

21世纪 高等职业教育

数控技术 规划教材

数控机床操作工 职业技能鉴定指导

■ 周虹 编 ■ 廖兆荣 审



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

21 世纪高等职业教育数控技术规划教材

数控机床操作工职业技能鉴定指导

周 虹 编

廖兆荣 审

人 民 邮 电 出 版 社

图书在版编目 (CIP) 数据

数控机床操作工职业技能鉴定指导/周虹编.—北京:人民邮电出版社,2004.10

21 世纪高等职业教育数控技术规划教材

ISBN 7-115-12825-1

I. 数... II. 周... III. 数控机床—操作—高等学校:技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2004) 第 102238 号

内 容 提 要

本书是根据《国家职业标准——铣工》、《国家职业标准——加工中心操作工》和《国家职业标准——车工》中、高级工的技能和必备的知识要求而编写的。

本书共分八章,分别为机械基础、机械加工基础、机械加工工艺、数控技术应用、数控镗铣削工艺与编程、数控车削工艺与编程、数控机床的操作与维护 and 工件的测量。每章内容由两大部分组成,理论基础部分简要全面地介绍中、高级工必备的知识,习题部分主要由具有代表性的知识和技能构成的选择题、判断题和简答题组成。

本书内容丰富,叙述简洁、明了,是中级数控车床、数控铣床和加工中心操作工职业技能鉴定的指导和培训参考书,还可供有关技术人员学习参考。

21 世纪高等职业教育数控技术规划教材 数控机床操作工职业技能鉴定指导

- ◆ 编 周 虹
- 审 廖兆荣
- 责任编辑 杨 堃
- 执行编辑 韩学义

- ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
- 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
- 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
- 读者热线 010-67129259
- 北京隆昌伟业印刷有限公司印刷
- 新华书店总店北京发行所经销

- ◆ 开本: 787×1092 1/16
- 印张: 12.25
- 字数: 285 千字
- 印数: 1-5 000 册
- 2004 年 10 月第 1 版
- 2004 年 10 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-115-12825-1/TP · 4312

定价: 17.00 元

本书如有印装质量问题,请与本社联系 电话: (010) 67129223

21 世纪高等职业教育 数控技术规划教材编审委员会

主 任： 李迈强

副主任： 刘亚琴 向 伟

委 员： （排名不分先后）

马西秦	张 元	宋文学	张晓云	廖兆荣
首 珩	罗学科	屈铁军	赵先仲	刘向东
黄 诚	刘 波	阎 兵	左文钢	

执行委员： 潘春燕 杨 堃

从书前言

数控技术作为制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础，是制造业提高产品质量和生产效率的重要手段，数控技术的应用水平更是体现国家综合国力的重要标志。加入 WTO 以后，中国正在逐渐成为“世界制造中心”，制造业已经成为国民经济的支柱产业。为了增强竞争能力，中国制造业开始更加广泛地使用先进的数控技术。然而，除了需要技术条件、政策环境和廉价劳动力等方面的支持外，企业更需要大批高素质的专门人才，特别是大批具有较高素质的数控技术应用型人才。人力市场上也因此出现数控技术应用型人才的严重短缺，而培养高素质的数控人才是高等职业教育义不容辞的责任。

为此，人民邮电出版社按照教育部、中国机械工业联合会等六部门关于高等职业教育数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养的一系列精神，专门针对数控行业现阶段的特点和要求，组织全国范围内高等职业院校中对数控技术应用专业教学和实践经验都非常丰富的教师、专家和在职企业人员成立了“21 世纪高等职业教育数控技术规划教材编审委员会”，就数控专业的课程体系结构的设置以及新型数控教材的编写进行了一系列研讨。从职业分析入手，对职业岗位进行能力分解，以技术应用能力和岗位工作技能为支撑，明确数控专业领域核心能力，并且围绕核心技能的培养形成数控专业领域的课程体系。其后，在全国广泛调研的基础上，再经过反复的讨论，决定编写出版《21 世纪高等职业教育数控技术规划教材》系列教材。

