

第一章 水路工程材料与施工工艺

第一节 暖气采暖工程

重 点：暖气采暖工程的施工工艺

难 点：准确绘制暖气采暖系统图

知识目标：掌握暖气常用的几种材质，以及暖气的两种循环方式

技能目标：掌握绘制暖气采暖路线图的技能

作 业：绘制居室空间的暖气采暖图

下面介绍暖气的三种分类。

1. 暖气根据材料可分为铜制暖气、钢制暖气、铸铁暖气等。目前北方常用的是铸铁暖气，它的优点是热循环快，采暖效果好；缺点是占用空间，美观性差。其表面可涂烤漆或氟碳漆来增加美观性，如图 1-1 所示。



图1-1 铸铁暖气

2. 暖气根据外观可分为：装饰暖气、普通暖气。目前市场上装饰性暖气的可选性很大，它的优点是色彩鲜艳，装饰性

好,节约空间;缺点是热循环弱,采暖效果一般,如图1-2所示。



图1-2 | 装饰暖气

3. 暖气根据安装循环系统可分为：大循环、小循环。

(1) 大循环的优点是热循环快,采暖效果好;缺点是占用空间,美观性差。如图1-3所示。



图1-3 | 大循环

(2) 小循环的优点是散热面积大,采暖效果较好,但采暖效果与大循环相比稍弱;缺点是循环末端易冷热不均,占用空间,美观性差。如图1-4所示。



图1-4 | 小循环

第二节 地热采暖工程

重点：地热采暖工程的施工工艺

难点：准确绘制地热采暖系统图

知识目标：掌握地热采暖几种铺装形式以及施工工艺和验收标准

技能目标：掌握绘制地热采暖系统图的技能

作业：绘制居室空间地热采暖图

一、采暖方式的分析

相对于传统的采暖方式而言,一种新型的采暖方式——地热采暖正逐渐被人们采用。根据人体感到舒适时的室内温度的分析,地热采暖是最符合人体舒适感的采暖方式,如图1-5所示。与传统的暖气对流散热、空调散热与地热辐射下的室温比较,地热辐射采暖也是最容易为人体接受的方式,如图1-6所示。

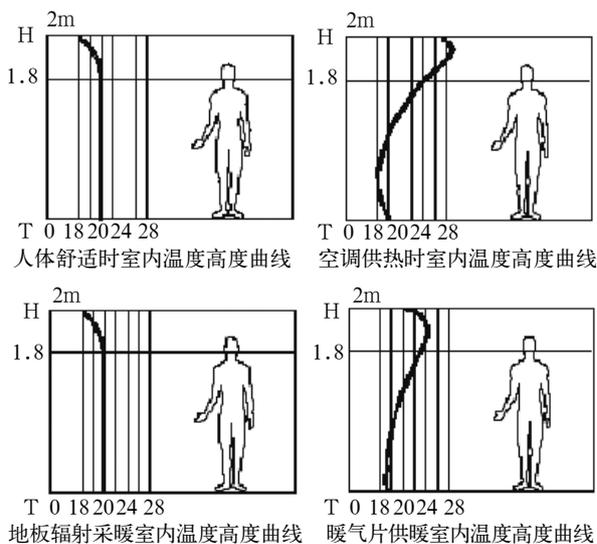


图1-5 | 人体感到舒适时的室内温度表

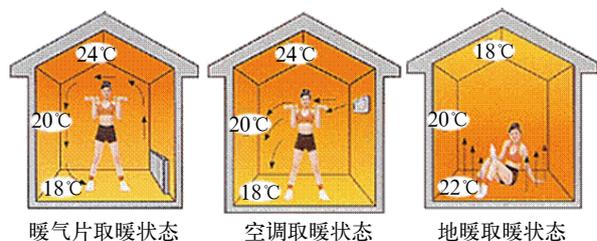


图1-6 | 传统暖气对流散热、空调散热与地热辐射采暖的比较

地热采暖由于有辐射温度和对流温度的双重效应,因而形成了真正符合人体舒适要求的热环

境。地面温度高于呼吸线空气度,它提供的热量在人的脚部较强,头部温和,这正符合人体足部血液循环最差,头部温度较高的特点,给人以脚暖头凉的舒适感,即体态舒适度高。在特定条件下,与对流散热器采暖比,地热采暖的室内相对湿度高,不显得过于干燥,易于根据不同的舒适要求,对个别居室、区间进行室温调节。

