

职业院校数控类示范专业教改规划新教材



数控车工 编程操作

SHUKONG CHEGONG
BIANCHENG
CAOZUO

唐萍 闵玲 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

职业院校数控类示范专业教改规划新教材

数控车工编程操作

唐萍 闵玲 主编

常州大学图书馆
藏书章

国防工业出版社

发行所：北京·22540732 (010) 22540732
发行所：北京·22540732 (010) 22540732

内 容 简 介

本书根据我国职业教育课程改革的核心理念,按照“项目教学”的要求,以行动为导向,以项目为载体,以一系列与职业技能密切联系的特定工作任务为引领进行编写。教材内容包括三大模块,即数控编程、数控模拟仿真加工、数控机床操作加工。其中包括17个学习项目,其中每个项目均按照项目任务与要求、学习目标、项目计划、项目准备、项目实施、项目检查与评估的结构层次展开。

本书注重培养学生先做后学或边做边学的习惯,注重培养学生自主学习和自我探究的能力,注重师生互动与学生反馈,注重引导学生在实训中形成知识。同时在模块开始部分设有综述内容作为本模块学习的基础,以学习够用为原则合理分布理论知识体系,每个学习任务的教学都采用理实一体化的方式。

本书采用华中世纪星 HNC-21T/22T 数控系统为载体,进行数控编程、仿真加工及操作加工。

本书既可作为中等职业技术学校数控加工相关专业的学生参加国家职业技能鉴定等级考工培训使用,也可作为数控车床技术工人的培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控车工编程操作 / 唐萍, 闵玲主编. —北京: 国防工业出版社, 2013. 12

高职院校数控类示范专业教改规划新教材

ISBN 978-7-118-08978-3

I. ①数... II. ①唐... ②闵... III. ①数控机床-车床-程序设计-高等职业教育-教材 ②数控机床-车床-操作-高等职业教育-教材 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 185269 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

北京奥鑫印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 12½ 字数 285 千字

2013 年 12 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 定价 28.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755 发行业务:(010)88540717

《职业院校数控类示范专业教改规划新教材》 编委会

主 任 陈 宏

副主任 曾凡扬 官荣华

编 委 (以姓氏笔画为序)

王 勇 邬京生 刘伦富 牟利民 杜正培

李习伟 杨 啸 杨品齐 吴美凤 张 丽

张道平 陈爱民 侯守军 贾 俊 唐 萍

蒋景耘 程阔华 蔡继红 熊 强

本书编委会

主 编 唐 萍 闵 玲

副主编 许选明 王玉梅 黄克祥

参 编 姚雨平 武 兰 刘汉华 马廷花 董刚军

朱 丽 陈爱民 徐云宏 李文涛 乐本银

张永莲

前言

随着国家示范学校建设的全面启动,职业教育课程改革也如火如荼地进行着,各地政府、教育主管部门和职业学校正致力于开发各类专业的项目课程。正是在这种形式下,我们成立了以一线骨干教师执笔、行业企业专家深度参与的课程开发与实施团队,致力于开发各类专业的项目课程。按照“边研究、边实践、边推广”的思路,初步建立了以能力为本位,以项目课程为主体,以职业实践为主线的模块化的课程体系。该体系将课程结构从原来的文化基础课、专业基础课、专业课三段模式,转变为由职业能力课程和能力拓展模块组成的课程结构,将能力培养与综合素质培养有机结合起来,充分体现“课程结构模块化、教学手段一体化、组织教学项目化、能力培养综合化”。

本书正是在这种背景下,充分考虑这样教育的特点和当前课程改革的要求,按照“以工作任务为中心选择组织教学内容,并以完成工作任务为主要学习方式和最终目标”的原则编写而成的。

本书要求任课教师在掌握当前职业教育课程改革基本理念的基础上,还必须掌握以下教学方法:

(1) 教学的过程是以学生为中心的过程。因此,教师应由过去的讲授者转变为指导者,让学生在自主探究、操作和讨论中获得知识和技能。教师的职责更多地是为学生的活动提供帮助,激发学生的学习兴趣,指导学生形成良好的学习习惯,为学生提供丰富的教学情境。

(2) 教学的最终目标是完成工作任务。通过工作任务的完成,使学生掌握知识和技能并形成正确的态度。因此,教师要注意对工作任务的细节进行描述,并提醒学生把注意力放在工作任务上,而不仅仅是知识上。

(3) 教学过程必须遵循“资讯——计划——决策——实施——检查——评估”这一完整的行动过程,而教师必须是这一过程的组织者与协调者。在教学过程中,教师与学生必须互动,让学生通过“独立地获取信息、独立地制定计划、独立地实施计划、独立地评估计划”,在时间过程中培养自己的职业能力,从而构建自己的经验和知识体系。

(4) 在整个教学过程中,强调学生作为学习行动的主体,强调以职业情境中的行动能力为培养目标,强调以基于职业情境的学习情境中的行动过程为学习过程,以专业能力、方法能力、社会能力整合后形成的行动能力作为评价学生学习成绩的主要依据。

本书由国家首批中等职业教育改革发展示范学校湖北信息工程学校领衔主编,充分体现了中等职业教育示范学校建设中课程体系改革与教材建设的新理念和新成果。本教

材以培养学生自学能力为主,以使其综合掌握数控专业各方面的知识,不断提高解决问题和分析问题的能力。

在本书编写的过程中,编者注重企业调研,广泛征求企业工程技术人员的意见,得到了深圳飞亚达科技发展有限公司、珠海市南特金属科技股份有限公司、湖北航特科技有限责任公司、荆门万泰机械有限责任公司多名工程师的指导,在此表示衷心的感谢。

本书由唐萍、闵玲主编,许选明、王玉梅、黄克祥为副主编,姚雨平、陈爱民、徐云宏、刘汉华、武兰、马廷花、朱丽、乐本银、张永莲、李文涛、董刚军参编,唐萍负责策划和统稿。

由于编者水平有限,经验不足,书中错误和遗漏难以避免,敬请广大读者、教师及学员批评指正。

编者

2013年5月

001	.....	工科综合类竞赛	五十页
001	.....	工科类竞赛	六十页
001	.....	工科类竞赛	六十页

目 录

001	.....	一、
101	.....	二、
501	.....	正文

模块一 数控编程		1
----------	-------	---

一、数控编程简介	.....	1
二、数控车床坐标系	.....	3
三、数控程序结构、代码及应用的指令	.....	6
四、数控车床的对刀	.....	10
项目一 螺栓的加工——G00、G01、G32/G33	.....	12
项目二 杯盖的加工——G02、G03	.....	18
项目三 简易塞规的加工——G80、G81、G82	.....	25
项目四 钢印模的加工——G40、G41、G42	.....	34
项目五 圆弧轴的加工——M99、M98	.....	42
项目六 手柄的加工——G71、G76	.....	47
项目七 复杂端面轴的加工——G72	.....	57
项目八 酒杯的加工——G73	.....	61

模块二 数控模拟仿真加工		67
--------------	-------	----

一、数控加工仿真系统	.....	67
二、数控加工仿真系统的基本功能	.....	67
三、数控仿真软件的操作	.....	68
项目九 台阶螺纹轴的仿真加工	.....	79

模块三 数控机床操作加工		85
--------------	-------	----

一、华中(HNC-21T/22T)数控车床的控制面板	.....	85
二、数控车床的操作	.....	91
项目十 阶梯轴的加工——轴类零件	.....	100
项目十一 轴套的加工——轴套类零件	.....	106
项目十二 传动轴的加工——螺纹的加工	.....	111
项目十三 复杂轴套的加工——内外轮廓集一体	.....	117
项目十四 锥孔螺母套的加工——内外轮廓集一体	.....	124