本系列教材的作者，由高等职业教育一线的优秀骨干教师和数控企业的技术人员所组成。这套教材体现了企业对数控人才的具体要求和学校多年的教育、教学经验的结合，并且力求文字表达的简练和知识内容的实用，希望能够最大限度地适合高等职业教学的要求。

高等职业教育改革和教材建设不是一朝一夕可以完成的，作为一项工程它需要反复地研讨和实践。我们衷心希望，全国关心高等职业教育的广大读者能够对本套教材的不当之处给予批评指正、提出修改意见；我们也热切盼望从事高等职业教育的教师、专家以及数控企业的技术专家和我们联系，共同探讨数控教学的课程组织方案和教材编写等相关问题。来信请发至 yangkun@ptpress.com.cn，我们也殷切地期待您的投稿。

本系列教材在调研和编写过程中，得到了机械工业联合会数控专业教材指导委员会几位专家的大力帮助，在此表示衷心的感谢。

21 世纪高等职业教育数控技术规划教材编审委员会

前 言

本书是根据《国家职业标准——铣工》、《国家职业标准——加工中心操作工》和《国家职业标准——车工》中、高级工的技能和知识要求而编写的。书后附有中、高级数控铣床，加工中心，数控车床操作工理论模拟试卷和中、高级数控铣床，加工中心，数控车床操作工实操模拟试卷，供读者练习以巩固所学知识及技能。

全书共分八章，分别为机械基础、机械加工基础、机械加工工艺、数控技术应用、数控镗铣削工艺与编程、数控车削工艺与编程、数控机床的操作与维护和工作件的测量。每章内容由两大部分组成，理论基础部分简要介绍中、高级工必备的知识，习题部分主要由具有代表性的知识和技能构成的选择题、判断题和简答题组成。本书集理论知识与习题于一体，便于读者考核复习和自学使用。

本书第1、2、3、4、8章内容为数控铣床、加工中心、数控车床操作工所必备的理论知识，第5章和第7章的7.1.1节内容为数控铣床操作工必备的专业知识和技能，第5章和第7章的7.1.2节内容为加工中心操作工必备的专业知识和技能，第6章和第7章的7.1.3节内容为数控车床操作工必备的专业知识和技能。

标注“*”的标题表示这部分内容为高级工必须掌握的理论知识，高级工必备的技能在高级数控铣床、加工中心和数控车床操作工模拟试卷中体现。

本书力求用精炼的语言，由浅入深，系统、完整地讲述中、高级数控铣床，加工中心和数控车床操作工应掌握的基本理论与操作技能，培养学生解决实际问题的能力。

本书是中、高级数控铣床，加工中心，数控车床操作工职业技能鉴定和培训的参考用书。本书有助于参加数控机床操作工技能鉴定的人员掌握考核鉴定的范围和内容，对于各类职业技术学院的师生、相关行业技术人员也有参考价值。

本书由周虹编写，廖兆荣主审。

由于编写时间仓促，编者水平和经验有限，书中难免有不妥和错误之处，恳请读者批评指正。

编者
2004年7月

目 录

第1章 机械基础	1
1.1 理论基础	1
1.1.1 机械制图	1
1.1.2 公差配合	11
1.1.3 金属材料及热处理	15
*1.1.4 机械零件	18
1.2 习题	27
1.2.1 选择题	27
1.2.2 判断题	31
1.2.3 简答题	33
第2章 机械加工基础	35
2.1 理论基础	35
2.1.1 切削基础	35
*2.1.2 工件的定位与夹紧	41
2.1.3 机床常用夹具	43
2.2 习题	44
2.2.1 选择题	44
2.2.2 判断题	49
2.2.3 简答题	49
第3章 机械加工工艺	51
3.1 理论基础	51
3.1.1 机械加工工艺基础	51
3.1.2 机械加工质量	58
3.2 习题	60
3.2.1 选择题	60
3.2.2 判断题	65
3.2.3 简答题	66
第4章 数控技术应用基础	67
4.1 理论基础	67
4.1.1 数控机床的基本知识	67
4.1.2 计算机数控系统	68
4.1.3 数控机床的机械结构	70
4.1.4 数控机床的检测装置	73

