

职业技能鉴定培训教材

注塑操作工

(初、中级)

蔡恒志 谢树清 王文广 编著

广东省出版集团

广东科技出版社

·广州·

内 容 简 介

本书根据注塑操作工在实际生产中的需要,按照生产流程顺序,重点讲解注塑操作工应会的基础理论知识及应掌握的生产操作技能。主要技能包括:模具安装,开、停机,换料,原料预处理,工艺参数设置与机器操作,制品后处理,制品质量检验,制品缺陷分析与处理。基础理论知识包括:机械识图基础,常用塑料性能工艺条件,注塑机的功能与结构,注塑模基础,注塑机的操作程序与操作界面举例,注塑工艺原理及各工艺参数对成型质量的影响,熔融塑料在模具中的流动特性。

本书着眼于提高注塑操作人员的生产操作技能,侧重实际操作过程及操作技能的讲解,并根据生产实际需要来取舍各理论知识点,尤其对工艺数设置的过程、技巧及相关理论作了详细的介绍。

本书可作为注塑操作及相关工种的职业技能培训教材,也是一本非常实用的工厂内部培训教材。

序 言

目前中国的塑料机械产量位列全球第一,并且已成为塑料机械的出口大国。中国塑料机械行业面临着新的发展机遇。但该行业发展的其中一个制约因素是中国尚缺乏大量熟悉塑料新产品、新工艺、高端塑料机械设备的专业塑料技术人才及塑料机械专业操作技术人才。

《注塑操作工》一书的出版为培养专业塑料技术人才及注塑机操作技术人才提供了一本很好的实用基础教材。该书系统地介绍了塑料材料的特性、塑料机械设备、塑料模具、塑料注射成型工艺和塑料制品缺陷分析等专业基础知识,为全面了解设备、正确使用机器、准确判断和快速低成本解决设备及制品问题、提高企业经济效益提供了许多非常有参考价值的方法和途径。

同时,注塑操作工是国家职业技能鉴定规定的工种之一,按国家劳动部门规定,注塑操作工职业鉴定有一系列的职业技能标准或任职资格条件。该书为有志于参加注塑操作工初、中、高级职业技能鉴定的青年人才提供了一本很好的教材。

参加该书编写的人员有长期从事原料高分子研究人员和长期从事职业技能鉴定培训师,包括教授级高级工程师、深圳市塑胶协会秘书长王文广先生,深圳市劳动和社会保障局职业技能鉴定所、深圳市职业训练学院谢树清老师和从事塑料注射机械和工艺研究实践十余年的蔡恒志先生等。

中国经济的持续快速增长为广大大志青年提供了大展身手的空间。中国塑料机械行业是一个非常前景的行业,我希望有志青年积极投身于中国塑料机械行业的发展。

青年人是祖国的未来。本人借此机会谨对该书的出版表示祝贺,同时对该书作者满怀热忱关心青年人成长的精神表示由衷的敬意。

广东省塑协
注塑专业委员会会长:



2007年8月8日

目 录

第一章 基础知识	1
第一节 机械识图基础	1
一、图线	1
二、投影原理与三视图	2
三、读图方法和尺寸标注	7
第二节 公差与配合	9
一、公差	9
二、配合	12
三、表面粗糙度	12
第三节 安全生产	13
一、生产车间的安全管理	13
二、注塑机的安全操作规程	14
三、安全用电注意事项	15
四、注塑操作工安全生产注意事项	16
第二章 塑料材料的特性	17
第一节 塑料概述	17
一、塑料的特性和分类	17
二、塑料的热力学三态在注塑中的应用	19
三、注塑工艺对塑料分子的取向的影响	21
四、影响注塑工艺的塑料性能	22
第二节 常用塑料的性能	25
一、聚乙烯系 (PE)	25
二、聚氯乙烯 (PVC)	27
三、聚丙烯 (PP)	29
四、聚苯乙烯系 (PS)	31
五、ABS 系塑料	34
六、聚酰胺 (PA)	40
七、聚碳酸酯 (PC)	42
第三章 注塑机与注塑模	46
第一节 注塑机的工作原理	46
第二节 注塑机的结构	48
一、外观与总体结构	48
二、注射装置及其技术参数	48
三、合模装置及其技术参数	53

四、制品顶出机构	56
五、液压系统的结构与相关部件的功能	56
六、注塑机的电气控制系统	58
七、安全防护装置	59
第三节 注塑机动作流程	59
第四节 注塑机的辅助设备	62
一、供料系统	62
二、温度控制系统	64
第五节 模具基础	64
一、注塑模具结构与功能	64
二、模具与注塑机的适配	69
三、模具的安装与调试	70
第四章 注塑成型工艺	73
第一节 成型前的工艺	73
一、原材料的预处理	73
二、嵌件的预热	74
三、机筒的清洗	75
四、脱模剂的选用	75
第二节 熔融塑料的流动特性	76
一、熔融塑料在模腔中流动的速度	76
二、熔融塑料在成型过程中的压力变化	78
三、熔融塑料的流动黏度	80
第三节 工艺参数调整的原理	82
一、机筒温度	83
二、喷嘴温度	86
三、模具温度	86
四、油温	88
五、塑化压力	88
六、注射压力与注射速度	89
七、保压压力	92
八、合模力	94
九、顶出力	94
十、螺杆转速	94
十一、成型周期	96
第四节 制品的后处理	97
一、退火处理	97
二、调湿处理	98
第五章 注塑机操作的常规程序	100
第一节 注塑机的操作流程	100

