

 中等职业技术教育教材

数控**机床编程** **与**加工

—— 数控铣床、加工中心 分册

▲ 廖建 翟勇 周先芳 主编



华中科技大学出版社
<http://www.hustp.com>

中等职业技术教育教材

图章编号(CIP) 9735 0085 7 20121

数控机床编程 与加工

——数控铣床、加工中心 分册

主 编	廖 建	翟 勇	周先芳
主 审	龙一民		
副 主 审	韩俊桥		
参编人员	冯德学	燕 宏	王天碧
	罗 敏	侯 江	曹 娜
	高世峰	卿志萍	李恢德
	何有恒	徐志高	刘计光
	姜 斌		

华中科技大学出版社

<http://www.hustp.com>

图书在版编目(CIP)数据

数控机床编程与加工——数控铣床、加工中心 分册/廖建 翟勇 周先芳 主编
武汉:华中科技大学出版社,2006年8月

ISBN 7-5609-3779-9

I. 数…

II. ①廖… ②翟… ③周…

III. 数控机床:铣床-技术学校-教材

IV. TG547

数控机床编程与加工

——数控铣床、加工中心 分册

廖建 翟勇 周先芳 主编

责任编辑:梅进伟

封面设计:秦茹

责任校对:胡金贤

责任监印:张正林

出版发行:华中科技大学出版社

武昌喻家山 邮编:430074 电话:(027)87557437

录排:武汉正风图文照排中心

印刷:武汉科利德印务有限公司

开本:787×1092 1/16

印张:10.5

字数:252 000

版次:2006年8月第1版

印次:2006年8月第1次印刷

定价:29.80元(共2册)

ISBN 7-5609-3779-9/TG·74

(本书若有印装质量问题,请向出版社发行部调换)

内 容 简 介

《数控机床编程与加工》原是襄樊市第二高级技工学校的自编讲义,该讲义已在教学中试用了两年,学生普遍反映较好。针对目前数控教材版本多、重点不突出的现象,我们组织了部分学校的专业教师对这本讲义进行了修改、充实和完善。之后,还召开了评审会,对本书定稿提出了许多宝贵的建议。

根据湖北省技工学校大多使用华中数控系统、FANUC 系统教学的特点,本书详细地介绍了这两套系统的编程与加工的基本知识、指令体系和特点,并配以大量典型编程实例、图例加以说明,以使其更加贴近教学、贴近学生。

本书由襄樊市第二高级技校廖建、翟勇、周先芳担任主编,龙一民担任主审,韩俊桥担任副主审,参加编写的人员还有冯德学、燕宏、王天碧、罗敏(襄樊市第二高级技校)、侯江(宜昌市第一技校)、曹娜(武汉市第一技术学校)、高世峰(武汉市第二技术学校)、卿志萍(武钢一技校)、李恢德(武汉焗石技术学校)、何有恒(荆门市高级技校)、徐志高(黄冈市高级技校)、刘计光(荆州市第三技校)、姜斌(老河口市技校)。参加评审会的教师有胡宗传(武汉市第一技术学校)、李毓红、董冉(咸宁市高级技校)、徐志高(黄冈市高级技校)、高万新(荆州市高级技校)、何有恒(荆门市高级技校)、侯江(宜昌市第一技校)、郑小云(东风汽车公司高级技校)、徐卫(十堰市高级技校)。

