

SHUKONGCHECHUANG

CAOZUOGONG RUMEN



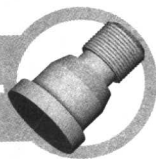
数控车床 操作工入门

冯志新 主编



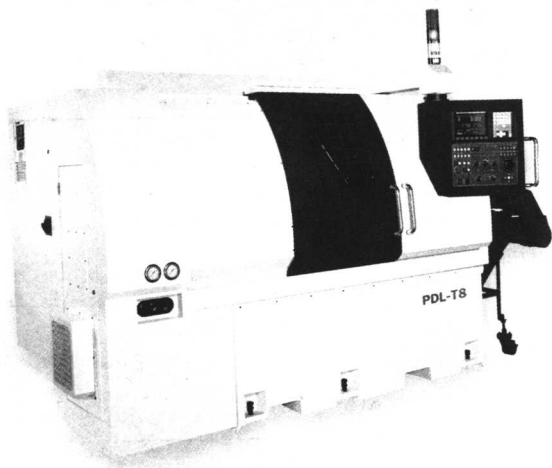
化学工业出版社

SHUKONGCHECHUANG
CAOZUOGONG RUMEN



数控车床 操作工入门

冯志新 主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

数控车床操作工入门/冯志新主编. —北京: 化学工业出版社, 2007.9
ISBN 978-7-122-01067-4

I. 数… II. 冯… III. 数控机床: 车床-操作-基本知识 IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 135065 号

责任编辑: 张兴辉 王 烨

责任校对: 周梦华

装帧设计: 史利平

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 装: 化学工业出版社印刷厂

850mm×1168mm 1/32 印张 5 字数 123 千字

2007 年 10 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: 18.00 元

版权所有 违者必究



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广泛。我国的机械制造业正急需大批熟悉数控机床编程、操作及维护等技术的应用型人才。本书就是为适应这一形势的需要而编写的。

数控车床是车削加工功能较全的数控机床，它可以把车削、铣削、螺纹加工、钻削等功能集中在一台设备上，使其具有多种工艺手段。数控车床设有旋转刀架或旋转刀盘，在加工过程中由程序自动选用刀具和更换刀位。采用数控车床进行加工可以大大提高产品质量，保证加工零件的精度，减轻劳动强度，为新产品的研制和改型换代节省时间和费用，提高企业产品的竞争力。

本书编写的目的在于普及数控加工基础知识、工艺知识，推广数控加工技术，为培养数控加工的高级技能型人才奠定基础。

本书既参考了很多国内外相关领域的书籍和资料，也融汇了教师们长期以来的教学实践和研究心得。目前数控技术类图书中要求的知识起点较高，需要阅读者具备一定的机械加工知识。而本书将机械识图、公差等机械加工基础知识融入到书中，由浅入深，使读者能从基础的机械加工知识入门，特别适用于不具备数控加工工艺知识的读者进行学习阅读。

本书由冯志新主编，其中，第1章内容由田耘编写；第2章的部分章节由刘欣欣编写；第2章的部分章节、第3章及附录内容由冯志新编写；第4、5章内容由张向京编写。

由于编写时间仓促，编者水平和经验有限，不足之处，恳请读者批评指正。

编者

目 录

第 1 章 零件识图	1
1.1 零件识图的基本知识	1
1.1.1 投影法的基本概念	1
1.1.2 比例的概念	4
1.1.3 线型的型式及用途	5
1.1.4 尺寸注法	6
1.2 零件识图分析实例	7
1.2.1 零件一图纸分析	7
1.2.2 零件二图纸分析	9
1.2.3 零件三图纸分析	11
1.2.4 零件四图纸分析	12
1.2.5 零件五图纸分析	13
1.2.6 零件六图纸分析	14
1.2.7 零件七图纸分析	15
1.2.8 零件八图纸分析	21
1.2.9 零件九图纸分析	22
1.2.10 零件十图纸分析	23
第 2 章 数控车床基础及加工工艺	25
2.1 数控车床简介	25
2.1.1 数控车床的功能与结构	25
2.1.2 数控车床分类	27
2.2 数控车床的坐标系统	31
2.2.1 数控机床坐标系建立规则	31