项目十五	轴套配合件加工.....	133
项目十六	盘的加工——CAXA 软件的应用 1	144
项目十七	余弦轴套的加工——CAXA 软件的应用 2	160

录 目

附录一.....	190
附录二.....	191
参考文献.....	192

1	介绍野能特发	一
3	系科坐和辛特发	二
6	令計能相面及面升, 面計能登特发	三
10	式板能相辛特发	四
15	工能能能工——G00, G01, G03, G33	一
18	工能能能工——G05, G03	二
22	工能能能工——G80, G81, G85	三
34	工能能能工——G40, G41, G45	四
42	工能能能工——M09, M08	五
47	工能能能工——G71, G76	六
57	工能能能工——G73	七
61	工能能能工——G73	八
67	工能能能工——G73	二
67	工能能能工——G73	一
67	工能能能工——G73	二
68	工能能能工——G73	三
70	工能能能工——G73	四
82	工能能能工——G73	三
82	工能能能工——G73	一
91	工能能能工——G73	二
100	工能能能工——G73	十
106	工能能能工——G73	十一
111	工能能能工——G73	十二
117	工能能能工——G73	十三
124	工能能能工——G73	十四

模块一 数控编程

【知识要点】

- (1) 数控程序编制的内容、规则及方法。
- (2) 坐标系的种类及建立方法。
- (3) 对刀的原理及操作步骤。

一、数控编程简介

(一) 数控程序的编制

在数控机床上加工零件,首先要编制好数控机床的加工程序。在程序编制以前,编程人员应了解所用机床的规格、性能,数控系统所具备的功能及编程格式等。编制程序时,需要先对零件图上规定的技术特征、几何形状、尺寸及工艺要求进行分析,确定加工方法和加工路线,再进行数值计算,获得刀具中心运动轨迹的位置数据,然后,按数控机床规定采用的代码和程序格式,将工件的尺寸、刀具运动中心轨迹、位移量、切削参数(主轴转速、进给量、背吃刀量等)以及辅助功能(主轴启停、主轴转速及转向、冷却液开或关、换刀等)编制成数控加工程序,并把它们记录在控制介质上,通过控制介质将零件的加工程序输入数控系统,由数控系统控制机床自动地进行加工。

在数控加工中,从零件图开始到获得数控机床控制介质的过程,称为数控编程。

(二) 数控车床加工过程

如图 1-1 所示,数控车床加工过程由 6 个步骤组成:分析零件图;制定加工工艺方案;数值计算;编写加工程序;程序输入数控系统;校验程序及零件试切。

1. 分析零件图

拿到零件图样,首先要分析零件的材料、形状、尺寸、精度和毛坯形状及热处理要求。通过分析,确定该零件是否适合在数控机床上加工,以及适宜在哪种数控机床上加工。检查零件的结构工艺性和加工工艺性,即检查零件图样的尺寸标注方法是否适应数控加工的特点,构成零件轮廓的几何元素的条件是否充分、准确。对被加工零件的精度及技术要求进行分析,为下一步制定加工工艺方案做准备。

2. 制定加工工艺方案

在图样分析的基础上,确定加工方案、装夹方法、走刀路线、使用的刀具及切削用量等。同时还应发挥数控系统的功能和数控机床本身的能力,正确选择对刀点、切入方式,尽量减少诸如换刀、转位等辅助时间。

3. 数值计算

编程前,根据轮廓的几何特征,先建立一个工件坐标系,再根据零件的几何尺寸、加工路线,计算出零件轮廓上几何要素的起点、终点及圆弧的圆心坐标等内容。

(1) 基点:各几何元素间的连接点称为基点。相邻基点间只能是一个几何元素。

(2) 节点:由直线段或圆弧之外的其他曲线构成的轮廓曲线,按数控系统插补功能的要求,在满足允许的编程误差的条件下,用若干直线段或圆弧逼近给定的曲线,逼近线段的交点或切点称为节点。

零件轮廓上节点坐标的计算一般有两种方法:手工计算和计算机辅助计算。手工计算时间长且容易出错,而利用 AutoCAD、CAXA 等绘图软件按 1:1 比例绘制零件图形后则很容易获得节点的准确坐标。

