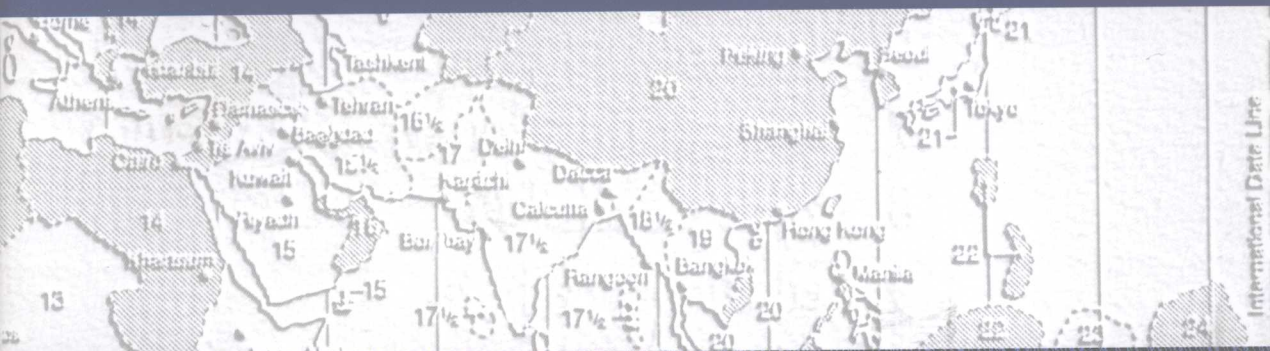




卓越系列 · 21 世纪高职高专精品规划教材



数控加工工艺与编程

(数控铣部分)

NUMERICAL CONTROL PROCESSING
CRAFT AND PROGRAMMING
(NUMERICAL CONTROL MILLING PART)

主 编 闫华明
副主编 徐晓峰 李承浩



天津大学出版社
TIANJIN UNIVERSITY PRESS

要 容 内

Numerical Control Proccsing Craft and Programming

数控加工工艺与编程

(Numerical Control Milling Part)
(数控铣部分)

主 编 闫华明
副主编 徐晓峰 李承浩
参 编 付振山



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书采用任务驱动方式编写教学内容,包括三大学习情境,分别是数控编程、数控加工工艺、数控加工。其中包括 20 个学习任务,每个学习任务就是完成一个典型零件的编程加工任务,每个任务都穿插一个或多个知识点作为重点教学内容。在每个学习情境开始部分增加情境综述内容作为本情境学习的基础,以学习够用为原则合理分布理论知识体系,每个学习任务都采用理论、实践一体化教学。

本书采用华中世纪星 HNC-21T 数控系统为载体,进行数控编程和仿真加工。

本书可作为高职高专机电类有关数控机械加工制造及模具设计专业的应用教材,也可作为数控技能鉴定的培训学习用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控加工工艺与编程. 数控铣部分/闫华明主编. —天津:
天津大学出版社, 2009. 2

ISBN 978-7-5618-2935-6

I. 数… II. 闫… III. ①数控机床:铣床-加工工艺-高等学校:技术学校-教材②数控机床:铣床-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(2009)第 016627 号

出版发行 天津大学出版社

出 版 人 杨欢

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647 邮购部:022-27402742

印 刷 廊坊市长虹印刷有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 169mm×239mm

印 张 21.25

字 数 453 千

版 次 2009 年 2 月第 1 版

印 次 2009 年 2 月第 1 次

印 数 1-3 000

定 价 34.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前 言

教材改革是国家示范性高等职业院校建设项目中的一项重要建设任务。本书依照教育部高职高专教材改革发展要求,借鉴和吸收德国等国家的先进教育理念,采用任务驱动的方式组织编写,可实现理论、实践一体化教学,体现“工学结合”的教学模式。

教材内容主要包括三大学习情境,共计 20 个学习任务。其中学习情境一是数控编程,包括 3 部分,分别是数控编程基础编程 10 个学习任务、自动编程 1 个学习任务、宏程序 2 个学习任务;学习情境二是数控加工工艺,包括 5 个学习任务;学习情境三是数控加工,包括两部分,分别是仿真加工 1 个学习任务,实际操作加工 1 个学习任务。每个学习任务就是一个典型零件完整的加工过程,每个任务在理论阐述中都穿插着一个或多个知识点作为重点教学内容。