4.1.5	数控编程基础	75
4.2	习题	77
4.2.1	选择题	77
4.2.2	判断题	86
4.2.3	简答题	90
第5章	数控镗铣削工艺与编程	91
5.1	理论基础	91
5.1.1	数控镗铣削加工工艺分析	91
5.1.2	镗铣削数控加工程序的编制	100
5.2	习题	108
5.2.1	选择题	108
5.2.2	判断题	115
5.2.3	简答题	117
5.2.4	编程题	117
第6章	数控车削工艺与编程	119
6.1	理论基础	119
6.1.1	数控车削加工工艺分析	119
6.1.2	车削数控加工程序的编制	124
6.2	习题	135
6.2.1	选择题	135
6.2.2	判断题	138
6.2.3	简答题	139
6.2.4	编程题	139
第7章	数控机床的操作与维护	141
7.1	理论基础	141
7.1.1	数控铣床的操作与维护	141
7.1.2	加工中心的操作与维护	142
7.1.3	数控车床的操作与维护	144
*7.1.4	数控机床精度的检验	146
7.2	习题	147
7.2.1	选择题	147
7.2.2	判断题	149
7.2.3	简答题	149
第8章	工件的测量	150
8.1	理论基础	150
8.1.1	常用测量仪器及使用方法	150
8.1.2	特殊测量仪器	155
8.1.3	加工中心的在线检测	156
8.2	习题	156

8.2.1 选择题	156
8.2.2 判断题	157
中级数控铣床操作工理论模拟试卷	158
高级数控铣床操作工理论模拟试卷	161
中级加工中心操作工理论模拟试卷	164
高级加工中心操作工理论模拟试卷	167
中级数控车床操作工理论模拟试卷	170
高级数控车床操作工理论模拟试卷	173
中级数控铣床操作工实操模拟试卷	176
高级数控铣床操作工实操模拟试卷	178
中级加工中心操作工实操模拟试卷	179
高级加工中心操作工实操模拟试卷	180
中级数控车床操作工实操模拟试卷	181
高级数控车床操作工实操模拟试卷	182
参考文献	183

第 1 章

机械基础

技能要求:

1. 能够读懂机械制图中的各种线型和标注尺寸;
2. 能够读懂标准件和常用件的表示法;
3. 能够读懂一般零件的三视图、局部视图和剖视图;
4. 能够读懂零件的材料、加工部位、尺寸公差和技术要求。

相关知识:

1. 机械制图国家标准;
2. 标准件和常用件的代号;
3. 零件三视图、局部视图和剖视图的表达方法;
4. 平面图形的尺寸标注;
5. 公差配合的基本概念;
6. 形状、位置公差和表面粗糙度的基本概念;
7. 金属材料的性质和热处理的方法;
8. 机械零件。

1.1 理 论 基 础

1.1.1 机械制图

1. 国家标准对《机械制图》规定的摘要

国家标准简称“国标”，用代号“GB”表示。

国标中规定了图纸幅面和格式，画图比例，字体型式及大小，图线型式及其应用等内容，画图时必须遵守国标中的规定。

(1) 图纸幅面和格式 (GB/T 14689-93)

