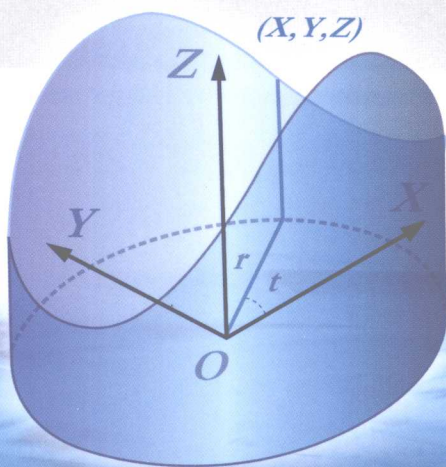


国家职业技能鉴定培训教材

数控机床操作工基础

(中、高级)

张璐青 主编



化学工业出版社

国家职业技能鉴定培训教材

数控机床操作工基础

(中、高级)

SHUKONG JICHUANG CAOZUOGONG JICHU



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数控机床操作工基础 (中、高级)/张璐青主编. —北京: 化学工业出版社, 2009. 1

国家职业技能鉴定培训教材

ISBN 978-7-122-03997-2

I. 数… II. 张… III. 数控机床-操作-职业技能鉴定-教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 172842 号

责任编辑: 王 烨

责任校对: 徐贞珍

装帧设计: 关 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 刷: 北京永鑫印刷有限责任公司

装 订: 三河市万龙印装有限公司

850mm×1168mm 1/32 印张 8 $\frac{3}{4}$ 字数 241 千字

2009 年 3 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 22.00 元

版权所有 违者必究

前 言

数控加工是机械制造业中的先进加工技术，在企业生产中，数控机床的使用已经非常普遍。在现代机械制造业中，正广泛采用数控技术以提高工件的加工精度和生产效率。随着数控机床的大量使用，社会急需大批熟练掌握现代数控机床编程、操作、维修的技能型人才。本书就是为了适应我国目前缺乏数控操作技术工人的现状，以及职业教育发展的需要而编写的。

数控操作人才的培养不能仅局限于数控编程与操作这样的知识和技能结构，所谓“明其理，做其事”，想要在数控加工方面有较高的造诣，有必要先对机械加工方面的基础理论进行深入学习和了解。很多人一味地追求操作速成，忽视对识图、切削原理、加工工艺等知识的学习，结果只能是事倍功半，一知半解。

本书根据《国家职业标准》中、高级数控机床操作工的基本要求，紧紧围绕职业技能鉴定，以数控机床操作工必备的基础知识为主线，详细介绍了制图基本知识、公差配合与测量技术、金属材料及常用热处理知识、电器控制及液压气动基础知识、机械制造工艺基础知识、工件定位与夹紧、刀具及其选用、数控机床结构与原理等技能鉴定考核重点。

本书可以作为数控机床操作工职业技能培训与鉴定用书，也可以作为中职中专、高职高专相关课程的教材，也是从事数控机床操作与编程的工程技术人员实用参考书。

本书由张璐青主编，考点一由胡素云编写，考点二、考点八由张璐青编写，考点三由刘少军编写，考点四、考点七由许孔联编写，考点五、考点六由黄登红编写。全书由张璐青统稿。

由于编写时间仓促，编者水平和经验有限，数控技术发展迅速，难免存在不足之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

考点一 制图基本知识	1
1.1 基本视图和其他视图	1
1.1.1 基本视图	1
1.1.2 其他视图	1
1.2 标准件和常用件的规定画法	10
1.2.1 螺纹的规定画法	10
1.2.2 销、键连接的画法	11
1.2.3 齿轮的画法	11
1.3 零件图、装配图的画法	13
1.3.1 零件图的画法	13
1.3.2 装配图的画法	15
1.4 零件的测绘方法	18
1.4.1 常用的测量工具及零件的尺寸测量方法	18
1.4.2 零件测绘注意事项	18
单元测试题一	20
单元测试题一参考答案	21
考点二 公差配合与测量技术	23
2.1 公差与配合基本概念和基本计算	23
2.1.1 基本概念	23
2.1.2 基本计算	26
2.1.3 公差与配合代号的含义	27
2.2 形状和位置公差	27
2.2.1 形位公差项目	27
2.2.2 形状公差	29
2.2.3 位置公差	32
2.2.4 形位公差	49
2.3 表面粗糙度	50
2.3.1 表面粗糙度的定义	50

