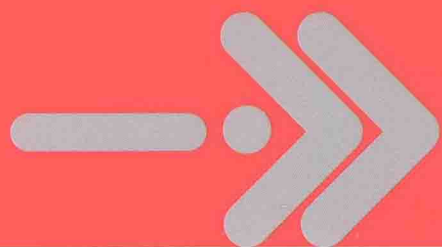


轻松掌握



SIEMENS

数控系统参数编程

——编程技巧与实例精解

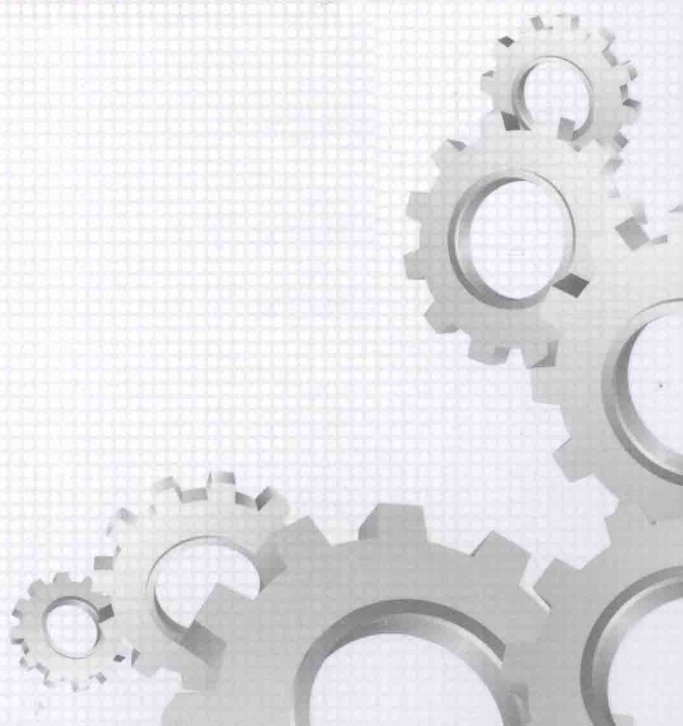
杜 军 编著



QINGSONG ZHANGWO SIEMENS SHUKONG XITONG CANSHU BIANCHENG
BIANCHENG JIQIAO YU SHILI JINGJIE



化学工业出版社





SIEMENS

数控系统参数编程

—— 编程技巧与实例精解

杜 军 编著



QINGSONG ZHANGWO SIEMENS SHUKONG XITONG CANSHU BIANCHENG
BIANCHENG JIQIAO YU SHILI JINGJIE



化学工业出版社

· 北 京 ·

这是一本让你轻松实现从入门到精通 SIEMENS（西门子）数控系统参数编程的书。

本书是实用性非常强的数控技术用书，详细介绍了 SIEMENS 数控系统参数编程的基础知识、数控车削加工参数编程和数控铣削加工参数编程相关知识。全书内容采用“实例法”，由浅入深，由易到难，循序渐进的模块化方式编写，共分 56 个模块，先介绍相关入门基础知识导入学习，然后精选 70 余道典型例题详细讲解以期重难点突破，最后精心设计了 180 余道针对性思考练习题供强化练习巩固提高（附参考答案），完全符合科学的学习模式。

本书可供数控行业的工程技术人员、从事数控加工编程及操作的人员使用，也可供各类大中专院校或培训学校的数控相关专业师生使用，还可作为各类数控竞赛和国家职业技能鉴定数控高级工、数控技师、高级技师的参考书。

图书在版编目（CIP）数据

轻松掌握 SIEMENS 数控系统参数编程——编程技巧与实例精解 / 杜军编著. —北京：化学工业出版社，2013.8

ISBN 978-7-122-16242-7

I. ①轻… II. ①杜… III. ①数控机床—程序设计 IV. ①TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2013）第 002843 号

责任编辑：张兴辉

责任校对：王素芹

文字编辑：项 激

装帧设计：王晓宇

出版发行：化学工业出版社（北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011）

印 刷：北京永鑫印刷有限责任公司

装 订：三河市宇新装订厂

787mm×1092mm 1/16 印张 14¾ 字数 360 千字 2013 年 9 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询：010-64518888（传真：010-64519686） 售后服务：010-64518899

网 址：<http://www.cip.com.cn>

凡购买本书，如有缺损质量问题，本社销售中心负责调换。

定 价：49.00 元

版权所有 违者必究

前言 FOREWORD

这是一本让你轻松实现从入门到精通 SIEMENS（西门子）数控系统参数编程的书。

你是数控编程学习人员，你是数控加工从业人员，那你懂参数程序吗？…不懂？…你会 R 参数编程吗？…不会？太难？…你对参数编程的应用了解全面吗？…了解一部分，不全面？…你 OUT（落伍）了！

什么是参数编程？

先看下面的简单例题：如图 1 所示，工件原点在 P_1 点位置，则 P_2 点的坐标值为 (30,20)，这样表示的坐标值为常量表示形式，如图 2 所示 P_2 点的坐标值用符号可表示为 (L , B)，图 3 则是用 SIEMENS 数控系统“认识”的符号表示为 ($R1$, $R2$)。不难理解，其实仅是用不同的表示符号进行了置换而已。

