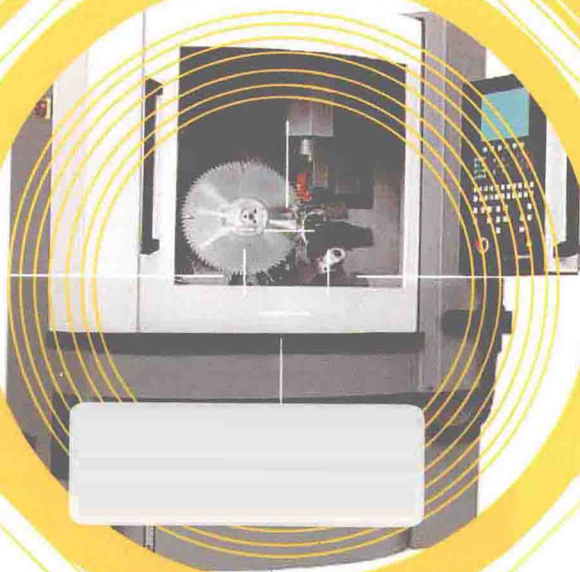




高职高专**机械设计与制造**专业规划教材

数控编程项目化教程

淮 妮 张 华 主 编
王 荪 馨 简 忠 武 副 主 编



赠送
电子课件

本书特色

- ✱ 结构严谨，图文并茂，实用性强
- ✱ 融“教、学、做”为一体，工学结合
- ✱ 理论知识详简得当，配套大量实例与习题，易于掌握
- ✱ 以项目为导向，以任务为驱动，以培养学生的职业技能为主线

清华大学出版社

高职高专机械设计与制造专业规划教材

数控编程项目化教程

淮 妮 张 华 主 编
王 荪 馨 简 忠 武 副 主 编

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书从数控加工的实用角度出发,在介绍数控编程基础知识的基础上,详细介绍了数控编程指令的格式及用法,刀具补偿指令,数控车削、数控铣削、加工中心和线切割等常用数控机床的编程方法。本书内容简明扼要,并按项目教学法、任务引领思路进行编写,力求探索当前职业教育的新形式,强调职业技能实际应用能力的培养。

本书可作为高职高专院校机电类专业数控课程的教学用书,也可作为成人高等教育相关的教学用书,还可供相关的工程技术人员学习与参考。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

数控编程项目化教程/淮妮,张华主编.——北京:清华大学出版社,2014

(高职高专机械设计与制造专业规划教材)

ISBN 978-7-302-36915-8

I. ①数… II. ①淮… ②张… III. ①数控机床—程序设计—高等职业教育—教材 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 131443 号

责任编辑:秦 甲

装帧设计:杨玉兰

责任校对:周剑云

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62791865

印 刷 者:清华大学印刷厂

装 订 者:三河市新茂装订有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:10

字 数:243 千字

版 次:2014 年 8 月第 1 版

印 次:2014 年 8 月第 1 次印刷

印 数:1~3000

定 价:28.00 元

产品编号:050905-01

前言

为了适应高职高专职业教育的发展趋势,按照高等职业教育教学要求,结合高职教育人才培养模式、课程体系和教学内容等相关改革的要求,结合与多家企业合作教学的经验,在多年来课程改革实践的基础上,以项目为导向,以任务为驱动,以学生职业技能的培养为主线,以“必需、够用”为度,编写了本书,力求课程能力服务于专业能力,专业能力服务于岗位能力,推动职业教育行业化改造。

在本书的编写过程中,我们充分考虑到机电类高职学生应具备的知识结构和实践技能,按照现阶段机电类高职学生的理论水平和未来的就业方向,增加了一些简单的数控编程原理性的理论知识,及大量实用性较强的编程实例。在内容安排上注重从浅至深、通俗易懂、图文并茂,力争做到每一个加工指令配备有相应的图形和例题,使学生学完编程指令后能尽快上手编写零件加工的程序。本书在介绍数控编程基础知识和数控编程原理的基础上,对数控车削、数控铣削、加工中心、线切割编程指令和方法做了详细的、较完善的讲解,使学生走出校门后能尽快适应行业企业的需求。另外,目前自动编程已成为编程技术的主流,它能够解决复杂零件的编程问题,因此,本书在项目7中应用UG软件详细介绍了自动编程的方法和步骤。