2.3.2 表面粗糙度符号、代号在图样上的标注	52
2.4 常用的测量方法与计量器具	52
2.4.1 常用的测量方法	53
2.4.2 常用计量器具	53
单元测试题二	61
单元测试题二参考答案	65
考点三 金属材料及常用热处理知识	68
3.1 钢铁材料的热处理知识	68
3.1.1 基本知识	68
3.1.2 钢的表面热处理	72
3.2 钢铁材料的基本知识	74
3.2.1 碳素钢	74
3.2.2 合金钢	78
3.2.3 铸铁	95
3.3 有色金属及硬质合金	98
3.3.1 铜及其合金	98
3.3.2 铝及其合金	101
3.3.3 轴承合金	105
单元测试题三	107
单元测试题三参考答案	109
考点四 电气控制及液压气动基础知识	111
4.1 机床常用电器及交流电机控制原理	111
4.1.1 主令电器	111
4.1.2 自动开关	112
4.1.3 接触器	113
4.1.4 继电器	114
4.1.5 三相异步电动机启动控制电路	116
4.2 液压气动基本知识	118
4.2.1 液压元件	118
4.2.2 液压传动基本回路	124
4.2.3 气压传动系统的组成	126
4.2.4 气压传动基本回路	126
4.2.5 润滑油的使用知识	128
4.2.6 液压油的使用知识	130

4.3 可编程序控制器	132
4.3.1 可编程序控制器的组成	132
4.3.2 可编程序控制器的工作原理	133
4.3.3 可编程序控制器的编程语言	135
单元测试题四	138
单元测试题四参考答案	141
考点五 机械制造工艺基础知识	142
5.1 基本概念	142
5.1.1 生产过程和工艺过程	142
5.1.2 生产纲领和生产类型	143
5.2 定位基准选择	144
5.2.1 基准及其分类	144
5.2.2 定位基准选择	145
5.3 典型表面加工方法	146
5.3.1 选择加工方法要考虑的因素	146
5.3.2 典型表面加工方法	147
5.4 加工余量和工序尺寸	148
5.4.1 加工余量	148
5.4.2 工序尺寸	149
5.5 工艺尺寸链	150
5.5.1 工艺尺寸链的概念及基本计算公式	150
5.5.2 工艺尺寸链在工序尺寸计算上的应用实例	152
5.6 机械加工精度及表面质量	154
5.6.1 加工精度和表面质量的基本概念	154
5.6.2 影响加工精度的因素及提高精度的措施	154
5.6.3 影响表面粗糙度的因素及改进措施	156
单元测试题五	158
单元测试题五参考答案	161
考点六 工件定位与夹紧	165
6.1 机床夹具的基本概念	165
6.2 工件的定位方法及定位元件	167
6.2.1 六点定位原理	167
6.2.2 支承点与定位元件	168
6.2.3 六点定位原理的应用	168

6.2.4 工件的夹紧	173
6.3 基本夹紧机构	176
6.3.1 斜楔夹紧机构	176
6.3.2 螺旋夹紧机构	177
6.3.3 偏心夹紧机构	177
6.4 定位误差的分析(高级)	178
6.4.1 定位误差的概念	178
6.4.2 定位误差的计算	180
6.4.3 常见定位方式的定位误差	181
单元测试题六	182
单元测试题六参考答案	186
考点七 刀具及其选用	189
7.1 刀具分类及刀具材料	189
7.1.1 刀具分类	189
7.1.2 刀具材料	190
7.2 高速钢、硬质合金刀具材料的应用范围	194
7.3 数控车床常用刀具及选择	196
7.3.1 数控车床常用机械夹固式刀具	196
7.3.2 刀具选择	196
7.4 切削用量的选择	199
7.4.1 粗加工选择切削用量的一般原则	200
7.4.2 精加工选择切削用量的一般原则	200
7.5 刀具磨损与刀具寿命	201
7.5.1 刀具磨损	201
7.5.2 刀具寿命	202
7.6 切削液	203
7.6.1 切削液的作用	203
7.6.2 常用切削液及其选用	204
单元测试题七	205
单元测试题七参考答案	209
考点八 数控机床结构与原理	211
8.1 数控机床的组成与作用	211
8.2 数控机床的数控系统	213
8.2.1 数控系统的工作过程	213