4. 编写加工程序

在完成上述 3 个步骤的工作之后,按照数控系统规定使用的功能指令代码和程序段格式,编写加工程序单;或用自动编程软件进行 CAD/CAM 工作,直接生成零件的加工程序文件。

5. 程序输入数控系统

程序的输入可以通过键盘直接输入数控系统,也可通过计算机通信接口输入数控系统。

6. 校验程序及零件试切

利用数控系统提供的图形显示功能,检查刀具轨迹的正确性。

程序校验完后,必须在机床上试加工,因为校验方法只能检查程序和机床的运动是否正确,不能查出被加工零件的加工精度。如果加工出来的零件不合格,要分析原因,针对造成不合格的原因修改工艺和加工程序,再试切,直到加工出的零件满足图样要求为止。

(三) 数控车床编程方法

数控编程的方法可分为手工编程和计算机辅助自动编程两类。

1. 手工编程

由操作者或程序员以人工方式完成整个加工程序编制工作的方法称为手工编程。

在手工编程工作中,需要由人工完成的大量工作有:分析零件图样、制定加工工艺方案、数值计算、编制加工程序单、程序校验及零件试切。它要求编程人员不仅要熟悉数控机床的性能、数控指令、及编程规则,而且要具备数控车床加工工艺和计算能力。目前,手工编程是一种普遍的编程方法,也是学习数控编程的一个基本要求。它特别适用于一些加工形状较简单的零件,如直线与直线或直线与圆弧组成的轮廓。

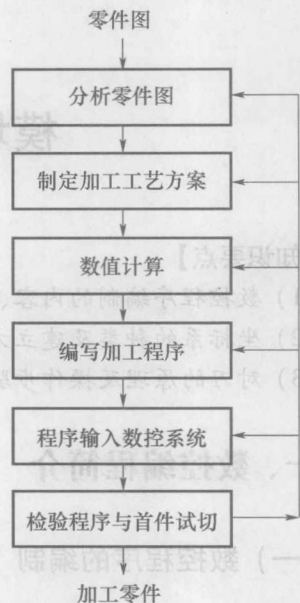


图 1-1 数控机床的加工过程

2. 计算机辅助自动编程

计算机辅助编程是指编程人员使用计算机辅助设计与制造软件绘出零件的三维或二维图形,根据工艺参数选择切削方式,设置刀具参数和切削用量等相关内容,再经过计算机后期处理自动生成数控加工程序,并且可以通过动态模拟查看程序的正确性。自动生成的数控加工程序可以通过传送电缆从计算机传送至数控机床。自动编程适用于零件形状复杂或形状不复杂但编程工作量大的零件,因此自动编程解决了手工编程难以解决的复杂零件的编程问题,减轻了编程人员的劳动强度,又提高了效率和准确性,在数控加工中应用日益广泛。

目前的主要编程软件有 UG、Pro/E、MasterCAM、CAXA 等。这些软件对零件造型后,设置各项参数,通过软件后置处理生成数控加工程序,传输到数控车床后就可以加工零件了。本书项目十六通过盘的加工介绍了 CAXA 数控车软件的应用。