目 录

一、开机前的准备工作	100
二、注塑机的调试	101
三、停机操作	103
四、原料更换	103
第二节 注塑机控制参数的设定	104
一、注塑机的动作周期	104
二、控制参数的设定	105
第三节 注塑机的保养	110
第六章 注塑机操作实例	114
第一节 台湾弘讯科技 S7 系列操作系统	114
一、面板介绍	114
二、工艺参数设定	115
第二节 意大利 Automata optionjet 操作系统	127
一、面板介绍	127
二、工艺参数设定	128
第七章 常用塑料的注塑工艺条件	138
一、聚乙烯 (PE)	138
二、聚氯乙烯 (PVC)	139
三、聚丙烯 (PP)	140
四、聚苯乙烯 (PS)	142
五、ABS	143
六、聚酰胺 (PA)	146
七、聚碳酸酯 (PC)	149
八、聚甲基丙烯酸甲酯 (PMMA)	152
第八章 注塑制品缺陷分析及解决方法	154
一、斑痕	154
二、制品收缩	159
三、气泡	161
四、制品溢料 (毛刺、披锋)	163
五、成品不完整 (欠注)	165
六、光泽不均	166
七、脱模变形	168
八、结合线	171
九、制品弯曲	172
附录 1 塑料注塑工技能鉴定标准	175
附录 2 注塑操作工基础知识模拟试题及参考答案	180
后记	185

第一章 基础知识

第一节 机械识图基础

一、图线

视图的基本构成要素是图线，所以理解图线的含义及用途是读图的第一步。在同一图样中，同类图线的宽度是一致的。在机械图样中采用粗细两种线宽，它们之间的比例为2:1。根据国家标准（GB/T4457.4—2002），常用图线的名称、类型如表1-1所示。

表 1-1 图线的类型、宽度及其用途

序号	图线名称	图线宽度	图线应用举例（见图1-1）
A	粗实线	b（粗实线的宽度应根据实际需要选取，一般取0.7mm）	可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、剖切符号用线、齿顶圆线
B	细实线	约 b/2	可见过渡线、尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线等
C	波浪线	约 b/2	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线

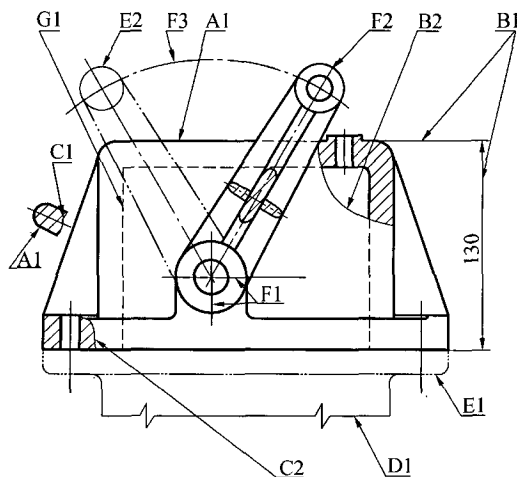


图 1-1 图线应用举例

续表

序号	图线名称	图线宽度	图线应用举例 (见图 1-1)
D	双折线	约 $b/2$	断裂处的边界线、视图与剖视图的分界线
E	双点画线	约 $b/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等
F	点画线	约 $b/2$	轴线、对称中心线等、孔系分布的中心线、剖切线
G	虚线	约 $b/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线

二、投影原理与三视图

1. 投影原理

灯光或太阳光照射物体时,在地面或墙上会产生与原物体相同或相似的影子,人们根据这个自然现象,总结出将空间物体表达为平面图形的方法,即投影法。

最常用的是直角平行投影法,简称正投影法。正投影的投影方向(投影线)垂直于投影面。

正投影的特征具有如下特征如图 1-2 所示。

1) 真实性。当直线或平面图形平行于投影面时,投影反映线段的实长和平面图形的真实形状,见图 1-2 (b)。

2) 积聚性。当直线或平面图形垂直于投影面时,直线段的投影积聚成一点,平面图形的投影积聚成一条线,见图 1-2 (a)。

3) 类似性。当直线或平面图形倾斜于投影面时,直线段的投影仍然是直线段,比实长短;平面图形的投影仍然是平面图形,但不反映平面实形,而是原平面图形的类似形,见图 1-2 (c)。

