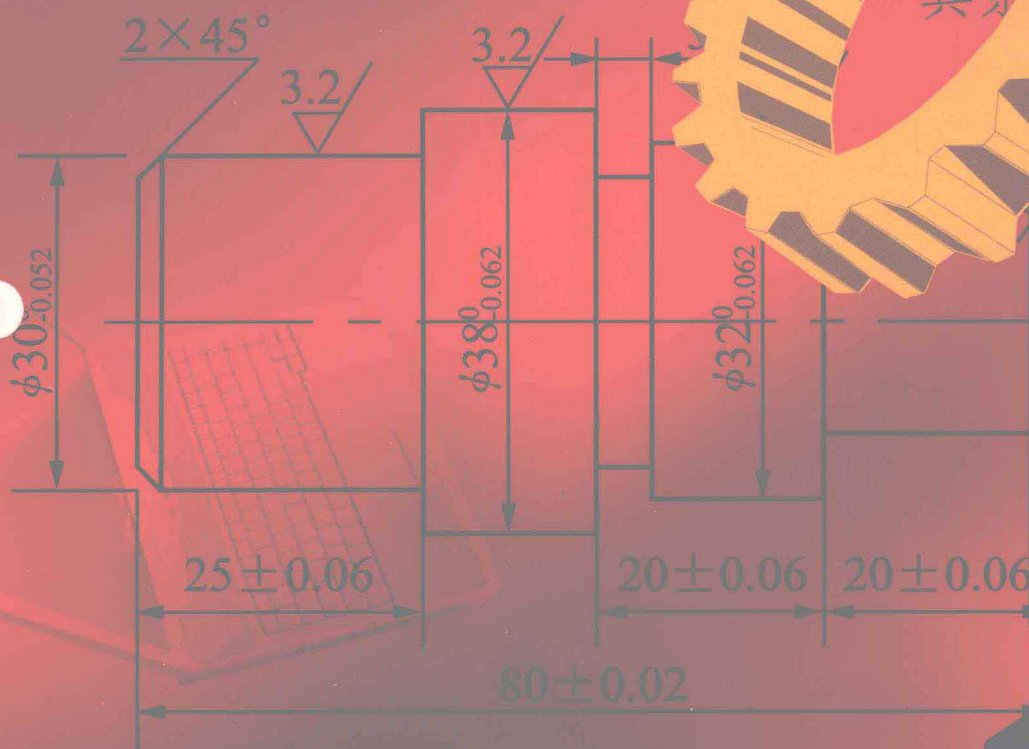


其余

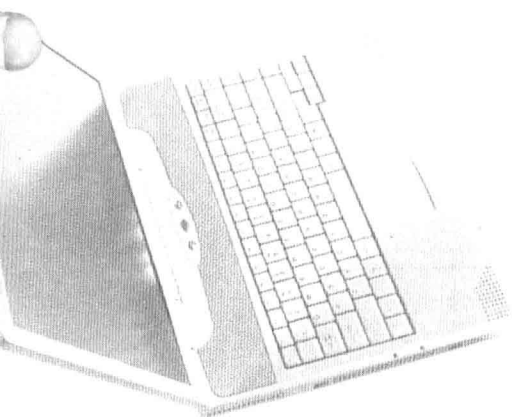


中等职业教育技能训练教材

数控铣床及加工中心技能实训

主 编 王 翔

江苏工业学院图书馆
藏书章



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

数控铣床及加工中心技能实训 / 王翔主编. —南京: 江苏科学技术出版社, 2008. 9

中等职业教育技能训练教材

ISBN 978-7-5345-6124-5

I. 数… II. 王… III. ①数控机床: 铣床—专业学校—教材②数控机床加工中心—专业学校—教材 IV. TG547
TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 110346 号

中等职业教育技能训练教材

数控铣床及加工中心技能实训

主 编 王 翔

责任编辑 傅永红 胡海群

责任校对 郝慧华

责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 47 号, 邮编: 210009)

网 址 <http://www.pspress.cn>

集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市中央路 165 号, 邮编: 210009)

集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>

经 销 江苏省新华发行集团有限公司

照 排 南京紫藤制版印务中心

印 刷 江苏苏中印刷有限公司

开 本 889 mm×1 194 mm 1/16

印 张 7.25

字 数 180 000

版 次 2008 年 9 月第 1 版

印 次 2008 年 9 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-6124-5

定 价 22.00 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

序 言

全

国职教工作会议明确指出,社会主义现代化建设需要培养大量高素质的劳动者和高技能的专门人才。现阶段,我国中等职业教育要为调整城乡经济结构和转变增长方式服务,为农村劳动力转移服务,为全面提高劳动者素质和职业能力服务。

职业教育就是就业教育。所谓中等职业教育的高质量,主要是学生毕业后,走出校门,步入厂矿,即可顶岗操作,在平凡的岗位上建功立业,企业和用工单位避免了以往冗长的岗前培训,做到学校教育和生产岗位的“零距离”对接,提高了劳动生产率。

为了克服学校长期存在的重视理论教育,轻视技能训练,只看书面考试成绩,不管技能操作水平的倾向,我们为中等职业学校机电类专业学生编写了这本实训教材,指导和规范学生的上机实习,同时也可供技术工人参加职业技能鉴定时训练使用。本教材由王翔担任主编,顾大吕担任主审并撰写序言,孙春明等专家担任编委,参与筹划内容,提出修改意见。

本书由四个部分组成。第一部分为数控实训基础知识,第二部分为本书重点,根据生产现场大量使用的 FANUC 系统,分成七个项目,每个项目又分解为若干任务,任务中含实训目标、技能训练、操作注意事项和思考题与练习。同时,在第七个项目中,由于学生通过一系列的基础技能训练,可能已达到中、高级水平,故各实训任务的刀具、量具、刃具的选择及操作方法、注意事项不再列出,由学生根据实际情况,进行工艺分析,自己确定操作方案。为了提高实训质量,附加了实训报告书样式,学生可以依据该样式在学习每个任务过程中,形成每个任务的实训报告书,从而帮助学生形成深刻印象,同时也方便教师了解每个学生的技能学习情况,对实训效果进行及时监控。考虑到有些企业可能会使用 SIMENS 系统,故在第三部分对该系统作了简单介绍,第四部分则根据实训过程中可能涉及的情况,列出一些实践思考题,并附相应的答案。

