



CAD/CAM职场技能特训视频教程

全国数控技能大赛指导用书、“千企万校”项目推荐用书



PowerMILL



PowerMILL 数控编程技术 实战特训

(第2版)

寇文化 编著

- ※ **改版亮点** 适合PowerMILL2012或以上版本软件使用。
结合读者意见对原版内容进行补充完善。
加强对工厂中工作流程的介绍，贯穿于解决工厂实际问题。
更新部分内容，更贴近工作实际。
- ※ **精品力作** 课堂学不到的知识，多位企业工程师十几年的锤炼，
难得的技术宝典。
- ※ **视频教学** 企业工程师原汁原味的讲解，知其然且知其所以然，
生产一线真实工作过程的再现。
- ※ **经验点评** 学习方法、知识拓展、小疑问、小提示、加工要点。
- ※ **适合培训、便于自学** 经过一线企业多年培训实践检验。

视频讲解

QQ答疑



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

CAD/CAM 职场技能特训视频教程

PowerMILL 数控编程技术 实战特训 (第2版)

寇文化 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书适合 PowerMILL2012 或者以上版本软件, 以高效解决模具工厂中数控编程问题为目标, 重点介绍其数控铣削编程功能的特点及实际选用加工参数时应注意的事项, 并对难点和重点进行讲解。期望读者在模具数控编程的学习过程中, 有在工厂实战特训般的实习体验。

本书案例及实现方法来源于工厂实践, 案例练习丰富, 经验总结实用可靠。案例操作全过程重点演示, 反映了 CNC 编程工程师真实的工作过程。本书案例素材虽然取自模具工厂, 但对其他行业的数控加工也有借鉴作用。

编写本书的目的, 是让更多的读者学习使用 PowerMILL 软件在实际工作中如何高效解决数控编程问题, 帮助有志从事 PowerMILL 数控编程的技术人员少走弯路、少犯错误, 从而尽快胜任数控编程工作, 实现人生目标。

本书适合具有 3D 绘图基础, 希望进一步学习数控编程技术, 并有志成为数控编程工程师的读者阅读, 也可作为高等院校数控专业教学用书, 以及全国数控技能大赛指导用书。

未经许可, 不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有, 侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

PowerMILL 数控编程技术实战特训 / 寇文化编著. —2 版. —北京: 电子工业出版社, 2016.6

CAD/CAM 职场技能特训视频教程

ISBN 978-7-121-28826-5

I. ①P… II. ①寇… III. ①数控机床—加工—计算机辅助设计—应用软件—教材 IV. ①TG659-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 103930 号

策划编辑: 许存权

责任编辑: 许存权 特约编辑: 谢忠玉 等

印 刷: 北京京科印刷有限公司

装 订: 三河市良远印务有限公司

出版发行: 电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本: 787×1 092 1/16 印张: 34.5 字数: 883 千字

版 次: 2012 年 4 月第 1 版

2016 年 6 月第 2 版

印 次: 2016 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 88.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题, 请向购买书店调换。若书店售缺, 请与本社发行部联系, 联系及邮购电话: (010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn, 盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式: (010) 88254484, xucq@phei.com.cn。

再版前言

编写目的

PowerMILL 是一款专业的计算机辅助制造 (CAM) 软件, 它和 PowerSHAPE 计算机辅助设计 (CAD) 软件一起在航空航天飞行器、汽车、日用品等外形复杂产品的设计及其制造方面应用广泛。其五轴加工编程功能更是独树一帜、世界领先。它由英国 Delcam plc 公司开发研制, 现在的 PowerMILL 软件深受广大数控编程用户喜爱, 在我国销售量越来越多, 普及程度也越来越广泛。

随着我国 CAD/CAM 的发展, 应用 PowerMILL 等软件进行产品设计与制造的公司越来越多。特别是在模具设计及制造行业中应用更为普遍。社会上急需培训一大批精通这款软件进行数控编程的工程技术人员。

本书的特点是案例及其做法均来源于工厂实践, 案例操作全过程重点演示, 反映了编程工程师真实工作过程。目的是让读者学习如何用 PowerMILL 软件进行模具数控编程。帮助有志从事 PowerMILL 数控编程的人员能够少走弯路、少犯错误, 从而尽快走上专业的工作岗位, 实现人生目标。虽然本书的实例主要取自模具工厂, 但其中所述的数控编程技术对其他行业的数控编程加工也有很好的借鉴作用。

