

职业技能鉴定培训教程



初级、中级

压缩机工

靳兆文 主编



化学工业出版社
教 育 分 社

· 北 京 ·

前言

本书是依据中华人民共和国劳动和社会保障部制定的《压缩机工》国家职业标准编写的，是初级、中级压缩机工的培训教材。本书从强化培养操作技能，掌握压缩机操作、保养和维护的实用技术的角度出发，详细介绍了初级、中级压缩机工必须掌握的知识和技能。书中每章后附有复习题，全书最后附有中级工应知部分模拟试卷和操作技能模拟试卷，用于检验、巩固所学知识 with 技能。

本书在编写中不刻意强调知识的系统性、理论性和完整性，而是根据压缩机工职业的工作特点，从掌握实用操作技能，以能力培养为根本出发点，基本理论部分以必须和够用为原则，注重知识与技能的联系。

本书适用于教育、劳动社会保障系统，以及其他培训机构或社会力量办学所举办的各种类型的培训教学，也适用于各级各类职业技术学校举办的中短期培训教学，以及企业内部的培训教学。

本书由靳兆文主编，各章节编写分工如下：第1章由魏龙编写，第2、8章由施建编写，第3、5章由仝源编写，第4、6、7、9章及附录部分由靳兆文编写。本书在编写过程中，得到了扬子石化公司的顾兆锋、严明盛，扬州农药集团的李强，金陵石化公司炼油厂的秦王健等同志的大力帮助和支持，在此一并表示感谢！

限于编者的水平，书中难免有不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

2006年6月

目录

第1章 基础知识	1
1.1 机械制图基础知识	1
1.1.1 正投影基本概念	1
1.1.2 简单零件剖视、剖面表达方法	3
1.1.3 基本几何体的尺寸标注	7
1.1.4 零件图	8
1.1.5 化工工艺图	9
1.2 机械基础知识	14
1.2.1 机械传动与连接基础知识	14
1.2.2 轴的基本知识	22
1.2.3 轴承的基本知识	23
1.2.4 联轴器的基本知识	28
1.2.5 常用的金属材料	30
1.3 热工基础知识	31
1.3.1 工质的基本状态参数	31
1.3.2 热量	33
1.3.3 热力学基本定律	34
1.3.4 热量传递方式	35
1.4 电工、电子技术基础知识	40
1.4.1 直流电基础知识	40
1.4.2 交流电基础知识	51
1.4.3 电子技术基础知识	55
复习题	62
第2章 活塞式压缩机基本结构及工作原理	63
2.1 压缩机概述	63
2.1.1 压缩机的用途、种类及使用范围	63
2.1.2 活塞式压缩机的分类、优缺点及型号编制	64
2.1.3 压缩机的级、段、列的概念	72
2.1.4 压缩机的发展概况	75
2.2 活塞式压缩机的基本结构及工作原理	77

2.2.1	活塞式压缩机的基本结构	77
2.2.2	活塞式压缩机的工作原理	78
2.2.3	活塞式压缩机的基本参量	83
2.3	活塞式压缩机的主要零部件	90
2.3.1	气缸组件	90
2.3.2	活塞组件	99
2.3.3	气阀	105
2.3.4	曲轴	108
2.3.5	连杆	110
2.3.6	十字头	113
2.3.7	密封元件	115
2.3.8	活塞式压缩机能量调节装置	120
2.4	石油化工常用活塞式压缩机结构示例	124
2.4.1	L3.3-17/320 氮氢混合气压缩机	124
2.4.2	4M12-45/210 二氧化碳压缩机	127
2.5	活塞式压缩机辅助设备	129
2.5.1	压缩机的冷却和冷却设备	129
2.5.2	滤清器	136
2.5.3	缓冲器	137
2.5.4	液气分离器	138
2.5.5	安全阀	140
2.5.6	噪声控制装置	142
2.5.7	监护装置	144
2.6	活塞式压缩机润滑	146
2.6.1	润滑油的选用	147
2.6.2	润滑部件及润滑方式	148
2.6.3	润滑系统及润滑设备	152
	复习题	157
第3章	离心式压缩机的结构及工作原理	159
3.1	离心式压缩机基础知识	159
3.1.1	离心式压缩机种类	159

