

\* 文章编号:1000-5811(2007)02-0105-04

# 西门子 SINUMERIK 数控系统 编程的二次开发及应用

杨 军

(上海烟草机械有限责任公司, 上海 201206)

**摘 要:**通过对西门子 Sinumerik 数控系统编程平台的分析,概括了其高级编程的功能特点,结合实际加工中零件坐标系建立、刀具自动补偿等具有普遍性的问题,运用 Sinumerik 840C 系统 CL800 子程序语言编写了参数化的加工程序和功能循环,以具体实例介绍了其编程原理以及在提高零件加工精度和加工效率方面的实用性,并阐述了数控编程二次开发的工艺技术特点和应用价值。

**关键词:**Sinumerik 数控系统; CL800 子程序语言; 零点设置; 刀具自动补偿

**中图分类号:**TG659      **文献标识码:**A

## 0 引言

数控机床已在世界各工业国家得到了普遍应用,它具有高精度、高效率、工艺范围广等优点,改变了传统机床的多工序、多工种的加工方法,减少了工件的装夹及中间流转环节,也减少了对零件加工精度的人为影响,以高精度光栅尺为基础的机床测量和反馈系统更使其所加工的零件在尺寸一致性和精度方面得到了保证。

作为数控机床“控制中枢”的数控系统随着计算机技术的发展而功能日趋强大。就程序编制而言,当代数控系统具有两方面特点:第一,应用高级计算机语言使数控程序编制更便捷。第二,面向用户的开放式功能循环的程序结构能更广泛地满足各种加工过程的个性化要求。目前应用较多的西门子、法那科等数控系统都有这样的发展趋势,其中尤其以西门子 Sinumerik 数控系统更具此方面的优势。

在加工编程中,通过对系统功能的理解掌握,利用其开放式功能循环的结构特点,结合实际工艺要求进行编程二次开发,可以解决一些加工中经常遇到的工艺问题,保证零件的加工质量,降低成本,提高效率。作者以西门子 Sinumerik 数控系统为例并结合应用实例进行了分析。

## 1 西门子 Sinumerik 数控系统简介和编程平台分析

### 1.1 系统简介

Sinumerik 是西门子数控系统的代表,目前应用较普遍的西门子 Sinumerik840C、840D 等系统都具有 3 个 CPU 结构:人机通信 CPU(MMC-CPU)、数字控制 CPU(NC-CPU)和可编程逻辑控制器 CPU(PLC-CPU)。3 个部分在功能上既相互分工,又互为支持,在复杂的系统平台上通过系统设定而适于各种控制技术。Sinumerik 数字驱动系统和 Simatic 可编程控制器构成了全数字控制系统,具有高度的模块化、开放性以及规范化的结构,并具有优异的动态品质和控制精度,不但适于操作、编程和监控,而且适于各种复杂加工任务的控制。

### 1.2 编程平台分析

Sinumerik 数控系统的 NC 程序编制不再是单单实现轴的运动或机床的动作,可以说 NC 程序所编写的内容已经不再局限于 NC 范围,而是向 PLC、HMI 方面做出了极大的扩展<sup>[1,2]</sup>。例如,在 NC 程序中进行逻辑判断,可以读写 PLC 的信号和数据;还可以在 NC 程序中对文件进行拷贝、粘贴、删除、传送以及

\* 收稿日期:2007-01-13

作者简介:杨 军(1969-),男,上海市人,工程师,研究方向:机械加工工艺及数控编程

修改编辑纯 HMI 相关的操作. 实现这样的扩展, 除了以 NC、PLC、HMI 之间完善的通讯机制作为基础外, 还有赖于三者各自的独立性和开放性. 此扩展使得 NC 编程的指令集异常丰富, 可以实现 NC 程序的诸如条件判断、程序跳转、用户变量定义、函数引入、同步动作、宏程序、中断、字符等许多的实用操作.

对于 Sinumerik 数控系统而言, 循环主要有以下几种形式: 工艺循环、测量循环、用户循环、ISO 兼容循环、编译循环等. 从编程角度来看, 这些循环具有以下 3 个显著的特点, 即易于使用、开放灵活、更新迅速.

Sinumerik 数控系统中的循环, 尤其是工艺循环和测量循环的开放性主要体现在两方面: (1) 所有的工艺循环和测量循环都是以子程序的方式提供的, 因此如有必要可以进行修改. 比如对于某个标准循环, 用户可以根据需要改变其动作的先后顺序, 或动作的添加及删减等等; (2) 根据机床的工艺要求, 用户可以非常方便地编制自己的用户循环.

