

高等教育 数控技术应用专业 课程改革规划新教材

数控铣削加工 ——体化教程

S hukong xixiao jiagong
yitihua jiaocheng

◎ 韩鸿鸾 刘书峰 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

高等职业教育数控技术应用专业课程规划新教材

数控铣削加工一体化教程

主 编	韩鸿鸾	刘书峰	
副主编	王常义	赵锦强	褚元娟
参 编	崔海军	荣志军	李春戩
主 审	丛培兰		



NLIC2970834412



机械工业出版社

本书根据高等职业教育数控技术应用专业的教学大纲,参考国家职业标准中数控铣工、加工中心操作工、数控程序员的理论知识要求和技能要求编写而成。

本书分为 FANUC 系统和 SIEMENS 系统数控铣床/加工中心两部分,其中, FANUC 系统部分包括平面与外轮廓的加工、孔系与箱体类零件的加工和特殊零件的加工三个模块; SIEMENS 系统部分包括轮廓的加工、孔系与型腔的加工和特殊零件的加工三个模块。本书在每个任务的讲解过程中,均采用任务驱动教学法。在工作任务→任务目标→任务准备→任务实施→任务扩展→任务巩固的过程中,把相关知识点潜移默化地传授给学生,力求使学生做到举一反三、触类旁通。

本书适合作为高等职业学校、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的数控技术应用专业、机电技术应用专业及相关专业教材,还可作为工厂中数控机床操作与编程人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

数控铣削加工一体化教程/韩鸿鸾,刘书峰主编. —北京:机械工业出版社, 2012.9

高等职业教育数控技术应用专业课程改革规划新教材

ISBN 978-7-111-39873-8

I. ①数… II. ①韩… ②刘… III. ①数控机床—铣削—高等职业教育—教材
IV. ①TG547

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 227892 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:汪光灿 责任编辑:汪光灿 王海霞

版式设计:姜 婷 责任校对:张晓蓉

封面设计:张 静 责任印制:张 楠

中国农业出版社印刷厂印刷

2013 年 1 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·19.5 印张·479 千字

0 001—2 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-39873-8

定价:36.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066 教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

数控技术越来越广泛的应用,给传统制造业的生产方式、产品结构、产业结构带来了深刻的变化,也给机电类专业人才的培养带来了新的挑战。为适应高等职业教育的改革,推动高职机电类专业教学的发展,培养与我国现代化建设相适应的、在机械制造业中从事一体化技术应用的人才,我们编写了本书。

本书的编写贯穿了“以职业标准为依据,以企业需求为导向,以职业能力为核心”的理念,依据国家职业标准,结合企业实际,反映岗位需求,突出了新知识、新技术、新工艺、新方法,注重对职业能力的培养。

本书分为 FANUC 系统和 SIEMENS 系统数控铣床/加工中心两部分,其中, FANUC 系统部分包括平面与外轮廓的加工、孔系与箱体类零件的加工和特殊零件的加工三个模块; SIEMENS 系统部分包括轮廓的加工、孔系与型腔的加工和特殊零件的加工三部分。本书在每个任务的讲解过程中,均采用任务驱动教学法。在工作任务→任务目标→任务准备→任务实施→任务扩展→任务巩固的过程中,把相关知识点潜移默化地传授给学生,力求使学生做到举一反三、触类旁通。

本书由韩鸿鸾、刘书峰任主编,王常义、赵锦强、褚元娟任副主编,崔海军、荣志军、李春戡参加了本书的编写工作。其中,模块一由刘书峰编写,模块二由王常义编写,模块三由韩鸿鸾编写,模块四由赵锦强、褚元娟编写,模块五由荣志军编写,模块六由崔海军、李春戡编写,本书由韩鸿鸾统稿,由丛培兰主审。本书在编写过程中借鉴了国内外同行的最新资料与文献,在此一并致以衷心的感谢。

由于编者水平有限,谬误欠妥之处在所难免,恳请读者指正并提出宝贵意见。

编 者

目 录

Contents

前 言

第一部分 FANUC 系统数控铣床/加工中心

模块一 平面与外轮廓的加工 / 3

任务一 加工平面 / 3

任务二 加工外轮廓 / 30

任务三 加工内轮廓 / 45

任务四 加工复合轮廓 / 54

模块二 孔系与箱体类零件的加工 / 65

任务一 钻、扩、铰孔 / 65

任务二 铰孔与镗孔 / 80

任务三 加工螺孔 / 89

任务四 加工槽类零件 / 99

任务五 加工箱体零件 / 106

模块三 特殊零件的加工 / 123

任务一 加工非圆曲线轮廓 / 123

任务二 加工曲面 / 141

任务三 倒圆与倒角 / 149

第二部分 SIEMENS 系统数控铣床/加工中心

模块四 轮廓的加工 / 161

任务一 加工外轮廓 / 161

任务二 加工内轮廓 / 207

模块五 孔系与型腔的加工 / 227

任务一 加工孔系零件 / 227

任务二 加工槽类零件与型腔 / 245

模块六 特殊零件的加工 / 266

任务一 加工螺纹 / 266

任务二 加工非圆曲线 / 284

附录 / 298

附录 A FANUC 系统加工中心的准备
功能与辅助功能 / 298

附录 B SIEMENS 802D 的
指令集 / 301

参考文献 / 305

第一部分

FANUC系统数控铣床/加工中心

平面与外轮廓的加工



任务一 加工平面

工作任务

加工如图 1-1 所示的模板, 其材料为 45 钢, 表面基本平整, 需要进行上表面的平面加工。该平面较大, 其尺寸为 $1180\text{mm} \times 700\text{mm} \times 400\text{mm}$, 有平面度要求, 但其他精度要求较低, 完全可以采用行切法进行加工, 加工程序的编制比较简单。

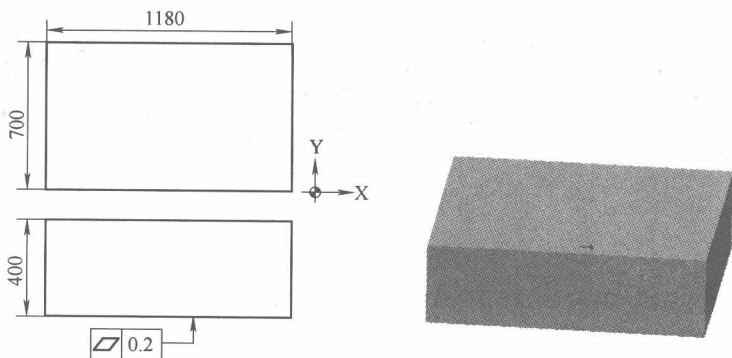


图 1-1 模板平面的数控加工

平面是构成机器零件的基本表面之一, 铣床工作台的台面、机床的导轨面、平口钳的底面和平行垫铁的表面都是典型的平面。铣削平面是数控铣工基本的工作内容, 也是进一步铣削其他各种复杂表面的基础。

任务目标

1. 知识目标
 - 1) 了解数控编程的种类。
 - 2) 了解数控编程的步骤。
 - 3) 掌握数控编程的规则。
 - 4) 掌握程序段的组成。
 - 5) 掌握数控系统的主要功能。

- 6) 掌握刀具长度补偿的应用。
2. 技能目标
 - 1) 熟悉平面铣削的工艺特点。
 - 2) 学会编制一般平面铣削的数控加工程序。
 - 3) 具备用数控铣床/加工中心加工平面的实践能力。
 - 4) 掌握平面度的检测方法。
 - 5) 掌握平面铣削刀具的选用方法。
 - 6) 掌握平面铣削夹具的选用方法。
 - 7) 掌握 FANUC 系统数控铣床/加工中心的操作方法。

任务准备

一、数控铣削平面工艺

1. 夹具的选用

(1) 平口钳 在数控铣床或加工中心上加工中小型工件时, 一般采用平口钳进行装夹。平口钳又称机用虎钳, 它具有较强的通用性和经济性, 适用于尺寸较小的方形工件的装夹。数控铣床常用的平口钳如图 1-2 所示。

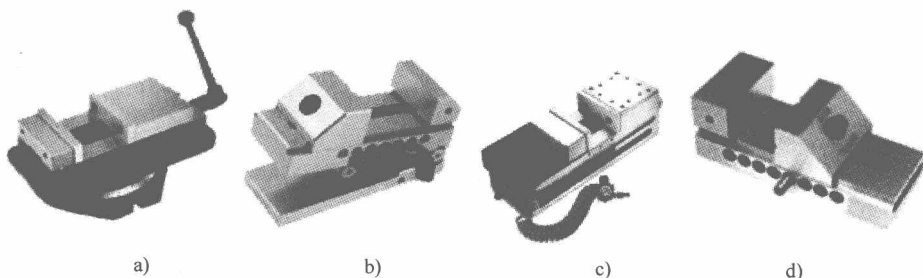


图 1-2 平口钳

a) 螺旋夹紧式通用平口钳 b) 液压式正弦规平口钳 c) 气动式精密平口钳 d) 液压式精密平口钳

想一想

正弦规平口钳与通用平口钳的应用有什么不同?

(2) 压板 对大中型工件, 通常采用压板进行装夹。在铣床上用压板装夹工件时所用的工具比较简单, 主要有压板、垫铁、T 型螺栓 (或 T 型螺母) 及螺母等 (图 1-3)。图 1-4 所示是压板在立式数控铣床上的应用情况, 图 1-5 所示是压板在卧式加工中心上的应用情况。

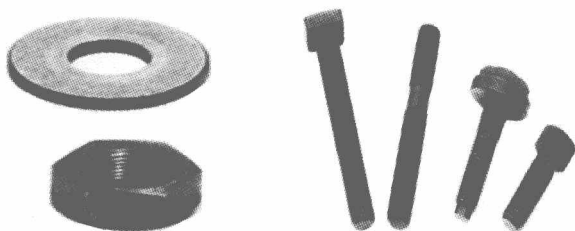


图 1-3 用压板装夹工件时所用的工具

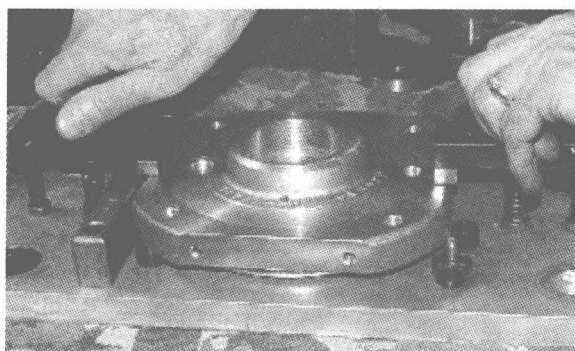


图 1-4 压板在立式数控铣床上的应用

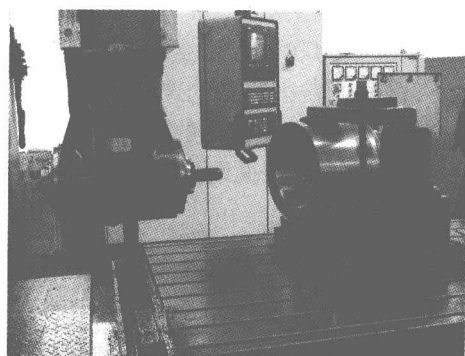


图 1-5 压板在卧式加工中心上的应用

2. 刀具的选用

(1) 面铣刀 面铣刀主要用于在立式铣床上加工平面和台阶面等。面铣刀的主切削刃分布在铣刀的圆柱面或圆锥面上，副切削刃分布在铣刀的端面上。面铣刀按结构可以分为整体式面铣刀、硬质合金整体焊接式面铣刀、硬质合金机夹焊接式面铣刀、硬质合金可转位面铣刀等。图 1-6 所示为常见面铣刀。

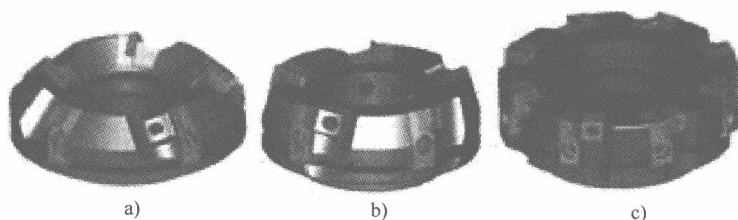


图 1-6 常见面铣刀

a) 45° 可转位面铣刀 MXD b) 75° 可转位面铣刀 MXF c) 90° 可转位面铣刀 MXG

(2) 立铣刀 立铣刀是数控铣削加工中应用最广的铣刀，主要用于在立式铣床上加工凹槽、台阶面和成形面等。立铣刀的主切削刃分布在铣刀的圆柱表面上，副切削刃分布在铣刀的端面上，并且端面中心有中心孔。因此，铣削时一般不能沿铣刀轴向作进给运动，而只能沿铣刀径向作进给运动。立铣刀也有粗齿和细齿之分，粗齿铣刀的刀齿数为 3~6 个，一般用于粗加工；细齿铣刀的刀齿数为 5~10 个，适用于精加工。立铣刀的直径为 2~80mm；其柄部有直柄、莫氏锥柄和 7:24 锥柄等多种形式。图 1-7 所示为常见立铣刀的照片。

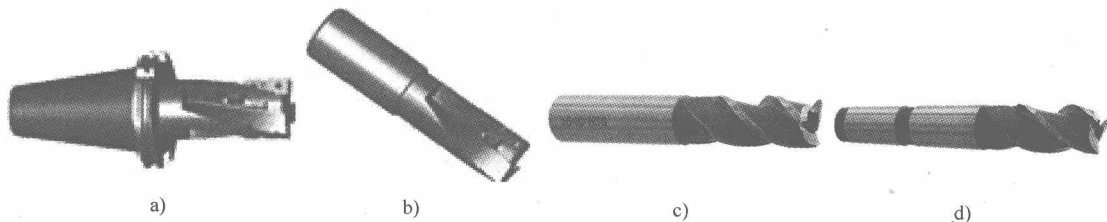


图 1-7 常见立铣刀

a) 可转位螺旋锥柄立铣刀 b) 可转位螺旋直柄立铣刀 c) 三齿直柄立铣刀 d) 三齿锥柄立铣刀

为了提高生产效率,除采用普通高速工具钢立铣刀外,数控铣床上还普遍采用硬质合金螺旋齿立铣刀和波形刃立铣刀。

3. 平面铣削方法的选择

在铣床上铣削平面的方法有两种,即周铣和端铣。图 1-8 所示为一般平面的端铣加工图,图 1-9 所示为大平面端铣采用行切法时的进给路线示意图。

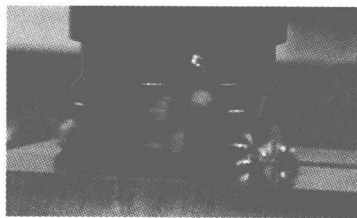
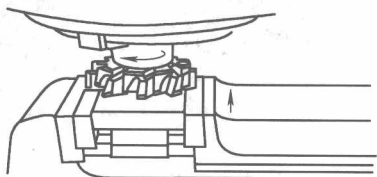


图 1-8 一般平面的端铣加工

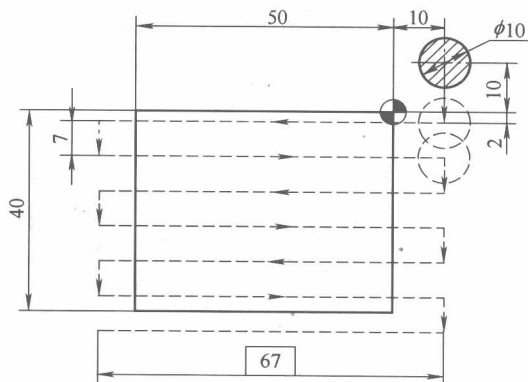


图 1-9 用行切法铣削平面

查一查

采用行切法铣削平面时,怎样解决粗精加工的问题?

二、数控铣床/加工中心的坐标系

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。

1. 坐标系的确定原则

根据 GB/T 19660—2005,数控铣床/加工中心坐标系的确定原则如下:

- 1) 刀具相对于静止工件而运动的原则。
- 2) 标准坐标(机床坐标)系的规定。

确定数控机床上运动方向和距离的坐标系称为数控机床坐标系。

标准的机床坐标系是右手笛卡尔坐标系,如图 1-10 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平行,与安装在机床上并按机床的主要直线导轨找正的工件相关。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。

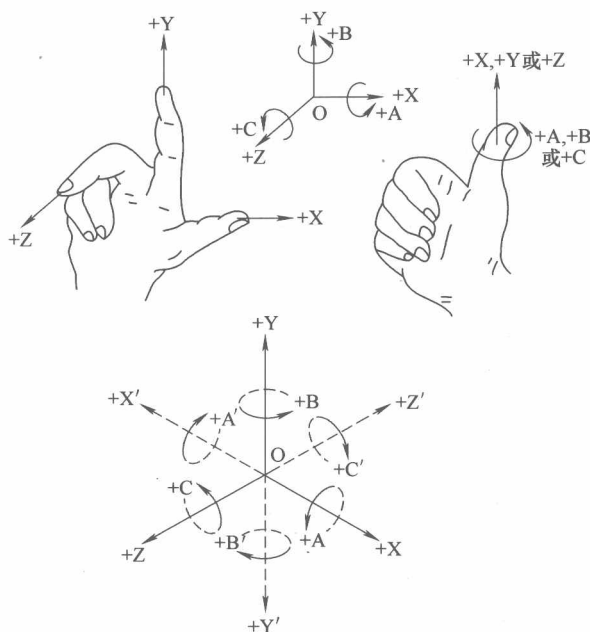


图 1-10 笛卡儿坐标系

2. 运动方向的确定

规定机床的某一运动部件的运动正方向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 Z 坐标，如图 1-11 所示的立式升降台铣床、图 1-12 所示的卧式升降台铣床、图 1-13 所示的立式镗铣床等。

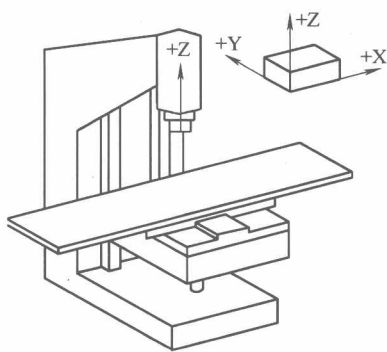


图 1-11 立式升降台铣床

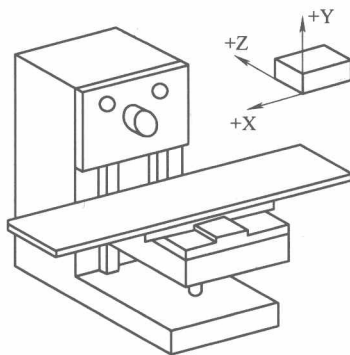


图 1-12 卧式升降台铣床

(2) X 坐标的运动 X 坐标是水平的，它平行于工件的装夹面，是刀具或工件在定位平面内运动的主要坐标。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），则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 1-12 所示；若 Z 坐标是垂直的（主轴是立式的），则当由主要刀具主轴向立柱看时，X 运动的正方向指向右方，如图 1-11 所示的立式升降台铣床；对于龙门式轮廓铣床，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 1-14 所示。

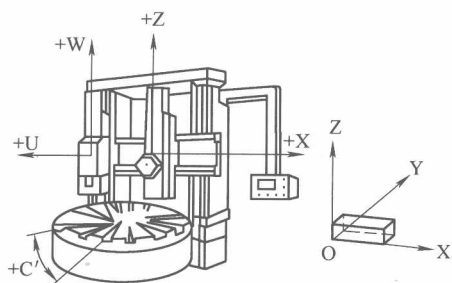


图 1-13 立式镗铣床

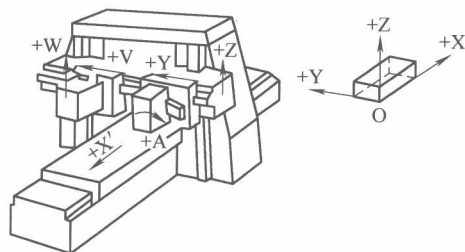


图 1-14 龙门式轮廓铣床

(3) Y 坐标的运动 Y 坐标的方向可根据 X 坐标和 Z 坐标的运动，按照笛卡儿坐标系来确定。

3. 旋转运动

在图 1-10 中，A、B、C 相应地表示其轴线平行于 X、Y、Z 坐标的旋转运动。A、B、C 正向为在 X、Y 和 Z 坐标正方向上，右旋螺纹前进的方向。

4. 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，则称其为附加坐标，分别指定为 U、V 和 W。如果还有第三组运动，则分别指定为 P、Q 和 R；如果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 或 P、Q、R。

如果在第一组旋转运动 A、B、C 之外，还有平行或不平行于 A、B、C 的第二组旋转运动，可指定为 D、E 或 F。

5. 工件的运动

对于运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“'”的字母表示工件正向运动。例如，+X'、+Y'、+Z' 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，两者所表示的运动方向恰好相反。

这里要特别说明的是，关于并联数控机床机床坐标系的规定现在还没有标准，由机床生产厂家决定。

做一做

针对所使用的数控机床确定数控机床坐标系。

6. 数控铣削类机床上的相关点

(1) 机床原点 机床原点是指在机床上设置的一个固定的点，即机床坐标系原点，它在机床装配、调试时就已确定了下来，是数控机床进行加工运动的基准参考点。在数控铣床上，机床原点一般取在 X、Y、Z 三个直线坐标轴正方向的极限位置上，如图 1-15 所示，图中 O_1 即为立式数控铣床的机床原点。

(2) 机床参考点 许多数控机床（全功能型及高档型）都设有机床参考点。机床参考点是数控机床上一个特殊位置的点，它与机床原点的距离由系统参数设定，其值可以为零。如

果其值为零，则表示机床参考点和机床原点重合；如果其值不为零，则机床开机回零后显示的机床坐标系的值即为系统参数中设定的距离值。

机床原点实际上是通过返回（或称寻找）机床参考点来确定的。机床参考点的位置在每个轴上都是首先通过减速行程开关粗定位，然后由编码器零位电脉冲（或称栅格零点）精定位的。数控机床通电后，必须首先使各轴返回各自的参考点，确定了机床坐标系后，才能进行其他操作。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，表明机床坐标系已经建立。

1) 自动参考点返回 G28。该功能是用接通电源已进行手动参考点返回后，在程序中需要返回参考点时使用自动参考点返回功能。自动参考点返回时需要用到如下指令：

G90/G91 G28 X__;	X 向回参考点
G90/G91 G28 Y__;	Y 向回参考点
G90/G91 G28 Z__;	Z 向回参考点
G90/G91 G28 X__ Y__ Z__;	刀具三个方向回参考点

其中，X、Y、Z 坐标设定值为指定的某一中间点，但此中间点不能超过参考点，如图 1-16 所示。

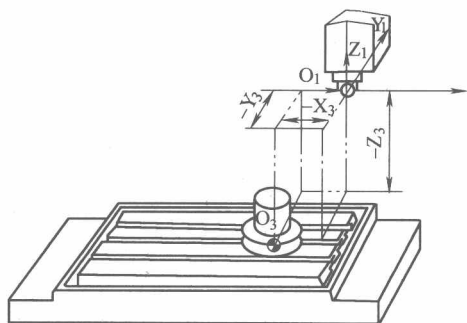


图 1-15 数控铣床机床原点

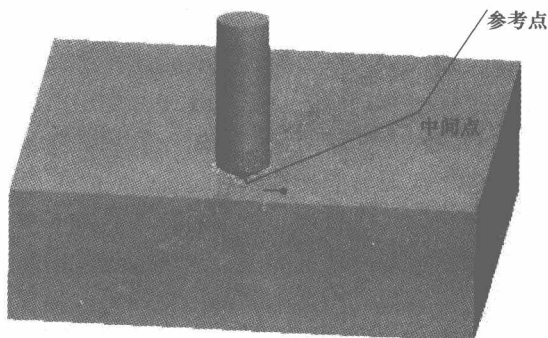


图 1-16 中间点的设置

系统在执行 G28 X__；时，X 向快速向中间点移动，到达中间点后，再快速向参考点定位。到达参考点后，X 向参考点指示灯亮，说明参考点已到达。

G28 Y/Z__；指令的执行过程与 X 向回参考点完全相同，只是 Y/Z 向到达参考点时，Y/Z 向参考点的指示灯亮。

G28 X__ Y__ Z__；指令是上面三个过程的合成，即 X、Y、Z 同时各自回其参考点，最后以 X、Y、Z 向参考点的指示灯都亮而结束。

此功能用来在加工过程中检查坐标系的正确与否和建立机床坐标系，以确保精确地控制加工尺寸。

2) 参考点返回校验 G27。G27 用于在加工过程中，检查是否准确地返回了参考点。其指令格式如下：

G90/G91 G27 X__;	X 向回参考点校验
G90/G91 G27 Y__;	Y 向回参考点校验
G90/G91 G27 Z__;	Z 向回参考点校验

G90/G91 G27 X__ Y__ Z__;

刀具三个方向回参考点校验

执行 G27 指令的前提是机床在通电后必须返回过一次参考点(手动返回或用 G28 返回)。

执行完 G27 指令以后,如果机床准确地返回了参考点,则面板上的参考点返回指示灯亮;否则,机床将出现报警。

在 G90 方式中, X、Y、Z 表示参考点的坐标值;在 G91 方式中, X、Y、Z 表示到参考点所移动的距离。

3) 从参考点返回 G29。G29 指令使刀具以快速移动速度,从机床参考点经过由 G28 指令设定的中间点,快速移动到由 G29 指令设定的返回点,其程序段格式为

G90/G91 G29 X__ Y__ Z__;

其中,在 G90 方式中, X、Y、Z 值为返回点在工件坐标系的绝对坐标值;在 G91 方式中, X、Y、Z 值为返回点相对于参考点的增量坐标值。在经参考点返回时,可以不用 G29 而用 G00 或 G01 指令,但此时不经过 G28 设置的中间点,而是直接运动至返回点,如图 1-17 所示。执行 G28 的轨迹为 $A \rightarrow B \rightarrow R$, 执行 G29 的轨迹为 $R \rightarrow B \rightarrow C$, 执行 G00 的轨迹为 $R \rightarrow C$ 。

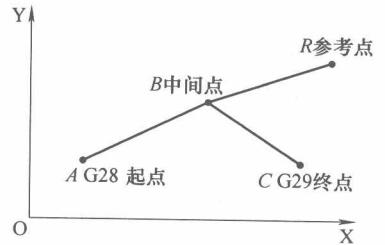


图 1-17 G28 与 G29 的关系

(3) 刀具相关点 所谓寻找机床参考点,就是使刀具相关点与机床参考点重合,从而使数控系统获知刀具相关点在机床坐标系中的坐标位置。所有刀具的长度补偿量均是刀尖相对该点的长度尺寸,即刀长。例如,车床类有 $X_{刀长}$ 、 $Z_{刀长}$, 铣床类有 $Z_{刀长}$ 。可采用机上或机外刀仪测量每把刀具的补偿量。

有些数控机床使用某把刀具作为基准刀具,其他刀具的长度补偿量均以该刀具为基准,对刀则直接用基准刀具完成。这实际上是把基准刀尖作为刀具相关点,其含义与上述相同。但采用这种方式,当基准刀具出现误差或损坏时,整个刀库的刀具都需要重新设置。

(4) 工件坐标原点的设定(工件坐标系的设定) 加工零件的编程是在工件坐标系内进行的。工件坐标系可用以下两种方法设定:用 G92 指令和其后的数据来设定工件坐标系;事先用操作面板设定坐标轴的位置,再用 G54~G59 指令进行选择。

1) 用 G92 指令设定工件坐标系。其格式为:

G92 X__ Y__ Z__;

X__ Y__ Z__是指主轴上刀具的基准点在新坐标系中的坐标值,它是绝对坐标。

若已将刀具移到工作区内的某位置,则屏幕将显示当前刀具在机床坐标系中的坐标(X_1 , Y_1 , Z_1)。此时,如果用 MDI 操作方式执行程序指令 G92 X0 Y0 Z0,就会在系统内部建立工件坐标系,屏幕上将显示出工件原点在机床坐标系中的坐标为(X_1 , Y_1 , Z_1);如果执行程序指令 G92 X2 Y2 Z2,则显示出工件原点在机床坐标系中的坐标为($X_1 - X_2$, $Y_1 - Y_2$, $Z_1 - Z_2$);如切换到工件坐标系显示,则显示当前刀具在工件坐标系中的坐标为(X_2 , Y_2 , Z_2)。

如图 1-18 所示,确定工件坐标系原点的程序为

G92 X200.0 Y300.0 Z300.0;

如果在刀具偏置状态下使用 G92 设定工件坐标系,则应在没加刀具偏置前用 G92 指令设

定工件坐标系，所以在使用时，要先清除刀具偏置。对于刀具半径补偿，偏置量暂时被 G92 指令取消。

G92 以刀具基准点为基准，所以，使用中要注意刀具的位置，如果位置有误，则坐标系会被错误偏置。

2) 用 G54~G59 指令设定工件坐标系。

① 工件坐标系的设定。用 G54~G59 可以选择 6 个工件坐标系，分别为工件坐标系 1~工件坐标系 6，通过操作面板设定机床零点与各坐标原点的距离，便可设定 6 个工件坐标系，如图 1-19 所示。

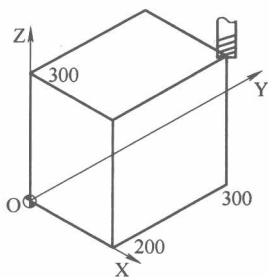


图 1-18 工件坐标系

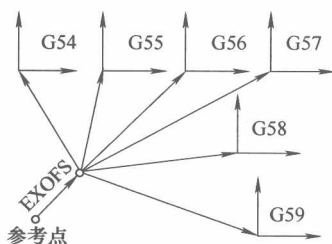


图 1-19 工件坐标系的设定

G54~G59 是模态指令，在执行过手动回参考点之后，如果未选择工件坐标系自动设定功能，系统便按默认值选择 G54~G59 中的一个。一般情况下，系统把 G54 作为默认值。

与 G92 不同，G54~G59 与刀具的起始位置无关，不需要操作者修改程序，加工完毕后不需要回到起始位置。

② G54~G59 参数设置。在 MDI 键盘上按  键，按软键“坐标系”进入坐标系参数设定界面，输入“0×”，（01 表示 G54，02 表示 G55，以此类推）；按软键“NO 检索”，光标将停留在选定的坐标系参数设定区域，如图 1-20 所示。

③ 工件坐标系的扩充。对于某些机床，其坐标系不止 6 个，可扩充至 48 个，甚至 150 个，并可将扩充的工件坐标系的原点偏置值设定到相应的偏置量存储区。其指令格式为：