二、地热工程的主要材料

- (1) 地面绝热材料: 地热棉(皮棉)、苯板、挤塑板。
- (2) 辅助材料: 反射膜(锡箔纸)、钢网、卡子。
- (3) 主杠部分: 分水器、对丝、阀门、过滤器、一寸 PPR 管、一寸弯头、一寸直接、一寸三通。
- (4) 地热管: PEX(热传导系数为 0.24)、PERT(热传导系数为 0.42,能热熔)。
- (5) 回填部分: 河石、水泥砂浆。

三、工艺标准

- (1) 盘管时各个回路尽量要等长、等宽、等压、等间距。
- (2) 地热管无接头。
- (3) 打压测试,压力为 0.6MPa。稳压 20 分钟后,观察压力值,压力降幅不应大于 0.05MPa,不得以气压试验代替水压试验。
- (4) 装饰层上部与分水器连接的地热管上面要加柔性套管。
- (5) 地苯板、挤塑板密度为 $18 \sim 20\text{kg/m}^3$,厚度为 20mm。阻燃等级达到防火 B 级。
- (6) 房屋首层地面一般采用苯板和挤塑板,绝热层上方严禁铺设其他管路及线路,苯板或挤塑板之间相互接合应严密。
- (7) 地热管应保持平直,施工时应防止管道扭曲。管道弯曲部分应增加管卡固定,不得出现“死折”,弯曲半径不得小于管材直径的 6 倍。

四、工艺流程

下面以隔热保温材料选用挤塑板为例,说明进行地热铺装的步骤。

- (1) 铺设挤塑板。要求挤塑板之间接合严密,地面基本平整,如图 1-7 所示。挤塑板规格,长 × 宽 × 厚为 600mm × 1200mm × 20mm。



图1-7 | 铺设挤塑板

- (2) 铺设反射膜。为了能更好地使热量向上辐射,要铺设反射薄膜。

- (3) 盘地热管并固定。在盘地热管时要注意遵循等距、等压的原则,如图 1-8 所示。

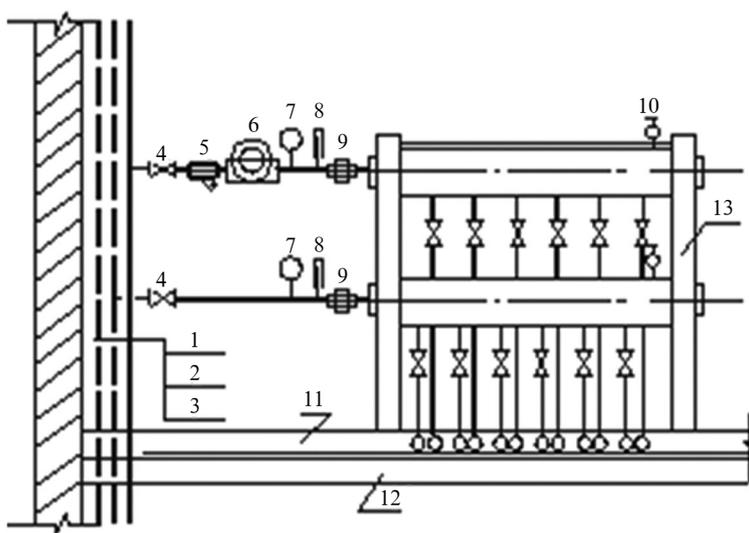


图1-8 | 固定地热管

- (4) 固定分水器,进行打压测试。不得以气压试验代替水压试验。装饰层上部与分水器连接的地热管上要加柔性套管,如图 1-9 和图 1-10 所示。



图1-9 | 打压测试



1. 回水总管；2. 回水管；3. 送水管；4. 铜质球阀；5. Y形过滤器；6. 计量表（热表）；7. 压力表；8. 温度计；9. 活接头；10. 排气阀门；11. 地热层；12. 结构层；13. 分水器

