



教育部职业教育与成人教育司推荐教材
(五年制) 高等职业教育电子信息类教学用书

21世纪高职高专系列规划教材

数控中级工认证 强化实训

史明亮 石 峰 编著

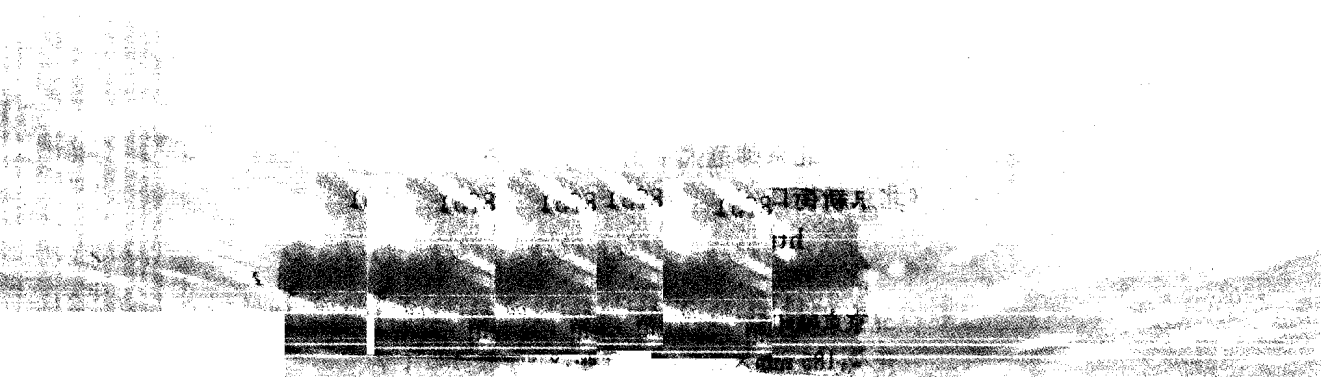


北京师范大学出版社

教育部职业教育与成人教育司推荐教材
21世纪高职高专系列规划教材

数控中级工认证 强化实训

史明亮 石 峰 编著



北京师范大学出版社

内容简介

《数控中级工认证强化实训》是各类机电、机械、模具等专业的一门专业技能课,是工程技术人员必备的技能。本书共分4章:第1章数控中级工基础知识,第2章数控机床概述,第3章数控车床,第4章数控铣床。本教材注重理论联系实际,内容由浅入深,知识结构严谨,资料翔实,图文并茂。每章之前有本章提要,章末有本章小结,适合学生的自学和总结。

本书适合作为高职高专机械、数控类专业实践课教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控中级工认证强化实训/史明亮,石峰编著. —北京:北京师范大学出版社,2005.10
(21世纪高职高专系列规划教材)
ISBN 7-303-07804-5

I. 数… II. ①史…②石… III. 数控机床—高等学校:技术学校—教材 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 116195 号

北京师范大学出版社出版发行
(北京新街口外大街 19 号 邮政编码:100875)

<http://www.bnup.com.cn>

出版人:赖德胜

北京京师印务有限公司印刷 全国新华书店经销

开本:185 mm×260 mm 印张:8 字数:180 千字

2005 年 10 月第 1 版 2005 年 10 月第 1 次印刷

印数:1~3 000 定价:14.00 元

出版说明

随着我国经济建设的发展,社会对技术型应用人才的需求日趋紧迫,这也促进了我国职业教育的迅猛发展,我国职业教育已经进入了平稳、持续、有序的发展阶段。为了适应社会对技术型应用人才的需求和职业教育的发展,教育部对职业教育进行了卓有成效的改革,职业教育与成人教育司、高等教育司分别颁布了调整后的中等职业教育、高等职业教育专业设置目录,为职业学校专业设置提供了依据。教育部连同其他五部委共同确定数控技术应用、计算机应用与软件技术、汽车运用与维修、护理等四个专业领域为紧缺人才培养专业,选择了上千家高职、中职学校和企业作为示范培养单位,拨出专款进行扶持,力争培养一批具有较高实践能力的紧缺人才。