在此,谨向上述辛勤工作的教师们以及相关学校表示衷心感谢。

编 者

2006 年 7 月

目 录

第 1 章 数控机床加工程序编制基础	(1)
1.1 数控程序编制的概念	(1)
1.2 数控机床的坐标系	(11)
1.3 常用编程指令	(19)
1.4 程序编制中的数学处理	(28)
思考练习题	(31)
第 2 章 数控加工工艺设计	(32)
2.1 数控加工工艺设计主要内容	(32)
2.2 数控加工工艺设计过程	(32)
2.3 数控加工工艺设计方法	(36)
2.4 数控加工技术文件	(47)
思考练习题	(53)
第 3 章 数控铣床程序编制	(55)
3.1 数控铣床程序编制的基础	(55)
3.2 典型数控系统的编程指令代码	(59)
3.3 华中数控 HNC—21M 常用指令的介绍	(64)
3.4 数控铣削加工综合举例	(86)
思考练习题	(98)
第 4 章 加工中心的程序编制	(101)
4.1 加工中心程序编制的基础	(101)
4.2 FANUC 系统固定循环功能	(106)
4.3 SIEMENS 系统固定循环功能	(115)
4.4 FANUC 系统 B 类宏程序应用	(122)
4.5 SIEMENS 系统宏程序应用	(127)
4.6 加工中心的调整	(128)
思考练习题	(133)
第 5 章 CAD/CAM 软件应用	(136)
5.1 CAD/CAM 软件介绍	(136)
5.2 CAXA 制造工程师应用实例	(139)
思考练习题	(161)

第1章 数控机床加工程序编制基础

本章导读 本章是全书的开篇之章,应对机床坐标系、编程坐标系和加工坐标系有清晰的认识,从而建立起数控加工的立体空间概念;常用 G 功能代码指令、常用 M 功能代码指令是为编制数控加工程序,得到理想的加工轨迹的基础,应熟练掌握。

数控加工是按事先编制好的加工程序对工件进行高效加工。而程序编制,就是将零件的工艺流程、工艺参数(主运动和进给运动速度、切削深度等)、工件与刀具相对运动轨迹的尺寸数据及其他辅助动作(换刀、冷却、工件的松夹等),按运动顺序和所用数控系统规定的指令代码及程序格式编成加工程序单,再将程序单中的全部内容记录在控制介质(如穿孔纸带、磁带、磁盘等)上,然后输给数控系统,从而指挥数控设备运动。这种从零件图纸到编制零件加工程序和制作控制介质的全部过程,称为数控加工的程序编制。

加工程序编制可分为手工编程和自动编程两类。在手工编程时,整个加工程序的编制过程由人工完成。这就要求编程人员不仅要熟悉数控代码及编程规则,而且必须具备机械加工工艺知识和数值计算能力。在自动编程时,编程人员只要根据零件图纸的要求,按照某个自动编程系统的规定,编写一个零件源程序,送入编程计算机,由计算机自动进行程序编制,编程系统能自动打印出程序单和制作控制介质。

自动编程既减轻劳动强度,缩短编程时间,又可减少差错,使编程工作(尤其是对复杂零件)简便可靠。但手工编程是数控编程的基础,所以本书的重点是手工编程。

1.1 数控程序编制的概念

在编制数控加工程序前,应首先了解:数控程序编制的主要工作内容,程序编制的工作步骤,每一步应遵循的工作原则等。以下所示为程序样本。

%

O1234;

N10 G90 G54 G00 X0 Y0 Z150;

N20 M03 S1500;

N30 G00 Z3;

N40 G01Z-5 F100;

N50 X200 F150;

N60 X50 Y200;

N70 G00 Z50;

N80 X0 Y0;

N90 M05;

N100 M30;

%

1.1.1 数控程序编制的定义

编制数控加工程序是使用数控机床的一项重要技术工作。理想的数控程序不仅应该保证加工出符合图样要求的合格零件,还应该使数控机床的功能得到合理的应用与充分的发挥,使数控机床能安全、可靠、高效的工作。

1. 数控程序编制的内容及步骤

数控编程是指从零件图纸到获得数控加工程序的全部工作过程。如图 1-1 所示,编程工作主要包括如下几个方面。

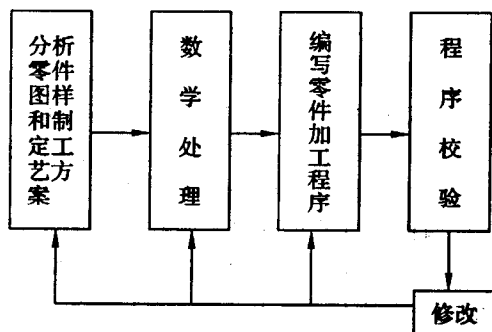


图 1-1 数控程序编制的内容及步骤

(1) 分析零件图样和制定工艺方案

这项工作的内容包括: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;选择或设计刀具和夹具;确定合理的走刀路线及选择合理的切削用量等。这一工作要求编程人员能够对零件图样的技术特性、几何形状、尺寸及工艺要求进行分析,并结合数控机床使用的基础知识,如数控机床的规格、性能、数控系统的功能等,确定加工方法和加工路线。