2.2.2	机床坐标系与工件坐标系	32
2.3	数值计算	35
2.3.1	原点的选择和基点、节点的计算	35
2.3.2	数值计算的内容与轮廓分析	37
2.3.3	数值计算的方法与常用公式	40
2.3.4	实例分析与计算	45
2.4	数控车床的加工工艺	48
2.4.1	数控车床加工工艺处理	48
2.4.2	确定切削用量	50
2.4.3	刀具选择与走刀路线	54
2.5	夹具与工艺装备	57
2.5.1	夹具	57
2.5.2	工艺装备	58
2.6	常用对刀方法	58
2.6.1	一般对刀	58
2.6.2	机外对刀仪对刀	59
2.6.3	自动对刀	60
2.7	典型零件的工艺分析	60
2.7.1	零件图工艺分析	60
2.7.2	确定装夹方案	61
2.7.3	确定加工顺序及进给路线	61
2.7.4	刀具选择	62
2.7.5	切削用量选择	62

第3章 数控车床编程基础与编程指令 63

3.1 数控车床编程概述	63
3.1.1 数控车床的加工特点	63
3.1.2 数控车床编程的特点	63
3.1.3 数控车床程序编制的步骤	64
3.1.4 尺寸与坐标	65
3.1.5 程序的结构与格式	67
3.2 FANUC Series Oi Mate-TB 系统指令代码	68
3.2.1 基本编程指令	68
3.2.2 简单切削循环指令	73
3.2.3 复合切削循环指令	76
3.2.4 螺纹切削加工指令	79
3.2.5 刀尖圆弧半径补偿指令	84
3.2.6 其他 G 代码指令	88
3.2.7 子程序功能	90
3.2.8 宏指令简介	91

第4章 典型零件加工 94

4.1 零件一	94
4.1.1 零件分析	94
4.1.2 编制零件加工程序	96
4.2 零件二	97
4.2.1 零件分析	98
4.2.2 编制零件加工程序	99

4.3	零件三	101
4.3.1	零件分析	101
4.3.2	编制零件加工程序	103
4.4	零件四	105
4.4.1	零件分析	105
4.4.2	编制零件加工程序	107
4.5	零件五	109
4.5.1	零件分析	110
4.5.2	编制零件加工程序	111
4.6	零件六	113
4.6.1	零件分析	114
4.6.2	编制零件加工程序	116
4.7	零件七	118
4.7.1	零件分析	118
4.7.2	编制零件加工程序	120
4.8	零件八	124
4.8.1	零件分析	125
4.8.2	编制零件加工程序	127

第5章 机床基本操作 129

5.1	机床操作台布置图	129
5.2	操作面板功能	130
5.2.1	操作方式选择	131
5.2.2	循环启动  和进给保持 	139

5.2.3	进给倍率调整开关 	140
5.2.4	试运行（空运动）操作 	140
5.2.5	机床锁住操作 	140
5.2.6	程序段任选跳步操作 	141
5.2.7	单程序段操作 	141
5.2.8	机床超程序限位和解除	141
5.2.9	紧急停止操作 	142
5.2.10	机床导轨润滑操作	142

附录 机床参数设置及操作 143

附录一	FANUC 0i Mate TB 系统 G 指令表	143
附录二	辅助功能 M 指令代码表	144
附录三	T 指令代码表	144

参考文献 145

1.1 零件识图的基本知识

1.1.1 投影法的基本概念

(1) 投影法的概念

日常生活中, 投影现象随处可见。在日光或灯光的照射下, 物体在地面或墙面上留有影子, 这就是投影现象。人们根据生产活动的需要, 经过科学的总结, 找出物体、影子之间的几何关系, 逐步形成了投影法, 如图 1-1 所示。

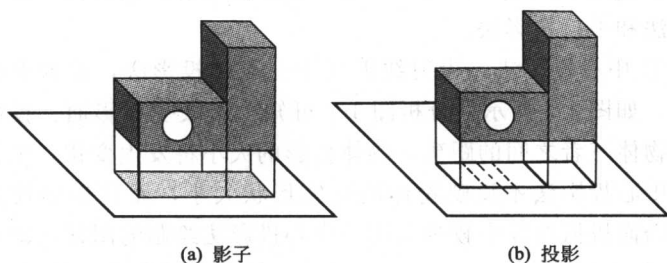


图 1-1 影子和投影

注意: 投影不等于影子。

如图 1-2 所示, 在光源 S 的照射下, 三角形薄板 ABC 在地面 H 上得到了影子, 连接 SA 、 SB 、 SC 并延长, 与地面 H 交于 a 、 b 、 c , 连成三角形 abc 。 S 称为投影中心, SAa 、 SBb 、 SCc 称为投射线, H 称为投影面, 三角形 abc 即为薄板 ABC 在



