



“十三五”普通高等教育本科规划教材

先进制造技术工程实训

崔伟清 邢迪雄 主编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

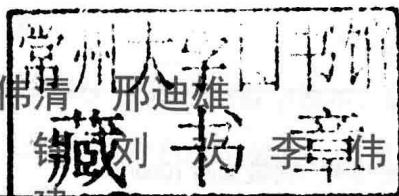


“十三五”普通高等教育本科规划教材

先进制造技术工程实训

主编
参编
主审

崔伟清
曹 铸
张义建



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书为“十三五”普通高等教育本科规划教材。本书共7章,设有基本数控加工技术训练项目以及综合多项技术的设计性、综合性训练项目,可以满足不同院校、不同专业学生工程训练的要求。主要内容包括数控车床加工技术、数控铣床加工技术、CAD/CAM与现代制造技术、特种加工技术、精密测量技术、快速成型技术、机电一体化技术。

本书可作为普通高等院校工程实训的教材,也可作为先进制造技术生产现场的参考和指导用书。

图书在版编目(CIP)数据

先进制造技术工程实训/崔伟清,邢迪雄主编. —北京:中国电力出版社,2017.3

“十三五”普通高等教育本科规划教材

ISBN 978-7-5198-0532-6

I. ①先… II. ①崔… ②邢… III. ①机械制造工艺—高等学校—教材 IV. ①TH16

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第058314号

出版发行:中国电力出版社

地 址:北京市东城区北京站西街19号(邮政编码100005)

网 址:<http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑:周巧玲(010-63412539)

责任校对:马 宁

装帧设计:郝晓燕 赵姗姗

责任印制:吴 迪

印 刷:北京雁林吉兆印刷有限公司

版 次:2017年3月第一版

印 次:2017年3月北京第一次印刷

开 本:787毫米×1092毫米 16开本

印 张:12

字 数:291千字

定 价:28.00元

版 权 专 有 侵 权 必 究

本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

前言

制造业在国民经济中占有重要地位，它的发展水平和先进程度是衡量国家综合国力和现代化程度的重要因素。先进制造技术是指在制造过程和制造系统中融合电子、信息和管理技术以及新工艺、新材料等现代科学技术，使材料转换为产品的过程更有效、成本更低、更及时满足市场需求的先进工程技术的总称。随着科学技术的快速发展，先进制造技术已经成为制造企业在激烈的市场竞争中不断发展壮大的关键因素，对推动国民经济的发展起着重要的作用。

先进制造技术实训是高等学校工程训练中心的重点实训课程，参与课程的学生通过以项目驱动的实训环节，可以巩固课堂理论教学所获得的知识，加深对先进制造技术的认识和理解，提高工程实践能力和创新能力。随着先进制造技术的快速发展，为了适应新形势下高校人才培养的要求，工程训练教学的内容和手段也需要不断更新，实现“厚基础、重实践、强能力”的人才培养目标。华北电力大学工程训练中心结合目前先进制造技术的应用和发展，以及国家级示范中心的建设经验，不断推行教学改革，取得了一定的成果。

本书由华北电力大学工程训练中心组织编写，参编人员具有丰富的现场实践和教学经验。在本书的编写过程中，编者力求突出以下特点：

(1) 教材内容与工程实际相结合，具有较强的应用价值。紧密结合工业技术的发展，对近些年先进制造技术领域的各种主要技术进行讲解；以硬件设备为支撑，加工实例力求翔实准确，既可用于本科教学，又可用于先进制造技术生产现场的参考和指导。

(2) 与教学实际相结合，满足多层次的实践教学需求。从全书结构划分到内容整合都严格与教学实际相结合；坚持以实训项目为导向，满足多层次的教学需要；在训练项目内容上，既有基本数控加工技术训练项目，也有综合多项技术的设计性、综合性训练项目，可以满足不同院校、不同专业学生工程训练的要求。

(3) 内容涵盖面广，集成度高。工程训练的内容和训练手段能够反映目前在工程实际中广泛应用的新技术、新工艺、新装备；本书根据实际教学内容编入了十一项实践项目，既包括传统的实践项目（如数控车床、电加工等），也涵盖了新兴的实践项目（如三维扫描、快速成型等）。

本书由崔伟清、邢迪雄任主编。其中，邢迪雄编写第1章，邢迪雄和李伟共同编写第2章，李伟编写第3章，曹锋和刘欢共同编写第4章，崔伟清和刘欢共同编写第5章，曹锋编写第6、7章。全书由华北电力大学张文建教授主审。