3.1.2 离心式压缩机规格及型号表示	160
3.2 离心式压缩机结构及工作原理	162
3.2.1 离心式压缩机的基本结构组成	162
3.2.2 离心式压缩机工作原理	163
3.2.3 离心式压缩机工作特点	170
3.3 离心式压缩机的主要结构	171
3.3.1 离心式压缩机的主要性能参量	171
3.3.2 离心式压缩机的主要结构	172
3.4 辅助设备	182
3.4.1 气体中间冷却设备	182
3.4.2 齿轮增速器	186
3.4.3 润滑油系统设备	187
3.4.4 工业汽轮机	190
复习题	218
第4章 压缩机系统运行操作	220
4.1 活塞式压缩机的运行操作	220
4.1.1 机组的运行基本条件	220
4.1.2 活塞式压缩机的调试	221
4.1.3 活塞式压缩机的开车操作	224
4.1.4 活塞式压缩机的正常运行	225
4.1.5 活塞式压缩机的停车操作	226
4.2 离心式压缩机组的运行操作	227
4.2.1 机组运行的基本条件	227
4.2.2 机组启动前的调试	228
4.2.3 电动机驱动机组的运行操作	233
4.2.4 汽轮机驱动机组的运行操作	234
4.3 其他附属设备的运行操作	240
4.3.1 泵的运行操作	240
4.3.2 电机的运行操作	241
4.3.3 汽轮机的运行操作	243
4.3.4 中间冷凝器的运行操作	251

复习题.....	252
第 5 章 压缩机的调节	253
5.1 活塞式压缩机的调节	253
5.1.1 转速调节	254
5.1.2 管路调节	255
5.1.3 气阀调节	257
5.1.4 补充余隙容积调节法	259
5.2 离心式压缩机调节	260
5.2.1 压缩机出口节流调节	260
5.2.2 压缩机进口节流调节	261
5.2.3 采用可转动的进口导叶调节 (进气预旋调节)	263
5.2.4 改变压缩机的转速调节	264
5.2.5 采用可转动的扩压器叶片	265
复习题.....	266
第 6 章 压缩机常见故障排除及维护	267
6.1 压缩机正常运行的条件	267
6.1.1 活塞式压缩机系统正常运行标准	267
6.1.2 离心式压缩机系统正常运行标准	268
6.2 压缩机常见故障及排除	269
6.2.1 活塞式压缩机常见故障及排除	269
6.2.2 离心式压缩机常见故障及排除	274
6.2.3 冷却水系统常见的故障	278
6.2.4 润滑系统常见的故障	279
6.3 辅助设备常见的故障及排除	281
6.3.1 泵常见的故障及排除	281
6.3.2 电机常见的故障及排除	284
6.3.3 汽轮机常见的故障及排除	287
6.4 压缩机系统的维护与保养	289
6.4.1 活塞式压缩机组维护保养	289
6.4.2 离心式压缩机组维护保养	291
6.4.3 压缩机组附属设备维护保养	292

6.4.4 压缩机组部件的清洗	302
复习题	306
第7章 事故的分析与处理	308
7.1 一般事故的处理原则	308
7.2 压缩机组常出现的事故分析与处理	308
7.2.1 机械事故	309
7.2.2 燃烧和爆炸事故	318
7.3 压缩机辅助设备常见的事故分析与处理	321
7.3.1 电机常见的事故分析与处理	321
7.3.2 泵常见的事故分析与处理	323
7.3.3 汽轮机叶片、围带损坏事故分析与处理	324
复习题	326
第8章 常用检修仪表及工具	327
8.1 常用检修工具	327
8.1.1 钳工工具	327
8.1.2 常用机具及其使用维护	329
8.1.3 管工工具	333
8.1.4 测量类工具	336
8.2 常用热工检测仪表	342
8.2.1 温度的测量	342
8.2.2 压力的测量	345
8.2.3 流量的测量	346
8.2.4 液位的测量	348
8.3 常用电工测量仪表	350
复习题	355
第9章 压缩机安全知识及管理	356
9.1 化工有毒物料的安全知识	356
9.1.1 化工毒物的分类	356
9.1.2 化工毒物的危害	357
9.1.3 防毒措施	358
9.1.4 急性中毒的现场抢救原则	359