平面 H 上的投影。这种投影线通过物体向选定的面投射，并在该面上得到图形的方法，称为投影法。

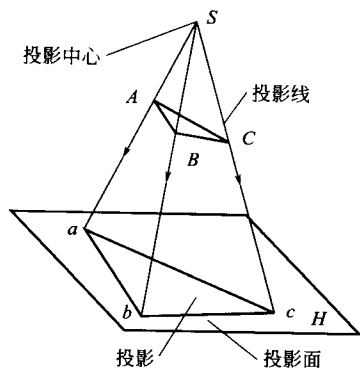


图 1-2 中心投影法

根据投影法所得到的图形，称为投影。

投影法中得到投影的面，称为投影面。

(2) 投影法的分类

根据投射线是否汇交于一点，投影法可分为两大类，即中心投影法和平行投影法。

① 中心投影法 投射线汇交于一点的投影法，称为中心投影法，如图 1-2 所示。分析图 1-2 可知，若改变投影面、投影中心、物体三者之间的距离，物体投影的大小将发生变化，也就是说，中心投影法不反映物体的真实形状大小，而且作图较为复杂，因而机械图样中较少采用。中心投影法绘制的图样（即透视图），具有较强的立体感，在建筑工程的外形设计中经常使用。

② 平行投影法 设想将投射中心 S 移到无穷远处，这时投射线不再汇交于一点，可视为互相平行，如图 1-3 所示，这种投射线互相平行的投影法称为平行投影法。

根据投射线是否垂直于投影面，平行投影法又可分为以下两类。

a. 斜投影法 投射线与投影面倾斜的平行投影法。根据斜



投影法所得到的图形,称为斜投影图或斜投影,如图 1-3(a)所示。

b. 正投影法 投射线与投影面垂直的平行投影法。根据正投影法所得到的图形,称为正投影图或正投影,如图 1-3(b)所示。

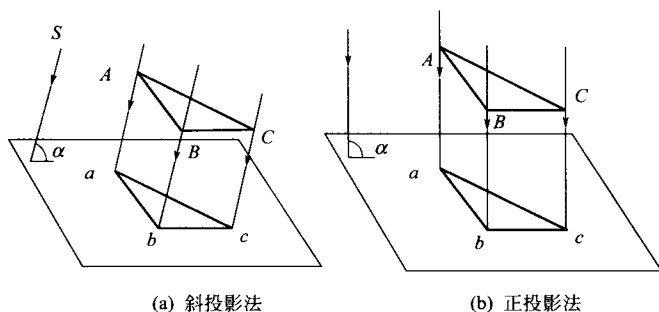


图 1-3 平行投影法

分析图 1-3(b)可知,当平面图形平行于投影面时,无论怎样改变它与投影面之间的距离,其投影的形状和大小均不会发生变化,即正投影能完整地反映物体的真实形状和大小,不仅度量性好,而且作图简便。因此,机械工程图样主要采用正投影法绘制。