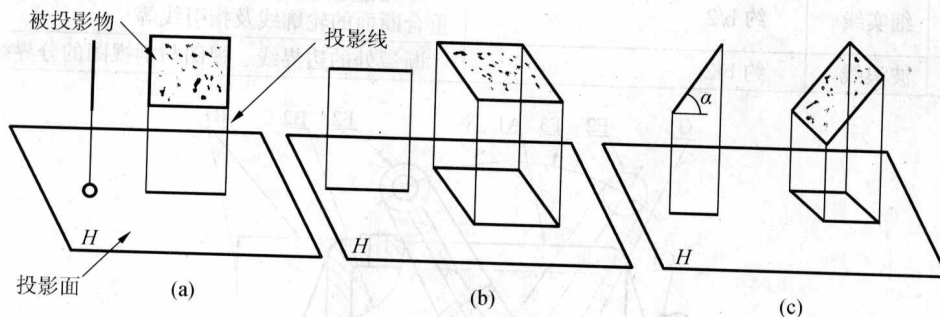


图 1-2 正投影特性

由以上性质可知,在采用正投影画图时,为了反映物体的真实形状和大小及作图方便,应尽量使物体上的平面或直线对投影面处于平行或垂直的位置。

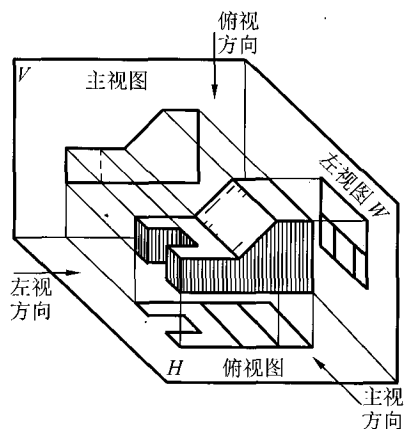
2. 三视图

(1) 三视图的形成

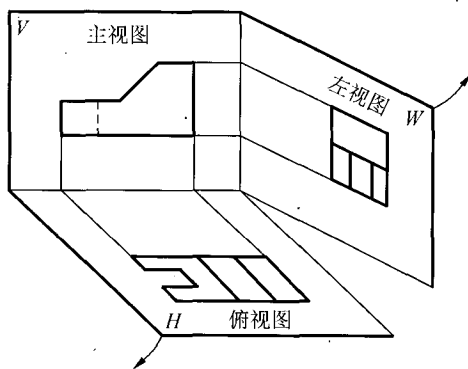
按照正投影法绘制出物体的投影图,又称为视图。为了得到能反映物体真实形状和大小视图,将物体适当地放置在三面投影体系中,如图 1-3 (a) 所示,分别向 V

面、 H 面、 W 面进行投影，在 V 面上得到的投影称为主视图；在 H 面上得到的投影称为俯视图；在 W 面上得到的投影称为左视图。

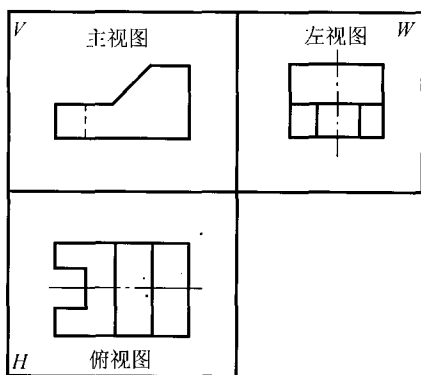
为了符合生产要求，需要把三视图画在一个平面内，即把三个投影面展开，如图1-3 (b)所示。展开方法： V 面不动， H 面绕 OX 轴旋转90度， W 面绕 OZ 轴旋转90度，使 H 、 W 面与 V 面形成同一平面。在旋转过程中，需将 OY 轴一分为二，随 H 面的称为 OY_H ，随 W 面的称为 OY_W 。展开后的三视图，如图1-3 (c)所示。值得注意的是：在生产中不需要画出投影轴和表示投影面的边框，视图按上述位置布置时，不需注出视图名称，如图1-3 (d)所示。



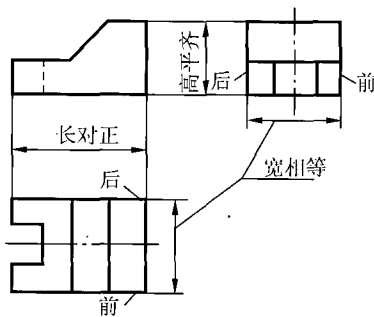
(a) 物体在三投影面体系中的投影



(b) 三投影面的展开方法



(c) 展开后的三视图



(d) 三视图之间的投影规律

图 1-3 三视图的形成

(2) 三视图的投影规律

主视图表达物体的长度和高度；俯视图表达物体的长度和宽度；左视图表达物体的宽度和高度。三视图的投影规律可归纳为三等关系：主、俯视图有长度相等的关系；主、左视图有高度相等的关系；左、俯视图有宽度相等的关系（如图1-4所示）。这种

