



全国高等职业教育示范专业规划教材
浙江省高等教育重点建设教材

数控技术专业

数控车铣工(中级)实训

陈宇晓 编

SHUKONG CHEXIGONG (ZHONGJI) SHIXUN



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



配电子课件
教师免费下载

全国高等职业教育示范专业规划教材

数控技术专业

浙江省高等教育重点建设教材

数控车铣工

(中级)实训

陈宇晓 编



机械工业出版社

本书根据新颁布的数控车铣工国家职业标准,从应知、应会两方面着手,详细论述了中级数控车铣工的知识与技能考核内容。

本书结构层次分明、内容紧凑,突出了实用性。应知部分完全根据国家职业标准的知识要求编写,内容全面、翔实,信息量大,涵盖了中级数控车铣工应知的所有知识点。应会部分选用了目前国内应用最广的几种数控系统,根据实际面板分步详细讲解操作过程,按此操作即可完成数控加工的全过程。本书除可作为中级数控车铣工的实训教程外,还可作为高职高专、中职学生的数控加工学习用书。因加工中心的编程与操作和数控铣床基本相同,故本书还可作为中级加工中心操作工的实训教程。

图书在版编目(CIP)数据

数控车铣工(中级)实训/陈宇晓编. —北京:机械工业出版社, 2010. 2

全国高等职业教育示范专业规划教材. 数控技术专业
浙江省高等教育重点建设教材

ISBN 978-7-111-28917-3

I. ①数… II. ①陈… III. ①数控机床: 车床—高等学校: 技术学校—教学参考资料②数控机床: 铣床—高等学校: 技术学校—教学参考资料 IV. ①TG519.1
②TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 025451 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 郑 丹 责任编辑: 章承林 版式设计: 张世琴
封面设计: 鞠 杨 责任校对: 申春香 责任印制: 李 妍

唐山丰电印务有限公司印刷

2010 年 5 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm · 9.5 印张 · 232 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-28917-3

定价: 16.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心: (010) 88361066

销售一部: (010) 68326294

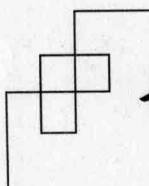
销售二部: (010) 88379649

读者服务部: (010) 68993821

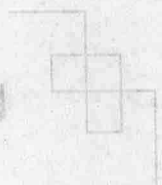
门户网: <http://www.cmpbook.com>

教材网: <http://www.cmpedu.com>

封面无防伪标均为盗版



前言



当前国家大力推进职业资格证书制度及就业准入制度,《教育部关于加快高等职业教育改革促进高等职业院校毕业生就业的通知》指出,要实施“双证书”制度,有力推动就业工作。高职院校要把相关专业获得相应职业资格证书,作为其学生毕业的条件之一,在颁发专业学历证书前,努力使符合条件的应届毕业生通过职业技能鉴定获得相应职业资格证书。《国务院关于职业教育改革与发展情况的报告》指出,严格实行就业准入制度和职业资格证书制度,规范企业用人行为。把职业能力作为人才培养、使用和管理的重要依据,用人单位优先录用取得职业院校毕业证书、职业资格证书和职业培训合格证书的人员。

基于以上现实,结合我国数控加工技术的应用现状,针对目前数控考证实训教材与新标准结合不够,应知、应会内容针对性不够强,结构安排较松散的状况,特编写本教程。本书结构层次分明、内容紧凑,突出了实用性。应知部分完全根据国家职业标准的知识要求编写,内容全面、翔实,信息量大,涵盖了中级数控车铣工应知的所有知识点。应会部分选用了目前国内应用最广的几种数控系统,根据实际面板分步详细讲解操作过程。

本书为浙江省高等教育重点建设教材,由宁波职业技术学院陈宇晓编写。本书适用于中高级技术工人及机电类大中专学生,除可作为中级数控车铣工的实训教程外,还可作为高职高专、中职学生的数控加工学习用书。

由于编者水平所限,书中不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

目 录

前言	2.4 中级数控车铣工知识考核样卷	42
第1章 中级数控车铣工国家职业标准解读	第3章 中级数控车工技能要求	47
1.1 数控车工的职业概况	3.1 数控加工的工艺分析	47
1.2 中级数控车工的知识要求	3.2 数控车床编程指令	56
1.3 中级数控车工的技能要求	3.3 中级数控车工手工编程实例	58
1.4 数控铣工的职业概况	3.4 数控车床操作	67
1.5 中级数控铣工的知识要求	3.5 中级数控车工技能考核样卷	102
1.6 中级数控铣工的技能要求	第4章 中级数控铣工技能要求	105
第2章 中级数控车铣工知识要求	4.1 数控铣削的工艺特点	105
2.1 基础理论知识	4.2 数控铣床编程	106
2.2 机械加工基础知识	4.3 中级数控铣工手工编程实例	110
2.3 安全文明生产、环境保护、质量管理及有关法律、法规知识	4.4 数控铣床操作	117
	4.5 中级数控铣工技能考核样卷	144
	参考文献	147

