

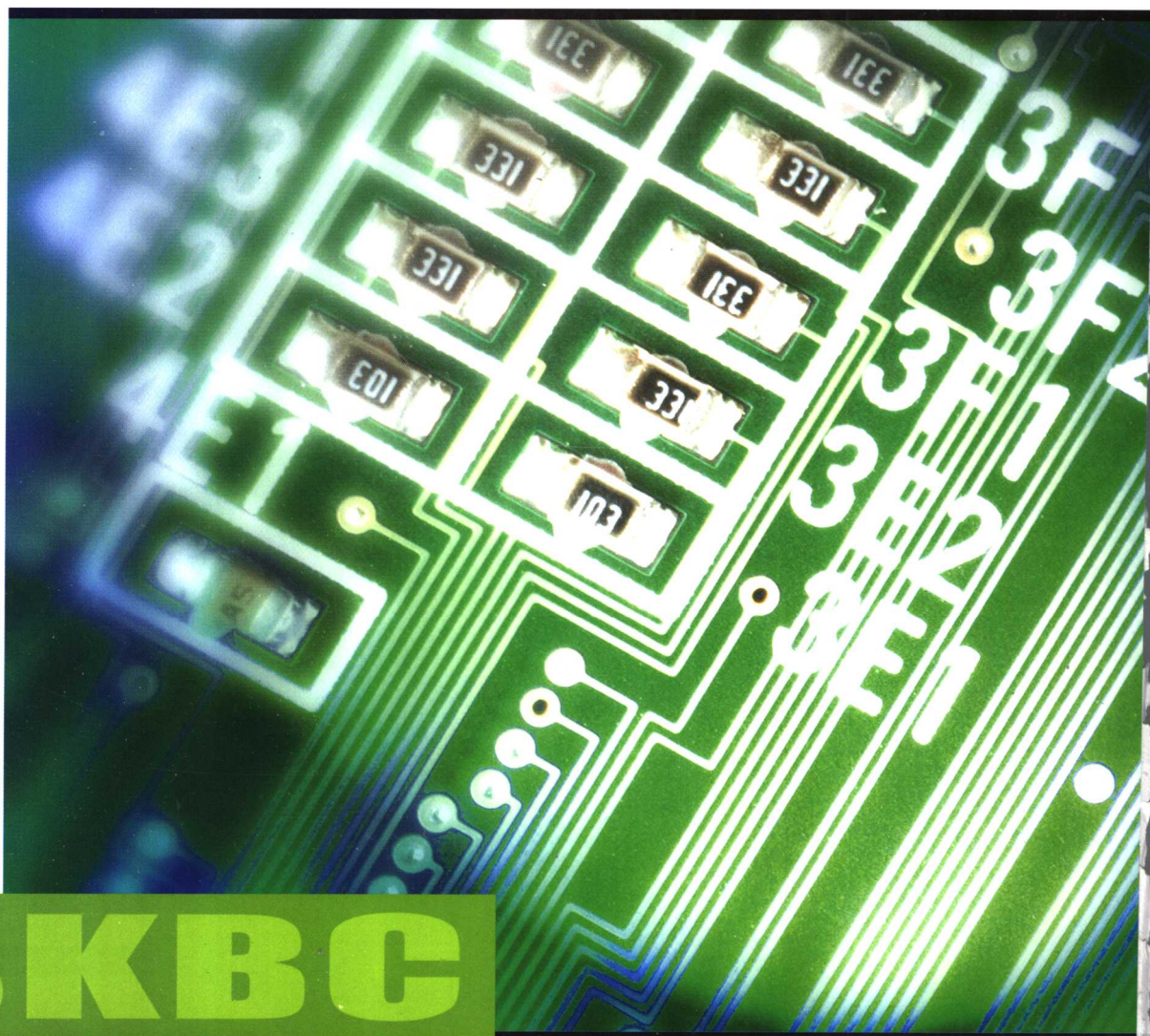


全国高职高专数控专业(机电专业)教学通用教材

数控编程

SHUKONG BIANCHENG

主编 韩鸿鸾 孙翰英 主审 杨琳



SKBC



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

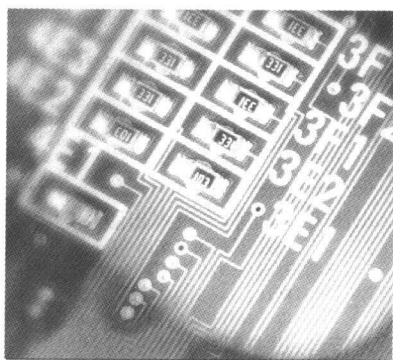


全国高职高专数控专业(机电专业)教学通用教材

数控编程

SHUKONG BIANCHENG

主编 韩鸿鸾 孙翰英 主审 杨 琳



图书在版编目(CIP)数据

数控编程/韩鸿鸾主编. —济南:山东科学技术出版社,2005

全国高职高专数控专业(机电专业)教学通用教材
ISBN 7-5331-4160-1

I.数... II.韩... III.数控机床—程序设计—高等学校:技术学校—教材 IV.TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 094896 号

