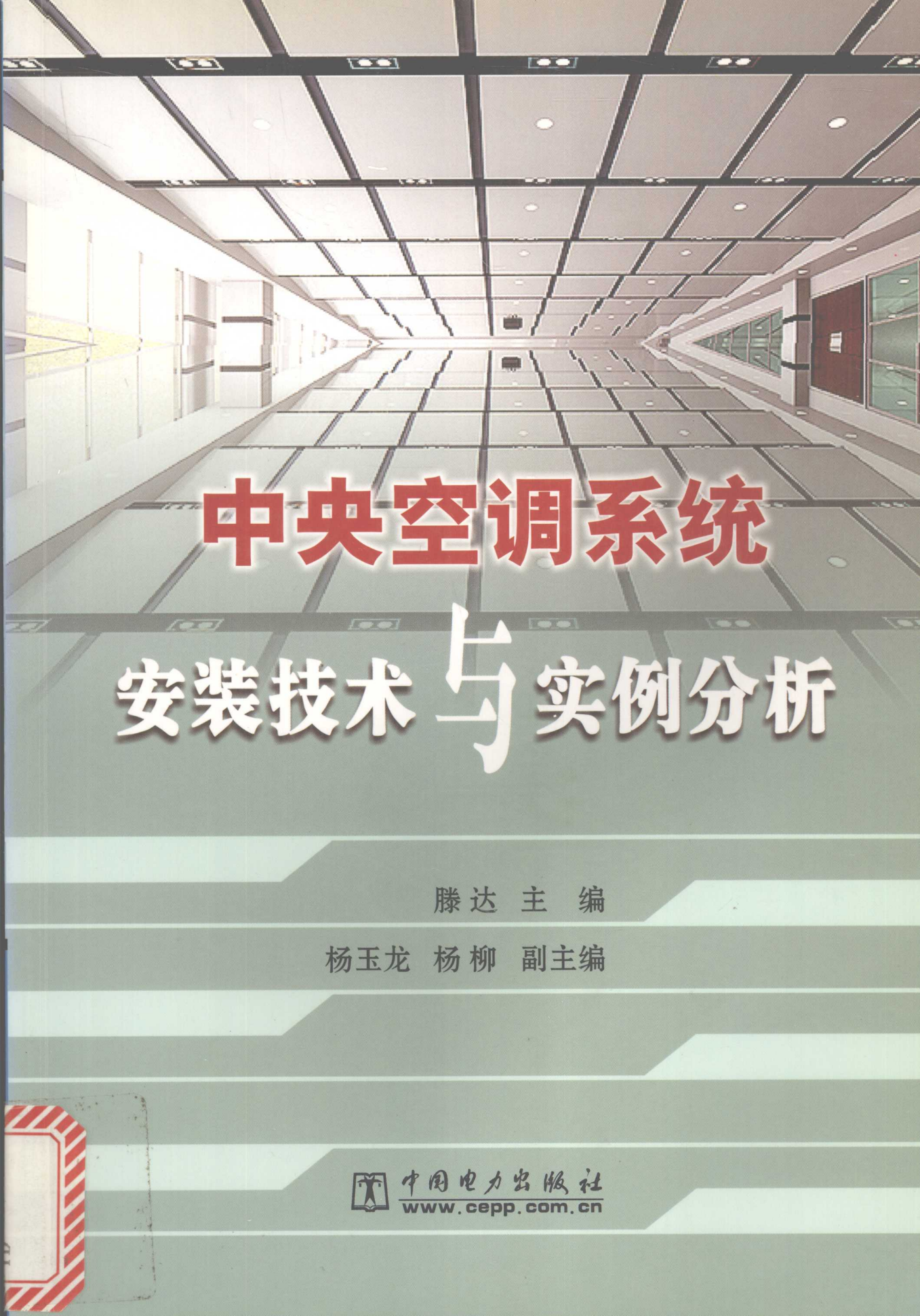




中央空调系统 安装技术与实例分析

滕达 主 编

杨玉龙 杨柳 副主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

中央空调系统 安装技术与实例分析

滕达 主 编

杨玉龙 杨 柳 副主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

10.23



内 容 提 要

本书是为满足中央空调系统安装、维修人员的工作需要而编写的。

本书主要讲述中央空调系统的安装技术和制冷系统的安装操作要领。全书共分八章,主要内容包括基础知识、中央空调系统、施工技术基础、空调系统安装、制冷系统安装、中央空调系统的调试、施工组织管理、实例分析等。

