circ}\text{C}$)	最高限值 ($^{\circ}\text{C}$)
人员经常停留区	居室、会议室	24~26	28
人员短期停留区	商店、营业厅	28~30	32
无人停留区	门厅、过道	35~40	42

注：浴室、游泳池的室内，地表面平均温度为 $30\sim 33^{\circ}\text{C}$ ，最高限值 33°C 。

(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。

系统工作压力的高低，直接关系到管材的性能、价格以及使用的年限和安全可靠度。采用集中热源的系统，工作压力宜控制在 0.5MPa 上下，当工程条件必须突破 0.8MPa 时，可局部采用强度相应的管材、配件和连接方式。

采用小型燃气、燃油供暖炉或燃煤多用炉的户式独立地暖系统，应设置循环水泵与能够控制供水温度的调节阀。使用中，应对供水温度进行经常性的检查与调控，防止因供水温度偏高，对加热管造成损害。确保其符合低温地面供暖的使用要求。

二、地面辐射供暖的热负荷计算

(1) 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比对流供暖系统的室内计算温度低 2°C 。或取对流供暖系统计算热负荷的 $90\%\sim 95\%$ （在寒冷地区一般取 90% ；在严寒地区一般取 95% ）。

(2) 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道布置。

房间的热损失，主要发生在靠近外墙、外窗或外门处，为了保持室内温度均匀，在计算热量、布置管道时，靠近外墙、外窗处需增加布管密度；远离外墙的部位可适当加大布管间距，但最大间距不宜超过 300mm 。

(3) 敷设加热管或发热电缆的建筑地面，可不计算地面的热损失。

(4) 采用地面供暖的房间（不含楼梯间）高度大于 4m 时，应在围护结构基本耗热量和附加耗热量（朝向、风力、外门）之和的基础上，计算高度附加率。建筑每高出 1m 应附加 1% ，但最大附加率不应超过 8% 。

高度附加热量是因热气上升冷气下降，形成室内温度梯度而应予考虑的因素。

(5) 住宅分户热计量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。间歇供暖附加热量与户间传热附加热量，只作为选择供暖设备、确定供暖容量的依据，不应统计在集中供暖系统的总热负荷或建筑总供电负荷中。

公共建筑如采用间歇供暖形式，可参考住宅，对房间基本热负荷考虑一定的间歇供暖负荷修正。

三、地面加热管敷设间距的计算

1. 供暖房间单位面积所需热量的计算

(1) 采用地面辐射供暖的房间，所需有效散热量及热媒供应量可按下式计算。

1) 当上层房间也采用地面辐射供暖时，本层房间的所需有效散热量为：

$$Q_1 = Q - Q'_2 \quad (2-1)$$

式中 Q_1 ——供暖房间所需有效散热量（W）；

Q ——房间供暖的计算热负荷（W）；

Q_2' ——来自上层地面辐射供暖的散热量 (W)。

2) 供暖房间的热媒供应量为:

$$Q_m = Q_1 + Q_2' \quad (2-2)$$

式中 Q_m ——供暖房间的热媒供应量 (W);

Q_2' ——向下层的热损失量 (W)。

当供暖建筑各层均为地面辐射供暖时 (如: 住宅、办公楼等), 除顶层外, 各层房间的耗热量与热媒供应量可取同一数值。

(2) 单位地面面积的所需有效散热量可按下式计算:

$$q_x = Q/(\alpha \cdot F) \quad (2-3)$$

式中 q_x ——单位地面面积所需的有效散热量 (W/m²)。

Q ——供暖房间的计算热负荷 (W)。

α ——考虑家具与地面覆盖物遮挡的有效面积系数 (%), 应根据实际遮挡面积确定。住宅的 α 值可按表 2-2 所列数值确定。

F ——敷设加热管或发热电缆的地面面积 (m²)。

供暖房间全部采用地面辐射供暖时, 各房间的计算热负荷就是房间所需要的地面有效散热量。计算地面所需有效散热量时, 应考虑家具及其他地面覆盖物的影响。可根据房间的具体情况增加一定的安全裕量。