随着专业教育现代化的推进,我们日益感到自己的生产实践水平和教学指导能力有限,加之时间仓促,本教材难免存在缺点和不足,敬请各位专家批评指正,以便再版时修改。

编 者

2008 年 6 月

第一部分 数控实训基础知识	1
第二部分 实训项目	11
项目 1 数控铣床及加工中心基本操作	11
任务 1 数控铣床及加工中心控制面板	11
任务 2 开机回参考点	14
任务 3 手动(JOG)操作	14
任务 4 数控铣床及加工中心试切削加工	15
任务 5 数控铣床及加工中心程序的输入与编辑	16
任务 6 数控铣床及加工中心 MDI 操作及对刀	18
任务 7 数控铣床及加工中心通讯	20
项目 2 平面图形刻线加工	22
任务 1 直线图形刻线加工	22
任务 2 圆弧图形刻线加工	24
项目 3 面加工	27
任务 1 大平面铣削加工	27
任务 2 台阶面铣削加工	30
项目 4 轮廓加工	33
任务 1 外轮廓铣削加工	33
任务 2 内轮廓铣削加工	36
任务 3 轮廓铣削综合加工	39
项目 5 孔加工	43
任务 1 钻孔加工	43
任务 2 铣孔加工	45
任务 3 铰孔加工	48
任务 4 镗孔加工	51
任务 5 攻螺纹加工	54
任务 6 孔加工综合训练	58
项目 6 槽类零件加工	62



任务 1 键槽的加工	62
任务 2 沟槽的加工	65
任务 3 腰槽的加工	67
项目 7 中级数控铣床及加工中心综合实训	71
综合实训 1	71
综合实训 2	76
综合实训 3	78
综合实训 4	80
综合实训 5	82
综合实训 6	84
第三部分 西门子系统简介	86
第四部分 实践课思考题	92
参考文献	104
附录	105
附录 1 项目 1 实训报告书样式	105
附录 2 项目 2-7 实训报告书样式	107



系的原点。只有机床回参考点以后,机床坐标系才建立起来,刀具移动才有依据。否则不仅加工无基准,而且会发生碰撞等事故。机床参考点位置在机床原点处,故回机床参考点操作也可以称为回机床零点操作,简称“回零”。

(二) 数控程序的命名(FANUC-0i MB)

数控机床程序由程序名、程序内容和程序结束三部分组成。程序内容由若干程序段组成,程序段由若干程序字组成,每个程序字又是由字母(地址)和数字组成,即程序字组成程序段,程序段组成数控程序。

1. 程序名

以字母“O”开头,后跟四位数字从 O0000~O9999。如: O0030、O0230、O0456 等。

2. 程序内容

程序内容由程序段组成,每一程序段完成数控机床某种执行动作,前一个程序段动作结束后才开始执行下一个程序段内容。程序段与程序段之间的法那克系统用 EOB(;)分隔。

3. 程序结束

法那克系统可用指令 M02 或 M30 结束程序。M02 程序结束,光标停在程序结束处;M30 程序结束,光标自动返回程序开头处。

4. 程序段组成

程序段是由程序字组成(一般有七大类功能字),程序字是由字母(或地址)和数字组成。如: N20 M3 S1000 T01。

(三) 常用的准备功能 G 指令

1. 快速点定位 G00(或 G0)指令

(1) 指令功能

指刀具以机床规定的速度(快速)运动到目标点。

(2) 指令格式

G00 X_Y_Z_

其中,X、Y、Z 为目标点的坐标。

(3) 指令使用说明

◆ 用 G00 指令快速移动时地址 F 下编程的进给速度无效。

◆ G00 一经使用持续有效,直到同组 G 代码(G1、G2、G3…)取代为止。

◆ G00 指令刀具运动速度快,容易撞刀,只能适用于退刀及空运行的场合,但能减少运动时间,提高效率。

2. 直线插补 G01(或 G1)指令

(1) 指令功能

刀具以给定的进给速度运动到目标点。

(2) 指令格式

G01 X_Y_Z_F_

其中:X、Y、Z 为目标点的坐标;F 为刀具进给速度大小,单位一般为毫米/分钟(mm/min)。

(3) 指令使用说明

◆ 用于直线切削加工,必须给定刀具进给速度。

◆ G01 为续效代码,一经使用持续有效,直到同组 G 代码(G0、G2、G3…)取代为止。

◆ 刀具空间运行或退刀时,用此指令则运动时间长,效率低。

3. 平面选择指令(G17、G18、G19)

(1) 指令功能

在圆弧插补、刀具半径补偿及刀具长度补偿时必须首先确定一个平面,即确定一个由两个坐标轴构成的坐标平面;在此平面内可以进行圆弧插补、刀具半径补偿及在此平面垂直坐标轴方向进行长度补偿。铣床三个坐标轴构成三个平面,法那克系统指令代码见下表。

表 1-1 坐标平面指令代码

G 代码	平面	垂直坐标轴(在钻削、铣削时的长度补偿)
G17	X/Y	Z
G18	Z/X	Y
G19	Y/Z	X

(2) 指令使用

在立式铣床及加工中心上加工圆弧及刀具半径补偿平面 XOY 平面,即 G17 平面,长度补偿方向为 Z 轴方向,且在 G17 代码程序启动时生效。

4. 圆弧插补指令

(1) 指令功能

使刀具按给定进给速度沿圆弧方向进行切削加工。

(2) 指令代码

顺时针圆弧插补指令代码: G02(或 G2)

逆时针圆弧插补指令代码: G03(或 G3)

