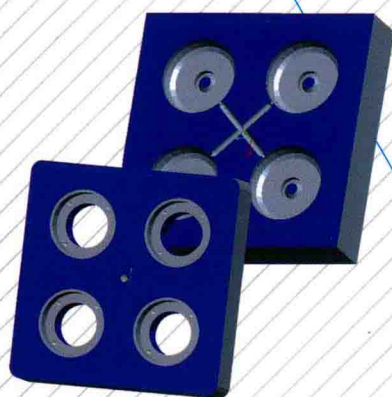


普通高等教育规划教材

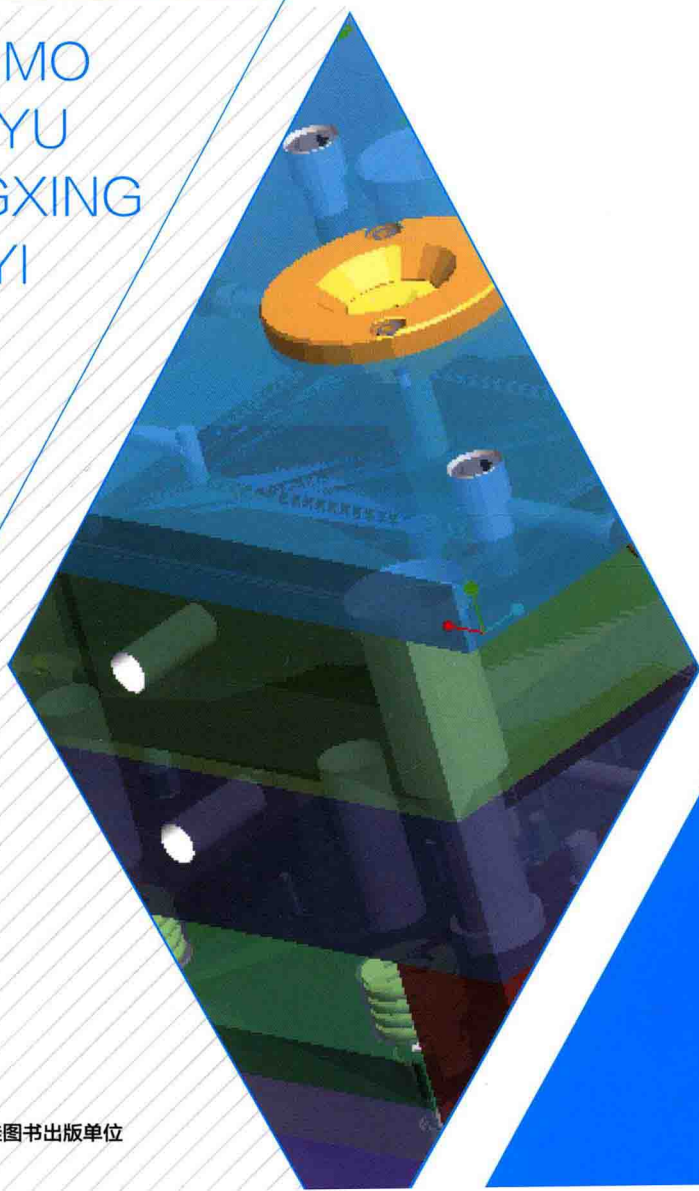
注塑模 设计与成型工艺

主编◎董艺 潘健怡 范淇元

ZHUSUMO
SHEJI YU
CHENGXING
GONGYI



本教材配软件
操作视频



图例 (T) 目录图

普通高等教育规划教材

注塑模设计与成型工艺

主 编:董 艺 潘健怡 范淇元

副主编:陈庆芳 成 玲 谢江怀

参 编:刘 睿 覃羨烘 蒙启泳

主 审:林 颖



中国轻工业出版社

图书在版编目(CIP)数据

注塑模设计与成型工艺/董艺,潘健怡,范淇元主

编.—北京:中国轻工业出版社,2016.6

普通高等教育规划教材

ISBN 978-7-5184-0949-5

I. ①注… II. ①董… ②潘… ③范… III. ①注塑—

塑料模具—高等学校—教材②塑料成型—高等学校—教材

IV. ①TQ320.66

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 109270 号

责任编辑:杨晓洁

策划编辑:王 淳

责任终审:孟寿萱

封面设计:锋 尚

版式设计:宋振全

责任校对:燕 杰

责任监印:马金路

出版发行:中国轻工业出版社(北京东长安街6号,邮编:100740)

印 刷:三河市万龙印装有限公司

经 销:各地新华书店

版 次:2016年6月第1版第1次印刷

开 本:787×1092 1/16 印张:15.75

字 数:363千字

书 号:ISBN 978-7-5184-0949-5 定价:34.00元

邮购电话:010-65241695 传真:65128352

发行电话:010-85119835 85119793 传真:85113293

网 址:<http://www.chlip.com.cn>

Email:club@chlip.com.cn

如发现图书残缺请直接与我社邮购联系调换

160346J1X101ZBW

前 言

模具是机械工业领域里重要的工艺装备,利用模具生产的产品具有精度高、一致性好和成本低的特点,因而在工业生产中得到广泛应用。模具种类多,其中注塑模在模具行业中所占比重较大,是当下的主流模具之一。