9.2 压缩机操作安全知识	361
9.2.1 压缩机操作维护安全技术规程	361
9.2.2 压力容器操作安全知识	363
9.3 防燃、防爆知识	364
9.3.1 压缩机产生燃烧爆炸的原因	364
9.3.2 防燃、防爆措施	365
9.4 安全用电知识	366
9.4.1 安全用电常识	367
9.4.2 触电急救措施	367
9.5 压缩机设备的安全管理	368
复习题	369
附录	370
附录 1 中级压缩机工考核模拟试卷	370
附录 2 国际单位 (代号 SI) 和常用工程单位的换算	375
附录 3 各种气体的热力特性表	377
参考文献	379

本章主要介绍机械制图、机械基础、热工和电工电子相关的基础知识,为后续内容的学习打下一定的基础。

1.1 机械制图基础知识

1.1.1 正投影基本概念

(1) 投影法

物体在阳光或灯光光线的照射下,就会在地面或墙壁上留下影子。这个影子在某些方面反映出物体的形状特征,这就是日常生活中常见的投影现象。人们根据这种现象,总结其几何规律,提出了形成物体图形的方法——投影法。投影法就是一组射线通过物体射向预定平面而得到图形的方法。

一组互相平行的投影线与投影面垂直的投影称为正投影,如图 1-1 所示。正投影得到的投影图能如实表达空间物体的形状和大小,作图比较方便,因此,机械制图一般均采用正投影法绘制。

(2) 三视图的形成与投影规律

在正投影中只用一个视图是不能确定物体的形状和大小的,两个形状不同的物

体,因为它们的某些尺寸相等,所以它们在投影面 P 上的投影完全相同。为了确切表示物体的总体形状,需要在另外的方向再进行投影。在实际绘图中,常用的是三视图。

① 三视图的形成 为了表达物体的形状,通常采用互相垂直的三个投影面,建立一个三投影面体系,如图 1-2 所示。正立位置的投影面称为正投影面,用 V 表示;水平位置的投影面称为水平投影面,用 H 表示;侧立位置的投影面称为侧投影面,用 W 表示。

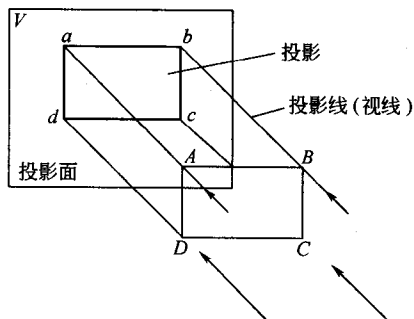


图 1-1 正投影法

两投影面的交线称为投影轴。正投影面与水平投影面的交线称为 X 轴；水平投影面与侧投影面的交线称为 Y 轴；正投影面与侧投影面的交线称为 Z 轴。 X 、 Y 、 Z 三轴的交点称为原点，用 O 表示。

为了获得三视图，把物体放在所建立的三个投影面体系中间。按图 1-3 所示箭头方向，用正投影的方法，分别由前向正投影面投影所得图形为主视图；由上向水平投影面投影所得图形为俯视图；由左向侧投影面投影所得图形为左视图。此三投影图称为物体的三视图。为了把三视图画在一张图纸上，必须把互相垂直的三个投影面展成一个平面。展开时正投影面 (V) 的位置不变，水平投影面 (H)、侧投影面 (W) 按图 1-4(a) 所示箭头方向旋转，使之与正投影面重合，其中 Y 轴随 H 面旋转后以 Y_H 表示，随 W 面旋转后以 Y_W 表示。在投影图上通常不画出投影面的边界，只画出投影轴，如图 1-4(b) 所示；当画物体的三视图时，投影轴也可省略，如图 1-4(c) 所示。