全国高职高专数控专业(机电专业)教学通用教材

数控编程

主编 韩鸿鸾 孙翰英
主审 杨 琳

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号
邮编:250002 电话:(0531)82098088
网址:www.lkj.com.cn
电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路 16 号
邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:济南丰利彩印有限公司

地址:济南市天桥区
邮编:250013 电话:(0531)86799897

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:18.5

版次:2005 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

ISBN 7-5331-4160-1

TH·48

定价:30.00 元

出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》(以下简称《计划》)。《计划》的目标是“经过 5 年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。此外，教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》，提出了“力争经过 5 年的努力，编写、出版 500 种左右高职高专教育规划教材”的目标。

根据这一精神，有关院校和出版社积极组织编写和出版了一批“教育部高职高专规划教材”。这些高职高专规划教材是依据教育部组织制定的《高职高专教育基础课程教学基本要求》(草案)和《高职高专教育专业人才培养目标及规格》(草案)编写的。

教育部确定了普通高等教育国家级教材规划选题，将高职高专教育规划教材纳入其中。国家级规划教材的建设以“实施精品战略，抓好重点规划”为指导方针，处理好教材的统一性与多样化、基本教材与辅助教材、文字教材与软件教材的关系，在此基础上形成了特色鲜明、一纲多种、优化配套的高职高专教育教材体系。该套教材就是在这种情况下组织编写出版的。

该套教材的特点：在知识方面具有先进性、广泛性和实用性，尽量做到理论与实践的零距离；在应用上具有可操作性；在内容上具有正确性。

该套教材适用于高等职业学院、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、技术(技师)学院、高级技工学校、继续教育学院和民办高校数控专业和机电专业的师生使用，也可以作为其他专业及本科师生用书，还可以作为工厂中数控机床操作与维修人员的参考书。

前言

数控机床是现代机械工业的重要技术装备,也是先进制造技术的基础装备。随着微电子技术、计算机技术、自动化技术的发展,数控机床也得到了飞速发展,在我国几乎所有的机床品种中都有了数控机床,并且还发展了一些新的品种。由于机床数控系统技术复杂,种类繁多,数控机床的“使用难、维修难”问题,已经是影响数控机床有效利用的首要问题。职业技术院校对于数控机床的使用、维修人员的培养已成为当务之急的任务。为此,我们应广大职业技术教育界的要求,组织编写了本教材。

本教材由韩鸿鸾主编,杨琳主审。其中,第一章由王叶青、桑艳平编写,第二章由王丽茹、李丽、姚丙申、张靖宇编写,第三章由韩鸿鸾、隋学圃编写,第四章由文富荣、丛培兰、张瑞林、李书伟、刘海燕、于川编写,第五章由姚桂林、韩鸿鸾、高超编写,第六章由孙翰英编写,第七章由隋学圃编写,第八章由韩鸿鸾编写。全书由韩鸿鸾统稿。

本书在编写过程中得到了山东省各职业院校、技术学院及普通高等院校的大力支持,得到了南京数控培训中心与南京工程学院的大力帮助,在此深表谢意。

由于编写时间仓促,再加上编者水平有限,书中缺陷乃至错误在所难免,望广大读者给予批评指正。

编 者

第一章 数控机床加工程序编制基础	1
第一节 数控编程概述	1
第二节 数控机床坐标系	2
第三节 数控机床的主要功能	5
第四节 数控加工程序的格式与组成	11
第五节 数控机床上的有关点	12
第六节 刀具补偿功能	15
第七节 手工编程的数值计算	20
思考与练习题	27
第二章 FANUC 系统数控车床与车削中心的编程	28
第一节 概述	28
第二节 基本工件的编程	30
第三节 圆弧程序的编制	35
第四节 螺纹加工	38
第五节 循环加工	44
第六节 子程序的应用	50
第七节 零点偏置	52
第八节 数控车削中心编程	54
第九节 用户宏程序	57
第十节 数控车床编程举例	65
第三章 西门子(802S)系统数控车床的编程	71
第一节 概述	71
第二节 基本工件的编程	72
第三节 螺纹加工	74
第四节 循环加工	81
第五节 R 参数编程	87
思考与练习题	91
第四章 FANUC 系统数控铣床与加工中心的编程	98
第一节 概述	98