模具设计是模具生产的基础。在目前的模具设计过程中,数字化技术得到普及,即在传统模具设计的基础上,充分应用 CAD 技术来完成模具设计。这就要求模具设计人员既要有机械制图、机加工工艺、塑料成型工艺、模具结构等理论知识与实践经验,又要具备熟练应用软件的能力。

本书作者立足模具应用型人才的培养,借鉴广东省一线模具企业的经验,参照国家模具设计师(注塑模)三级职业资格的标准,在总结多年模具教学活动和开展模具设计师考证培训工作经验的基础上,编写了本书。

本书共 5 章,涵盖了注塑模设计的理论和实践两大部分内容。第 1 章为机械制图基础知识,选编了模具设计中常用的最新制图标准;第 2 章为注塑模具设计基础知识,介绍了塑料、注射成型工艺及设备、模架类型和结构、材料的选用、注塑模成型零件和各机构的设计等;第 3 章至第 5 章为软件操作部分,以模具设计工作过程为导向,用图解的形式详细讲解了注塑模的设计,其中第 3 章为基于 AutoCAD 的注塑模设计流程,第 4 章为基于 PRO/E 的注塑模设计流程,第 5 章则是将前述两种软件的使用有机结合起来,为当前大型模具企业采用的典型的模具设计模式。附录选编了模具设计师(注塑模)考证的有关内容,包括鉴定方式、能力要求、样题等。所有软件操作实例均附有光盘演示二维码,可供读者参考。

本书的特点是将注塑模设计所需的理论基础和软件操作技能进行了整合,并以实例形式呈现出来,系统化了模具设计知识,对于初学者有较好地指导作用,适合应用型本科及高职院校学生使用,也可作为模具设计初学者或者模具设计师三级考证人员自学参考用书。

本书第 1、3、4、5 章由华南理工大学广州学院董艺编写,第 2 章由华南理工大学广州学院潘健怡编写,附录由华南理工大学广州学院范淇元编写。软件操作视频内容由华南理工大学广州学院董艺负责录制,全书由董艺主编并负责全书的统稿及修改。

本书由华南理工大学林颖教授主审。

本书在编写过程中得到了 PTC 公司和 Autodesk 公司提供的软件支持,广东省职业技能鉴定中心模具鉴定所和广东省模具工业协会有关专家以及兄弟院校老师们的帮助,在此一并致以衷心的感谢。同时感谢所有参考文献的作者。

由于编者水平有限,书中难免存在不当和错误之处,恳请广大读者批评指正。

编者
2016 年 3 月

目 录

第1章 机械制图基础知识	1
1.1 机械制图国家标准基本规定	1
1.1.1 图纸幅面与格式	1
1.1.2 绘图比例	2
1.1.3 字体(GB/T14691—1993)	2
1.1.4 图线	2
1.2 零件的表达	3
1.2.1 视图	3
1.2.2 剖视图	8
1.2.3 断面图	10
1.2.4 其他表达方法	12
1.3 尺寸与公差的标注	13
1.3.1 尺寸标注	13
1.3.2 公差标注	16
1.3.3 表面粗糙度的标注	19
1.4 装配图和零件图	20
1.4.1 装配图	20
1.4.2 零件图	21
1.4.3 由装配图拆画零件图	22
1.5 CAD 技术	22
1.5.1 CAD 简介	22
1.5.2 CAD 软件	23
1.5.3 CAD 技术在模具中的应用	23
第2章 注塑模具设计基础知识	25
2.1 塑料	25
2.1.1 塑料的组成	25
2.1.2 塑料的性能与用途	26
2.1.3 注塑成型原理	28
2.1.4 塑料的工艺特性	29
2.1.5 塑料的成型特性	30
2.2 注射成型工艺	32
2.2.1 注射成型工艺过程	32
2.2.2 注塑成型工艺参数	33

2.3	注塑模与注射机	35
2.3.1	注塑模具的基本结构	36
2.3.2	注塑模的分类	36
2.3.3	注塑机	39
2.3.4	注塑机的选用	43
2.4	注塑成型模具标准模架	47
2.4.1	标准模架的结构及组成	47
2.4.2	标准模架的分类	49
2.5	注塑模设计	52
2.5.1	塑件的结构工艺性	52
2.5.2	注塑模的排位	58
2.5.3	分型面的设计	59
2.5.4	成型零件的设计	62
2.5.5	浇注系统的设计	65
2.5.6	推出机构设计	74
2.5.7	复位机构的设计	81
2.5.8	导向机构的设计	83
2.5.9	侧向抽芯机构的设计	85
2.5.10	冷却系统的设计	95
2.6	注塑模具材料的选用	98
2.6.1	对模具零件材料的要求	98
2.6.2	注塑模具材料的合理选用	98
第3章	基于 AutoCAD 的注塑模设计流程	100
3.1	塑件分析	100
3.1.1	塑件图	100
3.1.2	塑件分析	100
3.2	成型零件设计	101
3.2.1	产品收缩率设置	101
3.2.2	拆面	102
3.2.3	型腔排位	103
3.2.4	创建模仁	104
3.3	标准模架设计	108
3.3.1	调用标准模架	108
3.3.2	装配模仁	110
3.3.3	修改 A/B 板	111
3.4	模具总装图设计	113
3.4.1	浇注系统设计	113
3.4.2	推出系统设计	117

