

全国中等职业技术学校 **数控加工专业教材**

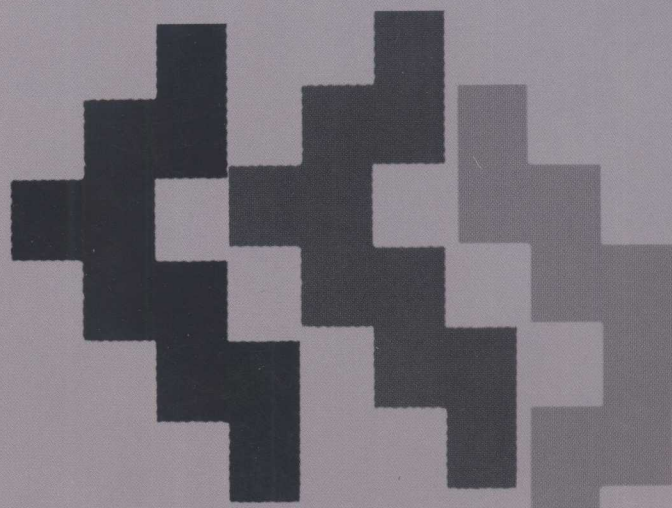
QUANGUO ZHONGDENG ZHIYE JISHU XUEXIAO SHUKONG JIAGONG ZHUANYE JIAOCAI



数控车床编程与操作系统

Shukong 集锦

Shukong



中国劳动社会保障出版社



全国中等职业技术学校数控加工专业教材

数控车床编程与 操作系统集锦

劳动和社会保障部教材办公室组织编写

中国劳动社会保障出版社

中国劳动社会保障出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控车床编程与操作系统集锦/沈建峰主编. —北京:中国劳动社会保障出版社, 2008
全国中等职业技术学校数控加工专业教材

ISBN 978-7-5045-6942-4

I. 数… II. 沈… 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(2008)第 075947 号

中国劳动社会保障出版社出版发行

(北京市惠新东街 1 号 邮政编码: 100029)

出版人: 张梦欣

*

中国铁道出版社印刷厂印刷装订 新华书店经销

787 毫米×1092 毫米 16 开本 15.5 印张 347 千字

2008 年 6 月第 1 版 2008 年 6 月第 1 次印刷

定价: 23.00 元

读者服务部电话: 010-64929211

发行部电话: 010-64927085

出版社网址: <http://www.class.com.cn>

版权专有 侵权必究

举报电话: 010-64954652

前言

全国中等职业技术学校数控加工专业教材自出版以来,在满足中等职业技术学校教学及相关职业培训中发挥了重要作用,受到了广大师生的好评。但是,随着我国社会主义市场经济和现代加工技术的迅速发展,社会及企业对技能人才的知识与技能结构提出了更新、更高的要求,数控技术和设备也有了很大的进步。为适应培养 21 世纪技能人才的需要,满足全国中等职业技术学校数控加工专业教学的需要,我们根据劳动和社会保障部培训就业司颁发的《数控加工专业教学计划和教学大纲》,组织全国有关学校的教学专家和行业专家对原版教材进行了全面修订,修订后的教材包括《数控加工工艺学(第二版)》《数控机床编程与操作(第二版 数控车床分册)》《数控机床编程与操作(第二版 数控铣床、加工中心分册)》《数控加工技术》,其中,前三种教材还配有相应的习题册和练习指导书。

为更好地适应数控技术的发展以及满足不同地区数控专业教学的需要,我们又适时组织专家编写了《数控车床编程与操作——广数 GSK980TD 车床数控系统》《数控车床编程与操作系统集锦》。

在本套教材的编写过程中,我们始终坚持了以下几个原则:

以学生就业为导向,以企业用人标准为依据。在专业知识的安排上,紧密联系培养目标的特征,坚持够用、实用的原则,摒弃“繁、难、偏、旧”的理论知识,进一步加强技能训练的力度,特别是加强基本技能与核心技能的训练。

在考虑各地办学条件的前提下,力求反映机械行业发展的现状和趋势,尽可能多地引入新技术和新设备,使教材富有时代感。同时,采用最新的国家技术标准,使教材更加科学和规范。