(3) 直线段和平面形的正投影特征

直线段和平面形对于投影面的相对位置有三种情况:平行、垂直、倾斜,决定了正投影的三个特性。

① 真实性 平面形(或直线段)平行于投影面时,其正投影反映实形(或实长)的性质称为真实性,如图 1-4 所示。

② 积聚性 平面形(或直线段)垂直于投影面时,其正投影积聚为线段(或一点)的性质称为积聚性,如图 1-5 所示。

③ 类似性 平面形(或直线段)倾斜于投影面时,其正投影变小(或变形),但其投影形状与原来形状类似的这种性质称为类似性,如图 1-6 所示。

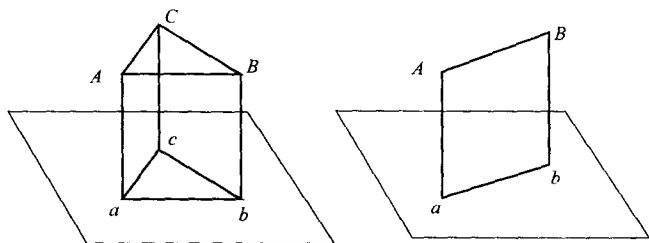


图 1-4 正投影的真实性

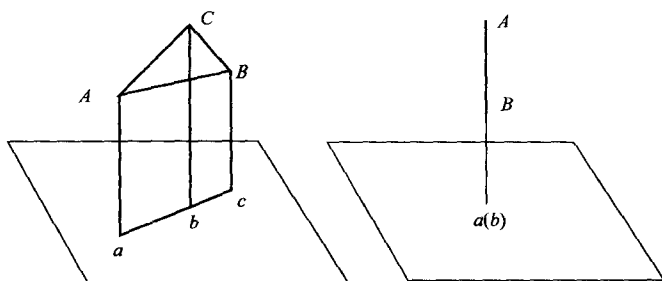


图 1-5 正投影的积聚性

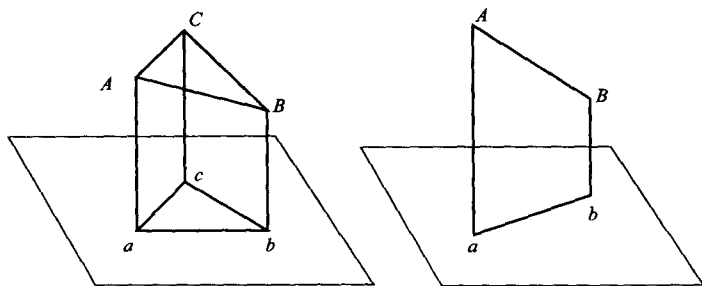


图 1-6 正投影的类似性

1.1.2 比例的概念

(1) 比例定义

图样中的图形尺寸与实际机件尺寸的线性之比称为比例。

(2) 比例类型

如表 1-1 所示, 比例分为原值、放大和缩小三种类型。

表 1-1 比例的类型

种 类	比 例					
原值比例	1 : 1					
放大比例 (1 : n)	优先使用	5 : 1 $5 \times 10^n : 1$	2 : 1 $2 \times 10^n : 1$	1 : 1 $1 \times 10^n : 1$		
	允许使用	4 : 1 $4 \times 10^n : 1$		2.5 : 1 $2.5 \times 10^n : 1$		
缩小比例 (n : 1)	优先使用	1 : 2 $1 : 2 \times 10^n$	1 : 5 $1 : 5 \times 10^n$	1 : 10 $1 : 1 \times 10^n$		
	允许使用	1 : 1.5 $1 : 1.5 \times 10^n$	1 : 2.5 $1 : 2.5 \times 10^n$	1 : 3 $1 : 3 \times 10^n$	1 : 4 $1 : 4 \times 10^n$	1 : 6 $1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

(3) 比例实例

如图 1-7 所示。

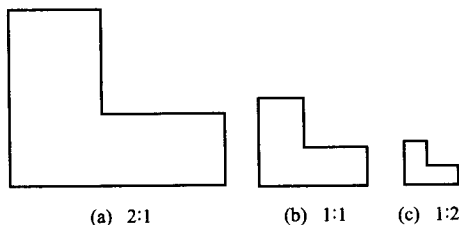


图 1-7 比例实例

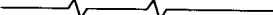
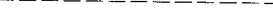
1.1.3 线型的型式及用途

(1) 线型的型式及用途 (GB/T 4457.4—2002), 如表 1-2 所示。

(2) 图线宽度的规格

机械图样的图线宽度分粗细两种, 比率为 2 : 1。粗线宽度

表 1-2 图线型式及用途

名 称	型 式	宽度	主要用途及线素长度	
粗实线		粗	表示可见轮廓	
细实线		细	表示尺寸线、尺寸界线、通用剖面线、引出线、重合断面的轮廓、过渡线	
波浪线			表示断裂处的边界、局部剖视的分界	
双折线			表示断裂处的边界	
虚线			表示不可见轮廓。长画长 $12d$ ，短间隔长 $3d$ (d 为粗线宽度)	
细点画线			表示轴线、圆中心线、对称线、轨迹线	长画长
粗点画线		粗	表示有特殊要求的表面的表示线	$24d$ 、短间隔长 $3d$ 、
双点画线		细	表示假想轮廓、断裂处的边界	短画长 $6d$

在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择。

线宽的推荐系列为： 0.18mm 、 0.25mm 、 0.35mm 、 0.5mm 、 0.7mm 、 1mm 、 1.4mm 、 2mm 。

1.1.4 尺寸注法

(1) 尺寸注法的基本规则 (GB/T 4458.4—2003)