(2) 数学处理

在确定了工艺方案后,就需要根据零件的几何尺寸、加工路线等计算刀具中心运动轨迹,以获得刀位数据。数控系统一般均具有直线插补与圆弧插补功能,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交点或切点的坐标值,得出各几何元素的起点、终点的坐标值和圆弧的圆心坐标值等,就能满足编程要求。当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,一般需要使用计算机辅助计算,否则难以完成。

(3) 编写零件加工程序

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。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,逐段编写加工程序。程序编制人员应对数控机床的功能、程序指令及代码十分熟悉,才能编写出正确的加工程序。

(4) 程序检验

将编写好的加工程序输入数控系统,就可控制数控机床的加工工作。一般在正式加工

之前,要对程序进行检验。通常可采用机床空运转的方式,来检查机床动作和运动轨迹的正确性,以检验程序。在具有图形模拟显示功能的数控系统上,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。对于形状复杂和要求高的零件,也可采用铝件、塑料或石蜡等易切削材料进行试切来检验程序。通过检查试件,不仅可确认程序是否正确,还可知道加工精度是否符合要求。若能采用与被加工零件材料相同的材料进行试切,则更能反映实际加工效果,当发现加工的零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。

2. 数控程序编制的方法

数控加工程序的编制方法主要有两种:手工编制程序和自动编制程序。

(1) 手工编程

手工编程指主要由人工来完成数控编程中各个阶段的工作,如图 1-2 所示。

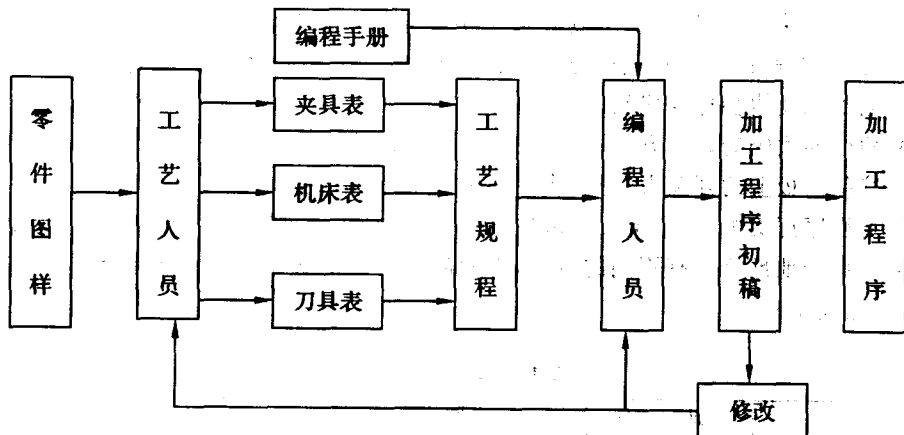


图 1-2 手工编程

一般对几何形状不太复杂的零件,所需的加工程序不长,计算比较简单,用手工编程比较合适。

手工编程的特点是耗费时间较长,容易出现错误,无法完成复杂形状零件的编程。据国外资料统计,当采用手工编程时,一段程序的编写时间与其在机床上运行加工的实际时间之比,平均约为 30 : 1,而数控机床不能开动的原因中有 20%~30%是由于加工程序编制困难,错误多,编程时间较长。