若要求从 P_1 点移动到 P_2 点，可编制加工程序分别为“G00 X30 Y20”、“G00 X= L Y= B ”和“G00 X $R1$ Y= $R2$ ”，其中“G00 X $R1$ Y= $R2$ ”就是一个参数程序语句，符号“ $R1$ ”、“ $R2$ ”就是 R 参数（变量）！

定义有了：运用 R 参数（变量）符号编制的数控程序就叫参数编程！！很简单的！

比较一下，“G00 X30 Y20”只能移动到坐标值为 (30,20) 的目标位置；“G00 X= L Y= B ”对于 SIEMENS 数控系统无法识别；而“G00 X= $R1$ Y= $R2$ ”，若令 $R1=30$, $R2=20$ ，仍然可移动到坐标值为 (30,20) 的目标位置，若令 $R1=42$, $R2=10$ ，则可移动到坐标值为 (42,10) 的目标位置……仅改变 R 参数的值即可实现移动目标位置的改变！

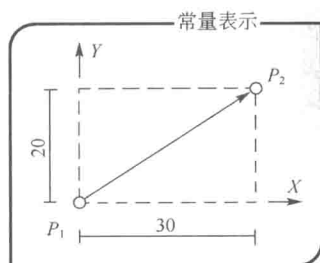


图 1

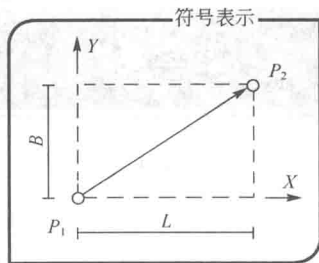


图 2

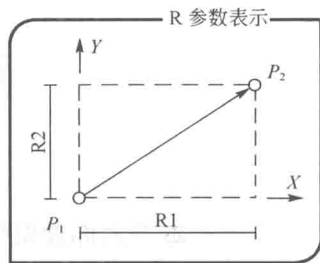


图 3

从 P_1 点移动到 P_2 点不同表示形式对比表

基点与移动路线	常量表示	符号表示	R 参数（变量）表示
P_1	(0,0)	(0,0)	(0,0)
P_2	(30, 20)	(L , B)	($R1$, $R2$)
$P_1 \rightarrow P_2$	G00 X30 Y20	G00 X= L Y= B	G00 X= $R1$ Y= $R2$

❓ 参数编程给你带来什么？

参数程序的典型应用如下。

(1) 定制专属固定循环指令

重复出现的相同结构、形状相似、尺寸不同的系列产品，还有如大平面铣削等典型的循环动作均可轻松实现修改 R 参数赋值完成期望动作，将重复或复杂的问题简单化。

(2) 实现曲线插补

一般数控系统仅提供了直线插补和圆弧插补，运用 R 参数编程可实现公式曲线的插补功能，椭圆、双曲线、抛物线、正弦曲线等非圆曲线尽在掌握，可大大拓展数控系统插补指令。