教材内容由浅入深、逐步过渡,将不同知识点融入不同的任务中,通过多任务的学习,实现由单一知识体系到综合、多领域知识体系的有机结合,实现由单一的理论学习到理论、实践一体化的教学改革。

本书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。在技能培养方面以数控加工实践能力为主,工艺与编程能力为辅。

通过学习本课程,学生能够较全面地掌握数控工艺知识和数控机床编程技巧,熟练编制出符合加工工艺过程的程序,并完成工件从装卡定位到加工出合格的零件整个过程。

总之,本书将技能和知识有机结合,符合高职高专“工学结合”人才培养模式的指导思想;本书坚持结构层次递进、语言表述尽量浅显易懂,符合读者的认知规律。

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意见,得到华东数控设备有限公司梁勇工程师以及光威渔具有限公司副总张立军工程师的很大帮助,同时也得到华中设备有限公司多名工程师的指导,在此表示衷心的感谢。

本书由威海职业学院闫华明主编,徐晓峰、李承浩为副主编,付振山参编,闫华明策划和统稿。

由于编者水平所限,书中难免存在错误和不妥之处,敬请广大读者批评、指正。

编者

2009 年 1 月

目 录

学习情境一 数控编程	(1)
一、数控编程基础	(1)
任务一 正六边形垫块加工——G01 (G00)、G20/G21	(13)
任务二 端盖加工——G02、G03 (G17、G18、G19)	(20)
任务三 箱盖加工——G40、G41、G42	(29)
任务四 缸盖加工——G43、G44、G49	(40)
任务五 模具加工——M98、M99	(49)
任务六 齿轮泵盖加工——G73、G74、G76、G80~G89	(55)
任务七 阀盖加工——G15/G16	(71)
任务八 凸台加工——G50/G51	(78)
任务九 离合器加工——G68/G69	(83)
任务十 拨盘加工——G50.1/G51.1	(90)
二、宏程序	(95)
任务十一 正弦曲线槽体的加工	(109)
任务十二 椭圆轴端盖的加工	(113)
三、自动编程	(119)
任务十三 泵体端盖底板的加工	(147)
学习情境二 数控加工工艺	(172)
任务十四 转接盘的加工——零件图分析方法	(175)
任务十五 平面凸轮槽的加工——工序划分、加工余量的确定方法	(189)
任务十六 球面底座的加工——刀具的选择方法	(207)
任务十七 棘轮的加工——切削用量的选择方法	(223)
任务十八 连杆的加工——工序余量及尺寸链计算方法	(234)
学习情境三 数控加工	(246)
一、数控仿真软件的应用	(246)
二、数控铣床操作	(269)
任务十九 心形凹模零件的仿真加工	(285)
任务二十 复合零件的数控加工	(294)
附录	(305)
附录1 铁碳合金的基础知识	(305)
附录2 切削液的基本知识	(306)
附录3 刀具磨损的基本知识	(310)

附录 4 切削用量参数选择表	(311)
附录 5 FANUC 0i-Mate 数控系统 G 代码指令集	(313)
附录 6 FANUC 数控铣床和加工中心 M 代码指令集	(315)
附录 7 数控铣(加工中心)操作工国家职业标准	(316)
参考文献	(331)
(1)	第一章 绪论
(13)	第一节 数控加工的发展概况
(20)	第二节 数控加工的应用
(23)	第三节 数控加工的特点
(40)	第四节 数控加工的分类
(43)	第五节 数控加工的发展前景
(52)	第六节 数控加工的安全
(57)	第七节 数控加工的环境
(58)	第八节 数控加工的经济性
(63)	第九节 数控加工的社会效益
(80)	第十节 数控加工的环境保护
(92)	第十一节 数控加工的安全
(100)	第十二节 数控加工的环境
(113)	第十三节 数控加工的经济性
(119)	第十四节 数控加工的社会效益
(147)	第十五节 数控加工的环境保护
(152)	第十六节 数控加工的安全
(171)	第十七节 数控加工的环境
(181)	第十八节 数控加工的经济性
(207)	第十九节 数控加工的社会效益
(222)	第二十节 数控加工的环境保护
(231)	第二十一节 数控加工的安全
(242)	第二十二节 数控加工的环境
(248)	第二十三节 数控加工的经济性
(248)	第二十四节 数控加工的社会效益
(269)	第二十五节 数控加工的环境保护
(282)	第二十六节 数控加工的安全
(284)	第二十七节 数控加工的环境
(302)	第二十八节 数控加工的经济性
(307)	第二十九节 数控加工的社会效益
(308)	第三十节 数控加工的环境保护
(310)	第三十一节 数控加工的安全

