

绍兴市重点教材

数控机床 操作技能实训

主编 何柏海

SHUKONG JICHUANG
CAOZUO JINENG SHIXUN



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

绍兴市重点教材

数控机床操作技能实训

主 编：何柏海

副主编：黄 烨 戴俊豪

主 审：刘 健

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 · BEIJING

内 容 简 介

本书从培养数控技术应用型技能人才的目的出发,紧贴生产实际,并与国家共享精品资源课程《数控机床操作技能实训》相配套。

全书共分4个项目:项目1数控车床与操作;项目2数控车床典型零件加工;项目3数控铣床与加工中心操作;项目4数控铣和加工中心典型零件加工。每个项目下有若干教学任务,按照典型零件的加工由易到难、循序渐进编排。每个任务按照加工工艺安排→工具、刀具选择→加工程序编制→加工结果检查(加工评分表)顺序编排内容,注重数控加工工艺。加工程序,采用目前企业主要使用的数控系统之一——FANUC系统,教师或学生可以结合自己学校实训设备情况,进行教学或学习。

同时,在本书开辟“相关知识点”板块介绍在编程与操作过程中的一些经验与技巧。

本书可作为一般高等职业院校数控技术、机电、模具制造等专业的教学用书,也可供有关专业的师生和从事相关工作的技术人员参考。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

数控机床操作技能实训 / 何柏海主编. —北京: 电子工业出版社, 2016.11

ISBN 978-7-121-30214-5

I. ①数… II. ①何… III. ①数控机床—操作—高等学校—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第258874号

策划编辑: 贺志洪 特约编辑: 杨 丽 薛 阳

责任编辑: 贺志洪

印 刷: 涿州市京南印刷厂

装 订: 涿州市京南印刷厂

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路173信箱 邮编 100036

开 本: 787×1092 1/16 印张: 15.25 字数: 391千字

版 次: 2016年11月第1版

印 次: 2016年11月第1次印刷

定 价: 37.00元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010) 88254609 或 hzh@phei.com.cn。

前言

本书是根据 2014 年全国职业教育工作会议和国务院《关于加快发展现代职业教育的决定》（2014 年 5 月）精神，以及高职高专数控技术、机电一体化、模具设计与制造专业人才培养方案和国家中、高级职业标准的要求而编写的教材，并与浙江工业职业技术学院的国家共享精品资源课程《数控机床操作技能实训》相配套。

本教材编写时始终坚持了以就业为导向，将数控机床加工工艺、程序编制方法等专业能力融合到实训操作中，充分体现了“‘教—学—做’合一”的项目化教学特色；通过完成由浅入深的任务，让学生边学习理论知识，边进行实训操作，加强感性认识，达到事半功倍的效果。通过项目化教学，力争使学生能达到数控机床操作高级工水平。

本教材紧密结合生产实际，注意采用循序渐进的教学过程，使学生逐渐掌握数控机床编程与操作相关知识。

全书共分 4 个项目：项目 1 数控车床与操作；项目 2 数控车床典型零件加工；项目 3 数控铣床与加工中心操作；项目 4 数控铣和加工中心典型零件加工。每个项目下有若干教学任务，按照典型零件的加工由易到难、循序渐进编排。每个任务按照加工工艺安排→工具、刀具选择→加工程序编制→加工结果检查（加工评分表）顺序编排内容，注重数控加工工艺。加工程序，采用目前企业主要使用的数控系统之一——FANUC 系统，教师或学生可以结合自己学校实训设备情况，进行教学或学习。

本书由浙江工业职业技术学院数控技术专业一线教师编写，由刘健教授主审。

其中：项目 1 由何柏海编写；项目 2 中的任务 1 和任务 2 由盛国栋编写，任务 3 和任务 4 由金维法编写，任务 5 由应跃编写；项目 3 和项目 4 中的任务 1 由黄烨编写，任务 2 由戴俊豪编写，任务 3 由何财林编写，任务 4 由高生祥编写，任务 5 由邵树锋编写。本书配套大量的视频素材可到华信教育网（www.hxedu.com.cn）免费下载。