目 录

第1章 中级数控车铣工国家职业标准解读

1.1 数控车工的职业概况

1.1.1 职业概况

数控车工是国家2005年颁布职业标准的新职业。原数控车工是普通车工职业名录中的一个工种。数控车工的职业定义为：从事编制数控加工程序并操作数控车床进行零件车削加工的人员。新标准与原标准相比，强调了程序编制能力。数控车工不设初级，共分四个等级：中级(国家职业资格四级)、高级(国家职业资格三级)、技师(国家职业资格二级)和高级技师(国家职业资格一级)。其基本学历要求为高中毕业(或同等学历)。

1.1.2 申报条件

要取得数控车工职业资格证书，必须进行鉴定。在鉴定前先要向职业技能鉴定机构进行申报。各等级车工申报条件如下。

1. 中级数控车工(具备以下条件之一)

- 1) 经本职业中级正规培训400标准学时以上，并取得结业证书。
- 2) 连续从事本职业工作5年以上。
- 3) 取得经劳动保障行政部门审核认定的，以中级技能为培养目标的中等以上职业学校本职业或相关专业毕业证书。从这条可知，技工学校或职业高中及职业技术学院的相关专业毕业生有资格申报中级数控车工。

4) 取得相关职业中级职业资格证书后，连续从事本职业工作2年以上。这条中，相关职业主要指普通机加工操作工。

2. 高级数控车工(具备以下条件之一)

- 1) 取得本职业中级职业资格证书后，连续从事本职业工作2年以上，经本职业高级正规培训300标准学时以上，并取得结业证书。
- 2) 取得本职业中级职业资格证书后，连续从事本职业工作4年以上。
- 3) 取得经劳动保障行政部门审核认定的，以高级技能为培养目标的职业学校本职业或相关专业毕业证书。从这条可知，目前大多数技工学校的相关专业毕业生有资格申报高级数控车工。职业技术学院相关专业毕业生，经劳动保障行政部门审核认定，也有资格申报高级数控车工。

4) 大专以上本专业或相关专业毕业生，经本职业高级正规培训300标准学时以上，并取得结业证书。

3. 数控车技师(具备以下条件之一)

- 1) 取得本职业高级职业资格证书后，连续从事本职业工作4年以上，经本职业技师正规培训200标准学时以上，并取得结业证书。
- 2) 取得本职业高级职业资格证书的职业学校本职业(专业)毕业生，连续从事本职业工

作2年以上,经本职业技师正规培训200标准学时以上,并取得结业证书。

3) 取得本职业高级职业资格证书的本科(含本科)以上本专业或相关专业毕业生,连续从事本职业工作2年以上,经本职业技师正规培训200标准学时以上,并取得结业证书。

4. 数控车高级技师

取得本职业技师职业资格证书后,连续从事本职业工作4年以上,经本职业高级技师正规培训200标准学时以上,并取得结业证书。

1.1.3 鉴定方式

鉴定分为理论知识考试和技能操作考核。理论知识考试采用闭卷方式,技能操作(含软件应用)考核采用现场实际操作和计算机软件操作方式。理论知识考试和技能操作(含软件应用)考核均实行百分制,成绩皆达60分以上者为合格。技师和高级技师还须进行综合评审。理论知识考试时间为120min。中、高级技能操作考核时间必须大于240min,技师、高级技师技能操作考核时间必须大于300min。各级技能操作考核中,软件应用考试时间不能超过120min。技师和高级技师综合评审时间必须大于45min。新标准与老标准最大的区别就是增加了软件应用考试,在此要引起足够重视。

1.2 中级数控车工的知识要求

中级数控车工在遵守职业道德的前提下,还必须掌握如下知识。

1. 基础理论知识

(1) 机械制图知识 要求熟悉机械制图基本知识,掌握零件三视图、局部视图、剖视图的画法及公差配合基本知识。

(2) 工程材料及金属热处理知识 要求掌握常用工程材料的特点和应用、金属热处理的方法和应用知识。

(3) 机电控制知识 要求掌握电工电子与液压传动的基础知识。

(4) 计算机基础知识 要求掌握微机原理与计算机数控基本知识。

(5) 专业英语知识 要求掌握数控机床编程与操作必需的专业英语词汇。

2. 机械加工基础知识

要求掌握机械原理、常用设备知识、金属切削原理与加工工艺、设备润滑与冷却知识、工夹量具知识、数控机床基本知识、车工和钳工的基本操作知识。

3. 安全文明生产、环境保护、质量管理及有关法律、法规知识

要求了解中级数控车工涉及的安全操作、环境保护、岗位质量要求、劳动法、环境保护法、知识产权保护法等相关知识。

1.3 中级数控车工的技能要求

1. 加工准备方面的技能要求

要求能进行简单的读图与绘图;能编制简单轴盘类零件的数控车削加工工艺文件;掌握通用车削夹具(如三爪自定心卡盘、四爪单动卡盘)的使用方法;掌握数控车削刀具的选择、安装及调整方法。