职业教育的快速发展,也为职业教材的出版发行迎来了新的春天和新的挑战。教材出版发行为职业教育的发展服务,必须体现新的理念、新的要求,进行必要的改革。为此,在教育部高等教育司、职业教育与成人教育司、北京师范大学等的大力支持下,北京师范大学出版社在全国范围内筹建了“全国职业教育教材改革与出版领导小组”,集全国各地上百位专家、教授于一体,对中等职业、高等职业文化基础课、专业基础课、专业课教材的改革与出版工作进行深入地研究与指导。2004年8月,“全国职业教育教材改革与出版领导小组”召开了“全国有特色高职教材改革研讨会”,来自全国20多个省、市、区的近百位高职院校的院校长、系主任、教研室主任和一线骨干教师参加了此次会议。围绕如何编写出版好适应新形势发展的高等职业教育教材,与会代表进行了热烈的研讨,为新一轮教材的出版献计献策。这次会议共组织高职教材50余种,包括文化基础课、电工电子、数控、计算机教材。其特点如下:

1. 紧紧围绕教育改革,适应新的教学要求。教育部等六部委联合发文确定紧缺型人才培养战略,并明确提出了高等职业教育将从3年制逐渐向2年制过渡。过渡时期具有新的教学要求,这批教材是在教育部的指导下,针对过渡时期教学的特点,以2年制为基础,兼顾3年制,以“实用、够用”为度,淡化理论,注重实践,消减过时、用不上的知识,内容体系更趋合理。

2. 教材配套齐全。将逐步完善各类专业课、专业基础课、文化基础课教

材,所出版的教材都配有电子教案,部分教材配有电子课件和实验、习题指导。

3.教材编写力求语言通俗简练,讲解深入浅出,使学生在理解的基础上学习,不囫圇吞枣,死记硬背。

4.教材配有大量的例题、习题、实训,通过例题讲解、习题练习、实验实训,加强学生对理论的理解以及动手能力的培养。

5.反映行业新的发展,教材编写注重吸收新知识、新技术、新工艺。

北京师范大学出版社是教育部职业教育教材出版基地之一,有着近20年的职业教育教材出版历史,具有丰富的编辑出版经验。这批高职教材是针对2/3年制编写的,同时也向教育部申报了“2004—2007年职业教育教材开发编写规划”,部分教材通过教育部审核,被列入职业教育与成人教育司5年制高职推荐教材。我们还将开发电子信息类的通信、机电、电气、计算机等其他专业,以及工商管理、财会等方面教材,希望广大师生积极选用。

教材建设是一项任重道远的工作,需要教师、专家、学校、出版社、教育行政部门的共同努力才能逐步获得发展。我们衷心希望更多的学校、更多的专家加入到我们的教材改革出版工作中来,北京师范大学出版社职业与成人教育事业部全体人员也将备加努力,为职业教育的改革与发展服务。

全国职业教育教材改革与出版领导小组
北京师范大学出版社

参加教材编写的单位名单

(排名不分先后)

沈阳工程学院	常州轻工职业技术学院
山东劳动职业技术学院	河北工业职业技术学院
济宁职业技术学院	太原理工大学轻纺学院
辽宁省交通高等专科学校	浙江交通职业技术学院
浙江机电职业技术学院	保定职业技术学院
杭州职业技术学院	绵阳职业技术学院
西安科技大学电子信息学院	北岳职业技术学院
西安科技大学机械学院	天津职业大学
天津渤海职业技术学院	北京轻工职工职业技术学院
天津渤海集团公司教育中心	石家庄信息工程职业学院
连云港职业技术学院	襄樊职业技术学院
景德镇高等专科学校	九江职业技术学院
徐州工业职业技术学院	青岛远洋船员学院
广州大学科技贸易技术学院	无锡科技职业学院
江西信息应用职业技术学院	广东白云职业技术学院
浙江商业职业技术学院	三峡大学职业技术学院
内蒙古电子信息职业技术学院	西安欧亚学院实验中心
济源职业技术学院	天津机电职业技术学院
河南科技学院	漯河职业技术学院
苏州经贸职业技术学院	济南市高级技工学校
浙江工商职业技术学院	沈阳职业技术学院
温州大学	江西新余高等专科学校
四川工商职业技术学院	赣南师范学院

前 言

《数控中级工认证强化实训》是各类机电、机械、模具等专业的一门专业技能课,是工程技术人员必备的技能。本教材系编者在长期从事数控教学的基础上,根据课程教学基本要求,总结教学经验,并立足教学改革,因材施教,以达到较好的教学效果而编写。