主要内容

全书共 14 章。

第 1 章 预备知识。着重讲解数控编程的基础知识, 包括加工工艺、编程基础、编程流程、制模流程及对初学者的忠告。

第 2 章 程序员须知的 PowerMILL 数控编程知识要点。着重讲解 PowerMILL2012 铣加工编程过程、各种刀具策略等重要功能的参数含义和实际应用中应特别注意的问题。

第 3~5 章 铜公电极的数控编程。以实例铜公电极为例, 着重讲解 PowerMILL2012 铣加工的编程步骤及应特别注意的问题。

第 6~8 章 前模数控编程。以鼠标、遥控器及游戏机等产品的前模 (定模) 为例, 着重讲解 PowerMILL2012 解决前模加工的编程步骤及应特别注意的问题。

第 9~11 章 后模数控编程。以上述产品的后模 (动模) 为例, 着重讲解后模加工编程步骤及应特别注意的问题。

第 12 章 模胚开框编程。以上述产品的模胚为例, 着重讲解模胚模加工编程步骤及应特别注意的问题。

第 13 章 行位滑块编程。介绍行位基本知识及数控编程要点。

第 14 章 数控机床后处理器的制作。以常见机床为例, 介绍后处理器的制作过程。



为了帮助读者学习本书,各章节安排了“本章知识要点及学习方法”,“思考练习及答案”,以及“小疑问”、“知识拓展”、“小提示”、“要注意”等特色段落。“小疑问”:解答读者在学习过程中常遇见的问题。“知识拓展”:对当前的操作介绍另外一些方法,以开拓思路。“小提示”:对当前操作中的难点进行补充讲解。“要注意”:对当前操作中可能出现的错误进行提醒。

通过对“思考问题”的解答,使读者有如在工厂般“实战特训”的体验,可以帮助读者在实际工作中避免犯同样的错误,从而提高工作水平和能力。

文中长度单位除特别指明外,默认为毫米。

如何学习

为学好本书内容,并能在工作中运用自如,建议读者同时学习以下知识:

- (1) 能用 PowerSHAP 或其他软件(如 Pro/E、SolidWorks 等)进行基本的曲面绘图。
- (2) 机械加工及制图的基本知识。
- (3) 能使用 Windows 操作系统。
- (4) 有初中以上的几何知识。

认真学习理论知识,灵活联系实际。对于初学者,建议针对本书案例,结合本书配套光盘的视频,反复练习,至少 3 遍以上,并且能够举一反三,触类旁通。有条件的话,最好以“实战”的方式在工厂实践中提高水平。本书没有讲到的内容可以参考其他同类书籍进一步学习。

关于配套视频

本书配套素材和视频文件,请在华信教育资源网(www.hxedu.com.cn)的本书网页下载,或者在作者博客中下载。

实例视频文件是 exe 可执行文件,自带播放器,可以直接双击打开。如果在繁体字操作系统中,需要把视频文件名的汉字改为字母或数字,才可以正常播放。建议设置较高的分辨率,如 1024×768 以上。播放中可以随时暂停、快进、缩小窗口等。如果播放时右下的播放菜单挡住了操作内容,可以将其移开或关闭。关闭后,可以通过单击左键使播放暂停,右击鼠标再次显示播放窗口,达到控制播放的目的。

读者对象

- (1) 对 PowerMILL 数控编程有兴趣的初学者。
- (2) 从事数控编程的工程技术人员。
- (3) 大中专或职业学校数控专业师生。
- (3) 其他 PowerMILL 爱好者。

改版亮点

本书第 1 版出版以来,因为内容紧扣工厂应用实际,深受广大读者欢迎,并多次重印。很多大中专院校甚至把本书作为教材使用,很多热心读者踊跃给作者来信,肯定本书的内

容，也指出了不少不足之处。为此，对原书进行改版，改版以后有以下特点：

（1）采用 PowerMILL2012 软件编写及录制讲课视频，本书的内容可以适合使用 PowerMILL2012 或以上版本的读者学习。

（2）结合读者意见，对原书的内容进行了补充和完善。

（3）加强了对工厂中工作流程的介绍，使这种流程能贯穿于解决工厂实际问题之中。

（4）更新部分章节内容，使其更贴近工作实际。

本书主要由陕西华拓科技有限责任公司高级工程师寇文化编写和录制视频。其他参编人员还有：安徽工程大学王静平和李俊萍两位老师和索军利、赵晓军等。本书在策划和编写过程中得到电子工业出版社许存权老师的大力支持和帮助。在此，对他们的帮助表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，本书虽已尽力核对，欠妥之处仍在所难免，恳请读者批评指正。如果读者在阅读中遇到问题，除了通过电子邮件 k8029_1@163.com 联系外，还可以浏览答疑博客 <http://blog.sina.com.cn/cadcambook>。