2. 数控编程方面的技能要求

要求掌握由直线、圆弧组成的二维轮廓及螺纹的数控车床手工编程方法,以及含有数控车削固定循环与子程序的程序编制方法;掌握用 CAD 软件计算节点的方法。

3. 数控车床操作方面的技能要求

要求熟悉常用数控系统车床面板操作方法;熟悉通过操作面板输入和编辑加工程序的方法;掌握对刀与确定坐标系的方法;掌握不同数控系统数控车床的对刀方法;掌握程序的调试和零件的试切方法。

4. 数控车床零件加工方面的技能要求

要求掌握轮廓车削的基本知识,能完成轮廓零件数控车床加工;掌握螺纹车削的基本知识,能完成带螺纹零件数控车床加工;掌握槽类车削的基本知识,能完成带槽类零件数控车床加工;掌握孔车削的基本知识,能完成带孔零件数控车床加工。

5. 数控车床维护和故障诊断方面的技能要求

要求掌握数控车床维护和故障诊断及精度检查的基本技能。

1.4 数控铣工的职业概况

数控铣工也是国家 2005 年颁布职业标准的新职业。原数控铣工是普通铣工职业名录中的一个工种。数控铣工的职业定义为:从事编制数控加工程序并操作数控铣床进行零件铣削加工的人员。与原标准相比,也强调了程序编制能力。数控铣工不设初级,共分四个等级:中级(国家职业资格四级)、高级(国家职业资格三级)、技师(国家职业资格二级)和高级技师(国家职业资格一级)。其基本学历要求为高中毕业(或同等学力)。

数控铣工职业资格申报条件及鉴定方式与数控车工相同。

1.5 中级数控铣工的知识要求

中级数控铣工必须掌握的知识与中级数控车工基本一致,但在机械加工基础知识部分中,掌握车工和钳工的基本操作知识变为掌握铣工和镗工的基本操作知识。

1.6 中级数控铣工的技能要求

1. 加工准备方面的技能要求

要求能进行简单的读图与绘图;能编制二维轮廓零件的数控铣削加工工艺文件;掌握通用铣削夹具(如压板、机用平口虎钳)的使用方法(包括定位与零件找正);掌握数控铣削刀具的选择、安装、调整方法及数控铣削切削用量的确定方法。

2. 数控编程方面的技能要求

要求掌握由直线、圆弧组成的二维轮廓数控铣床手工编程方法,及含有数控铣削固定循环与子程序的程序编制方法;掌握用 CAD/CAM 软件完成简单平面轮廓铣削程序的方法。此条要求比中级数控车工高,中级数控车工只要求会用 CAD 软件计算节点,未要求生成程序。

3. 数控铣床操作方面的技能要求

要求熟悉常用数控系统铣床面板操作方法;熟悉通过操作面板输入和编辑加工程序的方法;掌握对刀与确定坐标系的方法;掌握不同数控系统数控铣床的对刀方法;掌握程序的调试和零件的试切方法。

4. 数控铣床零件加工方面的技能要求

要求掌握平面铣削的基本知识,能完成平面类零件数控铣床加工;掌握轮廓铣削的基本知识,能完成轮廓类零件数控铣床加工;掌握曲面铣削的基本知识,能完成曲面类零件数控铣床加工;掌握孔类零件铣削的基本知识,能完成孔类零件数控铣床加工;掌握槽类零件铣削的基本知识,能完成槽类零件数控铣床加工。