本书可作为空调安装、维修人员的学习培训教材,也可作为空调专业相关技术人员和管理人员的工作参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

中央空调系统安装技术与实例分析/滕达主编. —北京:中国电力出版社, 2005

ISBN 7-5083-3428-0

I. 中... II. 滕... III. 集中空气调节系统—设备安装 IV. TB657.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 066395 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

汇鑫印务有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2005年10月第一版 2005年10月北京第一次印刷

787毫米×1092毫米 16开本 17印张 383千字

印数 0001—4000册 定价 27.00元

版 权 专 有 翻 印 必 究

(本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换)



前言

随着我国社会主义市场经济的迅速发展,人民生活水平不断提高,空调技术得到了迅速发展,中央空调系统在人们的生活中得到了广泛的应用。

《中央空调系统安装技术与实例分析》是为空调安装人员编写的。本书全面系统地介绍了有关中央空调系统的基础理论知识,重点讲述了中央空调系统的安装技术要求。使空调安装人员进行专业基础理论学习的同时,能系统地掌握中央空调系统的安装技术,提高空调操作人员的素质。

本书由滕达研究员任主编,参加本书编写的还有杨玉龙、杨柳。

本书可作为中央空调系统安装人员的技术用书,又可供大中专、职业教育相关师生学习参考。

由于时间仓促,书中难免有不妥之处,恳请广大读者提出宝贵意见以便进一步完善。

编 者

2004年8月



目 录

前言

第一章 基础知识	1
第一节 识图知识	1
第二节 机械图	3
第三节 工程制图	6
第四节 管道工程图	10
第五节 通风空调工程图	17
第六节 焊接知识	19
第七节 安全知识	24
第二章 中央空调系统	31
第一节 空调的任务和作用	31
第二节 空调系统	37
第三节 空调主要设备及配件	44
第四节 空调的控制系统	50
第五节 冷冻水和冷却水系统	56
第三章 施工技术基础	60
第一节 常用安装工具	60
第二节 机械设备	64
第三节 管道加工与连接	70
第四节 管道吊装	86
第四章 空调系统安装	89
第一节 管道及配件的安装	89
第二节 空调设备的安装	94
第三节 支架固定	97
第四节 补偿器安装	100
第五节 管道的防腐与保温	101
第六节 辅助用料	109
第七节 施工内容	111

第五章 制冷系统安装	113
第一节 制冷站的安装	113
第二节 制冷系统管路的安装	118
第三节 制冷空调的水处理	129
第四节 热泵型冷水机组的安装	139
第六章 中央空调系统的调试	144
第一节 投产前的工作	144
第二节 空调系统的调试程序与仪表	146
第三节 空调设备的试运行	157
第四节 冷水机组的试车	174
第五节 制冷与空调的联合运行	185
第七章 施工组织管理	192
第一节 施工组织设计及预算编制	192
第二节 施工组织管理	198
第三节 质量控制	212
第四节 建筑安装工程的质量检验	213
第五节 质量评定	216
第八章 实例分析	221
第一节 风管制作与安装	221
第二节 部件制作安装	241
第三节 空气处理设备	244
第四节 空气洁净系统制作安装	250
第五节 防腐与保温	253
第六节 系统试验调整和试运行	257
参考文献	264



第一章

基础知识

第一节 识图知识

一、正投影的基本概念

(一) 投影法

日光照射物体，在地上或墙上产生影子，这种现象叫做投影。一组互相平行的投影线与投影面垂直的投影称为正投影。正投影的投影图能表达物体的真实形状。

(二) 三视图的形成及投影规律

1. 三视图的形成

将物体放在三个互相垂直的投影面中，使物体上的主要平面平行于投影面，然后分别向三个投影面作正投影，得到的三个图形称为三视图。三个视图的名称分别称为：主视图，向正前方投影，在正面上所得到的视图；俯视图，由上向下投影，在水平面上所得到的视图；左视图，由左向右投影，在侧面上所得到的视图。