遵从中等职业技术学校学生的认知规律，在结构安排和表达方式上，强调由浅入深、循序渐进，强调师生互动和学生自主学习，并通过大量生产中的案例和图文并茂的表现形式，使学生能够比较轻松地掌握所学内容。

教材在编写过程中，还参照了有关国家职业标准。

这次教材的编写工作得到了江苏、山东、陕西、广东等省劳动和社会保障厅及有关学校的支持和帮助，对此我们表示衷心的感谢。

《数控车床编程与操作系统集锦》汇编了华兴系统、华中系统、广数系统、大森系统、三菱系统和凯恩帝系统等数控机床的编程与操作。本书面向数控、模具行业的岗位要求，按照模块化编写，具有实用、管用、够用的特色，内容简明扼要、图文并茂、通俗易懂，并针对每一知识点配备了大量的实例。

本书由常州技师学院沈建峰、孙春花、陈宏、洪惠良、金玉峰、张忠华、吴军、黄俊刚和朱敏编写，沈建峰主编；赵正文审稿。

劳动和社会保障部教材办公室

2008年3月

目 录

(132)	数控车床编程基础	(1)
(132)	第一节 数控编程概述	(1)
(132)	第二节 数控机床的坐标系	(3)
(132)	第三节 数控加工程序的格式与组成	(6)
(132)	第四节 数控机床的有关功能	(9)
(132)	第五节 数控机床的编程规则	(12)
(132)	第六节 一般工件的编程方法	(14)
(132)	第七节 刀具补偿功能的编程方法	(23)
(132)	第八节 螺纹切削与螺纹切削固定循环指令	(32)
(132)	第九节 A 类宏程序编程	(42)
(132)	第十节 B 类宏程序及坐标平移编程	(48)
(132)	第二章 华兴系统的编程与操作	(57)
(132)	第一节 华兴系统的系统功能	(57)
(132)	第二节 华兴系统基本编程指令	(58)
(132)	第三节 编程实例	(71)
(132)	第四节 华兴系统界面功能及其操作	(75)
(132)	第三章 华中 HNC-21/22T 系统的编程与操作	(86)
(132)	第一节 华中 HNC-21/22T 系统的系统功能	(86)
(132)	第二节 华中 HNC-21/22T 系统基本编程指令	(87)
(132)	第三节 典型零件编程与加工实例	(100)
(132)	第四节 华中 HNC-21/22T 系统数控车床操作台及软件操作界面	(102)
(132)	第五节 华中 HNC-21/22T 系统数控车床的操作	(105)
(132)	第四章 广数 980T 系统的编程与操作	(127)
(132)	第一节 广数 980T 系统的系统功能	(127)
(132)	第二节 广数 980T 系统基本编程指令	(127)
(132)	第三节 广数 980T 系统编程综合实例	(136)
(132)	第四节 广数 980T 数控车床的操作	(138)

第一章 数控车床编程基础

第一节 数控编程概述

一、数控编程的定义

为了使数控机床能根据零件加工的要求进行动作，必须将这些要求以机床数控系统能识别的指令形式告知数控系统。这种数控系统可以识别的指令称为程序，制作程序的过程称为数控编程。

数控编程的过程不仅仅指编写数控加工指令的过程，它还包括从零件分析到编写加工指令，再到制成控制介质以及程序校核的全过程。

在编程前首先要进行零件的加工工艺分析，确定加工工艺路线、工艺参数、刀具的运动轨迹、位移量、切削用量（切削速度、进给量、背吃刀量）以及各项辅助功能（换刀、主轴正反转、切削液开关等）；然后，根据数控机床规定的指令及程序格式编写加工程序单，再把这些程序单中的内容记录在控制介质上（如软磁盘、移动存储器、硬盘），检查正确无误后采用手工输入方式或计算机传输方式输入到数控机床的数控装置中，从而指挥数控机床加工零件。