寇文化

2016 年 1 月于西安

目 录

第 1 章 预备知识.....1

1.1 本章知识要点及学习方法1

1.2 数控加工基本知识.....1

1.2.1 CNC 的基本含义1

1.2.2 CNC 机床的工作原理2

1.2.3 CNC 加工工艺的特点2

1.2.4 CNC 刀具的选择和选购.....3

1.3 数控编程基础4

1.3.1 编数控程序作用4

1.3.2 数控程序标准5

1.3.3 加工坐标系与机械坐标系5

1.3.4 程序代码5

1.3.5 程序举例7

1.3.6 编程软件简介9

1.3.7 典型数控机床控制面板 介绍10

1.3.8 数控机床操作要领及注意 事项11

1.3.9 数控技术的发展趋势12

1.3.10 先进制造技术13

1.4 模房编程师的编程过程14

1.4.1 CNC 团队的运作流程14

1.4.2 数控程序质量的标准14

1.4.3 规范化和标准化在编程中的 作用及意义15

1.5 塑料模具制造15

1.5.1 制模流程15

1.5.2 CNC 在制模中的重要性15

1.6 对初学者的忠告16

1.6.1 学好 PowerMILL 数控编程

应具备的知识16

1.6.2 将学到哪些内容17

1.6.3 如何学好17

1.6.4 工作中如何少犯错误、提高 水平18

1.6.5 程序员如何进行车间技术 调查18

1.7 本章总结和思考练习题18

1.7.1 本章总结18

1.7.2 思考练习与答案19

第 2 章 编程员须知的加工知识20

2.1 本章知识要点及学习方法20

2.2 三轴铣加工编程过程20

2.2.1 调图及审核整理图形21

2.2.2 规划软件界面23

2.2.3 设定颜色23

2.2.4 建立刀路程序文件夹24

2.2.5 建立刀具25

2.2.6 设定公共安全参数26

2.2.7 建立毛坯28

2.2.8 设刀路切削参数28

2.2.9 设置非切削参数29

2.2.10 后处理30

2.2.11 程序检查32

2.2.12 文件存盘34

2.3 图层35

2.4 切削运动及刀路策略37

2.4.1 模型区域清除37



2.4.2	三维偏置精加工	49
2.4.3	等高精加工	50
2.4.4	陡峭和浅滩精加工	51
2.4.5	最佳等高精加工	51
2.4.6	参数偏置精加工	52
2.4.7	偏置平坦面精加工	53
2.4.8	平行精加工	54
2.4.9	放射精加工	55
2.4.10	螺旋精加工	56
2.4.11	参考线精加工	57
2.4.12	镶嵌参考线精加工	59
2.4.13	清角精加工	59
2.4.14	多笔清角精加工	61
2.4.15	笔式清角精加工	61
2.5	边界和参考线	62
2.5.1	创建曲面加工用的边界	63
2.5.2	边界重要参数含义	66
2.5.3	手绘边界及边界线裁剪	66
2.5.4	边界的编辑	70
2.5.5	参考线的编辑	73
2.6	非切削运动	76
2.6.1	Z 高度	76
2.6.2	初次切入	77
2.6.3	切入及切出	78
2.6.4	延伸	82
2.6.5	连接	83
2.7	刀具路径的编辑	85
2.7.1	工具栏中的刀具路径编辑功能	85
2.7.2	右击刀具路径的编辑功能	91
2.7.3	右击单条刀具路径的编辑功能	91
2.8	刀具路径的检查	93
2.8.1	刀具路径的静态检查功能	93
2.8.2	刀具路径的动态检查功能	95
2.9	本章总结和思考练习题	96
2.9.1	本章总结	96
2.9.2	思考练习与答案	96

第3章 鼠标面壳铜公综合实例特训

3.1	本章知识要点及学习方法	98
3.2	铜公的基本知识	98
3.2.1	铜公概述	98
3.2.2	铜公结构及术语	99
3.2.3	铜公火花位	99
3.3	输入图形和整理图形并确定加工坐标系	100
3.4	数控加工工艺分析及刀路规划	103
3.5	建立刀路程序文件夹	103
3.6	建立刀具	104
3.7	设公共安全参数	106
3.8	在程序文件夹 K01A 中建立开粗刀路	107
3.9	在程序文件夹 K01B 中建立平面精加工刀路	112
3.10	在程序文件夹 K01C 中建立型面精加工刀路	120
3.11	对加工路径策略设定转速和进给速度	128
3.12	建立粗公的加工程序	130
3.13	后处理	131
3.14	程序检查	133
3.15	填写加工工作单	136
3.16	传送程序和加工	137
3.17	加工跟进和经验总结	137
3.18	本章总结和思考练习题	137
3.18.1	本章总结	137
3.18.2	思考练习与答案	138

