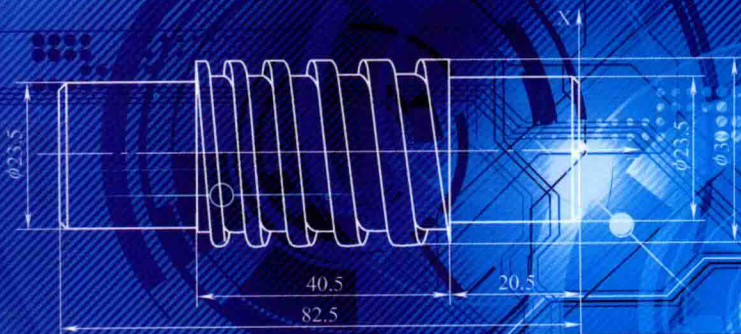


第2版

数控车宏程序 编程实例精讲

- ◎ 案例讲解全面透彻
- ◎ 助您掌握宏编程要领

沈春根 邢美峰 刘义 主编



读者学习交流QQ群：461463188



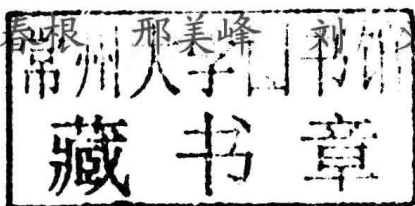
机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



数控车宏程序编程实例精讲

第2版

沈春根 邢美峰 刘维义 主 编



机械工业出版社

本书全部采用实例形式,针对数控车削中的常见型面,包括外圆、端面、割槽、切断、螺纹、非圆曲线型面、普通螺纹和复杂螺纹等数控加工问题,进行宏程序编程的详细讲解,内容编排时注重工艺和编程相结合、编程思路和操作步骤相结合、变量选择和算法设计相结合,循序渐进,由浅入深,通过大量实例引导初学者逐步提高宏程序的编程技能和水平。

本书实例基本上覆盖了车削中常见的加工型面,实例程序中的语句都有详细的注释和总结提示,所有实例均通过 FANUC 数控系统仿真和实际运行。

本书可以作为数控技术进阶培训教材、数控编程操作和自学用书,也可用作高职高专院校数控技术课程的实践教材。

图书在版编目(CIP)数据

数控车宏程序编程实例精讲/沈春根,邢美峰,刘义主编.—2版.
—北京:机械工业出版社,2017.9(2018.6重印)

ISBN 978-7-111-57861-1

I. ①数… II. ①沈… ②邢… ③刘… III. ①数控机床—车床—车削—程序设计 IV. ①TG519.1

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第210793号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:周国萍 责任编辑:周国萍 贺怡

责任校对:孙丽萍 封面设计:马精明

责任印制:常天培

北京机工印刷厂印刷

2018年6月第2版第2次印刷

169mm×239mm·16印张·301千字

3 001—4 900册

标准书号:ISBN 978-7-111-57861-1

定价:59.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066

机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294

机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

第2版前言

《数控车宏程序编程实例精讲》(以下简称第1版)自2011年出版以来经过了6次印刷,收到了大量读者的来信、肯定和建议,已经被多所高职院校选为数控大赛培训教材。作者认为,和同类书籍相比,拙书因为在宏程序学习方法以及编排体系上具有独到之处和显著的引导效果,才得到了读者的认可和鼓励。经过了5年多的时间,作者宏程序编程实践以及数控加工编程教材编写的水平均有所提高,应读者的要求,也为了把最新宏程序编程经验分享更多的读者,在出版社的大力支持下决定对第1版进行修订再版。本书和第1版相比,内容上的主要改进之处如下:

1) 增加了宏程序编程的基础知识,介绍了变量的定义和选择方法、算法的类型和算法设计原则等基础内容。

2) 将所有实例进行了替换,摒弃了偏僻和冷门的实例,增加了典型性和实践性更强的生产一线实例。

3) 进一步凝练了宏程序编程的思路和方法,特别是加强了变量选择和算法设计的分析,有助于对宏程序编程入门的学习和训练。

本书主要内容

第1章介绍了宏程序编程的基础知识,主要包括:变量与常量的定义,控制流向语句,算法及其选择原则,变量设置和选择方法,流程图及其编程基本步骤,分析了一个简单的宏程序编程实例,引出了后续由浅入深的宏程序实例精讲。

