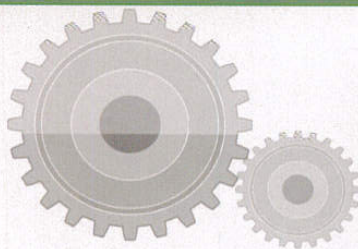




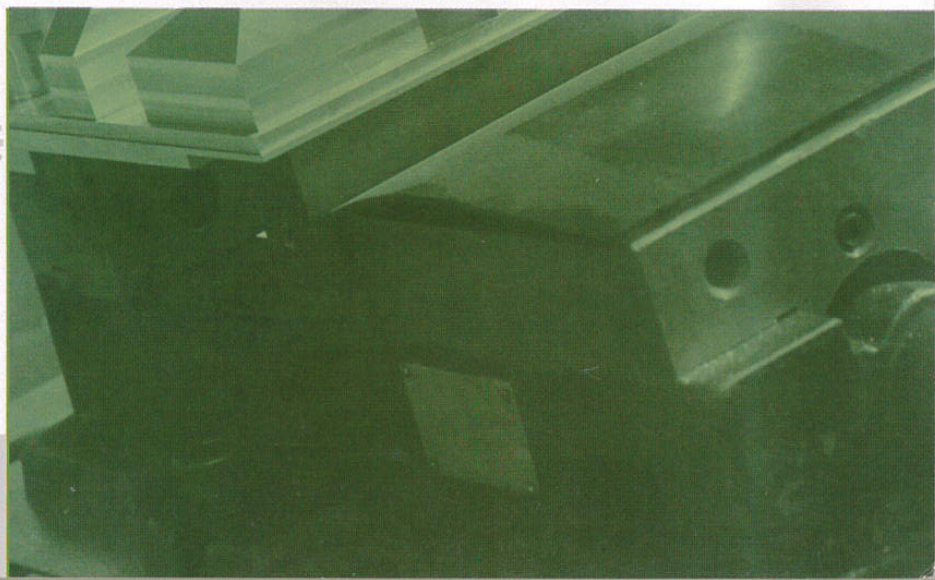
全国技工院校数控加工类专业通用教材  
(中级技能层级)

# 数控机床编程 与操作

(第四版 数控铣床 加工中心分册)



中国劳动社会保障出版社





# 目录

第一章 数控铣床/加工中心及其编程基础 .....	(1)
第一节 数控铣床/加工中心概述 .....	(1)
第二节 数控加工与数控编程概述 .....	(8)
第三节 数控铣床/加工中心编程基础知识 .....	(14)
第四节 数控机床的有关功能及规则 .....	(19)
第五节 数控铣床/加工中心编程的常用功能指令 .....	(25)
第六节 基础编程综合实例 .....	(34)
第七节 刀具补偿功能的编程方法 .....	(42)
第八节 加工中心的刀具交换功能 .....	(52)
<b>第二章 FANUC 系统的编程与操作 .....</b>	<b>(58)</b>
第一节 FANUC 系统功能简介 .....	(58)
第二节 轮廓铣削 .....	(62)
<b>第三节 FANUC 0i 系统孔加工固定循环功能 .....</b>	<b>(75)</b>
第四节 FANUC 0i 系统数控铣床/加工中心操作 .....	(89)
第三章 华中系统的编程与操作 .....	(106)
第一节 华中数控系统功能简介 .....	(106)
第二节 轮廓铣削实例 .....	(109)
第三节 华中系统数控铣床/加工中心的操作 .....	(117)
第四章 SIEMENS SINUMERIK 802D 系统的编程与操作 ...	(134)
第一节 SINUMERIK 802D 系统功能简介 .....	(134)
第二节 轮廓铣削 .....	(137)
第三节 SINUMERIK 802D 系统的孔加工循环 .....	(148)
第四节 SINUMERIK 802D 系统数控铣床/加工中心的 操作 .....	(167)
第五章 SIEMENS SINUMERIK 828D 系统的编程与操作 ...	(190)
第一节 SINUMERIK 828D 系统功能简介 .....	(190)

## 第二章

# FANUC 系统的编程与操作

### 第一节 FANUC 系统功能简介

#### 一、FANUC 数控系统介绍

FANUC 公司生产的数控系统主要有 FS3、FS6、FS0、FS10/11/12、FS15、FS16、FS18、FS21/210 等系列。目前我国主要使用的有 FS0、FS15、FS16、FS18、FS21/FS210 等系列。

##### 1. FS0 系列

FS0 系列是一种面板装配式的数控系统，具有许多规格，如 FS0-T、FS0-TT、FS0-M、FS0-G、FS0-F 等型号。T 型数控系统用于单主轴单刀架的数控车床，TT 型数控系统用于单主轴双刀架或双主轴双刀架的数控车床，M 型数控系统用于数控铣床或加工中心，G 型数控系统用于数控磨床，F 型数控系统是对话型数控系统。