5. 数控铣床维护和故障诊断方面的技能要求

要求掌握数控铣床维护和故障诊断及精度检查的基本技能。

第2章 中级数控车铣工知识要求

2.1 基础理论知识

2.1.1 机械制图知识

1. 机械制图五个能力

学好机械制图应掌握投影能力、表达能力、绘图能力、读图能力、计算机绘图能力五个能力。

2. 投影图

投影图可分为正投影图和轴测图。

(1) 正投影图 正投影图即线框结构平面图。图 2-1 所示为实物；图 2-2 所示为对应的正投影图，又称三视图。

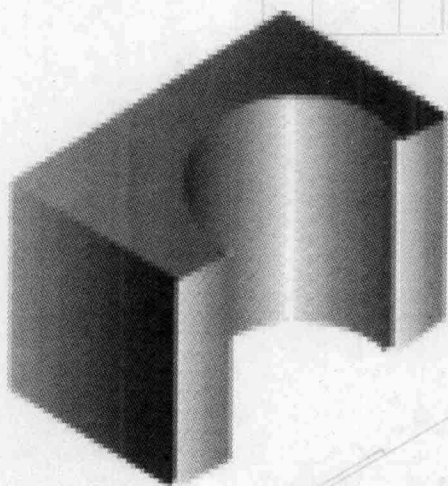


图 2-1 实物

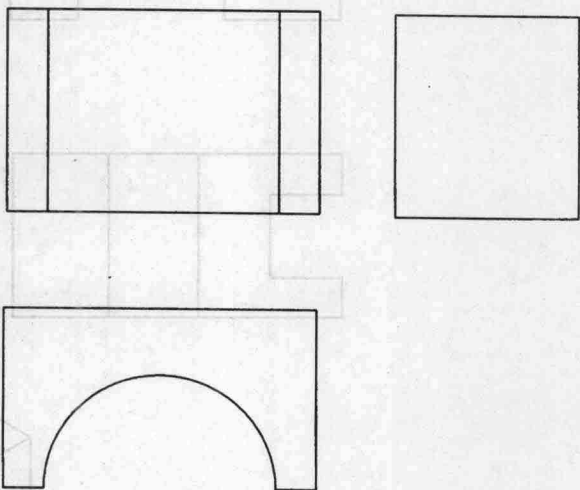


图 2-2 正投影图

(2) 轴测图 轴测图即线框结构立体图。图 2-3 所示为正等轴测图，图 2-4 所示为正二等轴测图，图 2-5 所示为斜二等轴测图。

3. 机械零件的表达方式

表达方式主要有基本视图与其他视图。其他视图又有斜视图、旋转视图与剖视图等。在机械制图中一般将主视图、俯视图和左视图称为基本视图。图 2-6 所示为基本视图，图 2-7 所示为旋转视图。