本教材注重理论联系实际,内容由浅入深,知识结构严谨,资料翔实,图文并茂。每章之前有本章提要,章末有本章小结,适合学生的自学和总结。

参加本书编写工作的有:史明亮(第1,3章),石峰(第2,4章),由史明亮对全书进行了编审。

由于编者水平有限,书中难免有缺点和错误,热忱欢迎读者批评指正。

编 者

2005年4月

目 录

第 1 章 数控中级工基础知识	1		
1.1 机械制图知识	1		
1.2 常用量具的使用	19		
1.3 公差与配合知识	23		
1.4 机械传动知识	28		
1.5 液压传动	31		
1.6 金属切削原理与刀具	33		
1.7 金属材料与热处理	37		
1.8 机械制造工艺基础与 夹具	40		
本章小结	44		
第 2 章 数控机床概述	45		
2.1 数控机床的组成	45		
2.2 数控机床坐标系	46		
2.3 常用的数控指令	49		
2.4 加工程序的组成	51		
2.5 数控车床中级工职业技能鉴 定标准	54		
2.6 数控铣床中级工职业技能鉴 定标准	55		
本章小结	56		
第 3 章 数控车床	57		
3.1 数控车床编程基本规则	57		
3.2 工件零点及参考点的 设置	61		
3.3 点位与直线插补指令的 应用	67		
3.4 圆弧插补指令的应用	74		
3.5 固定循环指令的应用	79		
3.6 螺纹加工	88		
3.7 刀具半径补偿	93		
3.8 数控车床中级工职业技能鉴 定样题	96		
本章小结	99		
第 4 章 数控铣床	100		
4.1 工件零点及参考点的 设置	100		
4.2 点位与直线插补指令的 应用	102		
4.3 插补平面指令的应用	104		
4.4 圆弧插补指令的应用	105		
4.5 暂停指令的应用	107		
4.6 刀具半径补偿指令的 应用	107		
4.7 刀具长度补偿指令的 应用	108		
4.8 固定循环指令的应用	108		
4.9 子程序的应用	111		
4.10 数控铣床中级工职业技能 鉴定样题	112		
本章小结	119		

第1章 数控中级工基础知识

本章要点

1. 机械制图知识。
2. 常用量具的使用。
3. 公差与配合知识。
4. 机械传动知识。
5. 液压传动知识。
6. 金属切削原理与刀具。
7. 金属材料与热处理。
8. 机械制造工艺基础与夹具。

1.1 机械制图知识

1.1.1 投影法的基本概念

1. 投影法

如图 1-1 所示,平面 P 为投影面,不属于投影面的定点 S 为投影中心。 SA 为投射射线。投射射线 SA 与投影面 P 的交点 a ,称作空间点 A 在投影面 P 上的投影。点 b 是空间点 B 在投影面 P 上的投影。从以上可知,投影法是投射射线通过物体向预定投影面进行投影而得到图形的方法。

2. 投影法的分类

投影法一般分为中心投影法和平行投影法两类。

(1) 中心投影法

投射射线从投影中心出发的投影法,称为中心投影法。如图 1-2 所示,通过投影中心 S 作出 $\triangle ABC$ 在投影面 P 上的投影:投射射线 SA 、 SB 、 SC 分别与投影面 P 交于点 a 、 b 、 c ,而 $\triangle abc$ 就是 $\triangle ABC$ 在投影面 P 上的投影。

在中心投影法中, $\triangle ABC$ 的投影 $\triangle abc$ 的大小随投影中心 S 距离 $\triangle ABC$ 的远近或者 $\triangle ABC$ 距离投影面 P 的远近而变化。它不适合于绘制机械图样。但是,根据中心投影法绘制的直观图立体感较强,适用于绘制建筑物的外观图。