图1-10 | 分水器外形及安装图

(5) 回填河石,抹平水泥地面。河石回填高度应与铺设的地热管平齐,总厚度在 50 ~ 70mm。如果地面装饰层为地砖,则只需水泥固定,无需抹灰处理,如图 1-11 和图 1-12 所示。地热铺装结构图如图 1-13 所示。



图1-11 | 铺设河石



图1-12 | 抹平水泥地面

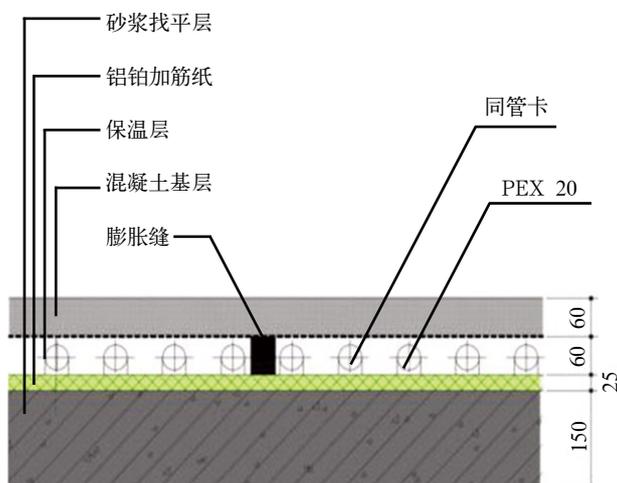


图1-13 | 地热施工构造图

注意:

施工时要注意控制不同地面装饰材料交界处的高度差。

五、材料规格及价格

在选购材料时,要清楚所需要材料的规格以及大致价位,如表 1-1 和表 1-2 所示。

表 1-1 部分地热用保温材料底价

面积 /m ²	皮棉 / (元 /m ²)	苯板 (元 /m ²)	挤塑板 (元 /m ²)
40 以下	70	75	80
41~50	65	70	75
51~60	60	65	70
61~70	58	60	65
71 以上	55	60	63

表 1-2 地热主材规格与价格

序号	材料名称	材料规格	材料价格
1	地热管	4 分	2 ~ 3.4 元 /m
2	苯板、挤塑板	1000mm × 2000mm 600mm × 1200mm	250 元 /m ²
3	铁网	1000mm × 2000mm	2.5 元 / 片
4	卡子	4 分	20 元 / 袋
5	反射膜、皮棉	1m × 100m / 200m 1.2 或 1 或 1.1m × 5 × 65m	反射膜 0.2 元 /m
6	分水器		27 元 / 头; 65 元 / 头
7	水泥	100 斤 / 袋	360 元 / 吨
8	沙子		40 元 /m ³
9	河石		60 元 /m ³

(1) 以 80m² 以上家装为例,它的地热成本清单为:地热管 28 ~ 29 元 /m²;地热棉(皮棉) 48 元 /m²;苯板 53 元 /m²;挤塑板 55 元 /m²。

注意:以上价位为资料整理时的市场价,因材料价位有波动,请参照市场实际价位。

(2) 材料的选购

- ① 地热管要求管壁均匀,折曲后能自动回弹。
- ② 地热棉建议选择不透光材质,用手揉搓其表面不易掉色,为高质量产品。
- ③ 苯板要选择密度高的型号。

六、绘制家庭居室地热铺装系统图

(1) 地热管线布置图一 (图 1-14)



图1-14 | 地热管线布置图一

(2) 地热管线布置图二 (图 1-15)