2. 投影规律

(1) 视图间的对应关系。从三视图中可以看出，主视图反映了物体的长度和高度；俯视图反映了物体的长度和宽度；左视图反映了物体的高度和宽度。由此可以得出如下投影规律：主视图、俯视图中相应投影的长度相等，并且对正；主视图、左视图中相应投影的高度相等，并且平齐；俯视图、左视图中相应投影的宽度相等。归纳起来，即“长对正、高平齐、宽相等。”

(2) 物体与视图的方位关系。物体各结构之间，都具有六个方向的互相位置关系，它与三视图的方位关系如下：

主视图反映出物体的上、下、左、右位置关系；俯视图反映出物体的前、后、左、右位置关系；左视图反映出物体的前、后、上、下位置关系。

注意：俯视图与左视图中，远离主视图的一方为物体的前方；靠近主视图的一方为物体的后方。

总之，以主视图为准，在俯视图和左视图中存在“近后远前”的方位关系。

以上是看图、画图时运用的最基本的投影规律。

二、简单零件剖视、剖面的表达方法

(一) 剖视图

为表达零件内部结构，用一假想剖切平面剖开零件，按投影所得到的图形为剖视图。

(1) 全剖视图。用一个剖切平面将零件完全切开所得的剖视图称为全剖视。

全剖视的标注,一般应在剖视图上方用字母标出剖视图的名称“×-×”,在相应视图上用剖切符号表示剖切位置,用箭头表示投影方向,并注上同样的字母。当剖切平面通过零件对称平面,且剖视图按投影关系配置,中间又无其他视图隔开时,可省略标注。

(2) 半剖视图。以对称中心线为界,一半画成剖视,另一半画成视图,称为半剖视图。

半剖视图既充分地表达了零件的内部形状,又保留了零件的外部形状,所以它是内外形状都比较复杂的对称零件常采用的表示方法。半剖视图的标注与全剖视图相同。

(3) 局部剖视图。用剖切平面局部地剖开零件,所得的剖视图称为局部视图。

局部剖视既能把零件局部的内部形状表示清楚,又能保留零件的某些外形,剖切范围可根据需要而定,是一种灵活的表达方法。

局部剖视以波浪线为界。波浪线不应与轮廓线重合(或用轮廓线代替),也不能超出轮廓线之外。

(二) 剖面图

假想用剖切平面将零件的某处切断,仅画出断面的图形,称为剖面图。

1. 移出剖面

画在视图轮廓之外的剖面称移出剖面。移出剖面的轮廓线用粗实线画出,断面上画出剖面符号。移出剖面应尽量配置在剖切平面的延长线上,必要时也可以画在其他位置。

移出剖面的标注,一般应用剖切符号表示剖切位置,用箭头指明投影方向,并注上字母,在剖面图上方用同样的字母标出相应的名称“×-×”。但可根据剖面图是否对称及其配置的位置不同作相应的省略。

2. 重合剖面

画在视图轮廓之内的剖面称重合剖面。

重合剖面的轮廓线用细实线绘制。当视图中的轮廓线与重合剖面的图形重叠时,视图中的轮廓线仍应连续画出,不可间断。

重合剖面的标注,当重合剖面图形不对称时,需用箭头标注其投影方向。

三、基本几何体的尺寸标注

视图表达了物体的形状,而形体的真实大小是由图样上所注的尺寸来确定的。

任何物体都具有长、宽、高三个方向的尺寸。在视图上标注基本几何体的尺寸时,应将三个方向的尺寸标注齐全。但是,每个尺寸只在图上注写一次。

四、零件图

零件工作图是制造和检验零件的依据,对零件的加工、测量具有指导作用,是机械加工人员、装配和修理人员必备的知识。

(一) 读零件图

(1) 零件图内容用正投影的方法,将零件的视图用三面投影表示法,通过采用剖视、剖面、规定画法等方法,完整清晰地表达出零件各部分的结构和形状即为零件图。其内容包括:

1) 尺寸。要注明零件各部分的大小尺寸和位置尺寸,并给明设计基准。
2) 技术要求。用符号、文字或数字注明对零件加工、检验和装配调式中应达到的有关技术标准和要求。

3) 标题栏。填写零件的名称、材料、数量、作图比例等。

(2) 读零件图。读零件图的方法和步骤是:

1) 概括了解。看零件图的标题栏,了解零件的名称、材料、比例及用在什么机器上。

2) 分析视图,读懂零件的结构形状。分析零件图采用了哪些视图、剖视、剖面等表达方法,有几个基本视图,几个辅助视图,剖切方法、剖切的位置、投影方向等。按照形体分析、线面分析的方法,利用各视图投影的对应关系,想像出零件的结构形状。

3) 分析尺寸,了解技术要求。确定各方向的尺寸基准,了解各部分的定形尺寸、定位尺寸及总体尺寸;了解各尺寸公差与配合的要求,各部门形位公差的要求,各表面粗糙度的要求及其他要求达到的指标等。

4) 综合整理。将看懂零件的结构形状、所注的尺寸以及技术要求等综合起来,想像出零件的全貌。

(二) 测绘零件图

在仿制设备,特别是在修理设备时,对有些零件进行实际测绘,以确定零件的尺寸和技术要求。

测绘就是根据实际零件画出其草图,然后测量各部分的尺寸、技术参数,确定加工、装配的技术要求,然后再画出零件图的方法。

1. 零件测绘的内容和步骤

(1) 了解零件的用途、材料。

(2) 正确、合理地选择视图,并依据实物画出零件的三面视图的草图。

(3) 分析零件的结构、形状,必要时可进行必要的修改,然后确定加工方法。

(4) 细致地测定各尺寸,根据零件的用途和装配性能及使用性能,结合零件本身性能,确定图中如何给出技术要求。

(5) 根据测绘草图画出零件工作图。

2. 测量工具的合理选择

零件测绘的关键在于测定尺寸。测量工具应根据测量方法、尺寸精度来选择。一般来讲,测量方法要依据具体形状、尺寸和位置来选择,而尺寸精度则必须依据零件的使用性能和配合性能来选取。给出合理的尺寸精度、形位公差精度和表面质量是测绘的关键,应给以足够的重视。

第二节 机 械 图

一、基本视图

(一) 正投影法

(1) 在空间设置六个投影面,把要表达的零件置放其中,分别向六个投影面投影,得

半剖视是采用以对称轴为界,一半画成剖视图,另一半画成外形视图。必须在投影方向上零件完全对称时才能采用。

局部剖视图是采用把零件某局部剖开,表达内部形状,而又保留一部分或大部分外形图,表达外部形状。

(3) 剖切方法。可用单一剖切平面剖开零件,如全剖、半剖、局部剖、斜剖等。也可以用两个以上平面剖开零件,组合成需要的阶梯剖视图或复合剖视图等。

画出零件断面的图形,而其余轮廓的投影不再画出,这称为剖面图。

(三) 规定画法

标准件的常用件,如螺钉、弹簧、齿轮、轴承、键等,国标规定了它们的规定画法。需要时可查阅相关标准。

二、机械零件图

零件工作图是加工制造和检验零件的依据。

(一) 零件图的内容

由一组视图,采用视图、剖视、剖面、规定画法等方法,完善清晰地表达出零件各部分的结构和形状即为零件图。零件图包括:

(1) 尺寸。要注明零件各部分的大小尺寸和相对位置尺寸。

(2) 技术要求。用符合或文字注明零件在制造、检验和装配调式中应达到的有关技术标准。

(3) 标题栏。填写零件的名称、图号、材料、数量和作图比例等。

(二) 读零件图

加工、改造、修整零件前都需要读懂零件图。

读零件图的方法和步骤:

(1) 从标题栏中了解零件的名称、作图比例、材料等。

(2) 分析视图,看懂各视图是如何选取的。按形体分析的方法,想像零件的结构和形状。

(3) 分析尺寸,了解技术要求。明了各部分的大小尺寸和定位尺寸,各配合面的尺寸公差和有关形位公差。了解各面的粗糙度要求及其他技术要求。

(4) 把零件的结构、形状、尺寸、技术要求等内容综合起来,想出零件的全貌。

(三) 零件的测绘

在仿制和修理零件时,根据实物画出它的草图,测量和填入各部分的尺寸,确定技术要求,再根据草图画出零件工作图,称为测绘。

1. 零件测绘步骤

(1) 了解零件的用途、材料,分析结构形状和加工方法。

(2) 选取主视图,确定表达方案。

(3) 经徒手、目测画出零件草图。测量尺寸填入图中,明确各种技术要求等。

(4) 根据零件草图画出零件工作图。

2. 测量工具

常用的测量工具有钢直尺、内卡钳、外卡钳、游标卡尺、千分表等。

测量方法要根据具体尺寸和位置来选择。对有配合要求的尺寸的表面，要仔细测量，并经核实后确定。对尺寸公差精度和表面粗糙度应给出合理的数值。

三、装配图

装配图是表达构成机器或部件的所有零件之间的装配和连接关系的图样。它表达了机器的结构和原理。装配图是装配、调整和维修的重要技术资料。

(一) 装配图的内容

(1) 用一组视图，清晰地表达各零件之间的配合关系、连接关系、相对位置及关系等。

(2) 几种尺寸。如装配尺寸、安装尺寸、整体尺寸等。

(3) 技术要求。符合机器的装配与调整要求，检验和使用要求等。

(4) 序号、明细表的标题栏。

(二) 装配图的画法

基本视图、剖视图和剖面图等零件图的表达方法都适用于装配图。此外，还有规定画法、简化画法和特殊画法等。

制冷设备常用到密封结构，以防止液体或气体的渗漏。其结构基本分为三种形式：一是毡圈式密封，是在轴孔内加工出一个梯形截面的环槽，槽内放入毛毡圈或橡胶圈，靠圈的弹性紧贴轴上而起到密封作用。二是填料密封结构，填料被压盖压紧时即可达到密封。三是垫片密封，为了防止液体或气体从两零件结合面渗漏，常采用这种方法。

画装配图的步骤如下：

(1) 了解所画机器的原理、用途、装配关系和主要零件结构等。

(2) 确定表达方案，选择主视图，确定视图数量和剖视方法等。

(3) 选择图纸幅面和作图比例，做好图面布局，画出图框、标题栏和明细表等。

(4) 画出各视图的底稿。

(5) 对底稿检查后画出各视图的轮廓线，标注尺寸、编排零件序号、注明技术要求、填写标题栏和明细表。

(6) 全面检查核对。

第三节 工程制图

图样是用来进行设备生产制造和安装施工的依据。作为设计者应具有运用规定图例绘制图样的能力，作为生产制造和安装施工人员则应具有看图并按图样要求进行制造和组装的能力。因此，工程人员熟悉制图方法及制图图例，特别是有关的专业制图标准是非常重要的。

(一) 管道图的基本知识

1. 管子转弯、积聚、重叠和交叉的画法

单线图的表示法在制冷与暖通中的规定有所区别，下面分别介绍。

(1) 制冷。制冷管道的种类较多，如吸气管、排气管和液体管等，其表示图例见表 1-2。管道的不同形状在图中的表示，见表 1-3。表中分别用透视、平面和立面对照表示，立面是从透视图的右下方观视的。

表 1-2 制冷常用管线图例

图 例	名 称	图 例	名 称	图 例	名 称
——	吸入管	——	放空气管	——	上水管
----	热氨管或高压气体管	-X—X-	安全管	-S—S-	下水管
——	氨液管	-XX—XX-	导压管或接压力表管	-S—S-	氨管线换径
----	排液管	-I—I-	导温管	小径大径	氨管线三通
-o—o—	溢流管	——	盐水进管	┐	管道伸缩弯
-y—y—	放油管	-L—L-	盐水回管	└┐	预留吊点