二、数控编程的步骤

数控编程的步骤如图 1—1 所示，主要有以下几方面的内容：



图 1—1 数控编程的步骤

1. 分析零件图样

进行零件轮廓、零件尺寸精度、形位精度、表面粗糙度、技术要求、零件材料、热处理等要求的分析。

2. 确定加工工艺

选择加工方案，确定加工路线，选择定位与夹紧方式，选择刀具，选择各项切削参数，

选择对刀点、换刀点。

3. 数值计算

选择编程原点，对零件图形各基点进行正确的数学计算，为编写程序单做好准备。

4. 编写程序单

根据数控机床规定的指令及程序格式编写加工程序单。

5. 制作控制介质

简单的数控程序直接采用手工方式输入机床，当程序采用自动方式输入机床时，必须制作控制介质。现在大多数程序采用软盘、移动存储器、硬盘作为存储介质，采用计算机传输的方式来输入机床。

6. 校验程序

程序必须经过校验正确后才能使用。一般采用机床空运行的方式进行校验，有图形显示卡的机床可直接在 CRT 显示屏上进行校验，现在有很多学校还采用计算机数控模拟进行校验。但以上方式只能进行数控程序、机床动作的校验，如果要校验加工精度，则需要首件试切校验。

三、数控编程的分类

数控编程可分为手工编程和自动编程两种。

1. 手工编程

手工编程是指编制加工程序的所有过程，即图样分析、工艺处理、数值计算、编写程序单、制作控制介质、程序校验都是由手工来完成。

手工编程不需要计算机、编程器、编程软件等辅助设备及工具，只需要有合格的编程人员。手工编程具有编程快速及时的优点，但其缺点是不能进行复杂曲面的编程。手工编程比较适合加工批量较大、形状简单、计算方便、轮廓由直线或圆弧组成的零件。对于形状复杂的零件，特别是具有非圆曲线、列表曲线及曲面的零件，采用手工编程则比较困难，最好采用自动编程的方法进行编程。

2. 自动编程

自动编程是指用计算机编制数控加工程序的过程。

自动编程的优点是效率高，并能保证程序的正确性。自动编程由计算机代替人工完成复杂的坐标计算和书写程序单的工作，它可以解决许多手工编制无法完成的复杂零件编程难题，但其缺点是必须具备自动编程系统或编程软件。自动编程较适合于形状复杂零件的加工程序编制，如模具加工、多轴联动加工等。

实现自动编程的方法主要有语言式自动编程和图形交互式自动编程两种。前者是通过高级语言的形式表示出全部加工内容，计算机采用批处理方式，一次性处理、输出加工程序。后者是采用人机对话的处理方式，利用 CAD/CAM 功能生成加工程序。

四、数控车床的编程特点与要求

数控车床的编程具有以下特点：

1. 混合编程

在一个程序段中,根据图样上标注的尺寸,可以采用绝对或增量方式编程,也可采用两者混合编程。在 SIEMENS (西门子) 系统中,用 G90/G91 指令来指定绝对尺寸与增量尺寸;而在某些数控系统(如 FANUC)中,则规定直接用地址符 U, W 分别指定 X, Z 坐标轴上的增量值。

2. 径向尺寸以直径量表示

由于被车削零件的径向尺寸在图样标注和测量时均采用直径尺寸表示,所以在直径方向编程时, X (U) 通常以直径量表示。如果要以半径量表示,则通常要用相关指令在程序中进行规定。

3. 径向加工精度高

为提高工件的径向尺寸精度, X 向的脉冲当量取 Z 向的 1/2。

4. 固定循环简化编程

由于车削加工时常用棒料或锻料作为毛坯,加工余量较多,为了简化编程,数控系统采用了不同形式的固定循环,便于进行多次重复循环切削。

5. 刀尖圆弧半径补偿

在数控编程时,常将车刀刀尖看成一个点,而实际的刀尖通常是一个半径不大的圆弧。为了提高工件的加工精度,在编制采用圆弧形车刀的加工程序时,常采用 G41 或 G42 指令来对车刀的刀尖圆弧半径进行补偿。

第二节 数控机床的坐标系

一、机床坐标系

1. 机床坐标系的定义

在数控机床上加工零件,机床的动作是由数控系统发出的指令来控制的。为了确定机床的运动方向和移动距离,就要在机床上建立一个坐标系,这个坐标系就叫机床坐标系,也叫标准坐标系。

