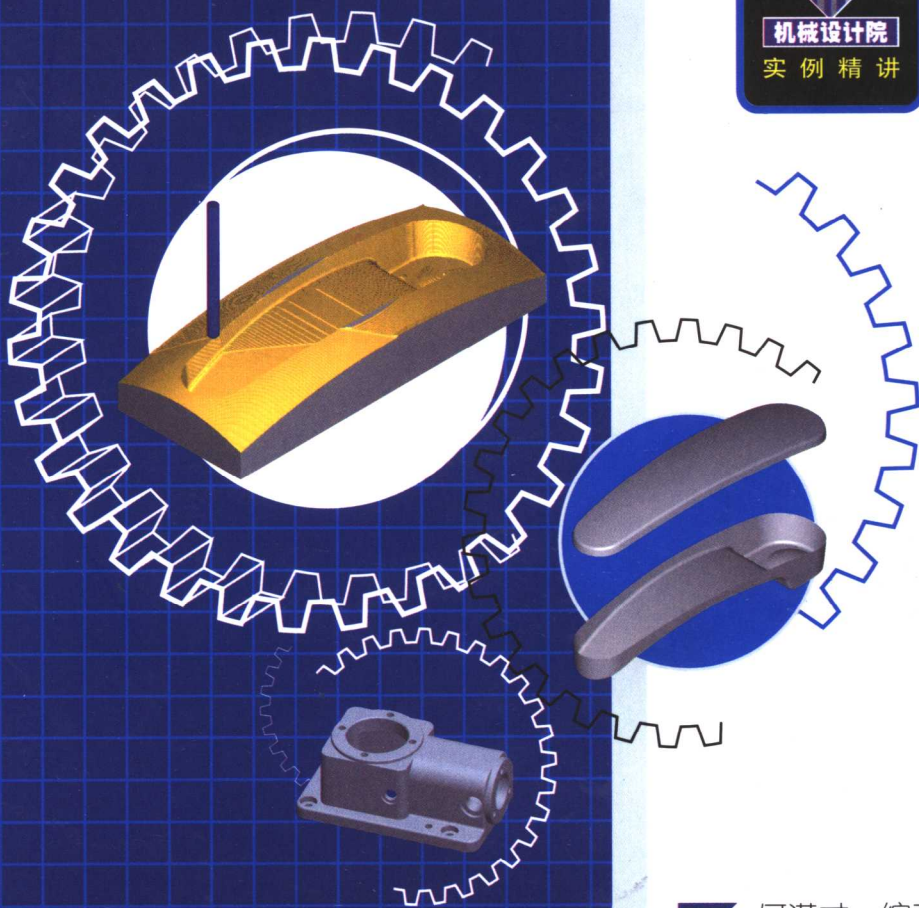




机械设计院
实例精讲



何满才 编著

Mastercam X 数控编程与加工 实例精讲

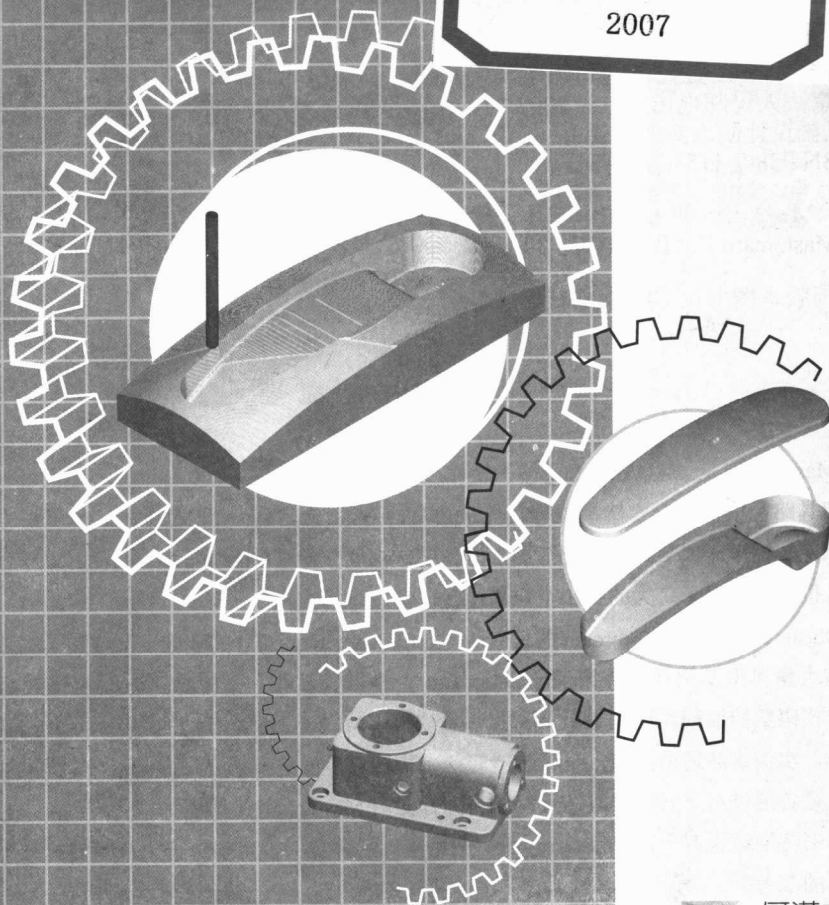


人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

TG659/224

2007

机械设计院
例精讲



何满才 编著

Mastercam X

数控编程与加工

实例精讲



人民邮电出版社
北京

图书在版编目 (CIP) 数据

Mastercam X 数控编程与加工实例精讲 / 何满才编著.
—北京: 人民邮电出版社, 2007.12
(机械设计院. 实例精讲)
ISBN 978-7-115-17003-3

I. M… II. 何… III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam X IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 160220 号

内 容 提 要

Mastercam 是 CAD/CAM 一体化软件, 它集二维绘图、三维实体设计、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等功能于一身, 对系统运行环境要求较低, 使用户无论是在造型设计、数控铣床、数控车床或数控线切割等加工操作中, 都能获得最佳效果。Mastercam 基于 PC 平台、支持中文环境、价位适中, 对于广大的中小企业来说是非常理想的选择。

Mastercam X 是 Mastercam 的最新版本, 在 Mastercam 9.0 的基础上又增加了很多新的功能和模块。本书通过大量典型实例详细介绍了 Mastercam X 在数控编程和数控加工方面的强大功能, 包括数控编程基础、G 代码数控编程、手工 G 代码数控编程实例、Mastercam X 自动数控编程、Mastercam X 数控程序分析等内容。实例讲解通俗易懂, 使读者能轻松、快速、全面地掌握 Mastercam X 强大的数控编程和数控加工功能。读者通过对本书的学习, 可以提高综合应用 Mastercam X 的能力。