第2章介绍了宏程序在简单型面车削中的应用,主要包括:粗车端面、粗车单外圆、精车单外圆、车削钻孔、外圆切断,以及外圆单个和多个沉槽加工宏程序编程。

第3章介绍了宏程序在普通螺纹车削中的应用,主要包括:单线/双线外螺纹加工宏程序编程,大螺距螺纹和内螺纹车削加工宏程序编程。

第4章介绍了宏程序在锥度型面车削中的应用,主要包括:45°倒角、外圆锥面车削宏程序编程,外圆V形槽车削加工宏程序编程,内孔锥面以及外圆锥度螺纹加工宏程序编程。

第5章介绍了宏程序在圆弧型面车削中的应用,主要包括:倒圆角加工宏程序编程,凹、凸圆弧车削宏程序编程,以及内孔圆弧加工宏程序编程。

第6章介绍了宏程序在方程型面(非圆弧型面)车削中的应用,主要包括:凸、凹椭圆车削宏程序编程,内孔椭圆车削宏程序编程,正弦曲线型面车削宏程

序编程，以及较完整椭圆型面轮廓加工宏程序编程。

第7章介绍了宏程序在高级螺纹车削中的应用，主要包括：外圆梯形螺纹车削宏程序编程，圆弧牙型螺纹车削宏程序编程，等槽宽等齿宽变距螺纹加工宏程序编程，变槽宽变齿宽变距螺纹加工宏程序编程，圆弧外圆螺纹宏程序编程，以及椭圆弧面螺纹加工宏程序编程。

本书编排特点

注重加工工艺和数控编程相结合、编程思路和操作过程相结合、变量设置和算法设计相结合，实例内容基本上覆盖了车削中常见的加工型面，实例中的程序语句均有注释和总结。

本书适合读者

本书可以作为数控技术进阶培训教材、数控编程操作和自学用书，也可用于高职高专院校数控技术课程的实践教材。

本书学习方法建议

学习数控 CNC 编程基本知识→上机实践→学习宏程序基本概念→对照本书实例进行学习和模仿→程序仿真和验证→上机实践→加工实物→总结

本书编写人员

本书由沈春根、邢美峰和刘义主编，田良、刘达平、严邦东、许洪龙、邹晔、范燕萍、王春艳、徐雪、卜文卓、史建军、陈建、汪健、周丽萍、黄冬英、徐晓翔、袁进、王潇、张天遥、李伟家、姚炀、许玉方、沈卓凡和李海东参与了部分编写和校对工作，全书由沈春根统稿。本书在编写过程中借鉴了国内外同行有关宏程序编程技术的研究成果，在此一并表示感谢。

本书得到了“高档数控机床与基础制造装备”科技重大专项子课题（课题号2013ZX04009031-9）和2013年度“江苏省博士后科研资助计划”第二批项目课题的资助。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中不足和错误之处恳请读者斧正，并希望提出宝贵建议，以便于一起提高数控加工编程技术水平，更欢迎来信进行交流和探讨（作者电子邮箱：chungens@163.com 和 liuyicslg@126.com）。

编 者

第1版前言

随着数控技术在制造业的快速发展和新产品的不断涌现,对从事或即将从事数控编程的专业人才提出了更高的要求,不仅要掌握数控机床操作和基本的手工编程技能,还须具备如下的能力:能够解决复杂型面零件或者超精密零件的数控加工问题;能够充分发挥数控系统的编程潜力以及使数控设备发挥出最大效益,这就要求专业人员具有良好的编程素养。

掌握宏程序编程和自动编程(计算机辅助编程)技术是步入高级程序员序列的必备条件,而对于初学者来说,学习宏程序和其他高级语言一样比较抽象,需要通过大量的案例学习和实践操作后才能掌握其精髓,因此,本书以数控车削中常见型面的加工为背景,一开始以最简单的单型面作为加工对象,详解宏程序编程思路和操作步骤,循序渐进,加工对象的编程难度逐渐加大,最终引导初学者能够运用宏程序编程解决非圆型面、梯形螺纹和变距螺纹等较为复杂工件数控车削中的编程问题。

本书主要内容

第1章介绍了宏程序在简单型面车削中的应用,主要包括单外圆粗、精车削宏编程,二、三、四外圆车削宏程序编程,单沉槽、多沉槽加工宏程序编程,切断宏程序编程,端面车削宏程序编程和钻孔、镗孔宏程序编程。

第2章介绍了宏程序在锥度型面车削中的应用,主要包括外圆锥面车削宏程序编程,内孔锥面宏程序编程和含内锥孔综合加工宏程序编程。

第3章介绍了宏程序在圆弧类型面车削中的应用,主要包括:凹、凸圆弧车削宏程序编程,内孔圆弧宏程序编程和车削综合加工宏程序编程。

第4章介绍了宏程序在非圆型面车削中的应用,主要包括:凸、凹椭圆车削宏程序编程,内孔椭圆车削宏程序编程,正弦曲线型面车削宏程序编程,双曲线型面车削宏程序编程,倾斜椭圆车削宏程序编程和配合件车削宏程序编程。