① 图纸幅面尺寸

画机械图样时，应优先采用表 1.1 中规定的图纸幅面尺寸。

表 1.1

图纸幅面尺寸

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

② 标题栏

图纸上必须在其右下角画出标题栏。

标题栏的外框线用粗实线画出，右边和底边均与图框线重合，标题栏的内部分格线用细实线画出。

一般情况下，看图方向与看标题栏的方向一致。

(2) 画图比例

画图比例是指图纸上一条直线段的长度与它所表达的物体上该条直线段的实际长度之比，可简称为“图比物”。

为了画图的方便，画图时应尽可能采用 1:1 的比例。当机件过大或过小时，可采用缩小的比例或放大的比例，但应优先采用表 1.2 规定的比例。

表 1.2 优先采用的比例

种 类	比 例
原值比例 (比值为 1 的比例)	1:1
放大比例 (比值>1 的比例)	5:1 2:1 $5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$
缩小比例 (比值<1 的比例)	1:2 1:5 1:10 $1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$

注：n 为正整数。

画图所用的比例，一般填写在标题栏的“比例”栏内。同一张图内若某个图形所用比例与标题栏内的比例不一致，应在该图形的上方注明。

2. 常用件的代号

在机器中广泛应用的螺栓、螺母、键、销、滚动轴承、齿轮和弹簧等零件称为常用件。其中有些常用件的整体结构和尺寸已经标准化，称为标准件。

(1) 螺纹标记

一个完整的螺纹标记由螺纹代号、螺纹公差带代号和旋合长度代号组成，中间用“-”分开。

例如：M10-5g6g-S

M10 表示螺纹代号；5g6g 表示公差带代号，其中 5g 为中径公差带，6g 为顶径公差带；S 表示旋合长度代号。

在标注螺纹标记时注意：

① 普通螺纹旋合长度代号用字母 S (短)、N (中)、L (长) 或数值表示。一般情况下，按中等旋合长度考虑时，可不加标注。

② 单线螺纹和右旋螺纹用得十分普遍，故线数和右旋可省略不标。左旋螺纹应标注“左”字，梯形螺纹为左旋时用符号“LH”表示。

③ 粗牙普通螺纹用得最多，对每一个公称直径，其螺距只有一个，故不必标注螺距。

(2) 矩形花键的代号

① 装配图上花键连接代号

例 1: $6D-28 \frac{H7}{g6} \times 23 \frac{H12}{b12} \times 6 \frac{E8}{f9}$

6D 表示键齿数、定心方式（大径定心）； $28\frac{H7}{g6}$ 表示外径尺寸及配合代号； $23\frac{H12}{b12}$ 表示

内径尺寸及配合代号； $6\frac{E8}{f9}$ 表示键宽尺寸及配合代号。

② 零件图上内、外花键代号

例 2: $8d-48H12\times42H7\times8D9$

表示 8 齿、小径定心、大径为 $\Phi48H12$ 、小径为 $\Phi42H7$ 、键宽为 8D9 的内花键。

例 3: $16b-60b12\times52b12\times5f9$

表示 16 齿、齿侧定心、大径为 $\Phi60b12$ 、小径为 $\Phi52b12$ 、键宽为 5f9 的外花键。

3. 基本视图和其他视图

视图用来表达机件外部结构的图形，国标 4458.1-84 中规定了视图的表达方法。

(1) 基本视图

为清晰地表达机件上、下、左、右、前、后等方面的形状，国标规定采用正六面体的六个面作为基本投影面。即在原来的正立面、水平面、右侧立面之外增加了前立面、顶面和左侧立面，共六个基本投影面。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，相应得到六个基本视图，如图 1.1 所示。当在同一张图纸上按此位置绘制各图形时，一律不标注视图名称。有时，可以采用标注方法表明视图的位置改变，这时应在视图上方标注视图的名称“×向”，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。虽然机件可以用六个基本视图表示，但应用时往往根据实际需要只取其中几个视图。