参加本书编写的有:湖南省平江县职业技术学校苏瞧忠(编写项目1)、咸阳职业技术学院张小粉(编写项目2)、咸阳职业技术学院张华(编写项目3)、咸阳职业技术学院淮妮(编写项目5)、西安理工大学王荪馨(编写项目4)、咸阳职业技术学院仙阿曼(编写项目6)、湖南工业职业技术学院简忠武(编写项目7)。本书由淮妮、张华担任主编,王孙馨、简忠武担任副主编,全书由淮妮、张华负责统稿。

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不足,希望同行专家和读者批评指正。
E-mail: huaini001@163.com。

编 者

目录

项目 1 数控编程基础	1	3.1.2 主轴功能指令	29
1.1 数控编程概述	1	3.1.3 进给功能指令	30
1.1.1 数控编程的概念	1	3.1.4 常用辅助功能指令	31
1.1.2 数控编程的步骤与方法	1	3.2 与坐标系相关的 G 指令	32
1.2 数控机床坐标系	3	3.2.1 工件坐标系的设定	32
1.2.1 机床坐标系	3	3.2.2 绝对和增量编程	33
1.2.2 工件坐标系	5	3.2.3 坐标平面的选择	34
1.3 数控编程基础知识	6	3.3 基本运动控制指令	34
1.3.1 程序的结构	6	3.3.1 快速移动指令	34
1.3.2 程序段格式	7	3.3.2 直线插补指令	35
1.3.3 常用 G 代码	8	3.3.3 圆弧插补指令	36
知识小结	11	知识小结	38
课后练习	11	课后练习	39
项目 2 数控插补原理与数学处理	12	项目 4 数控车削编程	40
2.1 数控插补原理	12	4.1 数控车削工艺基础	40
2.1.1 数控插补的概念	12	4.1.1 数控车削加工工艺范围	41
2.1.2 数控插补的种类	13	4.1.2 工件在数控车床上的装夹 与定位	42
2.2 逐点比较插补法	14	4.1.3 数控车削常用刀具及选择	44
2.2.1 逐点比较插补法的原理 与步骤	14	4.2 数控车的刀具补偿及设定	47
2.2.2 逐点比较直线插补	14	4.2.1 车刀刀具补偿的种类及意义	48
2.2.3 逐点比较法圆弧插补	17	4.2.2 数控车手动对刀方法	49
2.3 数控编程中的数学处理	22	4.2.3 刀尖圆弧半径补偿指令	51
2.3.1 基点、节点坐标计算	22	4.3 数控车单一固定循环指令编程	54
2.3.2 刀位点轨迹的计算	24	4.3.1 纵向车削单一循环 G90	54
2.3.3 辅助计算	24	4.3.2 横向车削单一循环 G94	57
知识小结	26	4.4 数控车削复合循环指令编程	59
课后练习	27	4.4.1 内、外圆粗车复合 循环指令 G71	59
项目 3 基本编程指令	28	4.4.2 端面粗车复合循环指令 G72 ...	60
3.1 基本编程功能指令	28	4.4.3 固定形状粗车循环指令 G73 ...	60
3.1.1 刀具功能指令	28	4.4.4 精加工复合循环指令 G70	61

4.4.5 复合循环指令应用实例.....	61	课后练习	117
4.5 螺纹加工指令	64	项目 6 数控电火花线切割编程	119
4.5.1 螺纹的加工相关基本知识.....	65	6.1 电火花线切割加工原理及	
4.5.2 常见螺纹数控加工编程指令....	67	工艺特点	119
4.5.3 圆柱外螺纹的加工实例.....	69	6.1.1 电火花线切割加工概述	119
知识小结	74	6.1.2 电火花线切割加工机床	120
课后练习	74	6.1.3 电火花线切割加工工艺	123
项目 5 数控铣削及加工中心编程	76	6.2 数控电火花线切割加工编程	127
5.1 数控铣削工艺基础.....	76	6.2.1 数控电火花线切割加工	
5.1.1 数控铣削加工工艺范围及		编程基础	127
铣削方式	76	6.2.2 数控电火花线切割加工	
5.1.2 工件在数控铣床上的装夹		3B 编程方法	128
与定位	79	6.2.3 数控电火花线切割加工	
5.1.3 数控铣削常用的刀具与选择....	80	ISO 格式编程	130
5.2 数控铣削刀具补偿	86	知识小结	135
5.2.1 数控铣削刀具半径补偿	86	课后练习	135
5.2.2 数控铣削刀具长度补偿	90	项目 7 自动编程	136
5.3 数控铣削固定循环指令	92	7.1 常用自动编程软件简介	137
5.3.1 FANUC 数控铣削固定		7.1.1 CAD/CAM 简介	137
循环的特征	92	7.1.2 常用 CAD/CAM 软件介绍	137
5.3.2 常用铣削固定循环编程方法....	93	7.2 NX UG 6.0 软件的自动编程.....	139
5.4 数控铣削简化编程方法	97	7.2.1 NX UG 6.0 软件二维	
5.4.1 子程序的调用	97	编程介绍	139
5.4.2 旋转编程指令	99	7.2.2 NX UG 6.0 软件三维	
5.4.3 镜像及比例缩放编程指令	100	编程介绍	145
5.4.4 极坐标编程指令	103	知识小结	151
5.5 数控加工中心编程	107	课后练习	152
5.5.1 加工中心编程基础	107	参考文献	153
5.5.2 加工中心编程指令	112		
知识小结	117		