G54.1 Pn; (n=1~48)

3) 零点变更。

① G92 指令变更。格式为

G92 X_ Y_ Z_;

指令含义与前面叙述的相同，在程序中间使用，可以使工件坐标系产生位移。G92 指令使 G54~G59 的 6 个坐标系产生位移，所产生的坐标系的移动量加在后面指令的所有工件原点偏置量上。所以，所有的工件坐标原点都移动相同的量。

② G10 指令编程。格式为

G10 L2 Pp X_ Y_ Z_;

WORK COORDINATES				0	N
(G54)					
番号	数据	番号	数据		
00	X 0.000	02	X 0.000		
(EXT)	Y 0.000	(G55)	Y 0.000		
	Z 0.000		Z 0.000		
01	X 0.000	03	X 0.000		
(G54)	Y 0.000	(G56)	Y 0.000		
	Z 0.000		Z 0.000		
}					
EDIT**** ** *					

图 1-20 工件坐标系参数的设置

p=0 时，外部工件零点偏置值为 0；p=1~6 时，工件坐标系 1 到 6 的工件零点偏置。X、Y、Z 为各个轴上点的位置。

③ 外部工件坐标系偏置。外部工件坐标系偏置 G52 指令，即特定坐标系。其格式为

G52 X_ Y_ Z_;

X、Y、Z 为各轴的零点偏置值。

如图 1-21 所示，A→B→C→D 进给路线可编程如下：

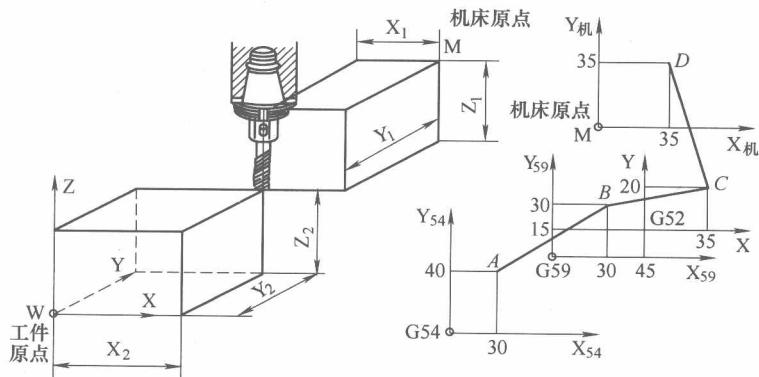


图 1-21 工件坐标系的设定

O1234;

N10 G54 G00 G90 X30.0 Y40.0;

快速移到 G54 中的点 A

N15 G59;

将 G59 置为当前工件坐标系

N20 G00 X30.0 Y30.0;

移到 G59 中的点 B

N25 G52 X45.0 Y15.0;

在当前工件坐标系 G59 中，建立局部坐标系 G52

N30 G00 G90 X35.0 Y20.0;

移到 G52 中的点 C

N35 G53 X35.0 Y35.0;

移到 G53（机床机械坐标系）中的点 D

(5) 装夹原点 除了上述三个基本原点以外，有的机床还有一个重要的原点，即装夹原点，用 C 表示。装夹原点常见于带回转（或摆动）工作台的数控机床或加工中心，一般是机床工作台上的一个固定点，比如回转中心。该点与机床参考点的偏移量可通过测量存入 CNC 系统的原点偏置寄存器中，供 CNC 系统原点偏移计算用。

三、数控程序的编制

1. 数控编程方法

数控编程方法可分为手工编程和自动编程两种。

(1) 手工编程 手工编程是指主要由人工来完成数控机床程序编制各个阶段的工作。当被加工零件的形状不太复杂和程序较短时，可以采用手工编程的方法。手工编程流程图如图 1-22 所示。

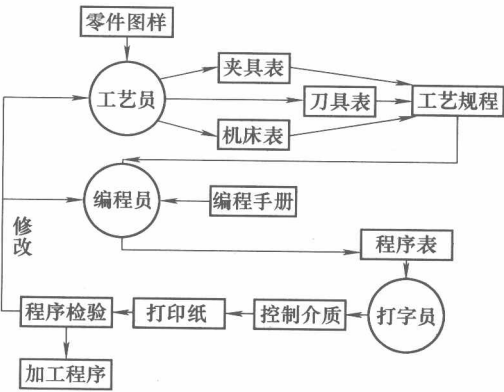


图 1-22 手工编程流程图