

中等职业教育
机电类系列教材

主编 李立宪 程余琰
主审 张超英

数控车编程与操作实训

SHUKONGCHE BIANCHENG YU CAOZUO SHIXUN

名校名师，倾力打造的
教材精品。适合中专、技校、
职高等选用。

 安徽科学技术出版社

中等职业教育机电类系列教材

数控车编程与操作实训

主 编 李立宪 程余琰
副主编 刘 瑞
编 者 李立宪 程余琰 刘 瑞
李清涛 李方显
主 审 张超英

图书在版编目(CIP)数据

数控车编程与操作实训/李立宪,程余琰主编. —合肥:
安徽科学技术出版社,2007.9

(中等职业教育机电类系列教材)

ISBN 978-7-5337-3888-4

I. 数… II. 李… III. ①数控机床:车床-程序设计-
专业学校-教材②数控机床:车床-操作-专业学校-教材
IV. TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 135095 号

数控车编程与操作实训

主编 李立宪 程余琰

出 版 人:朱智润

责任编辑:王菁虹 文字编辑:沙莹

封面设计:王 艳

出版发行:安徽科学技术出版社(合肥市政务文化新区圣泉路 1118 号)

出版传媒广场,邮编:230071)

电 话:(0551)3533330

网 址:www.ahstp.com.cn

E-mail:yougoubu@sina.com

经 销:新华书店

排 版:安徽事达科技贸易有限公司

印 刷:合肥星光印务有限责任公司

开 本:787×1092 1/16

印 张:14

字 数:340 千

版 次:2007 年 9 月第 1 版 2007 年 9 月第 1 次印刷

定 价:22.80 元

(本书如有印装质量问题,影响阅读,请向本社市场营销部调换)

前 言

数控加工是具有代表性的先进制造技术,数控车床更是应用最为广泛的数控机床,在机械制造业已普及。当前,在人才需求方面,社会对于数控车床技术人才的要求越来越高,对数控车床的编程和操作人员的需求也越来越多。培养大量掌握数控加工技术的高素质人才是当前经济发展的迫切需要。希望通过本书的学习,使学生掌握数控车削加工的基本方法并能在实际中应用,成为掌握数控加工技术的专门人才。

本书是集理论和实践于一体的数控教材,以日本 FANUC 数控系统为主,介绍其在数控车削加工中的编程常用指令、操作方法和具体应用。主要有轴类零件、盘套类零件及螺纹与切槽的编程与加工方法。教材以实训课题为学习载体,既有零件加工的基本技能课题,又有综合技能课题,其中收录了部分中、高级考核试题和数控大赛试题。书中配有许多典型加工实例及相关工艺分析、刀具选择、参考程序。教材的各章节内容安排遵循实践教学规律,突出技能训练,实训课题从基本要素过渡到零件,内容由浅入深、循序渐进,力求理论够用,突出实践操作和编程技能。评分标准按照《数控车工国家职业标准》严格配分,不同的训练阶段用不同的评分标准,在第四、五、六章的基本实训课题评分标准里侧重编程和操作,而在第七、八章的综合实训课题评分标准里则偏重于零件加工。全书内容丰富,图文并茂,具有较强的实用性。通过列举的大量实训课题,使各章节联系紧密;可提高学生的兴趣,满足不同层次学生的学习需求;也有利于培养他们的编程思维、习惯和数控车削加工的操作能力,便于数控教学的开展。

本书由李立宪、程余琰担任主编,李立宪、程余琰、刘瑞、李清涛、李方显承担各章节的编写工作,北方工业大学张超英主审了全书。

本书可作为中、高等职业院校数控技术应用专业及相关专业的教学用书,也可作为数控技术职业技能培训教材,还可作为数控车床操作与编程人员的自学教材和参考书。

由于作者水平有限,对于书中的不妥之处,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

目 录

第一章 数控车床基础知识	1
第一节 数控车床概述	1
第二节 数控车床编程基本知识	2
第三节 数控车床的坐标系	6
第二章 数控车削加工工艺	9
第一节 数控车削加工工艺分析	9
第二节 数控车削加工工艺路线设计	11
第三节 数控车削刀具的类型及选择	13
第四节 数控车削用量的确定	16
第五节 编制数控加工技术文件	19
第三章 FANUC 0i 系统数控车床的操作	22
第一节 FANUC 0i 系统操作面板	22
第二节 数控车床的控制面板	24
第三节 数控车床操作的基本功训练	26
第四节 数控车床的装刀与对刀	29
第四章 轴类零件的编程与加工	34
第一节 轴类零件加工工艺特点	34
第二节 轴类零件的刀具选择	37
第三节 轴类零件的装夹与定位	39
第四节 轴类零件程序的编制	41
第五节 轴类零件实训课题	53
第五章 盘套类零件的编程与加工	65
第一节 盘套类零件加工工艺特点	65
第二节 盘套类零件的刀具选择	66
第三节 盘套类零件的装夹与定位	67
第四节 盘套类零件的车削编程	68
第五节 盘套类零件实训课题	77
第六章 螺纹和切槽的编程与加工	87
第一节 螺纹零件的车削加工工艺特点	87
第二节 螺纹加工程序的编制	92
第三节 切槽与切断程序的编制	104