第5章介绍了宏程序在普通螺纹车削中的应用,主要包括:单线、多线外螺纹加工宏程序编程,内螺纹车削宏程序编程和车削综合加工宏程序编程。

第6章介绍了宏程序在高级螺纹车削中的应用,主要包括:内、外梯形螺纹车削宏程序编程,异形螺纹车削宏程序编程,圆弧螺纹车削宏程序编程,等槽宽变齿宽变距螺纹加工宏程序编程,变槽宽变齿宽变距螺纹加工宏程序编程。

本书编排特点

注重工艺和编程相结合、编程思路和操作过程相结合、单型面编程和综合实

例相结合，实例内容基本上覆盖了车削中常见的加工型面，实例中的程序语句均有注释和总结。

本书适合读者

本书可以作为数控技术进阶培训、数控编程操作书和自学教材，也可用于高职高专等院校数控技术课程的实践教材。

本书学习方法建议

学习数控 CNC 编程基本知识→上机实践→学习宏程序基本概念→对照本书实例进行学习和模仿→程序仿真和验证→上机实践→加工实物→总结

本书编写人员

本书由沈春根、徐晓翔和刘义主编，汪健、周丽萍、孙奎洲、叶霞、黄冬英、吴建兵、李伟、王亚元、刘金斌、肖克霞、袁进、胡旭、李海东、陈马源、王潇、陈建和许玉方参与了部分编写和校对工作，全书由沈春根统稿。本书在编写过程中借鉴了国内外同行有关宏程序编程技术的最新研究成果，在此一并表示感谢。

由于作者水平有限，加之时间仓促，书中不足和错误之处恳请读者斧正，并希望提出宝贵建议，便于一起提高数控加工编程技术水平，更欢迎来信进行交流和探讨（作者电子邮箱：chungens@163.com 和 liuyicslg@126.com）。