二、数控车床坐标系

(一) 数控车床坐标轴及运动方向的确定

为了准确地描述机床运动,简化编制程序的方法和保证程序的通用性,数控机床的坐标轴和运动的方向均已标准化。

目前我国执行的行业数控标准 JB/T 3051—1999《数控机床—坐标和运动方向的命名》,与国际标准 ISO841 等效。

1. 机床坐标系

标准的坐标系采用右手直角笛卡儿坐标系,如图 1-2 所示。

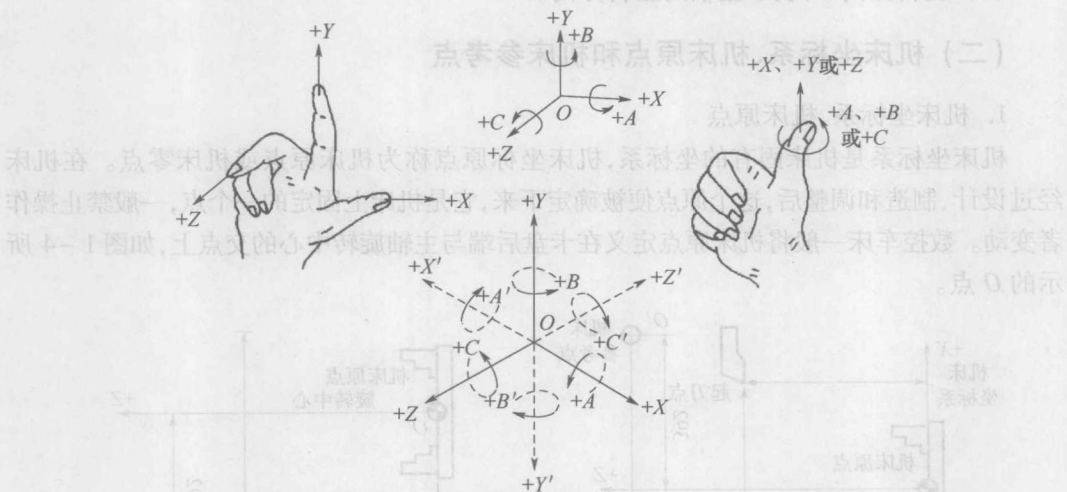


图 1-2 右手直角笛卡儿坐标系

图中大拇指的指向为 X 轴的正方向,食指指向 Y 轴的正方向,中指指向 Z 轴的正方向。 X 、 Y 、 Z 坐标轴也称基本线性坐标轴。围绕 X 、 Y 、 Z 轴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,以大拇指指向 $+X$ 、 $+Y$ 、 $+Z$ 方向,则食指、中指等的指

向是圆周运动的 $+A$ 、 $+B$ 、 $+C$ 方向。

在基本线性坐标轴 X 、 Y 、 Z 之外的附加线性坐标轴,指定为 U 、 V 、 W 。这些附加坐标轴的运动方向,可按决定基本坐标轴运动方向的方法来确定。

2. 运动方向的确定

JB/T 3051—1999 中规定:机床的某一运动部件的运动正方向是增大工件与刀具之间距离的方向。

数控机床的进给运动,有的由主轴带动刀具运动来实现,有的由工作台带着工件运动来实现。上述坐标轴正方向是假定工件不动,刀具相对工件做进给运动的方向,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。