第四节 槽类零件的加工实训课题·····	109
第五节 螺纹类零件的加工实训课题·····	117
第七章 数控车削加工综合实训·····	127
第一节 典型零件的综合实训课题·····	127
第二节 配合件实训课题·····	177
第八章 数控车工技能等级考试题、竞赛题精选·····	182
第一节 数控车工中级技能考核试题精选·····	182
第二节 数控车工高级技能考核试题精选·····	190
第三节 数控车工技能大赛试题精选·····	200
第九章 数控车床的维护与保养·····	215
第一节 数控车床的安全操作规程·····	215
第二节 数控车床的日常维护与保养·····	215
参考文献·····	218

第一章 数控车床基础知识

第一节 数控车床概述

数控机床是一种通过数字信息,控制机床按给定的运动轨迹,进行自动加工的机电一体化的加工装备。经过半个世纪的发展,数控机床已成为现代制造业的重要标志之一。

数控车床是数字程序控制车床的简称。它集通用性好的万能型车床、加工精度高的精密型车床和加工效率高的专用型车床的特点于一身,是国内使用量最大、覆盖面最广的一种数控机床。

数控车床可进行平面任意曲线的加工,可车削圆柱、圆锥螺纹,具有刀尖半径补偿、螺距误差补偿、固定循环、图形模拟显示等功能。适合于加工形状复杂的盘类或轴类零件。

一、数控及数控车床的概念

数控是数字控制(Numerical Control,NC)的简称,是用数字化信号进行自动控制的技术。一般把用这种技术实现的数控车床称为 NC 车床。随着数控技术的发展,现代数控系统采用微处理器中的系统程序(软件)来实现逻辑控制,实现全部和部分数控功能,称为计算机数控(Computer Numerical Control)系统,简称 CNC 系统;具有 CNC 系统的车床称为 CNC 车床。目前人们所提及的数控车床一般是指 CNC 车床。

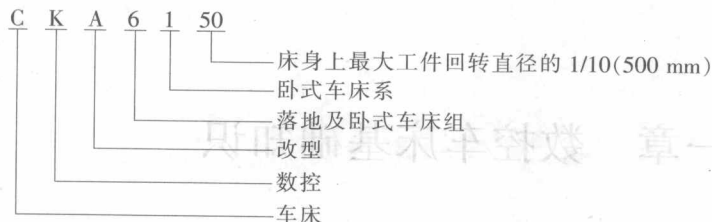
图 1-1 是卧式数控车床的外形图。



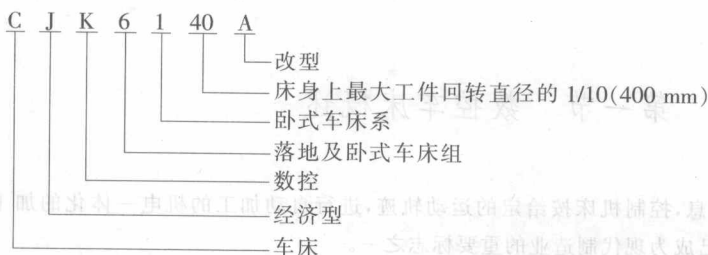
图 1-1 卧式数控车床的外形图

二、数控车床型号代码的含义

1. 数控车床 CKA6150 各代码的含义说明



2. 数控车床 CJK6140A 各代码的含义说明



第二节 数控车床编程基本知识

一、数控编程的内容

1. 分析零件图样和制定工艺方案

这一步骤的内容包括:对零件图样进行分析,明确加工的内容和要求;确定加工方案;选择适合的数控机床;选择、设计刀具和夹具;确定合理的走刀路线及选择合理的切削用量等。

2. 数学处理

在确定了工艺方案后,下一步需要根据零件的几何尺寸、加工路线,计算刀具中心运动轨迹,以获得刀位数据。一般的数控系统均具有直线插补的功能,对于加工由圆弧和直线组成的较简单的平面零件,只需要计算出零件轮廓上相邻几何元素的交点或切点的坐标值,得出各几何元素的起点、终点,圆弧的圆心坐标值。对于较复杂的零件或零件的几何形状与控制系统的插补功能不一致时,就需要进行较复杂的数值计算。

3. 编写零件加工程序单及程序检验

在完成上述工艺处理及数值计算工作后,即可编写零件加工程序单。程序编制人员使用数控系统的程序指令,按照规定的程序格式,逐段编写零件加工程序。

程序编写好之后,需将它存放在控制介质上,然后输入数控系统,控制数控机床工作。一般说来,正式加工前,要对程序进行检验。在具有图形模拟显示功能的数控机床上,可通过显示走刀轨迹或模拟刀具对工件的切削过程,对程序进行检查。对于复杂的零件,需要采用铝件、塑料或石蜡等易切材料进行试切。当发现工件不符合加工技术要求时,可修改程序或采取尺寸补偿等措施。