编 者

目 录

第2版前言

第1版前言

第1章 宏程序编程基础..... 1

1.1 宏程序编程基础——变量与常量 1

1.1.1 变量的概述 1

1.1.2 变量的赋值 1

1.1.3 变量的使用 2

1.1.4 变量的类型 3

1.1.5 变量的算术运算和逻辑运算..... 3

1.1.6 变量的自减与自增运算..... 5

1.1.7 常量..... 6

1.2 宏程序编程基础——控制流向的 语句..... 6

1.2.1 语句的分类..... 6

1.2.2 执行流向语句的嵌套 12

1.2.3 运算符的描述 14

1.3 宏程序编程基础——算法和算法 设计..... 15

1.3.1 算法的概述 15

1.3.2 算法设计的三大原则 16

1.4 宏程序编程基础——流程图 17

1.4.1 流程图基本概述 17

1.4.2 构成标准流程图的图形符号 17

1.4.3 绘制流程图的规则 18

1.4.4 流程图几种典型的结构..... 19

1.5 宏程序编程基础——编程步骤和 变量设置方法..... 20

1.5.1 宏程序编程步骤 20

1.5.2 变量设置常见方法 20

1.6 宏程序编程基础——简单实例 分析..... 22

1.6.1 零件图及加工内容 22

1.6.2 零件图的分析 23

1.6.3 算法以及程序流程图设计..... 23

1.7 本章小结 26

第2章 车削简单型面宏程序应用 27

2.1 实例2-1 粗车端面宏程序应用..... 27

2.1.1 零件图及加工内容 27

2.1.2 分析零件图 28

2.1.3 分析加工工艺 28

2.1.4 选择变量方法 28

2.1.5 选择程序算法 29

2.1.6 绘制刀路轨迹 29

2.1.7 绘制流程图 30

2.1.8 编制程序代码 30

2.2 实例2-2 粗车单外圆宏程序应用 32

2.2.1 零件图及加工内容 32

2.2.2 分析零件图 32

2.2.3 分析加工工艺 32

2.2.4 选择变量方法 33

2.2.5 选择程序算法 33

2.2.6 绘制刀路轨迹 34

2.2.7 绘制流程图 34

2.2.8 编制程序代码 35

2.2.9 编程总结 36

2.3 实例2-3 精车单外圆宏程序应用 37

2.3.1 分析零件图 37

2.3.2 选择变量方法 37

2.3.3 绘制流程图 37

2.3.4 绘制刀路轨迹 38

2.3.5 编制程序代码.....	38	2.7.1 零件图及加工内容.....	54
2.3.6 编程总结.....	39	2.7.2 分析零件图样.....	54
2.4 实例 2-4 车削钻孔宏程序应用 1.....	40	2.7.3 分析加工工艺.....	54
2.4.1 零件图及加工内容.....	40	2.7.4 选择变量方式.....	55
2.4.2 分析零件图.....	40	2.7.5 选择程序算法.....	55
2.4.3 分析加工工艺.....	41	2.7.6 绘制刀路轨迹.....	56
2.4.4 选择变量方法.....	41	2.7.7 绘制流程图.....	57
2.4.5 选择程序算法.....	42	2.7.8 编制程序代码.....	57
2.4.6 绘制刀路轨迹.....	42	2.7.9 编程总结.....	58
2.4.7 绘制流程图.....	42	2.8 实例 2-8 车削外圆单个沉槽宏	
2.4.8 编制程序代码.....	43	程序应用.....	58
2.4.9 编程总结.....	44	2.8.1 零件图及加工内容.....	58
2.5 实例 2-5 车削钻孔宏程序应用 2.....	44	2.8.2 分析零件图.....	59
2.5.1 零件图及加工内容.....	45	2.8.3 分析加工工艺.....	59
2.5.2 分析零件图.....	45	2.8.4 绘制刀路轨迹.....	59
2.5.3 分析加工工艺.....	45	2.8.5 绘制流程图.....	60
2.5.4 选择变量方法.....	46	2.8.6 编制程序代码.....	61
2.5.5 选择程序算法.....	46	2.8.7 编程总结.....	62
2.5.6 绘制刀路轨迹.....	46	2.9 实例 2-9 车削外圆多排等距沉槽	
2.5.7 绘制流程图.....	47	宏程序应用.....	62
2.5.8 编制程序代码.....	47	2.9.1 零件图及加工内容.....	62
2.5.9 编程总结.....	49	2.9.2 分析零件图.....	62
2.6 实例 2-6 车削单个内孔(通孔)		2.9.3 分析加工工艺.....	63
宏程序应用.....	49	2.9.4 选择变量方法.....	63
2.6.1 零件图及加工内容.....	49	2.9.5 选择程序算法.....	64
2.6.2 分析零件图.....	49	2.9.6 绘制刀路轨迹.....	65
2.6.3 分析加工工艺.....	50	2.9.7 绘制流程图.....	65
2.6.4 选择变量方法.....	50	2.9.8 编制程序代码.....	66
2.6.5 选择程序算法.....	51	2.10 本章小结.....	68
2.6.6 绘制刀路轨迹.....	51	第3章 车削普通螺纹宏程序应用.....	70
2.6.7 绘制流程图.....	51	3.1 螺纹加工概述.....	70
2.6.8 编制程序代码.....	52	3.1.1 螺纹加工的常见循环指令和	
2.6.9 编程总结.....	53	特点.....	70
2.7 实例 2-7 大直径外圆切断宏程序		3.1.2 螺纹加工的走刀路径.....	71
应用.....	54	3.2 实例 3-1 车削单线螺纹宏程序	

应用	72	3.5.3 分析加工工艺	89
3.2.1 零件图及加工内容	72	3.5.4 选择变量方法	89
3.2.2 分析零件图	72	3.5.5 选择程序算法	89
3.2.3 分析加工工艺	72	3.5.6 绘制刀路轨迹	90
3.2.4 选择变量方法	73	3.5.7 绘制流程图	90
3.2.5 选择程序算法	73	3.5.8 编制程序代码	91
3.2.6 绘制刀路轨迹	73	3.5.9 编程总结	91
3.2.7 绘制流程图	74	3.6 本章小结	92
3.2.8 编制程序代码	74	第4章 车削锥度型面宏程序应用	93
3.2.9 编程总结	75	4.1 锥度型面宏程序编程概述	93
3.3 实例 3-2 车削双线螺纹宏程序		4.1.1 圆锥的基本数学知识	93
应用	76	4.1.2 圆锥的基本编程知识	94
3.3.1 零件图及加工内容	76	4.2 实例 4-1 车削 45° 斜角宏程序	
3.3.2 分析零件图	76	应用	95
3.3.3 分析加工工艺	76	4.2.1 零件图及加工内容	95
3.3.4 选择变量方法	77	4.2.2 分析零件图	95
3.3.5 选择程序算法	77	4.2.3 分析加工工艺	96
3.3.6 绘制刀路轨迹	78	4.2.4 选择变量方法	96
3.3.7 绘制流程图	79	4.2.5 选择程序算法	97
3.3.8 编制程序代码	79	4.2.6 绘制刀路轨迹	97
3.3.9 编程总结	81	4.2.7 绘制流程图	97
3.4 实例 3-3 车削大螺距螺纹宏程序		4.2.8 编制程序代码	98
应用	81	4.3 实例 4-2 车削外圆锥面宏程序	
3.4.1 零件图及加工内容	81	应用	99
3.4.2 分析零件图	82	4.3.1 零件图及加工内容	99
3.4.3 分析加工工艺	82	4.3.2 分析零件图	100
3.4.4 选择变量方法	83	4.3.3 分析加工工艺	100
3.4.5 选择程序算法	83	4.3.4 选择变量方法	101
3.4.6 绘制刀路轨迹	84	4.3.5 选择程序算法	101
3.4.7 绘制流程图	84	4.3.6 绘制刀路轨迹	101
3.4.8 编制程序代码	85	4.3.7 绘制流程图	102
3.4.9 编程总结	88	4.3.8 编制程序代码	104
3.5 实例 3-4 车削内螺纹宏程序应用	88	4.4 实例 4-3 车削外圆 V 形沉槽的	
3.5.1 零件图及加工内容	88	宏程序应用	107
3.5.2 分析零件图	88	4.4.1 零件图及加工内容	107