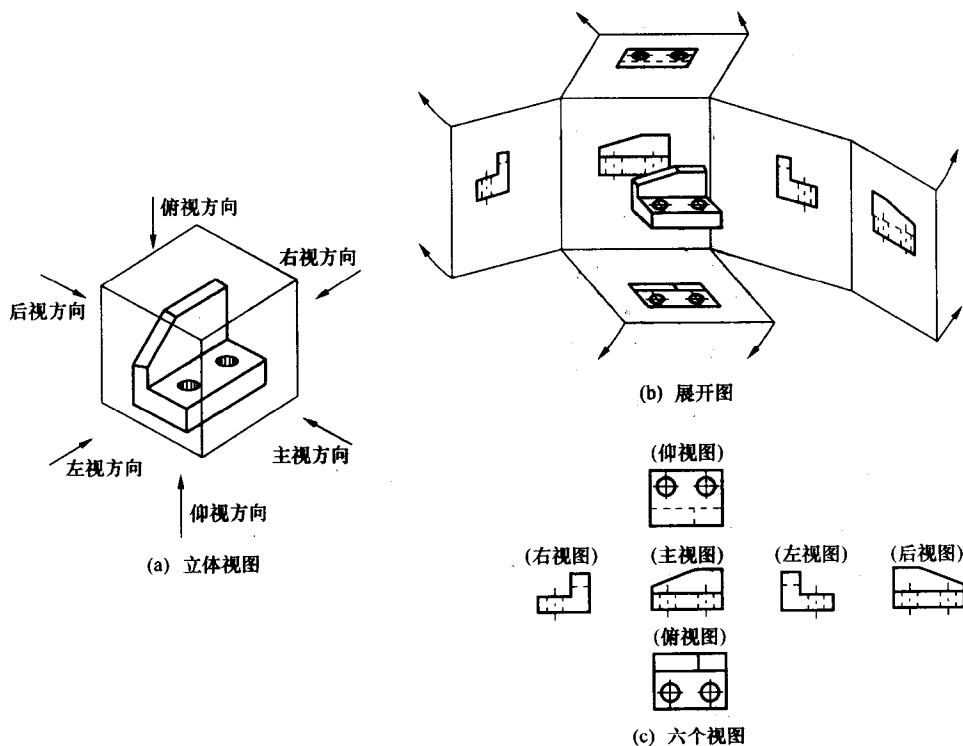


图 1.1 六个基本视图及配置

(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，则可以选择用其他表达方法。

① 局部视图

只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，可以将该部分结构单独向基本面投影，并用波浪线与其他部分断开，画成不完整的基本视图。如图 1.2 所示，该零件是一个缸体，主视图、俯视图能基本反映其形状，但左右两侧凸台的形状未表达清楚。将其单独向右侧立面投影，得到“A 向”局部视图；向左侧立面投影，得到“B 向”局部视图。一般在局部视图上方标出视图名称“× 向”，在相应的视图附近用箭头指明投影方向，并注上相同的字母名称。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。

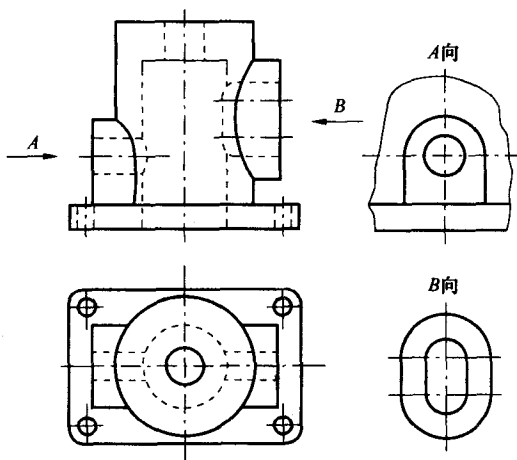


图 1.2 局部视图

② 斜视图

当机件具有倾斜结构，其倾斜表面在基本投影面的投影既不反映实形，又难于标注尺寸时，为表达倾斜部分的实形，可按换面法原理，选一个与机件的倾斜部分平行，又垂直于一个基本投影面的新投影面，该结构向新投影面投影得到的视图，称为斜视图，如图 1.3 (a) 所示。