学习情境一 数控编程

一、数控编程基础

知识要点

- 数控编程的主要内容及步骤,编程的种类,程序的结构与格式;
- 建立数控坐标系的种类与方法;
- 常用编程种类、编程规则与编程方法。



(一)数控编程概述

数控编程是数控加工的重要步骤。用数控机床对零件进行加工时,首先对零件进行加工工艺分析,以确定加工方法、加工工艺路线,正确地选择数控机床刀具和装夹方法;然后,按照加工工艺要求,根据所用数控机床规定的指令代码及程序格式,将刀具的运动轨迹、位移量、切削参数(主轴转速、进给量、吃刀深度等)以及辅助功能(换刀、主轴正转/反转、切削液开/关等)编写成加工程序单,传送或输入到数控装置中,从而指挥机床加工零件。

1. 数控编程的步骤

如图 1.1 所示,数控编程的步骤包括工艺分析、数值计算、程序单编写、程序的传输或录入、程序的校对与零件的试切。

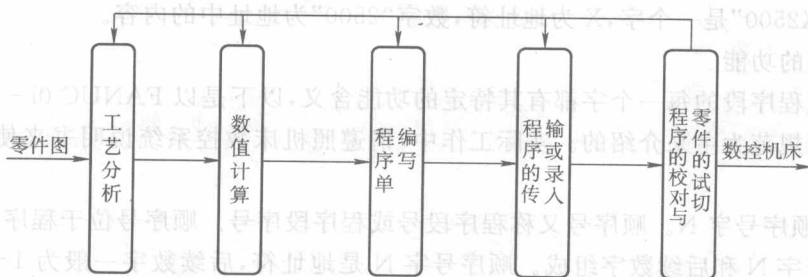


图 1.1 数控编程的步骤

其中工艺分析包括以下 3 方面。

(1)项目内容:针对零件图对零件的材料、形状、尺寸、精度和热处理要求等进行加工工艺分析。

(2)解决方案:合理地选择加工方案,确定加工顺序、加工路线、装卡方式、刀具及切削参数等。

(3)目的要求:根据数控机床的指令功能,编写合理的加工程序,充分发挥机床的效能;正确地选择对刀点、换刀点,减少换刀次数,保证加工路线短、效率高。

2. 数控编程的种类

数控编程一般分为手工编程和自动编程两种。

手工编程是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,计算较简单,用手工编程比较合适。

自动编程是利用计算机专用软件编制数控加工程序的过程。编程人员只需根据零件图样的要求,使用数控语言,由计算机自动地进行数值计算及后置处理,编写零件加工程序单;加工程序通过直接通信的方式送入数控机床,指挥机床工作。自动编程使得一些计算繁琐、手工编程困难或无法编出的程序能够顺利地完

3. 字与字的功能

1) 字符与代码

字符是用来组织、控制或表示数据的一些符号,如数字、字母、标点符号、数学运算符等。数控系统只能接受二进制信息,所以必须把字符转换成由 8 bit 信息组合成的字节,用“0”和“1”组合的代码来表示。

国际上广泛采用两种标准代码:ISO 国际标准化组织标准代码和 EIA 美国电子工业协会标准代码。这两种标准代码的编码方法不同,在大多数现代数控机床上这两种代码都可以使用,只需用系统控制面板上的开关,或用 G 功能指令来选择。

2) 字

在数控加工程序中,字是指一系列按规定排列的字符,作为一个信息单元存储、传递和操作。字是由一个英文字母与随后的若干位十进制数字组成,其中该英文字母称为地址符。

如“X2500”是一个字,X 为地址符,数字“2500”为地址中的内容。

3) 字的功能

组成程序段的每一个字都有其特定的功能含义,以下是以 FANUC 0i-Mate 数控系统的规范为主来介绍的。实际工作中,请遵照机床数控系统说明书来使用各个功能字。