机床坐标轴的方向取决于机床的类型和各组成部分的布局。图 1-3 给出了卧式车床的标准坐标系。

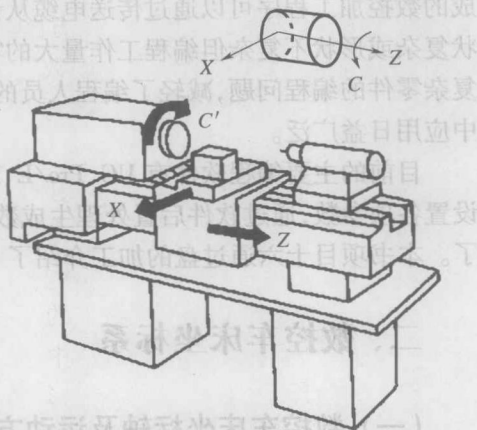


图 1-3 车床坐标轴及其方向

(1) Z 坐标的运动:由传递切削力的主轴决定,与主轴轴线平行的坐标轴即为 Z 坐标。 Z 坐标的正方向为增大工件与刀具之间距离的方向。

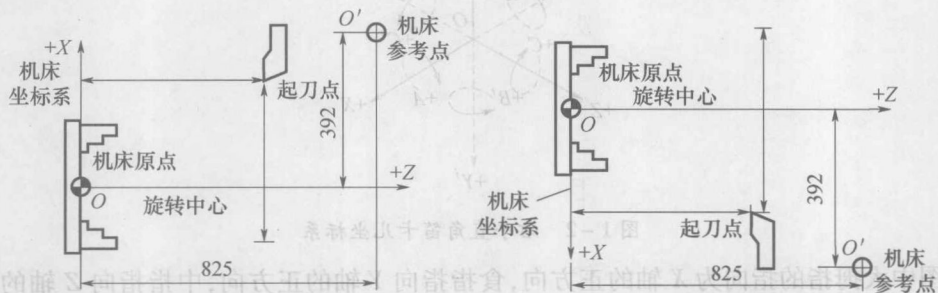
(2) X 坐标的运动:在有回转工件的机床上,如车床、磨床等, X 坐标的方向在工件的径向上,且平行于横滑座。刀具离开工件旋转中心的方向为 X 轴正方向。

(3) 旋转方向 C :表示主轴的正转方向。

(二) 机床坐标系、机床原点和机床参考点

1. 机床坐标系、机床原点

机床坐标系是机床固有的坐标系,机床坐标原点称为机床原点或机床零点。在机床经过设计、制造和调整,这个原点便被确定下来,它是机床上固定的一个点,一般禁止操作者变动。数控车床一般将机床原点定义在卡盘后端与主轴旋转中心的交点上,如图 1-4 所示的 O 点。



(a) 上刀手, 刀架在操作者的外侧

(b) 下刀手, 刀架在操作者的内侧

图 1-4 数控车床机床坐标系的建立

机床坐标系一般有两种建立方法。第一种: X 轴的正方向朝上建立,如图1-4(a)所示,适用于斜床身和平床身斜滑板(斜导轨)的卧式数控车床。这种类型的数控车床刀架处于操作者的外侧,称为后置刀架(俗称上刀手)。这样的结构形式便于观察刀具的切削过程,切屑容易排除,后置空间大,可以设计更多工位的刀架,一般全功能的数控车床都设计为这种刀架。第二种: X 轴的正方向朝下建立,如图1-4(b)所示,适用于平床身(水平导轨)卧式数控车床。这种类型的数控车床刀架处于操作者的内侧,称为前置刀架(俗称下刀手),与传统卧式车床刀架的布置形式一样,使用四工位的电动刀架。

2. 机床参考点

数控装置通电时并不知道机床原点的位置,为了正确地在机床工作时建立机床坐标系,通常在每个坐标轴的移动范围内(一般在 X 轴和 Z 轴的正向最大行程处)设置一个机床参考点(测量起点),如图1-4所示的 O' 点。它是机床制造商在机床上借助行程开关设置的一个物理位置,与机床原点的相位位置是固定的,且在机床出厂之前由机床制造商精密测量确定,并输入到数控系统中,用户不得改动。机床启动时,通常要进行机动或手动回参考点,即数控车床通电后,必须首先使各轴均返回各自参考点,那么通过机床参考点间接确定机床原点的位置,这样就建立了机床坐标系。机床参考点可与机床原点重合,也可以不重合。

当返回参考点的工作完成后,显示器即显示出机床参考点在机床坐标系中的坐标值,此时表明机床坐标系已经建立。许多数控机床在执行返回参考点操作后,即对系统中的计数器“清零”,所以返回参考点后,屏幕上显示的机床坐标值为 X_0 、 Z_0 。

(三) 编程坐标系和编程原点

编程坐标系是人为设定的坐标系,既要便于计算,又要便于编程。一般先找出图样上加工基准的要求,在满足工艺和精度要求下,确定编程原点。编程人员选择工件图样上的某一已知点为原点(也称程序原点),建立一个新的坐标系,称为编程坐标系。