2. 机床坐标系中的规定

数控车床的加工动作主要分为刀具的运动和工件的运动两个部分,因此,在确定机床坐标系的方向时规定:永远假定刀具相对于静止的工件而运动。

对于机床坐标系的方向,统一规定增大工件与刀具间距离的方向为正方向。

数控机床的坐标系采用符合右手定则规定的笛卡儿坐标系。如图 1—2a 所示,大拇指的方向为 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。图 1—2b 则规定了转动轴 A, B, C 轴转动的正方向。对工件旋转的主轴(如车床主轴),其正转方向(+C')与+C方向相反。对前置刀架式各类车床,通常所称的“正转”,按标准应为反转(-C'),其“正转”是指习惯上的俗称。

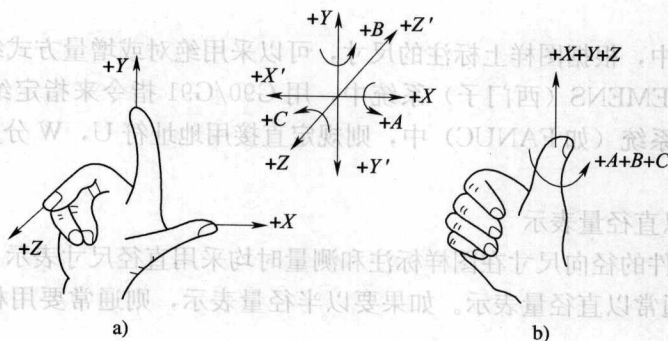


图 1—2 右手笛卡儿坐标系

a) 笛卡儿坐标系 b) 旋转轴方向

3. 机床坐标系的方向

(1) Z 坐标方向

Z 坐标的运动由主要传递切削动力的主轴所决定。对任何具有旋转主轴的机床，其主轴及与主轴轴线平行的坐标轴都称为 Z 坐标轴（简称 Z 轴）。根据坐标系正方向的确定原则，刀具远离工件的方向为该轴的正方向。

(2) X 坐标方向

X 坐标一般为水平方向并垂直于 Z 轴。对工件旋转的机床（如车床），X 坐标方向规定在工件的径向上且平行于车床的横导轨。同时也规定其刀具远离工件的方向为 X 轴的正方向。

确定数控车床 X 坐标方向时，要特别注意前置刀架式数控车床（见图 1—3）与后置刀架式数控车床（见图 1—4）的区别。

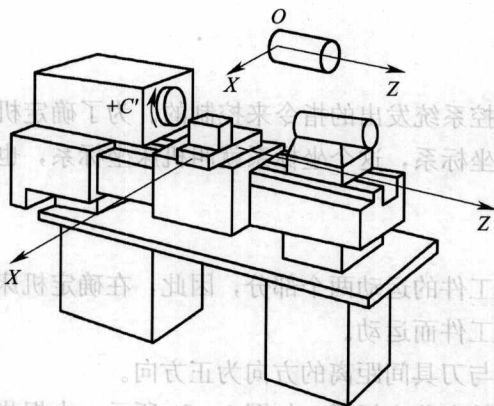


图 1—3 前置刀架式数控车床

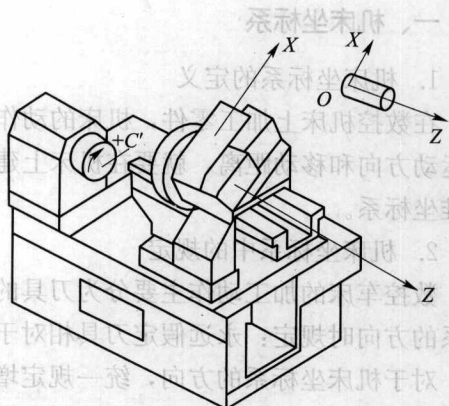


图 1—4 后置刀架式数控车床

(3) Y 坐标方向及确定各轴的方法

Y 坐标垂直于 X, Z 坐标轴。按照右手笛卡儿坐标系确定机床坐标系中各坐标轴时，应根据主轴先确定 Z 轴，然后再确定 X 轴，最后确定 Y 轴。数控车床坐标系如图 1—3、图