三等关系有句简单的记忆歌诀：主、俯长对正，主、左高平齐，俯、左宽相等。

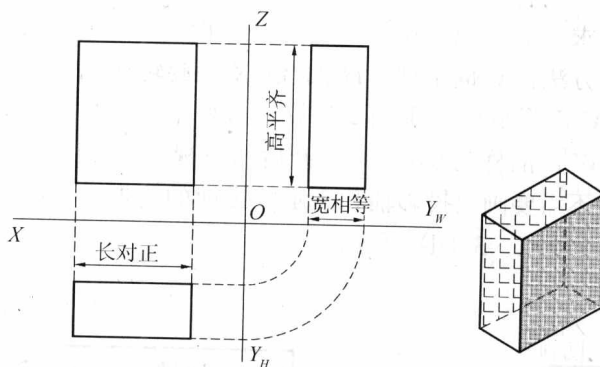


图 1-4 三视图的长、宽、高等量关系

任何物体都有前后、上下、左右 6 个方位。而每个视图只能表示其 4 个方位。在三视图中，主、左视图表示物体的上、下；主、俯视图表示物体的左、右；俯左视图表示物体的前后，如图 1-5 所示。

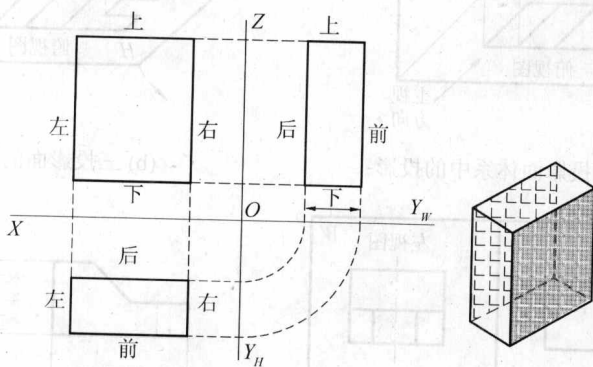


图 1-5 三视图与物体的方位关系

3. 点、线、面的投影特征

(1) 点的投影规律

点的投影仍然是点，如图 1-6 所示。

按照点与三投影面关系，由立体展开成平面，可得出点的三面投影规律：

1) 点的正投影和水平投影的连线垂直于 X 轴，此两投影都反映 X 坐标，表示空间点到侧投影面的距离，即线段 $a_x O$ 。

2) 点的正面投影 a' 和侧面投影 a'' 的连线垂直于 Z 轴，这两个投影都反映空间点的 Z 坐标，即便表示点到水平面的距离，即线段 $a_z O$ 。

3) 点的水平投影到 X 轴的距离等于其侧面投影到 Z 轴的距离，这两个投影都反映

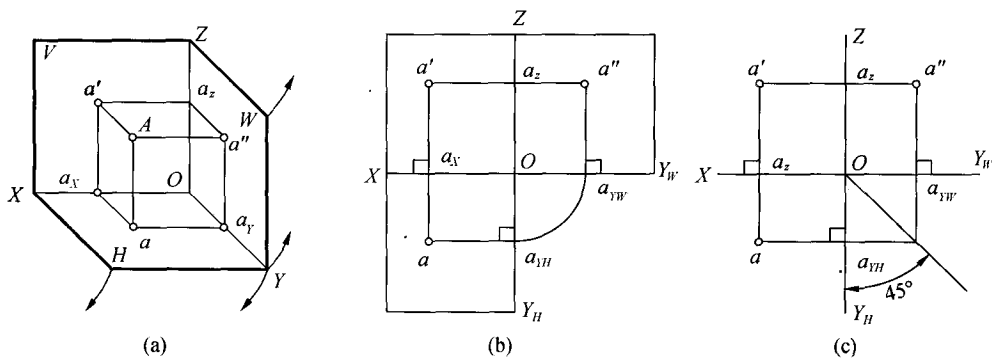


图 1-6 点的投影规律

空间的 Y 坐标, 表示空间点到正投影面的距离, 即线段 a_yO 。

点的投影规律和前面所讲的三视图的画图规则“长对正、高平齐、宽相等”是一致的。

(2) 直线的投影规律

空间两点确定一条空间直线段, 空间直线段的投影形状取决于空间直线段对于一个投影面的位置。位置有倾斜、平行、垂直 3 种, 3 种不同的位置具有不同的投影特性。

1) 收缩性。当直线段 AB 倾斜于投影面时, 如图 1-7 (a), 它在该投影面上的投影 $\overline{ab}$ 长度比空间 AB 线段缩短了, 这种性质称为收缩性。

2) 真实性。当直线段 AB 平行于投影面时, 它在该投影面上的投影与空间 AB 线段相等, 这种性质称为真实性。如图 1-7 (b)。

3) 积聚性。当直线段 AB 垂直于投影面时, 它在该投影面上的投影重合于一点, 这种性质称为积聚性。如图 1-7 (c)。

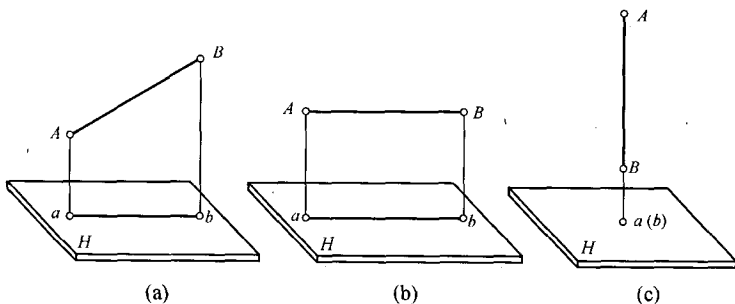


图 1-7 直线的投影规律

(3) 平面的投影

平面形在三面投影体系中的位置可分为 3 种:

1) 一般位置平面 (对于三个投影面都倾斜的平面, 如图 1-8 所示)。由于它对三个投影面都倾斜, 所以三个投影仍为三角形, 且不反映实形, 都比实形缩小了。

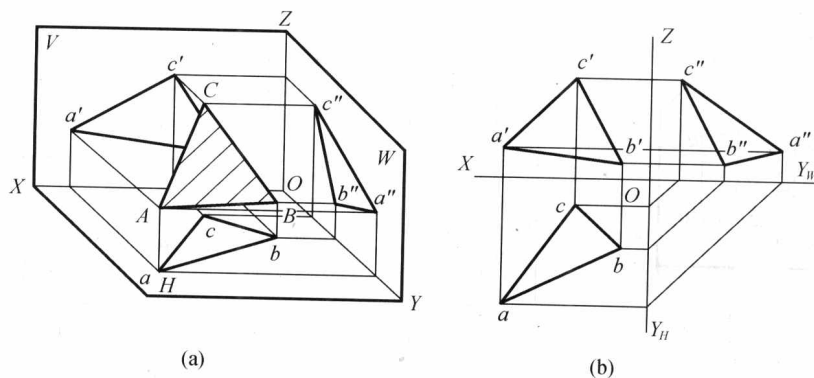


图 1-8 一般平面的投影规律

2) 平行于投影面的平面。平行于一个投影面的平面的投影如图 1-9 所示。具有如下特征：①真实性，平面在平行的投影面上的平面形投影，反映了该平面的实形。②积聚性，平面在另外两个投影面上的投影为直线段（有积聚性）且平行于相应的投影轴。

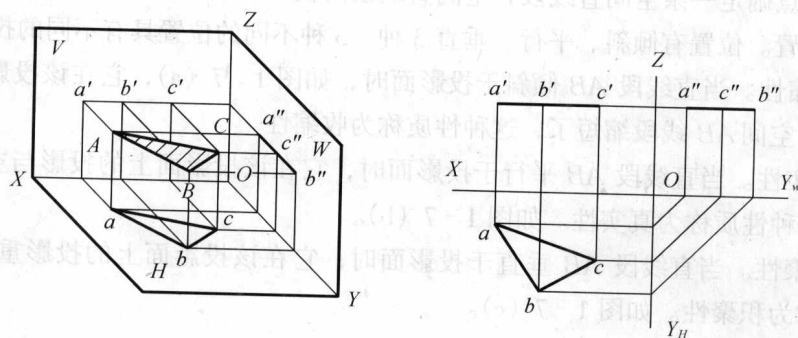


图 1-9 平行于投影面的平面的投影规律

3) 垂直于投影面的平面。仅垂直于一个投影面，而与另外两个投影面倾斜的平面，称为投影面垂直面。其投影如图 1-10 所示，具有如下特征：①积聚性，在其所垂直的投影面上的投影为倾斜直线段。②相仿性，在另外两个投影面上的投影仍为平面形。

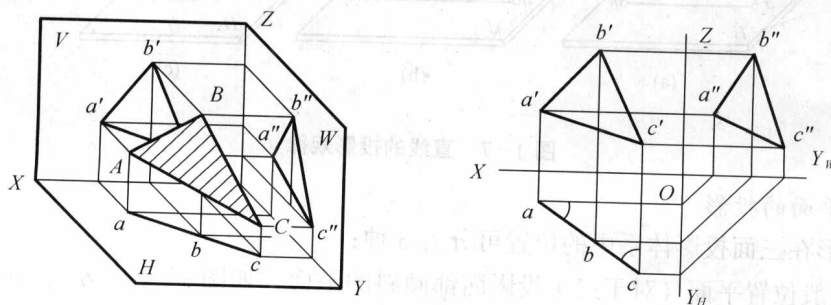


图 1-10 垂直于投影面的平面的投影规律

三、读图方法和尺寸标注

1. 读图方法

根据组合体的视图, 想象出物体的空间形状称为读图。读图的基本方法有形体分析法、线面分析法 2 种。

(1) 形体分析法

运用形体分析法读图时, 首先根据基本形体及其常见组合形式, 将一个视图按照轮廓线构成的封闭线框分解成几个图形, 它们就是各个简单形体表面的一个投影。然后按照投影规律, 找出它们在其他视图上对应的图形, 想象出简单形体的形状。同时, 根据图形特点, 分析出各个简单形体之间的相对位置及叠合、切割等组合方式, 综合想象出整体三维形状。具体读图步骤如下:

1) 看大致、分形体。先大致看一下各个视图, 找出其中一个视图(该视图较容易分成若干简单的线框), 将该视图分解成若干简单图形。一般情况下, 总是从主视图入手, 从较大的线框开始。

2) 对投影、想形状。根据投影关系(借助三角板、分规等制图工具), 逐个找到与各基本形体主视图相对应的俯视图和左视图, 根据各基本形体的三视图想出其形状。想形状时应是: 先看主要部分, 后看次要部分; 先看容易确定的部分, 后看难确定的部分; 先看某一组成部分的整体, 后看细节部分的形状。