表 2-2 住宅家具遮挡的有效面积系数 α 值 (%)

房间名称	主卧室	次卧室	起居室	书房
地面面积 (m ²)	15~20	8~15	20~50	10~15
家具遮挡率 (%)	35~30	40~25	20~15	15
有效面积系数 (%)	65~70	60~75	80~85	85

注: 1. 面积小的房间遮挡系数取大值; 面积居中时, 采用插入法取值;

2. 上层为地面供暖时, 向下的散热量不考虑遮挡系数。

当房间供暖负荷较大, 地面表面温度经校核计算超过表 2-1 规定, 仍不能满足室温要求时, 可按房间计算热负荷减去地面辐射供暖的热量后, 另选其他供暖设备予以补充。

(3) 当供暖房间只在局部区域做地面辐射供暖 (其他区域不供暖) 时, 其热负荷可按全面地面供暖所需耗热量乘以表 2-3 的计算系数确定。

表 2-3 局部区域地面供暖的耗热量计算系数

面地面供暖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

注: 1. 地面辐射供暖区域面积比值在 0.75~0.25 之间的其他数值, 可按插入法确定计算系数。

2. 地面辐射供暖区域面积比值大于 0.75 时, 按全面辐射供暖计算。

2. 单位地面实际有效散热量的计算

(1) 敷设加热管的地面，其单位地面面积的散热量应按下列公式计算：

$$q = q_r + q_d \quad (2-4)$$

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

$$q_d = 2.13(t_{pj} - t_n)^{1.31} \quad (2-6)$$

式中 q ——单位地面面积的有效散热量 (W/m^2)；

q_r ——单位地面面积的辐射散热量 (W/m^2)；

q_d ——单位地面面积的对流散热量 (W/m^2)；

t_{pj} ——地表面平均温度 ($^{\circ}\text{C}$)；

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

t_n ——室内计算温度 ($^{\circ}\text{C}$)。

单位地面面积的有效散热量和向下传热损失，与热媒的平均温度及流量；加热管的管径、管材及管间距；加热管上覆盖面层的厚度、材质以及室内温度状况等诸多因素有关，严格来说，应当通过试验来测定。

在实际工作中，我们没有必要，也没有条件和可能去做这件事情。我们只需利用现成的计算表格就可以了。

(2) 常用管材及常规做法的有效散热量计算表。当加热管为交联聚乙烯 (PE-X) 管时，可直接按表 2-4～表 2-7 取值。

铝塑复合管 (XPAP) 和耐热聚乙烯 (PE-RT) 管，可参照交联聚乙烯 (PE-X) 管的散热量计算表使用。

当加热管为聚丁烯 (PB) 管时，可直接按表 2-8～表 2-11 取值。

无规共聚聚丙烯 (PP-R) 管和嵌段共聚聚丙烯 (PP-B) 管，可参照聚丁烯 (PB) 管的散热量计算表使用。

3. 地面面层材料做法对有效散热量的影响

按规程要求，地面面层宜采用热阻值小于 $0.05(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ 的材料。常用的地面面层材料的热阻值见表 2-12：

从表 2-12 可以看出，水泥、瓷砖或石料是最适合做地面辐射供暖的地面材料；塑料制品及木地面的热阻值偏高；而需要铺设地毯的高级客房、客厅等房间，因为地毯热阻值过高，尽量不采用地面辐射供暖方式。

地面面层材料热阻值的大小，直接影响着地面的散热量。实测表明，在相同的施工做法和相同的供热条件下，地面面层为石料或瓷砖的散热量，比面层为木地面的散热量高 30%～60%；比面层为地毯的散热量高 60%～90%。可见，地面辐射供暖系统，选择地面面层热阻值小的材料，对降低工程造价、减少能源消耗和运行费用具有重要作用。