(2) 平行投影法

投射射线相互平行的投影法,称为平行投影法,所得到的投影称为平行投影。

根据投射射线与投影面的相对位置,平行投影法又分为:斜投影法和正投影法。

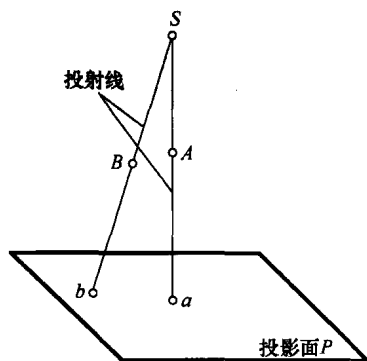


图 1-1 投影法图

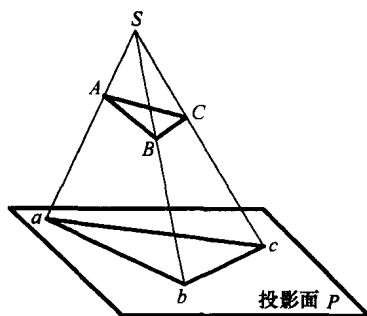


图 1-2 中心投影法

①斜投影法 投射线倾斜于投影面时称为斜投影法,所得到的投影称为斜投影,如图 1-3 所示。

②正投影法 投射线垂直于投影面时称为正投影法,所得到的投影称为正投影,如图 1-4 所示。

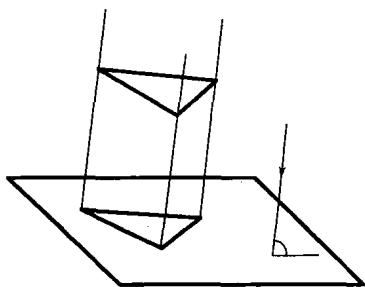


图 1-3 斜投影

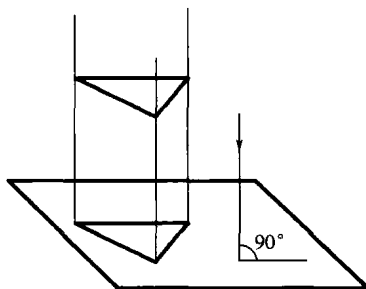


图 1-4 正投影

1.1.2 三视图的形成

一般机械工程图样大都是采用正投影法绘制的正投影图。用正投影法所绘制的图形称为视图。

1. 三视图的形成

如图 1-5(a)所示,将物体放在三个互相垂直的投影面中,然后分别向三个投影面作正投影,保持 V 面不动,将 H 面绕 OX 轴向下旋转 90° ,W 面绕 OZ 轴向右旋转 90° ,与 V 面处于同一平面上,如图 1-5(b)和 1-5(c)所示。这样便得到物体的三视图。V 面上的视图称为主视图,H 面上的视图称为俯视图,W 面上的视图称为左视图。画图时,投影面的边框及投影轴不必画出,如图 1-5(d)所示。

2. 三视图中的相对位置关系

主视图反映左右、上下关系即物体的长度和高度;俯视图反映左右、前后关系即物体的长度和宽度;左视图反映前后、上下关系即物体的高度和宽度。由此可以得出如下投影规律:主视图、俯视图中相应的长度相等,并且对正;主视图、左视图中相应