4. 制图基本知识

(1) 制图工具及其用法

1) 图板与丁字尺：图板用作绘图时的垫板，丁字尺画水平线用。

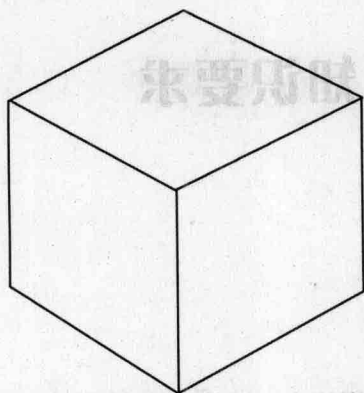


图 2-3 正等轴测图

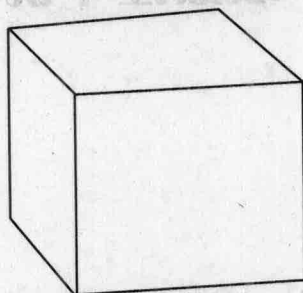


图 2-4 正等轴测图

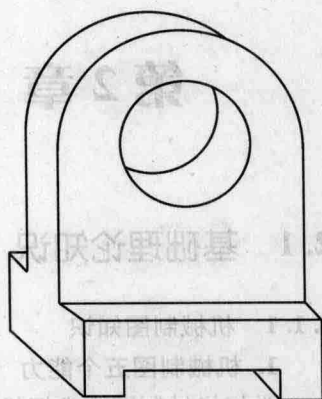


图 2-5 斜二等轴测图

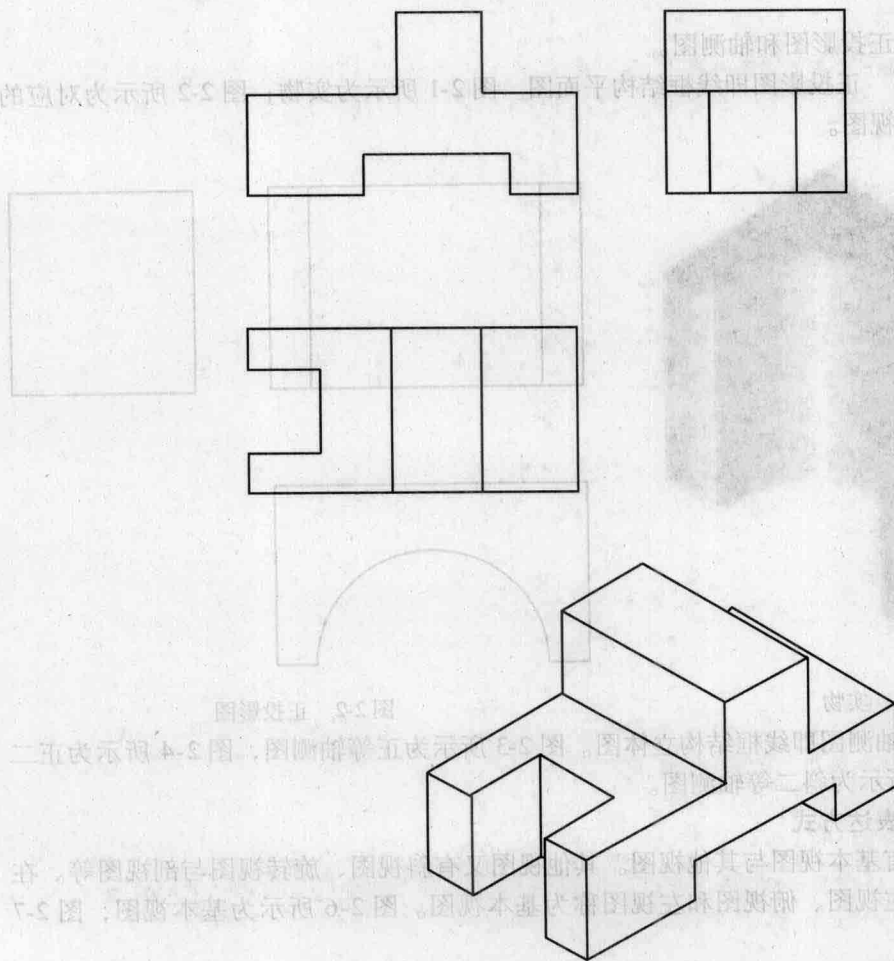


图 2-6 机械零件的基本视图

2) 三角板: 45° 和 $30^\circ-60^\circ$ 各一块, 配合使用可画角度为 15° 倍数的斜线。

3) 圆规: 画圆或圆弧, 针尖应用带台阶的一端, 以防圆心孔扩大。

4) 分规: 用来截取某一定长线段或等分线段。

5) 比例尺: 刻有不同比例的直尺, 可从其上直接量取相应长度。

6) 铅笔: 分画细线的硬芯(H、HB)和描粗线的软芯(B、2B)铅笔。

7) 曲线板: 可用来画非圆曲线。

8) 其他工具: 削笔刀、量角器、擦图片、橡皮、胶带纸、小刷等。

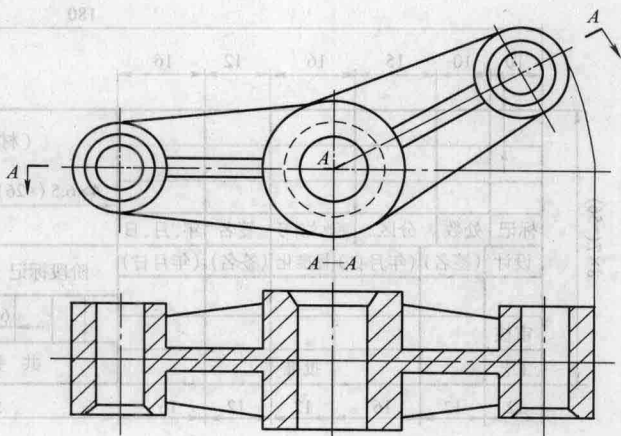


图 2-7 机械零件的旋转视图

(2) 国家标准有关规定

1) 图纸幅面和图框格式(GB/T 14689—2008)见表 2-1 及图 2-8 所示。图 2-9 所示为标题栏格式及尺寸(GB/T 10609.1—2008)。

表 2-1 图纸幅面尺寸

(单位:mm)

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

注: 表中字母含义如图 2-8 所示。

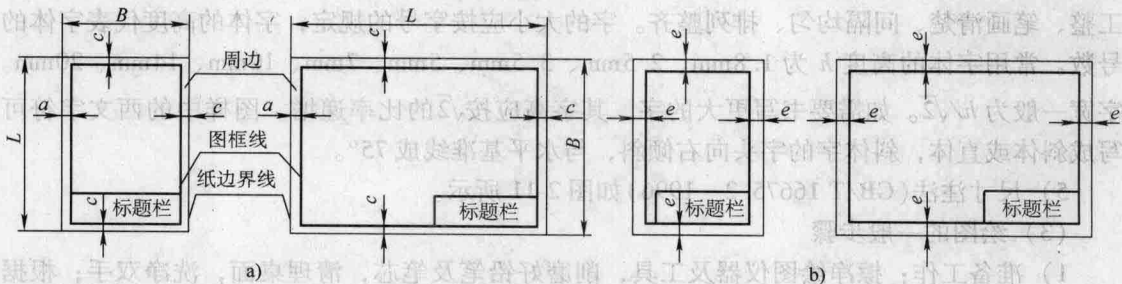


图 2-8 图框格式

a) 装订的图框格式 b) 不装订的图框格式

2) 比例(GB/T 14690—1993)见表 2-2。



图 2-9 标题栏格式及尺寸

表 2-2 比例

种 类	比 例	
	优先选取	允许选取
原值比例	1:1	
放大比例	5:1 2:1	4:1 2.5:1
	$5 \times 10^n:1$ $2 \times 10^n:1$ $1 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$ $2.5 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2 1:5 1:10	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6
	$1:2 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$ $1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