3.4.3 冷却系统设计	120
3.4.4 紧固系统设计	129
3.4.5 总装图尺寸标注	131
3.4.6 BOM 设计	133
3.5 拆画模具零件图	137
3.5.1 拆画动模仁	137
3.5.2 拆画定模仁	137
3.5.3 拆画型芯	138
第4章 基于 PRO/E 的注塑模设计流程	139
4.1 创建文件	139
4.1.1 创建工作目录	139
4.1.2 建立零件模型	140
4.2 模具设计流程	141
4.2.1 装配参考模型	141
4.2.2 添加收缩率	143
4.2.3 添加工件	143
4.2.4 创建分型面	146
4.2.5 分割体积块	149
4.2.6 抽取体积块	151
4.2.7 浇注系统设计	152
4.2.8 保存数据	155
4.3 EMX6.0 模块应用	156
4.3.1 加载模架	156
4.3.2 加载模具设备	162
4.3.3 推出系统设计	165
4.3.4 冷却系统设计	169
4.3.5 紧固件设计	178
4.3.6 数据保存与备份	181
4.3.7 工程图	181
第5章 典型实例的注塑模设计	182
5.1 零件分析	182
5.1.1 产品图	182
5.1.2 塑件分析	182
5.2 成型零件三维设计	183
5.2.1 建立工作目录	183
5.2.2 建立塑件模型	183
5.2.3 模具设计准备	186
5.2.4 装配参考模型	187

5.2.5	添加收缩率	188
5.2.6	添加工件	188
5.2.7	创建分型面	190
5.2.8	分割体积块	195
5.2.9	抽取体积块	196
5.2.10	浇注系统设计	197
5.2.11	保存数据	199
5.3	工程图	199
5.3.1	剖面设计	199
5.3.2	打开绘图模块	200
5.3.3	绘制视图	201
5.4	模具总装图设计	207
5.4.1	加载模架	207
5.4.2	装配模仁	208
5.4.3	浇注系统设计	210
5.4.4	推出系统设计	213
5.4.5	冷却系统设计	216
5.4.6	紧固系统设计	220
5.4.7	总装图尺寸标注	224
5.4.8	BOM 设计	224
5.5	拆画模具零件图	226
附录 1	模具设计师(注塑模)简介	228
1	模具设计师简介	228
1.1	模具设计师职业简介	228
1.2	模具设计师的鉴定	228
1.2.1	申报条件	228
1.2.2	鉴定方式	229
1.2.3	操作技能考核设计工具	229
1.2	模具设计师能力要求	230
2.1	模具设计师基本要求	230
2.2	三级模具设计师(注塑模)工作能力要求	230
2.3	三级模具设计师(注塑模)考核纲要	232
2.4	操作技能考核评分标准	232
附录 2	模具设计师(注塑模)理论考试样题	234
附录 3	模具设计师(注塑模)操作技能考试样卷	239
附录 4	模具设计师(三级)操作技能训练练习实例	241
参考文献		243

第 1 章 机械制图基础知识

1.1 机械制图国家标准基本规定

1.1.1 图纸幅面与格式

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 所规定的五种基本幅面。图框必须用粗实线，其格式分为不留装订边和留装订边，留有装订边的图纸的图框格式如图 1-1 (a) (b) 所示，不留装订边的图纸的图框格式如图 1-1 (c) (d) 所示，其尺寸按表 1-1 规定选用，同一产品的图纸只能采用一种格式。

标题栏的位置一般应位于图纸的右下角。标题栏主要包括制件信息，如产品名称、产品代号、产品材料和产品重量等；设计者信息如单位、设计者和校对者姓名；制图信息，如绘图比例和投影方法等。

一般情况下，标题栏中的文字方向为看图方向。

表 1-1 图幅与图框规定 (GB/T 14689—2008)

幅面代号	幅面尺寸	周边尺寸		
	$B \times L$	a	c	e
A0	841 × 1189	25	10	20
A1	594 × 841			
A2	420 × 594			
A3	297 × 420		5	10
A4	210 × 297			