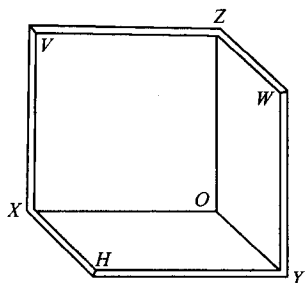


图 1-2 三个相互垂直的投影面

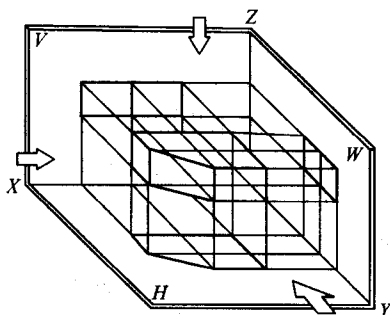


图 1-3 三视图的形成

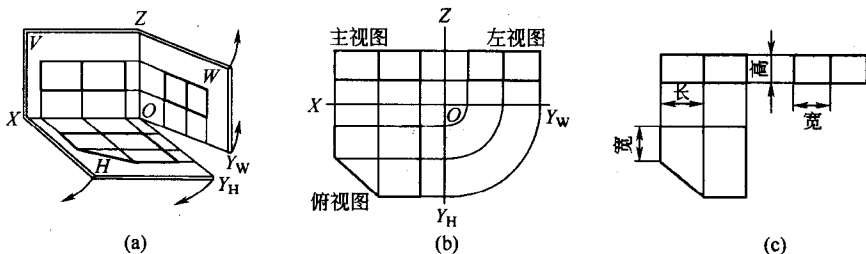


图 1-4 投影面的展开与三视图的形成

在画图时，先将物体摆正，确定主视图投影方向及位置，俯视图在主视图的下方，左视图画在主视图的右方。国家标准《机械制图》规定按图 1-4(c) 所示相对位置配置视图时，一律不标注视图的名称。

② 三视图的投影规律 图 1-4 所示物体的三个视图不是互相孤立的，而是

在尺度上彼此关联的。主视图反映了物体的高度和长度；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。换句话说，物体的长度由主视图和俯视图同时反映出来，高度由主视图和左视图同时反映出来，宽度由俯视图和左视图同时反映出来。由此可得出物体三视图的投影规律：

主视图与俯视图长对正；

主视图与左视图高平齐；

俯视图与左视图宽相等；

简称“长对正，高平齐，宽相等”。

不仅整个物体的三视图符合上述投影规律，而且物体上的每一组成部分的三个投影也符合上述投影规律。读图时，也必须以这些规律为依据，找出三个视图中相对应的部分，从而想像出物体的结构形状。

1.1.2 简单零件剖视、剖面表达方法

为适应生产实际中机件结构形状的多样性，将机件内外结构形状正确、完整、清晰地表达出来，国家标准《机械制图》规定有视图、剖视图、剖面图等各种表达方法。

视图为机件向投影面投影所得图形。它一般只画机件的可见部分，必要时才画出其不可见部分。

在绘图时，机件的内部形状常用虚线来表示。当机件内部形状较为复杂时，视图上就会出现较多虚线，影响图形清晰，给看图、画图带来困难。为此，国家标准《机械制图》规定可采用剖视的画法来表达机件的内部形状。

(1) 剖视图

① 剖视图及其形成 假想用一平面（剖切面）剖开机件，将处在观察者和剖切面之间的部分移去，而将其余部分向投影面投影所得的图形，称之为剖视图。

如图 1-5(a) 所示，在机件的视图中，主视图用虚线表达其内部形状，不够清晰。按图 1-5(b) 所示方法，假想沿机件前后对称平面将其剖开，去掉前部，将后部向正投影面投影，就得到一个剖视的主视图，如图 1-5(c) 所示。