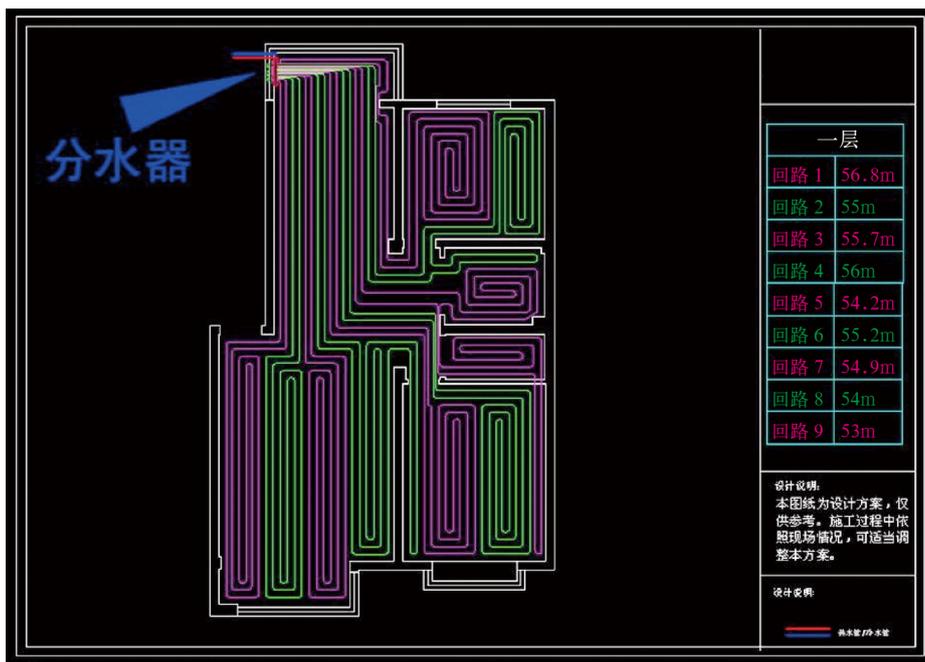


图1-15 | 地热管线布置图二

注意:

① 盘管时每一条回路的第一圈距离墙体或其他管线约 200mm。盘其余地热管时, 每圈间距 400mm 左右为宜。

② 盘管到最后一条回路时,如管线路数为偶数时,正常顺次盘管;如遇到奇数,减一根或加一根后再往回盘。

(3) 配管系统图

在整栋住宅楼中地热管线的配置如图 1-16 所示。

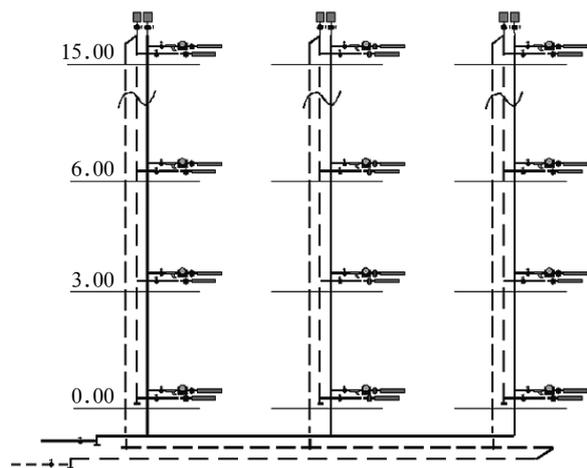


图1-16 | 配管系统图

注意:

① 采暖系统可采用同程式,即将系统布置成水平和垂直方向均为同程式。采用双管系统可实现采暖按户分环,分室分控的目的。

② 地热采暖和普通暖气采暖不能同时使用。原因如下:

第一,暖气水循环快,地热供暖方式水量太大,会影响其供暖效果。

第二,暖气有大量水锈,容易堵塞地热管线。如果必须同时使用,需要从主杠进行分流,并且先走地热管线再走暖气。

③ 阁楼铺装地热管线要求。阁楼进水要与外路主杠连接,如果不能连接,要解决阁楼不热的问题,就要关闭楼下分水器 20% ~ 50% 的进水流量,从而使楼上水压加大。

第三节 电热膜地热采暖工程及发热电缆地面辐射供暖

重 点: 电热膜地热采暖和发热电缆地面辐射供暖原理。

难 点: 准确绘制电热膜地热采暖和发热电

缆图。

知识目标: 了解电热膜地热采暖和发热电缆地面辐射供暖相关知识。

技能目标: 掌握电热膜地热采暖和发热电缆地面辐射供暖工作原理。

作 业: 绘制居室空间电热膜地热采暖和发热电缆采暖图。

电热膜地热采暖是近几年新兴起的室内采暖模式,是以电力为能源,以电热膜为发热体,通过采暖房间的地面(或墙面、顶面)以红外线低温热辐射的形式,把热量送入房间的供暖方式,这种供暖方式适合用于地热专用地板。