① 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

② 图样中的尺寸，规定以毫米 (mm) 为单位，不需标注单位的符号或名称。

③ 机件的每一尺寸，在图样上一般只标注一次。

(2) 完整尺寸的组成

一个完整的尺寸由尺寸界限、尺寸线、箭头、尺寸数字四部分组成。



1.2 零件识图分析实例

1.2.1 零件一图纸分析

① 如图 1-8 所示, 此工件为轴类零件, 轴类零件的主要结构是圆柱体, 多在车床上加工, 零件按加工位置水平放置, 采用一个主视图来表达各轴段的形状特征。

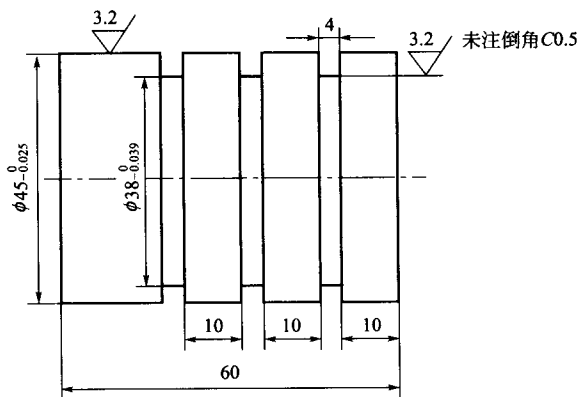


图 1-8 实例图一

该零件以右端面为长度方向的尺寸基准, 公共轴线为直径方向的尺寸基准。

该零件从右端开始加工, 分别由三段直径 $\phi 45\text{mm}$ 、长 10mm, 和两段 $\phi 38\text{mm}$ 、长 4mm 的圆柱体组成的; 右端轴段直径为 $\phi 45\text{mm}$; 该零件总长为 60mm, 各端面进行 C0.5 的倒角。

② 为了方便装配和去掉毛刺、锐边, 在轴或孔的端部一般都应加工出倒角。对阶梯形的轴或孔, 为了防止应力集中收缩产生的裂纹, 常把轴肩、孔肩处加工成倒圆, 如图 1-9 所示。

③ 图中 $\phi 45_{-0.025}^0$ 的标注表示尺寸公差的要求, 为轴的极限尺寸。为使零件具有互换性, 就必须将零件尺寸控制在一个合理

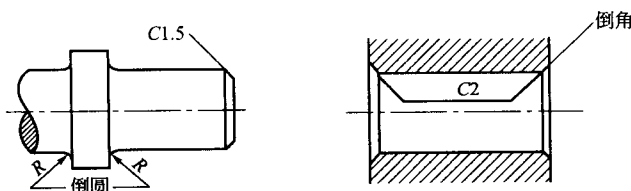


图 1-9 倒角的画法

的范围内，因此规定了极限尺寸，相关的术语和定义如下。

a. 基本尺寸 设计时确定的尺寸。它可以是一个整数值或一个小数值，如实例中的 $\phi 45$ 。

b. 实际尺寸 通过测量获得的某一孔或轴的尺寸。

c. 极限尺寸 一个孔或轴允许的尺寸的两个极端。如实例中轴的极限尺寸分别为：

$$\text{轴} \begin{cases} \text{最大极限尺寸} = 45 \\ \text{最小极限尺寸} = 45 - 0.025 = 44.075 \end{cases}$$

d. 极限偏差 极限尺寸减去基本尺寸所得的代数差，称为极限偏差。极限偏差分为上偏差和下偏差。偏差可以是正值、负值或零。如实例中轴的极限偏差分别为：

$$\text{轴} \begin{cases} \text{上偏差 } es = 0 \\ \text{下偏差 } ei = -0.025 \end{cases}$$

e. 尺寸公差（简称公差）最大极限尺寸与最小极限尺寸之差，或上偏差与下偏差之差，称为公差。它是允许尺寸的变动量，是一个没有符号的绝对值。如实例中轴的公差为：

$$\text{公差} = \text{最大极限尺寸} - \text{最小极限尺寸} = 45 - 44.075 = 0.025$$

$$\text{或 公差} = \text{上偏差} - \text{下偏差} = 0 - (-0.025) = 0.025$$

由此可知，公差是尺寸精度的一种度量。公差越小，零件的精度越高，实际尺寸的允许变动量也越小；反之，公差越大，尺寸的精度越低。

④ 图中 $\sqrt{3.2}$ 标注为表面粗糙度。零件表面经加工后看起来很光滑，但在显微镜下观察，则会看到如图 1-10 所示的许多微小