3) 合起来, 想整体。在看清每个视图的基础实上, 再根据整体的三视图, 找出它们之间的相对应的位置关系, 逐渐想出整体的形状。

如图 1-11 所示支座, 从主视图对应的几个大线框来看, 可以把支座分成 5 个部分: 左边底部是与圆筒相切的矩形线框、左中部是三角形线框、中间为矩形线框和圆形

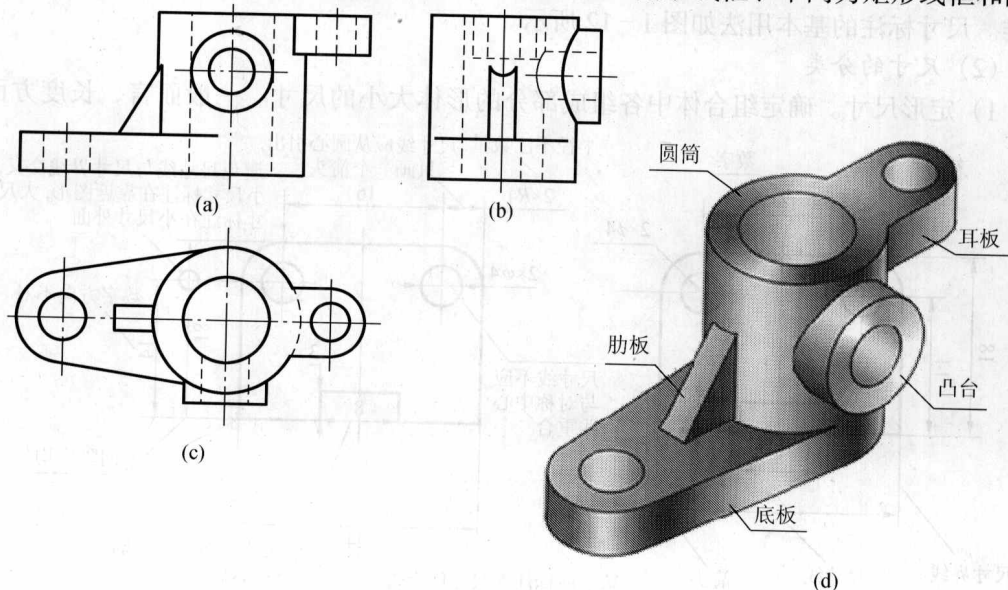


图 1-11 支座三视图及立体图

线框、右部是矩形线框。根据主视图和左视图对照分析可以确定：左边底部是与圆筒相切的底板、左中部是与圆筒相交的肋板、中间为直立圆筒筒和水平圆柱凸台、右部是与圆筒相交的耳板。支座由直立的圆筒、底板、肋板、凸台及耳板 5 部分组成。由 3 个视图作进一步分析可以确定：底板左端面是圆柱面，并开有圆孔，其两侧面与直立圆筒相切；在主、左视图相切处不应该有线，底板顶面在主、左视图上的投影应画到相切处为止；肋板是三棱柱，耳板右端面是半圆柱，肋板和耳板的前、后两侧面均与直立圆筒相交，都有截交线；水平圆柱凸台与直立圆筒垂直相交，两者的内、外表面均有相贯线。

(2) 线面分析法

组合体读图应以形体分析法为主，但有时图形的某一部分难以看懂，可对这些部分作线面分析。

线面分析法读图的步骤：先主后次（先抓主视图，后对其他视图），先易后难（先把容易的基本体结构读懂，比较难懂的部分延后），先局部后整体（逐个基本体分开读，然后综合起来想象整体的空间形状）。

2. 基本几何形体的尺寸标注

视图表达了物体的形状，而形体的真实大小，是由图样上所标注的尺寸决定的，任何物体都有长、宽、高三个方向的尺寸，在视图上标注基本几何形体的尺寸时，应将三个方向的尺寸标注齐全，但每个尺寸只标注一次，应标注在相关视图之间。

(1) 尺寸标注的基本要素

尺寸标注通常包括尺寸界线、尺寸线、箭头和尺寸数字，有时还有尺寸符号。尺寸界线、尺寸线都用细实线表示。尺寸线的终端用箭头表示，但当结构太小，画不下箭头时，可用 45 度斜线代替。尺寸数值的默认单位是毫米（mm）。每一个尺寸都有起点和终点，标注尺寸的起点就是尺寸基准。在组合体三视图中，常沿 X、Y、Z 轴方向，每个方向至少有一个尺寸基准，一般采用对称中心线、轴线和重要的平面及端面作为尺寸基准。尺寸标注的基本用法如图 1-12 所示。