本教材在编写过程中得到了浙江工业职业技术学院领导和老师的大力支持，在此表示感谢！

由于编者水平有限，书中难免有谬误及不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编著者

2016 年 8 月

目 录

绪论 数控机床及加工程序编制概述	- 1 -
一、数控机床加工概述	- 1 -
1. 数控加工和数控机床	- 1 -
2. 数控机床的坐标系	- 4 -
二、数控加工程序的基本概念	- 5 -
1. 数控加工程序编制的方法	- 5 -
2. 数控程序基本格式	- 6 -
项目 1 数控车床与操作	- 11 -
任务 1 数控车床基础知识	- 11 -
1. 数控车床的类型和分类	- 11 -
2. 数控车床的组成及作用	- 12 -
3. 数控车床程序编制及实例分析	- 14 -
任务 2 数控车床操作面板介绍	- 29 -
1. CRT/MDI 数控操作面板	- 29 -
2. 机床操作面板	- 30 -
任务 3 数控车床基本操作	- 33 -
1. 开机、返回机床参考点、急停、超程解除、关机	- 33 -
2. 手动操作及 MDI 运行	- 34 -
3. 自动操作	- 36 -
4. 程序输入与管理	- 36 -
5. 设置与显示	- 39 -
6. 对刀	- 39 -
7. 数控机床坐标关系	- 41 -
8. 故障诊断	- 43 -
9. 数控车床安全操作规程	- 44 -
项目 2 数控车床典型零件加工	- 47 -
任务 1 简单阶梯轴加工	- 47 -

任务 2 螺纹零件加工	58 -
任务 3 内孔零件加工	64 -
任务 4 带槽零件加工	78 -
任务 5 数控车零件的综合加工	85 -
项目 3 数控铣床与加工中心操作	105 -
任务 1 数控铣床基础知识	105 -
1. 数控铣床的类型及基本功能	105 -
2. 数控铣床的结构组成	107 -
3. 数控铣床加工程序的编制	108 -
4. 数控铣床程序编制及实例分析	118 -
5. 坐标系旋转 G68、G69	138 -
6. 典型零件编程应用举例	140 -
7. 数控铣床操作基本规范	145 -
任务 2 加工中心基础知识	146 -
1. 加工中心概述	146 -
2. 加工中心程序编制及实例分析	149 -
3. 加工中心编程实例	156 -
任务 3 数控铣床/加工中心操作面板介绍	163 -
1. 系统操作面板	163 -
2. 机床控制面板	165 -
任务 4 数控铣床/加工中心基本操作	168 -
1. 开机、关机及意外处理	168 -
2. 手动操作	169 -
3. 程序输入与编辑	172 -
4. 自动运行和程序校验	174 -
5. 对刀	175 -
6. 刀具长度与半径补偿方法	182 -
7. 数控铣床/加工中心安全操作规程	184 -
项目 4 数控铣和加工中心典型零件加工	187 -
任务 1 外轮廓加工	187 -
任务 2 内轮廓加工	196 -
任务 3 孔系零件加工	206 -
任务 4 数控铣/加工中心的综合加工	217 -
任务 5 复杂零件加工——环形阵列零件加工	225 -
参考文献	237 -

绪论 数控机床及加工程序编制概述

一、数控机床加工概述

1. 数控加工和数控机床

数控加工是指对产品、零件的制造过程利用计算机进行数字控制的加工，是机械制造中的先进加工技术。数控加工的广泛运用给机械制造业的生产方式、产品结构、产业结构都带来了深刻的变化，是制造业实现自动化、柔性化、集成化生产的基础。

采用数控加工，离不开必要的硬件设施——数控机床，数控机床为数控加工提供了必要的加工环境。

数控机床是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械等高新技术的产物，是典型的机电一体化产品。在数控机床上，工件加工全过程由数字指令控制，它不仅能提高产品的质量，提高生产效率，降低生产成本，还能大大改善工人的劳动条件。因此，发展数控机床是当前我国机械制造业技术改造的必由之路，是未来工厂自动化的基础。