关于参数编程能给你带来的改变，也许从图 4 能有所了解。

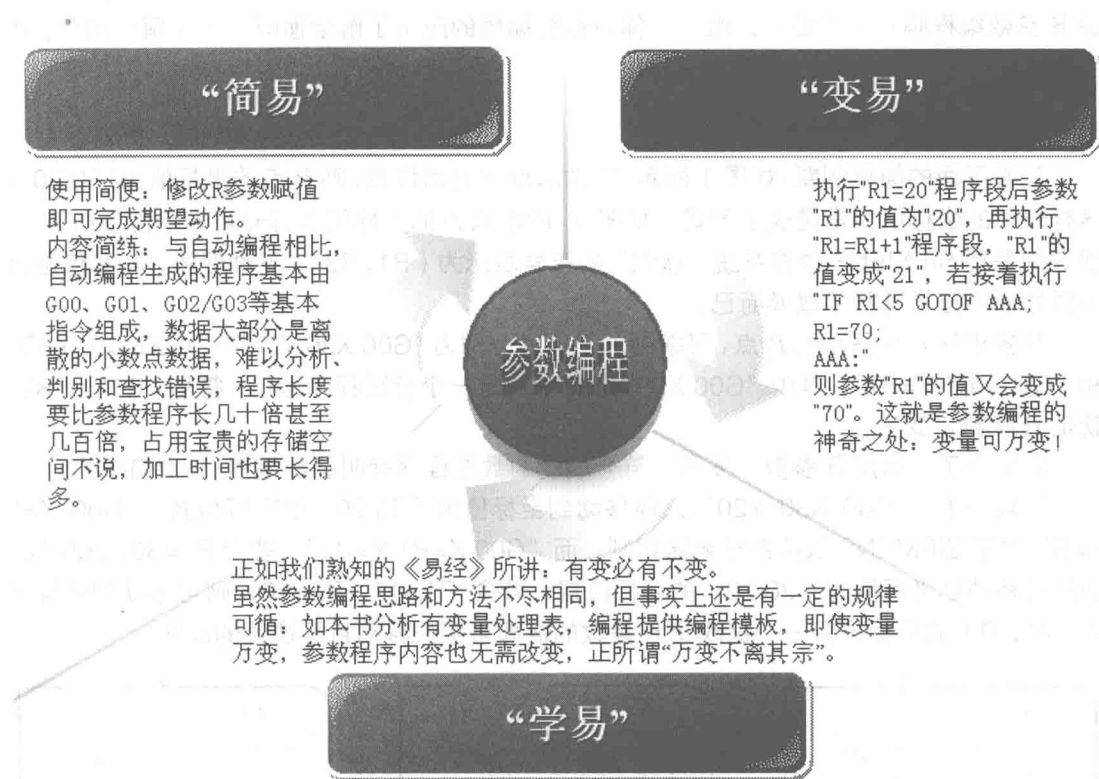


图 4

❓ 本书为你提供什么？

(1) 教练式教学，学习轻松简单

本书章节布局合理，全部采用模块化编写，可从头至尾、从易到难、由浅入深地学习，也可单独学习研究某一章节。

每一小节按“基础知识”、“例题讲解”、“思考练习”三部曲方式安排，完全符合科学有效的教练式教学模式。先精细化介绍基础知识，对所涉知识了然于胸，然后精选具有代表性的题目作为例题详细讲解，作为示范以例导学，最后安排大量练习题，采用一课多练的方式，检验并强化巩固所学知识。

（2）活学活用，从入门到精通

本书打造了“一图一表”（一幅几何参数模型图、一张变量处理表）的特色例题讲解模式，生动形象，大大提高学习效率，入门从此变得轻松简单。同时提供海量针对性的习题，在不断练习的过程中逐渐学以致用、举一反三，俗话说“曲不离口、拳不离手”，熟能生巧，只有大量地强化练习方能真正将知识纳为己用，精通则不再遥远。

（3）现学现用，不懂也能用

本书亦可作为参数编程手册式工具书，章节模块化可单独查询学习，使用方便；每节例题采用模板式编写，可以“拿来主义”不求甚解直接套用。

毋庸置疑，参数编程是数控加工编程的高级内容，有人称它为“数控编程金字塔的塔尖”，以形容它的高度与难度，通过本书的学习，它将高度犹存，难度不在。

还等什么？Let's go！

编著者

目录

第1章 参数编程基础

Page 1

1.1 概述	1	1.5.1 程序跳转目标	13
1.2 参数化编程入门	3	1.5.2 绝对跳转	14
1.3 R 参数	6	1.5.3 有条件跳转	16
1.4 参数数学运算	10	1.5.4 程序跳转综合应用	20
1.5 程序跳转	13		

第2章 数控车削加工参数编程

Page 26

2.1 概述	26	零件车削加工	48
2.2 系列零件数控车削加工	26	2.4.3 工件原点不在椭圆中心的正椭圆类零件车削加工	53
2.3 数控车削加工固定循环	29	2.4.4 正椭圆类零件调用子程序车削加工	57
2.3.1 外圆柱面加工循环	29	2.4.5 倾斜椭圆类零件车削加工	60
2.3.2 半球面加工循环	31	2.4.6 抛物线类零件车削加工	63
2.3.3 轴类零件外轮廓加工循环	33	2.4.7 双曲线类零件车削加工	66
2.3.4 螺纹加工循环	35	2.4.8 正弦曲线类零件车削加工	68
2.3.5 变螺距螺纹加工循环	37	2.4.9 其他公式曲线类零件车削加工	72
2.3.6 孔加工循环	41	2.4.10 圆弧插补逼近公式曲线	75
2.4 含公式曲线类零件数控车削加工	43	2.4.11 数值计算与加工循环分离编程加工公式曲线	76
2.4.1 含公式曲线类零件曲线段车削加工编程模板	43		
2.4.2 工件原点在椭圆中心的正椭圆类			

第3章 数控铣削加工参数编程

Page 80

3.1 概述	80	3.4 含公式曲线类零件数控铣削加工	95
3.2 系列零件数控铣削加工	82	3.4.1 工件原点在椭圆中心的正椭圆类零件铣削加工	95
3.2.1 不同尺寸规格系列零件铣削加工	82	3.4.2 工件原点不在椭圆中心的正椭圆类零件铣削加工	99
3.2.2 相同轮廓的重复铣削加工	85	3.4.3 倾斜椭圆类零件铣削加工	101
3.3 零件平面数控铣削加工	91	3.4.4 抛物线类零件铣削加工	104
3.3.1 矩形平面铣削加工	91	3.4.5 双曲线类零件铣削加工	108
3.3.2 圆形平面铣削加工	93		

3.4.6 正弦曲线类零件铣削加工	110	3.8 凸台面数控铣削加工	152
3.4.7 阿基米德螺线类零件铣削加工	112	3.8.1 圆锥台面铣削加工	152
3.4.8 其他公式曲线类零件铣削加工	115	3.8.2 椭圆锥台面铣削加工	156
3.5 孔系数控铣削加工	119	3.8.3 天圆地方凸台面铣削加工	158
3.5.1 矩形阵列孔系铣削加工	119	3.8.4 水平半圆柱面铣削加工	163
3.5.2 环形阵列孔系铣削加工	122	3.8.5 水平半圆锥台面铣削加工	168
3.6 型腔数控铣削加工	125	3.8.6 立体五角星面铣削加工	170
3.6.1 圆形型腔铣削加工	125	3.9 刀具半径补偿在数控铣削加工中的	
3.6.2 矩形型腔铣削加工	129	应用	173
3.6.3 腰形型腔铣削加工	131	3.9.1 刀具半径补偿指令格式及应用	173
3.7 球面数控铣削加工	135	3.9.2 零件轮廓铣削粗精加工	175
3.7.1 凸球面铣削加工	135	3.9.3 相同公称尺寸零件内外轮廓铣削	
3.7.2 凹球面铣削加工	143	加工	177
3.7.3 椭球面铣削加工	145	3.9.4 零件轮廓倒角铣削加工	179