4.4.2 分析零件图.....	108	5.2.2 分析零件图.....	128
4.4.3 分析加工工艺.....	108	5.2.3 分析加工工艺.....	128
4.4.4 选择变量方法.....	109	5.2.4 选择变量方法.....	129
4.4.5 选择程序算法.....	109	5.2.5 选择程序算法.....	129
4.4.6 绘制刀路轨迹.....	110	5.2.6 绘制刀路轨迹.....	129
4.4.7 绘制流程图.....	111	5.2.7 绘制流程图.....	130
4.4.8 编制程序代码.....	112	5.2.8 编制程序代码.....	131
4.5 实例 4-4 车削内孔锥面宏程序		5.3 实例 5-2 车削 1/4 凸圆弧宏程序	
应用	113	应用	133
4.5.1 零件图及加工内容.....	113	5.3.1 零件图及加工内容.....	133
4.5.2 分析零件图.....	114	5.3.2 分析零件图.....	133
4.5.3 分析加工工艺.....	114	5.3.3 分析加工工艺.....	134
4.5.4 选择变量方法.....	115	5.3.4 选择变量方法.....	134
4.5.5 选择程序算法.....	115	5.3.5 选择程序算法.....	135
4.5.6 绘制刀路轨迹.....	116	5.3.6 绘制刀路轨迹.....	136
4.5.7 绘制流程图.....	116	5.3.7 绘制流程图.....	136
4.5.8 编制程序代码.....	117	5.3.8 编制程序代码.....	138
4.6 实例 4-5 车削单线锥面外螺纹		5.4 实例 5-3 车削大于 1/4 凸圆弧	
宏程序应用.....	119	宏程序应用.....	144
4.6.1 零件图及加工内容.....	119	5.4.1 零件图及加工内容.....	144
4.6.2 分析零件图.....	120	5.4.2 分析零件图.....	145
4.6.3 分析加工工艺.....	120	5.4.3 分析加工工艺.....	145
4.6.4 选择变量方法.....	121	5.4.4 选择变量方法.....	146
4.6.5 选择程序算法.....	121	5.4.5 选择程序算法.....	146
4.6.6 绘制刀路轨迹.....	121	5.4.6 绘制刀路轨迹.....	146
4.6.7 绘制流程图.....	122	5.4.7 编制程序代码.....	147
4.6.8 编制程序代码.....	122	5.5 实例 5-4 车削凹圆弧宏程序应用...	152
4.7 本章小结	125	5.5.1 零件图及加工内容.....	152
第 5 章 车削圆弧型面宏程序应用	126	5.5.2 分析零件图.....	152
5.1 圆弧宏程序编程概述.....	126	5.5.3 分析加工工艺.....	153
5.1.1 圆弧基本数学知识.....	126	5.5.4 选择变量方法.....	153
5.1.2 圆弧基本编程知识.....	127	5.5.5 选择程序算法.....	153
5.2 实例 5-1 车削 1/4 倒圆弧角宏		5.5.6 绘制刀路轨迹.....	154
程序应用	128	5.5.7 绘制流程图.....	154
5.2.1 零件图及加工内容.....	128	5.5.8 编制程序代码.....	155