二、数控编程的方法

数控编程方法有两种:手工编程与自动编程。

手工编程是指主要由人工来完成数控机床程序编制各个阶段的工作。当被加工零件形状不太复杂和程序较短时,都可采用手工编程。

对于一些复杂零件,特别是具有非圆曲线的表面,或者零件的几何元素并不复杂,但程序量很大的零件(如一个零件上有许多个孔或平面轮廓由许多段圆弧组成),必须采用自动编程。

使用计算机进行数控编程时,除拟定工艺方案靠人工外,其余工作,包括数学处理、编写程序单、制作控制

介质和程序校验等各项工作,均由计算机自动完成,这一过程就是计算机自动编程。

三、程序结构与格式

1. 字符与代码

字符是用于组织、控制或表示数据的一些符号,可进行信息交换。数字、字母、标点符号、数学运算符都可以用作字符。常规加工程序应用4种字符:英文字母、数字和小数点、正负号、功能字符。

2. 程序字(简称字或指令字)

字是一套可以作为一个信息单元,进行存储、传递和操作的有规定次序的字符。字符的个数即为字长。常规加工程序中的字都是由英文字母及随后的数字组成,这个英文字母称为地址符。地址符与后续数字之间有正负号。如X60 Z-10。

3. 字的几种功能

(1)语句号N(也称为程序段号)。程序段的编号由地址符和后面的若干位数字表示(例如N0020)。程序段的编号一般不连续排列,以5或10间隔,这样便于插入语句。例如:

N0010 G00 X20 Z5;

N0020 G01 X30 Z-10;

.....

(2)准备功能字G(又称G功能、G指令、G代码)。G指令是控制数控机床进行操作的指令,用地址符G和两位数字来表示。

需要指出的是,不同生产厂家数控系统的G指令的功能相差大,编程时必须遵照机床使用说明书进行。

G指令分为模态指令(续效指令)和非模态指令。非模态指令只在本程序段中有效;模态指令可在连续几个程序段中有效,直到被相同组别的其他指令取代。指令表中标有相同字母或数字的为的一组。如G00、G01、G02、G03、G04,其中G04为非模态指令,其余为模态指令。

(3)尺寸字。由地址符、符号(+、-)、绝对(或相对)数值组成。尺寸字的地址符有X、Y、Z、U、V、W、P、Q、R、A、B、C、I、J、K、D、H等。例如X25 Y-30。其中“+”号可省略。

(4)进给功能字F。表示加工时的进给速度,由地址符F和后面的若干位数字组成。例如F0.2;F150等。

(5)主轴转速功能字S。表示数控机床主轴转速,由地址符S和后面的若干位数字组成。例如S650等。

(6)刀具功能字T。由地址符T和后面的若干位数字组成。数字表示刀号,数字位数由数控系统决定。例如T02等。

(7)辅助功能字M(又称M功能、M指令、M代码)。用来控制机床辅助动作或系统的开关功能,由地址符M和后面的两位数字组成。例如M03;M05等。

(8)程序段结束符。写在每段程序之后,表示程序段结束。在使用EIA标准代码时,结束符为“CR”;在使用ISO标准代码时,结束符为“LF”或“NL”。FANUC系统结束符为“;”。

4. 程序段格式

零件的加工程序由若干个程序段组成。程序段格式是指一个程序段中字、字符、数据的书写规则。现在使用最多的是“字—地址”程序段格式。

“字—地址”程序段格式由程序段号字、数据字和程序段结束符组成。各字后有地址,字的排列顺序要求不严格,数据的位数可多可少,不需要的字以及与上一程序段相同的续效字可以不写。排列顺序如下:

N	G	X	Y	Z	F	S	T	M	LF
		U	V	W					
		A	B	C					

例如 N40 G01 X40 Z-30 F200 S600 T01 M03;

5. 程序结构

一个完整的程序由程序号、程序内容和程序结束三部分组成。

【例】以下是 FANUC 系统的一段完整的程序。

O0001;	程序号
N0010 T0101 M03 S500;	
N0020 G00 X40.0 Z2.0 M08;	
N0030 G01 Z-40.0 F0.3;	程序内容
N0040 X45.0;	
N0050 G00 X100.0 Z100.0;	
N0060 M09;	
N0070 M30;	程序结束

6. S、T、F 主要功能说明

(1) 主轴转速功能(S 功能)。利用地址符 S 后续数值的指令,可控制主轴的回转速度。如 $n=600 \text{ r/min}$, 其指令表示为 S600。

(2) 进给功能(F 功能)。表示刀具中心运动时的进给量,由地址符 F 和后面若干位数字构成。通常有两种形式:一种是刀具每分钟的进给量,单位是 mm/min ;另一种是主轴每转时刀具的进给量,单位是 mm/r 。在编程中一个程序段只可使用一个 F 代码;不同程序段可根据需要改变进给量。本书实例均采用主轴每转时刀具的进给量。