一、什么是电热膜

电热膜是一种由可导电的特制油墨、金属载流条经印刷、热压,在两层聚酯薄膜间制成的一种特殊的加热元件,如图 1-17 所示。



图1-17 | 电热膜

二、电热膜地热采暖的施工

(一) 施工前的准备

电热膜安装前应具备的现场条件是:建筑物顶棚及室内装修完毕,地面已找平,墙面及地面没有杂物,特别是表面的铁钉等金属物已清除,电热膜电源配电箱及各分支回路管线工程结束,温控器暗盒已安装好,材料及施工机具等已准备就绪,能够保证正常施工。

(1) 龙骨。电热膜地热采暖系统设计中使用普通的木制或金属的地板龙骨,龙骨表面的宽度不得大于 50mm,龙骨之间中心间距为 300mm、400mm 或 600mm。

(2) 地板层。地板层可以是任何保温系数小于 R-11/RSI-2 的材料,基本包括所有的地板材料,

如瓷砖、硬木、地毯和后来安装在地板表面的其他材料。请与地板材料制造商咨询相关地板材料的保温系数和规格。

(3) 表面装饰材料。任何形式的表面装饰材料都可以使用,但最下层地板和表面装饰材料的总的保温系数值不得超过 R-11。

(4) 电热膜铺设时必须满足电热膜与墙面的最小距离要求,铺设时保证电热膜平整,严禁刺破电热膜。

(5) 将各组电热膜按照电热膜供暖工程施工规范接线安装,接线时应使用连接卡及电热膜专用绝缘罩,连接导线必须套好蜡管来进行保护。

(6) 将各组电热膜连接导线引至地上线槽内,进行通电测试检验(表面会发热)。

(7) 给控制装置安装一个电气接线盒,控制装置为温控器。电气接线盒应安装在墙里面,以确保测温准确。

(8) 开始安装前,要把每个房间要安装的电热膜提前准备出来,电热膜只能沿剪切线进行切割。每组电热膜的末端固定上连接卡,另一端的载流条要绝缘(每组电热膜总功率不得超过 720W)。

(二) 固定电热膜组

(1) 一侧龙骨上的电热膜组要对齐。

(2) 将电热膜组钉在适当的位置上,在接线

的连接卡一端与墙或电器之间留至少 150mm 的空隙,钉的位置要尽量接近电热膜折线处,距龙骨顶面 30mm。各个钉距为 300mm。

注意: 电热膜上面应留 30mm 的空隙,以使暖地板系统更好地运行。

(3) 折起电热膜另一端,使其撑于两个龙骨之间,并将其钉住。

(4) 重复上述步骤,连接各电热膜组。

(5) 温控器要严格按照说明书进行安装。

(6) 地面装饰材料安装完毕后,进行电热供暖工程的测试,并做好记录。最后绘制电热膜隐蔽图。

(三) 检验

(1) 进行每个房间电热膜直流电阻的测试,做好记录。

(2) 如出现阻值过高或开路,应检查连接卡的压接处,并将有问题的连接卡更换。如出现短路,应检查所有接线,并进行处理。

(3) 用非接触测温仪测试电热膜供暖系统是否正常工作,并检测室温是否达到基本设计值。当地面达到稳定温度时,布膜区内任何区域或一点的温度都不应超过最高允许温度 45℃,并注意做好记录。