项目1 数控编程基础

项目目标

- 了解数控编程基本概念。
- 掌握数控编程的基本内容、主要步骤。
- 掌握数控机床坐标系、工件坐标系的确定方法。
- 掌握加工程序的基本组成、程序的基本结构和类型。

任务引入

如下一个完整的零件加工程序都包括哪些内容？由哪几部分组成？

```
%1000  
N01 G00 U50 W60  
N10 G01U100 W500 F150 S300 M03  
N20...  
:  
N200 M30
```

任务分析

数控加工程序表达的是数控加工的整个过程，要熟悉程序的内容，必须熟知数控机床的编程方法、步骤，数控机床相关的坐标系，程序的格式，常用的代码等。

相关知识

1.1 数控编程概述

1.1.1 数控编程的概念

零件在加工前，首先要根据零件图纸，分析零件如何才能在数控机床上被加工出来；然后抽取零件的加工信息(包括零件的加工顺序，工件与刀具的相对运动轨迹、方向、位移量，工艺参数如主轴转速、进给量、切削深度等，辅助操作如主轴变速、刀具交换、冷却液开关、工件夹紧松开等)，再按一定的格式，用规定的代码编写加工程序单，并将程序单的内容记录在程序介质上，最后传送至数控装置从而控制数控机床进行加工。从分析零件图纸开始到编写零件加工程序并制作控制介质的过程，称为数控编程。

1.1.2 数控编程的步骤与方法

数控机床的程序编制主要包括分析零件图样、工艺处理、数学处理、编写程序清单、

程序输入、程序校验及首件试切。因此，数控程序编制也就是由分析零件图样到首件试切的全过程，如图 1-1 所示。

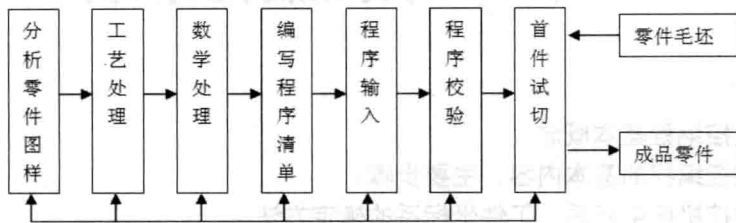


图 1-1 数控编程的步骤

1. 数控编程的步骤

1) 分析零件图样

分析零件的材料、形状、尺寸、精度及毛坯形状和热处理等。

2) 工艺处理

确定数控加工工艺过程时，在遵循一定的工艺原则的基础上，确定加工方案、加工顺序，设计夹具，选择刀具，确定走刀路线、切削用量等，并正确选择对刀点及切入方式。

3) 数学处理

建立工件坐标系，确定刀具的运动路线，对直线要计算起点、终点坐标，对圆弧要计算起点、终点、圆心坐标、半径值，还要计算几何元素的交点、切点坐标以及刀具中心运动轨迹坐标(复杂零件或不规则零件的坐标点不好找，可以借助 CAD 画图求出)。

