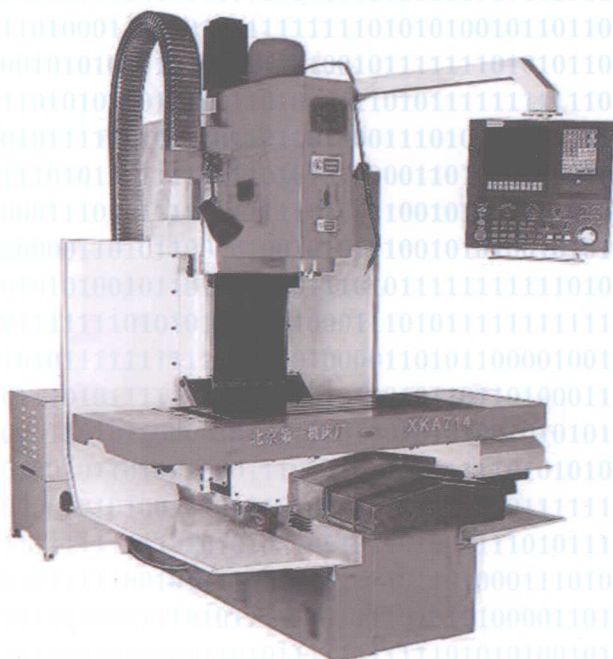


中等职业教育数控技术应用专业规划教材

数控铣床/加工中心 编程与操作实例

SHU KONG XI CHUANG/JIA GONG ZHONG
XIN BIAN CHENG YU CAO ZUO SHI LI

翟瑞波 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



中等职业教育数控技术应用专业规划教材

中等职业教育数控技术应用专业规划教材

中等职业教育数控技术应用专业规划教材

数控铣床/加工中心

编程与操作实例

主编 翟瑞波

参编 高光明

机械工业出版社 北京

ISBN 978-7-111-21119-0

机械工业出版社 北京

ISBN 978-7-111-21119-0

机械工业出版社 北京

机械工业出版社 北京

机械工业出版社 北京

TC971.7C639

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第006941号

机械工业出版社 北京

机械工业出版社 北京

机械工业出版社 北京

机械工业出版社 北京

2007年8月第1次印刷

184mm×260mm·14.75印张·3.29千字

0001—4000册

ISBN 978-7-111-21119-0

定价：32.00元



机械工业出版社 北京

机械工业出版社 北京

机械工业出版社 北京

机械工业出版社 北京

机械工业出版社 北京

本书是依据中等职业学校、技工学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案编写的。其内容包括: SIEMENS 系统数控铣床、FANUC 系统加工中心及华中系统数控铣床的编程与操作实例。书中将典型零件的加工过程逐一分解, 讲解详细; 并将宏程序、参数编程应用在实际零件加工中。本书注重编程指令的综合应用和数控机床的操作, 内容丰富、由浅入深、循序渐进、图文并茂, 具有较强的实用性。本书还配有电子教学参考资料包, 包括教学指南、电子教案, 以便于进行教学。

本书可作为中等职业学校、技工学校数控技术应用专业教材, 也可作为职业技术学院机电一体化、机械制造类专业教材及机械类工人岗位培训和自学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

数控铣床/加工中心编程与操作实例/翟瑞波主编. —北京: 机械工业出版社, 2007.7

中等职业教育数控技术应用专业规划教材

ISBN 978-7-111-21719-0

I. 数… II. 翟… III. ①数控机床: 铣床—程序设计—专业学校—教材 ②数控机床加工中心—程序设计—专业学校—教材 ③数控机床: 铣床—操作—专业学校—教材 ④数控机床加工中心—操作—专业学校—教材 IV. TG547TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 099941 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑: 王英杰 版式设计: 霍永明 责任校对: 陈立辉

封面设计: 王伟光 责任印制: 洪汉军

北京瑞德印刷有限公司印刷 (三河市明辉装订厂装订)

2007 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·14.75 印张·359 千字

0001—4000 册

标准书号: ISBN 978-7-111-21719-0

定价: 23.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639、88379641、88379643

编辑热线电话: (010) 88379083

封面无防伪标均为盗版

中等职业教育数控技术应用专业规划教材

编 委 会

主 任 白一凡

副 主 任 南晓东 翟瑞波 (常务)

委 员 (按姓氏笔画排序)

万长安 于 清 王英杰 (常务) 李 宙

杨 琳 南逢玉 贺 鹏 闻福三 段战军

徐 明 高光明 阎 栋 谢龙爱

编委介绍

白一凡 西安航空技师学院院长陕西省数控教学研究会会长

南晓东 陕西省劳动和社会保障厅技工学校指导中心副主任

贺 鹏 陕西航天技术学院院长

杨 琳 陕西航空技术学院院长助理 教务处处长

陕西省数控教学研究会副会长

徐 明 西安工程技术学院院长

李 宙 陕西建设技术学院院长

谢龙爱 西安航空技师学院副院长

陕西省数控教学研究会秘书长

阎 栋 陕西航天技术学院数控教研室主任

陕西省数控教学研究会副秘书长

南逢玉 西安航空技师学院副院长

闻福三 陕西建设技术学院教师

高光明 西安工程技术学院数控教研室主任

段战军 西安北方华山机电有限公司工具制造公司副经理

万长安 西安航空职工大学机电工程系副主任

于 清 西安航空技师学院教师

翟瑞波 西安航空技师学院教务培训处副主任

王英杰 机械工业出版社技能教育分社副编审

前言

本系列教材是在陕西省数控教学研究会的安排、指导下,依据中等职业学校、技工学校数控技术应用专业领域技能型紧缺人才培养培训指导方案和国家颁布的数控技术应用专业教学大纲编写的,符合核心教学与训练项目的基本要求和中、高级数控机床操作人员职业技能鉴定规范的基本要求。

本系列教材的编写坚持以就业为导向,将数控机床加工工艺(工艺路线确定、刀具选择、切削用量设置等)和程序编制等专业技术能力融合到实训操作中,充分体现了“教、学、做合一”的职教办学特色,并结合数控机床操作工职业资格考核鉴定标准进行实训操作的强化训练,注重提高学生的实践能力和岗位就业竞争力。

《数控铣床/加工中心编程与操作实例》通过数控铣床、加工中心编程与操作实例的讲述,突出了目前数控机床的主流操作系统:FANUC系统、SIEMENS系统、华中系统的常用指令、综合应用、宏程序、参数编程以及各种编程技巧的使用。教材的编写突出实际应用,书中精选了大量的应用实例。对于每一部分的实例,特别是典型实例、综合实例都按照数控加工的实际情况,通过分析计算图、基点坐标表、相关工艺卡、刀具卡等的逐一阐述,使学习者能够抓住问题实质,举一反三,规范练习,熟能生巧,从而迅速牢固地掌握数控加工的技术。本书由具有多年教学、生产经验的教师及技术人员编写。编者翟瑞波、高光明曾获得陕西省教学能手、陕西省技术能手称号。本书第1、2章由翟瑞波编写、第3章及复习思考题由高光明编写,全书由翟瑞波担任主编并统稿。书中实例均由高光明在机床上加以验证。本书在编写过程中得到了梁文侠、苏成、刘振福、吕燕、李洪声等教师和专家的帮助,在此一并表示感谢。

本书有配套的电子教案,有关信息可登陆机械工业出版社网站(<http://www.cmp-book.com>)和机械工业出版社教材服务网(<http://www.cmpedu.com>)。

由于编者水平有限,书中定会存在不足之处,恳请读者批评指正。

编者

目 录

前 言

第一章 SIEMENS 系统数控铣床编程

与操作实例 1

第一节 数控铣床及坐标系 1

第二节 SIEMENS 系统数控铣床常用指令 ... 3

第三节 常用指令的综合应用 30

第四节 典型零件的加工 44

第五节 参数编程的应用 67

第六节 SIEMENS 系统数控铣床的操作 76

复习思考题 90

第二章 FANUC 系统加工中心编程

与操作实例 94

第一节 加工中心概述 94

第二节 FANUC 系统加工中心常用

指令 100

第三节 常用指令的综合应用 112

第四节 典型零件的加工 126

第五节 宏程序的应用 157

第六节 FANUC 系统加工中心的操作 179

复习思考题 187

第三章 华中系统数控铣削编程

与操作实例 196

第一节 HNC—21M 的编程指令体系 196

第二节 常用指令的综合运用 201

第三节 华中 (HNC—21/22M) 系统的 操作 217

复习思考题 226

第一章 SIEMENS 系统数控铣床编程与操作实例

第一节 数控铣床及坐标系

一、数控铣床概述

数控铣床在机床设备中应用非常广泛，它能够进行平面铣削、平面型腔铣削、外形轮廓铣削、三维及三维以上复杂型面铣削，还可进行钻削、镗削、螺纹切削等孔加工。加工中心、柔性制造单元等都是在数控铣床的基础上产生和发展起来的。

1. 数控铣床按主轴位置不同分类

(1) 立式数控铣床 立式数控铣床的主轴轴线垂直于水平面，是数控铣床中最常见的一种布局形式，应用范围也最广泛。从机床数控系统控制的坐标数量来看，目前3坐标数控立铣仍占大多数，一般可进行3坐标联动加工。此外，还有机床主轴可以绕X、Y、Z坐标轴中的其中一个或两个轴作数控摆角运动的4坐标和5坐标数控立铣。

图1-1a所示为立式数控铣床，一般用在中型数控铣床中；图1-1b所示为龙门数控铣床，大型数控铣床多采用此种结构。

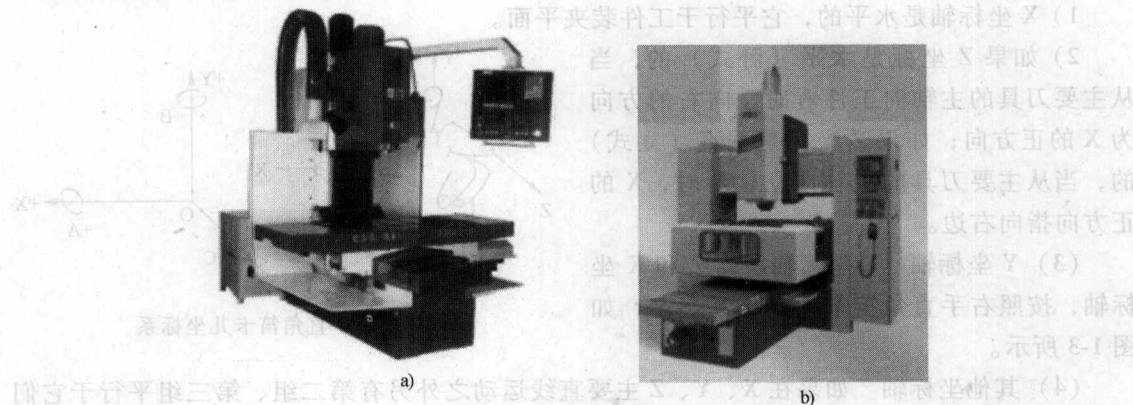


图 1-1 立式数控铣床
a) 立式数控铣床 b) 龙门数控铣床

(2) 卧式数控铣床 卧式数控铣床（图1-2）与通用卧式铣床相同，其主轴轴线平行于水平面。为了扩大加工范围和扩充功能，卧式数控铣床通常采用增加数控转盘或万能数控转盘来实现4、5坐标加工。这样，不但工件侧面上的连续回转轮廓可以加工出来，而且可以实现在一次安装中，通过转盘改变工位，进行“四面加工”。

(3) 立卧两用数控铣床 由于这类铣床的主轴方向可以更换，能达到在一台机床上既可以进行立式加工，又可以进行卧式



图 1-2 卧式数控铣床

加工,而同时具备上述两类机床的功能,其使用范围更广,功能更全,选择加工对象的余地更大,且给用户带来不少方便。特别是生产批量小,品种较多,又需要立、卧两种方式加工时,用户只需买一台这样的机床就行了。

2. 数控铣床按系统功能不同分类

(1) 经济型数控铣床 经济型数控铣床是在普通铣床基础上改造而来的,采用经济性数控系统,成本低,机床功能较少,主轴转速和进给速度不高,主要用于精度要求不高的简单平面或曲面类零件的加工。

(2) 全功能数控铣床 全功能数控铣床一般采用半闭环或闭环控制,控制系统功能较强,一般可实现4坐标或以上的联动,加工适应性强,应用最为广泛。

(3) 高速数控铣床 高速数控铣床主轴转速在 $8000 \sim 40000 \text{ r/min}$ 、进给速度可达 $10 \sim 30 \text{ m/min}$,采用全新的机床结构(主体结构及材料变化)、功能部件(电主轴、直线电动机驱动进给)和功能强大的数控系统,并配以加工性能优越的刀具系统,可对大面积的曲面进行高效率的、高质量的加工。

二、数控铣床和加工中心的坐标系

1. 机床坐标系的确定

(1) Z坐标轴

1) 在机床坐标系中,规定传递切削动力的主轴为Z坐标轴。

2) 若机床上有几个主轴,则选一垂直于工件装夹面的主轴作为主要的主轴。

(2) X坐标轴

1) X坐标轴是水平的,它平行于工件装夹平面。

2) 如果Z坐标是水平(卧式)的,当从主要刀具的主轴向工件看时,向右的方向为X的正方向;如果Z坐标是垂直(立式)的,当从主要刀具的主轴向立柱看时,X的正方向指向右边。

(3) Y坐标轴 Y坐标轴根据Z和X坐标轴,按照右手直角笛卡儿坐标系确定,如图1-3所示。

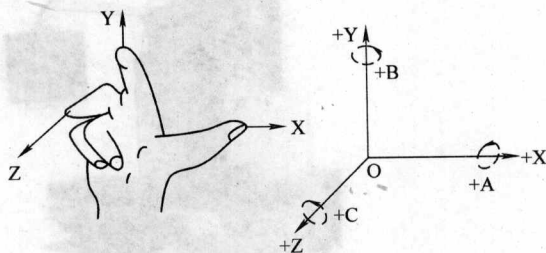


图 1-3 右手直角笛卡儿坐标系

(4) 其他坐标轴 如果在X、Y、Z主要直线运动之外另有第二组、第三组平行于它们的运动,可分别将它们的坐标定为U、V、W和P、Q、R。

(5) 旋转坐标轴 A、B、C分别表示其轴线平行于X、Y、Z的旋转坐标轴。可用右手判定,大拇指为坐标轴正向,则弯曲的四指为旋转坐标轴的正向。图1-4、图1-5所示为数控铣床坐标系。

2. 机床原点(机械原点)

机床原点是机床坐标系的原点,是机床制造商设置在机床上的一个物理位置。其作用是使机床与控制系统同步,建立测量机床运动坐标的起始点。

机床原点一般设置在机床移动部件沿其坐标轴正向的极限位置,如图1-6所示。

3. 机床参考点

与机床原点相对应的还有一个机床参考点,它是机床制造商在机床上用行程开关设置的

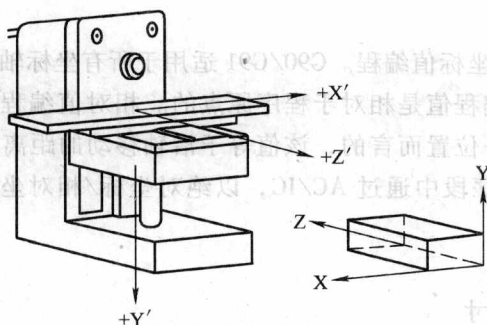


图 1-4 卧式数控铣床坐标系

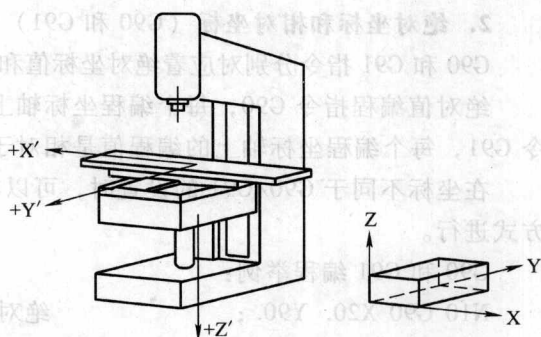


图 1-5 立式数控铣床坐标系

一个物理位置，与机床的相对位置是固定的。机床参考点一般不同于机床原点。一般来说，加工中心的参考点为机床的自动换刀位置。

三、坐标系

坐标系是编程人员在编程和加工时使用的坐标系，是程序的参考坐标系。坐标系的原点设置以机床坐标系为参考点，一般在一个机床中可以设定 6 个工作坐标系，同时还可以在程序中多次设置原点。设置时一般用 G92 或 G54 ~ G59 等指令。坐标系采用右手直角笛卡儿坐标系，图 1-7 所示为坐标系。

编程人员以工件图样上某点为坐标系的原点，称工作原点。工作原点一般设在工件的设计工艺基准处，便于尺寸计算。

编程时的刀具轨迹坐标点是按工件轮廓在工件坐标系中的坐标确定。

在加工时，工件随夹具安装在机床上，这时测量工作原点与机床原点间的距离，称作工作原点偏置，该偏置预存到数控系统中。在加工时，工作原点偏置能自动加到工件坐标系上，使数控系统可按机床坐标系确定加工时的绝对坐标值。

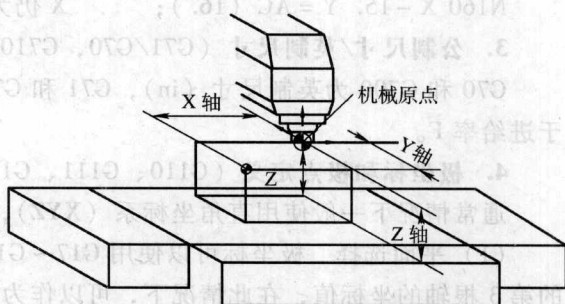


图 1-6 立式铣床机床原点

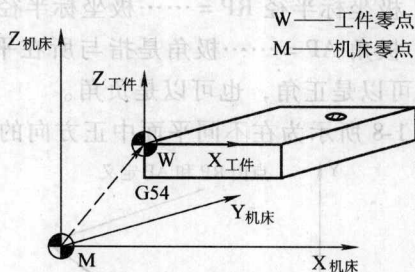


图 1-7 工件坐标系

第二节 SIEMENS 系统数控铣床常用指令

一、常用指令

1. 平面选择指令 (G17 ~ G19)

平面选择指令 G17、G18、G19 分别用来指定程序段中刀具的圆弧插补平面和刀具半径补偿平面。其中，G17 指定 XY 平面；G18 指定 ZX 平面；G19 指定 YZ 平面。数控铣削加工中心初始状态为 G17。

2. 绝对坐标和相对坐标 (G90 和 G91)

G90 和 G91 指令分别对应着绝对坐标值和相对坐标值编程。G90/G91 适用于所有坐标轴。

绝对值编程指令 G90, 每个编程坐标轴上的编程值是相对于程序原点的。相对值编程指令 G91, 每个编程坐标轴上的编程值是相对于前一位置而言的, 该值等于沿轴移动的距离。

在坐标不同于 G90/G91 的设置时, 可以在程序段中通过 AC/IC, 以绝对坐标/相对坐标方式进行。

G90 和 G91 编程举例:

N10 G90 X20. Y90. ;

绝对值尺寸

N20 X70. Y = IC (- 30.);

X 仍为绝对值尺寸, Y 是增量值尺寸

N150 G91 X40. Y20. ;

转换为增量值尺寸

N160 X - 15. Y = AC (16.);

X 仍为增量值尺寸, Y 是绝对值尺寸

3. 公制尺寸/英制尺寸 (G71/G70, G710/G700)

G70 和 G700 为英制尺寸 (in), G71 和 G710 为公制尺寸 (mm), G700 和 G710 也适用于进给率 F。

4. 极坐标和极点定义 (G110、G111、G112)

通常情况下一般使用直角坐标系 (XYZ), 但特殊工件上的点也可以用极坐标定义。

(1) 平面选择 极坐标可以使用 G17 ~ G19 指令定义的平面, 也可以设定垂直于该平面的第 3 根轴的坐标值, 在此情况下, 可以作为柱面坐标系编制三维的坐标尺寸。

(2) 极坐标参数

1) 极坐标半径 RP = 极坐标半径是指该点到极点的距离。

2) 极角 AP = 极角是指与所在平面中的横坐标之间的夹角 (比如 G17 中的 X 轴) 该角度可以是正角, 也可以是负角。

图 1-8 所示为在不同平面中正方向的极坐标半径和极角。

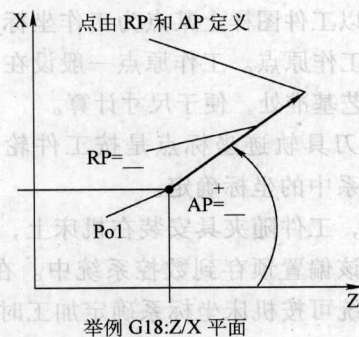
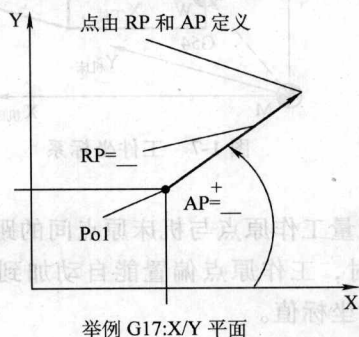


图 1-8 在不同平面中正方向的极坐标半径和极角

(3) 极点定义

G110: 极点定义, 相对于上次编程的设定位置 (在平面中, 如 G17)。

G111: 极点定义, 相对于当前工作坐标系的零点 (在平面中, 如 G17)。

G112: 极点定义, 相对于最后有效的极点, 平面不变。

说明: 1) 当一个极点已经存在时, 极点也可以用极坐标定义。

2) 如果没有定义极点, 则当前工件坐标系的零点就作为极点使用。

3) 在极坐标中运行, 可以把极坐标编程的位置作为用直角坐标编程的位置运行。

G00—快速移动线性插补 G01—带进给率线性插补

G02—顺时针圆弧插补 G03—逆时针圆弧插补

编程实例

N10 G17 ; XY 平面

N20 G111 X17. Y36. ; 在当前坐标系中的极点坐标

N80 G112 AP=45. RP=27.8 ; 新的极点, 相对于上一个极点, 作为一个极坐标

N90 ...AP=12.5 RP=47.679 ; 极坐标

N100...AP=26.3 RP=7.34 Z4. ; 极坐标和 Z 轴 (=柱面坐标)

5. 可编程的零点偏置 (TRANS 和 ATRANS)

如果工件上在不同的位置有重复出现的形状要加工, 或者选用了一个新的参考点, 在这种情况下就需要使用可编程零点偏置。由此产生一个当前工件坐标系, 新输入的尺寸均是在该坐标系中的数据尺寸, 可以在所有坐标轴中进行零点偏移, 如图 1-9 所示。

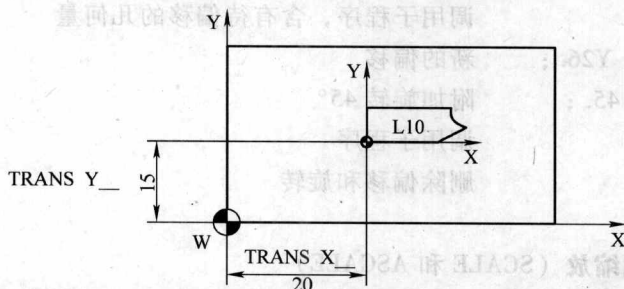


图 1-9 可编程的零点偏移

(1) 指令格式

TRANS X_ Y_ Z_ ; 可编程的偏移, 清除所有有关偏移、旋转、比例系数、镜像的指令

ATRANS X_ Y_ Z_ ; 可编程的偏移, 附加于当前的指令

TRANS ; 不带数值, 清除所有有关偏移、旋转、比例系数、镜像的指令

TRANS/ATRANS 指令要求一个独立的程序段。

(2) 编程举例 (图 1-9)

N20 TRANS X20. Y15. ... ; 可编程零点偏移

N30 L10 ; 子程序调用, 其中包含带偏移的几何量

...

N70 TRANS ; 取消偏移

...

6. 可编程旋转 (ROT 和 AROT)

在当前的平面 G17、G18 或 G19 中执行旋转, 值为 RPL=_, 单位是 (°), 图 1-10 所示为在不同的平面中旋转角正方向的定义。

(1) 指令格式

ROT RPL=_ ; 以 G54 ~ G59 设置的当前有效工作零点为参考的。可编程旋转, 删除以

前的偏移、旋转、比例系数和镜像指令
 AROT RPL_ ; 以当前有效设置或编程的零点为参考的。可编程旋转, 附加于当前的指令
 ROT ; 没有设定值, 删除以前的偏移、旋转、比例系数和镜像指令 ROT
 /AROT指令要求一个独立的程序段。

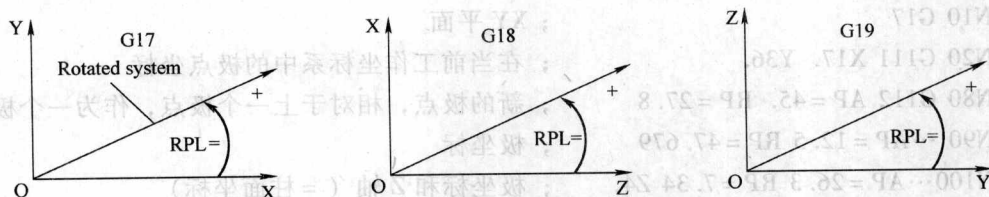


图 1-10 在不同的平面中旋转角正方向的定义

(2) 编程举例 (图 1-11)

N10 G17;	X/Y 平面
N20 TRANS X20. Y10.;	可编程的偏置
N30 L10.;	调用子程序, 含有待偏移的几何量
N40 TRANS X30. Y26.;	新的偏移
N50 AROT RPL = 45.;	附加旋转 45°
N60 L10;	调用子程序
N70 TRANS;	删除偏移和旋转
...	

7. 可编程的比例缩放 (SCALE 和 ASCALE)

使用 SCALE、ASCALE 指令, 可以为所有坐标轴按编程的比例系数进行缩放, 按此比例使所给定的轴放大或缩小若干倍。当前设定的坐标系作为比例缩放的基准。

(1) 指令格式

SCALE X_Y_Z_ ; 可编程的比例系数, 清除所有有关偏移、旋转、比例系数、镜像的指令

ASCALE X_Y_Z_ ; 可编程的比例系数, 附加于当前的指令

SCALE; 不带数值, 清除所有有关偏移、旋转、比例系数、镜像的指令

SCALE/ASCALE 指令要求一个独立的程序段。

说明: 1) 图形为圆时, 两个轴的比例系数必须一致。

2) 如果在 SCALE/ASCALE 有效时, 编制 ATRANS 功能, 则偏移量也同样被比例缩放。

(2) 编程举例 (图 1-12)

N10 G17;	X/Y 平面
N20 L10;	编程的轮廓—原尺寸
N30 SCALE X2. Y2.;	X 轴和 Y 轴方向的轮廓放大 2 倍
N40 L10	
N50 ATRANS X2.5 Y18.;	值也按比例放大
N60 L10;	轮廓放大和偏置

8. 可编程的镜像 (MIRROR 和 AMIRROR)

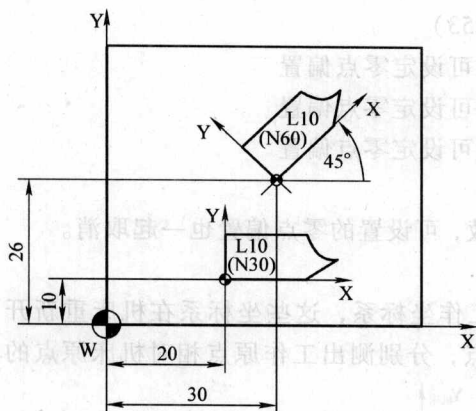


图 1-11 可编程旋转

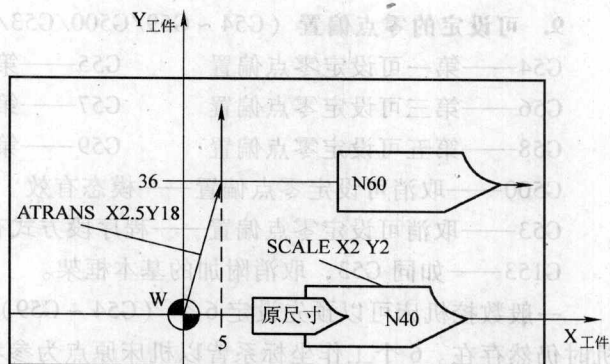


图 1-12 可编程的比例缩放

用 MIRROR 和 AMIRROR 指令可以使工件镜像加工。编制了镜像加工的坐标轴,其所有运动都以反向运行。

(1) 指令格式

MIRROR X0 Y0 Z0;

以 G54 ~ G59 设置的当前有效坐标系为参考的。可编程的镜像功能，清除所有有关偏移、旋转、比例系数、镜像的指令

AMIRROR X0 Y0 Z0:

以当前有效设置或编程坐标系为参考基准的。可编程的镜像功能，附加于当前的指令上

MIRROR;

不帶数值，清除所有有关偏移、旋转、比例系数、镜像的指令

MIRROR/AMIRROR 指令要求一个独立的程序段。坐标轴的数值没有影响,但必须要定义一个数值。

说明：1) 在镜像功能有效时，已经使用的刀具半径补偿 (G41/G42) 自动反向。

2) 在镜像功能有效时, 旋转方向 G2/G3 自动反向。在不同的坐标轴中, 镜像功能对使用的刀具半径补偿和 G02/G03 的影响, 如图 1-13 所示。

(2) 编程举例 (图 1-13)

...

N10 G17;

X/Y 平面, Z 垂直于
该平面

N20 L10;

编程的轮廓，带 G41

N30 MIRROR X0;

在 X 轴上改变方向加工

N40 L10:

镜像的轮廓

N50 MIRROR Y0;

在 Y 轴上改变方向加工

N60 L10

N70 AMIRROR X0; 在 Y 轴镜像的基础上

X 轴再镜像

N80 L10;

轮廓镜像两次加工

N90 MIRROR:

取消镜像功能

...

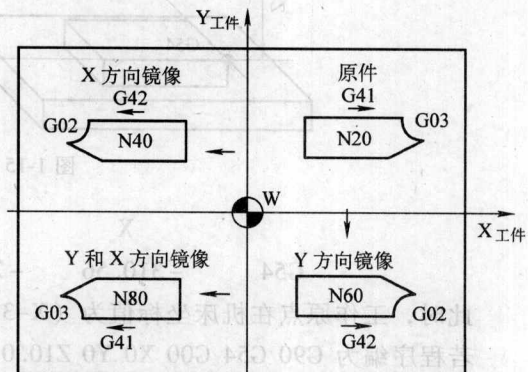


图 1-13 镜像功能举例

9. 可设定的零点偏置 (G54 ~ G59/G500/G53/G153)

G54——第一可设定零点偏置 G55——第二可设定零点偏置

G56——第三可设定零点偏置 G57——第四可设定零点偏置

G58——第五可设定零点偏置 G59——第六可设定零点偏置

G500——取消可设定零点偏置——模态有效

G53——取消可设定零点偏置——程序段方式有效, 可设置的零点偏置也一起取消。

G153——如同 G53, 取消附加的基本框架。

一般数控机床可以预先设定 6 个 (G54 ~ G59) 工作坐标系, 这些坐标系在机床重新开机时仍然存在。6 个工作坐标系皆以机床原点为参考点, 分别测出工作原点相对机床原点的坐标值即原点偏置值, 并输入到 G54 ~ G59 对应的存储单元中, 在执行程序时, 遇到 G54 ~ G59 指令后, 便将对应的原点偏置值取出来参加计算, 从而得到刀具在机床坐标系中的坐标值, 控制刀具运动。

可设定的零点偏置给出工件零点在机床坐标系中的位置 (工件零点以机床零点为基准偏移)。当工件装夹到机床上后对刀求出偏移量, 并通过操作面板输入到零点偏置数据区。程序可以通过选择相应的 G 功能 (G54 ~ G59) 调用此值, 见图 1-14; 也可以通过对某机床轴设定一个旋转角, 使工件呈一角度装夹。该旋转角可以在 G54 ~ G59 调用时同时有效。

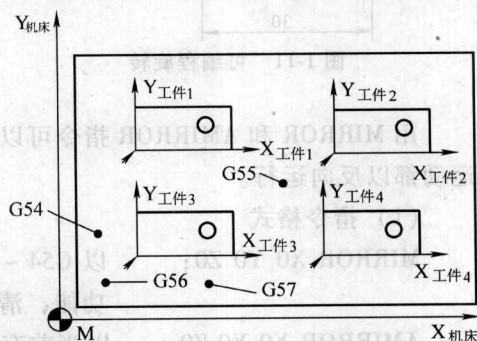


图 1-14 用 G 功能调用零点偏移量

例如, 现测得图 1-15 所示原点偏置值, 则 G54 偏置寄存器中值输为:

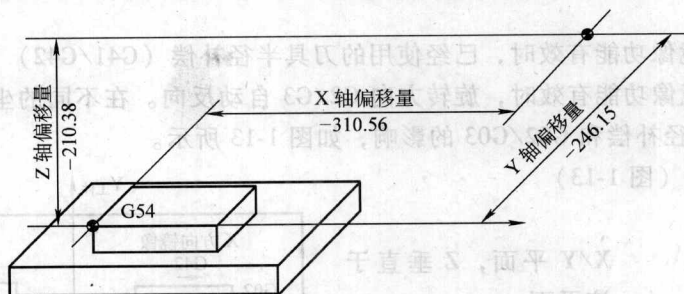


图 1-15 偏置值测量

G54 -310.56 -246.15 -210.38

此时, 工作原点在机床坐标值为 (X-310.56, Y-246.15, Z-210.38) 处。

若程序编为 G90 G54 G00 X0 Y0 Z10.0; 则刀具自动位于工作原点上 10.0mm 处 (仅与工作原点有关), 此时机床坐标自动计算为 (X-310.56, Y-246.15, Z-210.38)。

10. 可编程的工作区域限制 (G25、G26、WALIMON、WALIMOF)

(1) 指令格式

G25 X_Y_Z_ ; 工作区域下限

G26 X_Y_Z_ ; 工作区域上限

WALIMON; 使用工作区域限制

WALIMOF; 工作区域限制取消

说明: 1) G25/G26 可以与地址 S 一起, 用于限定主轴转速。

2) 坐标轴只有在回参考点之后工作区域限制才有效。

(2) 编程举例 (图 1-16)

N10 G25 X10. Y-20. Z30. ; 工作区域限制下限值

N20 G26 X400. Y110. Z300. ; 工作区域限制上限值

N30 T1 M6

N40 G00 X90. Y100. Z180.

N50 WALIMON ; 使用工作区域限制

... ; 仅在工作区域内

N90 WALIMOF ; 工作区域限制取消

主轴转速限制举例

N10 G25 S12 ; 主轴转速下限 12r/min

N20 G26 S2500 ; 主轴转速上限 2500r/min

11. 快速点定位 G00 指令

指令格式: G00 X_Y_Z_ ;

编程举例:

N10 G00 X100. Y150. Z65. ; 直角坐标系

...

...

N50 G00 RP = 16.78 AP = 45. ; 极坐标系

12. 带进给率的直线插补 (G01)

G01 是模态指令, 一直有效, 直到被 G 功能组中其他的指令 (G00、G02、G03...) 取代为止。

(1) 指令格式 G01 X_Y_Z_F_ ;

注: F_ 为进给速度, 初始状态为 mm/min。

(2) 编程格式

G01 X_Y_Z_F_ ; 直角坐标系

G01 AP =_ RP =_ F_ ; 极角坐标系

G01 AP =_ RP =_ Z_ F_ ; 柱面坐标系 (三维)

(3) 编程举例 (图 1-17)

N5 G00 G90 G54 X40. Y48. Z5. S500 M03 ; 刀具快速移动到 P1 三轴同时运动, 主轴转速 = 500r/min, 顺时针旋转

N10 G01 Z-12. F100 ; 进刀到 Z-12mm, 进给速度为 100mm/min

N15 X20. Y18. Z-10. ; 刀具在空中沿直线运行到 P2

N20 G00 Z100. ; 快速移动抬刀

N25 M05

N30 M30 ; 程序结束

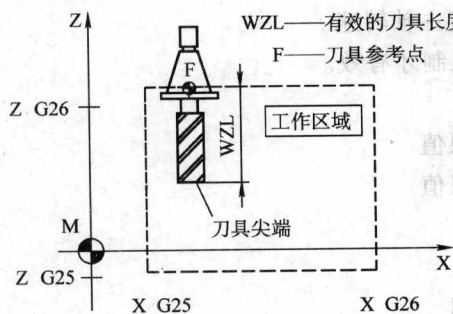


图 1-16 工作区域限制

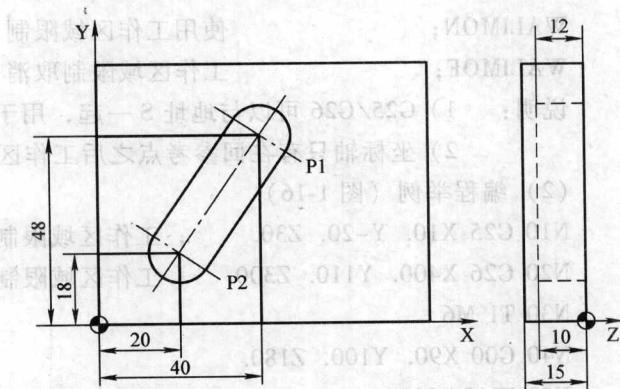


图 1-17 用 G01 指令编程的零件

13. 圆弧插补 (G02、G03) (图 1-18)

G02——顺时针方向圆弧插补

G03——逆时针方向圆弧插补

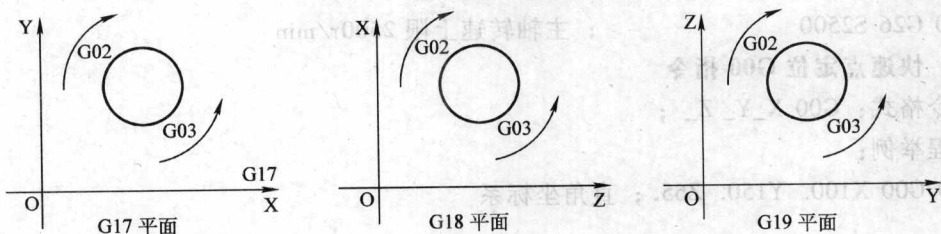


图 1-18 圆弧插补 G02/G03 在 3 个平面中的方向规定

所要求的圆弧可以用不同的方式进行描述, 见图 1-19。

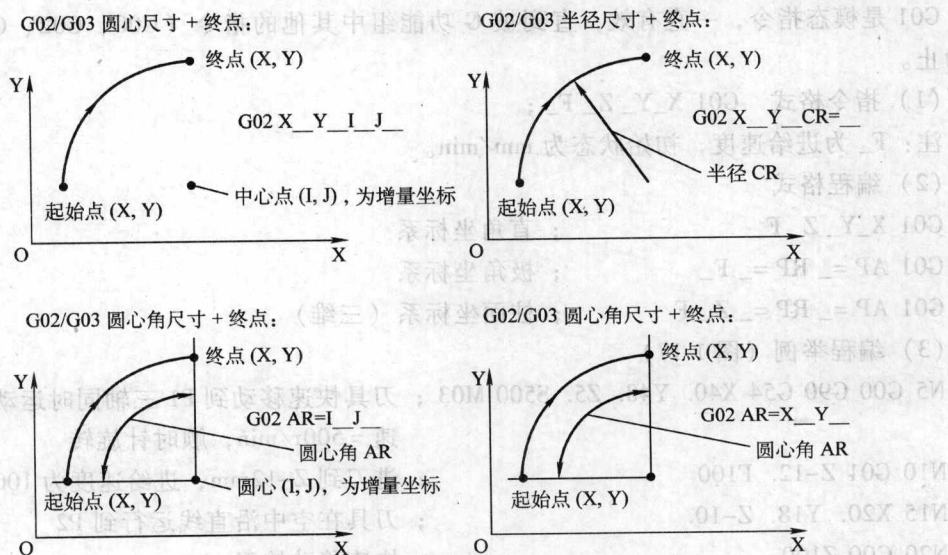


图 1-19 用 G02/G03 圆弧编程的方法 (举例: X/Y 轴)

(1) 指令格式

G02/G03 X_Y_I_J_ ; 圆弧终点和圆心
 G02/G03 CR=_X_Y_ ; 半径和圆弧终点
 G02/G03 AR=_I_J_ ; 圆心角和圆心
 G02/G03 AR=_X_Y_ ; 圆心角和圆弧终点
 G02/G03 AR=_RP_ ; 极坐标和极点圆弧

说明: CR = -_ 中的负号说明圆弧段大于半圆; CR = +_ 中的正号说明圆弧段小于或等于半圆, 如图 1-20 所示。

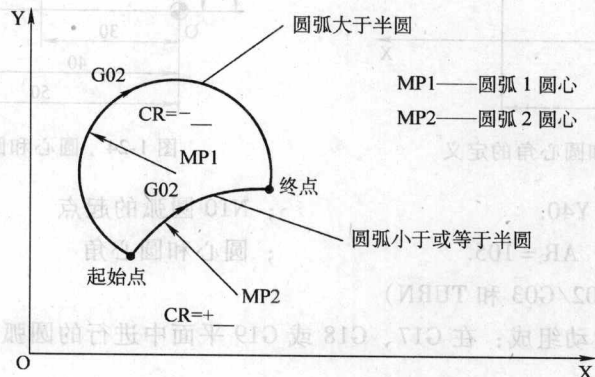


图 1-20 用 CR = 的符号选择正确的圆弧

(2) 编程举例

1) 圆心和终点定义的编程举例, 见图 1-21。

N5 G90 G00 X30. Y40.

; N10 圆弧的起点

N10 G02 X50. Y40. I10. J-7.

; 终点和圆心 (圆心是增量值)

2) 终点和半径定义的编程举例, 见图 1-22。

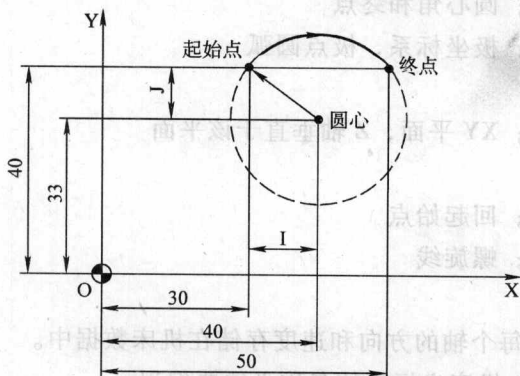


图 1-21 圆心和终点坐标定义

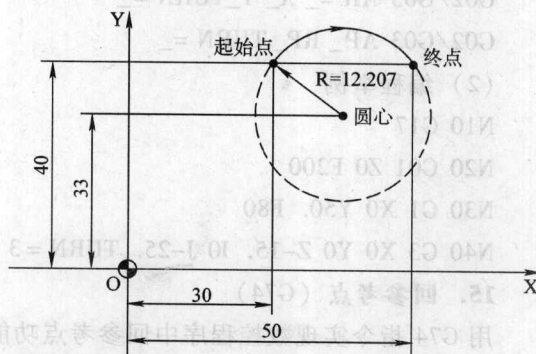


图 1-22 终点和半径的定义

N5 G90 G00 X30. Y40.

; N10 圆弧的起点

N10 G02 X50. Y40. CR = 12.207

; 终点和半径

3) 终点和圆心角定义的编程举例, 见图 1-23。

N5 G90 G00 X30. Y40.

; N10 圆弧的起点

N10 G02 X50. Y40. AR = 105.

; 终点和圆心角