- 注 1. 所有管线须绘出表示流向的箭头。
2. 上、下水管如同时绘在制冷工艺图上，则按本图例绘示。否则按国家标准绘示。

表 1-3 管线图例（转弯、积聚、重叠、交叉）

透 视					
平 面					
立 面					
透 视					
平 面					
立 面					
透 视					
平 面					
立 面					

(2) 暖通。管道转向、连接、交叉的表示如图 1-1 所示。此图中各图例的立面是由平面图自下向上观看而得的。

2. 管子投影图的识读

制冷和暖通中的管道上都带有许多阀件，这些小件设备都有相关的图例规定、管阀及小



图 1-1 管道转向、连接及交叉表示法

件设备图例见表 1-4。

表 1-4

管阀及小件设备图例

图 例	名 称	图 例	名 称	图 例	名 称
	直通截止阀		安全阀		压差控制器
	直角截止阀		浮球阀		温度控制器
	膨胀阀		过滤器		温差控制器
	热力膨胀阀		液位控制器		铂电阻
	主 阀		油位控制器		温度计套管
	电磁阀		流量计		观察孔
	正恒阀		时间控制器		压力表
	自动旁通阀		温度控制器		
	止回阀		压力控制器		

在制冷和暖通图中，设备一般没有固定的图例，大多以形象法来表示，然后用编号在材料表中说明。横纵交叉及相互连接的管路在平、剖面图上用上面的图例表示。管路图的识读是将平面图和剖面图对照观看，在大脑中构成一幅管道的透视图，从而全面了解其管道的相互关系。在管道较集中的部位，难以识别时，应对照图例仔细辨认。在制冷系统的施工图中，为了帮助识图，都配有系统透视图，识读时应充分利用它的立体特点，这对于迅速读懂管道图提供了许多方便。以下用一幅多视图来说明管子投影图的识读，如图 1-2 所示，图中箭头方向表示视向。

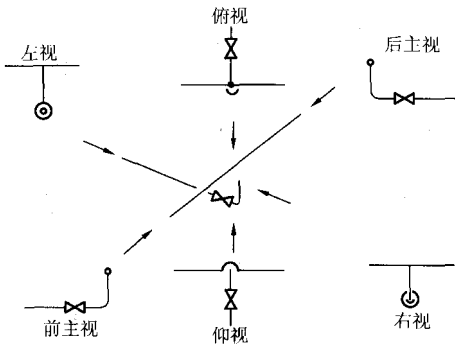


图 1-2 管道透视图的识读

(二) 施工图的基本知识

1. 施工图的作用和内容

制冷和暖通的施工图是工程设施的结构形状、大小、空间位置及某些技术要求的图样，供施工人员按图施工。制冷装置的施工图包括：制冷系统原理图，机房、设备间和冷间的平面图、剖面图，制冷系统透视图（轴测投影图），设备安装图，构件制作图等。此外，还有文字说明材料，如设计说明书、安装施工说明书、图样目录、材料明细表和工程预算等。

2. 施工图的识读

制冷装置，尤其是大型制冷装置所用的机器、设备、仪表较多，管道布置较为复杂，与其他工程相比，有其特殊之处。透视图、平面图、剖面图和独立设备的安装图等，与其

他工程图相似,但制冷系统原理图则是其他工程所没有的。另外,即便是相似的图样、其方法也与其他工程图不尽相同。如透视图的个别部分可不按比例绘制,它是在尽量反映实物立体感的原则下,局部的比例可大可小,以使设备错开,避免由于设备重叠画不清管线的连接和阀件的安装位置。在所有图样中,除设备制作图有平面图、正视图和侧视图外,工程的施工图样中基本不采用正视施工图和侧视施工图,只用平、剖面图标明设备、构件在空间的位置。对于管道,因制冷装置设计图中有许多管道重叠交叉,当管道直径小时,常用单线或再附加一些符号来表示;制作图采用双线绘制。不论管径大小,同一垂面的平行管道在平面上的投影只绘制最上面一条。管道和设备上的仪表、附件也采用规定的符号表示,不绘制实物的原形。