本书特别适合有一定 Mastercam X 应用基础的读者阅读, 也可作为从事数控加工和模具设计的工程技术人员的参考书。

机械设计院·实例精讲

Mastercam X 数控编程与加工实例精讲

-
- ◆ 编 著 何满才
责任编辑 李永涛
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京顺义振华印刷厂印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 32
字数: 782 千字
印数: 1—5 000 册
 - 2007 年 12 月第 1 版
2007 年 12 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17003-3/TP

定价: 52.00 元

读者服务热线: (010) 67132692 印装质量热线: (010) 67129223

关于本书

本书内容和特点

Mastercam 是美国 CNC Software, Inc 公司开发的 CAD/CAM 一体化软件。它集二维绘图、三维实体设计、曲面设计、体素拼合、数控编程、刀具路径模拟及真实感模拟等功能于一身, 对系统运行环境要求较低, 使用户无论是在造型设计、数控铣床、数控车床或数控线切割等加工操作中, 都能获得最佳效果。Mastercam 基于 PC 平台、支持中文环境、价位适中, 对于广大的中小企业来说是最理想的选择。

Mastercam X 是 Mastercam 的最新版本, 在 Mastercam 9.0 的基础上又增加了新的功能和模块。

本书通过大量典型实例详细介绍了 Mastercam X 强大的数控编程和数控加工能力, 包括数控编程基础、G 代码数控编程、手工 G 代码数控编程实例、Mastercam X 自动数控编程、Mastercam X 数控程序分析等内容。实例讲解通俗易懂, 使读者能轻松、快速、全面地掌握 Mastercam X 强大的数控编程和数控加工功能。读者通过对本书的学习, 可以提高综合应用 Mastercam X 的能力。