在实际工作中，我们在进行设计计算时，还应注意房间使用条件与地面装修

表 2-4 PE—X 管 地面为水泥、瓷砖、磨石或石料的散热量 (单位: W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	供热管道的间距 (mm) q_1 —有效散热量; q_2 —向下热损失									
		300		250		200		150		100	
		q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2
35	16	84.7	23.8	92.5	24	100.5	24.6	108.9	24.8	116.6	24.8
	18	76.4	21.7	83.3	22	90.4	22.6	97.9	22.7	104.7	22.7
	20	68.0	19.9	74.0	20.2	80.4	20.5	87.1	20.5	93.1	20.5
	22	59.7	17.7	65.0	18	70.5	18.4	76.3	18.4	81.5	18.4
	24	51.6	15.6	56.1	15.7	60.7	16.3	65.7	15.7	70.1	15.7
40	16	108	29.7	118.1	29.8	128.7	30.5	139.6	30.8	149.7	30.8
	18	99.5	27.4	108.7	27.9	118.4	28.5	128.4	28.7	137.6	28.7
	20	91	25.4	99.4	25.7	108.1	26.5	117.3	26.7	125.6	26.7
	22	82.5	23.8	90	23.9	97.9	24.4	106.2	24.6	113.7	24.6
	24	74.2	21.3	80.9	21.5	87.8	22.4	95.2	22.4	101.9	22.4
45	16	131.8	35.5	144.4	35.5	157.5	36.5	171.2	36.8	183.9	36.8
	18	123.3	33.2	134.8	33.9	147	34.5	159.8	34.8	171.6	34.8
	20	114.5	31.7	125.3	32	136.6	32.4	148.5	32.7	159.3	32.7
	22	106	29.4	115.8	29.8	126.2	30.4	137.1	30.7	147.1	30.7
	24	97.3	27.6	106.5	27.5	115.9	28.4	125.9	28.6	134.9	28.6
50	16	156.1	41.4	171.1	41.7	187	42.5	203.6	42.9	218.9	42.9
	18	147.4	39.2	161.5	39.5	176.4	40.5	192	40.9	206.4	40.9
	20	138.6	37.3	151.9	37.5	165.8	38.5	180.5	38.9	194	38.9
	22	130	35.2	142.3	35.6	155.3	36.5	168.9	36.8	181.5	36.8
	24	121.2	33.4	132.7	33.7	144.8	34.4	157.5	34.7	169.1	34.7
55	16	180.8	47.1	198.3	47.8	217	48.6	236.5	49.1	254.8	49.1
	18	172	45.2	188.7	45.6	206.3	46.6	224.9	47.1	242	47.1
	20	163.1	43.3	178.9	43.8	195.6	44.6	213.2	45	229.4	45
	22	154.3	41.4	169.3	41.5	185	42.5	201.5	43	216.9	43
	24	145.5	39.4	159.6	39.5	174.3	40.5	189.9	40.9	204.3	40.9