思考练习答案

第 1 章	186
第 2 章	188

参考文献

Page 186

第 3 章 参考答案	202
------------------	-----

Page 226

第1章 参数编程基础

1.1 概述

R 参数是 SINUMERIK 系统制造厂家考虑所提供的指令不能满足用户需要时, 而给用户所用的在数控系统的平台上进行开发的工具, 当然这里的开放和开发都是有条件和有限制的。通过以下知识的学习, 就可以充分利用数控系统所提供的 R 参数功能了。

(1) R 参数化编程概念

在一般的程序编制中, 程序字为常量, 一个程序只能描述一个几何形状, 当工件形状没有发生改变、但是尺寸发生改变时, 只能重新编程, 灵活性和适用性差。另外, 在编制如椭圆等没有插补指令的公式曲线加工程序时, 需要逐点算出曲线上的点, 然后用直线或圆弧段逼近, 如果零件表面粗糙度要求很高, 则需要计算更多点, 程序庞大且不利于修改。利用数控系统提供的参数化编程功能, 当所要加工的零件形状不变、只是尺寸发生了一定变化的情况时, 只需要在程序中给要发生变化的尺寸加上几个 R 参数 (变量) 和必要的计算式, 当加工的是椭圆等非圆曲线时, 只需要在程序中利用数学关系来表达曲线, 实际加工时, 尺寸一旦发生变化, 只要改变这几个参数的赋值就可以了。这种具有 R 参数, 并利用对参数的赋值和表达式来进行对程序编辑的编程方式叫 R 参数化编程。

参数化编程可以较大地简化编程, 扩展程序应用范围。参数化编程适合图形类似、只是尺寸不同的系列零件的编程, 适合刀具轨迹相同、只是位置参数不同的系列零件的编程, 也适合抛物线、椭圆、双曲线等非圆曲线的编程。

(2) R 参数化编程的基本特征

普通编程只能使用常量, 常量之间不能运算, 程序只能顺序执行, 不能跳转。参数化编程与普通程序编制相比有以下特征。

① 使用 R 参数 (变量) 可以在程序中使用参数, 使得程序更具有通用性, 当同类零件的尺寸发生变化时, 只需要更改程序中参数的值即可, 而不需要重新编制程序。

② 可对参数赋值 可以在参数化程序中对 R 参数进行赋值或在参数设置中对 R 参数赋值, 使用者只需要按照要求使用, 而不必去理解整个程序内部的结构。

③ 参数间可进行演算 在参数化编程的程序中可以进行参数的四则运算和算术逻辑运算, 从而可以加工出非圆曲线轮廓和一些简单的曲面。

④ 程序运行可以跳转 在参数化编程的程序中可以改变控制执行顺序。

(3) R 参数化编程的优点

① 长远性 数控系统中随机携带有各种固定循环指令, 这些指令是以参数编程为基础开发的通用的固定循环指令。通用循环指令有时对于工厂实际加工中某一类特点零件的加工并不一定能满足加工要求, 对此可以根据加工零件的具体特点, 量身定制出适合这类零件特征的专用程序, 并固化在数控系统内部。这种专用的程序类似于使用普通固定循环



指令一样调用,使数控系统增加了专用的固定循环指令,只要这一类零件继续生产,这种专用固定循环指令就一直存在并长期应用,因此,数控系统的功能得到增强和扩大。

② 共享性 R 参数程序的编制确实存在相当的难度,要想编制出一个加工效率高、程序简洁、功能完善的程序更是难上加难,但是这并不影响参数化程序的使用。正如设计一台电视机要涉及多方面的知识,考虑多方面的因素,是复杂的事情,但使用电视机却是一件相对简单的事情,使用者只要熟悉它的操作与使用,并不需要注重其内部构造和结构原理。参数化程序的使用也是一样,使用者只需懂其功能、各参数的具体含义和使用限制注意事项即可,不必了解其设计过程、原理、具体程序内容。使用参数化程序者不是必须要懂参数化编程,当然懂参数化编程可以更好地应用参数化程序。

③ 多功能性 参数化程序的功能包含以下几个方面。

a. 相似系列零件的加工。同一类相同特征、不同尺寸的零件,给定不同的参数,使用同一个参数化程序就可以加工,编程得到大幅度简化。

b. 非圆曲线的拟合处理加工。对于椭圆、双曲线、抛物线、螺旋线、正(余)弦曲线等可以用数学公式描述的非圆曲线的加工,数控系统一般没有这样的插补功能,但是应用 R 参数化编程功能,可以将这样的非圆曲线用非常微小的直线段或圆弧段拟合加工,从而得到满足精度要求的非圆曲线。

c. 曲线交点的计算功能。在复杂零件结构中,许多节点的坐标是需要计算才能得到的,例如,直线与圆弧的交点、切点,直线与直线的交点,圆弧与圆弧的交点、切点等,不用人工计算并输入,只要输入已知的条件,节点坐标可以由参数化程序计算完成并直接编程加工,在很大程度上增强了数控系统的计算功能,降低了编程的难度。