本书由何满才主笔, 参与本书编写和审校的人员有曾辉、谢春燕、朱建江、何玉芬、谢平霞、刘中华、全晓雪、谢桂红、朱正才、阳铮、全晓霞、胡兰美、何小力、谢云军等。

读者对象

本书特别适合有一定 Mastercam X 应用基础的读者阅读, 也可作为从事数控加工和模具设计的工程技术人员的参考书。

本书约定

为了叙述方便, 本书在叙述命令调用时, 采用了如下写法:

例如“选择菜单栏中的【Create】/【Arc】/【Create Arc Endpoints】两点绘制圆弧命令”, 其含义是先用鼠标左键单击菜单栏中的【Create】命令, 然后在出现的【Create】菜单中单击【Arc】命令, 再单击【Arc】子菜单中的【Create Arc Endpoints】命令。

感谢您选择了本书, 也请您把对本书的意见和建议告诉我们。

电子函件: 3dhmc@163.com (作者), liyongtao@ptpress.com.cn (责任编辑)。

作者

2007 年 12 月

目 录

第 1 篇 Mastercam X 数控编程基础	1
第 1 章 数控编程基础	3
1.1 数控编程概述	3
1.1.1 数控、数控编程的概念	3
1.1.2 数控编程的分类	3
1.1.3 数控程序的分类	4
1.1.4 数控程序的格式及组成	4
1.2 数控系统的基本功能	5
第 2 章 G 代码数控编程	7
2.1 数控编程常用准备功能 (G 功能)	7
2.1.1 绝对坐标指令 G90	7
2.1.2 相对坐标指令 G91	7
2.1.3 坐标系设定指令 G92/G54	8
2.1.4 快速点定位指令 G00	9
2.1.5 直线插补指令 G01	9
2.1.6 圆弧插补指令 G02、G03	11
2.1.7 坐标平面指令 G17、G18、G19	13
2.1.8 程序单位指令 G20、G21	14
2.1.9 固定循环指令	14
2.1.10 返回参考点指令 G28	14
2.2 数控编程中的刀具半径补偿	15
2.2.1 刀具半径补偿量	15
2.2.2 刀具半径补偿指令 G41、G42、G40	15
2.2.3 刀具半径补偿量实现方式	15
2.3 数控编程中的刀具长度补偿	17
2.3.1 刀具长度补偿量	17
2.3.2 刀具长度补偿量实现指令 G43、G44、G49	18
2.4 数控编程常用辅助功能 (M 功能)	19
2.4.1 加工暂停指令 M00、M01	19
2.4.2 程序结束指令 M02、M30	19
2.4.3 主轴转动、停止指令 M03、M04、M05	19
2.4.4 换刀指令 M06	19
2.4.5 切削液指令 M08、M09	20

第 3 章 手工 G 代码数控编程	21
3.1 纸垫落料模凸模	21
3.2 橡胶垫复合冲裁模凸模	22
3.3 云母片复合冲裁模凸模	23
3.4 电机转子片	25
3.5 收音机压片	26
第 2 篇 Mastercam X 自动数控编程实例	29
第 4 章 茶杯垫	31
4.1 绘制茶杯垫几何图形	31
4.2 规划外形加工刀具路径	36
4.2.1 加工坯料及对刀点的确定	36
4.2.2 规划外形加工刀具路径	39
4.3 实体加工模拟	42
4.3.1 工件参数的设定	42
4.3.2 实体加工模拟	43
4.4 生成加工 NC 代码及传输程序	43
4.4.1 生成加工 NC 代码	43
4.4.2 传输 NC 程序	45
第 5 章 连杆	47
5.1 绘制连杆几何图形	47
5.2 规划加工刀具路径	53
5.2.1 加工坯料及对刀点的确定	53
5.2.2 规划挖槽加工刀具路径	56
5.2.3 规划钻孔加工刀具路径	59
5.2.4 规划外形加工刀具路径	60
5.3 实体加工模拟	62
5.3.1 工件参数的设定	62
5.3.2 实体加工模拟	63
5.4 生成加工 NC 代码及传输程序	64
5.4.1 生成加工 NC 代码	64
5.4.2 传输 NC 程序	66
第 6 章 月饼盒盖凸模	69
6.1 绘制月饼盒盖凸模	69
6.1.1 绘制线架构	69
6.1.2 绘制三维曲面模型	72
6.2 规划加工刀具路径	75