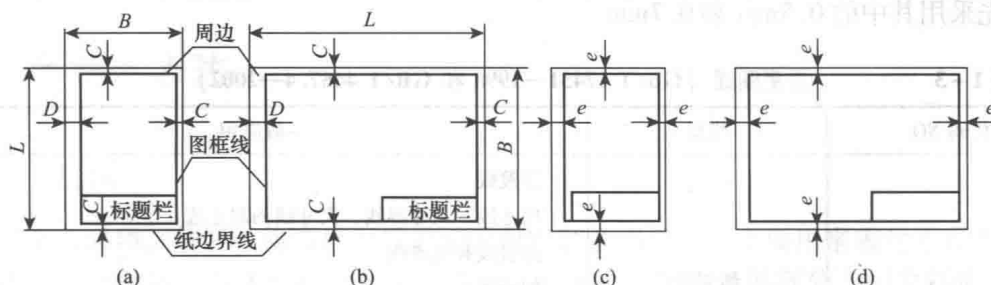


图 1-1 图框样式

1.1.2 绘图比例

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

绘制图样时，一般应选用表 1-2 中规定的比例。同一制件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏的比例一栏中填写。当某个视图采用不同比例时，必须单独标注。

表 1-2 绘图比例 (GB/T14690—1993)

种类	比例	
	优先选取	允许选取
原值比例	1:1	
放大比例	2:1 5:1 1×10n:1 2×10n:1 5×10n:1	2.5:1 4:1 2.5×10n:1 4×10n:1
缩小比例	1:2 1:5 1:1×10n 1:2×10n 1:5×10n	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5×10n 1:2.5×10n 1:3×10n 1:4×10n 1:6×10n

1.1.3 字体 (GB/T14691—1993)

图样中书写的字体必须做到：字体工整，笔画清楚，间隔均匀，排列整齐。

字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。

汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

字母和数字分 A 型和 B 型，A 型： $d/h = 1/14$ ，B 型： $d/h = 1/10$ ，其中 d 为字体的笔画宽度， h 为字体高度。同一图样上，只允许使用一种形式的字体。

1.1.4 图线

工程图样是用不同形式的图线画成的。国家标准规定了图线的名称、形式、尺寸、一般应用及画法规则等。模具设计中常用图线线型见表 1-3，图线线宽有粗细 2 种，两者之间的比例为 2:1。对应的粗线宽度有 0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2.0mm，一般优先采用其中的 0.5mm 和 0.7mm。

表 1-3 常用图线 (GB/T 17451—1998 和 GB/T 4457.4—2002)

代码 NO.	线型	一般应用
01.1	细实线	过渡线 尺寸线、尺寸界线、尺寸线的起止线 指引线和基准线 剖面线 短中心线 螺纹牙底线 重复要素表示线，如齿根线

续表

代码 NO.	线型	一般应用
01. 1	波浪线 	断裂处边界线 视图与剖视图的分界线
	双折线 	断裂处边界线 视图与剖视图的分界线
01. 2	粗实线 	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线 螺纹牙顶线、螺纹长度线 模样分型线 剖切符号线 齿顶圆线
02. 1	细虚线 	不可见棱边线、不可见轮廓线
02. 2	粗虚线 	允许表面处理的表示线
04. 1	细点划线 	轴线、对称中心线 分度圆线 孔系分布的中心线 剖切线
04. 2	粗点划线 	限定范围内表示线
05. 1	双点划线 	相邻辅助零件的轮廓线 可动零件的极限位置的轮廓线 成型前轮廓线 毛坯图中制成品的轮廓线 工艺用结构的轮廓线 中断线

1.2 零件的表达

1.2.1 视图

视图是采用正投影法将零件向投影面投射得到的图形。它主要用来表达零件的结构和形状，一般只画出零件的可见部分，必要时用虚线表达不可见部分。国家标准 GB/T 4458.1—2002 规定视图有基本视图、向视图、局部视图和斜视图四种。