1—4 所示。

(4) 旋转轴方向

旋转坐标 A, B, C 对应表示其轴线分别平行于 X, Y, Z 坐标轴的旋转坐标。 A, B, C 坐标的正方向分别规定在沿 X, Y, Z 坐标正方向并按照右旋螺纹旋进的方向, 如图 1—2b 所示。

4. 机床原点与机床参考点

(1) 机床原点

机床原点 (也称机床零点) 是机床上设置的一个固定的点, 即机床坐标系的原点。机床原点在机床装配、调试时就已经调整好, 一般情况下不允许用户进行更改, 因此, 它是一个固定的点。

机床原点又是数控机床进行加工或位移的基准点。大部分数控机床都将机床原点设在卡盘中心处 (见图 1—5), 还有一些数控机床将机床原点设在刀架位移的正向极限点位置 (见图 1—6)。

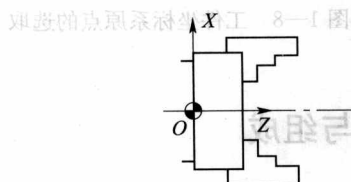


图 1—5 机床原点位于卡盘中心

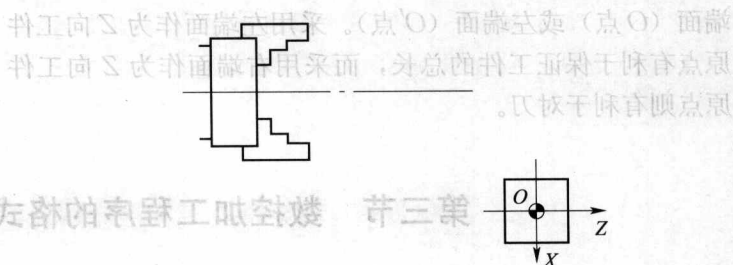


图 1—6 机床原点位于刀架正向运动极限点

(2) 机床参考点

机床参考点是数控机床上一个特殊位置的点, 如图 1—7 所示。通常, 数控车床的第一参考点一般位于刀架正向移动的极限点位置, 并由机械挡块来确定其具体的位置。机床参考点与机床原点的距离由系统参数设定, 其值可以是零, 如果其值为零则表示机床参考点和机床零点重合。

对于大多数数控机床, 开机第一步总是先使机床返回参考点 (即所谓的机床回零)。当机床处于参考点位置时, 系统显示屏上的机床坐标系显示系统参数中设定的数值 (即参考点与机床原点的距离值)。开机回参考点的目的就是为建立机床坐标系, 即通过参考点当前的位置和系统参数中设定的参考点与机床原点的距离值 (如图 1—7 中的 a 和 b) 来反推出机床原点位置。机床坐标系一经建立, 只要机床不断电, 就将始终保持不变, 且不能通过编程来对它进行改变。

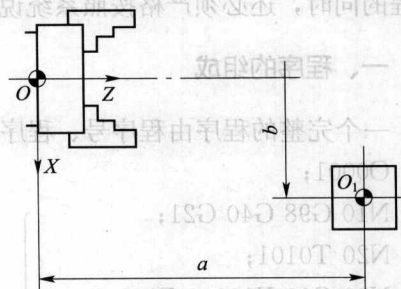


图 1—7 机床原点与参考点

O —机床原点 O_1 —机床参考点

a — Z 向距离参数值 b — X 向距离参数值

机床上除设立了参考点外, 还可用参数来设定第 2, 3, 4 参考点, 设立这些参考点的目

的是为了建立一个固定的点，在该点处数控机床可执行诸如换刀等一些特殊的动作。

二、工件坐标系

1. 工件坐标系
机床坐标系的建立保证了刀具在机床上的正确运动。加工程序的编制通常是针对某一工件并根据零件图样进行的。为了便于尺寸计算与检查，加工程序的坐标原点一般都尽量与零件图样的尺寸基准相一致。这种针对某一工件并根据零件图样建立的坐标系称为工件坐标系（也称编程坐标系）。