6.2.1	加工坯料及对刀点的确定	75
6.2.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径 (预留量 0.5)	77
6.2.3	工件参数的设定	82
6.2.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	84
6.2.5	规划曲面等高外形粗加工刀具路径	85
6.2.6	规划曲面挖槽加工刀具路径, 将模具靠面加工到位	91
6.2.7	规划曲面平行精加工刀具路径	98
6.2.8	规划曲面等高外形精加工刀具路径	104
6.3	生成加工 NC 代码及传输程序	108
6.3.1	生成加工 NC 代码	108
6.3.2	传输 NC 程序	110

第 7 章 电话筒 113

7.1	电话筒整体造型	113
7.1.1	绘制线架构	113
7.1.2	绘制三维曲面模型	123
7.2	电话筒上盖凸模	131
7.2.1	由电话筒整体造型拆分电话筒上盖	131
7.2.2	生成电话筒上盖凸模曲面模型	132
7.3	规划电话筒上盖凸模加工刀具路径	134
7.3.1	加工坯料及对刀点的确定	134
7.3.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径 (预留量 0.5)	136
7.3.3	工件参数的设定	140
7.3.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	141
7.3.5	规划曲面平行精加工刀具路径	142
7.3.6	规划外形加工刀具路径	147
7.4	电话筒上盖凸模加工 NC 代码及传输程序	153
7.4.1	生成加工 NC 代码	153
7.4.2	传输 NC 程序	155
7.5	电话筒上盖凹模	156
7.5.1	将电话筒上盖文件另存为电话筒上盖凹模文件	156
7.5.2	生成电话筒上盖凹模曲面模型	157
7.6	规划电话筒上盖凹模加工刀具路径	159
7.6.1	加工坯料及对刀点的确定	159
7.6.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径 (预留量 0.5)	162
7.6.3	工件参数的设定	165
7.6.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	166
7.6.5	规划曲面平行精加工刀具路径	168
7.6.6	规划曲面环绕等距精加工刀具路径	173

7.7 电话筒上盖凹模加工 NC 代码及传输程序	178
7.7.1 生成加工 NC 代码	178
7.7.2 传输 NC 程序	179
7.8 电话筒下盖凸模	180
7.8.1 由电话筒整体造型拆分电话筒下盖	180
7.8.2 生成电话筒下盖凸模曲面模型	181
7.9 规划电话筒下盖凸模加工刀具路径	184
7.9.1 加工坯料及对刀点的确定	184
7.9.2 规划曲面挖槽粗加工刀具路径 (预留量 0.5)	187
7.9.3 工件参数的设定	191
7.9.4 曲面挖槽粗加工实体加工模拟	192
7.9.5 规划曲面等高外形粗加工刀具路径	194
7.9.6 规划曲面平行精加工刀具路径	199
7.9.7 规划曲面陡斜面精加工刀具路径	204
7.10 电话筒下盖凸模加工 NC 代码及传输程序	210
7.10.1 生成加工 NC 代码	210
7.10.2 传输 NC 程序	212
7.11 电话筒下盖凹模	213
7.11.1 将电话筒下盖文件另存为电话筒下盖凹模文件	213
7.11.2 生成电话筒下盖凹模曲面模型	214
7.12 规划电话筒下盖凹模加工刀具路径	215
7.12.1 加工坯料及对刀点的确定	216
7.12.2 规划曲面挖槽粗加工刀具路径 (预留量 0.5)	219
7.12.3 工件参数的设定	222
7.12.4 曲面挖槽粗加工实体加工模拟	224
7.12.5 规划曲面等高外形粗加工刀具路径	225
7.12.6 规划曲面平行精加工刀具路径	231
7.12.7 规划曲面流线精加工刀具路径	237
7.13 电话筒下盖凹模加工 NC 代码及传输程序	241
7.13.1 生成加工 NC 代码	241
7.13.2 传输 NC 程序	242
第 8 章 台灯罩凸模	245
8.1 绘制台灯罩凸模	245
8.1.1 绘制线架构	245
8.1.2 绘制三维实体模型	250
8.2 规划加工刀具路径	253
8.2.1 加工坯料及对刀点的确定	253
8.2.2 规划曲面挖槽粗加工刀具路径 (预留量 0.5)	257