(3) 刀具功能(T 功能)。机床的原点和工件的原点是不重合的,也不可能重合。加工前首先安装刀具,然后回机床参考点,这时车刀的关键点(刀尖或刀尖圆弧中心)处于一个位置,随后将刀具的关键点移动到工件原点上(这个过程叫对刀)。刀具偏置补偿是用来补偿以上两种位置之间的距离差异的。如图 1-2 所示。

刀具偏置补偿分为两类:一类是刀具几何偏置补偿,另一类是刀具磨损偏置补偿。刀具磨损偏置补偿用于补偿刀尖磨损量。如图 1-3 所示。刀具偏置通常由 T 代码指定。在 FANUC 0i 系统中,T 代码指定有两种方式:一种是 2 位数指令,一种是 4 位数指令。

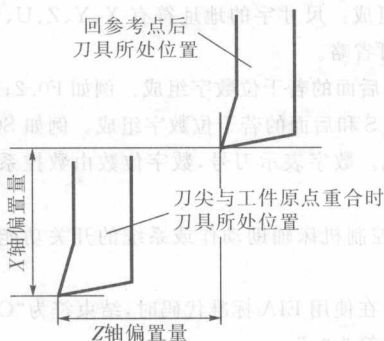


图 1-2 刀具偏置

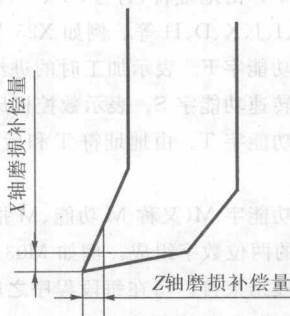


图 1-3 刀具磨损偏置补偿

2 位数指令是指 T 地址后面跟两位数字,第一位数字表示刀号,第二位数字表示刀具磨损偏置和刀具几何偏置号。例如,T12 表示调用第 1 号刀,调用第 2 组刀具磨损偏置和刀具几何偏置。还有一种方法是把几何偏置和磨损偏置分开放置,用第一位数字表示刀号和刀具几何偏置号,用第二位数字表示刀具磨损偏置号。例如,T12 表示调用第 1 号刀,调用第 1 组刀具几何偏置,调用第 2 组刀具磨损偏置。

4 位数指令是指 T 地址后面跟四位数字,前两位数字表示刀号,后两位数字表示刀具磨损和刀具几何偏置号。例如,T0102 表示调用第 1 号刀,调用第 2 组刀具磨损和刀具几何偏置。同样的,4 位数指令也可以把几何偏置和磨损偏置分开放置,用前两位数字表示刀号和刀具几何偏置号,用后两位数字表示刀具磨损偏置号。例如,T0102 表示调用第 1 号刀,调用第 1 组刀具几何偏置,调用第 2 组刀具磨损偏置。

当刀具偏置号后一位(2 位数指令)为 0 时或者最后两位(4 位数指令)为 00 时,则表明取消刀具偏置值。例如,T0200.00 表示取消 2 号刀具的补偿。

一般情况下,常用 4 位数指令指定刀具偏置。

不同的数控系统,其指令不完全相同,使用者应根据使用说明书编写程序。本书主要介绍 FANUC 0i-TC 系统指令代码。

四、FANUC 0i-TC 系统的指令代码

1. 准备功能(G 代码)

准备功能又称 G 代码,用来规定刀具和零件的相对运动轨迹(即插补功能)、机床坐标系、刀具补偿和固定循环等多种操作。

G 代码按其功能进行了分组,同一功能组的代码可互相代替,但不允许写在同一程序段中。

数控车床常用的 G 功能见表 1-1。

表 1-1 准备功能(G 代码)

指令代码	功能	组别	指令代码	功能	组别
G00 ^①	快速移动	01	G50	设定工件坐标系;设置主轴最大速度	
G01	直线插补		G53	选择机床坐标系	
G02	顺时针圆弧插补		G70	精加工循环	
G03	逆时针圆弧插补		G71	外径、内径固定循环	
G04	进给暂停	00	G72	端面粗加工循环	00
G20	英制输入	06	G73	闭合车削循环	
G21	公制输入		G74	Z 向步进钻孔	
G27	检查参考点返回		G75	X 向切槽	
G28	自动返回参考点	00	G76	切螺纹循环	
G29	从参考点返回		G90	单一固定循环	
G30	返回第二参考点		G92	螺纹切削循环	
G32	切螺纹	01	G94	端面切削循环	01
G40 ^①	刀尖半径补偿方式取消	07	G96	主轴恒转速控制	
G41	调用刀尖半径左补偿		G97 ^①	取消主轴恒转速控制	12
G42	调用刀尖半径右补偿		G98	每分钟进给(mm/min)	05
			G99 ^①	每转进给(mm/r)	

注:1. ①缺省值为数控系统通电后的状态。除了 00 组是非模态代码外,其余均是模态代码。

2. 在同一程序段中,可以指令数个不同组的 G 代码;但在同一程序段中,指令了几个同一组的 G 代码时,则最后指令的 G 代码有效。

2. 辅助功能(M 代码)

辅助功能又称 M 代码,由字母 M 及其后两位数字组成。这类指令加工时与机床操作的需要有关,如表示主轴的旋转方向、启动、停止,切削液的开关等功能。

数控车床中常用的 M 功能如下:

(1) M00——程序停止。系统执行该指令时,主轴的转动、进给,切削液都停止,可进行某一手动操作。如换刀、零件调头、测量零件尺寸等。系统保持这种状态,直到重新启动机床,继续执行 M00 程序段后面的程序。

(2) M01——程序有条件停止(计划停止)。其作用完全与 M00 相同。系统执行该指令时,只有从控制面板上按下“选择停止”键,M01 才有效;否则跳过 M01 指令,继续执行后面的程序。该指令一般用于抽查关键尺寸时使用。

(3) M02——程序结束。该指令表示执行完程序内所有指令后,主轴停止,进给停止,冷却液关闭,机床处

于复位状态。

(4)M30——返回程序起点。使用 M30 时,除表示 M02 的内容外,刀具还要返回到程序的起始状态,准备下一个零件的加工。

(5)M03——主轴正转。

(6)M04——主轴反转。

(7)M05——主轴停止转动。

(8)M07、M08——打开 1 号、2 号冷却液,其中 M07 为雾状冷却,M08 为液状冷却。

(9)M09——关闭冷却液。

数控车床常用的 M 功能见表 1-2。

表 1-2 辅助功能(M 代码)

代码	功能	代码	功能
M00	程序停止	M09	切削液关
M01	程序有条件停止	M30	程序结束并返回起点
M02	程序结束	M41	低挡
M04	主轴反转	M43	高档
M05	主轴停止	M98	子程序调用
M06	更换刀具	M99	子程序结束
M08	切削液开		

第三节 数控车床的坐标系

为了保证数控机床的正确运动,避免工作的不一致性,简化编程和便于培训编程人员,ISO 和我国都统一规定了数控机床坐标轴的代码及其运动的正、负方向,这给数控系统和机床的设计、使用和维护带来了极大的方便。

一、机床坐标系

数控机床坐标系采用右手笛卡儿直角坐标系,其坐标命名为 X、Y、Z,常称为基本坐标系。如图 1-4 所示。右手的大拇指、食指和中指互相垂直时,拇指的方向为 X 坐标的正方向,食指为 Y 坐标的正方向,中指为 Z 坐标的正方向。

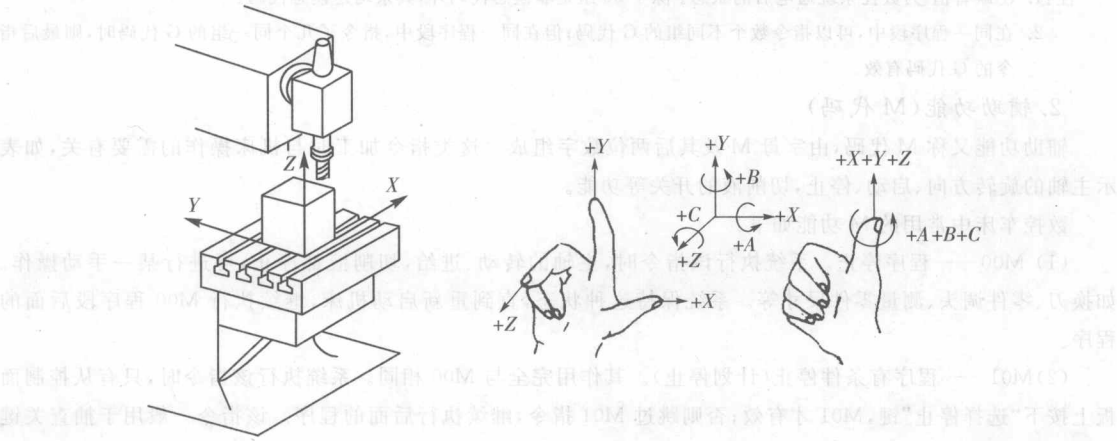


图 1-4 数控机床基本坐标系

以 X 、 Y 、 Z 坐标轴线或以与 X 、 Y 、 Z 坐标轴平行的坐标轴线为中心旋转的圆周进给坐标轴,分别用 A 、 B 、 C 表示。根据右手螺旋定则,分别以大拇指指向 $+X$ 、 $+Y$ 、 $+Z$ 方向,其余四指方向则分别为 $+A$ 、 $+B$ 、 $+C$ 轴的旋转方向。

数控车床的坐标系是以其主轴轴线为 Z 轴方向,刀具远离工件的方向为 Z 轴正方向。 X 坐标的方向是在工件的径向上,且平行于横向拖板,刀具离开工件旋转中心的方向为 X 轴正方向。如图 1-5 所示。