注: 面层热阻 $R=0.02(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ 。

表 2-5

PE—X 管 地面为塑料制品的散热量

(单位: W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	供热管道的间距 (mm) q_1 —有效散热量; q_2 —向下热损失									
		300		250		200		150		100	
		q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2
35	16	67.7	24.2	72.3	24.3	76.8	24.6	81.3	25.1	85.3	25.7
	18	61.1	22	65.2	22.2	69.3	22.5	73.2	22.9	76.9	23.4
	20	54.5	19.9	58.1	20.1	61.8	20.3	65.3	20.7	68.5	21.3
	22	48	17.8	51.1	18.1	54.3	18.1	57.4	18.5	60.2	18.8
	24	41.5	15.5	44.2	15.9	46.9	16	49.5	16.3	51.9	16.7
40	16	85.9	30	91.8	30.4	97.7	30.7	103.4	31.3	108.7	32
	18	79.2	27.9	84.6	28.1	90	28.6	95.3	29.1	100.1	29.8
	20	72.5	26	77.5	26	82.4	26.4	87.2	26.9	91.5	27.6
	22	65.9	23.7	70.3	24	74.8	24.2	79.1	24.7	83	25.3
	24	59.3	21.4	63.2	21.9	67.2	22.1	71.1	22.5	74.6	23.1
45	16	104.5	35.8	111.7	36.1	119	36.8	126.1	37.6	132.6	38.5
	18	97.7	33.8	104.5	34.1	111.2	34.7	117.8	35.4	123.9	36.3
	20	90.9	31.8	97.2	32.1	103.5	32.6	109.6	33.2	115.2	33.9
	22	84.2	29.7	89.9	30	95.8	30.4	101.4	31	106.5	31.9
	24	77.4	27.7	82.7	28	88.1	28.2	93.2	28.8	97.9	29.4
50	16	123.3	41.8	131.9	42.2	140.6	42.9	149.1	43.9	156.9	44.9
	18	116.5	39.6	124.6	40.3	132.8	40.8	140.7	41.7	148.1	42.7
	20	109.6	37.7	117.3	38.1	125	38.7	132.4	39.5	139.3	40.4
	22	102.8	35.5	109.9	36.2	117.1	36.6	124.1	37.3	130.6	38.3
	24	96	33.7	102.7	33.9	109.4	34.4	115.9	35.1	121.8	35.9
55	16	142.4	47.7	152.3	48.6	162.5	49.1	172.4	50.2	181.5	51.4
	18	135.4	45.8	145	46.2	154.6	47	164	48	172.7	49.3
	20	128.6	43.7	137.6	44.3	146.8	44.9	155.6	45.9	163.8	47
	22	121.7	41.6	130.2	42.2	138.9	42.8	147.3	43.7	155	44.9
	24	114.9	39.6	122.9	39.9	131	40.7	138.9	41.5	146.2	42.6

注: 面层热阻 $R=0.075(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ 。

表 2-6

PE-X 管 地面为木地面的散热量

(单位: W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	供热管道的间距 (mm) q_1 —有效散热量; q_2 —向下热损失									
		300		250		200		150		100	
		q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2
35	16	62.4	24.4	66	24.6	69.6	25	73.1	25.5	76.2	26.1
	18	56.3	22.3	59.6	22.5	62.8	22.9	65.9	23.3	68.7	23.9
	20	50.3	20.1	53.1	20.5	56	20.7	58.8	21.1	61.3	21.6
	22	44.3	18	46.8	18.2	49.3	18.5	51.7	18.9	53.9	19.3
	24	38.4	15.7	40.5	16.1	42.6	16.3	44.7	16.6	46.5	17
40	16	79.1	30.2	83.7	30.7	88.4	31.2	92.8	31.9	96.9	32.5
	18	72.9	28.3	77.2	28.6	81.5	29	85.5	29.6	89.3	30.3
	20	66.8	26.3	70.7	26.5	74.6	26.9	78.3	27.4	81.7	28.1
	22	61.7	24	64.2	24.4	67.7	24.7	71.1	25.2	74.1	25.8
	24	54.6	21.9	57.8	22.1	60.9	22.5	63.9	22.9	66.6	23.4
45	16	96	36.4	101.8	36.9	107.5	37.5	112.9	38.2	117.9	39.1
	18	89.8	34.1	95.1	34.8	100.5	35.3	105.6	36	110.2	36.8
	20	83.6	32.2	88.6	32.7	93.5	33.1	98.2	33.8	102.6	34.5
	22	77.4	30.1	82	30.4	86.6	30.9	90.9	31.6	94.9	32.4
	24	71.2	28	75.4	28.4	79.6	28.8	83.6	29.3	87.3	30
50	16	113.2	42.3	120	43.1	126.8	43.7	133.4	44.6	139.3	45.6
	18	106.9	40.3	113.3	41	119.8	41.6	125.9	42.4	131.6	43.4
	20	100.7	38.1	106.7	38.7	112.7	39.4	118.5	40.2	123.8	41.2
	22	94.4	36.1	100.1	36.7	105.7	37.2	111.1	38	116.1	38.9
	24	88.2	34	93.4	34.6	98.7	35.1	103.8	35.7	108.4	36.6
55	16	130.5	48.6	138.5	49.1	146.4	50	154	51.1	161	52.2
	18	124.2	46.6	131.8	47.1	139.3	47.9	146.6	48.9	153.2	50
	20	118	44.4	125.1	45	132.2	45.7	139.1	46.7	145.4	47.8
	22	111.7	42.2	118.4	42.8	125.2	43.6	131.6	44.5	137.6	45.5
	24	105.4	40.1	111.7	40.8	118.1	41.4	124.2	42.2	129.8	43.2