8.2.3	工件参数的设定	260
8.2.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	261
8.2.5	规划曲面挖槽粗加工刀具路径, 将模具靠面加工到位	263
8.2.6	规划曲面等高外形精加工刀具路径	269
8.2.7	规划曲面陡斜面精加工刀具路径	274
8.3	生成加工 NC 代码及传输程序	280
8.3.1	生成加工 NC 代码	280
8.3.2	传输 NC 程序	281
第 9 章	可乐瓶底电极模	283
9.1	绘制可乐瓶底电极模	283
9.1.1	绘制线架构	283
9.1.2	绘制三维实体模型	290
9.2	规划加工刀具路径	293
9.2.1	加工坯料及对刀点的确定	293
9.2.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径 (预留量 0.5)	296
9.2.3	工件参数的设定	300
9.2.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	301
9.2.5	规划曲面挖槽粗加工刀具路径	303
9.2.6	规划曲面等高外形粗加工刀具路径	309
9.2.7	规划曲面放射状精加工刀具路径	315
9.2.8	规划曲面等高外形精加工刀具路径	321
9.3	生成加工 NC 代码及传输程序	325
9.3.1	生成加工 NC 代码	325
9.3.2	传输 NC 程序	326
第 10 章	玩具车轮电极模	329
10.1	绘制玩具车轮电极模	329
10.1.1	绘制线架构	329
10.1.2	绘制三维曲面模型	336
10.2	规划加工刀具路径	339
10.2.1	加工坯料及对刀点的确定	339
10.2.2	规划曲面挖槽粗加工刀具路径 (预留量 0.5)	343
10.2.3	工件参数的设定	346
10.2.4	曲面挖槽粗加工实体加工模拟	347
10.2.5	规划曲面挖槽粗加工刀具路径	348
10.2.6	规划曲面等高外形粗加工刀具路径	354
10.2.7	规划曲面平行精加工刀具路径	360
10.2.8	规划曲面等高外形精加工刀具路径	365

10.3 生成加工 NC 代码及传输程序	370
10.3.1 生成加工 NC 代码.....	370
10.3.2 传输 NC 程序.....	372
第 11 章 洗洁精瓶电极模	375
11.1 绘制洗洁精瓶电极模	375
11.1.1 绘制线架构	375
11.1.2 绘制三维曲面模型	380
11.2 规划加工刀具路径	385
11.2.1 加工坯料及对刀点的确定	385
11.2.2 规划曲面挖槽粗加工刀具路径 (预留量 0.3)	388
11.2.3 工件参数的设定	391
11.2.4 曲面挖槽粗加工实体加工模拟	392
11.2.5 规划曲面等高外形区域粗加工刀具路径	394
11.2.6 规划曲面挖槽粗加工刀具路径	399
11.2.7 规划曲面平行精加工刀具路径	405
11.2.8 规划曲面等高外形精加工刀具路径	411
11.3 生成加工 NC 代码及传输程序.....	415
11.3.1 生成加工 NC 代码.....	415
11.3.2 传输 NC 程序.....	417
第 3 篇 Mastercam X 数控程序分析及后处理	419
第 12 章 Mastercam X 数控程序分析	421
12.1 Mastercam X 数控程序工作机理	421
12.2 修改高度设置参数对 NC 程序的影响	425
12.3 电脑补偿、控制器补偿对 NC 程序的影响	428
12.4 补偿方向对 NC 程序的影响	432
12.5 转角设置对 NC 程序的影响	435
12.6 预留量对 NC 程序的影响	439
12.7 外形分层对 NC 程序的影响	441
12.8 深度分层对 NC 程序的影响	444
12.9 导引入/导出对 NC 程序的影响	447
12.10 刀号、刀具半径补偿、长度补偿对 NC 程序的影响	451
12.11 刀具进给率、转速对 NC 程序的影响	453
12.12 程序名、程序起始行号、增量行号对 NC 程序的影响	455
12.13 冷却方式对 NC 程序的影响	458
第 13 章 Mastercam X 的 Post 后处理	461
13.1 Post 后处理器的安装与修改	461