顺时针、逆时针方向判别:从不在圆弧平面的坐标轴正方向往负方向看,顺时针用 G02,逆时针用 G03,见图 1-4。

(3) 指令格式

格式一: 终点坐标+圆弧半径

G17 G02(G03)X_Y_R_F_

其中:X、Y 为圆弧终点坐标;R 为圆弧半径;F 为圆弧插补进给速度。



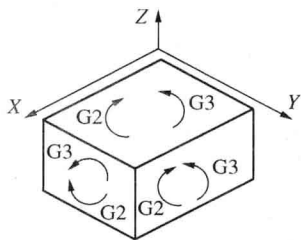


图 1-4 顺时针、逆时针方向判别

格式二：终点坐标+圆心坐标

G17 G02(G03)X_Y_I_J_F_

其中：X、Y 为圆弧终点坐标；I、J 表示圆弧、圆心相对于圆弧起点的增量坐标；F 表示圆弧插补进给速度。

(4) 指令使用说明

◆ 终点坐标+圆弧半径的格式中，当圆弧圆心角小于 180° 时，半径为正；圆弧圆心角大于 180° 时，半径为负。

◆ 终点坐标+圆弧半径的格式不能编制整圆零件加工。

◆ 终点坐标+圆心坐标的格式不仅可用于加工一般圆弧，还可用于整圆加工。

◆ 终点坐标+圆心坐标的格式中不管是用 G90 指令还是用 G91 指令，I、J 均表示圆弧、圆心相对于圆弧起点的增量值。

5. 绝对坐标、相对坐标指令

(1) 指令代码

绝对坐标指令代码：G90

相对坐标指令代码：G91

(2) 指令功能

G90：绝对坐标指令，指输入尺寸表示目标点坐标值，即绝对坐标值。

G91：相对(增量)坐标指令，指输入尺寸表示目标点相对于前一位置的移动增量(正、负号由移动方向决定)或相对于前一位置点坐标。

(3) 指令使用说明

◆ G90、G91 为续效代码，一经指定，持续有效。

◆ 一般情况下 G90 为机床默认指令，程序启动后 G90 有效，直到 G91 替代为止。

◆ 法那克系统中也可用 U、V、W 表示相对坐标，X、Y、Z 表示绝对坐标，且可以用绝对坐标、相对坐标混合编程(用 U、V、W 分别表示 X、Y、Z 方向的增量)。

6. 公、英制尺寸设定指令

(1) 指令功能

公、英制尺寸设定指令是指选定输入的尺寸是英制或是公制。

(2) 指令代码

公制 G21

英制 G20

(3) 指令使用说明

◆ G20、G21 指令必须在设定坐标系之前，并在程序的开头以单独程序段指定。

◆ 在程序段执行期间，均不能切换公、英制尺寸输入指令。

◆ G20、G21(G70、G71)均为模态有效指令。

◆ 在公制/英制转换之后，将改变下列值的单位制。

- ① 由 F 代码指定的进给速度。
- ② 位置指令。
- ③ 工件零点偏移值。
- ④ 刀具补偿值。
- ⑤ 手摇脉冲发生器的刻度单位。
- ⑥ 在增量进给中的移动距离。

7. 进给速度单位设定指令

(1) 指令功能

确定直线插补或圆弧插补中进给速度的单位。

(2) 指令格式

G94 F_：每分钟进给量，尺寸为公制、英制时，单位分别为 mm/min、inch/min

G95 F_：每转进给量，尺寸为公制、英制时，单位分别为 mm/r、inch/r

(3) 每分钟进给量与每转进给量关系

$$F = nf$$

式中：F——每分钟进给量(mm/min)；

n——主轴转速(r/min)；

f——每转进给量(mm/r)。

(4) 指令使用说明

◆ 数控车床中常默认 G95 有效，数控铣床中常默认 G94 有效。

◆ G95 指令只有在主轴为旋转轴时才有意义。

◆ G94、G95 更换时要求写入一个新的地址 F。

◆ G94、G95 均为模态有效指令。

8. 倒圆、倒角指令

(1) 指令功能

在一个轮廓拐角处可以插入倒角或倒圆。

(2) 指令格式



倒角 G1 X_Y_F_,C_

倒圆 G1 X_Y_F_,R_

(3) 指令使用说明

◆ 指令格式中 X、Y 是指两轮廓(直线与直线、直线与圆弧)间虚拟交点的坐标值。

◆ C 表示从虚拟交点到拐角起点和终点的距离,倒角的方向与两轮廓角平分线垂直。

◆ 倒圆指令中的 R 表示倒圆部分圆弧半径,该圆弧与两轮廓相切。

◆ 倒角、倒圆指令不仅可用于直线与直线、直线与圆弧之间,也可用于圆弧与直线、圆弧与圆弧之间的过渡。

◆ 倒角、倒圆指令只能在(G17、G18 或 G19)指定平面内执行,在平面切换过程中,不能指定倒角或倒圆。

◆ 如果超过 3 个程序段中不含移动指令时,不能进行倒角或倒圆。

◆ 不能进行任意角度倒角和拐角圆弧过渡。

9. 刀具半径补偿指令(G41/G42)

(1) 指令功能

使刀具在所选择的平面内向左或向右偏置一个半径值,编程时只需按零件轮廓编程,不需要计算刀具中心运动轨迹,从而方便、简化计算和编制程序。

(2) 指令代码

G41: 刀具半径左补偿

G42: 刀具半径右补偿

G40: 取消刀具半径补偿

(3) 指令格式

G0/G1 G41 X_Y_D_;建立刀具半径左补偿

G0/G1 G42 X_Y_D_;建立刀具半径右补偿

G0/G1 G40 X_Y_;取消刀具半径补偿

G40;仅取消偏置方式

其中: X、Y 为建立刀具半径补偿(或取消刀具半径补偿)时目标点坐标;D 为刀具半径补偿号。

刀具半径左补偿、右补偿方向判别: 在补偿平面内,沿着刀具进给方向看刀具在轮廓左边用左补偿,沿着刀具进给方向看刀具在轮廓右边,用右补偿。

(4) 指令使用

刀具补偿过程中运动轨迹可分为: 建立刀具半径补偿、使用刀具半径补偿、取消刀具半径补偿 3 个步骤。

1) 建立刀具半径补偿。刀具以直线运动接近

工件轮廓,并在轮廓起始点处与轨迹切向垂直。正确选择起始点,才能保证刀具运行时不发生碰撞。

2) 使用刀具半径补偿。建立刀具半径补偿指令后刀具在运行中始终按偏离一个刀具半径值进行移动。系统在进入补偿(G41/G42)状态时不得变换补偿平面(如从 G17 平面切换到 G18 平面),否则会发生报警。