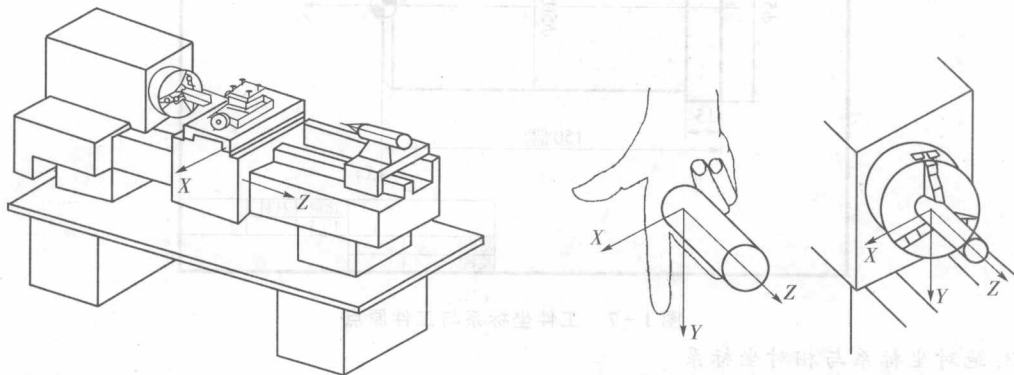


图 1-5 数控车床的坐标系

二、工件坐标系

工件坐标系是编程人员在编程过程中使用的,由编程人员以工件图样上的某一固定点为原点所建立的坐标系,又称为工作坐标系或编程坐标系。编程尺寸都按工件的尺寸确定。

三、坐标系的原点

1. 机床原点与机床参考点

机床坐标系是机床上固有的坐标系。机床原点也是机床上一个固定点。车床的机床原点一般定义在主轴旋转中心线与卡盘后端面的交点或参考点上。如图 1-6 所示。

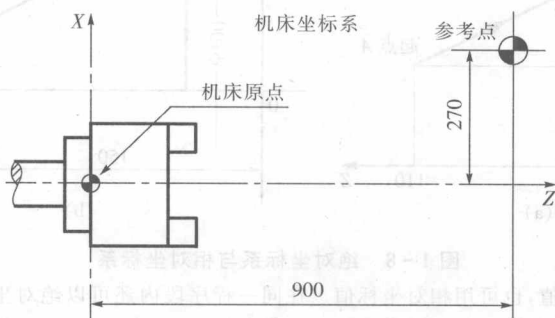


图 1-6 机床坐标系

机床参考点为机床上一固定点。其固定位置由 X 向与 Z 向的机械挡块及电机零点位置来确定。机械挡块一般设定在 X 轴和 Z 轴正向最大位置。当进行回参考点的操作时,装在纵向和横向拖板上的行程开关碰到挡块后,向数控系统发出信号,由系统控制拖板停止运动,完成回参考点的操作。

2. 工件坐标系与工件原点

工件坐标系是编程人员在编程时使用的。工件原点(即编程原点)是人为设定的点。设定的依据是:既要符合图样尺寸的标注习惯,又要便于编程。因此当编程时,一般先找出图样上的设计基准点,并通常以该点作为工件原点。数控车床工件原点一般选择在轴线与工件右端面、左端面或卡爪的前端面的交点上。如图 1-

7 所示。

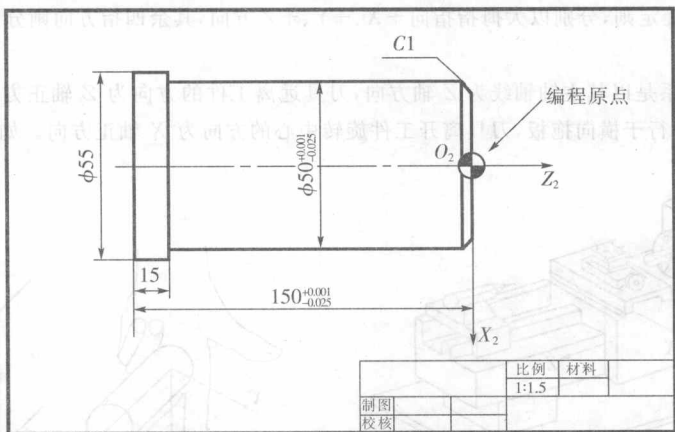


图 1-7 工件坐标系与工件原点

3. 绝对坐标系与相对坐标系

运动轨迹的终点坐标是相对起点计量的坐标系,称为相对坐标系(或称增量坐标系)。所有坐标点的坐标值均从某一固定坐标原点计量的坐标系,称为绝对坐标系。如图 1-8(a)所示,图中 A、B 两点,若以绝对坐标计量,则