在不引起误解时，也可将斜视图转平画出，并加相应的说明，如图 1.3 (b) 所示。

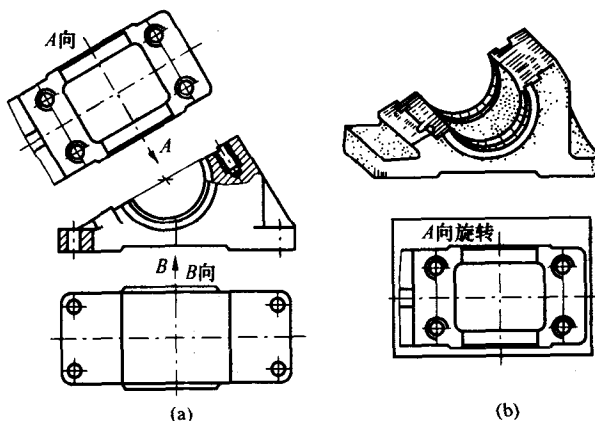


图 1.3 斜视图

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“× 向”。斜视图一般按投影关系配置，即放置在箭头所指的方向，必要时也可配置在其他适当位置。斜视图上其他不需要表达的部分，可以省略不画，用波浪线断开。

③ 旋转视图

当机件上不平行于任何基本投影面的倾斜结构具有适当的回转轴线时,可假想将机件的倾斜部分转到与某一选定的基本投影面平行后,再向该投影面投影所得的视图,称为旋转视图,如图 1.4 所示。旋转视图不加标注。但使用时应注意:倾斜部分应有适当的旋转轴线,先旋转后投影,旋转视图与原视图不再对正。

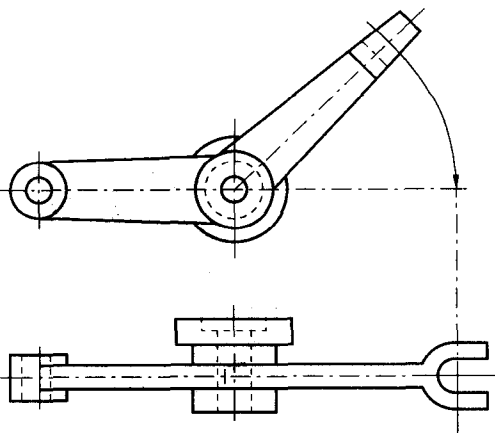


图 1.4 旋转视图

(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,还需要选用恰当的剖视图。

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,再将其余部分向投影面投影,所得的图形称为剖视图。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。全剖视图的重点在于表达机件的内形,外形表达则较差。如果外形也要表达,可再用视图和局部视图表达。

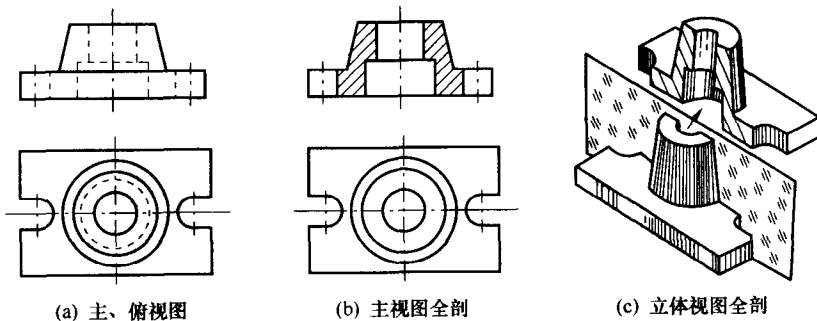


图 1.5 全剖视图

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,也可以采用半剖视图,如图 1.6 所示。

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划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。