4) 编写程序清单

编写程序清单即按一定的格式，用规定的代码逐段编写加工程序。另外还要填写相关的工艺文件，包括数控加工工序卡片、数控刀具卡片、机床调整单等。

5) 程序输入

以前用穿孔带作为介质，通过纸带阅读机送入数控系统。现在可以直接用键盘输入，或在计算机中编好后通过相应的软件及接口传入程序。

6) 程序校验和首件试切

程序校验和首件试切是对数控编程的检查步骤。检查方法可以是机床空运转，或通过图形显示刀具轨迹，或通过动态模拟刀具与工件的加工过程。要检查被加工零件的加工精度和表面粗糙度，则必须进行首件试切；发现问题可及时采取措施加以纠正。

在具有图形显示功能的机床上，用静态显示(机床不动)或动态显示(模拟工件的加工过程)的方法，则更为方便。上述方法只能检查运动轨迹的正确性，不能判别工件的加工误差。因此要进行首件试切查出程序单是否有错，还可知道加工精度是否符合要求。

2. 数控编程的方法

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

手工编程是指主要由人工来完成数控编程中各个阶段的工作。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:耗费时间较长,容易出现错误,无法胜任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,编程时间较长。

2) 自动编程

自动编程也称为计算机辅助编程,即程序编制工作的大部分或全部由计算机完成。如完成坐标值计算、编写零件加工程序单等,有时甚至能进行工艺处理。例如,使用 Mastercam、CAXA、UG 等软件可先画出零件的二维图或三维实体图,设置好加工参数、路径,可以自动生成加工程序。自动编程编出的程序还可通过计算机或自动绘图仪进行刀具运动轨迹的检查,编程人员可以及时检查程序是否正确,并及时修改。自动编程大大减轻了编程人员的劳动强度,提高效率几十倍乃至上百倍,同时解决了手工编程无法解决的许多复杂零件的编程难题。工作表面形状愈复杂,工艺过程愈烦琐,自动编程的优势愈明显。

自动编程的主要类型有数控语言编程(如 APT 语言)、图形交互式编程(如 CAD/CAM 软件)、语音式自动编程和实物模型式自动编程等。

1.2 数控机床坐标系

标准坐标系采用右手直角笛卡儿坐标系,其坐标命名为 X 、 Y 、 Z ,常称为基本坐标系,如图 1-2 所示。右手的大拇指、食指和中指互相垂直时,拇指的方向为 X 坐标轴的正方向,食指方向为 Y 坐标轴的正方向,中指方向为 Z 坐标轴的正方向。

以 X 、 Y 、 Z 坐标轴线或以与 X 、 Y 、 Z 坐标轴平行的坐标轴线为中心旋转的圆周进给坐标轴分别用 A 、 B 、 C 表示,根据右手螺旋定理,分别以大拇指指向 $+X$ 、 $+Y$ 、 $+Z$ 方向,其余四指方向则分别为 $+A$ 、 $+B$ 、 $+C$ 轴的旋转方向。

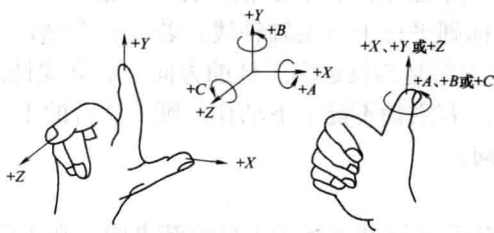


图 1-2 右手直角笛卡儿坐标系

1.2.1 机床坐标系

为了确定机床各运动部件的运动方向和移动距离,需要在机床上建立一个坐标系,这个坐标系就叫作机床坐标系。

机床坐标系是以机床原点为坐标原点建立的坐标系。机床原点(又称机械原点)即机床

坐标系的原点，是机床上一个固定点，其位置是由机床设计和制造单位确定的，通常不允许用户改变。数控车床的机床原点一般为主轴回转中心与卡盘后端面的交点。数控铣床的机床原点定义在 X 轴、 Y 轴和 Z 轴正方向运动到达的极限位置，如图 1-3 所示。