第二节 基本工件的编程	101
第三节 刀具偏置功能	107
第四节 固定循环	112
第五节 子程序调用	120
第六节 极坐标与柱面坐标编程	121
第七节 螺旋线切削与螺纹加工	126
第八节 坐标变换	128
第九节 零点偏置	134
第十节 用户宏程序	137
 第五章 SIEMENS 系统数控铣床加工中心的编程	 142
第一节 概述	142
第二节 基本工件的编程	143
第三节 固定循环	180
第四节 子程序调用	193
第五节 极坐标编程与柱面坐标编程	197
第六节 坐标变换	200
第七节 参数编程	206
第八节 蓝图编程	210
思考与练习题	214
 第六章 电加工机床的编程	 218
第一节 数控线切割机的编程	218
第二节 数控电火花成型机床的编程	230
思考与练习题	249
 第七章 其他常用数控设备的编程	 250
第一节 数控冲床的编程	250
第二节 数控磨床的编程	258
思考与练习题	270
 第八章 自动编程	 271
第一节 概述	271
第二节 CAD/CAM 集成数控编程系统简介	276
第三节 MasterCAM 系统的应用	278
思考与习练题	285
 参考文献	 287

第一章 数控机床加工程序编制基础

第一节 数控编程概述

一、程序编制的内容及步骤

一般说来,数控机床程序的编制有以下 5 个步骤。

1. **工艺处理** 在对零件图进行全面分析的基础上,确定零件的装夹定位方法、加工路线(如对刀点、换刀点、进给路线)、刀具及切削用量等工艺参数(如进给速度、主轴转速及背吃刀量等)。

2. **数值计算** 一般的数控装置具有直线插补和圆弧插补的功能,数值计算的最终目的是为获取编程所需的相关数据。因此,对于加工由圆弧、直线组成的简单零件,只需计算出零件轮廓上相邻几何元素的交点或切点(基点)的坐标值,得出直线的起点、终点,圆弧的起点、终点和圆心坐标值就可以了。

当零件的形状比较复杂时,并与数控装置的插补功能不一致时,需要做较复杂的计算。比如对非圆曲线或其他二次曲线,用仅有直线和圆弧插补功能的数控机床加工时,不仅需要计算基点,还要用直线段(或圆弧段)来逼近,在满足加工精度的条件下,再计算出曲线上各逼近线段交点(节点)的坐标值。对于这种情况,大多数要借助于计算机来完成数值计算工作。

3. **编写零件加工程序** 根据所计算出的坐标值和已确定的切削用量以及辅助动作,结合数控系统使用的指令及程序段格式编写零件加工程序。

4. **程序输入** 程序编写好之后,需要操作者或编程者将加工信息输入给数控装置,也可根据数控系统输入、输出装置的不同,先将程序移至某种控制介质上。常用的控制介质有穿孔纸带、磁盘、磁带等。

5. **程序校验和零件试切** 编制好的程序必须经过校验和试切才能使用。校验的方法是直接将控制介质上的内容输入到数控装置中,检查刀具的运动轨迹是否正确。在有 CRT 图形显示屏的数控机床上,可以用模拟工件切削过程的方法进行校验。这种方法只能检验刀具运动轨迹是否正确,不能检查加工精度,因此还应进行零件的试切。如果通过试切发现零件的精度达不到要求,则应进行程序或控制介质的修改,以及采用误差补偿方法,直到加工出合格的零件为止。



二、数控程序的编制方法

1. 手工编程 从零件图分析、工艺处理、数值计算、编写程序、程序输入直到程序校验等各个阶段均由人工完成的编程方法称为手工编程。

对于几何形状不太复杂的零件,数值计算较为简单,所需的程序段不多,程序编制容易实现。这时用手工编程较为经济而且及时。因此,手工编程被广泛用于点位加工和形状简单的轮廓加工中。

2. 自动编程 由计算机完成程序编制中的大部分或全部工作的编程方法称为自动编程。早期的自动编程系统均为语言式系统。程序员需将全部加工内容用数控语言编写好零件源程序,输入计算机,计算机处理完毕后再输出,可以直接用于数控机床的数控加工程序。如美国麻省理工学院 1955 年研制成功的 APT 系统,属于语言式系统。

随着微型计算机技术和数控编程技术的发展,出现了可以直接将零件的几何图形转化为数控加工程序的图形交互式系统,如美国 CNC Software 公司开发的 MasterCAM 系统。程序员可利用自动编程系统本身的 CAD 功能,以人机对话的方式,很方便地在显示器上勾画出复杂的零件图形,从而完成了编程信息的输入。这种自动编程实现了 CAM 与 CAD 的高度结合。