第4章 遥控器铜公综合实例特训

4.1	本章知识要点及学习方法	140
4.2	铜公电火花工作说明	140
4.3	输入图形及整理图形并确定加工坐标系	141
4.4	数控加工工艺分析和刀路规划	143
4.5	建立刀路程序文件夹	143
4.6	建立刀具	144

4.7 设公共安全参数	146	5.11 在程序文件夹 K03D 中建立型面中光刀路	217
4.8 在程序文件夹 K02A 中建立开粗刀路	147	5.12 在程序文件夹 K03E 中建立小孔光刀路	220
4.9 在程序文件夹 K02B 中建立外形精加工刀路	151	5.13 在程序文件夹 K03F 中建立型面光刀	223
4.10 在程序文件夹 K02C 中建立清角精加工刀路	158	5.14 在程序文件夹 K03G 中建立孔位圆角光刀	224
4.11 在程序文件夹 K02D 中建立型面中光刀路	168	5.15 在文件夹 K03H 中建立椭圆孔倒角光刀及型面清角	231
4.12 在程序文件夹 K02E 中建立型面清角刀路	171	5.16 对加工路径策略设定转速和进给速度	236
4.13 在程序文件夹 K02F 中建立型面光刀	174	5.17 建立粗公的加工程序	242
4.14 对加工路径策略设定转速及进给速度	176	5.18 后处理	244
4.15 建立粗公的加工程序	180	5.19 程序检查	245
4.16 后处理	182	5.20 填写加工工作单	248
4.17 程序检查	184	5.21 本章总结和思考练习题	249
4.18 填写加工工作单	186	5.21.1 本章总结	249
4.19 本章总结和思考练习题	187	5.21.2 思考练习与答案	249
4.19.1 本章总结	187		
4.19.2 思考练习与答案	188		
第 5 章 游戏机铜公综合实例特训	190	第 6 章 鼠标面盖前模综合实例特训	251
5.1 本章知识要点及学习方法	190	6.1 本章知识要点和学习方法	251
5.2 铜公电火花工作说明	190	6.2 前模的结构特点和部位术语	251
5.3 输入图形及整理图形并确定加工坐标系	191	6.3 输入图形及整理图形并确定加工坐标系	252
5.4 数控加工工艺分析及刀路规划	192	6.4 数控加工工艺分析和刀路规划	255
5.5 建立刀具路径文件夹	193	6.5 建立刀路程序文件夹	255
5.6 建立刀具	194	6.6 建立刀具	256
5.7 设公共安全参数	196	6.7 设公共安全参数	257
5.8 在程序文件夹 K03A 中建立开粗刀路	197	6.8 在程序文件夹 K04A 中建立开粗刀路	258
5.9 在程序文件夹 K03B 中建立平面精加工刀路	201	6.9 在程序文件夹 K04B 中建立清角中光刀路	261
5.10 在程序文件夹 K03C 中建立清角精加工刀路	212	6.10 在程序文件夹 K04C 中建立型面精加工刀路	264
		6.11 在程序文件夹 K04D 中建立枕位光刀刀路	272
		6.12 对加工路径策略设定转速和进给	