1) 数控机床分类

数控机床的分类有很多种形式，主要按加工方式和工艺用途分、按加工联动轴数分、按控制方式分、按运动方式分等。下面主要介绍按加工方式和工艺用途分类的数控机床。

(1) 数控车床

数控车床是目前使用比较广泛的数控机床，主要用于轴类、盘类和套类等回转体工件的加工，能自动完成内外圆面、柱面、锥面、圆弧、螺纹等工序的切削加工，并能进行切槽、钻、扩、铰孔等加工。典型数控车床，如图 0-1 所示，其典型加工零件，如图 0-2 所示。

(2) 数控铣床

数控铣床可以进行平面铣削、平面型腔铣削、外形轮廓铣削、三维及三维以上复杂型面铣削，还可进行钻、扩、铰、镗、螺纹切削等孔加工。典型数控铣床，如图 0-3 所示，其典型加工零件如图 0-4 所示。

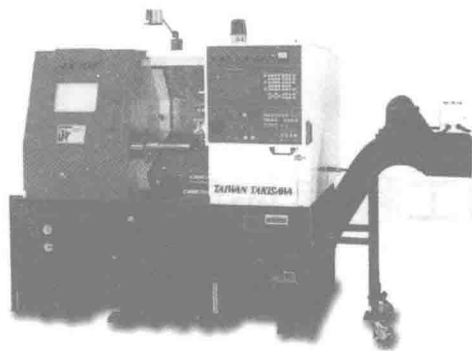
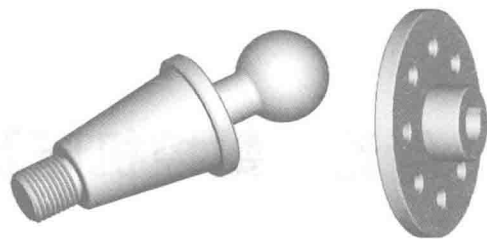


图 0-1 数控车床



(a) 轴类 (b) 盘类

图 0-2 数控车床典型零件

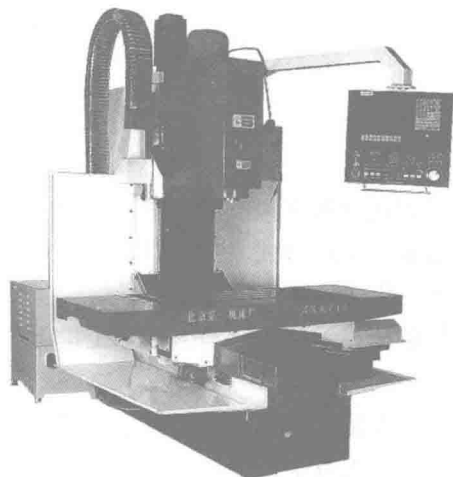
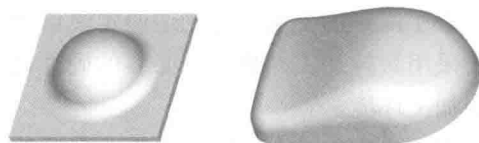


图 0-3 数控铣床



(a) 平面类



(b) 曲面类

图 0-4 数控铣床典型零件

除了上述几种常用的普通数控机床以外，还有数控钻床、数控磨床、数控齿轮加工机床、数控线切割和数控电火花等数控机床，这些数控机床在自动化程度上还不够完善，刀具的更换与零件的装夹仍需人工来完成，加工效率较低。

(3) 加工中心

加工中心是带有刀库和自动换刀装置的数控机床，它将数控铣床、数控镗床、数控钻床的功能组合在一起，零件在一次装夹后，可以将其大部分加工面进行铣、镗、钻、扩、铰及攻螺纹等多工序加工。由于加工中心能有效地避免由于多次安装造成的定位误差，所以它适用于产品更换频繁、零件形状复杂、精度要求高、生产批量不大而生产周期短的产品。典型立式加工中心，如图 0-5 所示。