自动编程可以大大减轻编程人员的劳动强度,将编程效率提高几十倍甚至上百倍。同时解决了手工编程无法解决的复杂零件的编程难题。因此,除了少数情况下采用手工编程外,原则上都应采用自动编程。但是手工编程是自动编程的基础,对于数控编程的初学者来说,仍应从学习手工编程入手。

第二节 数控机床坐标系

为了便于编程时描述机床的运动、简化程序的编制方法及保证记录数据的互换性,数控机床的坐标和运动的方向均已标准化。这里仅作介绍和解释。

一、坐标系的确定原则

1. 刀具相对于静止工件而运动的原则 这一原则使编程人员能在不知道是刀具移近工件还是工件移近刀具的情况下,就可根据零件图样确定机床的加工过程。

2. 标准坐标(机床坐标)系的规定 在数控机床上,机床的动作是由数控装置来控制的,为了确定机床上的成形运动和辅助运动,必须先确定机床上运动的方向和运动的距离,这就需要一个坐标系才能实现,这个坐标系就称为机床坐标系。

标准的机床坐标系是一个右手笛卡尔直角坐标系,如图 1-1 所示。图中规定了 X、Y、Z 三个直角坐标轴的方向,这个坐标系的各个坐标轴与机床的主要导轨相平行,它与安装在机床上并按机床的主要直线导轨找正的工件相关。根据右手螺旋方法,可以很方便地确定出 A、B、C 三个旋转坐标的方向。

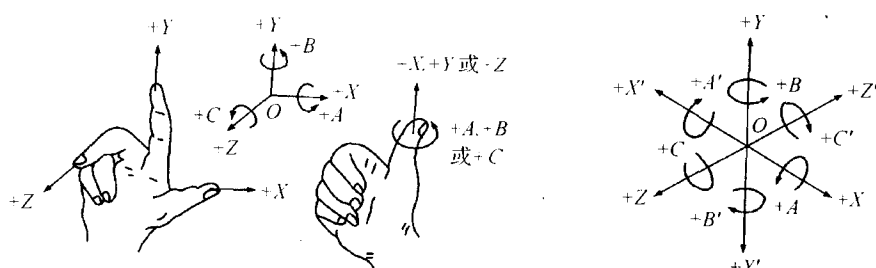


图 1-1 右手笛卡尔直角坐标系

二、运动方向的确定

机床的某一运动部件的运动正方向规定为增大工件与刀具之间距离的方向。

1. Z 坐标的运动 Z 坐标的运动由传递切削力的主轴所决定,与主轴轴线平行的标准坐标轴即为 Z 坐标,如图 1-2~图 1-3 所示的车床,图 1-4 所示的立式转塔车床或立式镗铣床等。若机床没有主轴(如刨床等),则 Z 坐标垂直于工件装夹面,如图 1-5 所示的牛头刨床。若机床有几个主轴,可选择一个垂直于工件装夹面的主要轴作为主轴,并以它确定 Z 坐标。

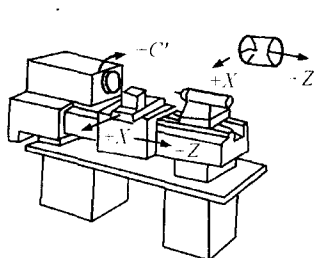


图 1-2 卧式车床

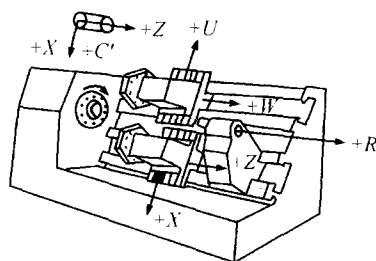


图 1-3 具有可编程尾座的双刀架车床

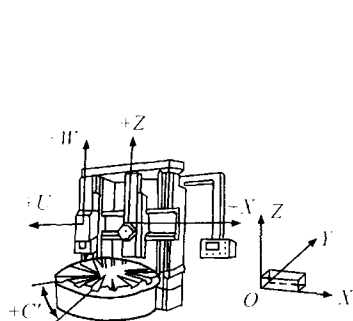


图 1-4 立式转塔车床或立式镗铣床

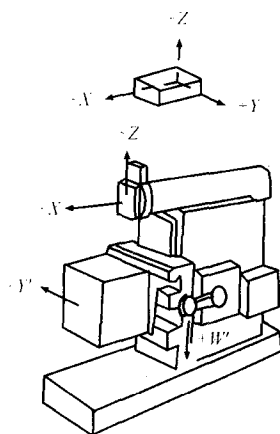


图 1-5 牛头刨床

Z 坐标的正方向是增加刀具和工件之间距离的方向。如在钻镗加工中,钻入或镗入工件的方向是 Z 坐标的负方向。

2. X 坐标的运动 X 坐标运动是水平的,它平行于工件装夹面,是刀具或工件定位平面内运动的主要坐标,如图 1-6 所示。在没有回转刀具和没有回转工件的机床上(如牛头刨床) X 坐标平行于主要切削方向,以该方向为正方向,见图 1-5 所示。在有回转工件的机床上,如车床、磨床等, X 坐标运动方向是径向的,而且平行于横向滑座, X 坐标的正方向是安装在横向滑座的主要刀架上的刀具离开工件回转中心的方向。