(2) 尺寸的分类

1) 定形尺寸。确定组合体中各组成部分的形体大小的尺寸。一般而言，长度方面

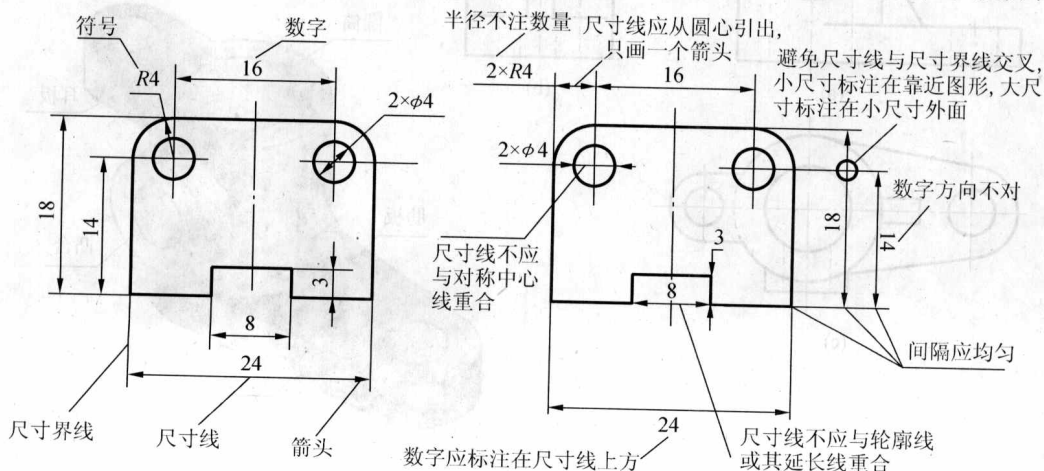


图 1-12 尺寸标注示例

的尺寸常标注在主视图上,有时也标注在俯视图上;宽度方面的尺寸常标注在俯视图上,有时也标注在侧视图上;高度方面的尺寸常标注在主视图上,有时也会标注在侧视图上。

2) 定位尺寸。确定组合体中各组成部分形体之间相对位置的尺寸。

3) 总体尺寸。在组合体中除以上2类尺寸外,还常需要标注出组合体的总体尺寸:总长、总高、总宽尺寸。

第二节 公差与配合

公差与配合是零件图和装配图中一项重要的技术要求,也是检验产品质量的技术指标。国家技术监督局颁布了《极限与配合》GB/T 1800.1—1997、GB/T 1800.2—1998、GB/T 1800.3—1998 等标准。

一、公差

从一批规格相同的零(部)件中任取一件,不经修配,就能装到机器上去,并能保证使用要求,零件具有的这种性质称为互换性。现代化工业要求机器零(部)件具有互换性,这样,既能满足各生产部门广泛的协作要求,又能进行高效率的专业化生产。

(1) 尺寸公差

制造零件时,为了使零件具有互换性,要求零件的尺寸在一个合理范围之内,由此就规定了极限尺寸。制成后的实际尺寸,应在规定的最大极限尺寸和最小极限尺寸范围内。允许尺寸的变动量称为尺寸公差,简称公差。有关公差的术语,以图 1-13 (a) 圆柱孔尺寸 $\phi 30 \pm 0.010$ 为例,说明如下:

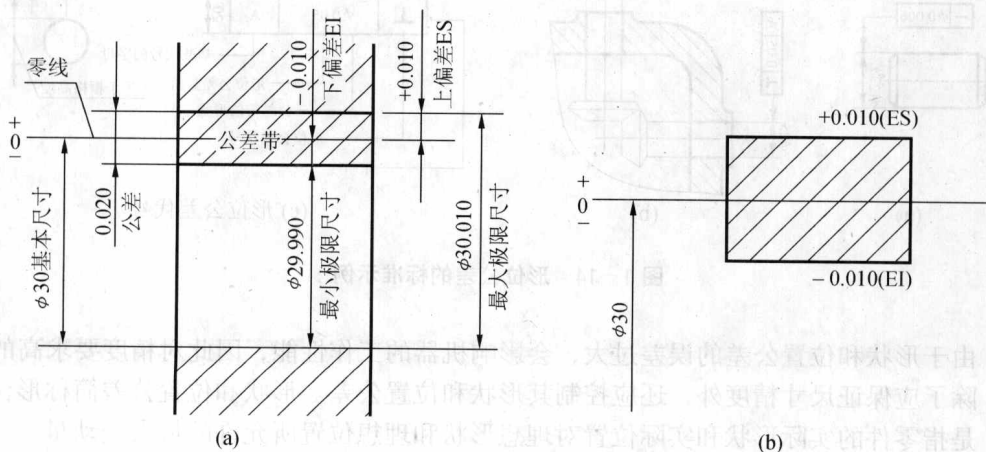


图 1-13 基本尺寸与极限尺寸

1) 基本尺寸。设计给定的尺寸,如 $\phi 30$ 是根据计算和结构上的需要,所决定的尺寸。

2) 极限尺寸。允许尺寸变动的两个极限值，它是以基本尺寸为基数来确定的。如图 1-13 (a) 中孔的最大极限尺寸 $30 + 0.01 = \phi 30.01$ ，最小极限尺寸 $30 - 0.01 = \phi 29.99$ 。

3) 偏差。某一实际尺寸减其基本尺寸所得的代数差。

4) 极限偏差。即指上偏差和下偏差。最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差就是上偏差，最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差即为下偏差。

5) 尺寸公差（简称公差）允许尺寸的变动量。即最大极限尺寸与最小极限尺寸之差，也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。