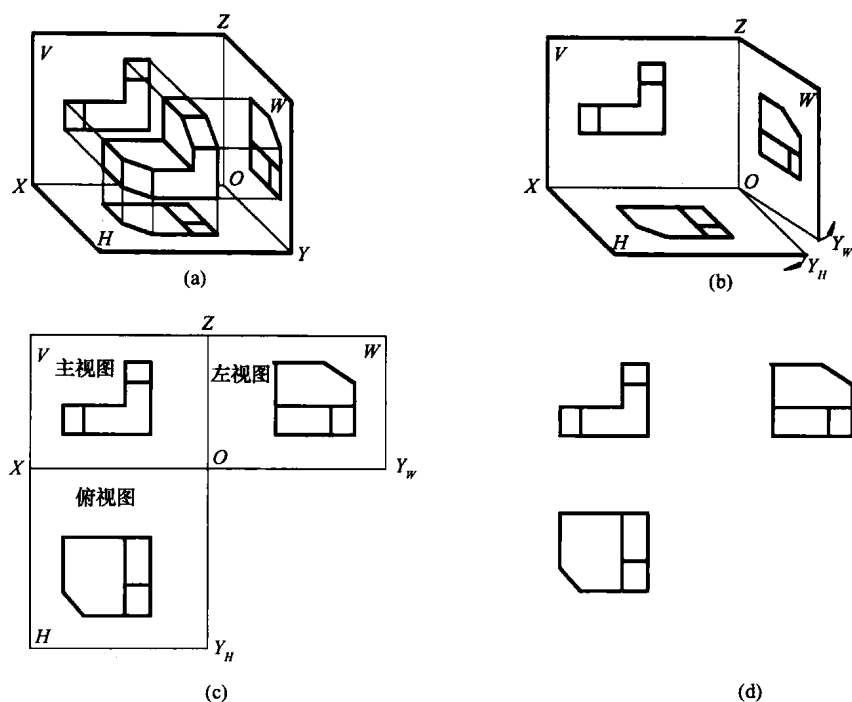


图 1-5 三视图的形成

的投影高度相等,并且平齐;俯视图、左视图中相应投影的宽度相等。

归纳起来,即:长对正、高平齐、宽相等,如图 1-6 所示。

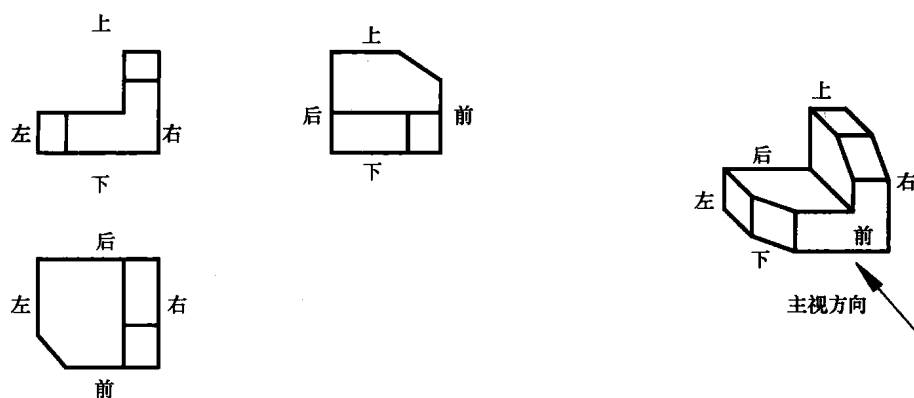


图 1-6 三视图中的相对位置关系

1.1.3 平面图形的画法

1. 平面图形的尺寸分析

(1) 尺寸基准

基准是标注尺寸的起点。在平面图形中有水平和垂直方向的尺寸基准。一般平

面图形中常选用图形的主要轮廓线、对称图形的对称线、中心线等为基准线,如图 1-7 所示。

(2) 尺寸分类

尺寸按其在平面图形中所起的作用可分为两类:

① 定形尺寸

确定图形中组成部分形状和大小的尺寸称为定形尺寸。如图 1-7 中的 $R5$ 、 $\phi 33$ 、 $4 \times \phi 20$ 、 $\phi 100$ 、 $\phi 80$ 。

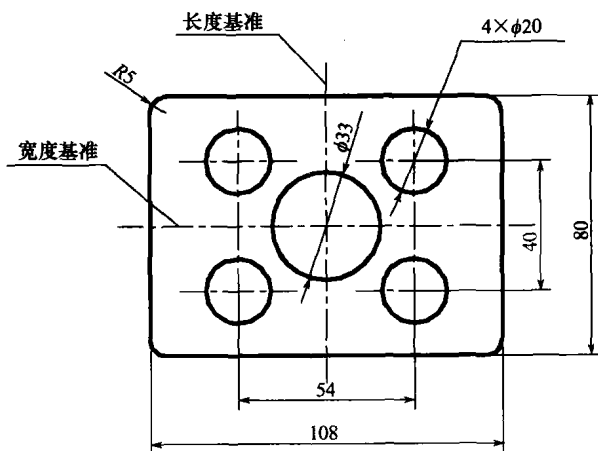


图 1-7 平面图形的尺寸分析

② 定位尺寸

确定图形中各线段间相对位置的尺寸称为定位尺寸。如图 1-7 中的 54、40。

当然,有些尺寸有可能既是定形尺寸又是定位尺寸。

1. 平面图形的线段分析

在平面图形中,按给出的定形尺寸或定位尺寸分析,平面图形的线段一般可分为以下三类:

(1) 已知线段

具有完整的定形和定位尺寸的线段称为已知线段。如图 1-8 中的 $R24$ 、 $\phi 24$ 、 $R76$ 、 $R22$ 、 $R46$ 、 $R120$ 。

(2) 中间线段

具有完整的定形尺寸,但定位尺寸不齐全的线段称为中间线段。如图 1-8 中的 $R20$ 。

(3) 连接线段

只有定形尺寸,没有定位尺寸的线段称为连接线段。如图中 1-8 中的 $R10$ 。

2. 平面图形的作图步骤

在对平面图形进行了尺寸分析和线段分析后,就可以着手画图,以图 1-8 为例,其作图步骤如图 1-9 所示。

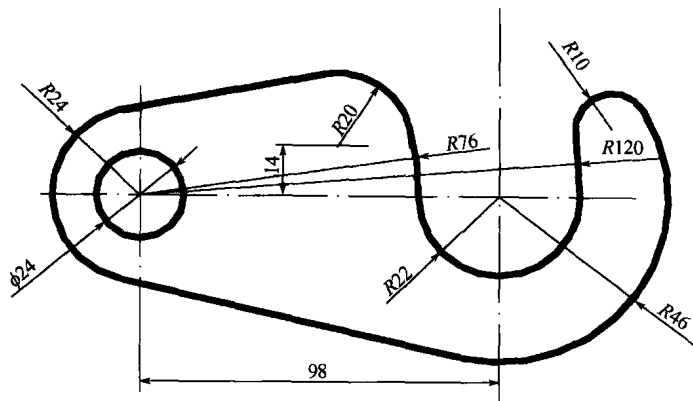


图 1-8 平面图形的线段分析

1.1.4 截交线的画法

1. 截交线的性质

因截交线为平面与立体表面的交线,因此截交线具有以下性质:

(1)共有性。截交线既属于截平面又属于立体表面,为截平面与立体表面的共有线。

(2)封闭性。由于立体是由不同表面所包围成的一个封闭空间,因此截交线也是一个封闭的平面图形。

2. 求截交线的方法和步骤

(1)一般方法

1)积聚性法

已知截交线的两个投影(截平面有积聚性的一个投影和被截切立体表面有积聚性的一个投影),根据共有点性质,可求出截交线的另一个投影。

2)辅助线法

过截交线上任一点在立体表面上作辅助线,通过辅助线的三面投影求截交线投影的方法称为辅助线法。

3)辅助面法

过截交线上的任意一点作辅助平面(一般为特殊面),而该辅助平面与相交两立体的表面必然相交,根据三面共点的几何原理,三面的共有点必为截交线上的点,而这些点的投影也必为截交线上点的投影。

(2)一般步骤

1)形体分析

①分析组成立体表面形状;

②分析截平面和立体或回转轴线相对位置;

③初步判断截交线的形状。

2)求截交线上特殊点(顶点,极限点)和中间点的投影;

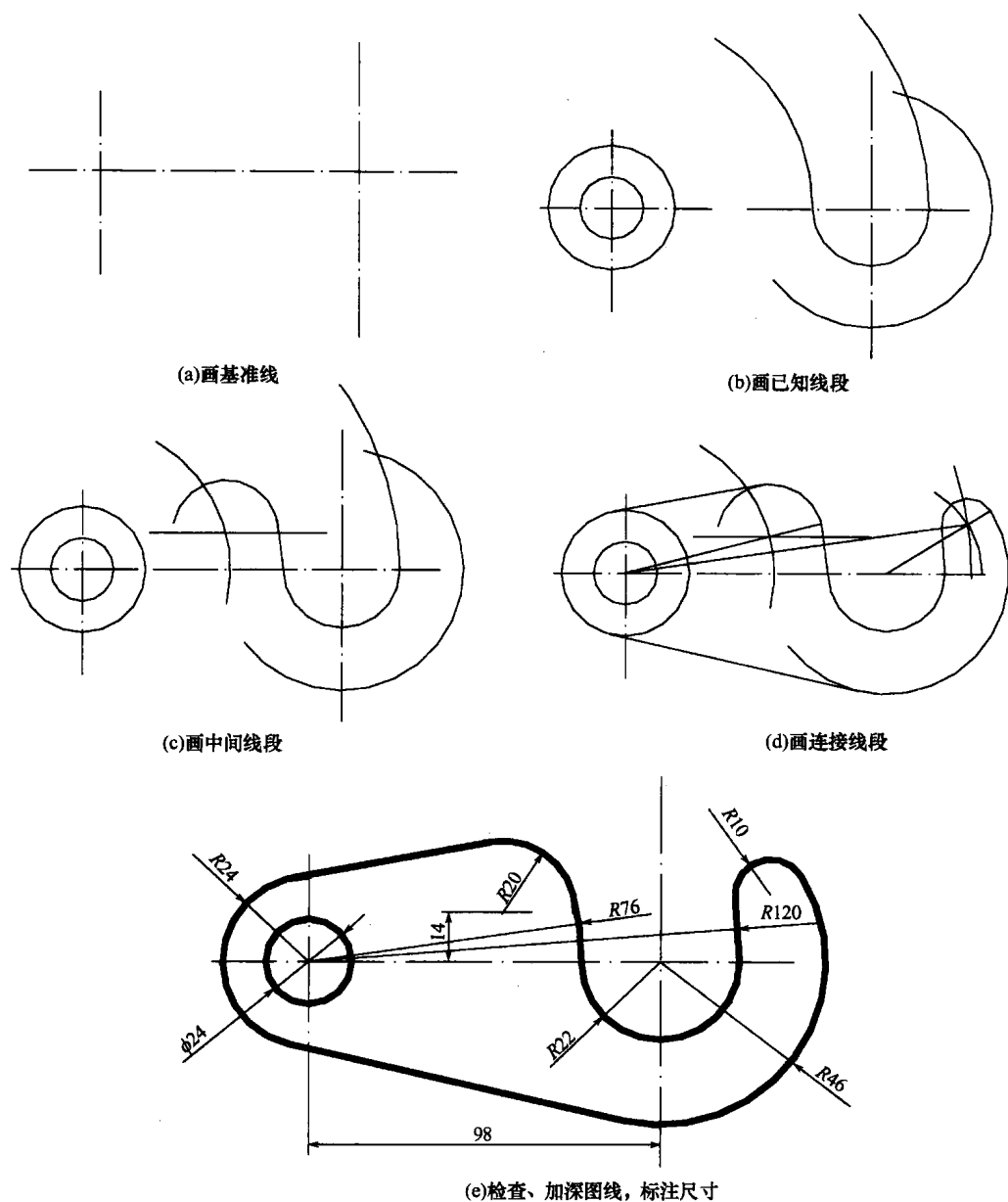


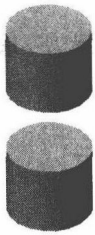
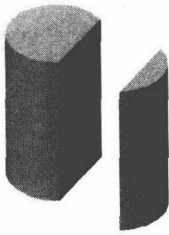
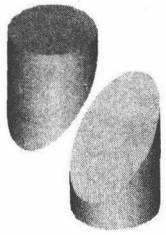
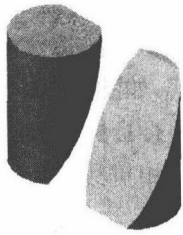
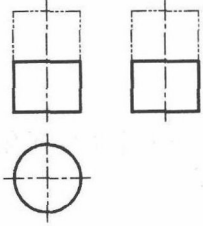