(1)顺序号字 N。顺序号又称程序段号或程序段序号。顺序号位于程序段之首,由顺序号字 N 和后续数字组成。顺序号字 N 是地址符,后续数字一般为 1~4 位的正整数。数控加工中的顺序号实际上是程序段的名称,与程序执行的先后次序无关。数控系统不是按顺序号的次序来执行程序,而是按照程序段编写时的排列顺序逐段执行。

顺序号的作用包括:对程序的校对和检索修改;作为条件转向的目标,即作为转向目的程序段的名称。有顺序号的程序段可以进行复归操作,这是指加工可以从程序的中间开始,或回到程序中断处开始。

一般使用方法:编程时将第一程序段冠以 N10,以后以间隔 10 递增的方法设置顺序号,这样,在调试程序时,如果需要在 N10 和 N20 之间插入程序段时,就可以使用 N11、N12 等。

(2) 准备功能字 G。准备功能字的地址符是 G,又称为 G 功能或 G 指令,它是用于建立机床或控制系统工作方式的一种命令。准备功能字中的后续数字大多为两位数(包括 00),不少数控系统前置的“0”可以省略,如 G4。

G 指令分为模态指令和非模态指令,代码表中按代码的功能进行了分组。非模态指令只在本程序段有效;模态指令可以在连续多个程序段中有效,直到被相同组别的代码取代。不同的数控系统的 G 指令功能字不尽相同,在编制数控程序时,必须遵照机床数控系统的说明书编制程序。

多数数控系统可以用准备功能字来选择坐标尺寸的制式,如 FANUC 诸系统可用 G21 或 G22 来选择米制单位或英制单位,也有些系统用系统参数来设定尺寸制式。采用米制时,一般单位为 mm,如 X100 指令的坐标单位为 100 mm。当然,一些数控系统可通过参数来选择不同的尺寸单位。

(3) 尺寸字。尺寸字用于确定机床上刀具运动终点的坐标位置。其中,第一组 X、Y、Z、U、V、W、P、Q、R 用于确定终点的直线坐标尺寸;第二组 A、B、C、D、E 用于确定终点的角度坐标尺寸;第三组 I、J、K 用于确定圆弧轮廓的圆心坐标尺寸。在一些数控系统中,还可以用 P 指令暂停时间、用 R 指令确定圆弧的半径等。

4. 程序结构与格式

对功能较强的数控系统的加工程序,其结构组成形式可分为主程序和子程序。

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。语句号字是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。数据字由准备功能字、辅助功能字、尺寸字、进给功能字、刀具功能字、主轴转速功能字等组成。程序段结束符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 标准代码时为“NL”或“LF”;有的用符号“:”“*”“;”表示,有的直接回车即可。

字—地址程序段格式的编排顺序如下。

N—G—X—Y—Z—I—J—K—P—Q—R—A—B—C—F—S—T—M—LF。

加工程序一般格式组成包括以下 4 方面。

1) 程序开始符、结束符

程序开始符、结束符是同一个字符,ISO 代码中是 %,EIA 代码中是 EP,书写时

要单列一段。

2) 程序名

程序名有两种形式:一种是由英文字母 O 和 1~4 位正整数组成;另一种是由英文字母开头,字母数字混合组成。一般要求单列一段。

3) 程序主体

程序主体是由若干个程序段组成。每个程序段一般占一行。

4) 程序结束指令

程序结束指令可以用 M02 或 M30。一般要求单列一段。

加工程序的一般格式举例:

```
%
O1000          ;程序名
N10 G00 G54 X50 Y30 M03 S3000
N20 G01 X88.1 Y30.2 F500 T02 M08
N30 X90
.....
N300 M30
%              ;结束符
```

程序主体

5. 数控编程中的数值计算

基点:各几何元素间的联结点称为基点。相邻基点间只能是一个几何元素。

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。逼近线段的误差 δ 应小于或等于编程允许误差,即 $\delta \leq \delta_{允}$ 。考虑到工艺系统及计算误差的影响, $\delta_{允}$ 一般取零件公差的 1/10~1/5。

下面以非圆曲线节点坐标的计算为例。

非圆曲线指直线与圆弧之外可以用数学方程式表达的平面轮廓曲线。表达式可用 $y=f(x)$ 、 $\rho=\rho(\theta)$ 及参数方程表示。其数值计算过程一般可按以下步骤进行。