基于以上特点, 可以结合加工实际需要进行编程的二次开发来优化加工工艺. 作者以 Sinumerik840C 数控系统为基础列举了两个编程开发应用的实例.

## 2 西门子 SINUMERIK840C 数控系统二次开发编程及应用

### 2.1 加工零点的设置及坐标系的建立

对任何工件来说, 零点的设置是所有加工的基础, 同时也是一个繁复的环节. 以前操作者常用对板、千分表对出某一面零点的 X、Y、Z 数值, 再根据图纸要求, 计算出各面的零点位置, 并输入零点偏置存储器, 这种做法对操作者实际经验要求较高. 同时, 复杂的计算过程也容易导致差错.

实际上, 可运用西门子 SINUMERIK840C 数控系统中的 CL800 子程序编程技术, 利用系统的测量及参数计算功能自动完成工件各面的零点设置及坐标系的建立. CL800 子程序编程语言是西门子 SINUMERIK840C 系统中一个具有强大数据处理及参数再分配功能的软件. 利用它可以获取机床的各种内部数据参数, 经过运算再分配到各通道数据区, 机床完全可以依据这些参数完成零点设置. 以下就是一个运用子程序编程在卧式加工中心上完成自动零点设置的实例.

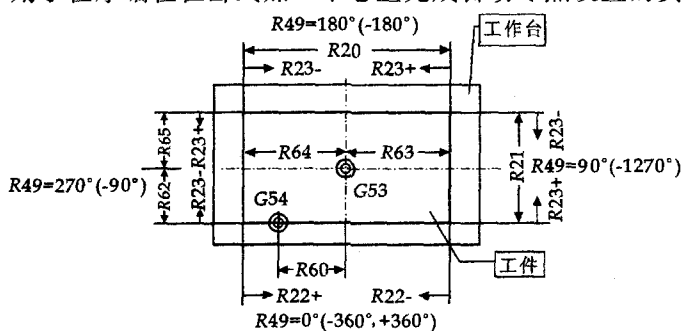


图 1 零点位置和参数设定

一般箱体类零件一次装夹可完成四个面的加工, 由于每个面上的加工要求及基准位置各不相同, 就必须设定一些参数以适应不同的情况, 如图 1 所示.

参照西门子高级编程手册, 首先确定参数变量, 参数定义如下:

G53——机床零点; G54——某一面已测出的零点偏量; R49——零件位置角度; R20——零件长度; R21——零件宽度; R22——G54 零点至工件两边的距离(左侧为+, 右侧为-); R23——待设定的某面零点至零件边的距离

(距离左侧为+, 右侧为-,  $R23 = \pm 1$  时此零点在工件角上); R24——待设定的某面零点与 G54 零点在 y 轴方向的差值.

由于 G54 零点为第一设定零点, 其值的测定根据各种加工情况有许多测定方式. 实际上用西门子测量循环中的 L951-L975 和 CL800 子程序编程语言中的数据分配命令 @430 就能按各种情况方便的测出, 所以在此就不再累述了. 现在设 G54 零点的  $x, y, z$  值为已知, 其角度为 0 度, 为更直观地表述该程序编制的原理及结构, 这里以程序设计逻辑框图的形式予以表示, 如图 2 所示.

根据以上的逻辑图和参数设置, 确定程序结构框架. 参照西门子编程手册中各项指令语言的功能定义, 就可选取相应指令符进行参数赋值、数据计算、条件判断、程序跳转等功能和过程的程序设计. 程序编制完成后可定义一个子程序名称(如 %SPF212)并将其编入西门子用户循环, 在加工程序中以子程序(L212)方式重复调用, 通过参数的设定完成零件任一面加工坐标系的建立.