8.2.2	数控系统的主要功能	213
8.2.3	数控系统的组成	215
8.2.4	常用数控系统	218
8.3	数控机床的检测装置	220
8.3.1	数控装置的性能指标及要求	220
8.3.2	位置检测装置的分类	221
8.3.3	常用位置检测装置	222
8.4	伺服驱动系统	233
8.4.1	伺服驱动系统的作用	233
8.4.2	数控系统对进给伺服系统的要求	233
8.4.3	各种进给伺服系统的特点	234
8.4.4	数控进给系统的伺服驱动装置	236
8.5	数控机床的典型结构	240
8.5.1	数控机床主传动系统	240
8.5.2	数控进给传动结构	245
8.5.3	数控进给传动导轨	250
8.5.4	数控车床的辅助装置	253
	单元测试题八	258
	单元测试题八参考答案	261
	参考文献	266

考点一 制图基本知识

1.1 基本视图和其他视图

视图主要用来表达机件的外部结构形状。视图通常有基本视图、向视图、局部视图和斜视图。目前执行的视图标准为 GB/T 17451—1998 和 GB/T 4451.1—2003。

1.1.1 基本视图

为了清晰地表达机件上、下、左、右、前、后等方位的形状，国家标准规定采用正六面体的 6 个面作为基本投影面，即在原有的正立面、水平面、右侧立面之外增加了前立面、顶面和左侧立面，共 6 个基本投影面。机件放置于正六面体中，采用第一角的投影方法将机件分别向各投影面投影，相应得到 6 个基本视图，即主视图、俯视图、左视图、右视图、仰视图、后视图，如图 1-1 所示。

6 个基本视图的位置是按国标规定设置的，因此不用注明视图名称。有时，可以采用标注方法表明视图的位置改变，这时应在视图上方注出视图的名称“×”，并在相应的视图附近用箭头指明投影方向，并注上同样的字母。虽然机件可以用 6 个基本视图来表示，但应用时往往根据实际需要只取其中几个视图。

1.1.2 其他视图

如果机件的某些结构在基本视图中不能反映实形，可以选用其他表达方法。

(1) 局部视图

将机件的某一部分向基本投影面投影所得到的视图称为局部视图。当机件仅有某局部结构形状需要表达，而又没有必要画出完整的基本视图时，可将该部分结构单独向基本面投影，并用波浪线与

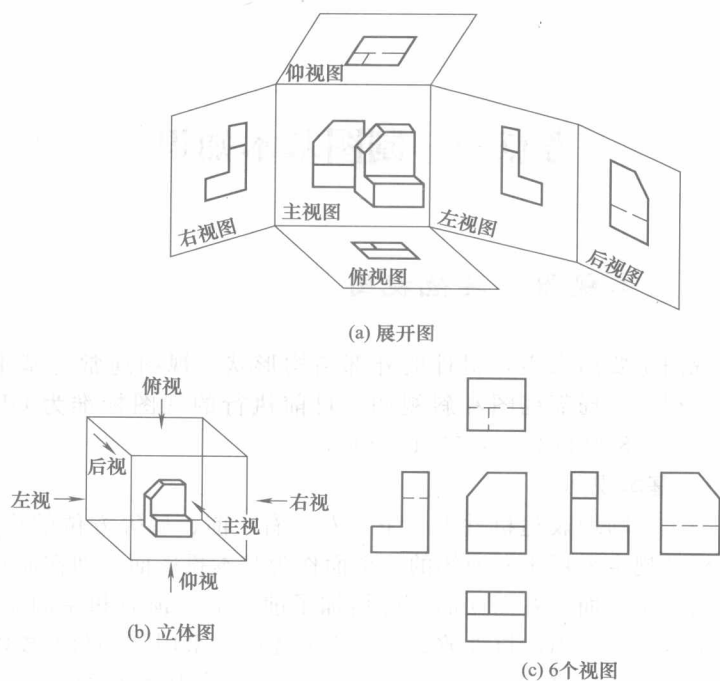


图 1-1 6 个基本视图及配置

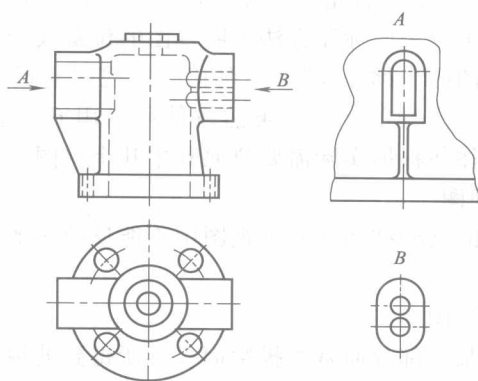


图 1-2 局部视图

其他部分断开，画成不完整的基本视图。如图 1-2 所示，该零件是一个缸体，采用主、俯视图表达后，还有左、右两侧部分尚未表达清楚。因此，采用 A、B 两个局部视图加以补充表达，这样就可省去完整的左视图和右视图。当表达的局部结构是完整的，且外形轮廓线又成封闭时，波浪线可以省略不画。