注: 面层热阻 $R=0.10(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ 。

表 2-7

PE-X 管 地面铺地毯的散热量

(单位: W/m^2)

平均水温 ($^{\circ}\text{C}$)	室内空气 温度 ($^{\circ}\text{C}$)	供热管道的间距 (mm) q_1 —有效散热量; q_2 —向下热损失									
		300		250		200		150		100	
		q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2	q_1	q_2
35	16	53.8	25	56.2	25.4	58.6	25.7	60.9	26.2	62.9	26.8
	18	48.6	22.8	50.8	23.2	52.9	23.5	54.9	23.9	56.8	24.3
	20	43.4	20.6	45.3	20.9	47.2	21.2	49	21.7	50.7	22.1
	22	38.2	18.4	39.9	18.7	41.6	19	43.2	19.3	44.6	19.8
	24	33.2	16.2	34.6	16.4	36	16.7	37.4	17	38.6	17.4
40	16	68	31	71.1	31.6	74.2	32.1	77.1	32.7	79.7	33.3
	18	62.7	28.9	65.6	29.3	68.4	29.8	71.1	30.4	73.5	31
	20	57.5	26.7	60.1	27.1	62.7	27.6	65.1	28.1	67.3	28.7
	22	52.3	24.6	54.6	24.9	57	25.3	59.2	25.9	61.2	26.4
	24	47.1	22.3	49.2	22.7	51.3	23.1	53.2	23.5	55	23.9
45	16	82.4	37.3	86.2	37.9	90	38.5	93.5	39.2	96.8	40
	18	77.1	35.1	80.7	35.7	84.2	36.3	87.5	37	90.5	37.6
	20	71.8	33	75.1	33.5	78.4	34	81.5	34.7	84.3	35.5
	22	66.5	30.7	69.6	31.2	72.6	31.8	75.4	32.4	78	32.9
	24	61.3	28.6	64.1	29.1	66.8	29.5	69.4	30.1	71.8	30.8
50	16	97	43.4	101.5	44.2	106	44.9	110.2	45.7	114.1	46.7
	18	91.6	41.4	95.9	42	100.1	42.7	104.1	43.5	107.8	44.5
	20	86.3	39.2	90.3	39.8	94.3	40.5	98	41.3	101.5	42.1
	22	81	37	84.7	37.7	88.5	38.3	92	39	95.2	39.8
	24	75.7	34.9	79.2	35.3	82.6	36	85.9	36.7	88.9	37.4
5	16	111.7	49.7	117	50.6	122.2	51.4	127.1	52.4	131.6	53.4
	18	106.3	47.7	111.4	48.4	116.3	49.2	120.9	50.1	125.2	51.2
	20	101	45.5	105.7	46.2	110.4	47	114.8	47.9	118.9	49
	22	95.6	43.3	100.1	43.9	104.5	44.8	108.7	45.6	112.5	46.7
	24	90.3	41.2	94.5	41.8	98.6	42.5	102.6	43.3	106.2	44.2

注: 面层热阻 $R=0.15(\text{m}^2 \cdot \text{K})/\text{W}$ 。