2. 工件坐标系原点

工件坐标系原点也称编程原点，该点是指工件装夹完成后，选择工件上的某一点作为编程或工件加工的基准点。

数控车床工件坐标系原点的选取如图 1—8 所示。X 向一般选在工件的回转中心，而 Z 向一般选在完工工件的右端面（O 点）或左端面（O' 点）。采用左端面作为 Z 向工件原点有利于保证工件的总长，而采用右端面作为 Z 向工件原点则有利于对刀。

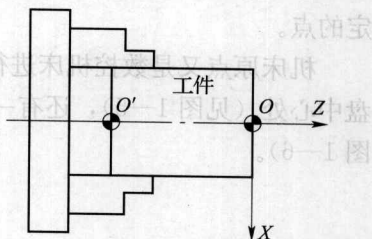


图 1—8 工件坐标系原点的选取

第三节 数控加工程序的格式与组成

每一种数控系统，根据系统本身的特点与编程的需要，都有一定的程序格式，因此，对于不同的数控系统，其程序格式也不尽相同。所以，编程人员在按数控程序的常规格式进行编程的同时，还必须严格按照系统说明书的格式进行编程。

一、程序的组成

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，如下所示：

O0001;	}	程序号
N10 G98 G40 G21;		程序内容
N20 T0101;		
N30 G00 X100.0 Z100.0;		
N40 M03 S800;		
⋮		
N200 G00 X100.0 Z100.0;	}	程序结束
N210 M30;		

1. 程序号

每一个存储在系统存储器中的程序都需要指定一个程序号以相互区别，这种用于区别零件加工程序的代号称为程序号。因为程序号是加工程序开始部分的识别标记（又称为程序

名), 所以同一数控系统中的程序号(名)不能重复。

程序号写在程序的最前面, 必须单独占一行。

FANUC 系统程序号的书写格式为 $O \times \times \times \times$, 其中 O 为地址符, 其后为 4 位数字, 数值范围为 $O0000 \sim O9999$, 在书写时其数字前的零可以省略不写, 如 $O0020$ 可写成 $O20$ 。

SIEMENS 系统中, 程序号由任意字母、数字和下划线组成, 一般情况下, 程序号的前两位多以英文字母开头, 如 $AA123$ 和 $BB456$ 等。

2. 程序内容

程序内容是整个加工程序的核心, 它由许多程序段组成, 每个程序段由一个或多个指令构成, 它表示数控机床中除程序结束外的全部动作。

3. 程序结束

结束部分由程序结束指令构成, 它必须写在程序的最后。

可以作为程序结束标记的 M 指令有 $M02$ 和 $M30$, 它们代表零件加工程序的结束。为了保证最后程序段的正常执行, 通常要求 $M02/M30$ 单独占一行。

此外, 子程序的结束标记因不同的系统而各异, 如 FANUC 系统中用 $M99$ 表示子程序结束后返回主程序; 而在 SIEMENS 系统中, 则通常用 $M17$, $M02$ 或字符“RET”作为子程序的结束标记。

二、程序段的组成

1. 程序段基本格式

程序段是程序的基本组成部分, 每个程序段都由若干个数据字构成, 而数据字又由表示地址的英文字母、特殊文字和数字构成, 如 $X30.0$, $G50$ 等。

程序段格式是指一个程序段中字、字符、数据的排列、书写方式和顺序。通常情况下, 程序段格式有字—地址程序段格式、使用分隔符的程序段格式、固定程序段格式 3 种。后两种程序段格式除在线切割机床中的“3B”或“4B”指令中还能见到外, 已很少使用。因此, 下面主要介绍字—地址程序段格式。

字—地址程序段格式如下:

N	G	X	Y	Z	F	S	T	M	LF
程序 段号	准备 功能	尺寸字			进给 功能	主轴 功能	刀具 功能	辅助 功能	结束 标记

例如: $N50 G01 X30.0 Z30.0 F100 S800 T01 M03$;

2. 程序段的组成

(1) 程序段号

程序段号由地址符“N”开头, 其后为若干位数字。

在大部分系统中, 程序段号仅作为“跳转”或“程序检索”的目标位置指示。因此, 它的大小及次序可以颠倒, 也可以省略。程序段在存储器内以输入的先后顺序排列, 而程序的执行是严格按信息在存储器内的先后顺序一段一段地执行的, 也就是说执行的先后次序与程序段号无关。但是, 当程序段号省略时, 该程序段将不能作为“跳转”或“程序检索”的目