(2) 斜视图

机件向不平行基本投影面的平面进行投影所得的视图，称为斜视图（图 1-3）。斜视图通常只画出机件倾斜部分的实形，其余部分不必在斜视图中画出，而用波浪线或折断线断开，如图 1-4 中的 A 向视图。当所表达的倾斜部分的结构是完整的，且外轮廓线又成封闭时，波浪线可省略不画。

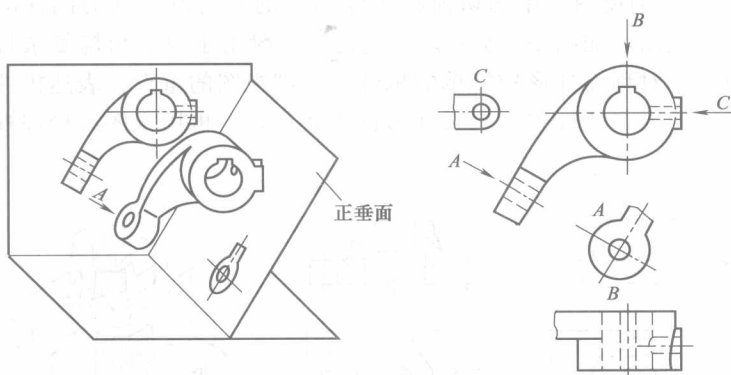


图 1-3 斜视图的配置与标注

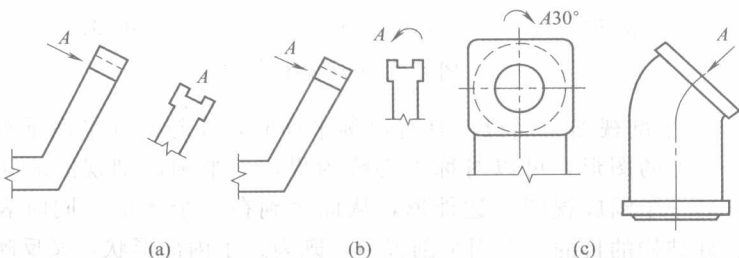


图 1-4 斜视图的旋转标注

斜视图的标注与局部视图相同，不能省略，必须在斜视图的上方标出视图的名称“×”。斜视图一般按投影关系配置，即放置在箭头所指的方向，必要时允许将斜视图旋转配置在其他适当的位置，字母应靠近旋转符号的箭头端，旋转箭头应由斜视图旋转方向来确定，如图 1-4 所示。

(3) 剖视图

视图只表达机件外形，要清晰地表达机件的内部形状，还需选用恰当的剖视图。假想用剖切面剖开机件，然后将处在观察者和剖切面之间的部分移出，而将其余部分向投影面投影，所得的图形叫做剖视图。根据剖切范围来分，剖视图可分为全剖视图、半剖视图和局部剖视图。

① 全剖视图 用剖切面将机件完全剖开后所得到的剖视图称为全剖视图，如图 1-5 所示。全剖视图一般用于内形结构复杂且各方向均不对称而外形较简单的机件。全剖视图的重点在表达机件的内形，外形表达较差。如果外形也要表达，可再用视图或局部视图表达。

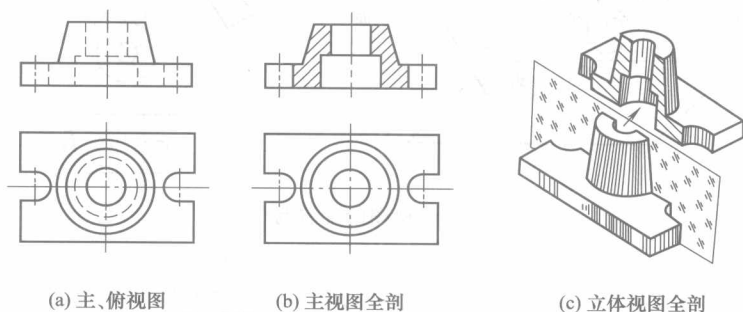


图 1-5 全剖视图

② 半剖视图 当机件具有对称平面时，在与对称平面垂直的投影面上的图形，可以对称中心线为界，一半画成剖视图表达内形，另一半画成视图表达外形，从而达到在一个图形上同时表达内、外结构的目的。采用半剖视图，既表达了内部形状，又反映了外形。半剖视图主要用于内、外形都需要表达的对称机件。对于接