④ 简练性 在质量上,自动编程生成的加工程序基本由 G00、G01、G02/G03 等简单指令组成,数据大部分是离散的小数点数据,难以分析、判别和查找错误,程序长度要比参数化程序长几十倍甚至几百倍,不仅占用宝贵的存储空间,加工时间也要长得多。

⑤ 智能性 R 参数化编程是数控加工程序编制的高级阶段,程序编制的质量与编程人员的素质息息相关。高素质的编程人员在参数化程序的编制过程中可以融入积累的工艺经验技巧,考虑轮廓要素之间的数学关系,应用适当的编程技巧,使程序非常精炼,并且加工效果好。参数化程序是由人工编制的,必然包含人的智能因素,程序中应考虑到各种因素对加工过程及精度的影响。

(4) 编制参数化程序的基础要求

参数化程序的功能强大,但学会编制参数化程序有相当的难度,它要求编程人员具有多方面的基础知识与能力。

① 部分数学基础知识 编制参数化程序必须有良好的数学基础,数学知识的作用有多方面:计算轮廓节点坐标需要频繁地进行数学运算;在加工规律曲线、曲面时,必须熟悉其数学公式并根据公式编制相应的参数化程序拟合加工,如椭圆的加工;更重要的是,良好的数学基础可以使人的思维敏捷,具有条理性,这正是编制参数化程序所需要的。

② 一定的计算机编程基础知识 参数化程序是一类特殊的、实用性极强的专用计算机控制程序,其中许多基本概念、编程规则都是从通用计算机语言编程中移植过来的,所以学习 C 语言、BASIC、FORTRAN 等高级编程语言的知识,有助于快速理解并掌握参数化编程。

③ 一定的英语基础 在参数化程序编制过程中需要用到许多英文单词或单词的缩写,掌握一定的英语基础知识可以正确理解其含义,增强分析程序和编制程序的能力;再者,数控系统面板按键及显示屏幕中也有为数不少的英语单词,良好的英语基础有利于熟练操作数控系统。

④ 足够的耐心与毅力 相对于普通程序, 参数化程序显得枯燥且难懂。编制参数化程序过程中需要灵活的逻辑思维能力, 调试参数化程序需要付出更多的努力, 发现并修正其中的错误需要耐心与细致, 更要有毅力从一次次失败中汲取经验教训并最终取得成功。



思考练习

1. R 参数化编程与普通程序编制相比有哪四大特征?
2. 参数化程序有哪些优点?
3. 参数化编程可以用于哪些方面的数控编程?
4. 参数化编程对编程人员有哪些方面的要求?

1.2 参数化编程入门

为了让读者对参数化编程有一个比较简单的认识, 本节先介绍两个参数化编程入门例题, 它们分别属于在数控铣削加工和数控车削加工零件、采用主程序和子程序的两种不同应用情况。

【例 1-1】 数控铣削精加工如图 1-1 矩形外轮廓, 要求采用参数化指令编制其加工程序。

解: 假定起刀点在 O 点, 如图 1-1 所示, 按 $O \rightarrow 1 \rightarrow 2 \rightarrow 3 \rightarrow 4 \rightarrow 1 \rightarrow O$ 的走刀轨迹加工 (为方便理解, 本程序作了简化处理, 未考虑刀具补偿等问题), 则部分加工程序如下。

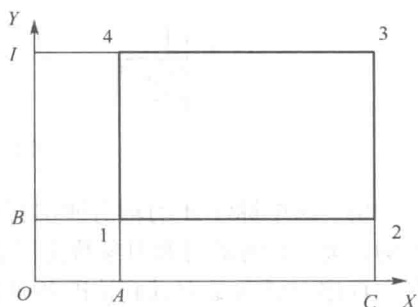


图 1-1 矩形外轮廓数控铣削精加工

```
N10 G00 X=A Y=B          (从 O 点快速点定位至 1 点)
N20 G01 X=C F100          (直线插补至 2 点)
N30 Y=I                    (直线插补至 3 点)
N40 X=A                    (直线插补至 4 点)
N50 Y=B                    (直线插补至 1 点)
N60 G00 X0 Y0             (返回 O 点)
```

将程序中变量 A、B、C、I 用参数化编程中的 R 参数来代替, 设字母与 R 参数的对应关系为 (即将 A、B、C、I 分别赋值给 R1、R2、R3 和 R4)

```
R1=A
R2=B
R3=C
R4=I
```

则编制参数化编程如下。

```
N10 R1=A          (将 A 值赋给 R1)
N20 R2=B          (将 B 值赋给 R2)
N30 R3=C          (将 C 值赋给 R3)
N40 R4=I          (将 I 值赋给 R4)
N50 G00 X=R1 Y=R2 (从 O 点快速点定位至 1 点)
N60 G01 X=R3 F100 (直线插补至 2 点)
N70 Y=R4          (直线插补至 3 点)
```

```
N80 X=R1 (直线插补至 4 点)
N90 Y=R2 (直线插补至 1 点)
N100 G00 X0 Y0 (返回 O 点)
```

改变 A、B、C、I 的具体数值就可以铣削加工出不同尺寸的矩形外轮廓，也就是说当加工同一类尺寸不同的零件时，只需改变 R 参数的数值即可，而不必针对每一个零件都编一个程序。当然，实际使用时一般还需要在上述程序中加上坐标系设定、刀具半径补偿和 F、S、T 等指令。