3) 图线(GB/T 4457.4—2002)形式及图例如图 2-10 所示。

4) 字体(GB/T 14691—1993)。图样上的汉字应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字, 字体格式为长仿宋体字, 书写字体必须做到: 字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字的大小应按字号的规定, 字体的高度代表字体的号数。常用字体的高度 h 为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、10mm、14mm、20mm。字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。如需要书写更大的字, 其字高应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。图样中的西文字符可写成斜体或直体, 斜体字的字头向右倾斜, 与水平基准线成 75° 。

5) 尺寸注法(GB/T 16675.2—1996)如图 2-11 所示。

(3) 绘图的一般步骤

1) 准备工作: 擦净绘图仪器及工具, 削磨好铅笔及笔芯, 清理桌面, 洗净双手; 根据图形大小及复杂程度, 选取比例和图纸幅面; 鉴别图纸正反面(光面为正), 并将图纸固定在图板左下方适当位置。

2) 画底稿(用 2H 或 H 铅笔及圆规): 画图幅边框、图框及标题栏; 按 3:4:3 布局法确定图形在图框中的位置(见图 2-12), 画各图形的基准线、对称线、轴线等; 画图形的主要轮廓线; 画各细小结构, 完成全部图形底稿; 画尺寸界线、尺寸线。

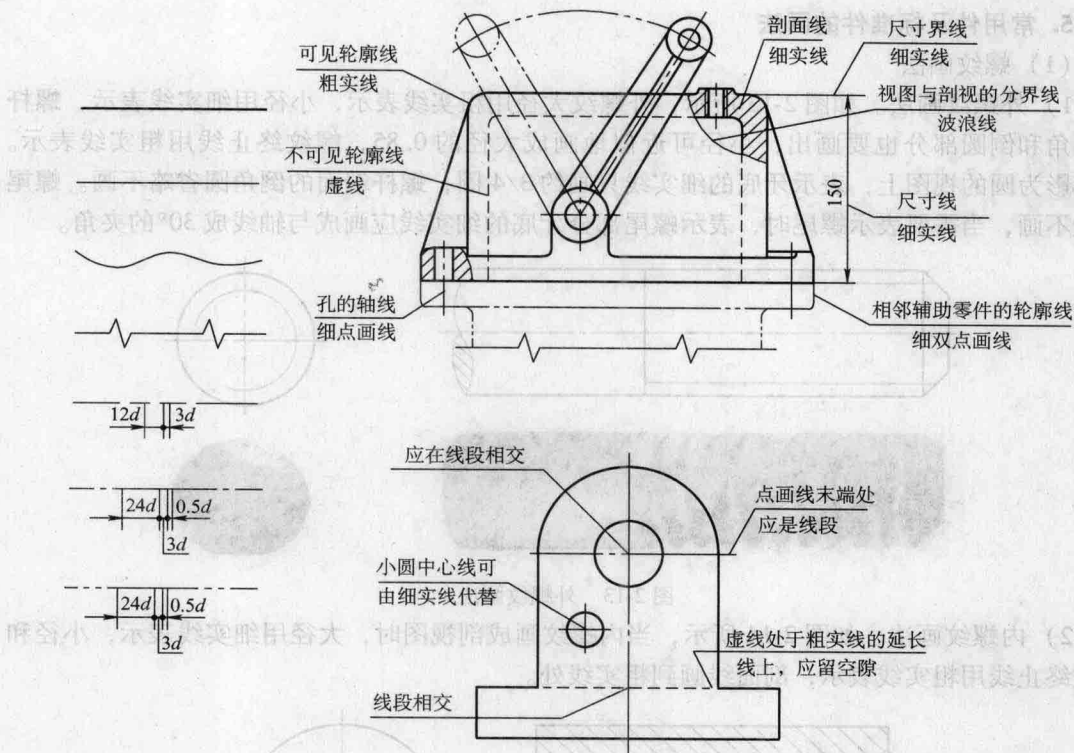


图 2-10 图线形式及图例

3) 加深(用 2B 或 B 铅笔及圆规): 检查并校核错、漏后, 擦去不必要的作图线; 按先粗后细、先曲后直的原则, 先加深所有的圆和圆弧, 再用丁字尺和三角板按水平线、垂直线、斜线的顺序由上而下、由左向右依次加深各粗实线, 最后加深中心轴线、剖面线; 画尺寸线的箭头、注写尺寸数字、填写标题栏及其他文字; 校核全图, 取下图样, 沿图幅边框裁边。