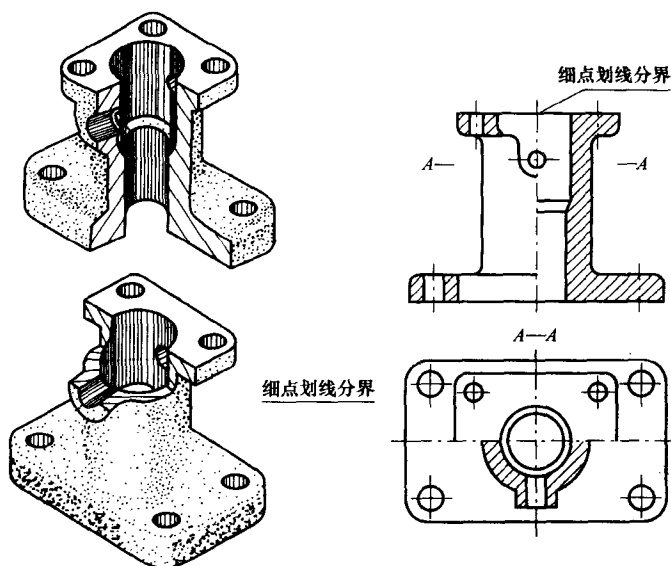


图 1.6 半剖视图

③ 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，主要用于下列三种情况：

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。

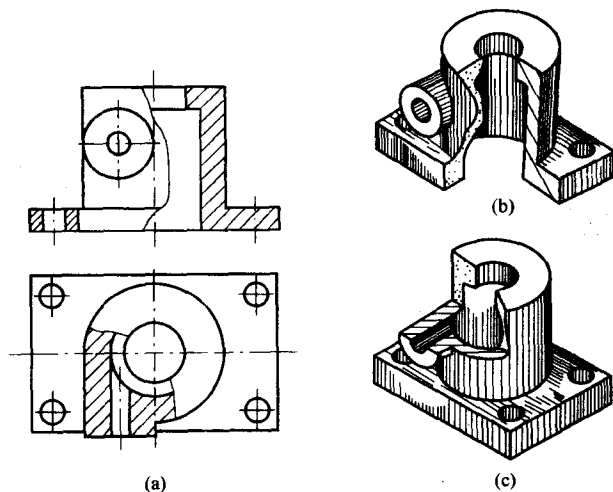


图 1.7 局部剖视图 (1)

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，但不宜采用半剖视图表达内部形状，这类机件通常采用局部剖视图，如图 1.9 所示。

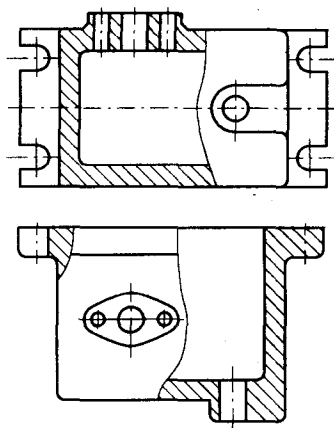


图 1.8 局部剖视图 (2)

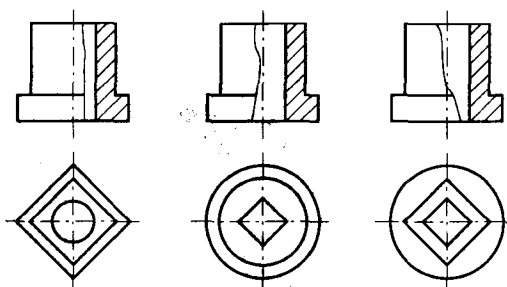


图 1.9 近于半剖的局部剖视图

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

④ 剖面符号

在剖视图和剖面图中, 应采用规定的剖面符号。

⑤ 剖切平面和剖切方法

机件的内部结构情况比较复杂, 仅用一个与基本投影面平行的平面剖切是不能满足需要的, 为此, 国标规定了多种剖切方法, 如阶梯剖、斜剖、旋转剖、复合剖等。

a. 阶梯剖

阶梯剖是指用几个平行的剖切平面剖开机件的方法。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, 各剖切面互相连接而不重叠, 其转折符号成直角且应对应。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, 像是用一个平面剖出的剖视图。