(2) 自动编程

自动编程是指在编程过程中,除了分析零件图样和制定工艺方案由人工进行外,其余工作均由计算机辅助完成。

采用计算机自动编程时,数学处理、编写程序、检验程序等工作是由计算机自动完成的。由于计算机可自动绘制出刀具中心运动轨迹,使编程人员可及时检查程序是否正确,需要时可及时修改,以获得正确的程序。又由于计算机自动编程代替程序编制人员完成了繁琐的数值计算,可提高编程效率几十倍乃至上百倍,因此解决了手工编程无法解决的许多复杂零

件的编程难题。因而,自动编程的特点就在于编程工作效率高。

根据输入方式的不同,可将自动编程分为图形数控自动编程、语言数控自动编程和语音数控自动编程等。图形数控自动编程是指将零件的图形信息直接输入计算机,通过自动编程软件的处理,得到数控加工程序。目前,图形数控自动编程是使用最为广泛的自动编程方式。语言数控自动编程指将加工零件的几何尺寸、工艺要求、切削参数及辅助信息等用数控语言编写成源程序后,输入到计算机中,再由计算机进一步处理得到零件加工程序。语音数控自动编程是采用语音识别器,将编程人员发出的加工指令声音转变为加工程序。

1.1.2 字与字的功能

1. 字符与代码

字符是用来组织、控制或表示数据的一些符号,如数字、字母、标点符号、数学运算符等。数控系统只能接受二进制信息,所以必须把字符转换成 8 bit 信息组合成的字节,用“0”和“1”组合的代码来表达。国际上广泛采用两种标准代码:ISO 国际标准化组织标准代码和 EIA 美国电子工业协会标准代码。

这两种标准代码的编码方法不同,在大多数现代数控机床上这两种代码都可以使用,只需用系统控制面板上的开关来选择,或用 G 功能指令来选择。

在加工程序正文中,一个英文字母被称为一个地址,一个地址后面跟着一个数字就组成了一个字。每个地址符号有不同的意义,它们后面所跟的数字也因此具有不同的格式和取值范围,参见表 1-1。

表 1-1 功能字的含义

功 能	地 址	取值范围	含 义
程序号	O	1~9999	程序号
顺序号	N	1~9999	顺序号
准备功能	G	00~99	指定数控功能
尺寸定义	X、Y、Z	±99999.999 mm	坐标位置值
	R		圆弧半径或圆角半径
	I、J、K	±9999.9999 mm	圆心坐标位置值
进给速率	F	1~100 000 mm/min	进给速率
主轴转速	S	1~4000 r/min	主轴转速值
选刀	T	0~99	刀具号
辅助功能	M	0~99	辅助功能 M 代码号
刀具偏置号	H、D	1~200	指定刀具偏置号
暂停时间	P、X	0~99999.999 s	暂停时间(ms)
指定子程序号	P	1~9999	调用子程序用
重复次数	P、L	1~999	调用子程序用
参数	P、Q	P 为 0~99999.999 Q 为 ±99999.999 mm	固定循环参数

2. 字

在数控加工程序中,字是指一系列按规定排列的字符(由一个英文字母与随后的若干位十进制数字组成),作为一个信息单元存储、传递和操作的。这个英文字母称为地址符。

如:“X2500”是一个字,X为地址符,数字“2500”为地址中的内容。

3. 字的功能

组成程序段的每一个字都有其特定的功能含义,以下是以 FANUC—0i 数控系统的规范为主来介绍的。在实际工作中,请遵照机床数控系统说明书来使用各个功能字。

(1) 顺序号字 N

顺序号又称程序段号或程序段序号。顺序号位于程序段之首,由顺序号字 N 和后续数字组成。顺序号字 N 是地址符,后续数字一般为 1~4 位的正整数。数控加工中的顺序号实际上是程序段的名称,与程序执行的先后次序无关。数控系统不是按顺序号的次序来执行程序,而是按照程序段编写时的排列顺序逐段执行。

顺序号的作用:对程序的校对和检索;作为条件转向的目标,即作为转向目的程序段的名称。有顺序号的程序段可以进行复归操作,这是指加工可以从程序的中间开始,或回到程序中断处开始。