近对称的机件，且不对称部分已有其他视图表达清楚时，也可以采用半剖视，如图 1-6 所示。

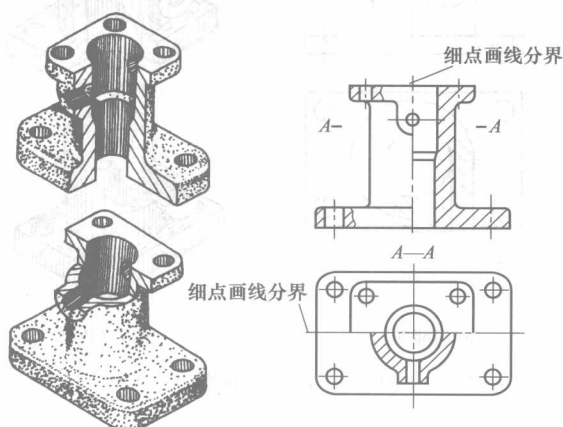


图 1-6 半剖视图

半剖视图并没有用垂直于投影面的平面剖切，所以，视图和剖视图的分界线只能是细点画线而不能画成粗实线。在习惯上人们往往将左右对称图形的右半边画成剖视图，而上下对称的图形则剖开下半部分。

③ 局部剖视图 局部剖视图用剖切平面将机件局部剖开，并用波浪线表示剖切范围，所得到的剖视图称为局部剖视图。局部剖视图的剖切位置和剖切范围视需要而定，是一种比较灵活的表达方法，主要用于 3 种情况。

a. 机件上只有个别结构内部形状需要表达，不必画成全剖视图，如图 1-7 所示。

b. 机件的内、外结构都需要表达，但不具有与剖切面垂直的对称平面，不能采用半剖视图。这时，如果内、外结构不互相重叠，则可以波浪线为界，将一部分画成剖视图表达内形，另一部分画成视图表达外形，如图 1-8 所示。

c. 机件具有对称面，但不宜采用半剖视表达内部形状，这类机件通常采用局部剖视，如图 1-9 所示。

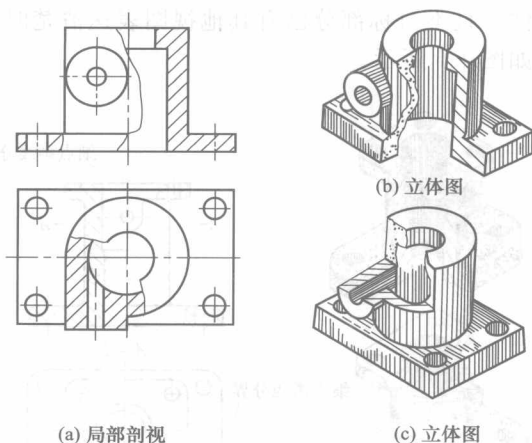


图 1-7 局部剖视图 (一)

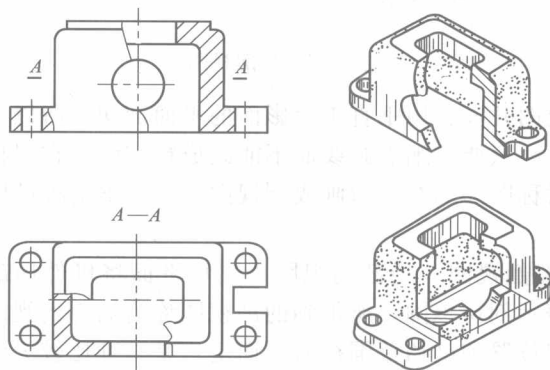


图 1-8 局部剖视图 (二)