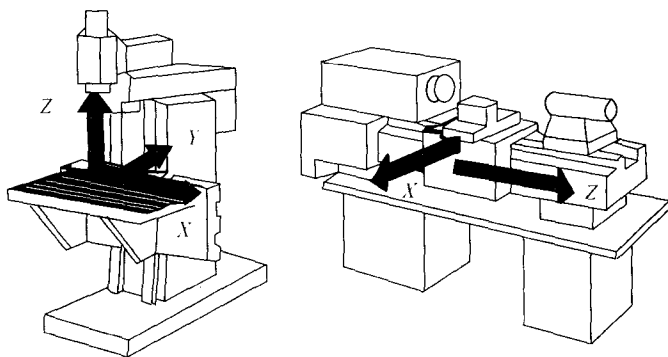


图 1-6 铣床与车床的 X 坐标

在有刀具回转的机床上(如铣床),若 Z 坐标是水平的(主轴是卧式的),当由主要刀具的主轴向工件看时, X 坐标运动的正方向指向右方,如图 1-7 所示。若 Z 坐标是垂直的(主轴是立式的),当由主要刀具主轴向立柱看时, X 坐标运动的正方向指向右方,如图 1-6 所示的立式铣床。对于桥式龙门机床,当由主要刀具的主轴向左侧立柱看时, X 坐标运动的正方向指向右方,如图 1-8 所示。

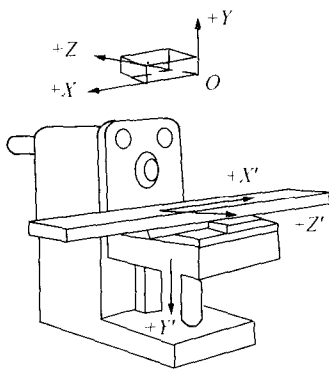


图 1-7 卧式升降台铣床

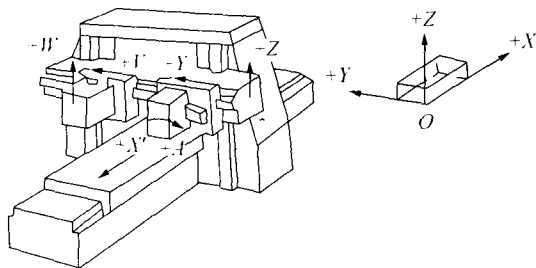


图 1-8 龙门式铣床

3. Y 坐标的运动 正向 Y 坐标的运动,根据 X 坐标和 Z 坐标的运动,按照右手笛卡尔坐标系来确定。

4. 旋转运动 旋转运动在图 1-1 中, A 、 B 、 C 坐标相应的表示其轴线平行于 X 、 Y 、 Z 坐标的旋转运动。 A 、 B 、 C 坐标的正向为在 X 、 Y 和 Z 坐标的方向上,右螺旋纹前进的方向。

5. 机床坐标系的原点及附加坐标 标准坐标系的原点位置是任意选择的。 A 、 B 、 C 坐标的运动原点(0° 的位置)也是任意的,但 A 、 B 、 C 坐标的原点位置最好选择为与相应的 X 、 Y 、 Z 坐标平行。如果在 X 、 Y 、 Z 坐标的主要直线运动之外另有第二组平行于它们的坐标运动,就称为附加坐标。它们应分别被指定为 U 、 V 和 W ,如还有第三组运动,则分别指定为 P 、 Q 和 R ,如有不平行或可以不平行于 X 、 Y 、 Z 坐标的直线运动,则可相应地规定为 U 、 V 、 W 、 P 、 Q 或 R 。如果在第一组回转运动 A 、 B 、 C 坐标之外,还有平行或不平行于 A 、 B 、 C 坐标的第二组回转运动,可指定为 D 、 E 或 F 。

6. 工件的运动 对于移动部分是工件而不是刀具的机床,必须将前面所介绍的移动部分是刀具的各项规定,在理论上作相反的安排。此时,用带“'”的字母表示工件正向运动,如 $+X'$ 、 $+Y'$ 、 $+Z'$ 表示工件相对于刀具正向运动的指令, $+X$ 、 $+Y$ 、 $+Z$ 表示刀具相对于工件正向运动的指令,二者所表示的运动方向恰好相反。