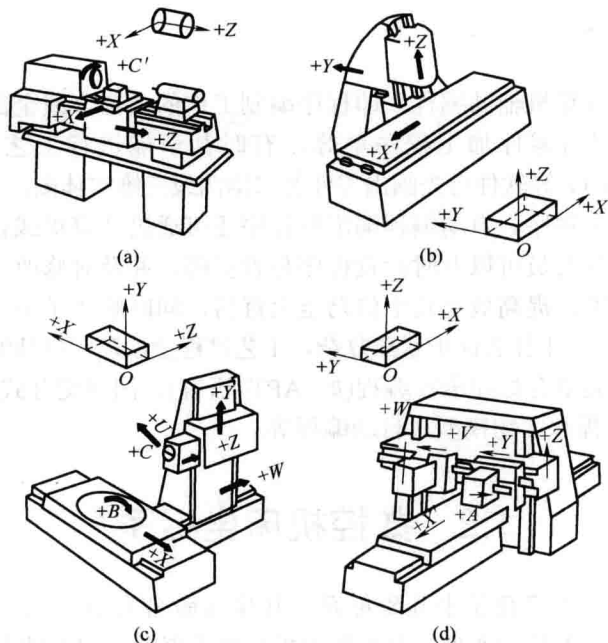


图 1-3 数控机床坐标系

1. 数控机床各坐标轴及其正方向的确定原则

(1) 先确定 Z 轴。

以平行于机床主轴的刀具运动坐标为 Z 轴，若有多根主轴，则可选垂直于工件装夹面的主轴为主要主轴， Z 坐标则平行于该主轴轴线。若没有主轴，则规定垂直于工件装夹面的坐标轴为 Z 轴， Z 轴正方向是刀具远离工件的方向。如立式铣床，主轴箱的上、下即可定为 Z 轴，且是向上为正；若主轴不能上下动作，则工作台的上、下便为 Z 轴，此时工作台向下运动的方向定为正向。

(2) 再确定 X 轴。

X 轴为水平方向且垂直于 Z 轴并平行于工件的装夹面。在工件旋转的机床(如车床、外圆磨床)上， X 轴的运动方向是径向的，与横向导轨平行。刀具离开工件旋转中心的方向是正方向。对于刀具旋转的机床，若 Z 轴为水平(如卧式铣床、镗床)，则沿刀具主轴后端向工件方向看，右手平伸出方向为 X 轴正向；若 Z 轴为垂直(如立式铣、镗床，钻床)，则从刀具主轴向床身立柱方向看，右手平伸出方向为 X 轴正向。

(3) 最后确定 Y 轴。

在确定了 X 、 Z 轴的正方向后，即可按右手直角笛卡儿定则定出 Y 轴正方向。如图 1-4 是数控机床坐标系示例。

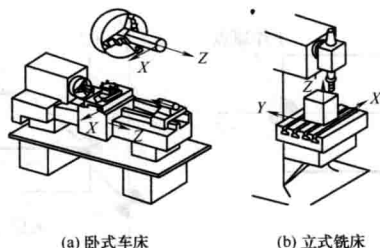


图 1-4 数控机床坐标系示例

2. 机床参考点

机床参考点也是机床上一个固定点，它是用机械挡块或电气装置来限制刀架移动的极限位置。主要用来给机床坐标系一个定位。因为如果每次开机后无论刀架停留在哪个位置，系统都把当前位置设定成(0,0)，这就会造成基准的不统一。

数控机床在开机后首先要进行回参考点(也称回零点)操作。机床在通电之后，返回参考点之前，不论刀具处于什么位置，此时 CRT 上显示的 X、Y、Z 的坐标值均为 0。只有完成了返回参考点操作后，刀具运动到机床参考点，此时 CRT 上显示出刀具基准点在机床坐标系中的坐标值，即建立了机床坐标系。图 1-5 所示为数控车床机床原点与参考点的位置关系。

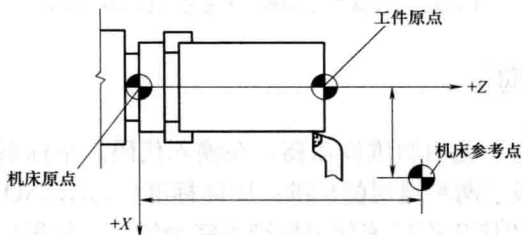


图 1-5 数控车床的机床原点与参考点

1.2.2 工件坐标系

工件坐标系原点在机床坐标系中称为调整点。编程人员为了方便计算，在编写零件加工程序时通常要选择零件图纸上的某一固定点为原点建立坐标系，称为工件坐标系，该固定点即为工件坐标系原点。在加工时，工件随夹具在机床上安装后，测量工件坐标系原点与机床原点之间的距离，这个距离称为工件坐标系原点偏置(即工件坐标系相对于机床坐标系的偏置值)，如图 1-6 所示。该偏置值需要预存到数控系统中，在加工时，工件原点偏置值便能自动附加到机床坐标系上，使数控系统可按工件坐标系确定加工时的坐标值。因此，编程人员可以不考虑工件在机床上的安装位置和安装精度，而利用数控系统的原点偏置功能，通过工件原点偏置值来补偿工件的安装误差，使用起来非常方便。现在多数数控机床都具有这种功能。