3) 取消刀具半径补偿。用 G40 取消刀具半径补偿,此状态也是编程开始所处的状态。只有在直线移动命令中才能取消补偿运行,否则只能取消补偿状态。

(5) 指令使用说明

◆ 只有在直线移动命令中才可以进行 G41/G42 选择,只有在移动命令中才能取消补偿。

◆ 刀具半径补偿指令应指定所在的补偿平面(G17/G18/G19)。

◆ 建立刀具半径补偿 G41/G42 程序段之后紧接着是工件轮廓的第一个程序段。

◆ 在使用刀具半径补偿过程中不可切换补偿平面。

10. 回参考点指令

(1) 指令功能

参考点是机床上一个固定点,用该指令可以使刀具非常方便地移动到该位置。

(2) 指令格式

G28 IP_;IP 是指定中间点位置的指令

例: N1 G28 X40 Y0;中间点(X40,Y0)

N2 G28 Y60;中间点(X40,Y60)

(3) 指令使用说明

◆ 用 G28 指令回参考点的各轴速度贮存在机床数据中(快速)。

◆ 使用回参考点指令前,为安全起见应取消刀具半径补偿和长度补偿。

◆ 法那克系统须指定中间点坐标,刀具经中间点回到参考点。

◆ 返回参考点指令为程序段有效指令。

11. 返回固定点指令

(1) 功能

指刀具自动返回到机床上某一指定的固定点,如换刀点。

(2) 指令格式

G29 IP_;IP 是指从参考点返回目标点的指令

例: N2 G29 X40 Y60;目标点(X40,Y60)

(3) 指令使用说明



◆ 返回固定点指令为程序段有效指令。

◆ 返回固定点指令之后的程序段中原先的 G0、G1、G2、G3…将再次生效。

12. 坐标系偏转指令

(1) 指令功能

将坐标系偏转一个角度,使刀具在偏转后的坐标系中运行。

(2) 指令格式

G17/G18/G19 G68 α β R_

在选定平面内以某点为旋转中心旋转 R 角度, α 、 β 为相应的 X、Y、Z 中的两个绝对坐标作为旋转中心。

G69 取消坐标系旋转。

(3) 指令使用说明

◆ G17、G18、G19 是坐标系所在的平面,立式铣床及加工中心在 G17 平面。

◆ 式中 R 为偏转角度,在不同平面内偏转角度正负方向规定,逆时针为正,顺时针为负。

◆ 没有指定“ α β ”时,则 G68 程序段的刀具位置为旋转中心。

◆ 程序未编制“R_”值时,则参数 5410 中的值被认为是旋转的角度。

◆ 取消坐标系旋转的 G69 指令可以编写在其他指令的程序段中。

13. 镜向加工指令

(1) 指令功能

镜向功能可以实现对称零件的加工。

(2) 指令格式

G51.1 X_Y_Z_;设置可编程的镜像

G50.1;取消可编程的镜像

(3) 镜像指令使用说明

◆ 使用镜像功能后,G02 和 G03、G42 和 G43 指令被互换。

◆ 在可编程镜像方式中,与返回参考点有关指令和改变坐标系指令(G54~G59)等有关代码不能指定。

◆ 还可通过机床面板实现镜像功能,如果指定可编程镜像功能,同时又用 CNC 外部开关或 CNC 设置生成镜像时,则可编程镜像功能首先执行。

◆ 用 G51.1 可指定镜像的对称点和对称轴,而用 G50.1 仅指定镜像对称轴,不指定对称点。

14. 刀具长度补偿指令

(1) 指令功能

通常在数控铣床及加工中心上加工一个工件

要使用多把刀具,由于每把刀具长度不同,所以每次换刀后,刀具 Z 方向移动时,需要对刀具进行长度补偿,让不同长度的刀具在编程时 Z 方向坐标统一。

(2) 指令代码

G43: 正向长度补偿

G44: 负向长度补偿

G49: 取消长度补偿

(3) 法那克系统指令格式

G43 Z_H_

G44 Z_H_

G49 或 H0

其中: Z 为补偿轴的终点值;H 为长度补偿寄存器号;H0 中长度补偿值为 0。

(4) 长度补偿的使用

生产中刀具长度补偿通常有以下 3 种用法:

1) 所用刀具都使用一个零点偏置代码(如 G54),则应预先确定基准刀具,测量出基准刀具的长度和其他每把刀具的长度差作为长度偏置值,如图 1-5 所示,并把此偏置值设定在数控系统的刀具数据寄存器(H 代码)中。实际操作时通过对刀确定标准刀具在工件坐标系中的位置,并把 Z 方向对刀数值设置在零点偏置(即 G54)中,然后换上其他刀具依次对刀,测出其在工件坐标系中相对于基准刀具的差值,记录在对应的寄存器(H 代码)中。编程时通过 G43 正补偿(或 G44 负补偿)及偏置号 H 确定刀具长度补偿。

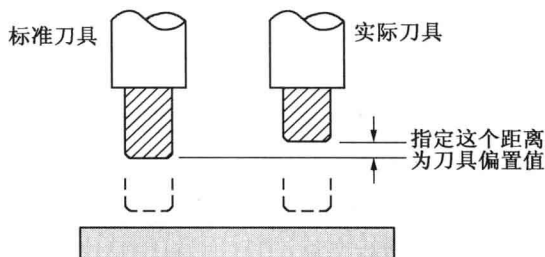


图 1-5 刀具长度偏置

2) 所用刀具都使用一个零点偏置代码(如 G54),将程序中所用的零点偏置代码(如 G54)中的 Z 值设为 0,每把刀具的长度值在对刀时都设定在对应长度补偿号 H(或刀沿号 D)中,编程时通过 G43 正补偿(或 G44 负补偿)及偏置号 H 确定刀具长度补偿。

3) 当所使用的刀具数少于零点偏置代码数时,每把刀具使用一个零点偏置代码,Z 方向对刀数值设置在每个零点偏置中,刀具参数寄存器中



的刀具长度都为 0,在程序中用所用的零点偏置代码编程,把每把刀具长度补偿值调出。如 T1 号刀具对刀数值放在 G54 中,T2 号刀具对刀数值放在 G55 中,T3 号刀具对刀数值放在 G56 中等。编程时,不同刀具用各自对刀时的零点偏置代码。