第三节 数控机床的主要功能

一、数控系统的主要功能

1. 可控制轴数与联动轴数 可控制轴数是指数控系统最多可以控制的坐标轴数目,包括移动轴和回转轴。联动轴数是指数控系统按加工要求控制同时运动的坐标轴数。目前有 2 轴联动、3 轴联动、4 轴联动、5 轴联动等。3 轴联动的数控机床可以加工空间复杂曲面,4 轴、5 轴联动的数控机床可以加工飞行器叶轮、螺旋桨等零件。如果可控制轴数为 3 轴,联动轴数为 2 轴,则称为 2 轴半控制。

2. 插补功能 所谓插补,就是在工件轮廓的某起始点坐标之间进行“数据密化”,求取中间点的过程。插补功能是指数控机床能实现的线型加工能力。由于直线和圆弧是构成零件的基本几何元素,所以大多数数控系统都具有直线和圆弧的插补功能。而椭圆、抛物线、螺旋线等复杂曲线的插补,只有高档次的数控系统或特殊需要的数控系统才具备。

3. 进给功能 数控系统的进给功能包括快速进给、切削进给、手动连续进给、点动进给、进给倍率修调、自动加减速等功能。

4. 主轴功能 数控系统的主轴功能包括恒转速控制、恒线速控制、主轴准停、主轴转速修调等。恒线速控制即主轴自动变速,使刀具相对切削点的线速度保持不变。主轴准停,功能就是在换刀、精镗孔后退刀等动作开始之前,主轴在其周向准确定位。

5. 刀具补偿 刀具补偿功能包括刀具位置补偿、刀具半径补偿和刀具长度补偿。位置补偿是对车刀刀尖位置变化的补偿;半径补偿是对车刀刀尖圆弧半径、铣刀半径的补偿;长度补偿是指沿加工深度方向对刀具长度变化的补偿。

6. 操作功能 数控机床通常有单程序段执行、跳段执行、试运行、图形模拟、机械锁住、暂停和急停等功能,有的还有软件操作功能。

7. 程序管理功能 数控系统的程序管理功能是指对加工程序的检索、编制、修改、插入、删除、更名和程序的存储、通信等功能。

8. 图形显示功能 一般的数控系统都具有较齐全的 CRT 显示,可显示字符和图形、



人机对话、自诊断等,具有刀具轨迹的动态显示。高档的数控系统还具有三维图形显示功能。

9. 辅助编程功能 除基本的编程功能外,数控系统通常还具有固定循环、镜像、图形缩放、子程序、宏程序、坐标系旋转、极坐标等编程功能,可减少手工编程的工作量和难度。

10. 自诊断报警功能 现代数控系统具有人工智能功能的故障诊断系统,可用来实现对整个加工过程的监视,诊断数控系统及机床的故障,并及时报警。这种系统是以专家们所掌握的对于各种故障原因及其处理方法为依据开发的应用软件。操作者只要回答显示器中提出的简单问题,就能和专家一样诊断出机床的故障,并指出排除故障的方法。

11. 通信功能 数控系统一般都配有 RS-232C 或 RS-422 远距离串行接口,可以按照用户的格式要求,与同一级计算机进行多种数据交换。现代数控系统大都具有制造自动化协议(MAP)接口,并采用光缆通信提高数据传送速度和可靠性。

二、常用的程序功能

1. 顺序号字 顺序号字也称程序号,用来识别不同的程序段。顺序号字位于程序段之首,它由地址符 N 和随后的 2~4 位数字组成(如 N20)。程序段在存储器内是以输入的先后顺序排列的,数控系统严格按存储器内程序段的排列顺序进行执行。因此,顺序号只是程序段的名称,与程序的执行顺序无关。顺序号的使用规则有:一般不用 N0 作顺序号,数字部分应用整数;N 与数字之间、数字与数字之间不能有空格;顺序号的数字不一定要从小到大使用。顺序号不是程序段的必用字,对于整个程序,可以每个程序段都设顺序号,也可在部分程序段设顺序号,也可不设顺序号;建议以 N10 开始,以间隔 10 递增,以便调试时插入新的程序段。

2. 准备功能字 准备功能字的地址符是 G,又称为 G 功能、G 指令或 G 代码。它的作用是建立数控机床工作方式,为数控系统插补运算、刀补运算、固定循环等作好准备。

G 指令中的数字一般是两位正整数(包括 00)。随着数控系统功能的增加,G00~G99 已不够使用,所以有些数控系统的 G 功能字中的后续数字已采用 3 位数。根据 ISO1056-1975 国际标准,我国制定了 JB3208-83 部颁标准,现在应用的是 JB3208-99 标准(表 1-1、表 1-2)。

表 1-1 准备功能 G 代码及含义(符合 JB/T3208-1999 标准)