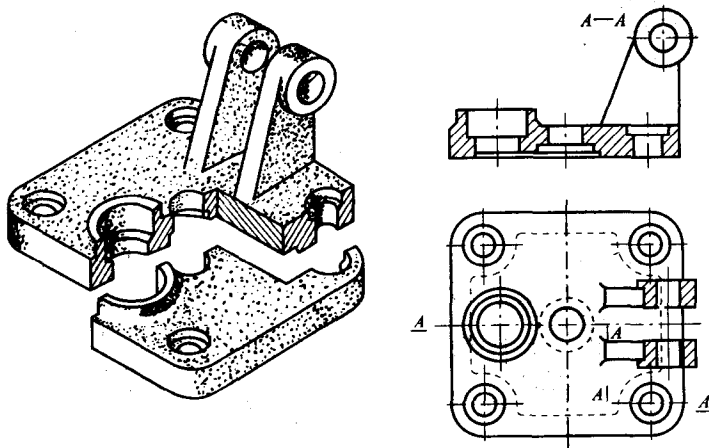


图 1.10 阶梯剖

b. 斜剖

斜剖是指用垂直于基本投影面的单一剖切面剖开机件的方法。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。这时,实形是用换面法求得的。

采用斜剖时,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位置,如图 1.11 所示。

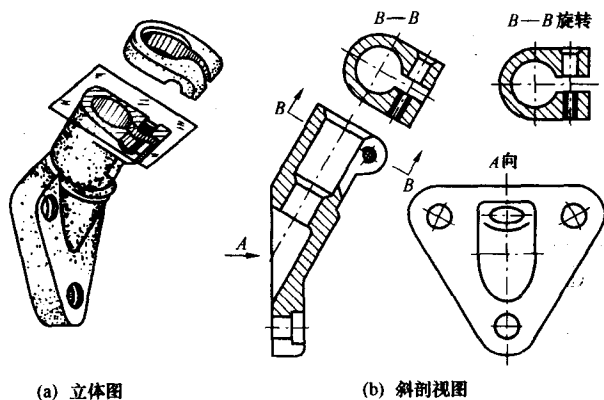
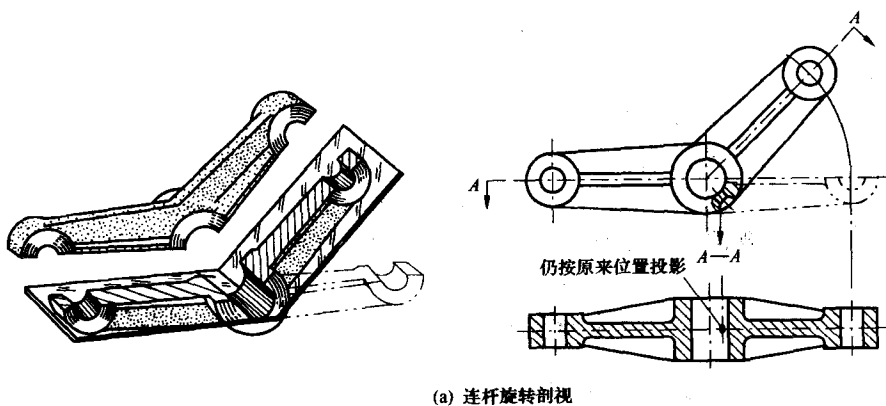


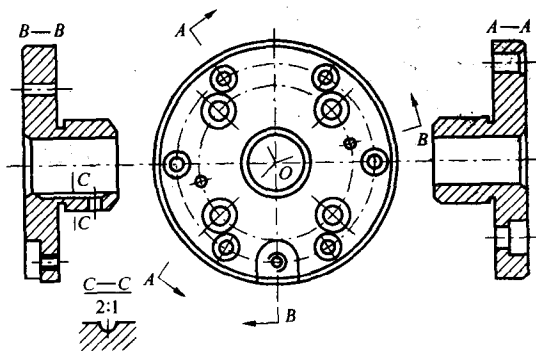
图 1.11 斜剖

c. 旋转剖

旋转剖是指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,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



(a) 连杆旋转剖视



(b) 盘形零件旋转剖视

图 1.12 旋转剖