1.2.1.1 基本视图

把零件放在正六面体中，六个面作为基本投影面。将零件向这六个面投影所得到的

视图即基本视图，如图 1-2 所示。六个视图展开后，按规定放置（即标准配置），不需要单独进行标注。基本视图的名称及配置关系，如图 1-3 所示。

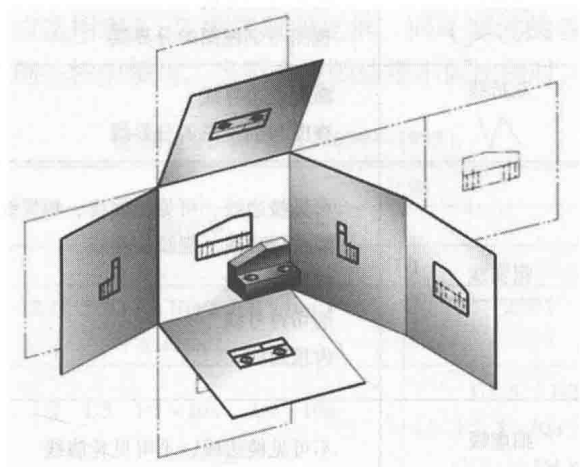


图 1-2 基本视图的形成及投影面的展开方法

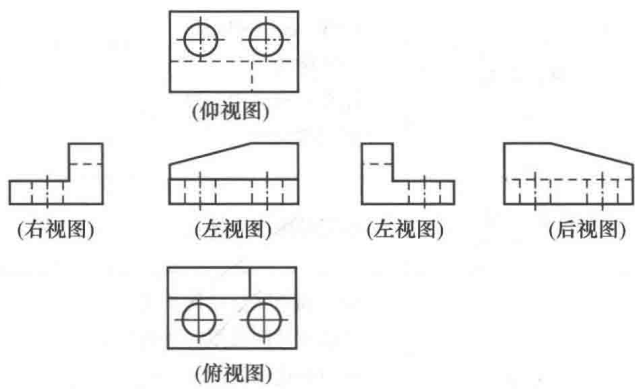


图 1-3 基本视图的配置关系

在完整清晰地表达出零件形状和结构的前提下，应选用尽可能少的基本视图，力求制图简便。常用的基本视图为三视图，即主视图（正视图）、俯视图、左视图（侧视图）。三视图能反映零件上、下、左、右、前、后六个方位的对应关系。主视图的轮廓线表示上、下、左、右四个方位；左视图的轮廓线表示上、下、前、后四个方位；俯视图的轮廓线表示前、后、左、右四个方位。规定左右为长，上下为高，前后为宽。三视图的投影关系遵循“长对正、高平齐、宽相等”的投影原则。靠近主视图的一侧为零件的后面，远离主视图的一侧为零件的前面。

1.2.1.2 向视图

向视图是基本视图的另一种表达方式，是自由配置的视图。向视图的投射方向应与基本视图的投射方向一一对应，尽量配置在主视图上。向视图需要标注，一般在视图附

近用箭头指明投影方向，并标注大写字母。然后在向视图上方标注同一大写字母，如图 1-4 所示。

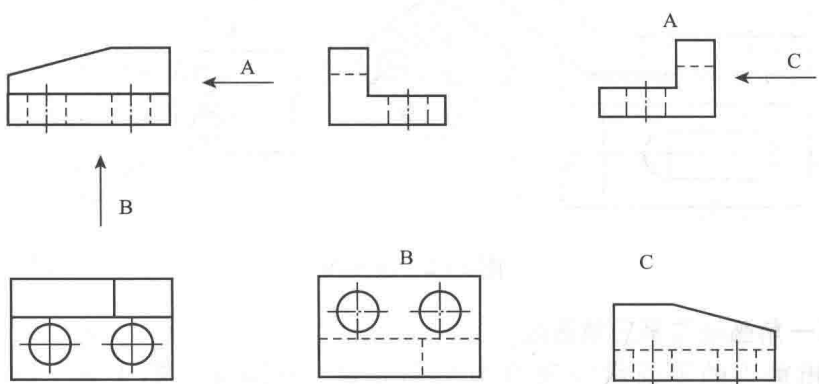


图 1-4 向视图的配置

1.2.1.3 局部视图

将零件的某一部分向基本投影面投射所得的视图称为局部视图。局部视图需要标注，方法与向视图类似。局部视图用波浪线表示与其他部分的分界线，若局部为完整结构，外轮廓线封闭，则可省略波浪线，如图 1-5 所示。

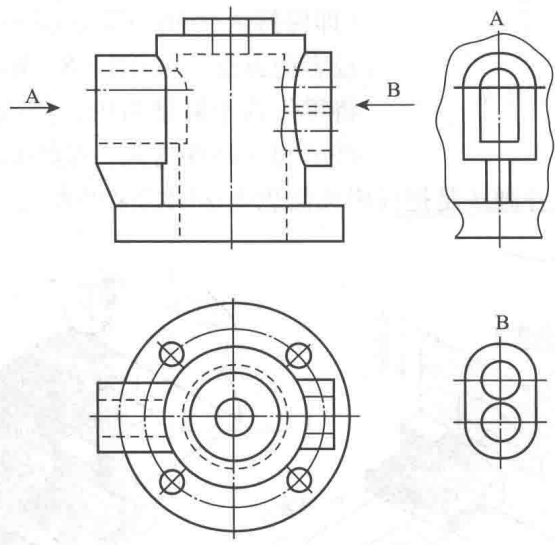


图 1-5 局部视图

1.2.1.4 斜视图

将零件向不平行于基本投影面的平面投射所得的视图，称为斜视图。斜视图需要标注，方法与向视图类似。允许将斜视图旋转配置，但应在视图上方注明，如图 1-6 所示。

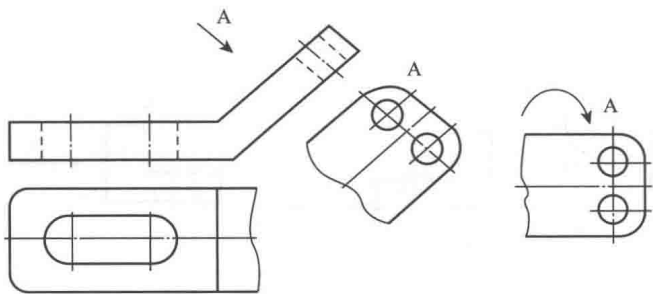


图 1-6 斜视图

1.2.1.5 第一角画法与第三角画法

三个互相垂直的平面将空间分为八个分角，分别称为第Ⅰ角、第Ⅱ角、第Ⅲ角……，如图 1-7 所示。这个体系即为三投影面体系，在这个体系中，正立投影面称为正面，用 V 标记（也称 V 面）；水平位置的投影面称为水平面，用 H 标记（也称 H 面）；右边的侧立投影面称为侧面，用 W 标记（也称 W 面）。