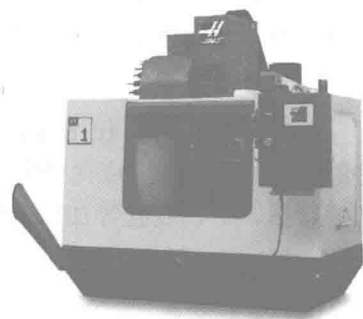


图 0-5 加工中心

2) 数控机床组成及工作原理

数控机床由程序编制及程序载体、输入装置、数控装置（CNC）、伺服驱动及位置检测、

辅助控制装置、机床本体等几部分组成，如图 0-6 所示。

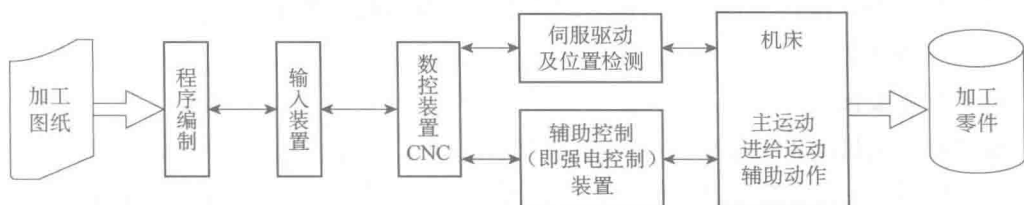


图 0-6 数控机床工作原理

（1）数控程序及程序载体

数控程序是数控机床零件自动加工执行的工作指令，例如零件在机床上的安装位置；刀具与零件相对运动的尺寸参数；零件加工的工艺路线、切削加工的工艺参数以及辅助装置的动作等。编程人员得到零件的所有运动、尺寸、工艺参数等加工信息后，用由文字、数字和符号组成的标准数控代码，按规定的方法和格式，编制而成的数控加工程序，即为程序编制。对于形状复杂的零件，则借助于计算机辅助设计与制造（CAD/CAM 技术）软件完成零件程序的编制。

（2）输入装置

输入装置的作用是将程序载体（信息载体）上的数控代码传递并存入数控系统内。根据控制存储介质的不同，输入装置可以是光电阅读机、磁带机或软盘驱动器等。数控机床加工程序也可通过键盘用手工方式直接输入数控系统；数控加工程序还可由编程计算机用 RS232C 或采用网络通信方式传送到数控系统中。零件加工程序输入过程有两种不同的方式：一种是边读入边加工（数控系统内存较小时），即在线加工；另一种是一次将零件加工程序全部读入数控装置内部的存储器，加工时再从内部存储器中逐段逐段地调出进行加工。

（3）数控装置（CNC）

数控装置是数控机床的核心。数控装置从内部存储器中取出或接受输入装置送来的一段或几段数控加工程序，经过数控装置的逻辑电路或系统软件进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种控制信息和指令，控制机床各部分的工作，使其进行规定的有序运动和动作。

（4）驱动装置和位置检测装置

驱动装置接受来自数控装置的指令信息，经功率放大后，严格按照指令信息的要求驱动机床移动部件，以加工出符合图样要求的零件。因此，它的伺服精度和动态响应性能是影响数控机床加工精度、表面质量和生产率的重要因素之一。驱动装置包括控制器（含功率放大器）和执行机构两大部分。目前大都采用直流或交流伺服电动机作为执行机构。

位置检测装置将数控机床各坐标轴的实际位移量检测出来，经反馈系统输入到机床的数控装置之后，数控装置将反馈回来的实际位移量值与设定值进行比较，控制驱动装置按照指令设定值运动。

（5）辅助控制装置

辅助控制装置的主要作用是接收数控装置输出的开关量指令信号，经过编译、逻辑判别和运动，再经功率放大后驱动相应的电器，带动机床的机械、液压、气动等辅助装置完

成指令规定的开关量动作。这些控制包括主轴运动部件的变速、换向和启停指令，刀具的选择和交换指令，冷却、润滑装置的启动停止，工件和机床部件的松开、夹紧，分度工作台转位分度等开关辅助动作。

(6) 机床本体

数控机床的机床本体是加工运动的实际机械部件，主要包括：主轴传动装置、进给传动装置、床身、工作台以及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置等组成。

2. 数控机床的坐标系

机床的运动形式是多种多样的，为了描述刀具与零件的相对运动、简化编程，我国根据 ISO 标准统一规定了数控机床坐标轴的代码及其运动方向。

1) 标准坐标系

(1) 命名原则

由于机床运动结构设计的不同，有些机床是刀具运动，零件不动；有些机床是刀具固定，零件运动等运动形式。为了编程方便，一律规定为零件固定不动，刀具运动。并且，将刀具远离工件的方向规定为坐标轴的正方向。