一般使用方法:编程时将第一程序段冠以 N10,以后以间隔 10 递增的方法设置顺序号,这样,在调试程序时,如果需要在 N10 和 N20 之间插入程序段时,就可以使用 N11、N12 等。

(2) 准备功能字 G

准备功能字的地址符是 G,又称为 G 功能或 G 指令,是用于建立机床或控制系统工作方式的一种指令。后续数字一般为 1~3 位正整数,对于各代码的含义,不同的数控系统厂家有不同的设定。为了规范行业标准,EIA 和 ISO 组织都做出了自己的代码标准,参见表 1-2。

表 1-2 标准 G 代码

G 代码	分 组	功 能
* G00	01	定位(快速移动)
* G01	01	直线插补(进给速度)
G02	01	顺时针圆弧插补
G03	01	逆时针圆弧插补
G04	00	暂停、精确停止
G09	00	精确停止
G10~16	#	不指定
* G17	02	选择 XY 平面
G18	02	选择 ZX 平面
G19	02	选择 YZ 平面
G27	00	返回并检查参考点
G28	00	返回参考点

续表

G 代码	分 组	功 能
G29	00	从参考点返回
G30	00	返回第二参考点
G31~32	#	不指定
G33	01	切削等螺距螺纹
G34	01	切削增螺距螺纹
G35	01	切削减螺距螺纹
G36~39	#	永不指定
* G40	07	取消刀具半径补偿
G41	07	左侧刀具半径补偿
G42	07	右侧刀具半径补偿
G43	08	刀具长度补偿+
G44	08	刀具长度补偿-
* G49	08	取消刀具长度补偿
G52	00	设置局部坐标系
G53	00	选择机床坐标系
* G54	14	选择 1 号工件坐标系
G55	14	选择 2 号工件坐标系
G56	14	选择 3 号工件坐标系
G57	14	选择 4 号工件坐标系
G58	14	选择 5 号工件坐标系
G59	14	选择 6 号工件坐标系
G60	00	单一方向定位
G61	15	精确停止方式
* G64	15	切削方式
G65	00	宏程序调用
G66	12	模态宏程序调用
* G67	12	模态宏程序调用取消
G73	09	深孔钻削固定循环
G74	09	反螺纹攻丝固定循环
G76	09	精镗固定循环
* G80	09	取消固定循环

续表

G 代码	分 组	功 能
G81	09	钻削固定循环
G82	09	钻削固定循环
G83	09	深孔钻削固定循环
G84	09	攻丝固定循环
G85	09	镗削固定循环
G86	09	镗削固定循环
G87	09	反镗固定循环
G88	09	镗削固定循环
G89	09	镗削固定循环
* G90	03	绝对值指令方式
* G91	03	增量值指令方式
G92	00	工件零点设定
* G98	10	固定循环返回初始点
G99	10	固定循环返回 R 点

注:① 标有 * 的 G 代码是开机时初始状态的 G 代码。对于 G20 和 G21,保持关机前的 G 代码。

② 00 群的 G 代码是单一 G 代码。G10 是一次指定,在 G11 取消指定之前一直有效。

③ 如果输入了不在 G 代码表中 G 代码,或者选择了在系统中没有指定的 G 代码,显示报警。

④ 在同一程序段中可以指定几个 G 代码。在同一程序段指定同一群 G 代码超过一个时,最后指定的 G 代码有效。

⑤ 如果在固定循环中指定了 01 群的 G 代码,则会在固定循环中自动取消,即 01 群的 G 代码在任一固定循环中是无效的。

⑥ G 代码分属于每一群中。

(3) 尺寸字

尺寸字用于确定机床上刀具运动终点的坐标位置。其中,第 1 组 X、Y、Z、U、V、W、P、Q、R 用于确定终点的直线坐标尺寸;第 2 组 A、B、C、D、E 用于确定终点的角度坐标尺寸;第 3 组 I、J、K 用于确定圆弧轮廓的圆心坐标尺寸。在一些数控系统中,还可以用 P 指令暂停时间、用 R 指令圆弧的半径等。