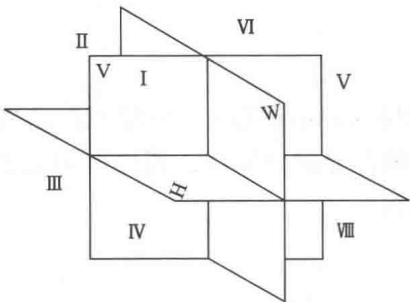


图 1-7 三面投影体系

如图 1-8 (a) 所示，第一角画法是使零件置于第Ⅰ角内，使零件处于观察者与投影面之间（即保持人→物→投影面的位置关系）而得到正投影的方法。如图 1-8 (b) 所示，第三角画法是使零件置于第Ⅲ角内，使投影面处于观察者与零件之间（即保持人→投影面→物的位置关系）而得到正投影的方法，这种画法是把投影面假想成透明的来处理的。

得到正投影的方法，这种画法是把投影面假想成透明的来处理的。

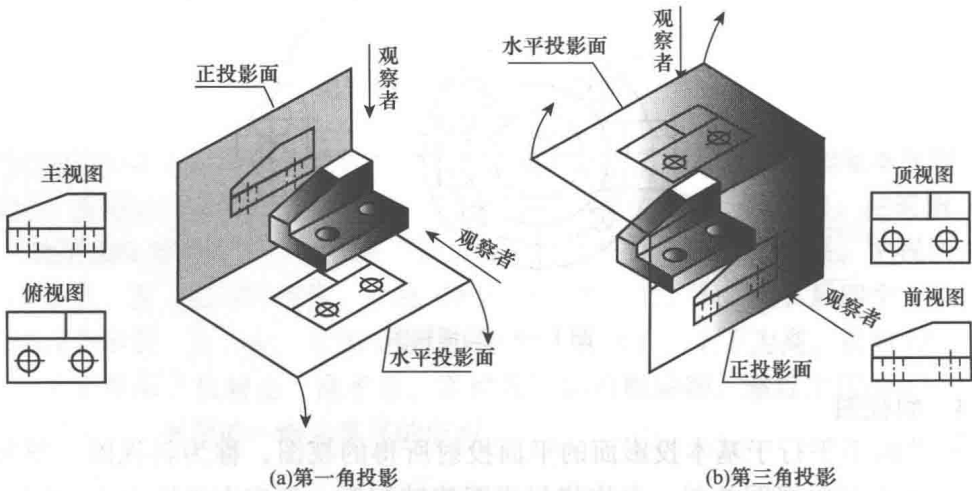


图 1-8 第一角画法与第三角画法

第一角画法与第三角画法的投影面展开方式及视图配置如图1-9、图1-10所示。从图中可以看出,两种画法的视图名称和基本视图位置关系不同,反映零件的部位也有所不同,但各组视图都表达了零件各个方向的结构和形状。两种画法都遵循“长对正,高平齐,宽相等”的投影规律。零件上各结构的方位关系判断如下:“上下、左右”的方位关系判断方法一样;前后方位关系刚好相反,第一角画法,以“主视图”为准,除后视图以外的其他基本视图,远离主视图的一方为零件的前方,反之为零件的后方,简称“远离主视是前方”;第三角画法,以“前视图”为准,除后视图以外的其他基本视图,远离前视图的一方为零件的后方,反之为零件的前方,简称“远离前视是后方”。