【例 1-2】 采用参数化子程序编程完成数控车削加工如图 1-2 所示的台阶轴零件。

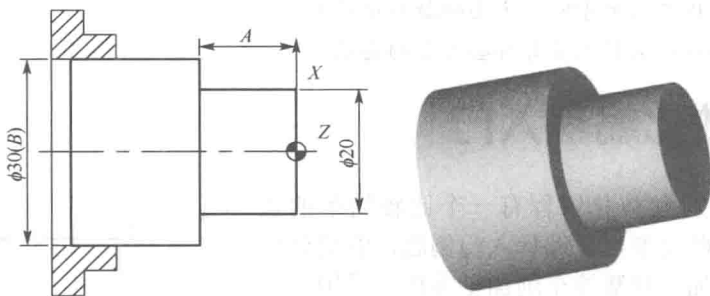


图 1-2 台阶轴零件数控车削加工

解：图中标注 A 的轴肩通常有不同长度，采用参数化编程可以满足加工不同 A 尺寸工件的需要。本例采用调用参数化子程序的方式加工该零件，主程序仍然按照普通格式编制，在主程序中通常是刀具到达准备开始加工位置时有一程序段调用子程序，子程序执行结束后返回主程序中继续执行。编制加工程序如下。

主程序：

```
ZCX1010.MPF (主程序名)
R100=15 (将 A 值赋给 R100)
T1 S550 M03 F120 (加工参数设定)
G00 X150 Z50 (刀具进给到起刀点)
G00 X20 Z2 (刀具快速到达切削起始点)
L1011 (调用 1011 号参数化子程序)
G01 X30 (车削轴肩)
G00 X150 Z50 (快速返回刀具起始点)
M05 (主轴停转)
M30 (程序结束)
```

参数化子程序：

```
L1011.SPF (子程序名)
G01 Z=-R100 (车削外圆，可获得任意轴肩长度)
M17 (子程序结束并返回主程序)
```

在主程序中，用 L1011 指令调用 1011 号参数化子程序，“R100=15”表示将轴肩的长度 15mm 赋值给参数 R100。车削轴端外圆并保证所需长度尺寸是通过子程序中下面程序段实现的：

```
G01 Z=-R100
```

如果用一般程序加工轴肩长度为 15mm 的外圆，输入的是下面的程序段。

```
G01 Z-15
```

然而，这只能加工这种长度的工件。参数化编程允许用户加工任意所需长度的工件，可以通过改变 R100 指令中的数值来实现。

轴肩的长度加工完成后，执行 M17 返回到主程序，加工轴肩端面并获得所需直径。如果轴肩直径（图 1-2 中 B 尺寸）也需要变化，也可以通过参数化编程实现。为此，程序可修改如下。

主程序：

ZCX1012.MPF

R100=15

R101=30

T1 S550 M03 F120

G00 X150 Z50

G00 X20 Z2

L1013

G00 X150 Z50

M05

M30

参数化子程序：

L1013.SPF

G01 Z=-R100

X=R101

M17

（主程序名）

（将 A 值赋给 R100）

（将 B 值赋给 R101）

（加工参数设定）

（刀具快进到起刀点）

（刀具快速到达切削起始点）

（调用参数化子程序）

（快速返回刀具起始点）

（主轴停转）

（程序结束）

（子程序名）

（车削外圆，可获得任意轴肩长度）

（车削轴肩可得到任意直径）

（返回主程序）

该程序中通过“R101=30”把直径值 30mm 赋值给变量 R101，只需要修改参数 R100 和 R101 中的赋值即可加工不同轴肩长度直径的工件。

从以上例子可以看出，参数化编程中可以用参数（变量）代替具体数值，因而在加工同一类型工件时，只需对参数赋不同的值，而不必对每一个零件都编一个程序。



思考练习

1. 编制精加工图 1-3（a）所示直径为 D 、长度为 L 的外圆柱面部分加工程序段，请完成填空并回答问题。

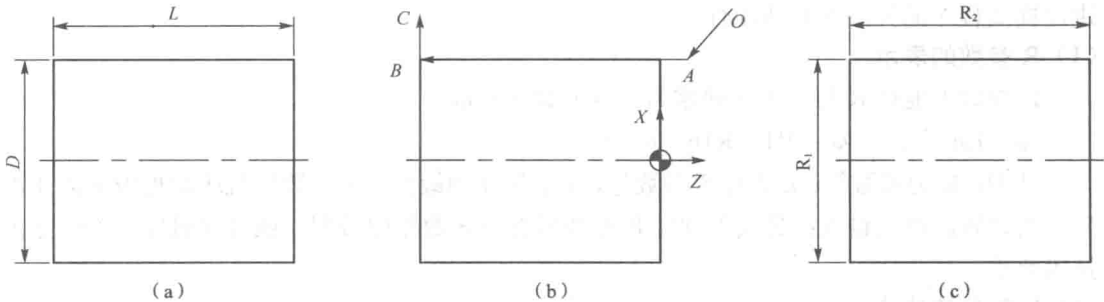


图 1-3 圆柱面加工

如图 1-3（b）所示，建立工件坐标原点于工件右端面与轴线的交点上，按 $O \rightarrow A \rightarrow B \rightarrow C$ 的路线加工（设 A 点距离工件右端面 2mm，C 点距离工件外圆面 5mm），编制部分加工程序如下。

$O \rightarrow A$: G00 X=D Z2

A→B: G01 X=D Z=-L

B→C: G00 X=D+10 Z_____

如图 1-3 (c) 所示, 若用 R1 替代直径 D , 用 R2 替代长度 L , 则将上述程序修改为:

O→A: G00 X=R1 Z2

A→B: G01 X_____ Z=-R2

B→C: G00 X=R1+10 Z=-R2

若要求精加工 $\phi 40\text{mm} \times 25\text{mm}$ 的外圆柱面, 执行如下程序即可:

R1=40

R2=25

G00 X=R1 Z2

G01 X=R1 Z=-R2

G00 X=R1+10 Z=-R2

请问若要求精加工 $\phi 32\text{mm} \times 20\text{mm}$ 的外圆柱面, 程序应如何修改?