局部剖比较灵活，在一个图形上可以取多个局部剖视图。但同一图形局部剖视图的数量不宜过多，以免影响机件的完整性。

④ 剖切平面和剖切方法 机件的内部结构情况比较复杂，有时仅用一个与基本投影面平行的平面剖切不能满足需要，为此，国家标准规定了多种剖切方法，如阶梯剖、斜剖、旋转剖、复合剖等剖切方法。

a. 阶梯剖。用几个平行的剖切平面剖开机件的方法称为阶梯

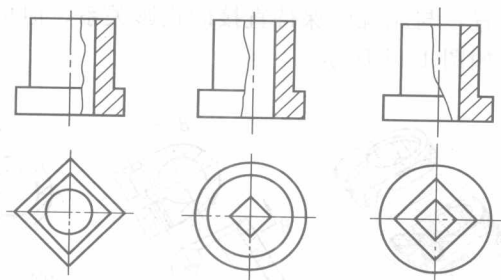


图 1-9 近于半剖的局部剖视图

剖。当机件内部有较多的结构形状，且它们的中心线又排列在两个或多个互相平行的平面内时，可用阶梯剖的方法来得到剖视图，如图 1-10 所示。阶梯剖必须标注，各剖切面相互连接而不重叠，其转折符号成直角且应对齐。剖切是假想的，在剖视图中不得画出各剖切平面间的分界线，看上去像是用一个平面剖出的剖视图。

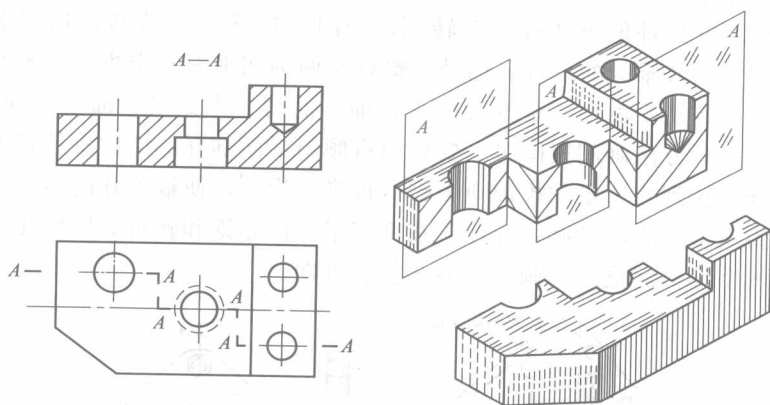


图 1-10 阶梯剖

b. 斜剖。用不平行于任何基本投影面的剖切平面剖开机件的方法称为斜剖。斜剖适用于机件的倾斜部分需经剖开后，方可得到实形的情况。

采用斜剖画剖视图时，必须标注。斜剖得到的剖视图最好放在

箭头所指的位置，与原视图保持直接的投影关系，但也允许平移到适当的位置，如图 1-11 所示。

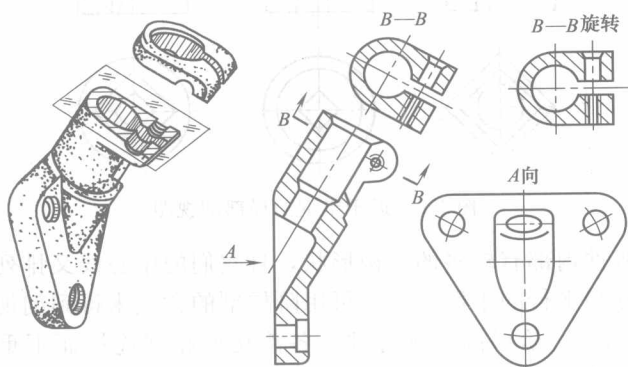


图 1-11 斜剖

c. 旋转剖。用交线垂直于某一基本投影面的两个相交的剖切平面剖开机件的方法称为旋转剖，如图 1-12 所示。旋转剖适用于剖切有回转轴线的机件，而轴线恰好是两剖切平面的交线。一般说来，两剖切平面之一是投影面平行面，而另一个是投影面垂直面。采用这种方法画剖视图时，要假想将倾斜平面剖开的结构及其有关部分旋转到与选定的投影面平行后再进行投影，使被剖开的结构投影为实形。旋转剖必须标注，在剖切平面的起始和转折处应标注相同的字母，起始处应画箭头表示投影方向。

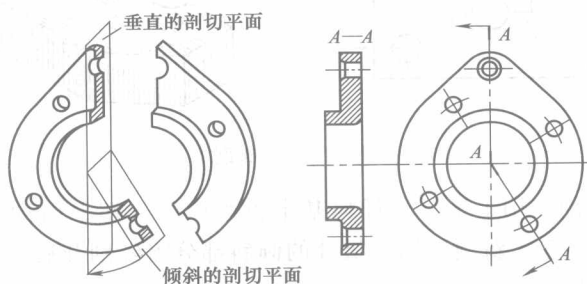


图 1-12 旋转剖