多数数控系统可以用准备功能字来选择坐标尺寸的制式。如 FANUC 系统可用 G21/G22 来选择公制单位或英制单位,也有些系统用系统参数来设定尺寸制式。当采用公制时,单位为 mm,如 X100 指令的坐标单位为 100 mm。当然,一些数控系统可通过参数来选择不同的尺寸单位。

(4) 进给功能字 F

进给功能字的地址符是 F,又称为 F 功能或 F 指令,用于指定切削的进给速度。对于车床, F 可分为每分钟进给和主轴每转进给两种。对于其他数控机床,一般只用每分钟进给。F 在螺纹切削程序段中常用来表示螺纹的导程。

(5) 主轴转速功能字 S

主轴转速功能字的地址符是 S, 又称为 S 功能或 S 指令, 用于指定主轴转速。单位为 r/min 。对于具有恒线速度功能的数控车床, 程序中的 S 指令用来指定车削加工的线速度。

(6) 刀具功能字 T

刀具功能字的地址符是 T, 又称为 T 功能或 T 指令, 用于指定加工时所用刀具的编号。对于数控车床, 其后的数字还兼作指定刀具长度补偿和刀尖半径补偿用。

(7) 辅助功能字 M

辅助功能字的地址符是 M, 后续数字一般为 1~3 位正整数, 又称为 M 功能或 M 指令, 用于指定数控机床辅助装置的开关动作, 见表 1-3。

表 1-3 标准 M 功能字含义表

代码	功能开始时间		功能保持到被注销或被适当程序指令代替	功能仅在所出现的程序段内有作用	功 能	代码	功能开始时间		功能保持到被注销或被适当程序指令代替	功能仅在所出现的程序段内有作用	功 能
	与程序段指令运动同时开始	在程序段指令运动完成后开始					与程序段指令运动同时开始	在程序段指令运动完成后开始			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
M00		*		*	程序停止	M11	#	#	*		松开
M01		*		*	计划停止	M12	#	#	#	#	不指定
M02		*		*	程序结束	M13	*		*		主轴顺时针方向, 冷却液开
M03	*		*		主轴正转	M14	*		*		主轴逆时针方向, 冷却液开
M04	*		*		主轴反转	M15	*			*	正运动
M05		*	*		主轴停止	M16	*			*	负运动
M06	#	#		*	换刀	M17~ M18	#	#	#	#	不指定
M07	*		*		2 号冷却液开	M19		*	*		主轴定向停止
M08	*		*		1 号冷却液开	M20~ M29	#	#	#	#	永不指定
M09		*	*		冷却液关	M30		*		*	程序结束并返回
M10	#	#	*		夹紧	M31	#	#		*	互锁旁路