### 2.2 刀具磨损的自动补偿

在加工中会经常遇到刀具磨损引起铣削后孔径变小或深度不够而达不到公差要求的问题, 这在大批量加工某个零件时尤为突出, 其实解决刀具磨损问题一直是影响加工的一个重要方面. 如单纯通过设定刀

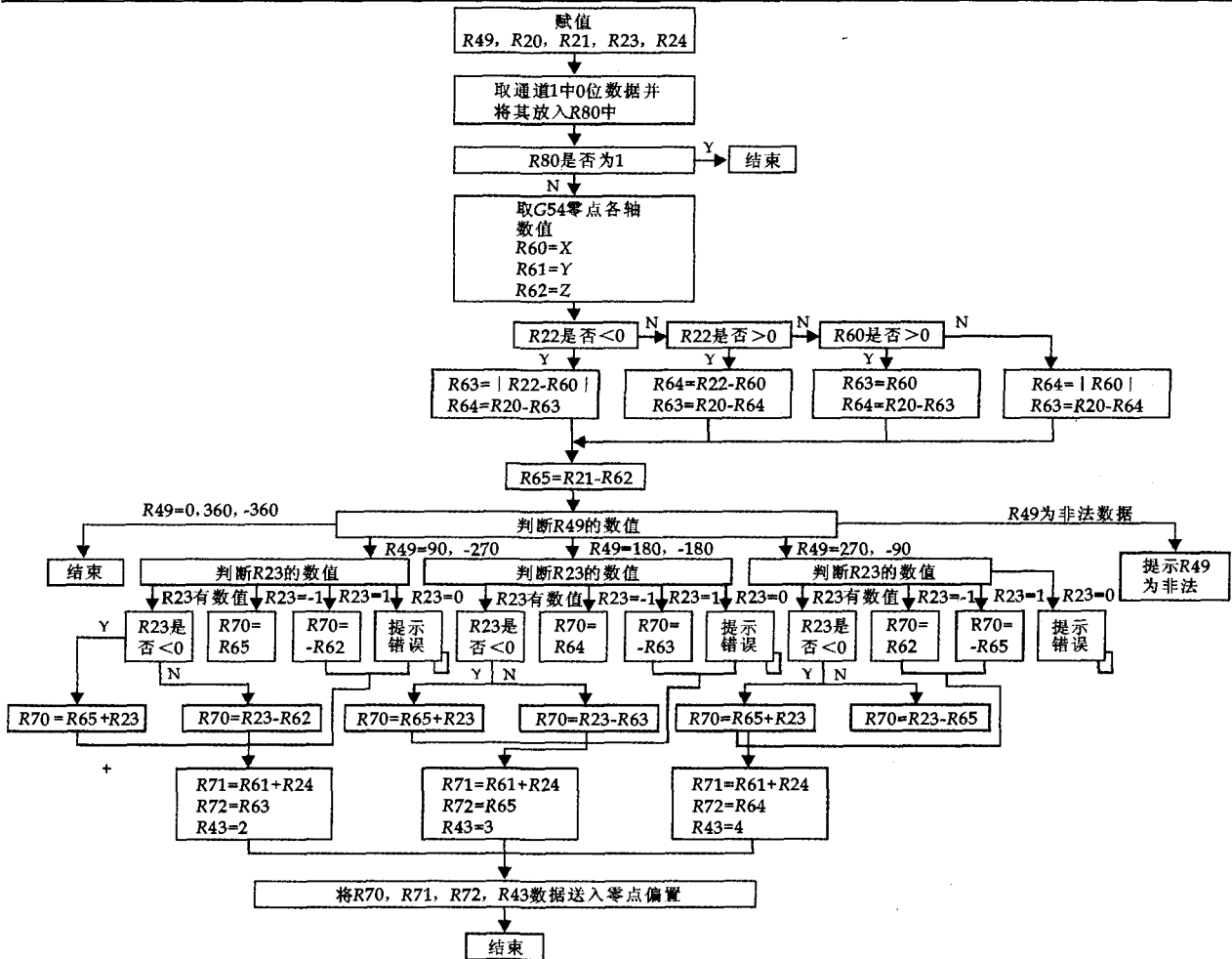


图 2 零点的自动测量及计算逻辑框图

具寿命来间接控制加工质量,就会由于零件材质、切削用量等实际加工因素的多样性和其无法精确定量统计的特点而不能准确设定,这会造成两种情况:第一种,刀具寿命设定短,将本可利用的刀具换下,造成浪费;第二种,刀具寿命设定长,这样就会造成切削效果达不到精度要求,影响加工质量甚至损坏工件。所以一般在加工中,操作者为保证质量,常在切削后人工测量,以确保达到精度要求,这样既增加了操作者的劳动强度,又增加了人为因素对精度误差的影响,达不到满意的效果。

对这样的问题,可利用西门子 SINUMERIK840C 系统中原有的测量循环和 R 参数计算及再分配功能,配合子程序编程来解决,实例如下:

如图 3 所示,现有一零件,要求用铣刀加工出  $20 \pm 0.02$  一档尺寸,而铣刀长度因磨损变短,磨损量未知,要用此铣刀来准确加工出这一精度要求较高的平面,主要测量及加工程序如下:

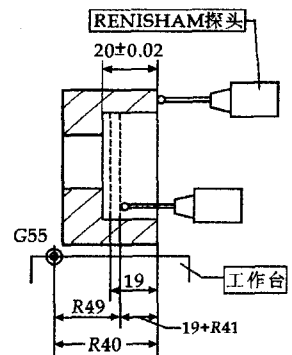


图 3 测量位置及 R 参数设置

```

.....
N75 T1216
N80 L06
N85 G00 G55 X.. Y.. F.. S.. T9999 M03
N90 D=R101 Z5
N95 G82 R2=5 R3= -19 R10=5 R4=3
N100 G80
N105 L07
N110 G00 G55 X1 Y1 T1216
N115 D=R101 Z5
N120 L955 R11=3 R3= -5
    
```

```

N125 R40=R49
N130 X2 Y2
N135 Z-15
N140 L955 R11=3 R3= -5
N145 R41=R40-R49-19
N150 L08
N155 @423 K1 R101 K2 R41
N160 G00 G55 X. Y.
N165 D=R101 Z5
N170 G82 R2=5 R3= -20 R10=5 R4=3
.....

```

程序注解: N95 为第一次铣削, 深度为 19; N120, N125 调用测量循环, 将测出值赋予参数 R40; N140, N145 调用测量循环, 测出 R49 值, 并计算出 R41 值; N155 将 R41 数值调用作刀具补偿。

此程序的原理是: 先将  $20 \pm 0.02$  一档尺寸加工到 19, 再用 RENISHAM 探头分别测出 R40, R49 两值, 经计算得出 R41 即为刀具磨损量值, 将其作为补偿因子对原刀补进行加工并调整存入刀具参数存储器, 再利用新刀补进行加工, 这样就能达到加工要求。

理论上, 以上程序及系统自身对计算得出的 R41 数值未加限定, 但在实际应用时可根据加工精度、零件材质情况进行极限值设定, 在程序中加入条件判断功能, 对刀具超过磨损极限的情况进行提示报警, 要求操作者及时更换。

### 3 结束语

(1) 以上编程二次开发实例, 已在德国沙曼公司 ECOCUT-1Z 大型卧式加工中心上进行了加工应用, 实际运行达到了程序设计要求, 并在提高零件加工精度和加工效率方面效果理想。

(2) 利用 Sinumerik840C 系统 CL800 子程序语言编写参数化的加工程序和功能循环, 可以避免重复编程, 而且程序逻辑性强, 便于阅读和调试, 为编写复杂的加工程序带来方便。

(3) 本文以 Sinumerik840C 系统为例, 是因为该系统在 G 指令与参数化功能循环结合运用方面具有代表性, 而其后的 Sinumerik840D 系统在参数化编程方面结构基本相同, 但功能有所扩展, 指令语言形式也有所变化, 可在实际工作中进一步体会和运用。

### 参 考 文 献

- [1] 西门子 SINUMERIK840C 高级编程手册[S], 1997:3.
- [2] 西门子 SINUMERIK840C 用户手册(测量循环)[S], 1997:3.
- [3] 张超英, 谢富春. 实用数控技术丛书—数控编程技术[M]. 北京: 化工工业出版社, 2004:1.
- [4] 张一新. 利用数控机床工作台的回转中心设置工件零点的技巧[J]. 制造技术与机床, 2006, (12):80~81.

## SECOND DEVELOPMENT AND APPLICATION OF PROGRAM FOR SIEMENS SINUMERIK NC SYSTEM

YANG Jun

(Shanghai Tobacco Machinery Co. Ltd, Shanghai 201206, China)

**Abstract:** This paper summarizes the function for the advanced program of Siemens Sinumerik NC system with analysis to the system program. In the combination of such common problems as coordinate set-up for part and automatic compensation for tool, parameterized process program and function cycle are compiled with CL800 subprogram language of Sinumerik840C. It introduces the program principle and practicality in the respect of the improvement for part working accuracy and working efficiency as well as explains technological characteristics and applied value for the 2nd development of NC program.

**Key words:** Sinumerik NC system; CL800 subprogram language; zero point setting; automatic compensation for tool