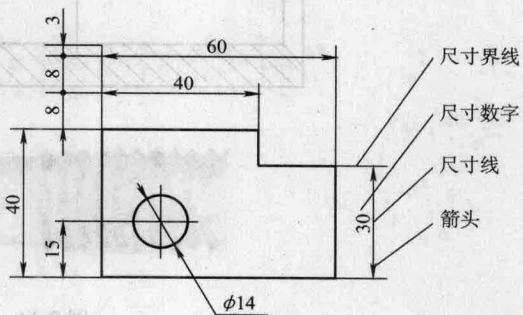


图 2-11 尺寸注法

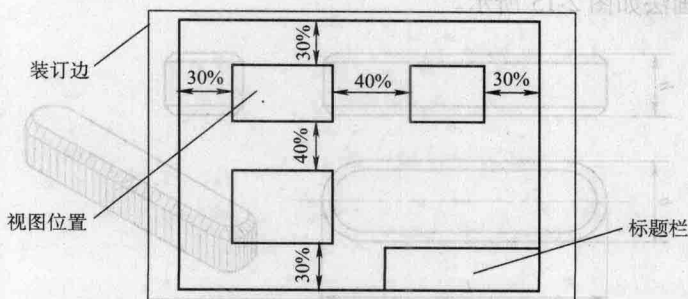


图 2-12 3:4:3 布局法

5. 常用件及标准件的画法

(1) 螺纹画法

1) 外螺纹画法。如图 2-13 所示, 外螺纹大径用粗实线表示, 小径用细实线表示, 螺杆的倒角和倒圆部分也要画出, 小径可近似地画成大径的 0.85, 螺纹终止线用粗实线表示。在投影为圆的视图上, 表示牙底的细实线只画约 $3/4$ 圈, 螺杆端面的倒角圆省略不画。螺尾一般不画, 当需要表示螺尾时, 表示螺尾部分牙底的细实线应画成与轴线成 30° 的夹角。