② 剖视图的画法 剖视图是假想将机件剖切后画出的图形，画剖视图应注意以下几点：

a. 剖切位置要适当 剖切面应尽量通过较多的内部结构（孔、槽等）的轴线或对称平面，并平行于选定的投影面。

b. 内外轮廓要画齐 机件剖开后，处在剖切平面之后的所有可见轮廓都应画齐，不得遗漏。

c. 剖面符号要画好 为了区别剖到与未剖到的部分，国家标准《机械制图》

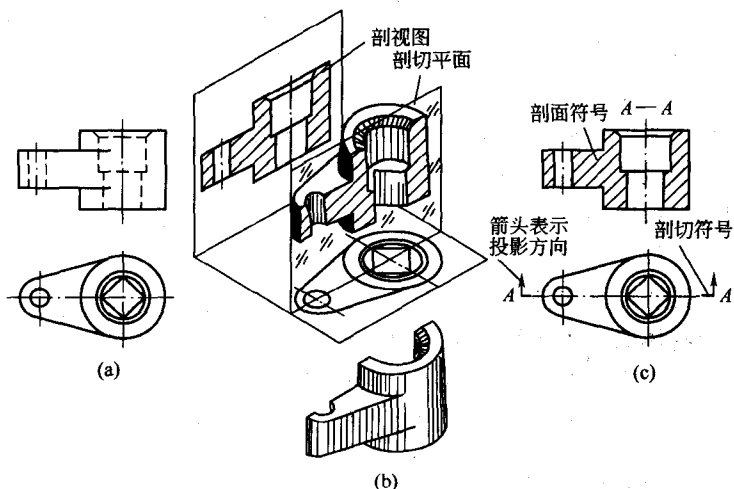


图 1-5 剖视图的形成

规定被剖切到的实体部分应画上剖面符号(也称剖面线)。不同材料其剖面符号不同,金属材料常采用倾斜 45° 的细实线,方向向左和向右均可,但同一物体应保持同一方向、同一间隔,非金属材料一般采用正、负 45° 的剖面线形成的网状线表示。如果图形的主要轮廓与水平面成 45° 或接近 45° 时,该图剖面线应画成与水平面成 30° 或 60° 角,但倾斜方向仍应与其他视图剖面线一致,如图 1-6 所示。

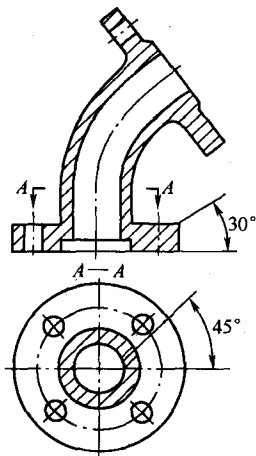


图 1-6 剖面线与水平面成 30° 或 60° 角

剖视图是假想剖切面画出的,所以与其相关的视图仍应保持完整。由剖视图已表达清楚的结构,视图中的虚线即可省略。

③ 剖视图的标注 一般应在剖视图上方用字母标出剖视图的名称“ $\times-\times$ ”,在相应的视图上用剖切符号表示剖切位置,用箭头表示投影方向,并注上相同的字母,如图 1-5(c) 所示。

由于不同结构形状的机件剖视图的具体画法各不相同,所以其相应的标注形式也有所区别。

④ 剖视图的分类 按剖切范围的大小,剖视图可分为全剖视图、半剖视图和局部剖视图。

a. 全剖视图 用剖切面(一般为平面,也可为柱面)完全地剖开机件所得到的剖视图,称为全剖视图。全剖视图的标注如图 1-7 所示。

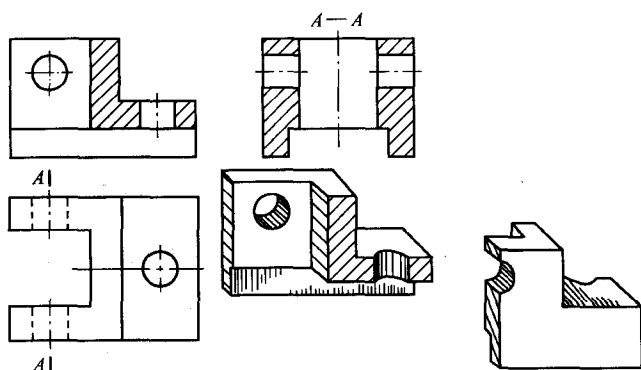


图 1-7 全剖视图及其标注

b. 半剖视图 当机件具有对称平面时,在垂直于对称平面的投影面上投影所得到的图形,可以对称中心线为界,一半画成剖视,另一半画成视图,这种图形,称为半剖视图。如图 1-8 所示的俯视图为半剖视图。半剖视图的标注与全剖视图相同。