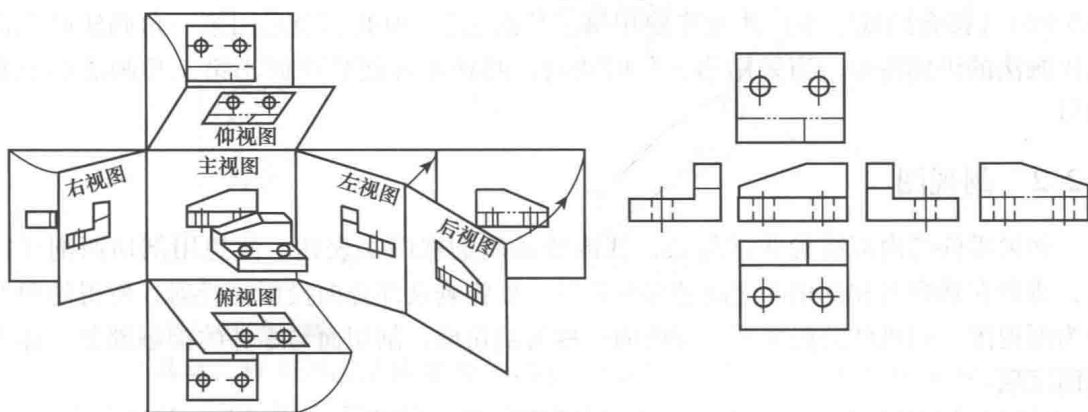


图1-9 第一角画法视图

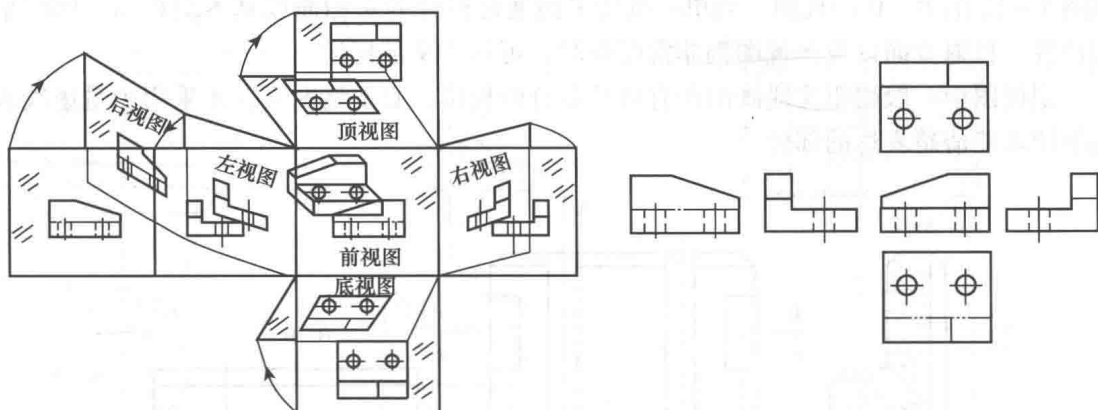


图1-10 第三角画法视图

第一角画法与第三角画法可以相互转化:主视图(或前视图)不动,将主视图(或前视图)周围上和下、左和右的视图对调位置(包括后视图),即可将一种画法转化成另一种画法。

ISO 国际标准中规定,应在标题栏附近中画出所采用画法的识别符号。第一角画法

的识别符号如图 1-11 (a) 所示, 第三角画法的识别符号如图 1-11 (b) 所示。日本、西欧、美国、我国港台地区均采用第三角画法。

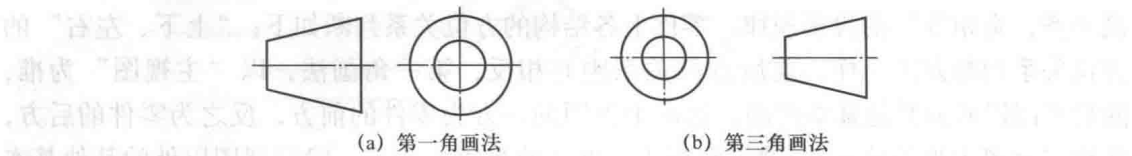


图 1-11 两种角画法的识别符号

国家标准 GB/T 14692—2008 规定采用第一角画法, 将第三角画法列入标准的附录, “必要时 (按合同规定等) 才允许使用第三角画法”。因此, 当采用第一角画法时无需标出画法的识别符号。当采用第三角画法时, 必须在标题栏中画出第三角画法的识别符号。

1.2.2 剖视图

如果零件的内部结构非常复杂, 就需要采用剖视图来表达。假想用剖切面剖开零件, 将处在观察者和剖切面之间的部分移开, 而将剩余部分向投影面投射, 所得的图形称为剖视图。切机件的假想平面或曲面, 称为剖切面, 剖切面与零件的接触部分, 称为剖面区域。

剖视图除了视图外, 还应包含剖切位置标记、剖面符号、投影方向等要素, 如图 1-12 所示。剖视图一般按投影关系配置, 如图 1-12 的 A—A 剖视图, 如果中间没有其他图形隔开时, 还可省略箭头; 也可根据图面布局将剖视图配置在其他适当位置, 如图 1-12 的 B—B 剖视图。当单一剖切平面通过机件的对称面或基本对称面, 同时剖切位置、投射方向以及剖视图都非常明确时, 可省去全部标注。