(2) 标准坐标系

标准机床坐标系主要有 X 、 Y 、 Z 三个基础轴，并附一些旋转轴组成。 X 、 Y 、 Z 坐标轴的相互关系用右手笛卡儿直角坐标系决定，伸开右手，拇指、食指、中指相互垂直，拇指为 X 轴的正方向，食指为 Y 轴的正方向，中指为 Z 轴的正方向，如图 0-7 所示，

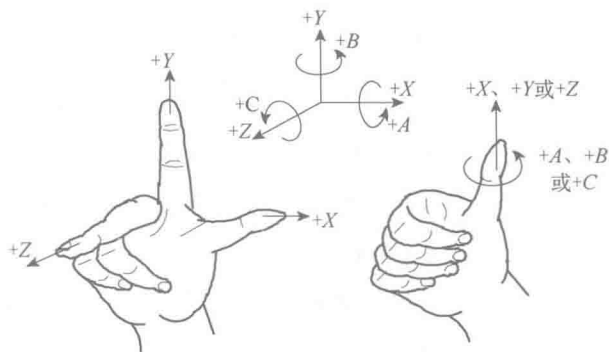


图 0-7 笛卡儿坐标系

也可由右手定则来判别。图 0-7 所示中，3 个旋转坐标轴 A 、 B 、 C 相应表示其轴线平行与 X 、 Y 、 Z 的旋转运动，其正方向根据右手螺旋方法确定。

2) 机床坐标轴的确定

在数控机床上，机床的动作是由数控装置来控制的，为了确定数控机床上运动的位移和运动方向，必须在机床上建立机床坐标系来作为机床运动位移和方向的基准，这个坐标系被称为机床坐标系。

在确定机床坐标轴时，一般先确定 Z 轴，然后确定 X 轴和 Y 轴，最后确定其他轴。JB3051—1982 标准中规定，机床运动的正方向，是指增大工件和刀具之间距离的方向。

(1) Z 轴

一般规定为平行于机床主轴轴线的坐标轴为 Z 轴。其正向为刀具离开工件的方向，如

图 0-8 所示。

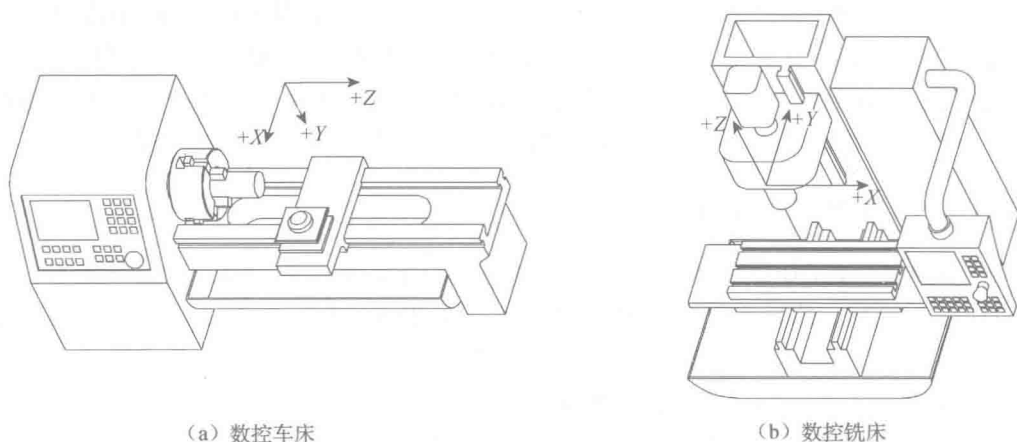


图 0-8 机床坐标系确定

(2) X 轴

X 轴是水平的, 平行于工件的装卡面, 且垂直于 Z 轴。这是在刀具或工件定位平面内运动的主要坐标。对于工件旋转的机床 (如车床、磨床等), X 坐标的方向是在工件的径向上, 且平行于横滑座。刀具离开工件旋转中心的方向为 X 轴正方向。对于刀具旋转的机床 (铣床、镗床、钻床等), 如 Z 轴是垂直的, 当从刀具主轴向立柱看时, X 运动的正方向指向右。如果 Z 轴是水平的, 当从主轴向工件方向看时, 主轴的正方向指向右。