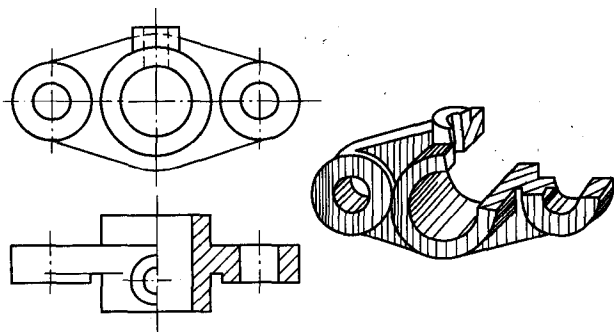


图 1-8 半剖视图

c. 局部剖视图 用剖切平面局部地剖开机件所得到的剖视图,称为局部剖视图。图 1-9 的主视图和左视图,均采用了局部剖视图画法。局部剖视图,既能把机件局部的内部形状表达清楚,又能保留机件的某些外形,其剖切范围可根据需要而定,是一种较灵活的表达方法。

局部剖视图以波浪线为界,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。

(2) 剖面图

假想用剖切平面将机件的某处切断,仅留出该剖切面与物体接触部分的图形,这个图形称为剖面图,简称剖面。

剖面图与剖视图的区别在于:剖面图仅画出剖切面与物体接触部分的图形,

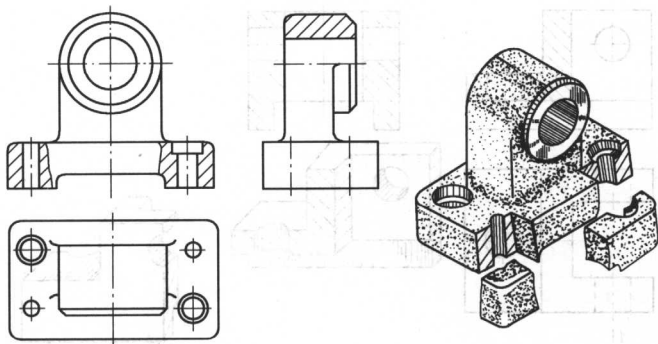


图 1-9 局部剖视图

表达的是“面”，而剖视图除了要画出剖切面与物体接触部分的图形外，还须画出剖切面后边的可见部分的轮廓，表达的是“体”，在图 1-10 中可看出两者的区别。

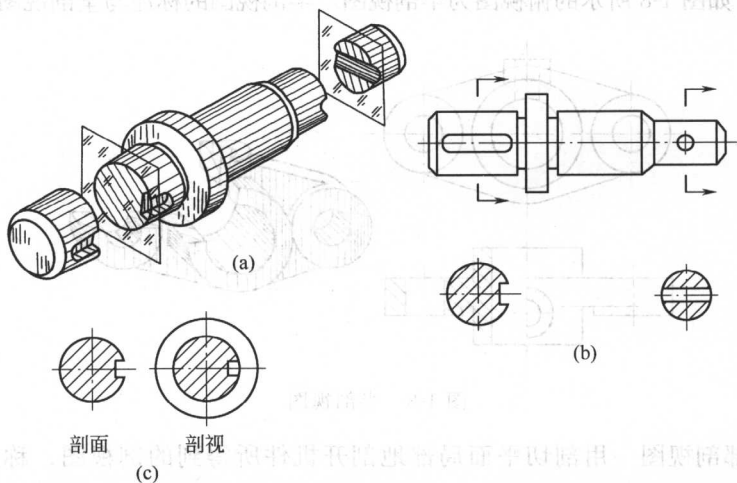


图 1-10 剖面图的画法

根据剖面图所配置的位置不同有移出剖面和重合剖面两种。

画在视图轮廓之外的剖面称为移出剖面。图 1-10(b) 所示即为移出剖面。移出剖面的轮廓线用粗实线绘制，断面上画出剖面符号。移出剖面图应尽量配置在剖切平面的延长线上，必要时也可画在其他位置。