下面对不同种类的施工图做进一步的说明。

(1) 制冷系统原理图。制冷系统原理图是用一种比较简明的图样和各种管线图例将选用的机器、设备和构件连接起来,以表明制冷方案的原理和在实际中运用的可行性及优越性。

制冷系统原理图中的机器、设备和构件等不按比例绘制,只用外形和符号表示。图样中的机器、设备和构件都应注明型号和规格,管道必须注明管径及制冷剂在管道内的流向。机器、设备和构件等在图样上的布置不表明它们之间的相对位置,而是以管线连接方便来确定的。制冷装置中采用的主要机器、设备和构件,应将其编号、规格、名称、单位、数量、生产厂一并填写在图样的材料表中。图样上还包括一些在图面上无法表达清楚的文字说明。

在阅读制冷系统原理图的同时,应首先了解文字说明书及材料表的内容,然后沿制冷剂流向全面了解制冷系统。

(2) 制冷系统平面图。制冷系统平面图是用来表达制冷系统在水平方向的布置情况,机房、设备间、冷间和有关场地的分布,以及穿堂、门窗、楼梯位置的图样。制冷系统平面图在施工图是极为重要的,它能够反映机器、设备和某些构件管道水平方向的连接情况,并标注出建筑物定位轴线距离,外墙总长尺寸,地面楼板标高,管道支、吊点的水平位置等。机器和设备的水平定位尺寸是以定位轴线为基准的。平面图一般按 1:30、1:50 和 1:100 的比例绘制。

(3) 制冷系统剖面图。对于复杂的系统剖面图可能是阶梯剖或局部剖,也可能是几个方向的剖面图,其目的是让施工人员更清楚地了解机器、设备和构件的空间位置。

同平面图一样,在剖面图上也有建筑结构的轮廓线。剖面图中除管直径和附件外,机器、设备、构件和管道、设备基础都按比例绘制。剖面图上的尺寸主要是高度尺寸,如机器、设备和设备基础的标高,建筑物地面和楼板的标高。在标注的尺寸中,圆管以中心线为准,阀门的标高以阀门中部为准。

(4) 制冷系统轴测投影图。制冷系统的平面图和剖面图虽然能表达机器、设备和构件在空间的位置,但在重叠、遮挡、曲折和交叉的情况下,需要对只反映 1 个视向的平、剖面图进行反复对照和分析才能搞清。另外,制冷系统的平剖面图只能从某一个方向反映制冷系统的某一部分,不能给人以整体的概念。制冷系统的轴测图是从水平方向和高度方向

的布置情况来表现整个制冷系统的；它形象地表达了机器、设备、构件、管道之间的相对位置和管线连接情况，并把机器、设备编号，在主要设备明细表中注明规格、型号，在管道和阀门、仪表旁标注直径和规格，在管道上注明制冷剂流向，有的还注明管道的坡度。所以，轴测图能使人迅速看懂整个制冷系统的布置情况，并对制冷系统的总体一目了然。

在轴测图上，除以图例表示的管道、构件不按比例画出外，其余机器、设备一般均按比例绘制。外形比较复杂的设备，可画出外形或只画出安装基础的位置，并标记编号，按比例画出管道连接位置即可。对于某些大型装置，可将系统分成几块绘制轴测图，几张图的比例和视向应相同，管道断开处标注编号，以使看图人能将各图中断开的管路连接起来。对于设备、管道过于集中的部位，是将管道断开或拉长移位绘制的。

第四节 管道工程图

实际上管道工程的范围十分广泛，特别是工业管道工程呈现着多专业、多功能的复杂状态。如为工业生产服务的各种工艺管道，为动力的介质输送的动力管道，固态粉状原材料的输送和渣料的排放管道以及自控仪表管道等。它们又可分为许多专业管道工程，如其中的动力管道即可分为热力管道、煤气管道、空压管道、输氧管道、乙炔管道等。此外，冷冻站的专用管道、发电站的输水管道等也都是建筑工程中经常遇到的。

由于在实际工程中管道往往既多又长，画在图上常是线条纵横交错，数量繁多且密集，既不易表达清楚，又难以识读。为此，本节将依据各种管道的共同图示特点，专门介绍在各种管道施工图中常用的一些基本的表达和绘制方法。

一、管道的单线图和双线图

由于管子的截面尺寸比管子的长度小得多，所以在小比例尺的施工图中，往往把管子的壁厚和空心的管腔全部看成是一条线的投影。这种在图形中用单根线表示管子和管件的图样称为单线图。

