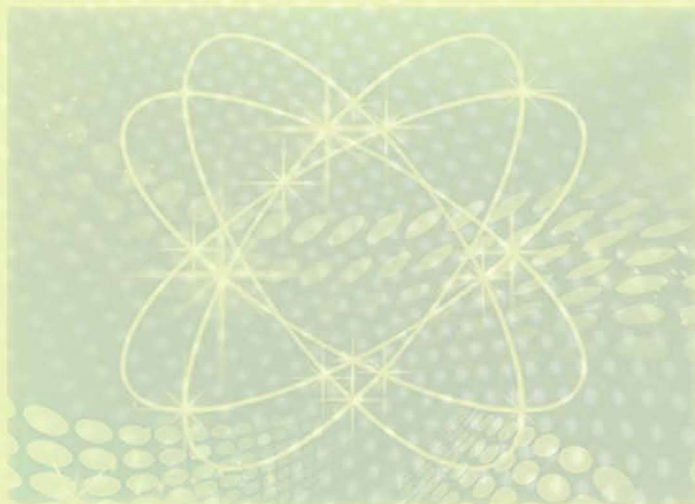


数控编程

韩鸿鸾 主编



山东科学技术出版社

全国高职高专数控专业通用教材

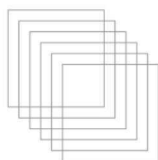
QUANGUO GAOZHI GAOZHUAN SHUKONG
ZHUANYE TONGYONG JIAOCAI

主 编 韩鸿鸾

主 审 杨 琳

数 控 编 程

SHUKONG BIANCHENG



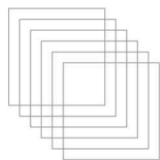
山东科学技术出版社

主 编 韩鸿鸾

参 编（按章节先后顺序为序）

孙翰英 王叶青 桑艳平 王丽茹
李 丽 隋学圃 姚丙中 张靖宇
姚桂林 丛培兰 李书伟 张瑞林
高 超 文富荣

主 审 杨 琳



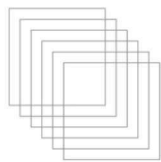
前言

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。现在数控机床的“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,组织编写了这套教材共分为 5 种。本教材建议学时为 180 学时,其中实训为 50 学时。

本教材由威海职业学院的韩鸿鸾主编,由山东职业学院的杨琳主审。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、李书伟编写,第五章由姚桂林、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



出版说明

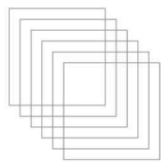
为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》和《面向 21 世纪教育振兴行动计划》，研究高职高专教育跨世纪发展战略和改革措施，整体推进高职高专教学改革，教育部决定组织实施《新世纪高职高专教育人才培养模式和教学内容体系改革与建设项目计划》（教高〔2000〕3 号，以下简称《计划》）。《计划》的目标是“经过五年的努力，初步形成适应社会主义现代化建设需要的具有中国特色的高职高专教育人才培养模式和教学内容体系。”《计划》的研究重点是人才培养模式的改革和教学内容体系的改革，先导是教育思想的改革和教育观念的转变。2000 年教育部高等教育司颁发了《关于加强高职高专教育教材建设的若干意见》（教高司〔2000〕19 号），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”的目的。

根据这一精神，有关院校和出版社从 2000 年秋季开始，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 1999 年教育部组织制定的《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。“十五”国家级规划教材的建设将以“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形式下编写出版的。

该套教材的特点是：在知识方面具有先进性、广泛性和实用性，尽量达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。

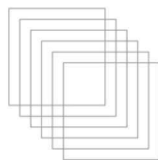
该套教材适用于高等职业学校、高等专科学校、成人高校及本科院校举办的二级职业技术学院、技术（技师）学院、高级技校、继续教育学院和民办高校数控专业和机电专业的师生使用。



内容提要

本书分为八章,包括数控编程概述、FNAUC 与 SIEMENS 系统数控车床与车削中心的编程、FNAUC 与 SIEMENS 系统数控铣床与铣削中心的编程、数控磨床的编程、电加工机床的编程、自动编程等内容。每章的后面还附有一定的思考与练习题,以便于读者选用。