5.6 实例 5-5 车削内孔圆弧宏程序	
应用	156
5.6.1 零件图及加工内容	156
5.6.2 分析零件图	157
5.6.3 分析加工工艺	157
5.6.4 选择变量方法	158
5.6.5 选择程序算法	158
5.6.6 绘制刀路轨迹	158
5.6.7 绘制流程图	158
5.6.8 编制程序代码	160
5.7 本章小结	161
第 6 章 车削方程型面宏程序应用	162
6.1 方程型面宏程序编程概述	162
6.2 实例 6-1 车削 1/4 右椭圆宏程序	
应用	164
6.2.1 零件图及加工内容	164
6.2.2 分析零件图	165
6.2.3 分析加工工艺	165
6.2.4 选择变量方法	166
6.2.5 选择程序算法	167
6.2.6 绘制刀路轨迹	167
6.2.7 绘制流程图	168
6.2.8 编制程序代码	171
6.3 实例 6-2 车削 1/4 左椭圆宏程序	
应用	179
6.3.1 零件图及加工内容	179
6.3.2 分析零件图	179
6.3.3 分析加工工艺	180
6.3.4 选择变量方法	180
6.3.5 选择程序算法	180
6.3.6 绘制刀路轨迹	180
6.3.7 绘制流程图	181
6.3.8 编制程序代码	182
6.4 实例 6-3 车削 1/4 凹椭圆宏程序	
应用	183
6.4.1 零件图及加工内容	183
6.4.2 分析零件图	183
6.4.3 分析加工工艺	184
6.4.4 选择变量方法	184
6.4.5 选择程序算法	184
6.4.6 绘制刀路轨迹	185
6.4.7 绘制流程图	185
6.4.8 编制程序代码	186
6.5 实例 6-4 车削 1/2 凹椭圆宏程序	
应用	187
6.5.1 零件图及加工内容	187
6.5.2 分析零件图	188
6.5.3 分析加工工艺	188
6.5.4 选择变量方法	189
6.5.5 选择程序算法	189
6.5.6 绘制刀路轨迹	189
6.5.7 绘制流程图	190
6.5.8 编制程序代码	191
6.6 实例 6-5 车削内孔椭圆宏程序	
应用	194
6.6.1 零件图及加工内容	194
6.6.2 分析零件图	195
6.6.3 分析加工工艺	195
6.6.4 绘制刀路轨迹	195
6.6.5 编制程序代码	195
6.7 实例 6-6 车削正弦曲线外圆宏	
程序应用	197
6.7.1 零件图及加工内容	197
6.7.2 分析零件图	197
6.7.3 分析加工工艺	198
6.7.4 编制程序代码	198
6.8 实例 6-7 车削大于 1/4 椭圆宏	
程序应用	199
6.8.1 零件图及加工内容	199
6.8.2 分析零件图	199

6.8.3 分析加工工艺.....	200	7.3.7 绘制流程图.....	223
6.8.4 选择变量方法.....	200	7.3.8 编制程序代码.....	223
6.8.5 选择程序算法.....	201	7.4 实例 7-4 车削变槽宽变齿宽变距	
6.8.6 绘制刀路轨迹.....	201	螺纹宏程序应用.....	225
6.8.7 编制程序代码.....	202	7.4.1 零件图及加工内容.....	225
6.9 本章小结.....	207	7.4.2 分析零件图.....	225
第7章 车削高级螺纹宏程序应用.....	208	7.4.3 分析加工工艺.....	226
7.1 实例 7-1 车削外圆梯形螺纹宏		7.4.4 选择变量方法.....	226
程序应用.....	208	7.4.5 选择程序算法.....	226
7.1.1 零件图及加工内容.....	208	7.4.6 绘制刀路轨迹.....	227
7.1.2 分析零件图.....	209	7.4.7 绘制流程图.....	228
7.1.3 分析加工工艺.....	209	7.4.8 编制程序代码.....	228
7.1.4 选择变量方法.....	209	7.5 实例 7-5 车削圆弧面螺纹宏程序	
7.1.5 选择程序算法.....	210	应用.....	231
7.1.6 绘制刀路轨迹.....	210	7.5.1 零件图及加工内容.....	231
7.1.7 绘制流程图.....	210	7.5.2 分析零件图.....	232
7.1.8 编制程序代码.....	211	7.5.3 分析加工工艺.....	232
7.2 实例 7-2 车削圆弧牙型螺纹宏		7.5.4 选择变量方法.....	232
程序应用.....	216	7.5.5 选择程序算法.....	233
7.2.1 零件图及加工内容.....	216	7.5.6 绘制刀路轨迹.....	233
7.2.2 分析零件图.....	216	7.5.7 绘制流程图.....	234
7.2.3 分析加工工艺.....	217	7.5.8 编制程序代码.....	234
7.2.4 选择变量方法.....	217	7.6 实例 7-6 车削椭圆弧面螺纹宏	
7.2.5 选择程序算法.....	217	程序应用.....	236
7.2.6 绘制刀路轨迹.....	217	7.6.1 零件图及加工内容.....	236
7.2.7 绘制流程图.....	218	7.6.2 分析零件图.....	237
7.2.8 编制程序代码.....	219	7.6.3 分析加工工艺.....	237
7.3 实例 7-3 车削等槽宽变齿宽变距		7.6.4 选择变量方法.....	238
螺纹宏程序应用.....	220	7.6.5 选择程序算法.....	238
7.3.1 零件图及加工内容.....	220	7.6.6 绘制刀路轨迹.....	238
7.3.2 分析零件图.....	221	7.6.7 绘制流程图.....	239
7.3.3 分析加工工艺.....	221	7.6.8 编制程序代码.....	240
7.3.4 选择变量方法.....	222	7.7 本章小结.....	242
7.3.5 选择程序算法.....	222	参考文献.....	243
7.3.6 绘制刀路轨迹.....	222		