代 码 (1)	功能保持到被取消或被同样 字母表示的程序指令所代替 (2)	功能仅在所出现的程序 段内有使用 (3)	功 能 (4)
G00	a		点定位
G01	a		直线插补
G02	a		顺时针方向圆弧插补
G03	a		逆时针方向圆弧插补
G04		*	暂停
G05	#	#	不指定
G06	a		抛物线插补
G07	#	#	不指定

(续表)

代 码 (1)	功能保持到被取消或被同样 字母表示的程序指令所代替 (2)	功能仅在所出现的程序 段内有使用 (3)	功 能 (4)
G08		*	加速
G09		*	减速
G10 ~ G16	#	#	不指定
G17	C		XY 平面选择
G18	C		ZX 平面选择
G19	C		YZ 平面选择
G20 ~ G32	#	#	不指定
G33	a		螺纹切削, 等螺距
G34	a		螺纹切削, 增螺距
G35	a		螺纹切削, 减螺距
G36 ~ G39	#	#	永不指定
G40	d		刀具补偿/刀具偏置注销
G41	d		刀具补偿—左
G42	d		刀具补偿—右
G43	# (d)	#	刀具偏置—正
G44	# (d)	#	刀具偏置—负
G45	# (d)	#	刀具偏置 +/+
G46	# (d)	#	刀具偏置 +/-
G47	# (d)	#	刀具偏置 -/-
G48	# (d)	#	刀具偏置 -/+
G49	# (d)	#	刀具偏置 0/+
G50	# (d)	#	刀具偏置 0/-
G51	# (d)	#	刀具偏置 +/0
G52	# (d)	#	刀具偏置 -/0
G53	f		直线偏移, 注销
G54	f		直线偏移 X
G55	f		直线偏移 Y
G56	f		直线偏移 Z
G57	f		直线偏移 XY
G58	f		直线偏移 XZ
G59	f		直线偏移 YZ
G60	h		准确定位 1(精)
G61	h		准确定位 2(中)
G62	h		快速定位(粗)
G63		*	攻丝



(续表)

代 码 (1)	功能保持到被取消或被同样 字母表示的程序指令所代替 (2)	功能仅在所出现的程序 段内有使用 (3)	功 能 (4)
G64 ~ G67	#	#	不指定
G68	# (d)	#	刀具偏置,内角
G69	# (d)	#	刀具偏置,外角
G70 ~ G79	#	#	不指定
G80	e		固定循环注销
G81 ~ G89	e		固定循环(见表 1-2)
G90	j		绝对尺寸
G91	j		增量尺寸
G92		*	预置寄存
G93	k		时间倒数,进给率
G94	k		每分钟进给
G95	k		主轴每转进给
G96	l		恒线速度
G97	l		每分钟转数(主轴)
G98 ~ G99	#	#	不指定

注:1. # 号:如选作特殊用途,必须在程序格式说明中说明。

2. 如在直线切削控制中没有刀具补偿,则 G43 ~ G52 可指定作其他用途。

3. 在表中左栏括号中的字母(d)表示可以被同栏中没有括号的字母 d 所注销或代替,亦可被有括号的字母(d)所注销或代替。

4. G45 ~ G52 的功能可用于机床上任意两个预定的坐标。

5. 控制机床上没有 G53 ~ G59、G63 功能时,可以指定作其他用途。

表 1-2 准备功能 G(固定循环)代码及含义(符合 JB/T3208-1999 标准)

固定循环 代 码	进 入	在底部		退出到进给 开始处	典型用途
		暂停	主轴		
G81	进给			快速	钻孔,划中心
G82	进给	有		快速	钻孔,扩孔
G83	间断			快速	深孔
G84	前进,主轴进给		反转	进给	攻丝
G85	进给			进给	镗孔
G86	启动主轴进给		停止	快速	镗孔
G87	启动主轴进给		停止	手动	镗孔
G88	启动主轴进给	有	停止	手动	镗孔
G89	进给	有		进给	镗孔

3. 辅助功能 辅助功能字也称 M 功能, M 指令或 M 代码。M 指令是控制机床在加工时做一些辅助动作的指令,如主轴的正反转、切削液的开关等。辅助功能 M 代码及含义如表 1-3。

表 1-3

辅助功能 M 代码及含义 (符合 JB/T3208-1999 标准)