画在视图轮廓之内的剖面称为重合剖面，如图 1-11 所示。重合剖面的轮廓用细实线绘制。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，如图 1-11(a) 和 (c) 所示。

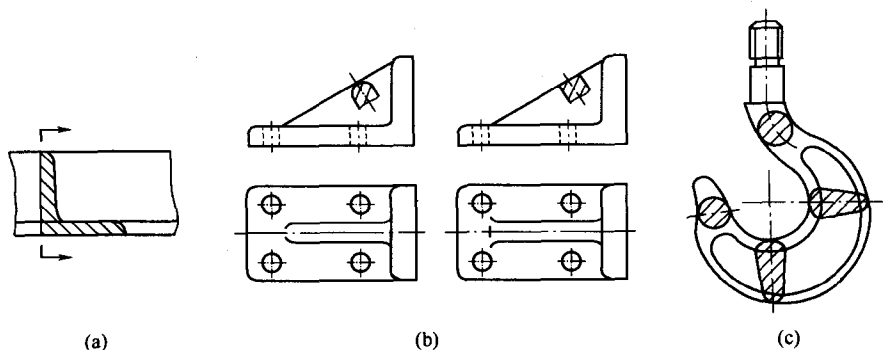


图 1-11 重合剖面

移出剖面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做相应的省略，可参考有关资料。

1.1.3 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。

① 平面立体的尺寸标注（见图 1-12）。

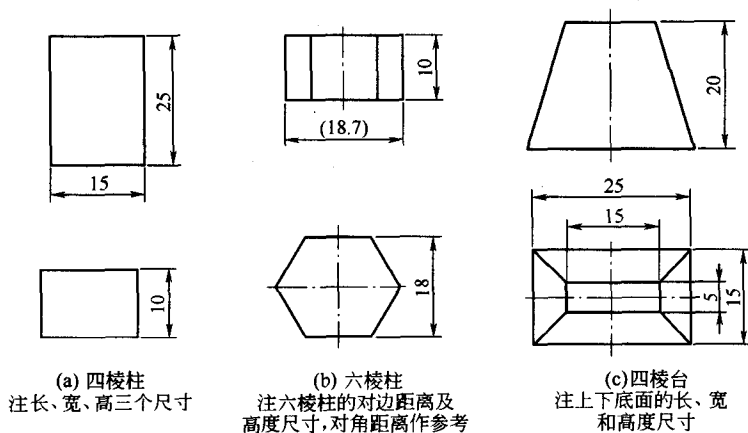


图 1-12 平面立体尺寸标注

② 曲面立体尺寸标注 (见图 1-13)。

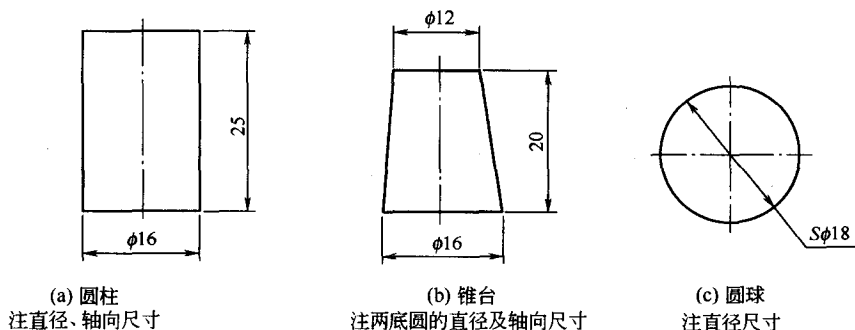


图 1-13 曲面立体尺寸标注

1.1.4 零件图

任何机器或部件都是由若干个零件装配而成。表示零件结构、大小及技术要求的图样，称为零件图。零件图用于反映设计者的意图、表达机器（或部件）对零件的要求，同时要考虑结构的合理性和制造的可能性，是制造和检验零件的依据。图 1-14 是一张座体的零件图。