2. 试简述采用常量编程 (普通程序) 和用变量编程 (参数化程序) 各有何特点。

1.3 R 参数

一般意义上所讲的数控指令是指 ISO 代码指令编程, 即每个代码功能是固定的, 使用者只需按照规定编程即可。但有时候这些指令满足不了用户的需要, 系统因此提供了用户自定义程序功能, 使用户可以对数控系统进行一定的功能扩展, 也可视为用户利用数控系统提供的工具, 在数控系统上的二次开发。

一般程序编制中的程序字为一常量, 一个程序段只能描述一个动作, 所以缺乏灵活性和适用性。有些情况下, 机床需要按一定规律动作, 用户应根据工件确定切削参数, 在通常的程序编写中很难达到也不能处理。针对这种情况, 现代数控机床提供了另一种编程方式即参数 (变量) 编程。

参数 (变量) 编程是指在程序中使用参数, 通过对参数进行赋值及处理的方式达到程序功能。

SIEMENS 系统中的参数编程与 FANUC 系统中的“用户宏程序”编程功能相似, SIEMENS 系统中的 R 参数就相当于 FANUC 系统用户宏程序中的变量。同样, 在 SIEMENS 系统中可以通过对 R 参数进行赋值、运算等处理, 从而使程序实现一些有规律变化的动作, 进而提高程序的灵活性和适用性。

(1) R 参数的表示

R 参数由地址 R 与若干 (通常为 3 位) 数字组成。

即: $Rn=.....$, 如: R1, R16, R105。

其中: R 为参数符; n 为算术参数号, n 值从 0 到最大, 最大数见机床数据或机床生产厂家的设置。默认设置: 最大为 99。R 参数号在机床数据中设置, 或者见机床生产厂家的技术要求。

(2) R 参数的功能

使用算术参数, 例如, 如果 NC 程序对分配的值有效, 或如果需要计算值, 所需值在程序执行期间可由控制系统设置或计算。其他可能性包括通过操作设置算术参数值, 如果值已分配给算术参数, 那么它们也可分配给程序中其他的 NC 地址。这些地址值应该是可变的。

(3) R 参数的引用

除地址 N、G、L 外，R 参数可以用来代替其他任何地址后面的数值。但是使用参数编程时，地址与参数间必须通过“=”连接，这一点与宏程序编程不同。

例如：

```
G01 X=R10 Y=-R11 F=100-R12
```

当 R10=100、R11=50、R12=20 时，上式即表示为“G01 X100 Y-50 F80”。

(4) R 参数的赋值

使用 R 参数前，参数必需带有正确的值。如：

```
R1=25 (R1 的初始值为 25)
```

```
G01 X=R1 (表示 G01 X25)
```

```
R1=-10 (运行过程中可以随时改变 R1 的值)
```

```
G01 X=R1 (表示 G01 X-10)
```

把一个常数或表达式的值赋给一个 R 参数称为赋值。

R 参数可以在数控系统操作面板上直接输入数值赋值，也可在程序中以等式方式赋值，但等号左边不能用表达式。

① R 参数在程序中赋值 R 参数在程序中赋值种类及格式如表 1-1 所示。

表 1-1 R 参数在程序中赋值种类及格式

种 类	格 式
常量赋值	Ri= (具体数值)
变量赋值	Ri=Rj 或 Ri= (表达式)

例如，“R1=100”中“R1”表示参数，“=”表示赋值符号，起语句定义作用，“100”就是给参数 R1 赋的值。

“R100=30+20”中将表达式“30+20”赋值给参数 R100，即 R100=50。

参数赋值相关注意事项：

a. 赋值符号(=)两边内容不能随意互换，左边只能是参数，右边可以是数值、表达式或者参数。

b. 一个赋值语句只能给一个参数赋值，如“R0=12”是正确的，但如“R1=R2=10”期望把 10 同时赋值给参数 R1 和 R2 是错误的。

c. 在一个程序段内可以有多个赋值或多个表达式赋值，且必须在一个单独的程序段内赋值。例如：

```
N10 R1=10 R2=20 R3=10*2 R4=R2-R1
```

d. 可以多次给一个参数赋值，但新的参数值将取代旧的参数值，即最后赋的值有效。

e. 给轴地址字（移动指令）赋值必须在一个单独的程序段内。例如：

```
N10 G01 G91 X=R1 Z=R2 F300 (单独的程序段，移动指令)
```

```
N20 Z=R3
```

```
N30 X=-R4
```

```
N40 Z=SIN(25.3)-R5 (带运算操作的赋值)
```

f. 可以给 R 参数间接赋值。例如：

```
N10 R1=5 [直接将数值 5（整数）赋值给 R1]
```

.....

```
N100 R[R1]=27.123 (间接将数值 27.123 赋值给 R5)
```

g. 赋值语句在其形式为“R 参数=表达式”时具有运算功能。在运算中，表达式可以

是数值之间的四则运算,也可以是参数自身与其他数据的运算结果,如:“ $R1=R1+1$ ”表示把原来的 $R1$ 的值加 1 后的数值结果赋给新的 $R1$,这点与数学等式是不同的。