代 码 (1)	功能开始时间		功能保持到 被注销或被 适当程序指 令代替 (4)	功能仅在所 出现的程序 段内有作用 (5)	功 能 (6)
	与程序段指 令运动同时 开始 (2)	在程序段指 令运动完成 后开始 (3)			
M00		*		*	程序停止
M01		*		*	计划停止
M02		*		*	程序结束
M03	*		*		主轴顺时针方向
M04	*		*		主轴逆时针方向
M05		*	*		主轴停止
M06	#	#		*	换刀
M07	*		*		2 号切削液开
M08	*		*		1 号切削液开
M09		*	*		切削液关
M10	#	#	*		夹紧
M11	#	#	*		松开
M12	#	#	#	#	不指定
M13	*		*		主轴顺时针方向,切削液开
M14	*		*		主轴逆时针方向,切削液开
M15	*			*	正运动
M16	*			*	负运动
M17 ~ M18	#	#	#	#	不指定
M19		*	*		主轴定准停
M20 ~ M29	#	#	#	#	永不指定
M30		*		*	纸带结束
M31	#	#		*	互锁旁路
M32 ~ M35	#	#	#	#	不指定
M36	*		*		进给范围 1
M37	*		*		进给范围 2
M38	*		*		主轴速度范围 1
M39	*		*		主轴速度范围 2
M40 ~ M45	#	#	#	#	如有需要作为齿轮换挡,此外不指定
M46 ~ M47	#	#	#	#	不指定
M48		*	*		注销 M49
M49	*		*		进给率修正旁路
M50	*		*		3 号切削液开
M51	*		*		4 号切削液开

(续表)

代 码 (1)	功能开始时间		功能保持到 被注销或被 适当程序指 令代替 (4)	功能仅在所 出现的程序 段内有作用 (5)	功 能 (6)
	与程序段指 令运动同时 开始 (2)	在程序段指 令运动完成 后开始 (3)			
M52 ~ M54	#	#	#	#	不指定
M55	*		*		刀具直线位移,位置 1
M56	*		*		刀具直线位移,位置 2
M57 ~ M59	#	#	#	#	不指定
M60		*		*	更换工件
M61	*		*		工件直线位移,位置 1
M62	*		*		工件直线位移,位置 2
M63 ~ M70	#	#	#	#	不指定
M71	*		*		工件角度位移,位置 1
M72	*		*		工件角度位移,位置 2
M73 ~ M89	#	#	#	#	不指定
M90 ~ M99	#	#	#	#	永不指定

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。

4. 尺寸字 尺寸字常用来指令机床的刀具运动到达的坐标位置。常用的有如下 3 组。

第 1 组: X、Y、Z 和 U、V、W(用来指令到达点的直线绝对坐标和增量坐标)。

第 2 组: A、B、C(用来指令到达点的角度坐标)。

第 3 组: I、J、K 和 R(用来指令零件圆弧的圆心点坐标和圆弧半径)。

(1) 数值单位: 数控编程时, 可以使用小数点编程, 也可以使用脉冲数编程。当使用小数点编程时, 小数点的位置单位为 mm, 如位置 A 点(50, 0), 可表示为 X50.0 或 X50., 有的数控系统允许表示为 X50。当使用脉冲数编程时, 与数控系统的设定单位有关。当设定单位为 0.001 时, 上例中 $X = 50\text{mm}$, 可表示为 X50000。选用何种单位, 可用参数设定。

(2) 公制和英制单位: G21、G20 分别用来指令程序中所输入的数值是公制单位或英制单位。数控机床出厂时, 一般将公制输入 G21 设定为默认状态。用公制输入数值时, 可不再用 G21 指定。但用英制输入时, 必须在工件坐标系设定前用 G20 进行指定。G20 或 G21 指令一旦指定, 即使断电也保持有效, 直到被互相取代。

(3) 绝对坐标值和增量坐标值: 尺寸字的实质是坐标值, 分绝对坐标值和增量坐标值两种, 简称绝对尺寸和增量尺寸。绝对坐标值是指在该程序段之前指定的坐标系中, 相对于坐标原点的坐标值; 增量坐标值是指从上一个程序段的指令点开始的坐标增量。在加工程序中, 绝对尺寸与增量尺寸的表示方式有如下两种: 一种是用 G 指令作规定, 即用 G90 指令绝对尺寸, 用 G91 指令增量尺寸。G90/G91 是一对模态指令。此时, 绝对尺寸和增量尺寸在同一程序段中只能用一种, 不能混用。另一种是直接用地址符区分, 如绝对尺寸用 X、Y、Z 表示, 而增量尺寸用 U、V、W 表示。这种表示方法可以很方便地区分两种尺寸指令, 因此, 在同一程序段中, 绝对尺寸和增量尺寸可以混用, 这给编程带来方便。各数控系统对绝对尺寸和增量尺寸表示方法的规定有所不同。

5. 进给功能字 进给功能字又称为 F 功能或 F 指令, 由地址符 F 与其后的若干位数字组成。F 指令用于指令机床进给速度, 单位一般是 mm/min。当进给速度与主轴转速有