续表

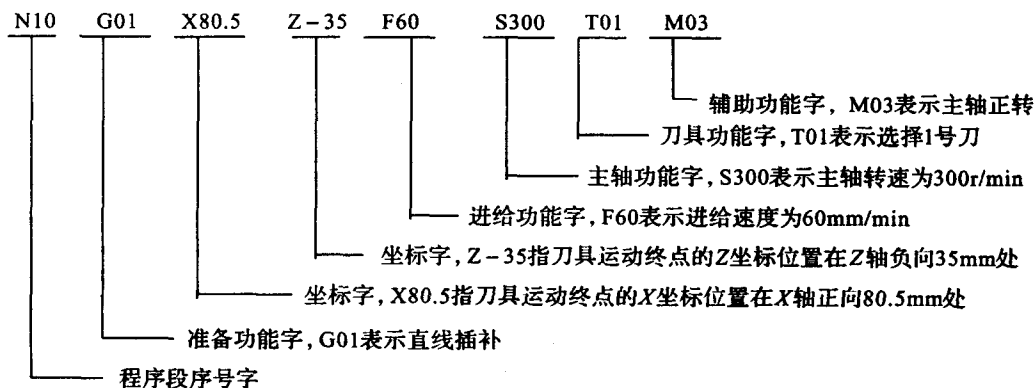
代码	功能开始时间		功能保持到被注销或被适当程序指令代替	功能仅在所出现的程序段内有作用	功 能	代码	功能开始时间		功能保持到被注销或被适当程序指令代替	功能仅在所出现的程序段内有作用	功 能
	与程序段指令运动同时开始	在程序段指令运动完成后开始					与程序段指令运动同时开始	在程序段指令运动完成后开始			
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
M32~ M35	#	#	#	#	不指定	M55	*		#		刀具直线位移,位置 1
M36	*		#		进给范围 1	M56	*		#		刀具直线位移,位置 2
M37	*		#		进给范围 2	M57~ M59	#	#	#	#	不指定
M38	*		#		主轴速度范围 1	M60		*		*	更换工件
						M61	*				工件直线位移,位置 1
M39	*		#		主轴速度范围 2	M62	*		*		工件直线位移,位置 2
M40~ M45	#	#	#	#	如有需要作为齿轮换挡	M63~ M70	#	#	#	#	不指定
M46~ M47	#	#	#	#	不指定	M71	*		*		工件角度位移,位置 1
M48		*	*		注销 M49	M72	*		*		工件角度位移,位置 2
M49	*		#		进给率修正旁路	M73~ M89	#	#	#	#	不指定
M50	*		#		3 号冷却液开	M90~ M97	#	#	#	#	永不指定
M51	*		#		4 号冷却液开	M98	*				子程序调用
M52~ M54	#	#	#	#	不指定	M99		*			子程序结束并返回主程序

注:① # 号表示如选作特殊用途,必须在程序说明中说明。② M90~M99 可指定为特殊用途。

1.1.3 程序格式

1. 程序段格式

程序主体是由若干个程序段组成的。每个程序段一般占一行。下面是某格式的一个程序段。



该程序段命令机床用1号刀具以300 r/min的速度正转,并以60 mm/min的进给速度直线插补运动至X80.5 mm和Z-35 mm处。

程序段是可作为单位来处理的连续字组,是数控加工程序中的一条语句。一个数控加工程序是若干个程序段组成的。

程序段格式是指程序段中的字、字符和数据的安排形式。现在一般使用字地址可变量程序段格式,每个字长不固定,各个程序段中的长度和功能字的个数都是可变的。在地址可变量程序段格式中,在上一程序段中写明的,而本程序段里又不变化的那些字仍然有效,可以不再重写。这种功能字称为续效字。

程序段格式举例:

N30 G01 X88.1 Y30.2 F500 S3000 T02 M08

N40 X90

(本程序段省略了续效字“G01,Y30.2,F500,S3000,T02,M08”,但它们的功能仍然有效)

在程序段中,必须明确组成程序段的各要素。

移动目标——终点坐标值 X、Y、Z。

沿怎样的轨迹移动——准备功能字 G。

进给速度——进给功能字 F。

切削速度——主轴转速功能字 S。

使用刀具——刀具功能字 T。

机床辅助动作——辅助功能字 M。

2. 加工程序的一般格式

(1) 程序开始符、结束符

程序开始符、结束符是同一个字符,ISO 代码中是“%”,EIA 代码中是“EP”,书写时要

单列一行。

(2) 程序名

程序名有两种形式:一种是英文字母 O 和 1~4 位正整数组成;另一种是由英文字母开头,字母数字混合组成的。一般要求单列一行。

(3) 程序主体

程序主体是由若干个程序段组成的。每个程序段一般占一行。

(4) 程序结束指令

程序结束指令可以用 M02 或 M30。一般要求单列一行。

以下是加工程序的一般格式。

%	// 开始符
O1000	// 程序名
N10 G00 G54 X50 Y30 M03 S3000	} // 程序主体
N20 G01 X88.1 Y30.2 F500 T02 M08	
N30 X90	
.....	
N300 M30	
%	// 结束符