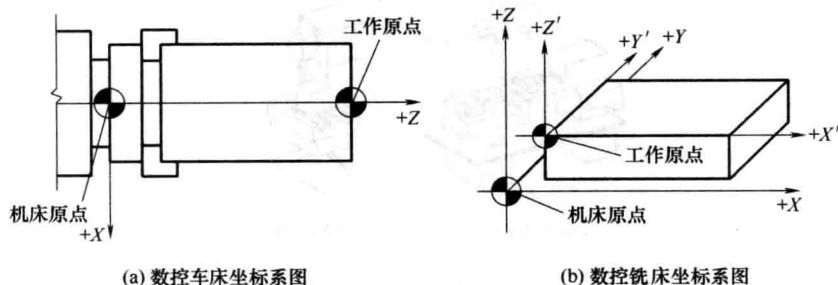


图 1-6 机床坐标系与工件坐标系

注意事项:

- (1) 工件坐标系与机床坐标系的联系: 二者坐标轴平行、同向, 但原点不同; 可通过对刀, 用 G92、G54 等指令建立二者的联系。
- (2) 工件坐标系设定的依据: 一是要符合零件图样尺寸的标注习惯; 二是要便于编程时运动轨迹的计算, 一般可以选择零件图样上的设计基准或工艺基准为工件原点建立工件坐标系。例如车削加工零件时, 工件原点可选择在工件右端面中心点, 或工件左端面中心点, 或卡盘前端面中心点; 铣削加工时, 工件原点可选择在工件上表面中心点。

1.3 数控编程基础知识

1.3.1 程序的结构

为了满足设计、制造、使用和维修需要, 在输入代码、坐标系统、加工指令及程序段格式方面, 国际上已形成了两种通用的标准: 国际标准化组织(ISO)标准和美国电子工业学会(EIA)标准。由于数控机床生产厂家使用标准不完全统一, 使用代码、指令含义也不完全相同, 因此需参照机床编程手册编写零件加工程序单。

一个完整的数控加工程序是由若干程序段组成; 每个程序段由序号、若干代码字和结束符号组成, 并且是能按照一定顺序排列、能使数控机床完成某特定动作的一组指令; 每个指令都是由地址字符和数字所组成。

例如某加工程序:

O1234	程序名
N001 G01 X80 Z-30 F0.2 S300 T0101 M03	程序内容
N002 X120 Z-60	
...	
N125 G00 X500 Z200 M02	程序结束

这表示一个完整的加工程序, 它由 125 个程序段按操作顺序排列而成。整个程序以“O”开始, 以 M02 作为全程序的结束。

一个完整的程序, 一般由程序名、程序内容和程序结束三部分组成。

1. 程序名(程序号)

程序名即为程序的开始部分。为了区别存储器中的程序,每个程序都要有程序编号,在编号前采用程序编号地址码。如在 FANUC 系统中,一般采用英文字母 O 作为程序编号地址码,其他系统有的采用 P、%以及“:”等。

2. 程序内容

程序内容部分是整个程序的核心。它由许多程序段组成,每个程序段由一个或多个指令构成,它表示数控机床要完成的全部动作。程序开头的几个程序段,一般先进行选刀、换刀、设定切削用量,规定主轴转向、是否使用冷却液等工作,还要用 G54~G59 或 G92 设置编程的原点。然后书写工件各表面加工的内容。

3. 程序结束

指令 M02 或 M30 作为整个程序结束的符号。M30 与 M02 的不同点在于,前者程序结束后自动返回刚执行过的程序的起始处,准备接下去启动机床加工下一个(相同的)工件,而无需人工进行查找和调用等操作;后者只是纯粹的程序结束。

1.3.2 程序段格式

零件的加工程序是由程序段组成的。每个程序段由若干个数据字组成,每个字是控制系统的具体指令,它是由表示地址的英语字母、特殊文字和数字集合而成的。

程序段格式是指一个程序段中字、字符、数据的书写规则,通常有以下三种格式。

1. 字-地址程序段格式

字-地址程序段格式是由语句号字、数据字和程序段结束组成。各字前有地址,各字的排列顺序要求不严格,数据的位数可多可少,不需要的字以及与上一程序段相同的续效字可以不写。该格式的优点是程序简短、直观以及容易检验、修改,故该格式在目前广泛使用。字-地址程序段格式如下:

N-G-X-Y-Z-F-S-T-M-LF

例如, N40 G01 X25 Y-36 Z50 F100 S300 T02 M03 LF

程序段内各字的说明如下。

(1) 语句号字(N): 用以识别程序段的编号。用地址码 N 和后面的若干位数字来表示。例如, N40 表示该语句的语句号为 40。

(2) 准备功能字(G): G 功能是使数控机床做某种操作的指令,用地址符 G 和两位数字来表示,从 G00 到 G99 共 100 种。

(3) 尺寸字(X、Y、Z 等): 尺寸字由地址码、+、-符号及绝对值(或增量)的数值构成。尺寸字的地址码有 X、Y、Z、U、V、W、P、Q、R、A、B、C、I、J、K、D 等。例如: X20 Y-40。

尺寸字的“+”可省略。表示地址码的英文字母的含义见表 1-1。

表 1-1 地址码中英文字母的含义

地 址 码	含 义	地 址 码	含 义
O、P	程序号、子程序号	P、Q、R	平行于 X、Y、Z 坐标的第三坐标
N	程序段号	A、B、C	绕 X、Y、Z 坐标的转动
X、Y、Z	X、Y、Z 方向的主运动	I、J、K	圆弧中心坐标
U、V、W	平行于 X、Y、Z 坐标的第二坐标	D、H	补偿号指定

(4) 进给功能字(F): 它表示刀具中心运动时的进给速度。它由地址码 F 和后面若干位数字构成。这个数字的单位取决于每个数控系统所采用的进给速度的指定方法。如 F100 表示进给速度为 100mm/min, 有的以 F**表示后两位既可以是代码, 也可以是进给量的数值。

(5) 主轴转速功能字(S): 由地址码 S 和其后的若干位数字组成, 单位为转速的单位 (r/min)。例如, S800 表示主轴转速为 800 r/min。

(6) 刀具功能字(T): 由地址码 T 和若干位数字组成。刀具功能字的数字是指定的刀号。数字的位数由所用系统决定。例如, T04 表示第四号刀。

(7) 辅助功能字(M 功能): 辅助功能表示一些机床辅助动作的指令, 用地址码 M 和后面两位数字表示。从 M00 到 M99 共 100 种。

(8) 程序段结束符: 它写在每一程序段之后, 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”或“LF”。有的用符号“;”或“+”表示。

2. 使用分隔符的程序段格式

使用分隔符的程序段格式预先规定了输入时可能出现的字的顺序, 在每个字前写一个分隔符 HT, 这样就可以不使用地址符, 只要按规定的顺序把相应的数字跟在分隔符后面就可以了。

使用分隔符的程序段与字-地址程序段的区别在于用分隔符代替了地址符。在这种格式中, 重复的可以不写, 但分隔符不能省略。若程序中出现连在一起的分隔符, 表明中间略去了一个数据字。使用分隔符的程序格式一般用于功能不多且较固定的数控系统, 但程序不直观, 容易出错。

3. 固定程序段格式

固定程序段格式的程序段既无地址码也无分隔符, 各字的顺序及位数是固定的, 重复的字不能省略, 所以每个程序段的长度都是一样的。这种格式的程序段相对较长且不直观, 目前很少使用。

1.3.3 常用 G 代码

准备功能包括数控轴的基本移动、程序暂停、平面的选择、坐标设定、刀具补偿、固定循环、公英制转换等, 常用代码如表 1-2 所示。

G 代码分为模态代码和非模态代码。代码表中按代码的功能进行了分组, 标有相同字母(或数字)的为一组, 其中 00 组的代码为非模态代码, 其余为模态代码。非模态代码只在本程序段中有效, 模态代码可在连续多个程序段中一直有效, 直到被同组的其他代码所取代。