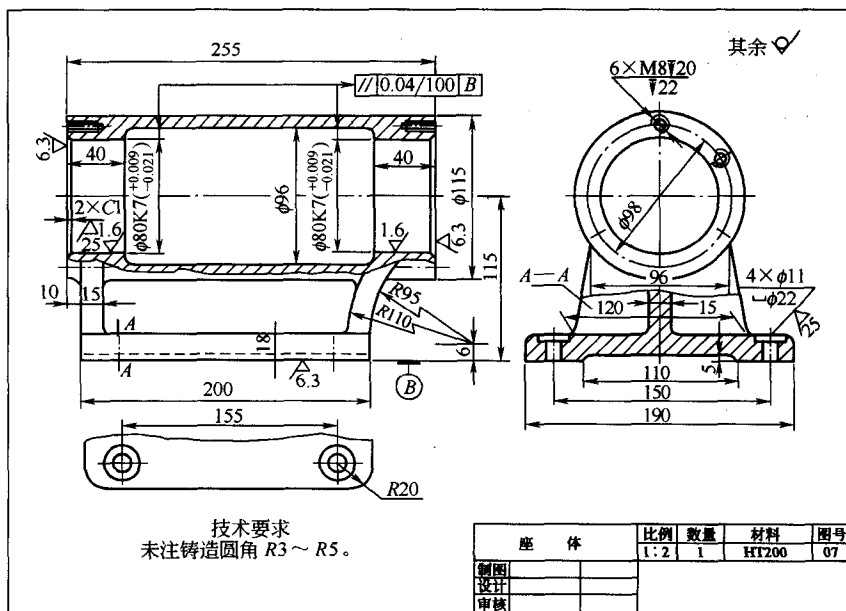


图 1-14 座体的零件图

一张完整的零件图一般应包括如下四方面内容。

(1) 一组图形

综合运用视图、剖视图、剖面图等表达方法，正确、完整、清晰地表达零件的内外结构形状。

(2) 全部尺寸

正确、完整、清晰、合理地标注出零件的全部尺寸。

(3) 技术要求

用代(符)号标注或文字说明零件在制造、检验、装配及调整过程中应达到的要求。如表面粗糙度、尺寸公差、形位公差和热处理要求等。

(4) 标题栏

其中填写零件的名称、材料、数量、比例、图号、设计单位名称以及设计、制图、审核等人员的签名和日期等。

1.1.5 化工工艺图

表达化工生产过程与联系的图样称为化工工艺图。它是化工工艺人员进行工艺设计的主要内容，也是化工工艺安装、指导生产的重要技术文件。化工工艺图主要包括工艺流程图、设备布置图和管路布置图。

(1) 工艺流程图

工艺流程图是用来表达化工生产工艺流程的示意性图样，即按照工艺流程的顺序，将生产中采用的设备和管路从左至右展开画在同一平面上，并附以必要的标注和说明。它主要表示化工生产中由原料转变为成品或半成品的来龙去脉及采用的设备。根据表达内容的详略，化工工艺流程图分为方案流程图和施工流程图。

方案流程图一般仅画出主要设备和主要物料的流程线，用于粗略地表示生产流程。图 1-15 所示为某化工厂空压站岗位的工艺方案流程图。由图中可以看出，

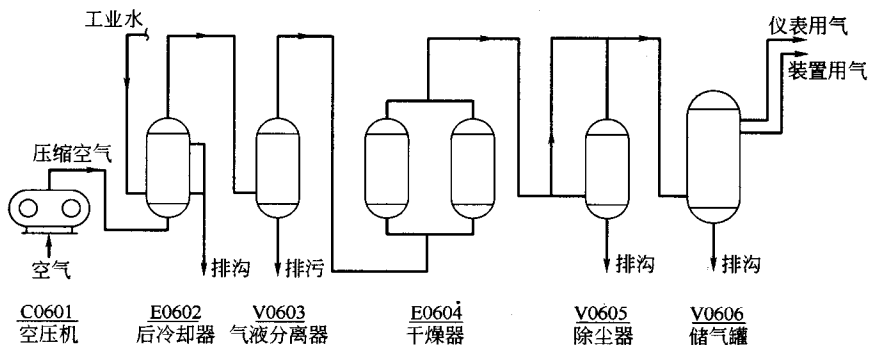


图 1-15 空压站岗位的工艺方案流程图