标程序段。

程序段号也可以由数控系统自动生成，程序段号的递增量可以通过“机床参数”进行设置，一般可设定增量值为 10。

(2) 程序段内容

程序段的中间部分是程序段的内容。程序内容应具备 6 个基本要素，即准备功能字、尺寸功能字、进给功能字、主轴功能字、刀具功能字、辅助功能字。但并不是所有程序段都必须包含所有功能字，有时一个程序段内可仅包含其中一个或几个功能字。

如图 1—9 所示，为了将刀具从 P_1 点移到 P_2 点，

必须在程序段中明确以下几点：

- 1) 移动的目标是哪里？
- 2) 沿什么样的轨迹移动？
- 3) 移动的速度是多少？
- 4) 刀具的切削速度是多少？
- 5) 选择哪一把刀具？
- 6) 机床还需要哪些辅助动作？

对于图 1—9 中的直线刀具轨迹，其程序段可写

成如下格式：

N10 G90 G01 X100.0 Z60.0 F100 S300 T01 M03；

如果在该程序段前已指定了刀具功能、转速功能、辅助功能，则该程序段可写成：

N10 G01 X100.0 Z60.0 F100；

(3) 程序段结束

程序段以结束标记“CR (或 LF)”结束，实际使用时，常用符号“；”或“*”表示“CR (或 LF)”。

3. 程序的斜杠跳跃

有时，在程序段的前面有“/”符号，该符号称为斜杠跳跃符号，该程序段称为可跳跃程序段。

例如：/N10 G00 X100.0；

这样的程序段，可以由操作者对程序段和执行情况进行控制。当操作机床使系统的“跳跃程序段”信号生效时，程序执行时将跳过这些程序段；当“跳跃程序段”信号无效时，程序段照常执行，该程序段和不加“/”符号的程序段相同。

4. 程序段注释

为了方便检查、阅读数控程序，在许多数控系统中允许对程序进行注释，注释可以作为对操作者的提示显示在荧屏上，但注释对机床动作没有丝毫影响。

程序的注释应放在程序的最后，不允许将注释插在地址和数字之间。FANUC 系统的程序注释用“()”括起来，SIEMENS 系统的程序注释则跟在“；”之后。本书为了便于读者阅读，一律用“；”表示程序段结束，而用“()”表示程序注释。

例如：O0000；

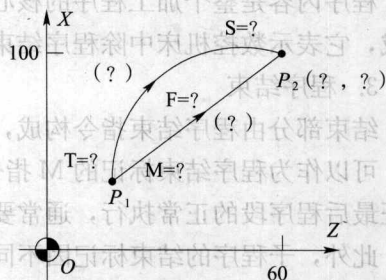


图 1—9 程序段的内容

G98 G40 G21;

(程序初始化) 0.001X 0.001Y 0.001Z

T0101;

(换 1 号刀, 取 1 号刀具补偿)

第四节 数控机床的有关功能

数控系统常用的系统功能有准备功能、辅助功能、其他功能 3 种, 这些功能是编制数控程序的基础。

一、准备功能

准备功能也叫 G 功能或 G 指令, 是用于数控机床做好某些准备动作的指令。准备功能由地址 G 和后面的两位数字组成, 从 G00~G99 共 100 种, 如 G01, G41 等。目前, 随着数控系统的不断升级, 有的系统已采用 3 位数的功能指令, 如 SIEMENS 系统中的 G450, G451 等。

虽然从 G00 到 G99 共有 100 种 G 指令, 但并不是每种指令都有实际意义, 实际上有些指令在国际标准 (ISO) 或我国机械工业行业标准中并没有指定其功能, 这些指令主要用于将来修改标准时指定新功能。还有一些指令, 即使在修改标准时也永不指定其功能, 这些指令可由机床设计者根据需要定义其功能, 但必须在机床的出厂说明书中予以说明。