在某些大比例尺的施工图中，如仍采用单线条表示管子和管件，往往难以表达管道、管件与有关连接设备和相邻建筑构件的空间位置关系，为此，在图形中采用两根线条表示管子和管件的外形，其壁厚因相对尺寸较小予以省略，这种仅表示管子和管件外轮廓线的投影图称为双线图。

在各种管道工程施工图中，平面图和系统图中的管道多采用单线图；剖面图和详图的管道均采用双线图。在通风工程施工图中，平面图的管道同剖面图和详图一样也采用双线图，而系统图的管道有时也采用双线图。

（一）管子和管件的单、双线图

1. 管子的单、双线图

注意切勿把图 1-3 中空心圆管的双线图误认为实心圆柱体。图中管子的单线图，根据投影原理，它的水平投影应积聚为一个小圆点，但为了便于识别，在圆点外加画了一个小圆，然而也有的施工图中仅画成一个小圆，小圆的圆心并不加点。从国外引进的施工图

中，则表示积聚的小圆被十字线一分为四，其中有两个对角处，打上细斜线阴影。这三种单线图画法所表达的意义相同。本节的举例均以第一种方法为例。

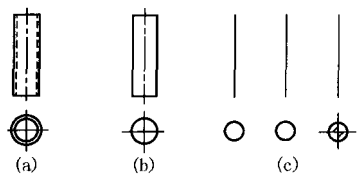


图 1-3 短管的表示法

(a) 用投影图表示；(b) 用双线图表示；
(c) 用单线图表示

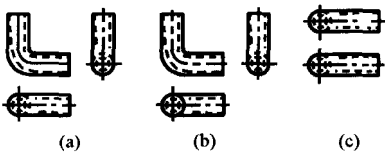


图 1-4 弯头的表示法

(a) 三视图；(b) 双线图；
(c) 两种画法意义相同

2. 弯头的单、双线图

图 1-4 是一个 90°弯头的三面视图和双线图。在三视图里，按规定画出了全部管壁；在双线图里，不仅管壁的虚线未画，而且弯头投影所产生的虚线部分也可以省略不画。图中这两种双线图的画法虽然在图形上有所不同，但意义相同。

图 1-5 是弯头的单线图。在俯视图上先看到立管的断口，后看到横管。画图时，按管子的单线图的表示方法，对于立管断口的投影画成一个有圆心点的小圆，横管画到小圆边上。在侧视图上，先看到立管，横管的断口在背后看不到。画图时，横管应画成小圆，立管画到小圆的圆心。在单线图里，表示横管的小圆，也可稍微断开来画的。

图 1-6 为 45°弯头的单、双线图。45°弯头同 90°弯头的画法相似，但在画小圆时，90°弯头应画成整圆，而 45°弯头只画成半圆。空心的半圆，同半圆上加一条细实线这两种画法意义相同。

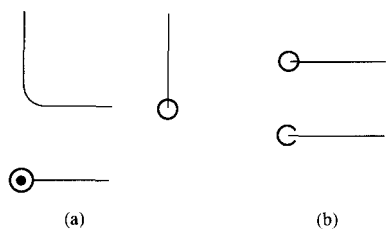


图 1-5 弯头的表示法

(a) 单线图；(b) 两种画法相同

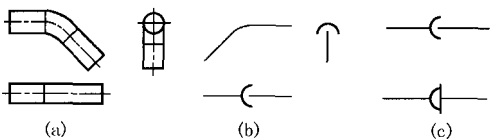


图 1-6 弯头的表示法

(a) 双线图；(b) 单线图；(c) 两种画法相同

3. 三通的单、双线图

如图 1-7 所示，在单线图内，无论同径或异径，其立面图形式相同，其中右立面（右视）图两种形式意义相同。同径或异径斜三通在单线图内其立面图的表示形式也相同。

4. 四通的单、双线图

图 1-8 是同径四通的单、双线图。在同径四通的双线图中，其正视图的相贯线呈十字交叉线。在单线图中，同径四通和异径四通的表示形式相同。