(3) Y 轴

Y 轴方向根据已确定的 Z 轴、 X 轴方向, 用右手笛卡尔坐标系来确定。

(4) 旋转运动

围绕坐标轴 X 、 Y 、 Z 旋转的运动, 分别用 A 、 B 、 C 表示。它们的正方向用右手螺旋法则判定。

二、数控加工程序的基本概念

1. 数控加工程序编制的方法

数控机床加工所需要的程序是按数控系统一定格式并以代码的形式编制的, 一般称为数控加工程序, 而数控加工程序的编制方法目前主要有两种: 手工编制和 CAD/CAM 技术自动编制。

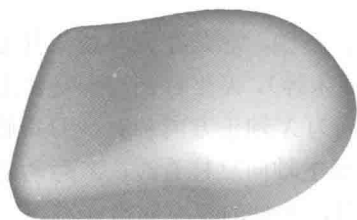
1) 手工编程

编程人员利用一般的计算工具, 通过数学处理计算加工轮廓各节点的坐标, 并利用程

序代码编制刀具轨迹的方法，称为“手工编程”。一般对几何形状不太复杂的回转体类零件、盘类零件、套类零件、平面类零件和数学函数关系比较容易确定的规则面类零件，所需的加工程序不长，计算量不大的程序编制，用手工编程比较合适。这种方式比较简单，很容易掌握，适应性比较大，但耗费时间较长，容易出现错误，无法胜任复杂形状零件的编程。手工编程是学习数控编程的基础，对数控操作人员来说是必须要掌握的。

2) CAD/CAM 技术自动编程

利用 CAD/CAM 计算机辅助软件（如：Pro/E、UG、MasterCAM、Cimatron 等）进行零件的设计、分析、数学处理、模拟加工及其程序的生成，称为 CAD/CAM 技术自动编程，这种方法目前广泛被制造业所使用。由于计算机可自动绘制出刀具中心运动轨迹，不需要人为的处理数学关系和程序的编制，所以，适合曲线轮廓、三维曲面等复杂型面零件程序的编制，如图 0-9 所示。该编程方式适应面广、效率高、程序质量好，但投资大，掌握起来比较困难。



(a) 鼠标



(b) 叶轮

图 0-9 自动编程零件

2. 数控程序基本格式

1) 程序结构

一个完整的加工程序一般由程序号、程序内容和程序结束三部分组成。

举例说明：

O0001;	程序编号
N1 G90G54G00X0Y0;	第一程序段
N2 S800M03;	第二程序段
N3 Z100.0	⋮
N4 Z5.0;	
N5 G01Z-10.0F100;	
N6 G41X5.0Y5.0 D1 F200;	
⋮	
N11 G40X0Y0;	
N12 G00Z100.0;	

N13 M05;

N14 M30;

程序结束

(1) 程序号

程序号是程序的开始符，供在数控装置存储器中的程序查找与调用。程序号由地址符和四位编号数字组成。如上例中的地址符“O”和编号数字 0001。不同的数控系统可能采用不同的地址符，如用“%”表示程序的开始。