速度	277	7.19.2 思考练习与答案	319
6.13 后处理	279	第8章 游戏机前模综合实例特训	321
6.14 程序检查	281	8.1 本章知识要点及学习方法	321
6.15 填写加工工作单	283	8.2 模件说明	321
6.16 本章总结和思考练习	283	8.3 输入图形和整理图形并确定加工坐标系	322
6.16.1 本章总结	283	8.4 数控加工工艺分析及刀路规划	324
6.16.2 思考练习与答案	284	8.5 建立刀具路径程序文件夹	324
第7章 遥控器前模综合实例特训	286	8.6 建立刀具	325
7.1 本章知识要点和学习方法	286	8.7 设公共安全参数	326
7.2 模件说明	286	8.8 在程序文件夹 K06A 中建立开粗刀路	327
7.3 输入图形和整理图形并确定加工坐标系	287	8.9 在程序文件夹 K06B 中建立 PL 平面光刀	329
7.4 数控加工工艺分析及刀路规划	289	8.10 在程序文件夹 K06C 中建立二次开粗刀路	330
7.5 建立刀具路径文件夹	289	8.11 在程序文件夹 K06D 中建立三次开粗刀路	332
7.6 建立刀具	290	8.12 在程序文件夹 K06E 中建立型腔中光刀路	335
7.7 设公共安全参数	292	8.13 在程序文件夹 K06F 中建立 PL 分型面光刀	337
7.8 在程序文件夹 K05A 中建立开粗刀路	293	8.14 在程序文件夹 K06G 中建立枕位光刀	340
7.9 在程序文件夹 K05B 中建立 PL 平位光刀	295	8.15 在程序文件夹 K06H 中建立碰穿位光刀	346
7.10 在程序文件夹 K05C 中建立二次开粗刀路	298	8.16 在程序文件夹 K06I 中建立枕位曲面光刀	348
7.11 在程序文件夹 K05D 中建立三次开粗刀路	301	8.17 设定转速和进给速度	349
7.12 在程序文件夹 K05E 中建立型腔中光刀路	302	8.18 后处理	354
7.13 在程序文件夹 K05F 中建立 PL 分型面光刀	304	8.19 程序检查	355
7.14 在程序文件夹 K05G 中建立模锁面及枕位光刀	308	8.20 填写加工工作单	357
7.15 对加工路径策略设定转速和进给速度	312	8.21 本章总结和思考练习题	358
7.16 后处理	315	8.21.1 本章总结	358
7.17 程序检查	316	8.21.2 思考练习与答案	358
7.18 填写加工工作单	318	第9章 鼠标面后模综合实例特训	360
7.19 本章总结和思考练习题	319	9.1 本章知识要点及学习方法	360
7.19.1 本章总结	319		

9.2 后模的结构特点和部位术语.....	360	10.8 在程序文件夹 K08A 中建立开粗 刀路.....	403
9.3 模件说明.....	361	10.9 在程序文件夹 K08B 中建立 PL 平面光刀.....	406
9.4 输入及整理图形.....	362	10.10 在程序文件夹 K08C 中建立二次 开粗刀路.....	407
9.5 数控加工工艺分析和刀路规划.....	364	10.11 在程序文件夹 K08D 中建立型 面光刀.....	409
9.6 建立刀具路径程序文件夹.....	364	10.12 在程序文件夹 K08E 中建立 PL 光刀.....	415
9.7 建立刀具.....	364	10.13 在程序文件夹 K08F 中建立枕位 光刀.....	419
9.8 设公共安全参数.....	365	10.14 设转速及进给速度.....	423
9.9 在程序文件夹 K07A 中建立开粗 刀路.....	365	10.15 后处理.....	426
9.10 在程序文件夹 K07B 中建立 PL 平面光刀.....	367	10.16 程序检查.....	427
9.11 在程序文件夹 K07C 中建立二次 开粗刀路.....	369	10.17 填写加工工作单.....	429
9.12 在程序文件夹 K07D 中建立型芯 面光刀.....	373	10.18 本章总结和思考练习题.....	429
9.13 在程序文件夹 K07E 中建立三次 开粗刀路.....	376	10.18.1 本章总结.....	429
9.14 在程序文件夹 K07F 中建立型面 光刀.....	378	10.18.2 思考练习与答案.....	430
9.15 在程序文件夹 K07G 中建立平位 清根光刀.....	388		
9.16 设转速及进给速度.....	391	第 11 章 游戏机面后模 2 综合实例	
9.17 后处理.....	395	特训.....	432
9.18 程序检查.....	396	11.1 本章知识要点及学习方法.....	432
9.19 填写加工工作单.....	398	11.2 模件说明.....	432
9.20 本章总结和思考练习题.....	398	11.3 输入及整理图形.....	433
9.20.1 本章总结.....	398	11.4 数控加工工艺分析和刀路规划.....	434
9.20.2 思考练习与答案.....	399	11.5 建立刀具路径程序文件夹.....	435
		11.6 建立刀具.....	435
		11.7 设公共安全参数.....	435
第 10 章 游戏机面后模 1 综合实例		11.8 在程序文件夹 K09A 中建立开粗 刀路.....	435
特训.....	400	11.9 在程序文件夹 K09B 中建立二次 开粗.....	438
10.1 本章知识要点及学习方法.....	400	11.10 在程序文件夹 K09C 中建立顶部 中光.....	441
10.2 模件说明.....	400	11.11 在程序文件夹 K09D 中建立型面 光刀.....	443
10.3 输入及整理图形.....	401	11.12 设转速和进给速度.....	445
10.4 数控加工工艺分析及刀路规划.....	402		
10.5 建立刀具路径程序文件夹.....	402		
10.6 建立刀具.....	402		
10.7 设公共安全参数.....	402		