1.2 数控机床的坐标系

在数控编程时,为了描述机床的运动、简化程序编制的方法及保证纪录数据的互换性,数控机床的坐标系和运动方向均已标准化,ISO 组织和我国都颁布了相关的标准。通过这一部分的学习,能够掌握机床坐标系、编程坐标系、加工坐标系的概念,具备实际动手设置机床加工坐标系的能力。

1.2.1 机床坐标系

为了保证数控机床的运动、操作及程序编制的一致性,数控标准统一规定了机床坐标系和运动方向。

1. 机床坐标系的确定

(1) 机床相对运动的规定

采用假设工件固定不动,刀具相对工件移动的原则。

由于机床的结构不同,有的是刀具运动,工件固定不动;有的是工件运动,刀具固定不动。为编程方便,一律规定工件固定,刀具运动。这样编程人员在不考虑机床上工件与刀具具体运动的情况下,就可以依据零件图样,确定机床的加工过程。

(2) 机床坐标系的规定

在标准机床坐标系中,X、Y、Z 坐标轴的相互关系用右手笛卡儿直角坐标系决定。

在数控机床上,机床的动作是由数控系统来控制的,为了确定数控机床上的成形运动和

辅助运动,必须先确定机床上运动的位移和运动的方向,这就需要通过坐标系来实现,这个坐标系被称为机床坐标系。

例如在铣床上,有机床的纵向运动、横向运动以及垂向运动,如图 1-3 所示。在数控加工中就应该用机床坐标系来描述。

标准机床坐标系中 X 、 Y 、 Z 坐标轴的相互关系用右手笛卡儿直角坐标系决定。

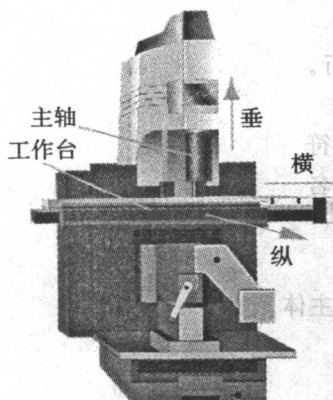


图 1-3 立式数控铣床

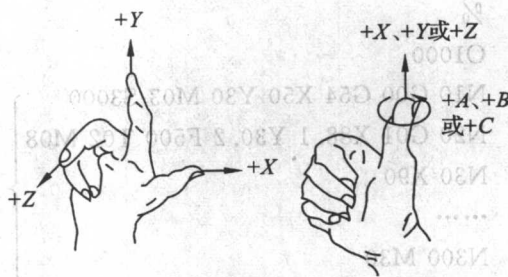


图 1-4 直角坐标系

① 伸出右手的大拇指、食指和中指,并互为 90° 。则大拇指代表 X 坐标,食指代表 Y 坐标,中指代表 Z 坐标。

② 大拇指的指向为 X 坐标的正方向,食指的指向为 Y 坐标的正方向,中指的指向为 Z 坐标的正方向。

③ 围绕 X 、 Y 、 Z 坐标旋转的旋转坐标分别用 A 、 B 、 C 表示。根据右手螺旋定则,大拇指的指向为 X 、 Y 、 Z 坐标中任意轴的正向,则其余四指的旋转方向(对应 X 、 Y 、 Z 坐标)即为旋转坐标 A 、 B 、 C 的正向,如图 1-4 所示。

(3) 运动方向的规定

增大刀具与工件距离的方向即为各坐标轴的正方向,如图 1-5 所示为数控车床上两个运动的正方向。

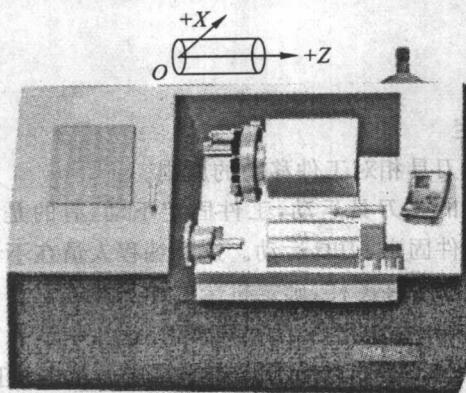


图 1-5 机床运动的方向