13.2 Post 后处理文件的组成	462
13.3 Post 后处理文件的编辑	481
13.3.1 编辑程序号地址码 “%”	481
13.3.2 将程序名、时间、单位显示等注释行屏蔽	484
13.3.3 将换刀指令屏蔽适应无刀库的数控铣床	487
13.3.4 将工件坐标指令 G54 修改为 G92	490
13.3.5 将 4 轴指令 A0 屏蔽适应 3 轴数控铣床	492
13.4 RS232 传输线的接法	494
附录	497

第 1 篇

Mastercam X 数控编程基础

本篇从数控、数控编程的概念入手，简要介绍了数控程序的分类、格式及组成。然后详细介绍了数控系统的基本功能，数控编程中的刀具半径补偿、刀具长度补偿等内容。最后以实例形式详细介绍了手工编程的方法及技巧。

主要内容

- 📖 数控编程基础
- 📖 G 代码数控编程
- 📖 手工 G 代码数控编程



第 1 章

数控编程基础

学习指南

- 了解数控、数控编程的概念。
- 了解数控编程的分类。
- 了解数控程序的分类、格式及组成。
- 掌握数控系统的基本功能。

1.1 数控编程概述

数控及数控编程技术是综合计算机、自动控制、自动检测及高精密机械等高新技术的产物。它的出现及由此带来的巨大经济效益，已引起世界各国科技与工业界的高度重视。目前，随着国内数控机床的大量使用，急需培养一大批熟练掌握现代数控编程及数控机床操作的应用型高技术人才。

1.1.1 数控、数控编程的概念

数控 (Numerical Control, 简称 NC) 是指用数字化信号对机床运动及其加工过程进行控制的一种方法。

数控编程是指将加工零件的加工顺序，工件与刀具相对运动轨迹的尺寸数据，工艺参数（主轴运动、进给速度、进给量等）以及辅助操作（换刀、冷却液开关、工件夹紧松开）等加工信息，用规定的文字、数字、符号组成的代码，按一定格式编写成加工程序单的过程。

1.1.2 数控编程的分类

数控编程分手工编程和自动编程两类。

手工编程时，程序的编制过程由人工完成，编制过程非常繁琐，要求编程人员对各种数控代码、指令和编程规则非常熟悉，一般用于简单程序的编制。

自动编程时 (CAD/CAM 系统)，编程人员仅需绘制加工零件的几何图形，利用自动编程系统提供的各种加工方法和刀具参数，通过合理选择和配置将其赋予几何图形，由编程系统自动给出加工零件的数控程序。

1.1.3 数控程序的分类

数控程序可分为主程序和子程序，正常情况下数控机床按主程序的指令工作。当程序中有子程序调用指令时，数控机床就按子程序工作，直到子程序中有返回主程序的指令时，数控机床才返回到主程序中，继续按主程序的指令进行工作。如下面的数控程序就包含了子程序的调用。

%

O0000

主程序“O0000”

(PROGRAM NAME - T)

(DATE=DD-MM-YY - 08-09-06 TIME=HH:MM - 17:06)

N100 G21

N102 G0 G17 G40 G49 G80 G90

(USERT01 TOOL - 1 DIA. OFF. - 1 LEN. - 1 DIA. - 10.)

N104 T1 M6

N106 G0 G90 X-55. Y-55. A0. S3000 M3

N108 G43 H1 Z100.

N110 Z3.

N112 G1 Z-.5 F300.

N114 M98 P1001

“M98”指令调用子程序“O1001”

N126 G90 Z-1.

N128 M98 P1001

“M98”指令调用子程序“O1001”

N140 G0 G90 Z100.

N142 M5

N144 G91 G28 Z0.

N146 G28 X0. Y0. A0.

N148 M30

O1001

子程序“O1001”

N116 Y55.

N118 X55.

N120 Y-55.

N122 X-55.