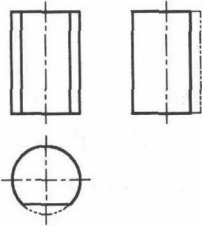
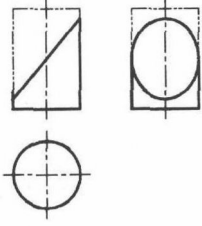
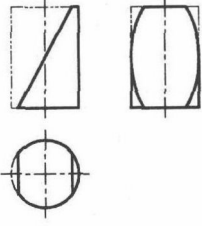
图 1-9 平面图形的作图步骤

- 3) 判别各点可见性, 光滑连接;
- 4) 判别总体可见性, 完成作图;
- 5) 检查。

3. 圆柱截交线的画法

由于截平面与圆柱体的相对位置不同, 截交线的形状可分为几种, 如表 1-1 所示。

表 1-1 圆柱的截交线

分类	A 截平面垂直于轴线	B 截平面平行于轴线	C 截平面倾斜于轴线 且不与上下表面相交	D 截平面倾斜于轴线 且与上下表面相交
立体图				
平面图				
说明	截交线为圆	截交线为矩形	交线为椭圆	交线为复合图形

【例 1-1】 如图 1-10(a)所示,求圆柱被正垂面截切后的截交线投影。

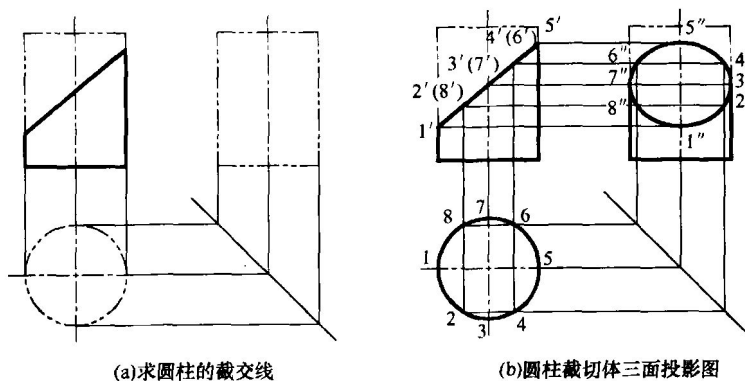


图 1-10 圆柱的截交线

(1)形体分析

①正垂面相对于圆柱轴线倾斜且正垂面与圆柱的上下圆柱面没有相交,故正垂面截切圆柱生成的截交线为一椭圆,如表 1-1 所示;截交线在正面的投影积聚成一条直线段。

②因截交线上的点均在圆柱面上,而圆柱面在水平面的投影均积聚在圆柱在水



平面上的投影——圆上。因此截交线在水平面的投影为圆,并与圆柱在水平面的投影相重合。

③因正垂面与侧面相倾斜,因此截交线在侧面的投影为它的类似形——椭圆。

(2)作图方法与步骤:

①绘制圆柱截切体在水平面的投影——圆。

②标注特殊点:1、3、5、7 在各面的投影。这些点是截交线的最左、最前、最右、最后点,如图 1-10(b)所示。

1.1.5 相贯线的画法

相贯线:两回转面交线。

1. 一般方法

(1)表面取点法。

(2)辅助平面法。

2. 一般步骤

(1)形体分析:分析相贯体表面的组成情况及表面特征。

(2)根据相贯体表面的投影特性,决定采用表面取点法或辅助平面法求解。

(3)标出并求出截交线上特殊点与中间点的投影。

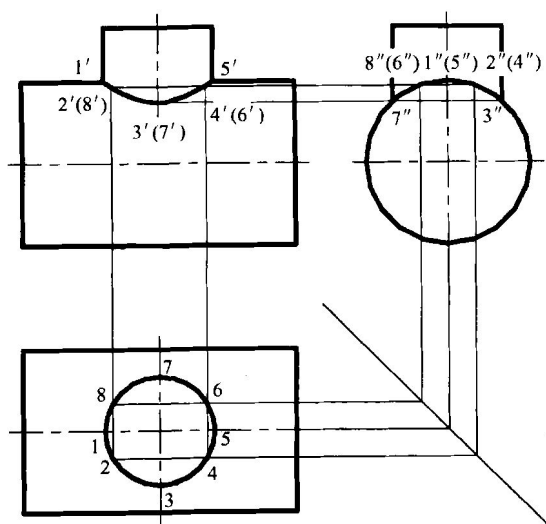
(4)判别各点可见性,进行光滑连线。

(5)判别整体可见性,完成作图。

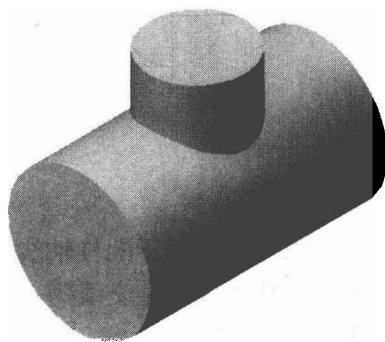
(6)检查。

【例 1-2】 轴线垂直相交的两圆柱的相贯线

(1)一般画法:



(a)一般画法求相贯线



(b)正交圆柱立体图

图 1-11 正交圆柱相贯线的一般画法

1) 形体分析

①大小圆柱轴线分别垂直于侧面、水平面。交线为一条封闭的空间曲线。

②由大小圆柱位置可知:大圆柱在侧面,小圆柱在水平面投影具有积聚性,且都是积聚成圆。

③因相贯线上的所有点都在小圆柱的表面上,而小圆柱表面上的所有点在水平面的投影都积聚在水平面的小圆上,因此,相贯线在水平面上的投影就是水平面上的小圆。

④因相贯线上的所有点都在大圆柱的表面上,而大圆柱表面上的所有点在侧面的投影都积聚在侧面的大圆上,因此,相贯线在侧面上的投影就是侧面大圆上的一段(大圆柱与小圆柱重合部分)。

⑤因相贯线前后对称,因此相贯线在正面的投影具有积聚性。形状如图 1-11(b)所示。

2)作相贯线在水平面的投影——小圆。

3)作相贯线在水平面上的投影——圆上取特殊点 1、3、5、7。并求出这些点在正面和侧面上的投影。

4)作相贯线在水平面上的投影——圆上取中间点 2、4、6、8。并求出这些点在正面和侧面上的投影。

5)相贯线在侧面上的投影,即为 $3''$ 和 $7''$ 之间的圆弧。

6)在正面依次光滑连接各点,即为所求相贯线在正面的投影。因 $6'$ 与 $4'$ 、 $7'$ 与 $3'$ 、 $8'$ 与 $2'$ 是重影点,因此, $6'$ 、 $7'$ 、 $8'$ 不可见。结果如图 1-11(a)所示。

7)补全大小圆柱在水平面和侧面的投影。

8)检查。

(2) 简化画法:

简化画法如图 1-12 所示,绘图步骤如下:

1) 形体分析

分析两圆柱的相贯情况,比较两圆柱的大小,预估相贯线的形状和位置。测量大圆柱的半径为 R 。

2) 标点

标注相贯线的最左、最右、最前、最后点 1、2、3、4 在各面的投影。

3) 作图

在正面投影上,找到相贯线的最左点 $1'$ 和最右点 $2'$,以 $1'$ 为圆心,以大圆柱的半径 R 为半径作辅助圆,则辅助圆与小圆柱的轴线相交于一点 O' ,再以 O' 为圆心,以大圆柱的半径 R 为半径,以 $1'$ 、 $2'$ 为起点和终点作弧。用做出的圆弧代替两垂直相交圆柱的相贯线。如图 1-12 所示。