(5) 长度补偿指令使用说明

◆ G43 和 G44 是模态 G 代码。它们一直有效,直到指定同组的 G 代码为止。

◆ H 代码为刀具长度补偿值的存储器地址,H00~H99 共 100 个,补偿量用 MDI 方式输入,补偿量与偏置号一一对应。

◆ 用 H0 可替代 G49 指令作为取消刀具长度补偿。

15. 暂停指令

(1) 指令功能

两个程序段之间插入一个暂停指令,可以使加工程序中断给定的时间。

(2) 指令格式

G04 X_;暂停时间较长,X 后面的数字为带小数点的数,单位为 s

G04 P_;暂停时间较短,为 1/1 000 秒,P 后面的数字为整数,单位为 ms

(3) 指令使用说明

◆ 使用 G04 指令时,刀具延时结束后执行下一个程序段。

◆ G04 指令为非模态指令。

◆ 法那克系统中当 G04 中 X 或 P 都不指定时,执行准确停止。

16. 子程序

(1) 子程序功能

对经常需要进行重复加工的轮廓形状或零件上相同形状轮廓的加工可编制子程序,在程序适当的位置进行调用、运行。原则上子程序和主程序之间没有区别。

(2) 子程序名

子程序名与主程序名完全相同,由字母“O”开头,后跟四位数字。如“O1233”。

(3) 子程序结构

子程序结构与主程序结构完全相同,由各程序段组成。

(4) 子程序结束及返回

用 M99 指令结束子程序并返回。

(5) 子程序调用

主程序可以在适当位置调用子程序,子程序还可以再调用其他子程序。

M98 P XXXX XXXX

P 后面跟子程序被重复调用的次数及子程序名。例如:

N20 M98 P2233;调用子程序“O2233”

— N40 M98 P31133;重复调用子程序“O1133”3 次

(6) 子程序使用说明

◆ 主程序调用子程序,子程序还可再调用其他子程序,这称为子程序嵌套,一般子程序嵌套深度为三层,也就是有四个程序界面(包括主程序界面)。注意固定循环是子程序的一种特殊形式,也属于四个程序界面中的一个。

◆ 子程序可以重复调用,最多调用 999 次。

◆ 在子程序中可以改变模态有效的 G 功能,比如 G90~G91 的变换。在返回调用程序时,注意检查所有模态有效的功能指令,并按照要求进行调整。

17. 工件坐标系设定(G54/G55/G56/G57/G58/G59)

G54: 第一工件坐标系设定

G55: 第二工件坐标系设定

G56: 第三工件坐标系设定

G57: 第四工件坐标系设定

G58: 第五工件坐标系设定

G59: 第六工件坐标系设定

将各工件坐标系的原点之机械坐标数值,分别输入 G54/G55/G56/G57/G58/G59 之 X_₋、Y_₋、Z_₋中,即完成工件坐标系设定。

18. 钻孔循环指令

(1) 指令功能

该循环作为正常钻孔,切削进给执行到孔底,然后从孔底快速退出。

(2) 指令格式

G81 X_Y_Z_R_F_K_

其中:

X_Y_——孔位 X、Y 坐标;

Z_——孔底的位置坐标(绝对值时),从 R 点到孔底的距离(增量值时);

R_——从初始位置到 R 点位置的距离;

F_——切削进给速度;

K_——重复次数;

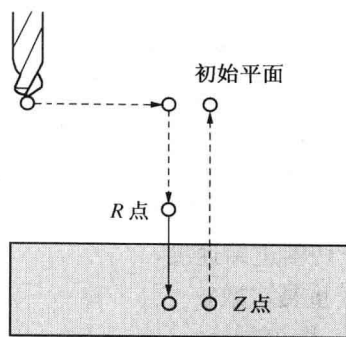
G80——取消循环。

钻孔循环过程如图 1-6 所示:

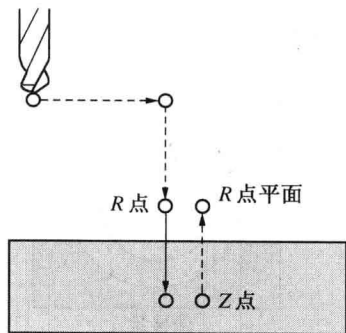
(3) 指令使用说明

◆ 在沿着 X 轴和 Y 轴定位以后,快速移动到





G81(G98)



G81(G99)

图 1-6 钻孔循环过程

R 点。

◆ 当 G81 指令和 M 代码在同一程序段中指定时,在执行第一个定位动作的同时执行 M 代码,然后系统处理下一个动作。

◆ 当指定重复次数 K 时,只对第一个孔执行 M 代码,对第二或以后的孔不执行 M 代码。

◆ 当在固定循环中指定刀具长度偏置(G43、G44 或 G49)时,在定位到 R 点的同时加偏置。

19. 深孔钻削循环

(1) 指令功能

当孔较深时,用此循环可使刀具间歇进给到孔的底部,钻孔过程中可从孔中排除切屑,避免切屑阻断麻花钻。

(2) 指令格式

G83 X_Y_Z_R_Q_F_P_K_

其中:

X_Y_——孔位 X、Y 坐标;

Z_——孔底的位置坐标(绝对值时),从 R 点到孔底的距离(增量值时);

R_——从初始位置到 R 点位置的距离;

Q_——每次切削进给的背吃刀量,它必须用增量值指定;

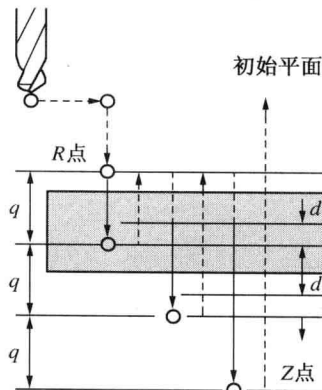
F_——切削进给速度;

P_——孔底停留时间;

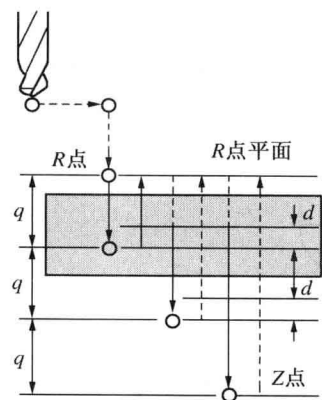
K_——重复次数;

G80——取消循环。

深孔钻削循环过程如图 1-7 所示:



G83(G98)



G83(G99)