N124 M99

“M99”指令结束子程序调用，系统返回到主程序

%

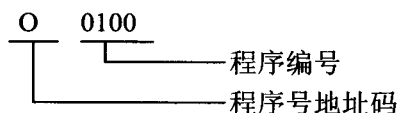
1.1.4 数控程序的格式及组成

数控程序由程序名、程序段和相应的符号组成。如下面的程序中，程序名是“O0100”，程序由5个程序段组成。

O0100
N100 G92 X0 Y0 Z0;
N102 G43 X-50. Y0. F300;
N104 G02 X50 R50;
N106 G01 G40 X0 Y0;
N108 M30;

一、程序名

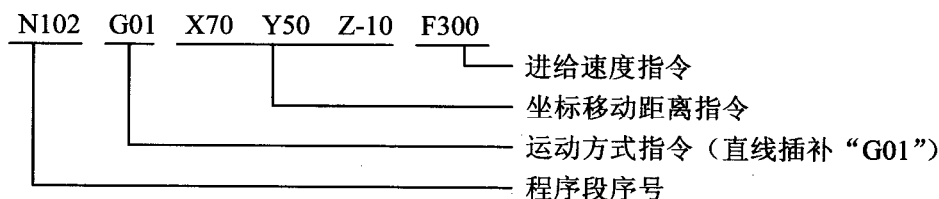
每一个程序都需要有一个程序名，程序名由程序号地址码和程序编号组成，如：



程序号地址码与用户所使用的数控系统相对应，不同的数控系统采用不同的程序号地址码（通常为 O、P、%等），自动编程时系统自动给出程序号地址码；手动编程时，应查阅机床编程手册，并根据其规定去指定，否则，系统不会执行，而程序编号可由用户自定。

二、程序段

程序段可分为地址格式、分隔顺序格式、固定程序段格式和可变程序段格式。其中最常用的是可变程序段格式，即程序段的长短、字数和字长均可变，程序段由程序段序号、地址、数字等组成，如下面的程序段。



程序名和若干个程序段就组成了一个完整的程序，程序段编号范围为 N0001~N9999，程序段编号增量由用户自定，为了便于程序的修改，两个程序段编号间应留有余号，如 N0100, N0110, N0120, …，以“10”为编号增量，可以在 N0100~N0110 间插入 9 个程序段。

1.2 数控系统的基本功能

了解和掌握数控系统的基本功能是编程人员应具备的基本素质，为了便于与国际技术交流，我国根据国际 ISO 标准，制定了 JB3208-83《数控机床穿孔带程序段格式中的准备功能 G 和辅助功能 M 的代码》。

一、准备功能 G

准备功能也称“G 功能”或“G 代码”。它的作用是指定数控机床的运动方式、定位方式、插补方式、坐标、坐标平面选择、进给方式、刀具补偿方式等，并为数控系统的插补运算做准备。

准备功能通常位于坐标指令前，由字母 G 和后面的两位数字组成，G00~G99 有 100 种

(附录中提供了我国 JB3208-83 标准中规定的 G 功能定义)。由于用户所使用的数控系统不同, G 代码会有一定差别, 编程时用户应根据编程手册熟悉所使用机床的 G 功能定义。

二、辅助功能 M

辅助功能也称“M 功能”或“M 代码”。它的作用是指定数控机床的辅助动作及状态, 如主轴的启动、停止, 冷却液开、关和更换刀具等。M 代码由字母 M 和后面的两位数字组成, 附录中提供了我国 JB3208-83 标准中规定的 M 功能定义。同样随着用户所使用的数控系统的不同, M 代码会有一定差别, 编程时用户应根据编程手册熟悉所使用机床的 M 功能定义。

三、主轴功能 S

主轴功能也称主轴转速功能或“S 功能”, 它的作用是指定数控机床的主轴转速。S 功能由字母 S 和后面的数字组成, 其单位为 r/min , 在程序中 S 功能还要结合 M 功能中的主轴旋转方向指令来应用, 例如下面的表达式:

S3000 M03: 表示主轴正转 (顺时针), 转速为 $3000 r/min$ 。

S3000 M04: 表示主轴反转 (逆时针), 转速为 $3000 r/min$ 。

四、进给功能 F

进给功能也称“F 功能”, 它的作用是指定数控机床坐标轴的进给速度。F 功能由字母 F 和后面的数字组成, 如 F300, 表示刀具的进给速度为 $300mm/min$ 。

五、刀具功能 T

刀具功能也称“T 功能”, 它的作用是选择加工刀具。T 功能由字母 T 和后面的数字组成, 如 T0101, 表示采用 1 号刀具和 1 号刀补。

六、第二辅助功能 B

第二辅助功能也称“B 功能”, 它的作用是指定工作台进行分度。B 功能由字母 B 和后面的数字组成, 如 B60、B180、B270、B0 等。