##### 2. FS10/11/12 系列

FS10/11/12 系列数控系统可用于各种机床，规格型号有 M 型、T 型、TT 型、F 型。

##### 3. FS15 系列

FS15 系列是 FANUC 公司开发的 32 位数控系统，被称为人工智能数控系统。该系统按功能模块结构构成，可以根据不同的需要组合成最小功能模块系统至最大功能模块系统，控制轴数为 2~15 根，同时还有 PMC 的轴控制功能；可配备有 7、9、11、13 个槽的控制单元母板，在控制单元上插入各种印制电路板；采用了通信专用微处理器和 RS422 接口，并有远程缓冲功能。在硬件方面，FS15 系列为多微处理控制系统，采用了模块式多主总线结构，主 CPU 为 68020，同时还有一个子 CPU。所以，该系统适用于大型机床、复合机床的多轴控制和多系统控制。

##### 4. FS16 系列

FS16 系列是在 FS15 系列之后开发的数控系统，其性能介于 FS15 系列和 FS0 系列之间。在显示方面，FS16 系列采用了彩色液晶显示等新技术。

##### 5. FS21/FS210 系列

FS21/FS210 系列是 FANUC 公司推出的较新系统，该系统有 FS21 MA/MB、FS21



X - 25.0;	(切线切出, 图 2—13 中的 N 点)
G40 G01 X - 50.0 Y - 50.0;	(取消刀具半径补偿)
M99;	(子程序调用 3 次, 返回主程序)
O0103;	(圆形凸台轮廓子程序)
G91 G01 Z - 5.0;	(Z 向分层切削, 每次背吃刀量为 5 mm)
G90 G41 G01 X15.0 Y - 25.98 D01;	(切线切入, 图 2—13 中的 F 点)
X0;	
G02 X0 Y - 25.98 I0 J25.98;	(圆形凸台轮廓加工, 用 I__J__ 编程)
X - 15.0;	(切线切出, 图 2—13 中的 A 点)
G40 G01 X - 50.0 Y - 50.0;	(取消刀具半径补偿)
M99;	(子程序调用 2 次, 返回主程序)
O0104;	(三角形凸台轮廓子程序)
G91 G01 Z - 5.0;	(Z 向分层切削, 每次背吃刀量为 5 mm)
G90 G41 G01 X10.0 Y - 43.30 D01;	(切线切入)
X - 22.50 Y12.99;	(三角形凸台轮廓加工)
X22.5;	
X - 10.0 Y - 43.30;	(切线切出)
G40 G01 X - 50.0 Y - 50.0;	(取消刀具半径补偿)
M99;	(子程序调用 1 次, 返回主程序)



### 提示

刀具半径补偿通常建立在子程序中, 且不能被分支。

## 第三节 FANUC 0i 系统孔加工固定循环功能

FANUC 0i 系统数控铣床/加工中心配备的固定循环功能主要用于孔加工, 包括钻孔、镗孔、攻螺纹等。使用一个程序段可以完成一个孔加工的全部动作(钻孔进刀、退刀、孔底暂停等), 如果孔加工的动作无须变更, 则程序中所有模态数据可以不写, 从而达到简化程序、减少编程工作量的目的。FANUC 0i 系统孔加工固定循环指令见表 2—2。

表 2—2 FANUC 0i 系统孔加工固定循环指令

G 代码	进刀动作 (-Z 方向)	孔底动作	退刀动作 (+Z 方向)	用途
G73	间歇进给	—	快速进给	高速深孔加工循环
G74	切削进给	暂停、主轴正转	切削进给	左旋螺纹攻螺纹循环
G76	切削进给	主轴准停	快速进给	精镗

续表

G 代码	进刀动作 (-Z 方向)	孔底动作	退刀动作 (+Z 方向)	用途
G80	—	—	—	取消固定循环
G81	切削进给	—	快速进给	钻孔
G82	切削进给	暂停	快速进给	铰孔、镗台阶孔
G83	间歇进给	—	快速进给	深孔加工循环
G84	切削进给	暂停、主轴反转	切削进给	右旋螺纹攻螺纹循环
G85	切削进给	—	切削进给	镗孔
G86	切削进给	主轴停	快速进给	镗孔
G87	切削进给	主轴正转	快速进给	反镗孔
G88	切削进给	暂停、主轴停转	手动	镗孔
G89	切削进给	暂停	切削进给	镗孔

## 一、孔加工固定循环概述

### 1. 孔加工固定循环的动作组成

孔加工固定循环动作如图 2—14 所示, 通常由以下六个动作组成:

动作 1 (AB 段): 快速在 G17 平面定位。

动作 2 (BR 段): Z 向快速进给到 R 点。

动作 3 (RZ 段): Z 向切削进给, 进行孔加工。

动作 4 (Z 点): 孔底部的动作。

动作 5 (ZR 段): Z 向退刀。

动作 6 (RB 段): Z 向快速回到起始位置。

### 2. 孔加工固定循环指令的基本格式 (G73~G89)

孔加工固定循环指令的通用指令格式为:

G73~G89 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ Q\_\_ P\_\_ F\_\_

K\_\_;

X\_\_ Y\_\_——指定孔在 XY 平面内定位。

Z\_\_——孔底平面的 Z 坐标位置。

R\_\_——R 点所在平面的 Z 坐标位置。

Q\_\_——当间歇进给时, 刀具每次加工深度。

P\_\_——指定刀具在孔底的暂停时间, 数字不



图 2—14 加小数点, 以 ms 为时间单位。

F\_\_——孔加工切削进给时的进给速度。

K\_\_——指定孔加工循环的次数。

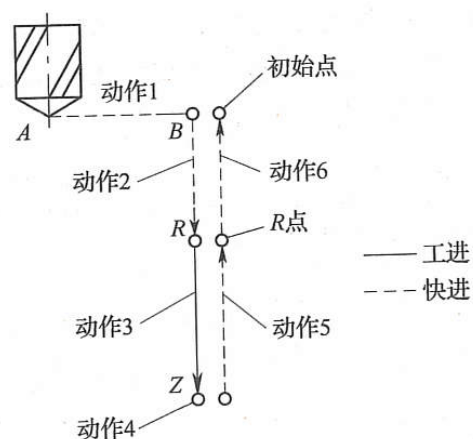


图 2—14 孔加工固定循环动作



上述孔加工固定循环指令中的参数并不是每一种孔加工固定循环的编程都要全部用到。除参数 K 外，其他都是模态代码参数，只有在循环取消时才被清除。因此，指令一经指定，在后面的重复加工中不必重新指定。

取消孔加工固定循环采用 G80 指令。另外，如果在孔加工固定循环中出现 01 组的 G 代码，则孔加工固定循环也会自动取消。

### 3. 孔加工固定循环的平面

#### (1) 初始平面

初始平面是为安全进刀而规定的一个平面。初始平面可以设定在任意一个安全高度上。当使用同一把刀具加工多个孔时，刀具在初始平面内的任意移动将不会与夹具、工件凸台等发生干涉。

#### (2) R 点平面

R 点平面又叫 R 参考平面。这个平面是刀具进刀时，自快进转为工进的高度平面，距工件表面的距离主要考虑到工件表面的尺寸变化，一般情况下取 2~5 mm (图 2—15)。

#### (3) 孔底平面

加工不通孔时，孔底平面就是孔底的 Z 向高度。而加工通孔时，除要考虑孔底平面的位置外，还要考虑刀具超越量 (图 2—15 中 Z 点)，以保证所有孔深都加工到尺寸。

### 4. 刀具从孔底返回的方式

当刀具加工到孔底平面后，刀具从孔底平面以两种方式返回，即返回到初始平面和返回到 R 点平面，分别用指令 G98 与 G99 来指定。

#### (1) G98 方式

G98 表示刀具返回到初始平面，如图 2—16a 所示。一般采用固定循环加工孔系时不用返回到初始平面，只有在全部孔加工完成后或孔之间存在凸台或夹具等干涉件时，才回到初始平面。G98 指令格式为：