(四) 工件坐标系、工件原点、对刀点和换刀点

1. 工件坐标系、工件原点
编程坐标系只是在图样上建立,数控车床系统并不认识编程者设定的坐标系,那么通过操作者对刀等方式将编程坐标系的原点移到数控车床上,此时在数控车床上建立的坐标系称为工件坐标系。其原点一般选择在主轴中心线与工件左端或右端面的交点上,如图1-5所示。工件坐标系一旦建立便一直有效,直到被新的工件坐标系取代。

设定工件坐标系就是以工件原点为坐标原点,确定刀具起始点的坐标值。工件坐标系设定后,CRT屏幕上显示的是车刀刀尖相对工件原点的坐标值。编程时,工件的各尺寸坐标都是相对工件原点而言的,因此,数控车床的工件原点也是编程时的程序原点。

2. 对刀点
对刀点是数控加工中刀具相对于工件运动的起点,是零件程序加工的起始点,所以也称为程序起点。对刀点可设在工件上并与工件原点重合,也可设在工件外任何便于对刀处,但该点与工件原点之间必须有确定的坐标联系。对刀点不影响加工程序的编制,在选择时,应尽量将对刀点选在零件的设计基准和工艺基准上,这样引起的加工误差小,而且

个指令字组成的,一个指令字由地址符和数字组成,不同的指令字符及其后续数值共同确定了每个指令字的含义。如 G00 表示快速插补,M03 表示主轴正转。表 1-1 列出了常用地址字符的功能及意义。

表 1-1 常用地址字符的含义

机 能	地 址 符	意 义
工件程序号	% (或 O、P)	程序编号
程序段号	N	程序段编号
准备功能	G	机床动作方式指令
坐标指令	X、Y、Z	坐标轴移动指令
	A、B、C、U、V、W	附加轴移动指令
	R	圆弧半径
	I、J、K	圆弧中心坐标
进给功能	F	进给速度的指定
主轴功能	S	主轴转速的指定
刀具功能	T	刀具编号的指定
辅助功能	M	接通、断开、启动、停止指令
补偿	H、D	刀具补偿号的指定
暂停	P、X	暂停时间的指定
子程序调用	I、P	子程序号指定
重复次数	L、P	子程序及固定循环重复次数的指定
参数	P、Q、R	固定循环参数

(3) 程序结束:程序结束指令可以用 M02 或 M30,一般要求单列一段来结束整个程序。

一个完整的程序结构见表 1-2。

表 1-2 程序的组成

数 控 程 序	程 序 说 明
%0001	程序 序 号
N01 G50 X100 Z100	程序段
N02 G00 X28 Z2 S800 M03	程序段
N03 G01 X28 Z0 F200	程序段
N04 G01 X-1	程序段
N05 G00 X100 Z100	程序段
N06 M30	程序段
	程序结束

1-2. 程序段格式

程序段格式通常有“字—地址”程序段格式、使用分隔符的程序段格式和固定程序段格式,最常用的为“字—地址”程序段格式。

“字—地址”程序段格式由语句号字、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。

同(1) 语句号字:用以识别程序段的编号,由地址码 N 和后面的若干位数字组成。

常(2) 数据字:由准备功能字 G、辅助功能字 M、尺寸字、进给功能字 F、刀具功能字 T、主轴转速功能字 S 等组成。

(3) 程序段结束符:写在每一程序段后,表示程序结束。当用 EIA 标准代码时,结束符为“CR”;用 ISO 标准代码时,结束符为“NL”;还有的用符号“:”、“*”、“;”表示;有的直接回车即可。

(三) 数控程序基本代码

1. 准备功能 G 代码

准备功能 G 代码由地址字 G 及二位数字表示,它主要用来规定刀具和工件的相对运动轨迹、机床坐标系、坐标平面、刀具补偿、坐标偏置等多种加工操作。具体的 G 指令见表 1-3。