(2) 程序内容

程序内容是整个数控程序的核心部分，记录了零件的加工指令，包括程序序号、准备功能指令、刀具运动轨迹坐标和各种辅助功能指令。

(3) 程序结束

一般用辅助功能指令 M30（程序结束并返回起点）或 M02（程序结束）来表示整个程序的结束。

注：可以用（）来进行程序段内容注释或在分号“;”后面直接进行程序段的注释，如：N5 S600 M06;（主轴顺时针旋转）

在数控程序段中包含的主要指令字符如表 0-1 所示。

表 0-1 地址码字符的意义

地址码	意义	地址码	意义
A	关于 X 轴的角度尺寸	N	程序段号
B	关于 Y 轴的角度尺寸	O (%)	程序编号
C	关于 Z 轴的角度尺寸	P	子程序编号
D	刀具半径的偏置号	Q	固定循环参数
F	进给速度的指定	R	圆弧半径或固定循环参数
G	准备功能	S	主轴旋转速度的指定
H	刀具长度偏置号	T	换刀指令
I	圆心相对于 X 轴起点的或螺纹导程	U	平行 X 轴的第二尺寸
J	圆心相对于 Y 轴起点的或螺纹导程	V	平行 Y 轴的第二尺寸
K	圆心相对于 Z 轴起点的或螺纹导程	W	平行 Z 轴的第二尺寸
L	固定循环次数	X	X 轴方向的主运动坐标
M	辅助功能	Y	Y 轴方向的主运动坐标
		Z	Z 轴方向的主运动坐标

2) 程序段格式

一个程序段由一个或若干个指令字组成，每个指令字又是由地址符和数字组成的（数字前可以有±号构成数值量）。指令字代表某一信息单元，它代表机床的一个位置或一个动

作。我国 1985 年颁布了 JG3832—1985 数控机床点位切削和轮廓加工用可变程序段格式。可变程序段即指程序段的长度可变。一个程序段是以程序段的序号开始的，后跟功能指令，由结束符号结束（如用符号“；”或“LF”）。

可变程序段格式如下：

N...	G...	XYZ...	F...	S...	T...	M...	LF...
程序段号	准备功能	坐标字	进给功能	主轴转速 功能	换刀功能	辅助功能	程序段结 束符

如：N20 G90 G17 G54 G00 Z100 S800 M03；

值得注意的是可变程序段中各指令字的先后排列顺序并不严格，不需要的指令字以及与上一程序段相同继续使用的指令字可以省略；数据的位数可多可少，如：G01 等同于 G1。但同一性质的功能指令字不允许在同一程序段中出现。

(1) 程序段号（简称顺序号）

通常用标志符号“N”和数字表示，如：N02、N20 等。序号不一定连续，可适当跳跃。顺序号一般都以从小到大的顺序排列，在实际加工中不参与加工，只是为了便于程序的编程、检查、修改方便。现代 CNC 系统中很多都不要求程序段号，即程序段号可有可无。

(2) 准备功能（简称 G 功能）

它由准备功能地址符“G”和数字组成，如：G01，表示直线插补功能。

(3) 坐标字

由坐标地址符（如 X、Y、Z 等）及数字组成，且按一定的顺序进行排列。坐标字表示刀具在指定的坐标轴上给定方向和数量运动到坐标字所表示的位置。比如 100、100.和 100.0 数值，有些数控系统会将 100 视为 100μm，而不是 100mm，而写成 100.或 100.0 则均被认为是 100mm。

(4) 进给率 F

进给率 F 表示刀具轨迹速度，是所有移动坐标轴的速度的矢量和。坐标轴速度是刀具轨迹在坐标轴上的分矢量。进给率 F 在 G01、G02、G03 插补方式有效，并一直有效，直到被新的进给率 F 替代为止，而工作在 G00、G60 方式下，快速定位的速度是各轴的最高速度，与所编的 F 无关。

进给率由进给地址符“F”及数字组成，数字表示所选定的进给速度，其单位取决于直线进给率 G94（mm/min）和旋转进给率 G95（mm/r）指令的设定。在 F 值为整数值时，可以省略小数点后的数据，如 F100。

例 0-1：：

```
N10  G94 F200;      进给量毫米/分钟
N20  S200 M03;      主轴旋转
N22  G95 F2.5;      进给量毫米/转
```

注意：G94 和 G95 更换时要求写入一个新的进给率，且使用旋转进给率 G95 时只有主

轴旋转才有意义。

同时可以借助操作面板上的倍率按键, F 可在一定范围内进行倍率修调。当执行攻丝循环 G84, 螺纹切削 G33 时, 倍率开关失效, 进给倍率固定在 100%。

(5) 主轴转速功能 S

由主轴地址符“S”及数字组成, 数字表示主轴转数, 单位为 r/min。主轴旋向和主轴运动起始点和终止点由 M 指令指定。

当 S 值为整数值时, 可以省略小数点后的数据, 如 S625。如果程序段中不仅有 M03 或 M04 指令, 而且还写有坐标轴运动指令, 则 M 指令在坐标轴运动之前生效。