$$X_A=40, Z_A=110, X_B=80, Z_B=30$$

若以相对(增量)坐标计量,则 B 点的坐标是在以 A 点为原点建立起来的坐标系内计量的,则终点 B 相对于起点 A 的坐标为

$$U_B=40, W_B=-80$$

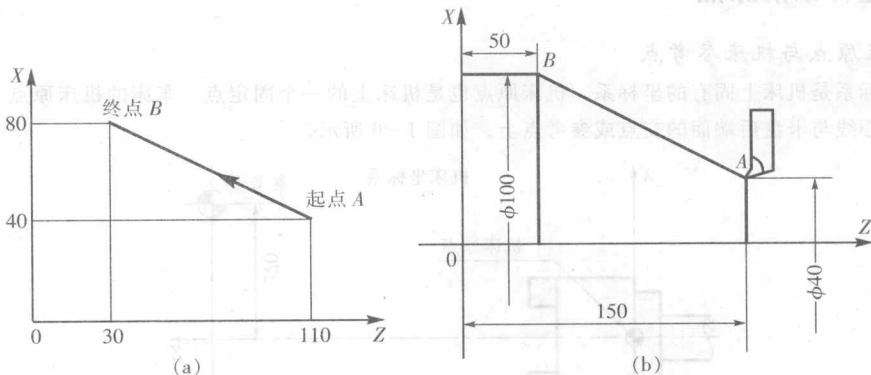


图 1-8 绝对坐标系与相对坐标系

编程时,可用绝对坐标值,也可用相对坐标值。在同一程序段内还可以绝对坐标值和相对(增量)坐标值混合使用,但必须依照正确的组合。例如,当从 A 直线移动到 B,如图 1-8(b),两种方法编程如下:

绝对指令编程: G01 X100.0 Z50.0 F0.3;

增量指令编程: G01 U60.0 W-100.0 F0.3;

混用编程: G01 X100.0 W-100.0 F0.3; 或 G01 U60.0 Z50.0 F0.3;

在使用绝对尺寸编程时,X 值(X 坐标值)和 Z 值(Z 坐标值)指定了刀具运动的终点坐标值;使用相对(增量)坐标编程时,U 值(沿 X 轴的增量)和 W 值(沿 Z 轴的增量)指定了刀具的位移,其正/负方向分别与 X 轴、Z 轴的正/负方向相同。

第二章 数控车削加工工艺

第一节 数控车削加工工艺分析

一、数控加工工艺的主要内容

数控加工工艺,就是用数控机床加工零件的一种工艺方法。

数控加工工艺主要包括以下几个方面:

- (1) 选择并确定需要进行数控加工的零件及内容。
- (2) 对零件图样进行数控加工的工艺分析。
- (3) 数控加工的工艺设计。
- (4) 对零件图形的数学处理。
- (5) 编写加工程序。
- (6) 按程序单制作控制介质。
- (7) 程序的校验与修改。
- (8) 首件试加工与现场问题处理。
- (9) 数控加工工艺技术文件的定型与归档。

二、数控加工工艺的特点

由于数控机床本身自动化程度较高,设备费用较高,设备功能较强,使数控加工相应形成了以下特点:

- (1) 数控加工的工艺内容十分具体。
- (2) 数控加工的工艺工作相当准确且严密。
- (3) 数控加工的工序相对集中。

由于数控加工的特点和数控机床本身的性能与功能,使数控加工体现出以下优点:

- (1) 柔性加工程度高。
- (2) 自动化程度高,改善了劳动条件。
- (3) 加工精度高。
- (4) 加工质量稳定可靠。
- (5) 生产效率高。
- (6) 良好的经济效益。
- (7) 有利于生产管理的现代化。

数控加工虽然具有上述优点,但同时也存在某些方面不足之处。主要表现为以下几个方面:

- (1) 加工成本较高。
- (2) 适宜中、小批量生产。
- (3) 加工中难以调整。

(4)维修困难。

三、数控车削加工工艺范围

数控车床是数控机床中应用最广泛的一种,在数控车床上可以加工各种带有复杂母线的回转体零件。高级的数控车床(一般称为车削中心)还能进行铣削、钻削以及加工多边形零件。图 2-1 所示为在数控车床上加工的工艺范围。