表 1-3 华中世纪星准备功能 G 指令代码

G 指令	组号	功 能	G 指令	组号	功 能
G00		快速定位	G56		工作坐标系设定
☆G01	01	直线插补	G57	11	工作坐标系设定
G02		顺时针方向圆弧插补	G58		工作坐标系设定
G03		逆时针方向圆弧插补	G59		工作坐标系设定
G04	00	暂停指令	G71	06	内外径粗车复合循环
G20	08	英制单位设定	G72		端面粗车复合循环
☆G21		米制单位设定	G73		闭环车削复合循环
G28	00	从中间点返回参考点	G76		螺纹车削复合循环
G29		从参考点返回	G80	01	内外径车削固定循环
G32	01	螺纹车削	G81		端面车削固定循环
☆G36	16	直径编程	G82		螺纹车削固定循环
G37		半径编程	☆G90	13	绝对值编程
☆G40		刀具半径补偿取消	G91		增量值编程
G41	09	刀具半径左补偿	G92	00	工件坐标系设定
G42		刀具半径右补偿	☆G94	14	每分钟进给
G53	00	机床坐标系选择	G95		每转进给
☆G54	11	工作坐标系设定	G96	16	恒线速度控制
G55		工作坐标系设定	☆G97		取消恒线速度控制

G 指令根据功能的不同分成若干组,其中 00 组的 G 功能称非模态 G 功能,指令只在所规定的程序段中有效,程序段结束时被注销。其余组的称模态 G 功能,这些功能一旦被执行,则一直有效,直到被同一组的 G 功能注销为止。模态 G 功能组中包含一个默认 G 功能(表 1-3 中带有☆记号的 G 功能),通电时将初始化该功能。

2. 辅助功能 M 代码

辅助功能用地地址字 M 及二位数字表示,它主要用于机床加工操作时的工艺性指令。

辅助功能 M 代码包括 CNC 内定的 M 代码和 PLC 设定的 M 代码。

CNC 内定的 M 代码用于控制零件程序的走向,是 CNC 内定的辅助功能,不由机床制造商设计决定,即与 PLC 程序无关。CNC 内定的 M 代码见表 1-4。

表 1-4 CNC 内定的 M 代码

代 码	模 态	功 能 说 明
M00	非模态	程序停止
M02	非模态	程序结束
M30	非模态	程序结束并返回到程序起点
M98	非模态	调用子程序
M99	非模态	子程序结束

其余 M 代码用于机床各种辅助功能的开关动作,其功能不由 CNC 内定,而是由 PLC 程序指定,所以有可能因机床制造厂不同而有差异(表 1-5 内为标准 PLC 指定的功能),具体使用时请参考机床说明书。如果机床生产厂家放权用户可编写 PLC,那么可根据需要自行编写相关 M 代码,实现不同的功能。

表 1-5 PLC 设定的辅助功能

代 码	模 态	功 能 说 明
M03	模态	主轴正转启动
M04	模态	主轴反转启动
M05	模态	主轴停止转动
M07	模态	切削液打开
M08	模态	切削液打开
M09	模态	切削液停止

3. 主轴功能 S 指令

主轴功能 S 指令用来控制主轴转速,用地址字 S 及其后的数字表示主轴速度,有 G97 恒转速(单位为 r/min)和 G96 恒线速度(单位为 m/min)两种指令方式。

数控车床的加工形式为工件旋转,一般使用 G96 恒线速度指令方式;数控铣床和加工中心的加工形式为刀具旋转,一般使用 G97 恒转速指令方式。S 指令只是设定主轴转速的大小,S 所编程的主轴转速可以借助机床控制面板上的主轴倍率开关进行修调;S 指令不会使主轴回转,必须有 M03(主轴正转)或 M04(主轴反转)指令时,主轴才开始旋转。

4. 进给功能 F 指令

进给功能 F 指令表示工件被加工时刀具相对工件的合成进给速度,用地址字 F 及其后的数字表示,F 的单位取决于 G94 每分钟进给量(单位为 mm/min)或 G95 每转进给量(单位为 mm/r)。

使用下式可以实现每转进给量与每分钟进给量的转化:

$$V_f = n \cdot f$$

式中 V_f ——刀具每分钟的进给量(mm/min);
 n ——车床主轴的转速(r/min);