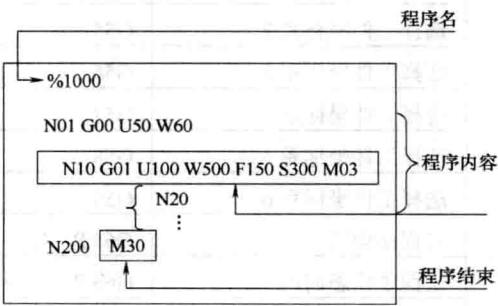
表 1-2 FANUC 系统常用准备功能一览表

G 指令	组 别	功 能	程序格式及说明
▲G00	01	快速点定位	G00 X(U) Z(W) ;
G01		直线插补	G01 X(U) Z(W) F ;
G02		顺时针方向圆弧插补	G02 X(U) Z(W) R F ;
G03		逆时针方向圆弧插补	G03 X(U) Z(W) I K F ;
G04	00	暂停	G04 X;或 G04 U; 或 G04 P ;
G20	06	英制输入	G20;
G21		米制输入	G21;
G27	00	返回参考点检查	G27 X Z ;
G28		返回参考点	G28 X Z ;
G30		返回第 2、3、4 参考点	G30 P3 X Z ; 或 G30 P4 X Z ;
G32	01	螺纹切削	G32 X Z F ;(F 为导程)
G34		变螺距螺纹切削	G34 X Z F K ;
▲G40	07	刀尖半径补偿取消	G40 G00 X(U) Z(W) ;
G41		刀尖半径左补偿	G41 G01 X(U) Z(W) F ;
G42		刀尖半径右补偿	G42 G01 X(U) Z(W) F ;
G50	00	坐标系设定或主轴最大速度设定	G50 X Z ; 或 G50 S ;
G52		局部坐标系设定	G52 X Z ;
G53		选择机床坐标系	G53 X Z ;
▲G54	14	选择工件坐标系 1	G54;
G55		选择工件坐标系 2	G55;
G56		选择工件坐标系 3	G56;
G57		选择工件坐标系 4	G57;
G58		选择工件坐标系 5	G58;
G59		选择工件坐标系 6	G59;
G65	00	宏程序调用	G65 P L <自变量指定>;
G66	12	宏程序模态调用	G66 P L <自变量指定>;
▲G67		宏程序模态调用取消	G67;
G70	00	精车循环	G70 P Q ;

续表

G 指令	组 别	功 能	程序格式及说明
G71	00	粗车循环	G71 U R ； G71 P Q U W F ；
G72		端面粗车复合循环	G72 W R ； G72 P Q U W F ；
G73		多重车削循环	G73 U W R ； G73 P Q U W F ；
G74		端面深孔钻削循环	G74 R ； G74 X(U) Z(W) P Q R F ；
G75		外径/内径钻孔循环	G75 R ； G75 X(U) Z(W) P Q R F ；
G76		螺纹切削复合循环	G76 P Q R ； G76 X(U) Z(W) R P Q F ；
G90	01	外径/内径切削循环	G90 X(U) Z(W) F ； G90 X(U) Z(W) R F ；
G92		螺纹切削复合循环	G92 X(U) Z(W) F ； G92 X(U) Z(W) R F ；
G94		端面切削循环	G94 X(U) Z(W) F ； G94 X(U) Z(W) R F ；
G96	02	恒线速度控制	G96 S ；
▲G97		取消恒线速度控制	G97 S ；
G98	05	每分钟进给	G98 F ；
▲G99		每转进给	G99 F ；

任务解析



知识小结

1. 数控编程基本概念。
2. 数控编程的基本内容、主要步骤。
3. 数控机床坐标系、编程坐标系确定方法。
4. 加工程序的基本组成、程序的基本结构和类型。

课后练习

1. 数控机床与普通机床加工的步骤有什么区别？
2. 试区别手工编程和自动编程的过程以及适用场合。
3. 程序段格式一般有哪几种？
4. 简要说明数控机床坐标轴的确定原则。
5. 什么叫模态指令和非模态指令？
6. 标出图 1-7 中各机床的坐标系。

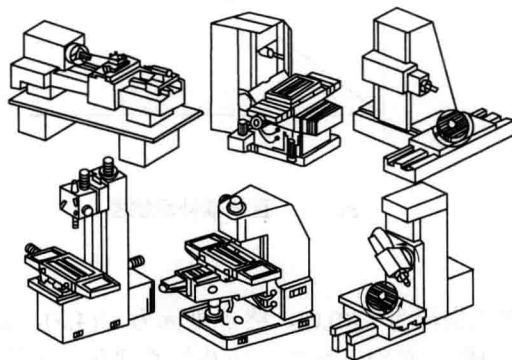


图 1-7 各类机床简图