图 1-7 深孔钻削循环过程

(3) 指令使用说明

◆ 调用深孔钻削循环 G83 前应先指定主轴转速和方向。

◆ 钻孔位置由循环指令 G83 中 X、Y 坐标值确定,刀具先运行到孔位置再进行钻孔。

◆ 深孔钻削循环中,Q 表示每次切削进给的钻削深度,它必须用增量值指定 Q 中必须指定正值,负值被忽略(无效)。

◆ 深孔钻削循环中,如果 Z、Q、K 的移动量为零,该指令不执行。

◆ 深孔钻削循环 G83 只有排屑工作方式。

20. 镗孔循环指令

(1) 指令功能

该指令可以用于镗孔、铰孔、扩孔等加工。

(2) 指令格式

G85 X_Y_Z_R_F_K_

其中:



$X_Y_$ ——孔位 X 、 Y 坐标;
 $Z_$ ——孔底的位置坐标(绝对值时),从 R 点到孔底的距离(增量值时);
 $R_$ ——从初始位置到 R 点位置的距离;
 $F_$ ——切削进给速度;
 $K_$ ——重复次数;
 $G80$ ——取消循环。
 镗孔循环过程如图 1-8 所示:

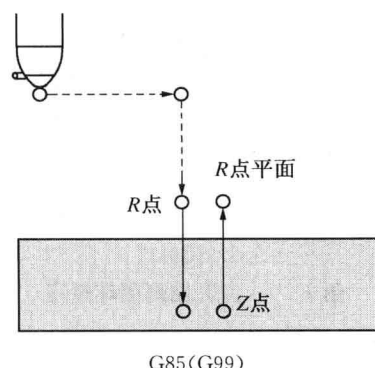
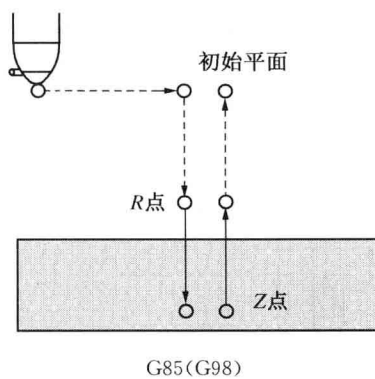


图 1-8 镗孔循环过程

(3) 指令使用说明

- ◆ 调用镗孔循环 $G85$ 前应先指定主轴转速和方向。
- ◆ 镗孔位置由循环指令 $G85$ 中 X 、 Y 坐标值确定,刀具先运行到孔位置再进行镗孔。
- ◆ 沿着 X 轴和 Y 轴定位后快速移动到 R 点,然后从 R 点到 Z 点执行镗孔。当到达孔底(Z 点)时,执行切削进给,最后返回 R 点。

21. 精镗孔循环

(1) 指令功能

精镗孔循环镗削精密孔。当到达孔底时,主轴停止,切削刀具离开工件的被加工表面,并返回。

(2) 指令格式

$G76\ X_Y_Z_R_Q_P_F_K_$

其中:
 $X_Y_$ ——孔位 X 、 Y 坐标;
 $Z_$ ——孔底的位置坐标(绝对值时),从 R 点到孔底的距离(增量值时);
 $R_$ ——从初始位置到 R 点位置的距离;
 $Q_$ ——孔底的偏移量;
 $F_$ ——切削进给速度;
 $K_$ ——重复次数;
 $G80$ ——取消循环。
 精镗孔循环过程如图 1-9 所示。

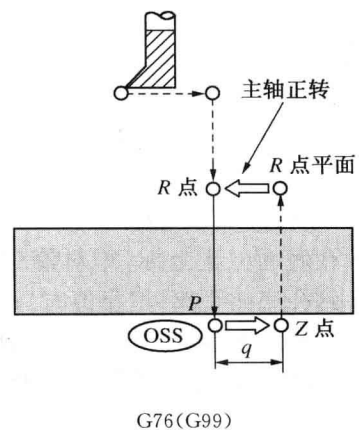
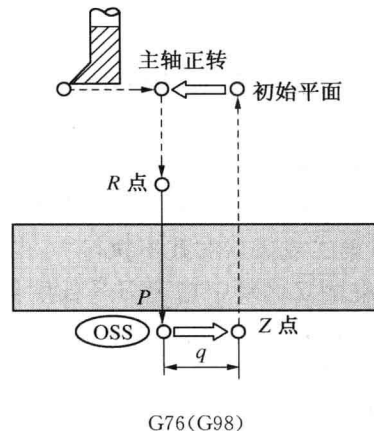
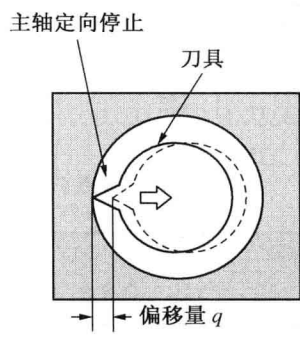


图 1-9 精镗孔循环过程



(3) 指令使用说明

◆ Q 表示孔底的偏移量, P 表示孔底的暂停时间。

◆ 当到达孔底时, 主轴在固定的旋转位置停止, 刀具先向刀尖的相反方向移动退刀, 然后快速退刀, 这样既保证加工面不被破坏, 又实现了精密和有效的镗削加工。

◆ 刀尖反向位移量用地址 Q 指定, 其值 q 为正值。位移方向由 MDI 设定, 可为“+X”、“-X”、“+Y”、“-Y”中的任一个。

22. 攻内螺纹循环指令

(1) 指令功能

刀具以编程的主轴转速和方向钻削, 加工至给定的螺纹深度。

(2) 指令格式

G84 X_Y_Z_R_P_F_K_

其中:

X_Y_——孔位 X、Y 坐标;

Z_——孔底的位置坐标(绝对值时), 从 R 点到孔底的距离(增量值时);

R_——从初始位置到 R 点位置的距离;

F_——切削进给速度;

P_——孔底停留时间;

K_——重复次数;

G80——取消循环。

攻内螺纹循环过程如图 1-10 所示:

(3) 指令使用说明

◆ 主轴顺时针旋转执行攻螺纹, 当到达孔底时, 为了返回, 主轴以相反方向旋转。

◆ 在攻螺纹期间进给倍率被忽略。进给保持, 不停止机床, 直到返回动作完成。

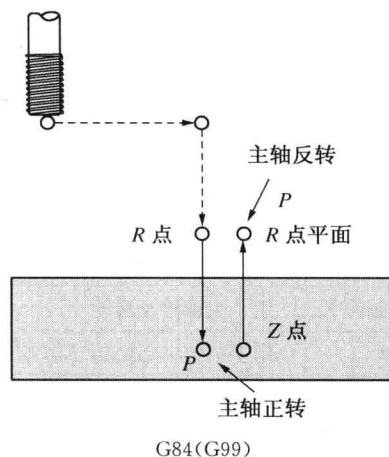
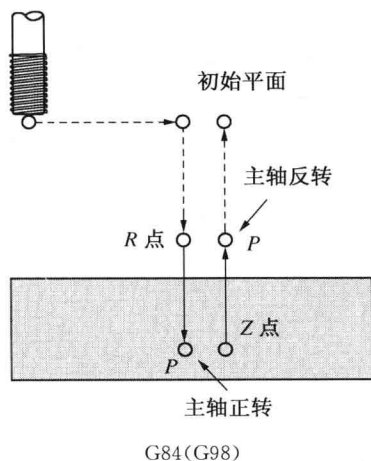


图 1-10 攻内螺纹

◆ 调用攻螺纹循环 G84 前应先指定主轴转速和方向。

◆ 进给速度要严格按公式计算。进给速度 $(F) = \text{转速}(n) \times \text{螺距}(p)$ 。

◆ 攻螺纹位置由循环指令 G84 中 X、Y 坐标值确定, 刀具先运行到孔位置再进行攻螺纹。

◆ 钻孔循环指令 G84 中, 如用 G98, 则刀具退回至初始平面, 如用 G99, 则刀具退回至 R 平面。

◆ 攻丝循环 G84 中, 当指定重复次数 K 时, 只对第一个孔执行 M 代码; 对第二或以后的孔不执行 M 代码。

◆ 攻丝循环 G84 中指定刀具长度偏置(G43、G44 或 G49)时, 在定位到 R 点的同时加偏置。

◆ 主轴必须是位置控制主轴(带实际值编码器)时才可以应用此循环。在运行时循环本身并不检查主轴是否具有实际值编码器。

(四) 常用的辅助功能 M 指令

表 1-2 常用的辅助功能 M 指令表

代码	含义	用途
M00	程序停止	实际上是一个暂停指令。当执行有 M00 指令的程序段后, 主轴停止, 进给停止, 主轴停止, 切削液关闭。它与单程序段停止相同, 模态信息全部保存, 以便进行某一手动操作。按“循环启动”键继续执行后面的程序
M01	选择停止	与 M00 的功能基本相似, 只有在按下“选择停止”键后, M01 才有效, 否则机床继续执行后面的程序段; 按“循环启动”键, 继续执行后面的程序



续 表

代码	含义	用 途
M02	程序结束	该指令为程序的最后一条,表示执行程序内所有指令后,主轴停止,进给停止,主轴停止,切削液关闭,机床处于复位状态
M03	主轴正转	用于主轴顺时针方向转动
M04	主轴反转	用于主轴逆时针方向转动
M05	主轴停转	用于主轴停止转动
M06	换刀	用于加工中心的自动换刀
M08	冷却液开	用于冷却液开
M09	冷却液关	用于冷却液关
M30	程序结束	使用 M30 时,除表示执行 M02 的内容外,还表示返回到程序的第一条语句,准备下一个工件的加工
M98	子程序调用	用于调用子程序
M99	子程序返回	用于子程序结束及返回主程序

(五) 数控铣床及加工中心日常维护及保养

1. 数控铣床及加工中心日常维护及保养

(1) 保持良好的润滑状态,定期检查、清洗自动润滑系统,增加或更换油脂、油液,使丝杆、导轨等各运动部位始终保持良好的润滑状态,以降低机械磨损。

(2) 进行机械精度的检查调整,以减少各运动部件之间的形状和位置误差。

(3) 经常清扫,周围环境对数控机床影响较大,如粉尘被电路板上静电吸引会产生短路现象;油、气、水过滤器、过滤网太脏,会发生压力不够、流量不够、散热不好,造成机、电、液部分的故障等。

表 1-3 数控铣床及加工中心日常维护内容

序号	检查周期	检查部位	检查要求
1	每天	导轨润滑油箱	检查油标、油量,检查润滑泵能否定时启动供油及停止
2	每天	X、Y、Z 轴向导轨面	清除切屑及脏物,导轨面有无划伤
3	每天	压缩空气气源压力	检查气动控制系统压力
4	每天	主轴润滑恒温油箱	工作正常,油量充足并能调节温度范围
5	每天	机床液压系统	油箱、液压泵无异常噪声,压力指示正常,管路及各接头无泄漏

续 表

序号	检查周期	检查部位	检查要求
6	每天	各种电气柜散热通风装置	各电气柜冷却风扇工作正常,风道过滤网无堵塞
7	每天	各种防护装置	导轨、机床防护罩等无松动、无漏水
8	每半年	滚珠丝杆	清洗丝杆上旧润滑脂,涂上新润滑脂
9	不定期	切削液箱	检查液面高度,经常清洗过滤器等
10	不定期	排屑器	经常清理切屑
11	不定期	废油池	及时取走滤油池中的废油,以免外溢
12	不定期	主轴驱动带	按机床说明书调整其松紧程度
13	不定期	各轴导轨上镶条	按机床说明书检查

2. 数控系统日常维护及保养

数控系统使用一定时间以后,某些元器件或机械部件会老化、损坏。为延长元器件的寿命和零部件的磨损周期,应在以下方面注意维护。

(1) 尽量少开数控柜和强电柜的门

车间空气中一般都含有油雾、潮气和灰尘。一旦它们落在数控装置内的线路板或电子元器件上,容易引起元器件间绝缘电阻下降,并导致元器件的损坏。

(2) 定时清理数控装置的散热通风系统

散热通风口过滤网上灰尘积聚过多,会引起数控装置内温度过高(一般不允许超过 $55^{\circ}\text{C} \sim 60^{\circ}\text{C}$),致使数控系统工作不稳定,甚至发生过热报警。