G98 G81 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ F\_\_ K\_\_；

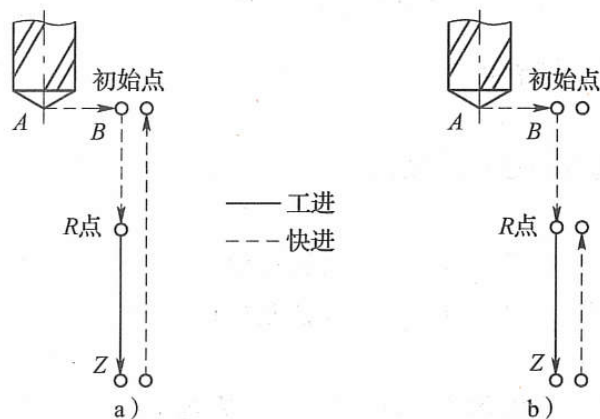


图 2—15 孔加工的平面



图 2—15

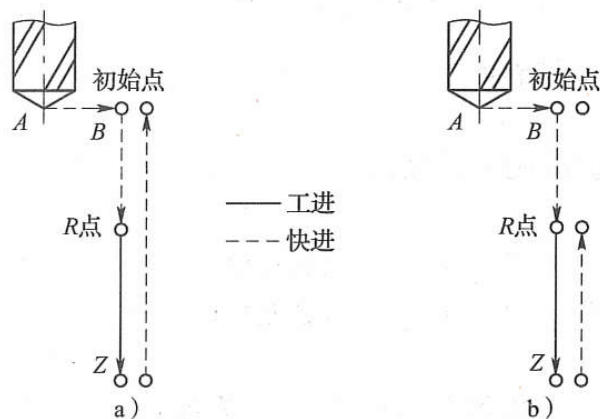


图 2—16 孔加工的返回方式

a) G98 方式 b) G99 方式



图 2—16a



图 2—16b

## (2) G99 方式

G99 表示刀具返回到 R 点平面, 如图 2—16b 所示。在没有凸台等干涉件的情况下, 加工孔系时, 为了节省孔系的加工时间, 刀具一般返回到 R 点平面。G99 指令格式为:

G99 G81 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ F\_\_ K\_\_;

## 5. 孔加工固定循环中的绝对坐标与增量坐标

孔加工固定循环中 R\_\_ 与 Z\_\_ 的指定与 G90/G91 方式的选择有关, 而 Q\_\_ 与 G90/G91 方式无关。

## (1) G90 方式

G90 方式中, R\_\_ 与 Z\_\_ 是指相对于工件坐标系的 Z 向坐标值, 如图 2—17a 所示。此时, R\_\_ 一般为正值, 而 Z\_\_ 一般为负值。

G90 G99 G83 X\_\_ Y\_\_ Z-20.0 R5.0 Q5.0 F\_\_ K\_\_;

## (2) G91 方式

G91 方式中, R\_\_ 是指从初始点到 R 点的矢量值, 而 Z\_\_ 是指从 R 点到孔底平面的矢量值。如图 2—17b 所示, R\_\_ 与 Z\_\_ (G87 例外) 均为负值。

G91 G99 G83 X\_\_ Y\_\_ Z-25.0 R-30.0 Q5.0 F\_\_ K\_\_;



图 2—17a



图 2—17b

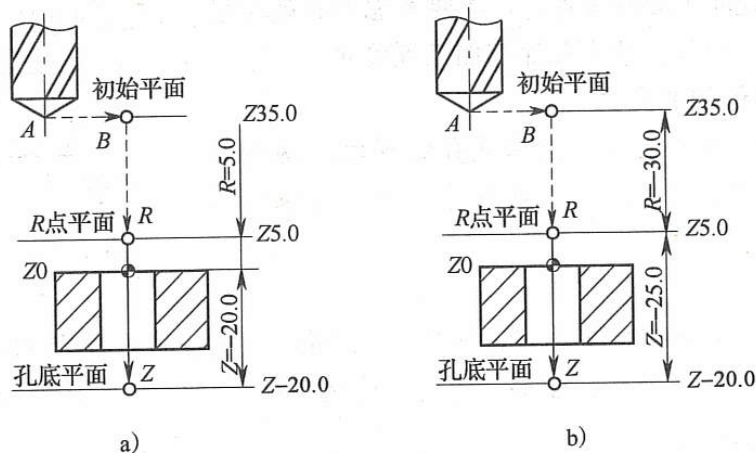


图 2—17 孔加工固定循环中的绝对坐标与增量坐标  
a) G90 方式 b) G91 方式

## 二、孔加工固定循环指令

## 1. 钻孔与铰孔循环指令 (G81、G82)

## (1) 指令格式

G81 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ F\_\_; (钻孔循环)

G82 X\_\_ Y\_\_ Z\_\_ R\_\_ P\_\_ F\_\_; (铰孔循环)

## (2) 动作说明

钻孔循环与铰孔循环动作如图 2—18 所示, 说明如下:

G81 指令用于正常钻孔, 切削进给执行到孔底, 然后刀具从孔底快速退回, 如图 2—18a 所示。

# 全国技工院校数控加工类专业通用教材 (中级技能层级)

数控加工工艺学(第四版)

数控机床编程与操作(第四版 数控车床分册)

 数控机床编程与操作(第四版 数控铣床 加工中心分册)

数控机床编程与操作(第三版 电加工机床分册)

数控车床编程与操作(第三版)——广数GSK980TDc车床数控系统

数控车床编程与操作(FANUC系统)(第二版)

数控铣床加工中心编程与操作(FANUC系统)(第二版)

数控铣床加工中心编程与操作(华中系统)(第二版)

数控加工技术(第二版)

责任编辑 / 游建颖

责任校对 / 张 苏

责任设计 / 崔俊峰

ISBN 978-7-5167-3569-5



9 787516 735695 >

定价: 30.00元