剖视图中一般用粗实线画出所有可见部分的投影, 必要情况下, 才采用少量虚线表达剖切未能清楚表达的部位。

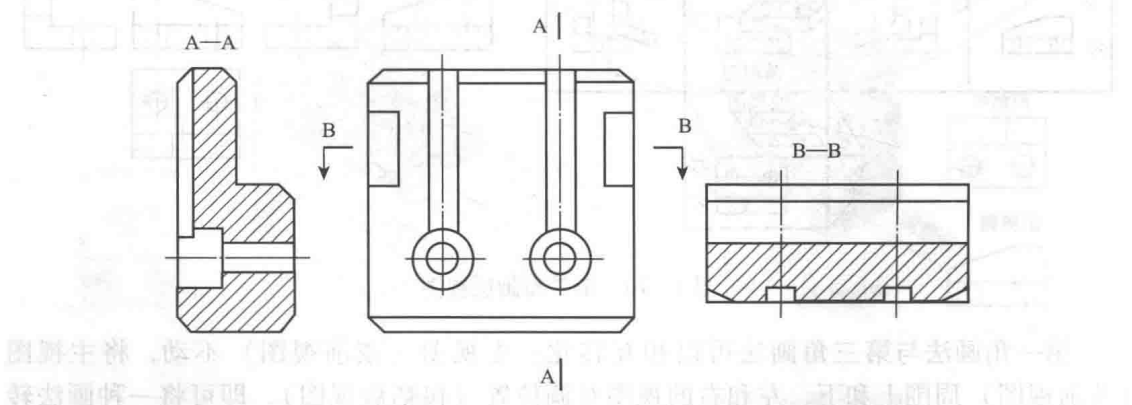


图 1-12 剖视图

1.2.2.1 剖切面的种类

(1) 单一剖切面

这是应用较多的剖切方式，用一个剖切面剖开零件，剖切面为平面或柱面，如图1-13所示。当采用柱面剖切时，剖视图按展开绘制，如图1-13的B—B剖视图。

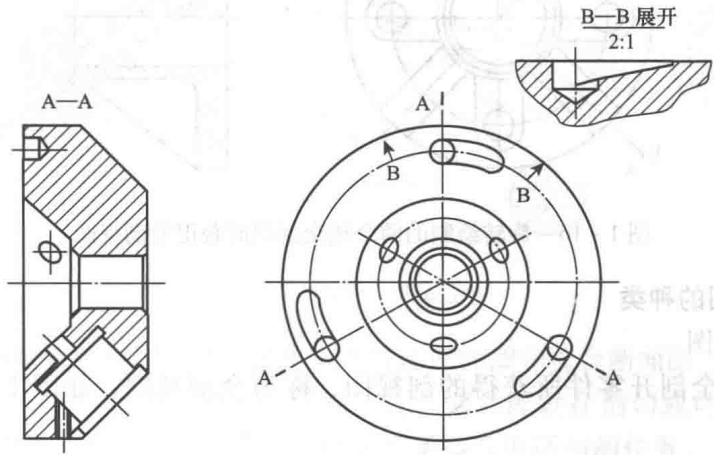


图1-13 单一剖切面获得的剖视图

(2) 几个平行的剖切面

当零件上具有几种不同的结构要素（如孔、槽等），它们的中心线排列在几个互相平行的平面上时，宜采用几个平行的剖切面剖切，如图1-14所示。用这种画法表达时，应避免在图形中出现不完整的要素，仅当两个要素具有公共对称中心线或轴线时，可以以对称中心线或轴线为界，各画一半，如图1-15所示。

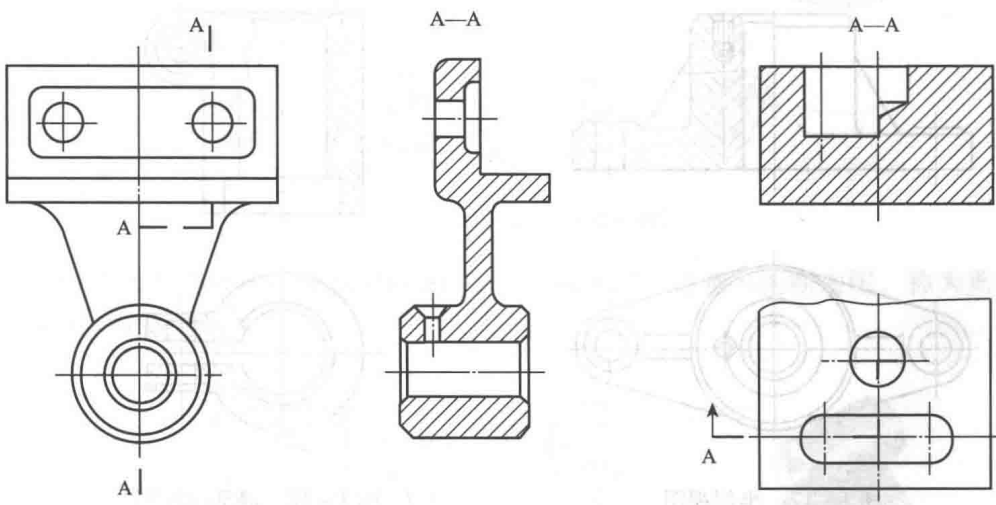


图1-14 两个平行剖切面获得的剖视图

图1-15 具有公共对称中心线的剖视图

(3) 几个相交的剖切面

采用这种画法时，应将剖切后的结构和有关部分旋转（图形可能伸长或展开）到一个投影面上投影，如图1-16所示。