(1) 选择插补方式,即选择是直线段逼近非圆曲线,还是选择圆弧段或抛物线等二次曲线逼近非圆曲线。

(2) 确定编程允许误差,即 $\delta \leq \delta_{允}$, $\delta_{允}$ 一般取零件公差的 1/10~1/5。

(3) 选择数学模型,确定计算方法。应考虑的因素有两项:一是尽可能按等误差的条件,确定节点坐标位置,以便最大限度地减少程序段的数目;二是尽可能寻找一种简便的算法,简化计算机编程,省时快捷。

(4) 根据算法,画出计算机处理流程图。

(5) 用高级评议编写程序,上机调试程序,并获得节点坐标数据。

采用直线段逼近非圆曲线,常用的节点计算方法有等间距法、等程序段法、等误差法和伸缩步长法;采用圆弧逼近非圆曲线,常用的节点计算方法有曲率圆法、三点

圆法、相切圆法和双圆弧法。

(二) 机床坐标系的建立

1. 机床坐标系的确定原则

1) 刀具相对于静止工件运动的原则

在机床上,始终认为工件是静止的,而刀具是运动的。这样编程人员在不考虑机床上工件与刀具具体运动的情况下,就可以依据零件图样,确定机床的加工过程。

2) 标准坐标系的规定

在数控机床上,机床的动作是由数控装置来控制的。为了确定数控机床上的成形运动和辅助运动,必须先确定机床上运动的位移和运动的方向,这就需要通过坐标系来实现,这个坐标系称为机床坐标系。

标准机床坐标系中 X、Y、Z 坐标轴的相互关系用右手笛卡尔直角坐标系决定。根据右手螺旋法则,可以很方便地确定 A、B、C 三个旋转坐标的方向,如图 1.2 所示。



图 1.2 直角坐标系

3) 运动方向的规定

增大刀具与工件距离的方向为各坐标轴的正方向。

2. 坐标轴方向的确定(如图 1.3 所示)

1) Z 坐标

Z 坐标的运动方向是由传递切削动力的主轴所决定的,即平行于主轴轴线的坐标轴为 Z 坐标,Z 坐标的正向为刀具离开工件的方向。

如果机床上有几个主轴,则选一个垂直于工件装夹平面的主轴方向为 Z 坐标方向;如果主轴能够摆动,则选垂直于工件装夹平面的方向为 Z 坐标方向;如果机床无主轴,则选垂直于工件装夹平面的方向为 Z 坐标方向。

2) X 坐标

X 坐标平行于工件的装夹平面,一般在水平面内。确定 X 轴的方向时,要考虑以下两种情况。

(1) 如果工件做旋转运动,X 坐标的方向是在工件的径向上,且平行于横向滑

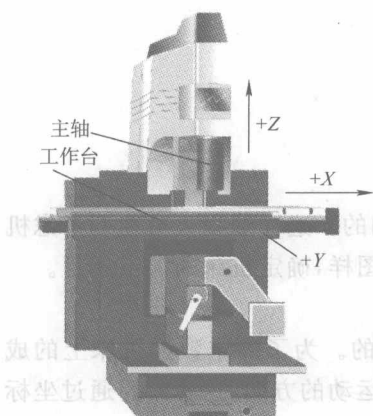


图 1.3 铣床坐标系的建立

板,以刀具离开工件的方向为 X 坐标的正方向。

(2)如果刀具做旋转运动,则分为两种情况: Z 坐标水平时,观察者沿刀具主轴向工件看时, $+X$ 运动方向指向右方; Z 坐标垂直时,观察者面对刀具主轴向立柱看时, $+X$ 运动方向指向右方。

3) Y 坐标

在确定 X 、 Z 坐标的正方向后,可以根据 X 和 Z 坐标的方向,按照右手直角坐标系来确定 Y 坐标的方向。

3. 附加坐标系

为了编程和加工的方便,有时还要设置附加坐

标系。

X 、 Y 、 Z 坐标系称为主坐标系,除主坐标系以外平行于主坐标轴的其他坐标系则称附加坐标系,即 U 、 V 、 W 轴及 P 、 Q 、 R 轴,分别命名为第二坐标系及第三坐标系。

对于直线运动,通常建立的附加坐标系有第二、第三坐标系,即 U 、 V 、 W 轴及 P 、 Q 、 R 轴。

4. 编程坐标系

编程坐标系是编程人员根据零件图样及加工工艺等建立的坐标系。编程坐标系中各轴的方向应该与所使用数控机床相应的坐标轴方向一致。一般供编程使用,确定编程坐标系时不必考虑工件毛坯在机床上的实际装夹位置。