第 1 章 宏程序编程基础

本章内容提要

本章主要介绍宏程序编程的基本知识，包括变量与常量的定义，控制流向的语句（语法），宏程序编程的算法和算法设计原则，流程图的绘制，以及编程步骤和变量设置的常见方法等内容。其中变量的定义是编写宏程序的基础；语法（即控制流向的语句）是编写宏程序的工具；算法是编写宏程序的核心和灵魂。

1.1 宏程序编程基础——变量与常量

1.1.1 变量的概述

FANUC 数控系统中变量的定义是用“#”和后面指定的变量号表示的，其中变量号可以是数值，也可以是表达式，甚至可以是其他方式的变量，如#100、#[3*2-1]等。

1.1.2 变量的赋值

定义了变量号之后，数控系统会临时开辟一个内存字节来存放该变量，但该变量没有任何意义，只是向数控系统请求一个空的内存地址而已，必须对该变量进行赋值后才能实现运算功能。

赋值的格式为：变量=表达式。其中“=”为赋值运算符，其作用是把赋值运算符右边的值赋给左边的变量。有以下说明：

1) 例如，#100=2 是把数值 2 赋给变量#100，以后在程序中出现变量#100 就代表数值 2。当然变量的值在程序中也可以任意修改，如#100=3，就是将#100 修改为数值 3。

2) 赋值运算符两边的内容不能互换, 举例说明如下:

例如 $\#100=\#101+\#102$, 如果误写成 $\#101+\#102=\#100$, 意义就会截然不同, 分析如下:

① $\#100=\#101+\#102$ 执行运算步骤如下:

第一步: 进行数学运算 $\#101$ 与 $\#102$ 的值。

第二步: 将第一步运算的结果赋值给 $\#100$ 。

第三步: $\#100$ 的值等于第一步计算的结果。

② $\#101+\#102=\#100$ 执行运算步骤如下:

第一步: 计算 $\#101$ 与 $\#102$ 的值。

第二步: 变量 $\#100$ 的值赋给 $\#101+\#102$ 。

第三步: $\#101+\#102$ 的值等于 $\#100$ 的值。

从以上分析可知, 在变量的赋值运算时, 只能把赋值运算符“=”右边的值赋给赋值运算符左边的变量。

3) 变量既可以参与运算, 也可以相互进行赋值运算。

例如: $\#100=1$; 把 1 赋值给变量 $\#100$;

$\#101=2$; 把 2 赋值给变量 $\#101$;

$\#103=\#100+\#101$; 把变量 $\#100$ 的值加上变量 $\#101$ 的值赋值给 $\#103$;

$\#104=\#103$; 把变量 $\#103$ 的值赋值给变量 $\#104$;

注意: 在 $\#104=\#103$ 这个赋值语句中, $\#103$ 必须有明确的价值, 如果 $\#103$ 没有确定的值, 那么把 $\#103$ 赋值给 $\#104$ 是没有任何意义的。

1.1.3 变量的使用

1) 变量号可以用变量代替: 例如变量 $\#[100]$, 数值 101 赋值给变量 $\#100$, 则变量 $\#[100]$ 的值为变量 $\#101$ 的值。

2) $\#100=0$ 和变量 $\#0$ 的区别: $\#100=0$ 是把 0 赋值给变量 $\#100$, 此时变量 $\#100$ 就等于 0, 有实际意义; $\#0$ 为空变量, 永远不能被赋值。