(3) 经常监视数控装置的电网电压

数控装置允许电网电压在额定值的 $\pm 10\%$ 范围内波动,如果超过此范围就会造成数控系统不能正常工作,甚至引起数控系统内某些元器件损坏。为此,需要经常监视数控装置的电网电压。电网电压质量差时,应加装电源稳压器。



第二部分 实训项目

项目 1 数控铣床及加工中心基本操作

任务 1

数控铣床及加工中心控制面板

(一) 训练目标

掌握 FANUC(法那克)0i-MB 系统数控铣床及加工中心控制面板功能。

(二) 技能训练

1. CRT/MDI 数控操作面板

如图 2-1-1 所示为 FANUC(法那克)0i-MB 数控操作面板。

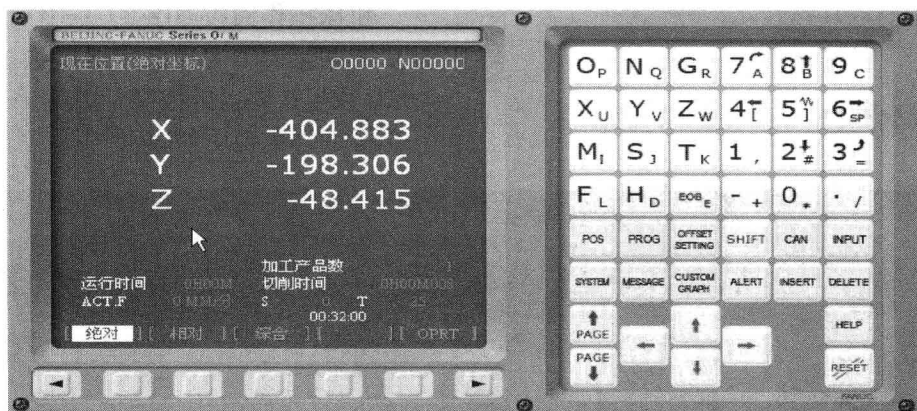


图 2-1-1 FANUC(法那克)0i-MB 数控操作面板

各键的符号及用途如下:

(1) 数字/字母键

O_P N_Q G_R 7_A 8_B 9_C
X_U Y_V Z_W 4_T 5_M 6_S
M_I S_J T_K 1_L 2_F 3_D
F_L H_D EOB_E - + 0 . ,

数字/字母键用于输入数据到输入区域,系统自动判别取字母或数字。数字和字母键通过

SHIFT (上档)键切换输入,如 O—P, 7—A。

(2) 编辑键

ALTER 替换键 用输入的数据替换光标所在

的数据。

DELTE 删除键 删除光标所在的数据或者一个程序或者全部程序。

INSERT 插入键 把输入区中的数据插入到当前光标之后的位置。

CAN 取消键 消除输入区内的数据。

EOB_E 回车换行键 结束一行程序的输入并且换行。

SHIFT 上档键。

(3) 页面切换键

PROG 程序显示与编辑页面。

POS 位置显示页面。位置显示有三种方式，用翻页按钮(PAGE)选择。

OFFSET SET 参数输入页面。按第一次进入坐标系设置页面，按第二次进入刀具补偿参数页面。进入不同的页面以后，用翻页按钮(PAGE)切换。

SYSTEM 系统参数页面。

MESGE 信息页面，如“报警”信息。

CUSTM GRAPH 图形参数设置页面。

HELP 系统帮助页面。

(4) 翻页按钮(PAGE)

PAGE 向上翻页。

PAGE 向下翻页。

(5) 光标移动(CURSOR)

↑ 向上移动光标。

← 向左移动光标。

↓ 向下移动光标。

→ 向右移动光标。

(6) 输入键

INPUT 输入键 区内的数据输入参数页面。

RESET 复位键。

2. 机床操作面板(以北京 FANUC 0i - MB 标准操作面板为例)

机床操作面板如图 2-1-2 所示，主要用于控制机床的运动和选择机床运行状态，由模式选择旋钮、数控程序运行控制开关等多个部分组成，每一部分的详细说明如表 2-1-1 所示。

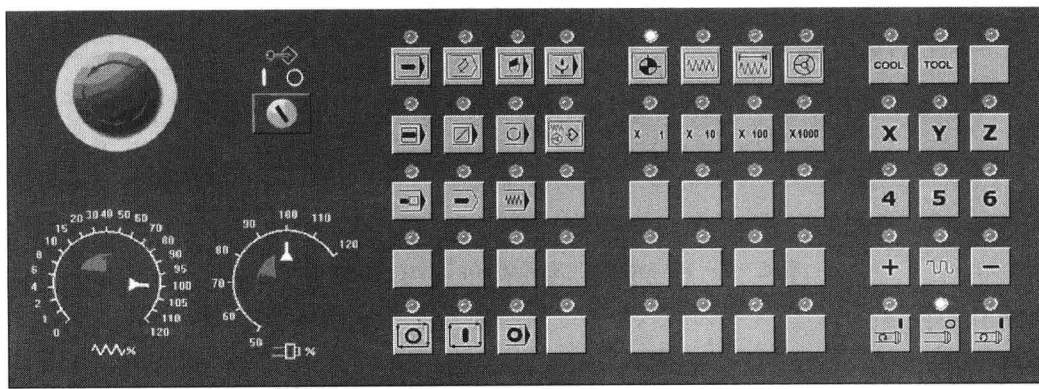


图 2-1-2 北京 FANUC 0i - MB 标准操作面板

表 2-1-1 FANUC 0i - MB 机床操作面板按键功能

续 表

	AUTO(MEM)键(自动模式键)：进入自动加工模式
	EDIT 键(编辑键)：用于直接通过操作面板输入数控程序和编辑程序
	MDI 键(手动数据输入键)：用于直接通过操作面板输入数控程序和编辑程序
	文件传输键：通过 RS232 接口把数控系统与电脑相联并传输文件
	REF 键(回参考点键)：通过手动回机床参考点

	JOG 键(手动模式键)：通过手动连续移动各轴
	INC 键(增量进给键)：手动脉冲方式进给
	HNDL 键(手轮进给键)：按此键切换成手轮移动各坐标轴
	冷却液开关键：按下此键，冷却液开
	刀具选择键：按下此键在刀库中选刀
	SINGL 键(单段执行键)：在自动加工模式和 MDI 模式中，单段运行