例 0-2:

```

:
N10 G01 X10 Y20 F200 S560 M03;    (在 X、Y 轴运动之前, 主轴以 560r/min 顺时针启动)
:
N60 S1000;                          (主轴改变速度为 1 000r/min)
:
N80 G00 Z100 M05;                  (Z 轴运动, 主轴停止)
:

```

S 是模态指令, S 功能只有在主轴速度可调节时才有效。同时 S 也可以借助操作面板上的倍率按键, 可在一定范围内进行倍率修调。

(6) 刀具功能 T

由地址符“T”及数字组成, 用以刀具的选择。刀具的选择有两种方式:

① 用 T 指令直接更换刀具 (比如: 数控车床中常用的刀具转塔刀架)。

② 用 T 指令预选刀具, 再配合 M06 换刀指令进行刀具的更换。

需要说明的是, T0 号没有刀具, 有些系统定义为刀具还刀指令。

例 0-3:

不用 M06 更换刀具:

```

N5      T1; (1 号刀具)
:

```

```

N10     T12; (12 号刀具)

```

用 M06 更换刀具:

```

N5      T1 M06; (预选 1 号刀具, 并执行刀具的更换, 1 号刀具有效)
或

```

```

N5      T1; (预选 1 号刀具)

```

```

N10     M06; (执行刀具的更换, 1 号刀具有效)

```

T 指令被调用时, 同时调入刀补寄存器中的刀补值 (刀补长度 H 和刀补半径 D)。T 指令为非模态指令, 但被调用的刀补值一直有效, 直到再次换刀调入新的刀补值。

(7) 辅助功能（简称 M 功能）

由辅助操作地址符“M”和两位数字组成。比如：M08，表示冷却液开。

(8) 程序段结束符 LF

表示程序段的结束。采用 EIA 标准代码时，结束符以硬回车表示，当采用 ISO 标准代码时，以“LF”或“;”表示。

项目 1 数控车床与操作

任务 1 数控车床基础知识

1. 数控车床的类型和分类

数控车床按不同方式分有不同的种类。这里按主轴布置形式、数控系统的类型、数控车床功能分别介绍。

1) 按数控车床主轴布置形式分类

(1) 卧式数控车床

卧式数控车床主轴处于水平位置，生产中使用较多，常用于加工径向尺寸较小的轴类、盘类、套类复杂零件。其导轨有水平导轨和斜导轨两种。水平导轨数控车床外形如图 1-1 所示。

(2) 立式数控车床

立式数控车床主轴处于垂直位置，有一个直径很大的圆形工作台，供装夹工件，如图 1-2 所示。立式数控车床主要用于加工径向尺寸大、轴向尺寸相对较小的大型复杂零件。

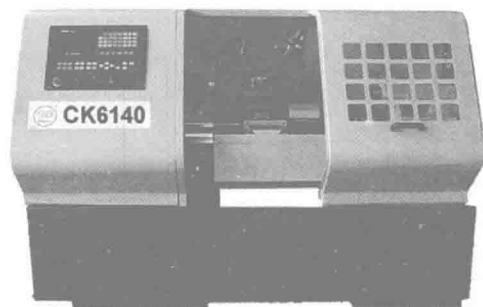


图 1-1 卧式数控车床图

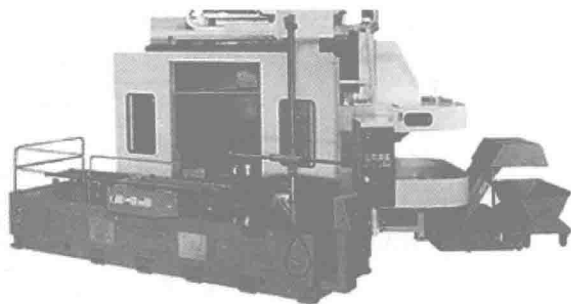


图 1-2 立式数控车床

2) 按数控系统分类

目前工厂常用的数控系统有 FANUC（法纳克）数控系统、SIEMENS（西门子）数控