5. 坐标系原点的设置

机床原点是指在机床上设置的一个固定点,即机床坐标系的原点。它在机床装配、调试时就已确定下来,是数控机床进行加工运动的基准参考点。

(1)数控铣床的原点。在数控铣床上,机床原点一般取在 X 、 Y 、 Z 坐标的正方向极限位置上,见图 1.4。

(2)编程原点。编程原点是指根据加工零件图样选定的编制零件程序的原点,即编程坐标系的原点。编程坐标系的原点应尽量选择在零件的设计基准或工艺基准上,并考虑编程的方便性,编程坐标系各轴的方向应该与所使用数控机床相应的坐标轴方向一致。

(3)加工原点。加工原点也称程序原点,是指零件被装卡好后,相应的编程原点在机床原点坐标系中的位置。在加工过程中,数控机床是按照工件装卡好后的加工原点及程序要求进行自动加工的。加工原点是通过対刀实现的。

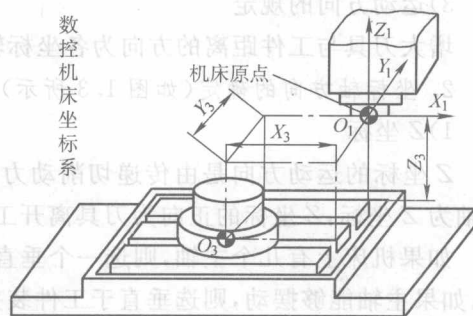


图 1.4 铣床的机床原点

6. 机床参考点

机床参考点是用于对机床运动进行检测和控制的固定位置点。机床参考点的位置是由机床制造厂家在每个进给轴上用限位开关精确调整好的,坐标值已输入数控系统中。因此参考点对机床原点的坐标是一个已知数。

通常在数控铣床上机床原点和机床参考点是重合的。在使用手动返回参考点功能时,刀具即可在机床 X、Y、Z 坐标参考点定位,这时返回参考点指示灯亮,表明刀具在机床的参考点位置。

参考点返回指令为 G27、G28、G29、G30。

1) G27 指令

编程格式:

G27 X_ Y_

该指令用于检查机床是否能准确返回参考点。

当执行 G27 指令后,返回各轴参考点指示灯分别点亮。当使用刀具补偿功能时,指示灯是不亮的,所以在取消刀具补偿功能后,才能使用 G27 指令。当返回参考点校验功能程序段完成,需要使机械系统停止时,必须在下一个程序段后增加 M00 或 M01 等辅助功能或在单程序段情况下运行。

2) G28 指令

编程格式:

G28 X_ Y_ 或 G28 Z_ X_ 或 G28 Y_ Z_

利用这项指令,可以使受控轴自动返回参考点。其中,X、Y、Z 为中间点位置坐标,指令执行后,所有的受控轴都将快速定位到中间点,再从中间点到参考点。G28 指令一般用于自动换刀,所以使用 G28 指令时,应取消刀具的补偿功能。

3) G29 指令

编程格式:

G29 X_ Y_

或 G29 Z_ X_

或 G29 Y_ Z_

从参考点自动返回,这条指令一般紧跟在 G28 指令后使用,指令中的 X、Y、Z 坐标值是执行完 G29 指令后,刀具应到达的坐标点。它的动作顺序是从参考点快速到达 G28 指令的中间点,再从中间点移动到 G29 指令的点定位,其动作与 G00 动作相同。

4) G30 指令

编程格式:

G30 X_ Y_

或 G30 Z_ X_

或 G30 Y_ Z_

G30 为第二参考点返回,该功能与 G28 指令相似。不同之处是刀具自动返回第二参考点,而第二参考点的位置是由参数来设定的,G30 指令必须在执行返回第一参考点后才有有效。如 G30 指令后面直接跟 G29 指令,则刀具将经由 G30 指定的(坐标值为 X、Y、Z)的中间点移到 G29 指令的返回点定位,类似于 G28 后跟 G29 指令。通常 G30 指令用于自动换刀位置与参考点不同的场合,而且在使用 G30 前,同 G28 一样应先取消刀具补偿。