3) 在地址后面指定变量号可以引用变量值: 当使用表达式指定变量时, 把表达式用[]括起来, 表明进行[]内的运算, 如果改变表达式符号时, 要把符号放在表达式的前面。建议在编制宏程序时变量(而不是规定)最好用[]括起来, 以免产生歧义。

例如: $G01\ X\ [2*\#100+1]\ F\ \#101$; $\#101$ 是进给率的;

$G01\ Z\ -\ [\#100]\ F\ \#101$; $\#100$ 是地址符 Z 的值;

4) 变量可以用于条件判断的比较: 如 $IF\ [\#100\ GT\ \#101]\ GOTO\ 20$, 在条件

判断语句中使用变量，增加了程序的灵活性。

5) 有些场合不允许使用变量，比如以下情况：

定义程序名：O#100；跳转地址符：GOTO #100 等。

6) 在实际编程中，每个变量要单独写一行，不能把多个变量写在同一行，否则系统会出现报警。

例如：正确的写法

```
.....
#100 = 10;
#101 = 2;
#102 = 0;
.....
```

错误写法

```
.....
#100 = 10; #101 = 2; #102 = 0;
.....
```

1.1.4 变量的类型

变量根据变量号中数字的范围，可以分为四种类型，见表 1-1。

表 1-1 变量的类型及功能

变 量 号	变 量 类 型	功 能
#0	空变量	该变量总是空的，没有值赋给该变量
#1~#33	局部变量	局部变量只能用在宏程序中存储数据，例如运算断电时，局部变量被初始化为空，调用宏程序时，自变量对局部变量进行赋值
#100~#199	公共变量	在不同的宏程序中意义相同，当断电时，变量#100~#199 初始化为空
#500~#999	公共变量	变量#500~#999 数据保存，即使断电也不丢失
#1000 以上	系统变量	系统变量用于读和写 CNC 的各种数据，例如刀具的当前位置和补偿值等

在实际编程中可以使用变量号在公用变量范围中的变量（即在#100~#199 变量之内），这些变量是厂家提供给用户自由使用的；系统变量号中的变量出于厂家对系统的保护，是不可以随便写入数据改变其值的。关于 FANUC 0i 更多的系统变量、接口系统变量、采用系统变量读入和改写刀具补偿值、改写工件零点的偏置等变量的说明，读者可以参考北京发那科公司提供的 FANUC 0i 操作和参数说明书。

1.1.5 变量的算术运算和逻辑运算

表 1-2 所列为变量的算术运算和逻辑运算，应用时几点说明如下：

1) 以上只是罗列了变量算术运算和逻辑运算的基本功能。在实际宏程序编

制中，也不是每个功能及其格式都需用到，记住常用的一些功能，如定义置换、加减乘除、SQRT[]、SIN[]、COS[]等，其他的在实际编程中需要时查询即可。

2) 变量运算的优先次序：

函数→乘和除运算（*、/、AND）→加和减运算（+、-、OR、XOR）→赋值运算（=）。

运算是按从高到低的顺序执行的。

3) 方括号的嵌套。方括号[]用于改变运算的次序，方括号最多可以使用五层，包括函数内部使用的括号；圆括号（ ）则用于注释程序的含义。

例如：#100=SQRT[1-[#101*#101]/[#103*#103]]； （2重括号）

4) 关于上取整函数 FIX 和下取整函数 FUP，在实际应用时要注意使用后值的变化。应用 FIX 函数时绝对值比原来的绝对值大，反之为下取整（建议在实际编程中尽量避免使用这些函数，以免产生零件精度和尺寸的误差）。

5) 有关由于函数计算的误差而引起零件精度的问题，可以参考北京发那科公司提供的 FANUC 0i 操作说明书和参数说明书，在此不再赘述。

表 1-2 变量的算术运算和逻辑运算一览表

功 能	格 式	备 注
定义置换	#i=#i	
加法	#i=#i+#k	
减法	#i=#i-#k	
乘法	#i=#i*#k	
除法	#i=#i/#k	
正弦	#i=SIN[#j]	
反正弦	#i=ASIN[#j]	
余弦	#i= COS[#j]	三角函数和反三角函数的数值均以度（°）为单位来指定。例如：90° 30'应写为 90.5°
反余弦	#i=ACOS[#j]	
正切	#i=TAN[#j]	
反正切	#i=ATAN[#j]	
平方根	#i=SQRT[#j]	
绝对值	#i=ABS[#j]	
舍入	#i=ROUND[#j]	
指数函数	#i=EXP[#j]	按四舍五入取整进行运算
自然对数	#i=LN[#j]	
上取整	#i=FIX[#j]	
下取整	#i=FUP[#j]	