由于先进制造技术所涉及的内容广泛，学科跨度大，而编者水平和视野有限，不足之处在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2017年1月

目 录

前言

第 1 章 数控车床加工技术	1
1.1 数控车削加工概述	1
1.2 数控车床的程序编制	4
1.3 数控车床的操作.....	11
1.4 数控车床工程实训.....	18
第 2 章 数控铣床加工技术	22
2.1 数控铣床概述.....	22
2.2 数控铣削加工工艺.....	24
2.3 数控铣床的程序编制.....	28
2.4 XKA714/F 数控铣床的操作	38
2.5 数控铣床加工实例.....	42
第 3 章 CAD/CAM 与现代制造技术	47
3.1 SolidWorks 设计与应用	47
3.2 计算机辅助制造 SolidCAM	74
3.3 JDPaint 精雕设计与应用	88
第 4 章 特种加工技术	98
4.1 数控线切割技术.....	98
4.2 激光切割技术	109
4.3 激光内雕技术	116
第 5 章 精密测量技术	121
5.1 传统测量技术	121
5.2 三坐标测量技术	129
5.3 三维扫描仪测量技术	147
第 6 章 快速成型技术	154
6.1 快速成型技术概述	154
6.2 快速成型工艺方法	156
6.3 3D 打印技术.....	159
第 7 章 机电一体化技术	165
7.1 机电一体化技术概述	165
7.2 S7 硬件基础及操作编程	170
7.3 MPS 的整体控制	179
参考文献	184

第 1 章 数控车床加工技术

数控加工技术是 20 世纪 40 年代后期为适应加工复杂外形零件而发展起来的一种自动加工技术,它采用数字信息对零件加工过程进行定义,并控制机床进行自动加工。数控加工技术是现代制造自动化技术最核心的技术之一,随着工业技术(主要是电工电子和计算机技术)的发展,数控技术不断改进和完善,已成为一种广泛应用于当代各个制造领域的先进制造技术。

数控车床是目前使用最广泛的数控机床之一,主要用于加工轴类、盘类、轴套类等回转体零件。通过数控加工程序的运行,可自动完成内外圆柱面、圆锥面、成形表面、螺纹和端面等工序的切削加工,并能进行车槽、钻孔、扩孔、铰孔等工作。车削中心可在一次装夹中完成更多的加工工序,提高加工精度和生产效率,特别适合于复杂形状回转类零件的加工。

1.1 数控车削加工概述

1.1.1 机床数控技术的组成

数控机床的加工原理如图 1-1 所示。

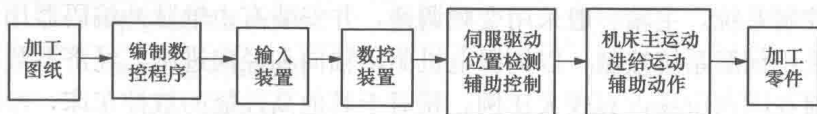


图 1-1 数控机床的加工原理

机床数控技术主要由机床本体、数控系统和数控加工技术三大部分组成。

数控车床的机床本体与普通车床类似,但性能有很大提高。一般采用高性能的主轴、进给伺服传动系统和滚珠丝杠等高效无间隙传动部件。

数控机床的数控系统是一种程序控制系统,它严格按照外部输入的数控加工程序控制机床运动。数控系统主要由输入/输出装置、数控装置、进给驱动装置、主轴驱动装置、电气控制装置等部分组成。

数控加工技术主要涉及数控加工工艺、数控加工工艺装备和数控加工程序编制等技术。在数控车床上加工零件时,要事先根据零件加工图样的要求确定零件加工的工艺过程、工艺参数、刀具路径和刀具参数,再按规定编写零件数控加工程序。

数控加工的工艺过程如下:

(1) 确定工艺方案。

1) 审图,确定毛坯的结构和尺寸。

2) 根据零件加工图样进行工艺分析,确定加工工艺方案,包括选择加工方法、加工顺序、刀具、夹具、量具、切削用量及确定刀具路径等。

3) 根据加工工艺方案形成工艺文件。

(2) 编制加工程序。按照确定好的工艺方案,用规定的程序代码和格式人工编写加工程序单,或用自动编程软件在计算机上生成零件的加工程序文件。

(3) 程序录入。通过数控机床面板输入编写的程序,也可以将程序通过传输通信技术直接传输到机床。

(4) 通过对机床的正确操作,按照工艺方案完成工件装夹、刀具安装、试切对刀,然后运行程序,完成零件的加工。

1.1.2 数控车床特点及分类

1. 数控车床的特点

数控车床和普通卧式车床相比有以下几方面的特点:

(1) 具有加工复杂形状零件的能力,加工运动任意可控。

(2) 加工精度高,质量稳定,同批次零件的尺寸一致性好。

(3) 生产效率高,劳动强度低。

(4) 具有良好的加工柔性,适应不同类型零件的加工。

(5) 有利于生产管理的现代化。

2. 数控车床的分类

数控车床按技术水平和机械结构的不同,可以分为经济型数控车床、全功能型数控车床及数控车削中心。

(1) 经济型数控车床。如图 1-2 所示,经济型数控车床的机床母体结构和普通车床无太大区别,大多采用普通车床的平床身前置刀架结构,床身整体采用半封闭结构;一般采用开环或者半闭环控制系统,主轴一般采用变频调速,并安装有主轴脉冲编码器用于主轴转速反馈。进给一般采用伺服系统控制,以伺服电机驱动轴向和径向进给。经济型数控车床的造价相对较低,目前在国内市场占有较大比例。相对于其他高性能的数控车床,经济型数控机床在加工精度、机床刚性、加工效率上还有一定差距。

(2) 全功能型数控车床。如图 1-3 所示,机床主体一般采用斜床身后置刀塔结构,床身具有良好的刚性,常见的全功能车床刀塔一般在 8~12 工位;床身整体采用全封闭结构;主轴采用伺服主轴或者伺服电主轴,以提高主轴低速扭矩和响应速度。目前,世界上主流厂家生产的数控车床数控系统一般都配置 Win2000 以上的操作系统,能够通过局域网、数据线与远程计算机实现数据互通。数控系统除了能运行标准程序外,都具有简化的计算机辅助编程功能。



图 1-2 经济型数控机床



图 1-3 全功能型数控机床

(3) 数控车削中心。如图 1-4 所示，它是在全功能数控车床的基础上进一步提升机床性能。车削中心具备三大典型特点：

1) 采用动力刀架。在刀塔上可安装铣刀钻头 etc 刀具，刀具具备动力回转功能。启动此功能后，机床的主运动为刀架上刀具的旋转运动，可以进行钻铣加工。因此，车削中心也称为车铣复合机床。

2) 车削中心具有 C 轴功能，当动力刀具功能启动后，主轴旋转运动即成为进给运动，以实现工件的轴向定位和进给。

3) 刀架容量大，部分机床还带有刀库和自动换刀装置。

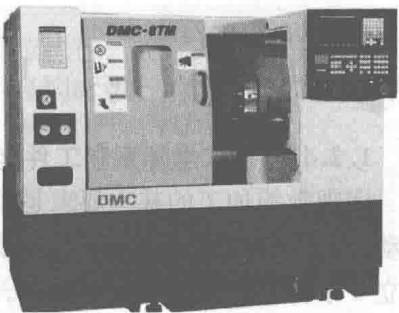


图 1-4 数控车削中心

1.1.3 CKA6136V/750 数控车床

CKA6136V/750 数控车床是沈阳数控集团生产的一款经济型数控车床，其机床母体沿用了 CA6134 机床的主要结构，采用平床身、前置 4 工位水平刀塔，主轴使用变频调速，是一台典型的经济型数控车床。数控系统选用广数 GSK980TA 系统，是广州数控设备有限公司出品的一款普及型数控系统。机床主要配置见表 1-1。

表 1-1 CAK6136V 经济型数控车床技术参数

序号	名 称	参 数	备注
1	床身最大回转直径	φ360mm	
2	床身与水平面倾斜角	水平	
3	滑板上最大切削直径	φ180mm	
4	最大加工长度	650mm	
5	盘类件加工范围	φ360mm×200mm	
6	卡盘直径	φ200mm	
7	主轴孔径	φ53mm	
8	主轴转速	200~3000r/min	
9	主电机功率	变频 5.5kW	
10	尾座套筒锥孔锥度	MT4	
11	尾座套筒行程	140mm	
12	X 轴最大行程	220mm	
13	Z 轴最大行程	750mm	至主轴头
14	X/Z 轴电机扭矩	7/7N·m	
15	X/Z 轴最大快移速度	3.8/7.6 m/min	
16	工件精度	IT6~IT7	
17	工件表面粗糙度	Ra 1.6	
18	刀架工位数	4 工位	
19	刀具安装尺寸	20mm×20mm	

1.2 数控车床的程序编制

1.2.1 机床坐标系和工件坐标系

实现数控加工的基本要求是要将机床加工过程中的使零件成形的刀具和工件之间的相对运动用数学模型描述出来。为了使机床上运动部件的成形运动有确定的方向和位置,就需要建立一个符合机床运动的坐标系。利用机床自身的几个轴建立的坐标系就是机床坐标系,编程时使用的坐标系为工件坐标系。

(1) 机床坐标系。对于车床,刀具和工件之间的相对运动只有轴向和径向的运动,我们建立一个线性的平面直角坐标系就可以描述它的运动形式,如图 1-5 所示。在车床的数学模型中,机床坐标系的原点理论上设定在机床主轴的端面回转中心。按照国际标准的规定,该坐标系的确定采用右手笛卡尔坐标系,主轴的轴向方向为 Z 轴,水平径向方向为 X 轴。在实际机床上,机床物理坐标系的零点是由机床进给的伺服系统来确定的,零点设定在刀塔行程中的最远端。

(2) 工件坐标系。工件坐标系又称编程坐标系,如图 1-6 所示,该坐标系是人为设定的。建立工件坐标系是数控车床加工前必不可少的一步。在编制加工程序时,为了描述零件上的各个点位和刀具相对工件的运动,必须在零件图纸上确定一个和机床坐标系方向一致的直角坐标系。它的优点就是让参数或者程序看起来非常直观,操作起来也很方便,同时也简化了编程的工作。理论上工件坐标系可以设在工件的任意位置,在实际编程中为了编程方便,一般将车削类零件的工件坐标系原点设定在工件轴线的右端。

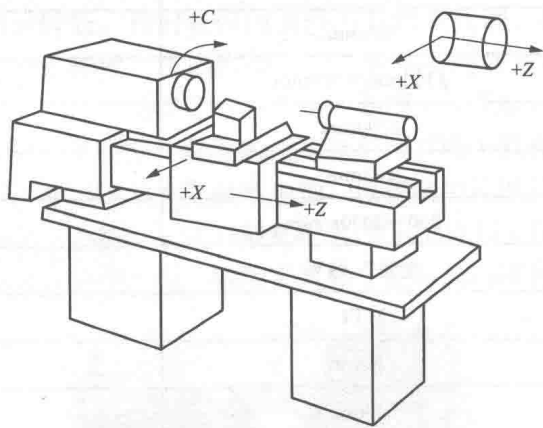


图 1-5 数控车床的机床坐标系

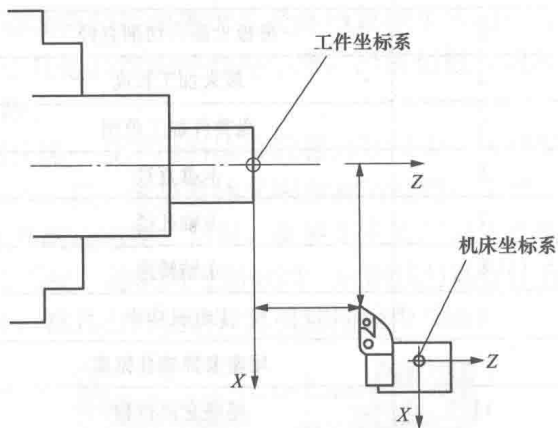


图 1-6 工件坐标系

当零件装夹到机床上后,工件的位置固定下来,工件坐标系的位置就确定了。通过对刀确定机床坐标系和工件坐标系之间的数值差值,就可以确定机床坐标系和工件坐标系之间的关系。

1.2.2 程序结构介绍

1. 指令字

指令字是用于命令数控系统完成控制功能的基本指令单元,指令字由一个英文字母(称为指令地址)和其后的数值(称为指令值)构成。

2. 程序段

一个程序段由若干个指令字所构成，程序以程序段为单位执行。通常一个程序段执行完才能执行下一个程序段，同一个段落内的指令在程序运行中是同时执行的。程序段之间用字符“;”或“*”分开。例如：

```
N100 G01 X20 Z-30 F100;
```

3. 程序的结构

一个程序是由程序名和若干个程序段所构成，一个程序最多为 9999 程序段。

例如：

```
O0002;           (程序号)
N10 T0101;
N20 M03 S500;
N30 M08;
G00 X50. Z2.;    (程序内容)
G01 Z-35. F100;
G00 X100. Z10.;
M05 M09;
M30;             (程序结束)
```

1.2.3 常用加工指令（广数系统）

广数系统的指令分为准备功能（G 指令）、辅助功能（M 指令）、主轴指令（S 指令）、刀具功能（T 指令）和进给指令（F 指令）。

1. 准备功能（G 指令）

G 指令由指令地址 G 和其后的 1、2 位指令值组成，它用来规定刀具相对工件的运动方式、进行坐标设定等多种操作，常用 G 指令功能见表 1-2。其他指令请参照说明书。

表 1-2 常用 G 指令功能表

指令或地址	组别	功能含义	编 程
G00	01	快速移动	G00 X_ Z_;
G01		直线插补	G01 X_ Z_ F_;
G02		圆弧插补（逆时针）	G02 X_ Z_ R_ F_;
G03		圆弧插补（顺时针）	G03 X_ Z_ R_ F_;
G90		轴向切削循环	G90 X_ Z_ F_;
G92		螺纹切削循环	G92 X_ Z_ F_; (F 为螺距)
G94		径向切削循环	G94 X_ Z_ F_;
G70	00	精加工循环	G70 P (ns) Q (nf);
G71		轴向粗车循环	G71 U_ R_ F_ S_ T_ ; G71 P (ns) Q (nf) U_ W_ ; N (ns) ...; ...F; ...S; ...T; N (nf);

续表

指令或地址	组别	功能含义	编 程
G96	02	恒线速开	模态 G 指令
G97		恒线速关	初态 G 指令
G98	03	每分钟进给	初态 G 指令
G99		每转进给	模态 G 指令

G 指令分为 00、01、02、03、04 组，在同一程序段中可以输入几个不同组的 G 指令，如果在同一个程序段中输入了两个以上的同组 G 指令，最后一个 G 指令字有效。没有共同参数（指令字）的不同组 G 指令可以在同一个程序段中，功能同时有效并且与先后顺序无关。G 指令为模态代码，它保持有效指令直到改变。模态 G 指令可以在同一块中混合指定。

下面介绍几种经常用到的 G 指令（其他指令请参照广数系统说明书）：

(1) 轴向切削循环（G90）。

编程格式：G90 X (U) __ Z (W) __ R __ F __；

切削起点：直线插补（切削进给）的起始位置。

切削终点：直线插补（切削进给）的结束位置。

其中，R 表示切削终点和切削起点 X 轴绝对坐标的差值（半径值）。当 R 不赋值时，为切削圆柱面；当 R 赋值时，为切削圆锥面。

(2) 螺纹切削循环（G92）。

编程格式：G92 X (U) __ Z (W) __ I __ F __；

螺纹切削循环指令把切入—螺纹切削—退刀—返回四个动作作为一个循环，用一个程序段来指令。

其中，X (U)、Z (W) 为 螺纹切削的终点坐标值；I 为螺纹部分半径之差，即螺纹切削起始点与切削终点的半径差；F 为螺纹的螺距。

加工圆柱螺纹时，I=0。加工圆锥螺纹时，当 X 向切削起始点坐标小于切削终点坐标时，I 为负；反之，为正。

(3) 外圆粗车多重循环（G71）。本系统中多重循环指令有轴向粗车循环（G71）、径向粗车循环（G72）、封闭切削循环（G72）、精加工循环（G70）轴向切槽多重循环（G74）等多种多重循环，本书仅就轴向粗车多重循环（G71）为例讲解。

G71 指令适用于外圆柱面需多次走刀才能完成的粗加工，如图 1-7 所示。

编程格式：

G71 U (Δd) R (e) F __ S __ T __；

G71 P (ns) Q (nf) U (Δu) W (Δw) ；

N (ns) ...；

... F S；

N (nf) ...；

G71 指令分为三个部分。第一句给定粗车时的进给量、退刀量和切削速度、主轴转速。第二句给定定义精车轨迹的程序段区间和精车余量。后半部（给出程序段号的区间）定义精车轨迹的若干连续的程序段。执行 G71 时，这些程序段仅用于计算粗车轨迹，实际并未执行。

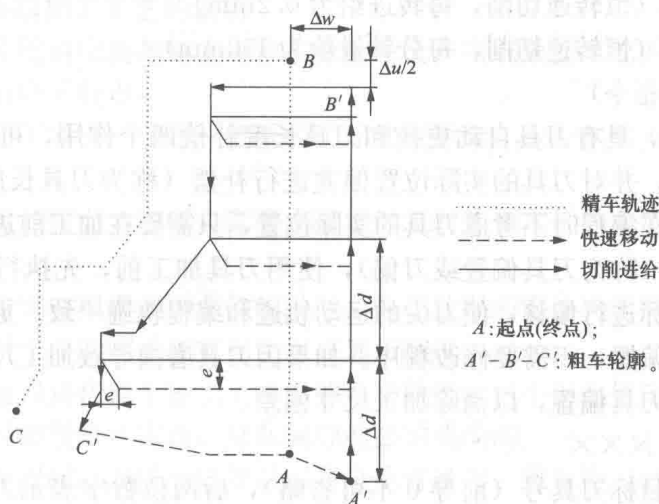


图 1-7 G71 指令运行轨迹

其中, Δd 为背吃刀量; e 为退刀量; ns 为精加工轮廓程序段中开始程序段的段号; nf 为精加工轮廓程序段中结束程序段的段号; Δu 为 X 轴向精加工余量; Δw 为 Z 轴向精加工余量。

注意:

- 1) $ns \rightarrow nf$ 程序段中的 F 、 S 、 T 功能, 即使被指定也对粗车循环无效。
- 2) 零件轮廓必须符合 X 轴、 Z 轴方向同时单调增大或单调减小; X 轴、 Z 轴方向非单调时, $ns \rightarrow nf$ 程序段中第一条指令必须在 X 、 Z 轴方向同时有运动。
- 3) ns 程序段只能是不含 $Z(W)$ 指令字的 $G00$ 或 $G01$ 指令; 否则, 机床 P/S 065 报警。

(4) 多重精加工循环 $G70$ 。由 $G71$ 完成粗加工后, 可以用 $G70$ 进行精加工。精加工时, $G71$ 程序段中的 F 、 S 、 T 指令无效, 只有在 $ns \rightarrow nf$ 程序段中的 F 、 S 、 T 才有效。

编程格式: $G70 P(ns) Q(nf)$

其中, ns 为精加工轮廓程序段中开始程序段的段号; nf 为精加工轮廓程序段中结束程序段的段号。

2. 切削进给功能 (F 指令)

F 指令是指定切削进给速度的指令, 由 F 与其后面的数字组成。在定义 F 指令之前, 必须用 G 指令定义是每分钟进给还是每转进给, 若程序无指定, 系统默认为每分钟进给 $G98$ 。

$G98$: 用以定义 F 指令以每分钟进给的方式执行 (进给速度的单位为 mm/min)。

$G99$: 用以定义 F 指令以每转进给的方式执行 (进给速度的单位为 mm/r)。

$G96$: 用以定义在加工时以恒定的线速度进行切削, 使用 $G96$ 时必须用 $G50$ 指令设定最高转速。

$G97$: 用于定义在加工时以恒定的转速进行切削。

例如:

$N05 G50 S1200$; (设定主轴最高转速为 $1200r/min$)

N10 G99 G97 F0.2; (恒转速切削, 每转进给为 0.2mm)
N20 G98 G97 F150; (恒转速切削, 每分钟进给为 150mm)

3. 刀具功能 (T 指令)

刀具功能 T 指令, 具有刀具自动更换和刀具长度补偿两个作用, 可控制四刀位刀架在加工过程中实现换刀, 并对刀具的实际位置偏差进行补偿 (称为刀具长度补偿)。使用刀具长度补偿功能, 允许在编程时不考虑刀具的实际位置, 只需要在加工前进行对刀操作获得每把刀的刀具偏置数据 (称为刀具偏置或刀偏), 使用刀具加工前, 先执行刀具长度补偿。即按刀具偏置对系统坐标进行偏移, 使刀尖的运动轨迹和编程轨迹一致。更换刀具后, 只需要重新对刀、修改刀具偏置, 不需要修改程序。如果因刀具磨损导致加工尺寸出现偏差, 可直接根据尺寸偏差修改刀具偏置, 以消除加工尺寸偏差。

指令格式 T ××××

前两位数字表示目标刀具号 (前导 0 不可省略), 后两位数字表示刀具偏置号 (前导 0 不可省略)。

指令功能: 自动更换到指定目标号刀具, 并按指令的刀具偏置号所对应的刀具偏置执行刀具长度补偿。刀具偏置号可以与刀具号相同也可以不同。对应偏置号为 00 时, 系统为无刀具补偿状态, 执行该命令称为取消刀补。

例如: T0101 —— (选择 1 号刀并执行 1 号刀具偏置)

T0100 —— (选择 1 号刀并取消刀补)

4. 辅助功能 (M 指令)

辅助功能指令是用来控制机床开关量的指令, 这些指令表示在加工过程中必备的辅助动作。辅助功能格式为 M××, 其功能与含义见表 1-3。

其中, 用于 CNC 系统和机床停止的 M 指令有 M00、M01、M02 和 M30; 用于内部处理的 M 指令有 M98 和 M99; 用于机床控制的 M 指令有 M03、M04、M05、M08 和 M09。

表 1-3 辅助功能一览表

M 指令	含 义	备 注
M00	程序暂停	
M01	程序选择暂停	
M02	循环执行指令	
M03	主轴正转	在 M03 和 M04 之间不能直接转化, 中间必须插入 M05 指令
M04	主轴反转	
M05	主轴停	
M08	冷却液开	
M09	冷却液关	
M30	程序结束	
M41	低速挡	
M42	高速挡	
M98	子程序调用	

1.2.4 数控车削加工工艺的说明

数控车床是在传统机床的基础上增加了数控系统，所以数控车削的加工工艺与普通车床有共通之处，但也有以下特点：

(1) 数控机床加工零件，工序一般采用工序集中原则，在一次装夹中尽可能完成全部加工内容。

(2) 在确定定位和装夹方案时，需考虑批量加工时装夹零件的重复定位要求，保证定位的准确性。

(3) 加工顺序安排应根据加工零件的结构、毛坯状况和定位夹紧需要综合考虑，重点保证定位夹紧、加工时工件的刚性和有利于保证加工精度。

(4) 进给路线是刀具在整个加工工序中的运动轨迹，它不但包括工步的内容，也反映工步顺序。进给路线是编程重要依据，是在编程前必须明确的。

(5) 在加工中换刀时，刀塔一定要退刀安全位置换刀，保证换刀时不与工件和机床上其他部件干涉。

(6) 数控加工对刀具要求较高，目前一般采用数控机夹可转位刀具，常用刀具见图 1-8。在编程前，必须确定程序中所用刀具装夹在几号刀位，一把刀装夹在几号刀位便是编程中的几号刀。

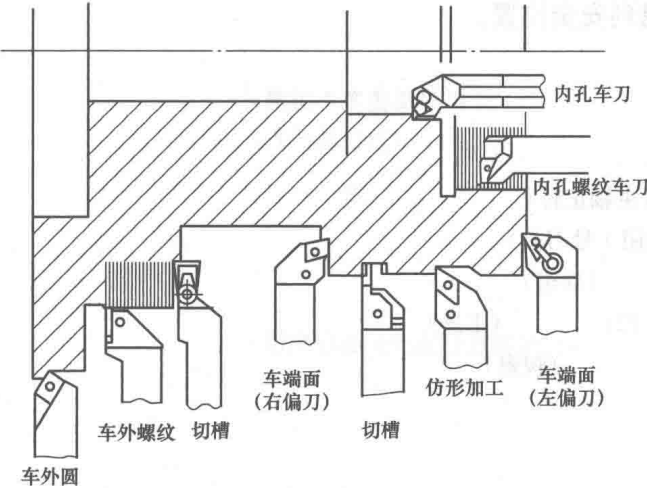


图 1-8 常用数控车刀类型及用途

(7) 数控加工的切削用量要综合考虑各种因素进行选择，包括材质、材料的热处理、刀具材料和性能、工步特点、零件的结构和刚性、机床性能、装夹的形式和刚性等。切削用量的选择既要参考切削手册，又要综合现场多种因素，是学生实训中的难点。

以加工材料为 45 钢、刀具材料为 YT15 硬质合金为例，切削参数的选择见表 1-4。

表 1-4 切削参数的选择

切削参数 切削方式	切削速度 (m/min)	切削深度 (mm)	进给量 (mm/r)
粗车	60~80	≤2	0.2~0.4
精车	100~140	0.2~0.5	0.1~0.15
车螺纹	50~70	按螺纹高度分刀	螺距
切槽、切断	25~35	刀宽	0.02~0.04

1.2.5 编程实例

【例 1-1】 如图 1-9 所示，直径 $\phi 30\text{mm}$ 的毛坯，粗车外圆至 $\phi 28\text{mm}$ ，轴向切削长度 20mm。

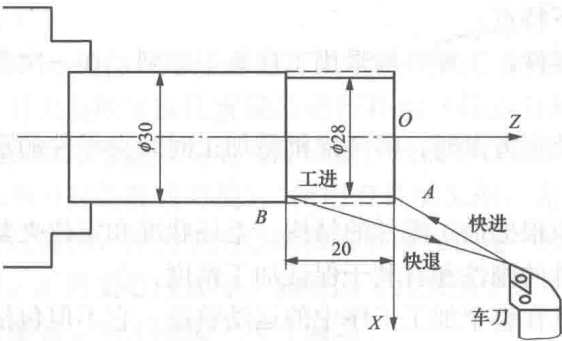


图 1-9 例 1-1 图

- (1) 审图。
- (2) 确定工艺方案：数控车床加工，三爪自定心卡盘装夹、定位工件。
- (3) 工步：93°外圆车刀粗车外圆。
- (4) 刀具路径：从换刀点快进到 A 点 (X28 Z2)；以每转 0.22mm 的进给速度工进到 B 点 (X28 Z-20)；快退到安全位置。
- (5) 编程：

```
O0001;  
G99;  
M03 S400;      (主轴正转)  
T0101;        (调用 1 号刀具)  
G00 X28. Z2.;  (快进)  
G01 X28. Z-20. F0.22;  (工进)  
G00 X100. Z100.;  (快退)  
M05;  
M30;
```

【例 1-2】 如图 1-10 所示，零件毛坯为直径 $\phi 32\text{mm}$ 棒料。加工到长度尺寸 (64 ± 0.1) mm 处。

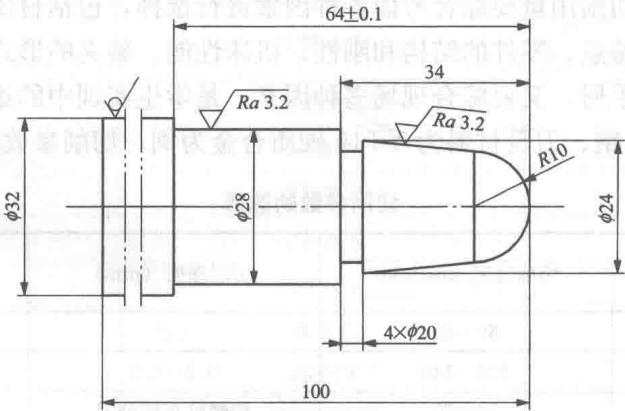


图 1-10 例 1-2 图

工步一：1号刀 93°外圆车刀粗车去余量（轴向粗车循环 G71）。

工步二：1号刀 93°外圆车刀精车轮廓（轴向精车循环 G71）。

工步三：2号刀 4mm 切槽刀切槽。

程序：

O1234;

G99;

M03 S400;

T0101;

G00 X33. Z2.; (将刀具移到毛坯外缘)

G71 U1. R0.5 F0.22; (粗加工多重循环指令)

G71 P10 Q70 U0.5 W0.1;

N10 G00 X0; (此句不能有 Z)

N20 G00 Z0;

N30 G03 X20. Z-10. R10. S800 F0.1; (此句切削参数为精加工参数)

N40 G01 X24. Z-30.;

N50 G01 X24. Z-34.;

N60 G01 X28.;

N70 G01 X28. Z-64.;

G70 P10 Q70; (精加工多重循环指令)

G00 X150. Z100.; (退回换刀点)

T0202;

S300;

G00 X29. Z-34.;

G01 X21. F0.03;

G00 X30.;

(切槽后必须先直径方向退刀)

G00 X150. Z100.;

M05;

M30;

1.3 数控车床的操作

下面以广数系统为例，介绍数控系统操作面板、操作方式、对刀方式和操作过程。

CKA6140 数控车床采用广数 GSK980TA 系统，其操作面板见图 1-11。

1.3.1 操作面板

(1) 状态指示。广数系统的机床状态指示在面板的右上端，共有六种状态显示，见表 1-5。

(2) 编辑键盘，见表 1-6。

(3) 显示菜单，见表 1-7。