电热膜地暖工程施工的结构图如图 1-18 所示。

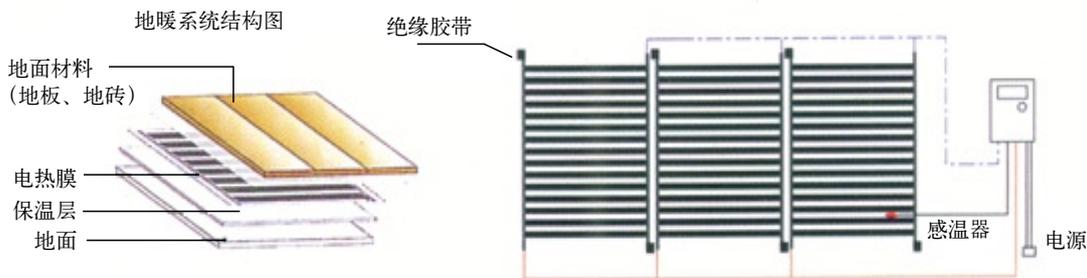


图1-18 | 电热膜地暖工程施工结构图

三、发热电缆地面辐射供暖系统

(一) 发热电缆低温辐射供暖系统的特点

该供暖系统是以电力为能源,以发热电缆为发热体,将 100% 的电能转换为热能,通过采暖房间的地面、墙面或顶面以低温热辐射的形式把热量送入房间,如图 1-19 所示。由于传导、对流和辐射三种热量传递方式中人们对辐射热的感觉最为良好,因

此,发热电缆低温辐射供暖系统是世界暖通工程界公认的最理想、最先进的采暖方式之一。

(二) 发热电缆低温辐射供暖系统的工作原理及组成

1. 发热电缆低温辐射供暖系统的组成

发热电缆低温辐射供暖系统的组成如图 1-20 所示。



图1-19 发热电缆

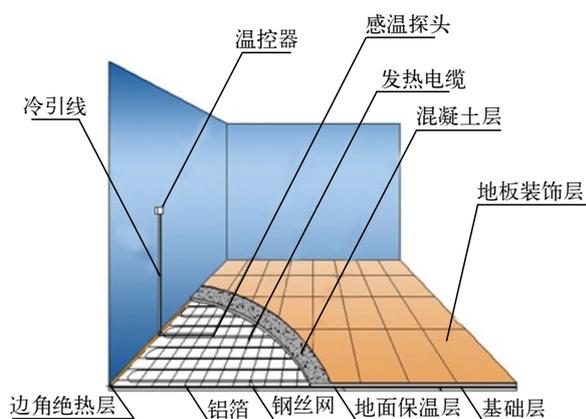


图1-20 发热电缆低温辐射供暖系统的组成

(1) 主控材料：发热电缆、温控器、感温探头、冷引线。

(2) 隔热保温材料：挤塑板、苯板、真空聚酯镀铝膜。

(3) 辅助材料：钢丝网（镀锌铁丝网）、固定带（绑扎带）、其他辅料。

2. 发热电缆低温辐射供暖系统的工作原理

发热电缆低温辐射供暖系统的工作原理如下：发热电缆通电后，工作温度为 $40\sim 60^{\circ}\text{C}$ ，通过地面（或墙面、顶面）作为散热面，除少部分对流换热及加热周围空气的同时，大部分热量向四周的围护结构、物体、人体以辐射方式传递。围护结构、物体和人体吸收了辐射热后，其表面的温度会升高，从而达到提高并保持室温的目的。发热电缆低温辐射供暖系统的辐射换热量约占总换热量的 60% 以上。通过铺设于地板上的地温探头

或放在温控器内的室温探头，来控制房间温度。当室内温度达到设定值后，温控器开始动作，断开发热电缆的电源，发热电缆即停止加热；当室内温度低于温控器设定值时，温控器又开始启动，并接通发热电缆的电源，发热电缆开始加热。这种操作会往复进行。

(三) 发热电缆低温辐射供暖系统的施工

- (1) 材料进场验收、入库。
- (2) 逐层清理地面，使其平整、干净。
- (3) 封闭现场后，铺设保温材料及聚酯真空镀铝膜。
- (4) 铺设钢丝网。
- (5) 加热电缆的铺设。
- (6) 温控器的安装。