本教材是普通高等教育国家级统编教材(高职高专教育),本书适用于高等职业学院、高等专科学校、成人教育高校及本科院校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使用,亦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编程人员的参考书。



目 录

第一章 数控机床加工程序编制的基础	1
第一节 数控编程概述	1
第二节 数控机床的坐标系	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	21
第二章 FANUC 系统数控车床与车削中心的编程	29
第一节 概述	29
第二节 基本工件的编程	31
第三节 圆弧程序的编制	36
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 SIEMENS 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	73
第三节 螺纹加工	75
第四节 循环加工	82
第五节 R 参数编程	88
第四章 FANUC 系统数控铣床与铣削中心的编程	99
第一节 概述	99



第二节	基本工件的编程	102
第三节	刀具偏置功能	108
第四节	固定循环	113
第五节	子程序调用	121
第六节	极坐标编程与柱面坐标编程	122
第七节	螺旋线切削与螺纹加工	127
第八节	坐标系变换	129
第九节	零点偏置	135
第十节	用户宏程序	138
第五章	SIEMENS 系统数控铣床与铣削中心的编程	143
第一节	概述	143
第二节	基本工件的编程	144
第三节	固定循环	181
第四节	子程序调用	196
第五节	极坐标编程与柱面坐标编程	200
第六节	坐标系统变换	202
第七节	参数编程	208
第八节	蓝图编程	212
第六章	电加工机床的编程	220
第一节	数控线切割机的编程	220
第二节	数控电火花成型加工的编程	232
第七章	其他常用数控设备的编程	252
第一节	数控冲床的编程	252
第二节	数控磨床的编程	260
第八章	自动编程	273
第一节	概述	273
第二节	CAD/CAM 集成数控编程系统简介	278
第三节	MatserCAM 系统的应用	280
参考文献		289

第一章数控机床加工程序编制的基础

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 一般的数据控装置具有直线插补和圆弧插补的功能。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的交点(节点)的坐标值。对于这种情况,大多要借助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.制作控制介质 程序编写好之后,需要制作成控制介质,以便将加工信息输入给数控装置。常用的记载加工程序的信息载体(即控制介质)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据控装置中,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,则应进行程序和控制介质的修改,以及采用误差补偿方法,直到加工出合格零件为止。

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,制作控制介质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。由美国麻省理工大学在 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 CNCSoftware 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,因此被纳入 CAD/CAM 技术。

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。

3.计算机高级语言编程 由于计算机计算速度的不断提高,最近出现了计算机高级语言编程,有以下特点:软件资源丰富,便于移植,开放性好,透明度高,从建立工件几何形状尺寸数学模型到最终形成加工程序的每一环节,程序员都很清楚。只要熟悉所用机床加工程序的格式,就能使用自己熟悉的语言进行编程,但仅适合于可用数学表达式表达的加工对象。

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儿直角坐标系,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、并且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。

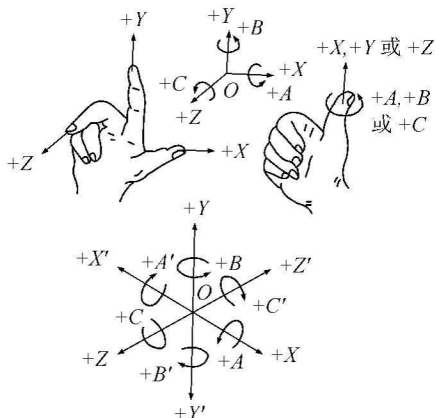


图 1-1 右手笛卡儿直角坐标系

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 1-8 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。