11.13 后处理	447	第 13 章 鼠标底行位综合实例特训	492
11.14 程序检查	448	13.1 本章知识要点及学习方法	492
11.15 填写加工工作单	450	13.2 行位概述	492
11.16 本章总结和思考练习题	450	13.3 模件说明	493
11.16.1 本章总结	450	13.4 输入及整理图形	494
11.16.2 思考练习与答案	451	13.5 数控加工工艺分析及刀路规划	495
第 12 章 鼠标底模胚综合实例特训	453	13.6 建立刀具路径程序文件夹	495
12.1 本章知识要点及学习方法	453	13.7 建立刀具	496
12.2 模胚概述	453	13.8 设公共安全参数	496
12.3 模件说明	454	13.9 在程序文件夹 K11A 中建立开粗 刀路	496
12.4 输入及整理图形	455	13.10 在程序文件夹 K11B 中建立底 面光刀	501
12.5 数控加工工艺分析和刀路规划	455	13.11 在程序文件夹 K11C 中建立顶部 开粗	512
12.6 建立刀具路径程序文件夹	456	13.12 在程序文件夹 K11D 中建立曲面 光刀	514
12.7 建立刀具	456	13.13 设转速和进给速度	520
12.8 设公共安全参数	456	13.14 后处理	522
12.9 在程序文件夹 K10A 中建立开粗 刀路	456	13.15 程序检查	523
12.10 在程序文件夹 K10B 中建立底面 光刀	459	13.16 填写加工工作单	525
12.11 在程序文件夹 K10C 中建立清角 刀路	462	13.17 本章总结和思考练习题	525
12.12 在程序文件夹 K10D 中建立中 光刀	467	13.17.1 本章总结	525
12.13 在程序文件夹 K10E 中建立 光刀	472	13.17.2 思考练习与答案	526
12.14 在程序文件夹 K10F 中建立铲鸡 槽开粗	475	第 14 章 PowerMILL 后处理器的 制作	528
12.15 在程序文件夹 K10G 中建立铲鸡 槽光刀	479	14.1 本章知识要点及学习方法	528
12.16 设转速及进给速度	482	14.2 PowerMILL 后处理的基本概念	528
12.17 后处理	486	14.3 修改 NC 程序的要点	529
12.18 程序检查	487	14.4 FANUC 机床后处理器修改要点	532
12.19 填写加工工作单	489	14.5 本章总结和思考练习题	536
12.20 本章总结和思考练习题	490	14.5.1 本章总结	536
12.20.1 本章总结	490	14.5.2 思考练习与答案	536
12.20.2 思考练习与答案	490	参考文献	537

预备知识

1.1 本章知识要点及学习方法

本章以初学者学习 PowerMILL 数控编程时普遍关心的问题为线索，介绍了以下内容。

- (1) CNC 的基本概念。
- (2) 数控程序代码的含义。
- (3) 数控技术的发展趋势。
- (4) 模房（即模具制造车间）编程师的编程过程及塑胶模具制造流程。
- (5) 对初学者的忠告。

本章是基础，内容多且繁杂，初学者开始学习不必花费过多的时间来仔细研究这些技术细节，部分内容没有完全弄懂，暂时也不要紧。了解主要内容后，紧接着学习其他后续内容。日后有空，再读本章，可以加深理解。

1.2 数控加工基本知识

1.2.1 CNC 的基本含义



小疑问

什么是 CNC？什么是电脑锣？学 CNC 主要学什么？

CNC 是英文 Computer Numerical Control 的缩写，意思是计算机数据控制，简单说就是数控加工。在珠江三角地区，人们称为“电脑锣”。

数控加工是当今机械制造中的先进加工技术，是一种高效率、高精度与高柔性特点的自动化加工方法。它是将要加工的工件的数控程序输入给机床，机床在这些数据的控制下自动加工出符合人们意愿的工件，以至制造出美妙的产品。这样就可以把艺术家的想象变为现实的商品。

数控加工技术可有效解决模具这样复杂、精密、小批多变的加工问题，充分适应了现



代化生产的需要。大力发展数控加工技术已成为我国加速发展经济,提高自主创新能力的的重要途径。目前我国数控机床使用越来越普遍,能熟练掌握数控机床编程,是充分发挥其功能的重要途径,社会上急需一大批这样的人才。因此,学好这门技术大有用武之地。

本书就是帮助读者学习使用自动化的编程软件 PowerMILL 来编制数控程序。

本书采用 PowerMILL2012 中文版编写。通过对学员在学习中普遍关心的问题为线索进行讲解,重点讲解数控加工的原理、PowerMILL 软件特点以及模房编程师的实际编程过程。通过案例分析及讲解,帮助读者掌握重点、有效攻克技术难点,尽快适应工作岗位。

1.2.2 CNC 机床的工作原理



小疑问

数控加工机床如何工作? CNC 如何加工模具?