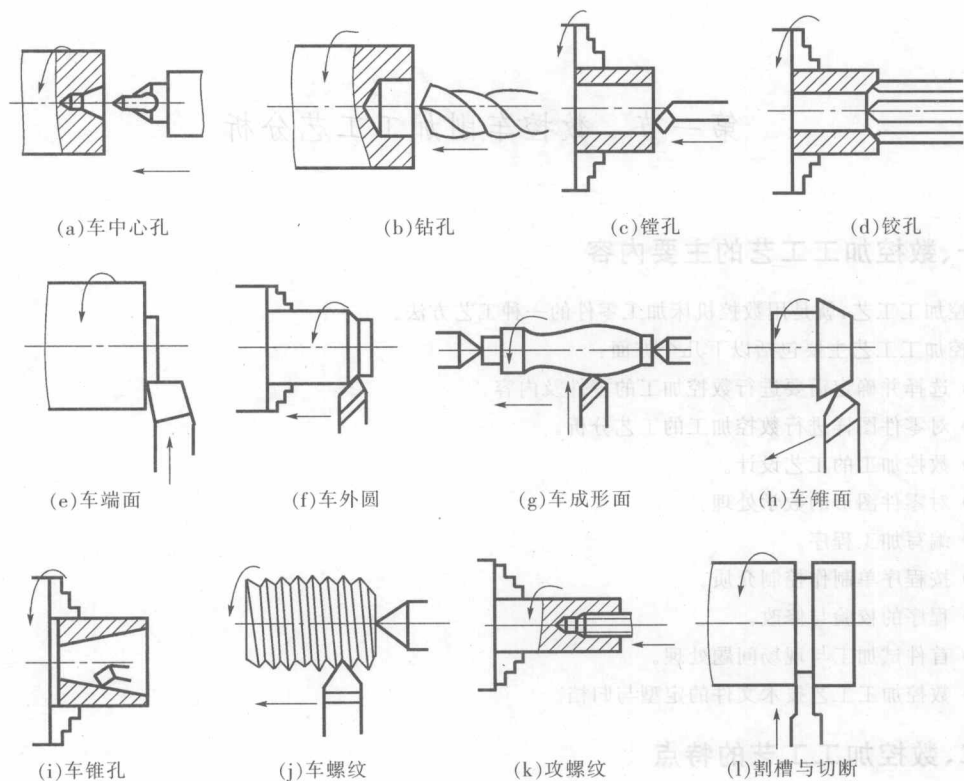


图 2-1 车削工艺范围

四、数控车削的特点

数控车床加工有普通车床无法比拟的特点,主要有以下几点。

1. 数控车床的特点

- (1)传动链短。
- (2)刚性高。
- (3)轻拖动。

2. 数控车床的加工特点

- (1)自动化程度高,可以减轻操作者的体力劳动强度。
- (2)加工的零件精度高,质量稳定。
- (3)生产效率高。
- (4)便于新产品研制和改型。
- (5)可向更高级的制造系统发展。
- (6)初始投资较大。
- (7)维修要求高。

3. 数控车床所用工艺装备的特点

(1) 刀架的特点。刀架是数控车床的重要部件,它安装各种切削加工刀具,其结构直接影响机床的切削性能和工作效率。转塔式刀架是普遍采用的刀架形式,如图 2-2 所示。

转塔式刀架通过转塔头的旋转、分度、定位来实现机床的自动换刀工作。两轴连续控制的数控车床,一般都采用 6~12 工位转塔式刀架。排刀式刀架主要用于小型数控车床,适用于短轴或套类零件加工。方刀架在中低档数控车床中也有使用。

(2) 刀具的特点。数控车床刀具应满足以下要求:

① 精度较高、寿命长、尺寸稳定、变化小。数控车床能兼作粗、精车削,为使粗车能大切深、大走刀,要求粗车刀具具有强度高、耐用度好;精车则保证加工精度。所以要求刀具锋利、精度高、耐用度好。

② 快速换刀。

③ 刀柄应为标准系列。

④ 能很好地控制切屑的折断、卷曲和排出;数控车床一般在封闭

环境中进行,要求刀具具有良好的断屑性能,断屑范围要宽。一般采用三维断屑槽,其形式很多,选择时应根据零件的材料及精度要求来确定。

⑤ 具有很好的可冷却性能。

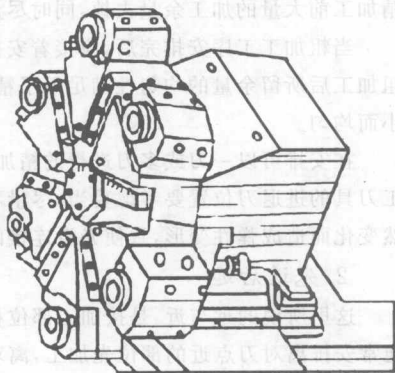


图 2-2 转塔式刀架

第二节 数控车削加工工艺路线设计

一、确定工件的加工部位和具体内容

确定被加工工件需在本机床上完成的工序内容及其与前后工序的联系。

(1) 工件在本工序加工之前的情况。例如铸件、锻件或棒料、形状、尺寸、加工余量等。

(2) 前道工序已加工部位的形状、尺寸或本工序需要前道工序加工出的基准面、基准孔等。

(3) 本工序要加工的部位和具体内容。

(4) 为了便于编制工艺及程序,应绘制出本工序加工前毛坯图及本工序加工图。

二、确定工件的装夹方式与设计夹具

根据已确定的工件加工部位、定位基准和夹紧要求,选用或设计夹具。数控车床多采用三爪自定心卡盘夹持工件;轴类工件还可采用尾座顶尖支持工件。

由于数控车床主轴转速极高,为便于工件夹紧,多采用液压高速动力卡盘。它具有高转速(极限转速可达 4 000~6 000 r/min)、高夹紧力(最大推拉力为 2 000~8 000 N)、高精度、调爪方便、通孔、使用寿命长等优点。还可使用软爪夹持工件,软爪弧面由操作者随机配制,可获得理想的夹持精度。通过调整油缸压力,可改变卡盘夹紧力,以满足夹持各种薄壁和易变形工件的特殊需要。为减少细长轴加工时受力变形,提高加工精度,以及在加工带孔轴类工件内孔时,可采用液压自动定心中心架,定心精度可达 0.03 mm。

三、确定加工方案

(一) 确定加工方案的原则

加工方案又称工艺方案。数控机床的加工方案包括制定工序、工步及走刀路线等内容。

制定加工方案的一般原则为:先粗后精,先后后远,先内后外,程序段最少,走刀路线最短以及特殊情况特殊处理。