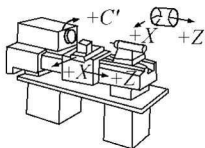


图 1-2 卧式车床

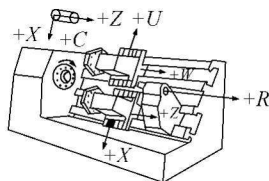


图 1-3 具有可编程尾座的双刀架车床

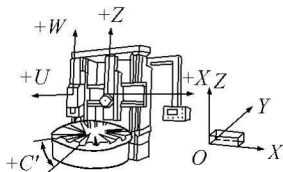


图 1-4 立式转塔车床或立式镗铣床

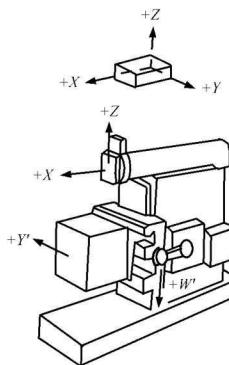


图 1-5 牛头刨床



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 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,如图 1-8 所示。在有回转工件的机床上,如车床、磨床等, X 运动方向是径向的,而且平行于横向滑座, X 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。

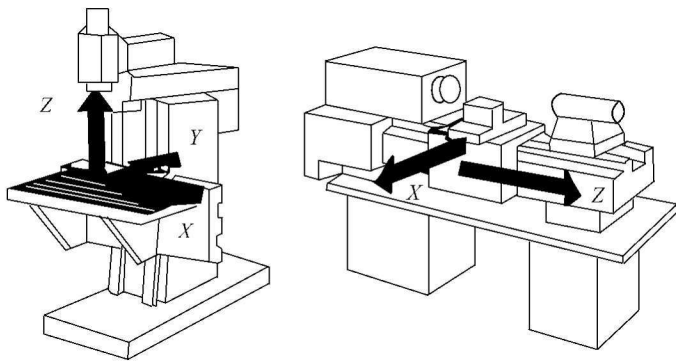


图 1-6 铣床与车床的 X 坐标

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 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 运动正方向指向右方,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 运动的正方向指向右方,如图 1-8 所示。

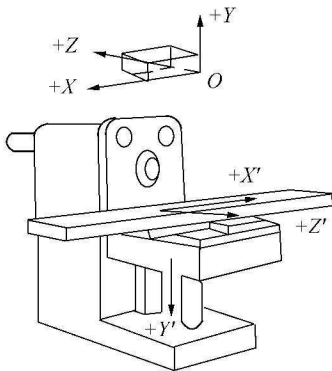


图 1-7 卧式升降台铣床

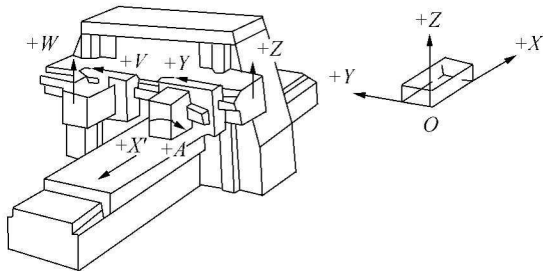


图 1-8 龙门式轮廓铣床

3. Y 坐标的运动 正向 Y 坐标的运动,根据 X 和 Z 的运动,按照右手笛卡儿坐标系来确定。

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

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 的运动原点(0° 的位置)也是任意的,但 A 、 B 、 C 原点的位置最好选择为与相应的 X 、 Y 、 Z 坐标平行。如果在 X 、 Y 、 Z 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 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 之外,还有平行或不平行于 A 、 B 、 C 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“ $\cdot$ ”的字母表示工件正向运动,如 $+X\cdot$ 、 $+Y\cdot$ 、 $+Z\cdot$ 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中才具备。

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、主轴定向停止、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。主轴定向停止也称为主轴准停,即在换刀、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减小难度。

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原因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-23C 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,所以又称为 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 与 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		刀具补偿一左
G42	d		刀具补偿一右
G43	#(d)	#	刀具偏置一正
G44	#(d)	#	刀具偏置一负
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 号冷却液开
M08	*		*		1 号冷却液开
M09		*	*		冷却液关
M10	#	#	*		夹紧
M11	#	#	*		松开
M12	#	#	#	#	不指定
M13	*		*		主轴顺时针方向,冷却液开
M14	*		*		主轴逆时针方向,冷却液开
M15	*			*	正运动
M16	*			*	负运动
M17~M18	#	#	#	#	不指定
M19		*	*		主轴定向停止
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 号冷却液开
M51	*		*		4 号冷却液开