二、辅助功能

辅助功能也叫 M 功能或 M 指令, 它由地址 M 和后面的两位数字组成, 从 M00~M99 共 100 种。

辅助功能主要是控制机床或系统的开、关等辅助动作的功能指令, 如开、停冷却泵, 主轴正、反转, 程序的结束等。

同样, 由于数控系统以及机床生产厂家的不同, 其 M 指令的功能也不尽相同, 甚至有些 M 指令与 ISO 标准指令的含义也不相同。因此, 一方面迫切需要对数控指令进行标准化; 另一方面, 在进行数控编程时, 一定要按照机床说明书的规定进行。

在同一程序段中, 既有 M 指令又有其他指令时, M 指令与其他指令执行的先后次序由机床系统参数设定。因此, 为保证程序以正确的次序执行, 有很多 M 指令如 M30, M02, M98 等最好以单独的程序段进行编程。

三、其他功能

1. 坐标功能

坐标功能字 (又称尺寸功能字) 用来设定机床各坐标的位移量, 它一般使用 X, Y, Z, U, V, W, P, Q, R (用于指定直线坐标尺寸) 和 A, B, C, D, E (用于指定角度坐标) 及 I, J, K (用于指定圆心坐标点位置尺寸) 等地址为首, 在地址符后紧跟 “+” 或 “-”

号及一串数字,如 X100.0, A+30.0, I+10.0 等。

2. 刀具功能

刀具功能是指系统进行选刀或换刀的功能指令,也称为 T 功能。刀具功能用地址 T 及后缀的数字来表示,常用的刀具功能指定方法有 T4 位数法和 T2 位数法。

(1) T4 位数法

T4 位数法可以同时指定刀具和选择刀具补偿,其 4 位数的前两位数用于指定刀具号,后两位数用于指定刀具补偿存储器号,刀具号与刀具补偿存储器号不一定要相同。目前,大多数数控车床都采用 T4 位数法。

例如: T0101; (表示选用 1 号刀具及 1 号刀具补偿存储器号中的补偿值)

T0102; (表示选用 1 号刀具及 2 号刀具补偿存储器号中的补偿值)

(2) T2 位数法

T2 位数法仅能指定刀具号,刀具存储器号则由其他代码(如 D 或 H 代码)进行选择。同样,刀具号与刀具补偿存储器号不一定要相同。目前,绝大多数的加工中心采用 T2 位数法。

例如: T05 D01; (表示选用 5 号刀具及 1 号刀具补偿存储器号中的补偿值)

3. 进给功能

用来指定刀具相对于工件运动的速度的功能称为进给功能,由地址 F 和其后缀的数字组成。根据加工的需要,进给功能分为每分钟进给和每转进给两种。

(1) 每分钟进给

直线运动的单位为毫米/分钟 (mm/min); 如果主轴是回转轴,则其单位为度/分钟 [$(^{\circ})/\text{min}$]。每分钟进给通过准备功能字 G98 (数控铣床及部分数控车床系统采用 G94) 来指定,其值为大于零的常数。

例如: G98 G01 X20.0 F100; (表示进给速度为 100 mm/min)

(2) 每转进给

在加工螺纹、镗孔过程中,常使用每转进给来指定进给速度,其单位为毫米/转 (mm/r),通过准备功能字 G99 (数控铣床及部分数控车床系统采用 G95) 来指定。

例如: G99 G01 X20.0 F0.2; (表示进给速度为 0.2 mm/r)

在编程时,进给速度不允许用负值来表示,一般也不允许用 F0 来控制进给停止。但在实际操作过程中,可通过机床操作面板上的进给倍率开关来对进给速度值进行修正,因此,通过倍率开关,可以控制进给速度的值为零。至于机床开始与结束进给过程中的加、减速运动,则由数控系统来自动实现,编程时无须进行考虑。

4. 主轴功能

用来控制主轴转速的功能称为主轴功能,也称为 S 功能,由地址 S 和其后缀数字组成。根据加工的需要,主轴的转速分为线速度 v 和转速 n 两种。

(1) 转速 n

转速 n 的单位是转/分钟 (r/min),用准备功能 G97 来指定,其值为大于零的常数。

例如: G97 S1000; (表示主轴转速为 1 000 r/min)

(2) 恒线速度 v