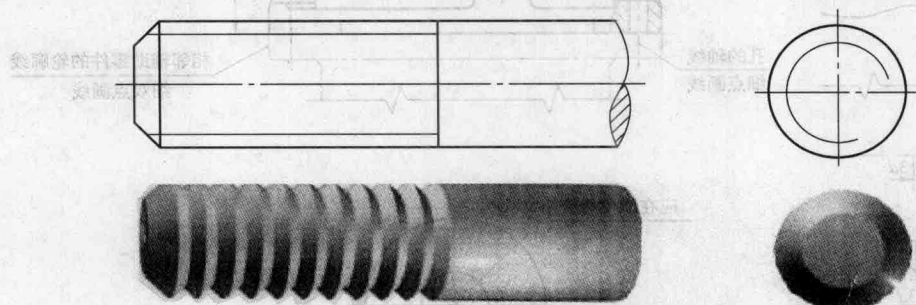


图 2-13 外螺纹画法

2) 内螺纹画法。如图 2-14 所示, 当内螺纹画成剖视图时, 大径用细实线表示, 小径和螺纹终止线用粗实线表示, 剖面线画到粗实线处。

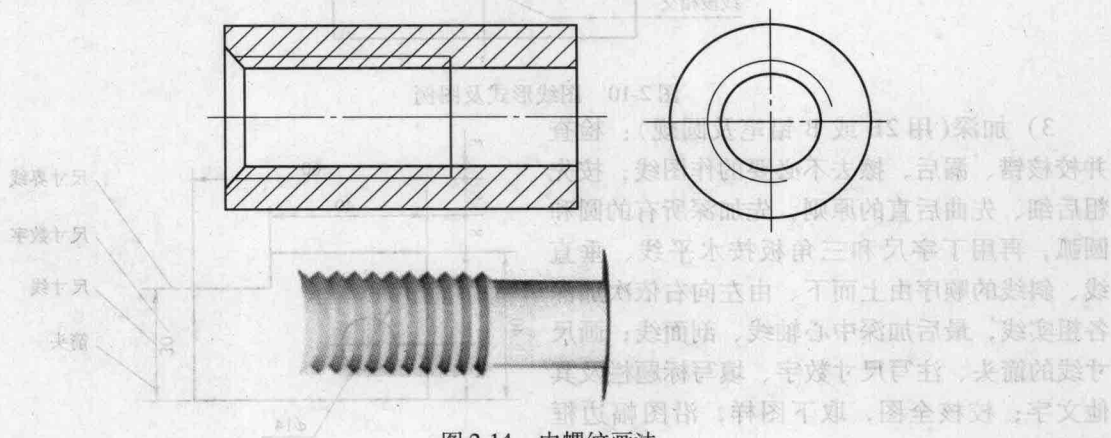


图 2-14 内螺纹画法

(2) 键、销画法

1) 普通平键画法如图 2-15 所示。

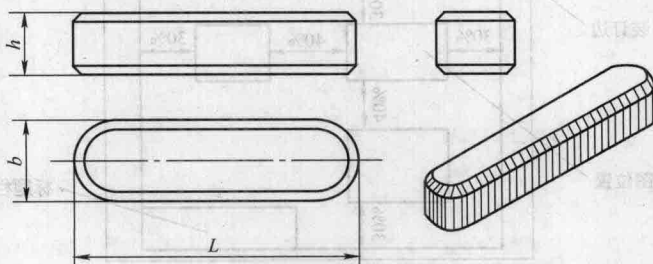


图 2-15 普通平键画法

2) 销画法如图 2-16 所示。

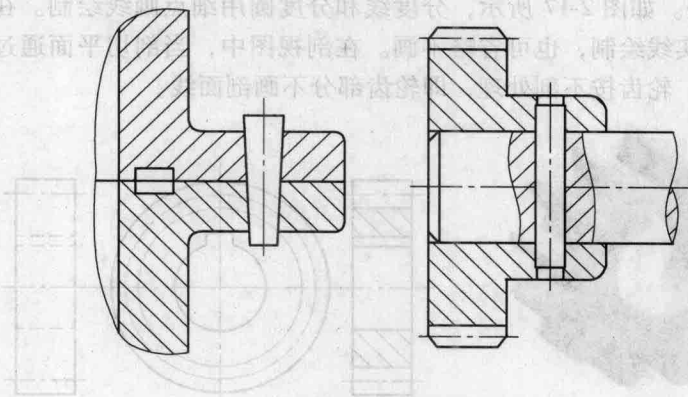


图 2-16 销画法

(3) 滚动轴承画法 滚动轴承画法见表 2-3。

表 2-3 滚动轴承画法

名称、标准号和代号	结构形式	主要尺寸	规定画法	特征画法
深沟球轴承 GB/T 276—1994 6000		D d B		
圆锥滚子轴承 GB/T 297—1994 30000		D d T B C		
推力球轴承 GB/T 301—1995 51000		D d T		

(4) 齿轮画法

1) 圆柱齿轮画法。如图 2-17 所示, 分度线和分度圆用细点画线绘制。在不剖视图中, 齿根线和齿根圆用细实线绘制, 也可省略不画。在剖视图中, 当剖切平面通过齿轮轴线时, 齿根线用粗实线绘制, 轮齿按不剖处理, 即轮齿部分不画剖面线。

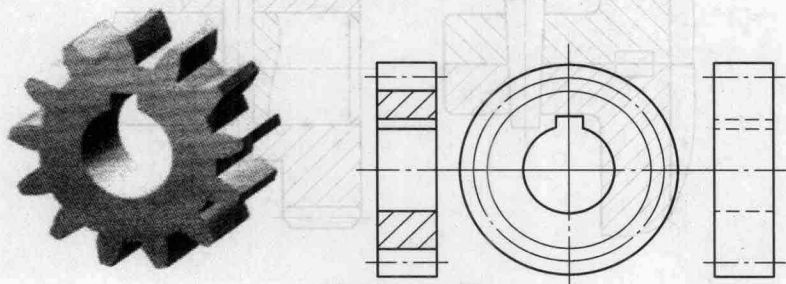
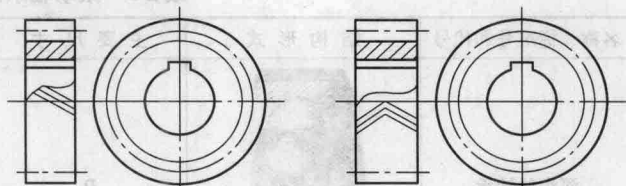


图 2-17 圆柱齿轮画法

2) 斜齿轮画法。如图 2-18 所示, 当需要表示斜齿轮和人字齿轮的齿线方向时, 可用三条与齿线方向一致的细实线表示。



3) 锥齿轮画法如图 2-19 所示。

4) 蜗杆、蜗轮画法如图 2-20 所示。

6. 零件图基本知识

(1) 零件图的作用和内容 一台机器是由若干个零件按一定的装配关系和技术要求装配而成的, 我们把构成机器的最小单元称为零件。在生产中, 零件图是指导零件加工制造、检验的技术文件。零件图的内容包括一组视图、必要的尺寸、技术要求和标题栏。

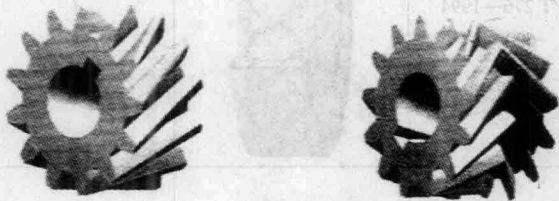


图 2-18 斜齿轮画法

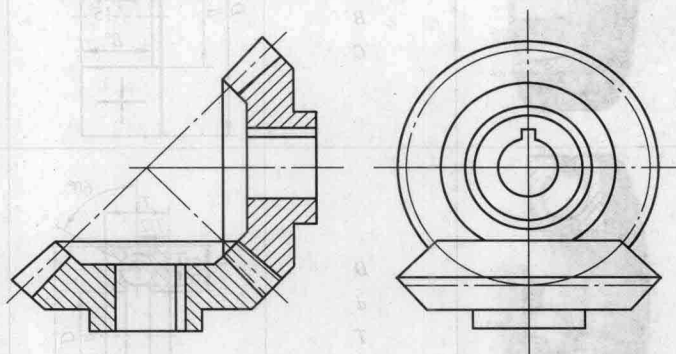


图 2-19 锥齿轮画法