需要强调的是:“ $R1=R1+1$ ”形式的表达式可以说是参数编程运行的“原动力”,任何参数程序几乎都离不开这种类型的赋值运算,而它偏偏与人们头脑中根深蒂固的数学上的等式概念严重偏离,因此对于初学者往往造成很大的困扰,但是如果对计算机编程语言(例如 C 语言)有一定了解的话,对此应该更易理解。

h. 赋值表达式的运算顺序与数学运算的顺序相同。

i. 算术参数赋值范围 $\pm(0.0000001 \sim 99999999)$,同时,也可根据机床进行具体赋值,整数值的小数点可以省略,正号也可以省略,例如: $R1=3.987$, $R2=91.8$, $R3=3$, $R4=-7$ 。

通过指数符号可以扩展的数值范围来赋值,例如: $\pm(10^{-300} \sim 10^{+300})$ 。

指数值书写在 EX 字符的后面;总的字符个数最多 10(包括符号和小数点)。EX 的取值范围为 $-300 \sim +300$ 。

例如: $R1=-0.1EX-5$ 为 $R1=-0.000001$;

$R2=-1.872EX8$ 为 $R2=187200000$ 。

② 在数控系统操作面板中赋值 R 参数在数控系统操作面板中赋值步骤如下。

- a. 使系统处于手动状态;
- b. 按下 OFFSERPARAM 软键;
- c. 按下 R 参数软键;
- d. 在 R 参数中输入数值。

(5) R 参数的种类

R 参数分成三类,即自由参数、加工循环传递参数和加工循环内部计算参数。

$R0 \sim R99$ 为自由参数,可以在程序中自由使用。

$R100 \sim R249$ 为加工循环传递参数。如果在程序中没有使用固定循环,则这部分参数也可以自由使用。

$R250 \sim R299$ 为加工循环内部计算参数。同样,如果在程序中没有使用固定循环,则这部分参数也可以自由使用。

【例 1-3】 下面是一个使用了 R 参数的主程序和相应子程序。

ZCX1000.MPF	(主程序名)
R50=20	(先给参数 R50 赋值)
L1001	(然后调用子程序)
R50=350	(重新赋值)
L1001	(再调用子程序)
G90	(恢复绝对方式)
M30	(主程序结束)
L1001.SPF	(子程序名)
G91 G01 X=R50	(同样一段程序, R50 的值不同, X 移动的距离就不同)
M17	(子程序结束并返回主程序)



思考练习

一、选择题

1. 下列关于参数描述中错误的是 ()。

- A) 参数的表示形式是 R 后加具体的数字, 如 R10。
 B) R2 是一个参数, R[R2]也是一个参数, 其参数号为 R2 的所代表的具体数值。
 C) “R0+3” 是一个参数。
 D) R40 是一个参数。

2. 请选出下列不属于参数的选项 ()。

- A) R0 B) R10 C) R104 D) Ri

3. 请选出下列是参数的选项 ()。

- A) R1+R2 B) R5*5 C) SIN=R10 D) R[R[SIN30]]

4. 对于算术表达式下列说法不正确的是 ()。

- A) 算术表达式的结果是一个具体的数值。
 B) “R10+5” 是一个算术表达式。
 C) 算术表达式就是参数。
 D) R30/R2 是一个算术表达式。

5. 执行如下两程序段后, N2 程序段计算的是参数_____的值, 其值为_____。()

N1 R1=3

N2 R1=R1+3.5

- A) R1, 3.5 B) R1, 6.5 C) R3, 6.5 D) R3, 3.5

6. 若有 50=R100+1, 则该程序段表示 ()。

- A) 直接赋值 B) 自参数赋值 C) 参数赋值 D) 赋值形式有误

7. 若有 R50=R50+10, 则 R50 的值为 ()。

- A) 10 B) 60 C) 0 D) 赋值错误

8. R10=20 ;本程序段中 R10 的值为 ()。

R10=R10+1 ;本程序段中 R10 的值为 ()。

R10=R10+2 ;本程序段中 R10 的值为 ()。

- A) 20 B) 21 C) 22 D) 23

二、简答题

1. “参数程序可以使用多个参数, 这些参数可以用参数号来区别”这句话对吗?
 2. “赋值运算中, 右边的表达式可以是常数或变量, 也可以是一个含四则混合运算的代数式”这句话对吗?

3. R1=10, 则 “G00 X=R1 Y=R2” 的执行结果是?

4. 执行如下两程序段后, R1 的值为多少?

R1=20

R1=2

5. 执行如下两程序段后, R1 的值为多少?

R1=20

R1=R1+2

6. 执行如下程序段后, N1 程序段的常量形式是什么?

R1=0

R11=1

R1=2

R2=0

N1 G=R7 G=R11 X=R1 Y=R2

7. 执行如下程序段后, N1 程序段的常量形式是什么?