一般来说,数控机床由机床本体、数控系统(CNC系统是数控机床的核心,是一台专用计算机)、驱动装置及辅助装置等部分组成。而数控系统的基本功能有:输入功能、插补功能及伺服控制等。它的工作过程是:通过输入功能接收到数控程序后结合操作员已经在面板上设定的对刀参数、控制参数和补偿参数等数据进行译码,并进行逻辑运算,转化为一系列逻辑电信号,从而发出相应的指令脉冲,来控制机床的驱动装置,使机各轴运动,操作机床实现预期的加工功能。

模具设计师根据客户产品图,设计出 3D 模具(也叫分模)后,就需要对模具图形进行数控编程。确定刀具大小、切削方式,用 PowerMILL 就可编出数控程序。这个数控程序是个文本文件,里面是机床能识别的代码。机床操作员收到程序单及数控程序后,就要按要求在数控机床工作台上装夹工件,在主轴上装上刀具,按要求对刀,在机床面板中设定对刀参数,根据机床的具体情况少量修改个别指令后就通过网络 DNC 把数控程序传给机床。机床上的刀具在这些数控指令的控制下进行切削运动,其他冷却系统同步工作,这样一条接着一条的程序都执行完了,模具就加工出来了。

1.2.3 CNC 加工工艺的特点



小疑问

CNC 数控加工工艺有何独特之处?

CNC 数控加工工艺是机械加工的一种,也遵守机械加工切削规律,与普通机床的加工工艺大体相同。由于它是把计算机控制技术应用与机械加工之中的一种自动化加工,因而有其加工效率高、精度高等特点,其加工工艺有其独特之处,工序较为复杂、工步安排较为详尽周密。

CNC 数控加工工艺包括刀具的选择、切削参数的确定以及走刀工艺路线的设计等内

容。CNC 数控加工工艺是数控编程的基础和核心,只有工艺合理,才能编出高效率和高质量的数控程序。衡量数控程序好坏的标准,是最少的加工时间、最小的刀具损耗及加工出最佳效果的工件。

数控加工工序是工件整体加工工艺的一部分工序,甚至是一道工序。它要与其他前后工序相互配合,才能最终满足整体机器或模具的装配要求,这样才能加工出合格的零件。

数控加工工序一般分为粗加工、中粗清角加工、半精加工和精加工等工步。

粗加工要尽量选用较大的刀、在机床功率或刀具能承受的范围内尽可能用较大切削量,快速地切除大量的工件材料。为了防止粗加工时,切削振动而使工件松动,在开粗后应该及时校表检查,必要时重新对刀。可以在开粗后进行基准面的精加工。为以后校表检查做好准备。对于具有复杂型腔的工件由于开粗用了较大刀具,使得角落处残存大量的余量,必须用比粗加工时较小的刀具进行二次开粗或清角。加工面积比较大的情况下,为了减少刀具损耗可以进行半精加工。以上各步为了防止过切都必须留有足够多的余量,最后进行精加工工序。一般情况下尽量在机床上检验,合格后,才拆下,准备下一件加工。

1.2.4 CNC 刀具的选择和选购



小疑问

CNC 常用刀具有哪些? 如何选择刀具?

1. CNC 刀具种类

常用的数控铣刀具按形状分为以下几种。

(1) 平底刀: 也叫平刀或端铣刀。周围有主切削刃,底部为副切削刃。可以作为开粗及清角,精加工侧平面和水平面。常用的有 ED20, ED19.05 (3/4 英寸), ED16, ED15.875 (5/8 英寸), ED12, ED10, ED8, ED6, ED4, ED3, ED2, ED1.5, ED1, ED0.8, ED0.5 等。E 是字母 End Mill 的第一个字母, D 表示切削刀刃直径。

一般情况下,开粗时尽量选较大直径的刀,装刀时尽可能短,以保证足够的刚度,避免弹刀。在选择小刀时,要结合被加工区域,确定最短的刀锋长和直身部分长,选择本公司现有的最合适的刀。