数控机床开机时,必须先确定机床原点,而确定机床原点的运动就是刀架返回参考点的操作,这样通过确认参考点,就确定了机床原点。只有机床参考点被确认后,刀具(或工作台)移动才有基准。

7. 工件坐标系的建立方法

一般情况下,保证工件坐标系、编程坐标系、加工坐标系三者合一。

1) 工件坐标系设定指令 G92

编程格式:

G92 X_ Y_ Z_

其中,X、Y、Z 为当前刀位点在工件坐标系中的坐标。

G92 指令通过设定刀具起点相对于要建立的工件坐标原点的位置建立坐标系。此坐标系一旦建立起来,后续的绝对值指令坐标位置都是此工件坐标系中的坐标值。

例:G92 X20 Y10 Z10 表示将加工原点设定到距刀具起始点距离为 $X=20$, $Y=10$, $Z=10$ 的位置上。

2) G54~G59 指令选择 1~6 号加工坐标系

G54~G59 是系统预置的 6 个坐标系,可根据需要选用。该指令执行后,所有坐标值指定的坐标尺寸都是选定的工件加工坐标系中的位置。1~6 号工件加工坐标系是通过 CRT/MDI 方式设置的。

G54~G59 预置建立的工件坐标原点在机床坐标系中的坐标值可用 MDI 方式输入,系统自动记忆。使用该组指令前,必须先回参考点。

G54~G59 为模态指令,可相互注销。

编程格式:

G54 G90 G00 (G01) X_ Y_ Z_ (F_)

例:在图 1.5 中,用 CRT/MDI 在参数设置方式下设置两个加工坐标系。

G54: X-50 Y-50 Z-10

G55: X-100 Y-100 Z-20

这时,建立了原点在 O' 的 G54 加工坐标系和原点在 O'' 的 G55 加工坐标系。若执行下述程序段:

N10 G53 G90 X0 Y0 Z0

N20 G54 G90 G01 X50 Y0 Z0 F100

N30 G55 G90 G01 X100 Y0 Z0 F100

则刀尖点的运动轨迹如图 1.5 中的 OAB 所示。

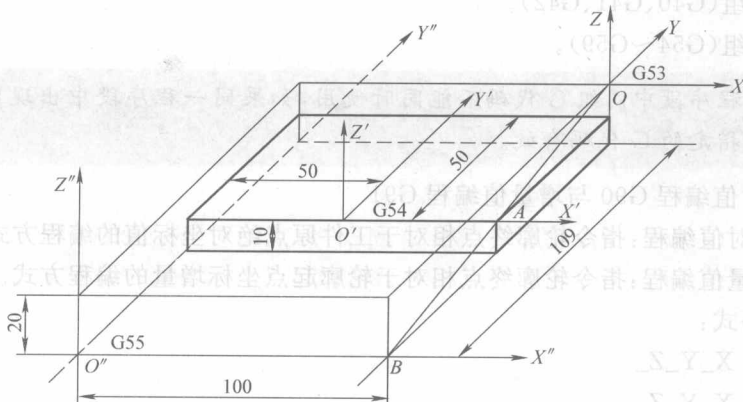


图 1.5 设置加工坐标系

注意:

(1)G54 与 G55~G59 的区别。G54~G59 设置加工坐标系的方法是一样的,但在实际情况下,机床厂家为了针对用户的不同需要,在使用中有以下区别:利用 G54 设置机床原点的情况下,进行回参考点操作时机床坐标值显示为 G54 的设定值,且符号均为正;利用 G55~G59 设置加工坐标系的情况下,进行回参考点操作时机床坐标值显示零值。

(2)G92 与 G54~G59 的区别。G92 指令与 G54~G59 指令都是用于设定工件加工坐标系的,但在使用中是有区别的。G92 指令是通过程序来设定、选用加工坐标系的,它所设定的加工坐标系原点与当前刀具所在的位置有关,这一加工原点在机床坐标系中的位置是随当前刀具位置的不同而改变的。

(3)G54~G59 的修改。G54~G59 指令是通过 MDI 在设置参数方式下设定工件加工坐标系的,一旦设定,加工原点在机床坐标系中的位置是不变的,它与刀具的当前位置无关,除非再通过 MDI 方式修改。