注意：

(1) 在以上各道工序中，一定要注意成品保护，坚决避免下道工序对上道工序的破坏。针对本工程的特点，可以考虑将温控器的安装放在其他所有工种完毕之后进行，以保证系统的安全和避免损坏。

(2) 在建筑物地面结构层上，首先铺设高效保温材料及聚酯真空镀铝膜，可起到单向保温和隔热的作用。若应用于卫生间的地面层，最好先做防水或防潮层。

(3) 在保温材料上铺设焊接钢丝网，然后将发热电缆按设计要求的间距固定在钢丝网上，再填充河石混凝土，经捣实并达到压按强度后，再做地面层，如图 1-21 所示。

(4) 面层采用花岗岩、瓷砖等，但必须遵守《发热电缆地板采暖系统用户使用手册》，以免破坏采暖系统。

(四) 发热电缆低温辐射供暖系统的主要优点

- (1) 实现绿色环保采暖。
- (2) 节约能源。
- (3) 节约水源。
- (4) 节约土地。
- (5) 充分利用电力资源。
- (6) 建设及安装成本低于其他供暖系统。

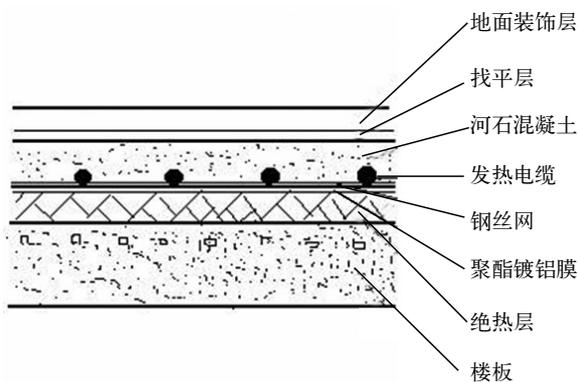


图1-21 | 发热电缆铺装结构

- (7) 施工周期缩短。
- (8) 采暖舒适度高。
- (9) 维护费用低。
- (10) 安全寿命长。
- (11) 解决了物业收费难的问题。
- (12) 使用操作简单。
- (13) 运行费用低。

第四节 上、下水工程

重点：上、下水工程的材料与施工工艺。

难点：准确绘制水路系统图。

知识目标：掌握上水改造和下水改造设计要求及其施工工艺验收标准。

技能目标：掌握准确绘制水路系统图的技能。

作业：水路布线图（厨房、卫生间）。

一、上水主要材料

上水材料主要有：4分PPR管，4分内牙弯头，4分90°弯头；4分直接，4分过桥弯，4分45°弯头，4分内、外牙弯头，4分外直，4分内牙三通。具体如图1-22和图1-23所示。



图1-22 | 上水管件一



图1-23 | 上水管件二

二、下水主要材料

下水材料主要有：50管，75管，110管，50、75、110的弯头，直接，45°弯头，90°弯头，三通，缩口弯头，水管之间变径管件。图1-24和图1-25是部分下水管件。



图1-24 | 下水管件一

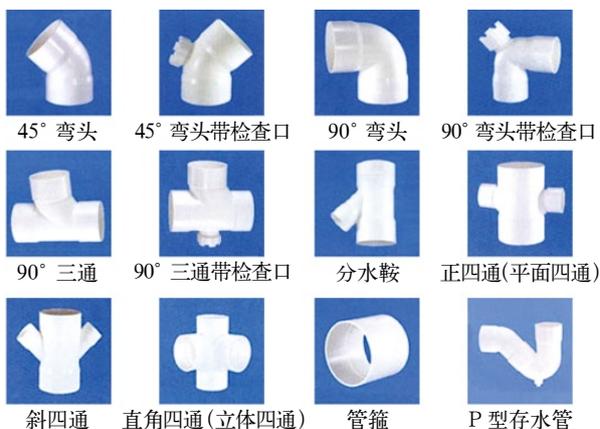


图1-25 | 下水管件二

三、工艺标准

- (1) 所有给排水及暖通工程用的管材，都必