如果侧面带斜度叫斜度刀,可以精加工斜面。

(2) 圆鼻刀: 也叫平底 R 刀。可用于开粗、平面光刀和曲面外形光刀。一般角半径为 R0.1—R8。一般有整体式和镶刀粒式的刀把刀。带刀粒的圆鼻刀也叫“飞刀”,主要用于大面积的开粗,水平面光刀。常用的有: ED30R5, ED25R5, ED16R0.8, ED12R0.8, ED12R0.4 等。飞刀开粗加工尽量选大刀,加工较深区域时,先装短加工较浅区域,再装长加工较深区域,以提高效率且不过切。

(3) 球刀: 也叫 R 刀。主要用于曲面中光刀的光刀。常用的球刀有: BD16R8, BD12R6, BD10R5, BD8R4, BD6R3, BD5R2.5 (常用于加工流道), BD4R2, BD3R1.5, BD2R1, BD1.5R0.75, BD1R0.5。B 是字母 Ball Mill 的第一个字母。



一般情况下要通过测量被加工图形的内圆半径来确定精加工所用的刀具,尽量选大刀光刀,小刀补刀加工。

2. 刀具材料

在金属切削加工中,刀具材料也就是切削部分,要承受很大的切削力和冲击,并受到工件及切屑的剧烈摩擦,产生很高的切削温度。其切削性能必须有以下方面。

(1) 高的硬度。HRC62 以上,至少要高于被加工材料的硬度。

(2) 高的耐磨性。通常情况下,材料越硬、组织中碳物越多、颗粒越细、分布越均匀,其耐磨性就越高。

(3) 足够的强度与韧性。

(4) 高的耐热性。

(5) 良好的导热性。

(6) 良好的工艺性和经济性。

为了满足以上要求,现在的数控刀具一般有以下材料制成。

(1) 高速钢。如 WMoAl 系列。

(2) 硬质合金。如 YG3 等。

(3) 新型硬质合金。如 YG6A。

(4) 涂层刀具。如 TiC、TiN、Al₂O₃ 等。

(5) 陶瓷刀具。在高温下仍能承受较高的切削速度。

(6) 超硬刀具材料。

3. 刀具的选购

现在刀具大多都商品化和标准化,选购时要索取刀具公司的规格图册,结合本厂的加工条件,选择耐用度高的刀具,以确保最佳的经济效益。如果本厂产品变化不大,那么刀具种类尽可能少而精。



小提示

本书所讲实例所用的刀具加工铜公、前后模及行位大多为合金刀,所给定的参数也是适合合金刀所用。

1.3 数控编程基础

1.3.1 编数控程序作用



小疑问

为什么要编数控程序?

因为数控机床是一种自动化的机床，加工时，是根据工件图样要求和加工工艺过程，将所用刀具，及各部件的移动量、速度、动作先后顺序、主轴转速、主轴旋转方向、刀头夹紧、刀头松开及冷却等操作，以规定的数控代码形式编成程序单，并输入到机床专用计算机中。然后，数控系统根据输入的指令进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种信号和指令，控制各部分根据规定的位移和有顺序的动作，加工出各种不同形状的工件。因此，程序的编制对于数控机床效能的发挥影响极大。

1.3.2 数控程序标准



小疑问

数控程序是什么样子？

数控机床必须把代表各种不同功能的指令代码以程序的形式输入数控装置，由数控装置进行运算处理，然后发出脉冲信号来控制数控机床的各个运动部件的操作，从而完成零件的切削加工。

目前，数控程序有两个标准：国际标准化组织的 ISO 和美国电子工业协会的 EIA。我国采用 ISO 代码。

1.3.3 加工坐标系与机械坐标系



小疑问

加工坐标系与机械坐标系是一回事吗？

对于大部分立式数控加工中心和数控机床规定：假设工作台不动，操作员站在机床前观察刀具运动，刀具向右为 X 轴，向里为 Y 轴，向上为 Z 轴。均为右手笛卡儿坐标系。机床各轴回零在某固定点上，此点为机床的机械零点。

编程时，在工件较方便找正的位置确定的零点为编程零点。模具厂的工件，因开始加工的坯料大多是长方体，一般零点大多选在工件的对称中心，也叫“四边分中”的位置为 X、Y 轴的零点，Z 值大多定在最高面处。

1.3.4 程序代码

在众多的机床系统中，目前常用的数控程序代码是 G 代码。以下为 FANUC 系统指令中最为常用的且重要的指令。