6) 零线。在公差带图（极限与配合图解）中确定偏差的一条基准直线，即零偏差线。通常以零线表示基本尺寸。

7) 公差带。在公差带图中，由代表上、下偏差的两条直线所限定的区域。图 1-13 (b) 就是图 1-13 (a) 的公差带图。

(2) 形状和位置公差

在零件加工过程中，不仅会产生尺寸误差，也会出现形状和相对位置的误差，如加工轴时可能会出现轴线弯曲或一头粗、一头细的现象，这种现象属于零件形状误差。如图 1-14 (b) 所示，为了保证滚柱工作质量，除了注出直径的尺寸公差 ($\phi 12_{-0.017}^{+0.006}$) 外，还需要标注滚柱轴线的形状公差 $\boxed{\text{—}} \phi 0.006$ ，这个代号表示滚柱实际轴线直线度误差，必须控制在直径 $\phi 0.006$ mm 的圆柱面内。又如图 1-13 (b) 所示，箱体上两个孔是安装锥齿轮轴的孔，如果两孔轴线歪斜太大，就会影响锥齿轮的啮合传动。为了保证正常的啮合，应该使两孔轴线保持一定的垂直位置，所以要标注上垂直度要求，图中 $\boxed{\perp} 0.05$ 说明一个孔的轴线，必须位于距离为 0.05 mm、且垂直于另一个孔的轴线的两平行平面之间。

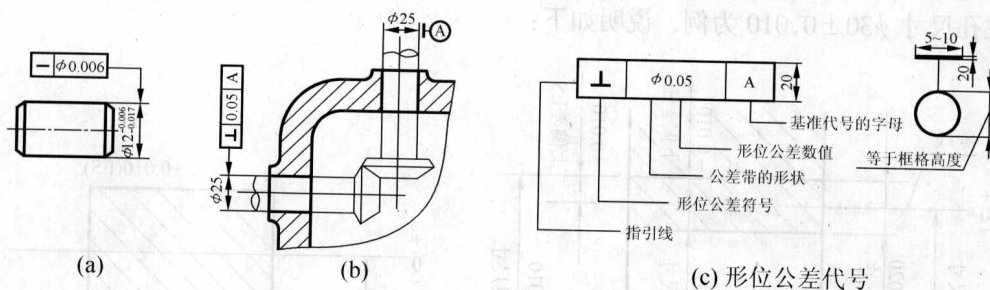


图 1-14 形位公差的标准示例

由于形状和位置公差的误差过大，会影响机器的工作性能，因此对精度要求高的零件，除了应保证尺寸精度外，还应控制其形状和位置公差。形状和位置公差简称形位公差，是指零件的实际形状和实际位置对理想形状和理想位置所允许的最大变动量。

(3) 形状和位置公差的代号

GB/T 1182—1996 规定用代号来标注形状和位置公差。形位公差的各项目的符号见表 1-2。

表 1-2 形状和位置公差项目符号

分类	特征项目	代号	分类	特征项目	代号
形状公差	直线度		位置公差	平行度	
	平面度			垂直度	
	圆 度			倾斜度	
	圆柱度			同轴度	
形状公差或位置	线轮廓度		位置公差	对称度	
	面轮廓度			位置度	
				圆跳动	
				全跳动	

(4) 形位公差标注示例

图 1-15 所示是一根气门阀杆，从图中可以看到，当被测定的要素为线或表面时，从框格引出的指引线箭头，应指在该要素的轮廓线或其延长线上。当被测要素是轴线时，应将箭头与该要素的尺寸线对齐，如 M8×1 轴线的同轴度标注法。当基准要素是轴线时，应将基准符号与该要素的尺寸线对齐，如基准 A。

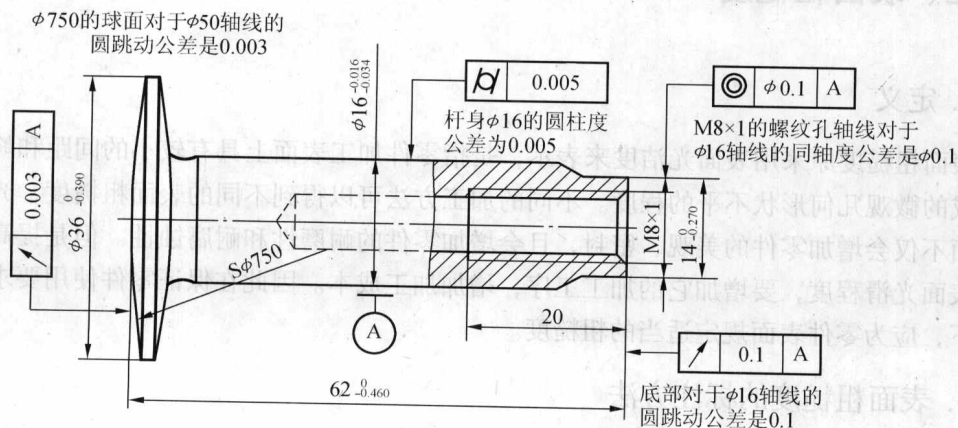


图 1-15 形位公差标注实例