(4)应用范围。本书所列加工坐标系的设置方法仅是 FANUC 系统中常用的方法之一。其他数控系统的设置方法应按随机说明书执行。

(三)数控基本指令及编程方法

1. 准备功能 G 指令与编程

准备功能有 A、B 和 C 三种代码系统,不同代码系统中的 G 代码指令可能是不同的。在本书中介绍的都是系统 A 的 G 代码使用,包括以下几组。

- (1)01 组(G00、G01、G02、G03、G90、G92、G94)。
- (2)02 组(G96、G97)。
- (3)05 组(G98、G99)。
- (4)09 组(G40、G41、G42)。
- (5)11 组(G54~G59)。

注意:程序段中同组 G 代码不能同时使用,如果同一程序段中出现同组 G 代码,则最后指定的 G 代码有效。

1)绝对值编程 G90 与增量值编程 G91

(1)绝对值编程:指令轮廓终点相对于工件原点绝对坐标值的编程方式。

(2)增量值编程:指令轮廓终点相对于轮廓起点坐标增量的编程方式。

编程格式:

G90 G X_Y_Z_

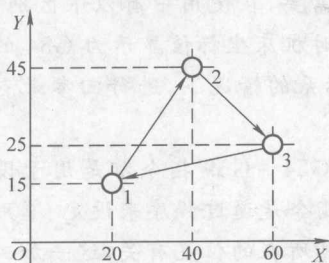
G91 G X_Y_Z_

注意:

(1)铣床编程中增量编程不能用 U、W,如果用,就表示 U 轴、W 轴。

(2)在同一程序段中不能绝对和增量混编。

例:刀具由原点按顺序向 1、2、3 点移动时用 G90、G91 指令编程,如图 1.6 所示。



%	%
O001	O002
N1 G92 X0 Y0	N1 G91 G01 X20 Y15
N2 G90 G01X20 Y15	N2 X20 Y30
N3 X40 Y45	N3 X20 Y-20
N4 X60 Y25	N4 X-60 Y-25
N5 X0 Y0	N5 M30
N6 M30	%
%	

图 1.6 G90、G91 示例

2)快速定位 G00

编程格式:

G00 IP_

其中,IP_是指终点位置的坐标值,绝对坐标用 X_/Z_表示,相对坐标用U_/W_表示。

G00 指令是在工件坐标中以快速移动速度移动刀具到达指定位置,其移动速度的大小是由机床制造商在系统参数中分别对每个坐标轴设定的;在 G00 定位方式中,刀具在程序段开始时加速到预定的速度,而在程序段结束时减速。在确认“到位”以后执行下个程序段,其中,“到位”是指进给电机将工作台拖至指定的范围内,该范

围由机床制造商决定,并设置在系统参数中。

3) 直线插补 G01

编程格式:

G01 IP_F_

其中,IP——终点位置的坐标值,绝对坐标用 X_/Z_表示,相对坐标用U_/W_表示;

F——刀具的进给速度。

G01 指令是指刀具以 F 指定的进给速度沿直线移动到指定位置。

4) 圆弧插补 G02/G03

圆弧插补指令可以自动加工圆弧曲线。G02 是顺时针方向圆弧插补指令,G03 是逆时针方向圆弧插补指令。

在圆弧插补程序段中必须包含圆弧的终点坐标值和圆心相对圆弧起点的坐标值或圆弧的半径,同时应指定圆弧插补所在的坐标平面。

编程格式:

G02(G03)X_ Y_ R_ F_

或 G02(G03)X_ Y_ I_ J_ F_

其中,X_ Y_——圆弧终点坐标值;

R_——圆弧半径;

I_ J_——圆弧起点相对于圆弧圆心的坐标。

注意:假如漏掉编 R,将视为直线运动。

2. 辅助功能指令及编程

1) F 功能

F 功能指令用于控制切削进给量。在程序中,有两种使用方法。

(1) 每转进给量。在 G95 码状态下,F 后面的数值表示主轴每转的切削进给量或切罗纹时的螺距,单位为 mm/r。

编程格式:

G95 F_

例:G95 F0.2 表示进给量为 0.2 mm/r。

(2) 每分钟进给量。在 G94 码状态下,F 后面的数值表示主轴每分钟进给量,单位为 mm/min。

编程格式:

G94 F_

例:G94 F100 表示进给量为 100 mm/min。

2) S 功能

S 功能指令用于控制主轴转速。

编程格式: