



CAD/CAM职场技能特训视频教程

NX8



Siemens PLM Software

UG NX8

数控编程基本功特训

- * **精品力作**: 专家、教授、工程师经验结晶, 工学结合
- * **视频教学**: 操作视频讲解, 知其然且知其所以然
- * **经验点评**: 重点、难点工程师点评, 知识拓展、技能特训
- * **适合培训、便于自学**: 经过一线企业多年培训实践检验

冯 方 主编

廖磷志
蔡凯武 编著
赵裕明

可提供工程技术资料图纸、CAD 文档和编程素材



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>



视频讲解

CAD/CAM 职场技能特训视频教程

UG NX8 数控编程 基本功特训

冯 方 主编
廖璘志 蔡凯武 赵裕明 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京 • BEIJING

内 容 简 介

本书是一本以软件为基础并结合实践的图书,它是生产一线工程师的倾情力作,作者根据多年的编程经验及模具设计经验,从工厂所需及实际出发,通过软件的基本操作详细阐述了编程过程及加工注意事项。另外,书中还包含了大量的操作技巧和编程工程师的经验点评,读者学习后可以轻松掌握 UG 编程。

全书共 16 章,内容精炼简要,主要包括两部分内容,第一部分为 UG 编程基本操作及加工工艺、平面加工、型腔铣加工、型腔铣二次开粗、等高轮廓铣加工、轮廓区域铣加工、数控钻孔加工、产生 NC 程序与输出后处理;第二部分为如何看刀路和判别刀路的好坏、拆铜公与出铜公工程图纸、模具加工前的补面工作、塑料玩具球前模的编程、保龄球前模的编程、电蚊香座盖后模的编程、保温瓶盖前模的编程和铜公的编程。

本书内容丰富、功能讲解详尽,并且在讲解功能的同时穿插大量的加工工艺知识,实例都来自于工厂实际,实用性非常强。

本书适合大中专院校机械类专业师生和从事数控加工的广大技术人员,也可作为社会相关培训班的教材。

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

UG NX8 数控编程基本功特训/冯方主编;廖磷志,蔡凯武,赵裕明编著. —北京:电子工业出版社,2012. 5
CAD/CAM 职场技能特训视频教程

ISBN 978-7-121-16705-8

I. ①U… II. ①冯… ②廖… ③蔡… ④赵… III. ①工业产品—造型设计:计算机辅助设计—应用软件, UG NX 8—教材 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 060125 号

策划编辑:许存权

责任编辑:许存权 特约编辑:王 燕 刘海霞

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:

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:27.5 字数:704 千字

印 次:2012 年 5 月第 1 次印刷

印 数:4000 册 定价:59.00 元(含 DVD 光盘 1 张)

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。

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

服务热线:(010) 88258888。

前 言

※ UG 软件简介

Unigraphics Solutions 公司（原名 UGS，现名为 Siemens PLM Software）是全球著名的 MCAD 供应商，主要为汽车与交通、航空航天、日用消费品、通用机械及电子工业等领域通过其虚拟产品开发（VPD）的理念提供多级化的、集成的、企业级的包括软件产品与服务在内的完整的 MCAD 解决方案。

UG（Unigraphics）在航空航天、汽车、通用机械、工业设备、医疗器械，以及其他高科技应用领域的机械设计和模具加工自动化上得到了广泛的应用。多年来，UGS 一直在支持美国通用汽车公司实施目前全球最大的虚拟产品开发项目，同时，UG 也是日本著名汽车零部件制造商 DENSO 公司的计算机应用标准，并在全球汽车行业得到了很大的应用，如 Navistar、底特律柴油机厂、Winnebago 和 Robert Bosch AG 等。

UG-CAM 是整个 UG 系统的一部分，它以三维主模型为基础，具有强大可靠的刀具轨迹生成方法，可以完成铣削（2.5~5 轴）、车削、线切割等的编程。UG-CAM 是模具数控行业最具代表性的数控编程软件，其最大的特点就是生成的刀具轨迹合理、切削负载均匀、适合高速加工。另外，在加工过程中的模型、加工工艺和刀具管理，均与主模型相关联，主模型更改设计后，编程只需重新计算即可，所以，UG 编程的效率非常高。

※ 编写目的

（1）我国的模具和数控行业已经广泛地使用 UG，尤其是在广东的深圳、东莞及中山等工业发达的地区最为普及，很多工厂都开始接受和使用 UG 进行编程、产品设计和模具设计等。

（2）目前，市场上优秀的 UG 模具设计和编程类书籍并不多，多数都是些简单的功能介绍、命令讲解等，离实际的生产设计、加工相差很远，一些读者学完了整本书都还没达到入门的水平。本书作者有多年的编程经验，且愿意把这些工作经验和技巧呈现出来与大家一起分享，希望读者在编程方面有所提高，并做到真正的学以致用。

※ 本书特色

- （1）最新版软件，工学结合。
- （2）重点体现操作技巧和活学活用，技术含量高。
- （3）功能解释详细到位，且每个功能均有操作演示。
- （4）工程师经验点评、模型分析、编程思路使读者技高一筹。
- （5）使用的图档、实例均为工厂实际编程文件。

※ 如何学习本书

如何有效地学习本书，才能真正达到融会贯通、举一反三的效果呢？相信很多读者都想知道答案。根据本书的内容，作者提出几点建议。

(1) 书本内容结合光盘讲解可快速地掌握第一部分内容中的编程基本操作及参数设置。

(2) 掌握 UG 编程的基本操作后，接着就应该学习第 10 章的拆铜公知识、出铜公图和第 11 章的模具补面知识，因为只有知道模具的哪些部位需要拆铜公和哪些部位需要补面，才能编制出合理的加工程序。

(3) 最后就是学习本书最后几章的综合实例。学习之前，读者可先根据光盘提供的原文件尝试去独立思考，确定加工方法和使用的加工刀具，然后再对照书中的编程方法，这样便可达到事半功倍的效果。

(4) 学习本书的同时，应从其他资料了解更多的数控刀具知识和电脑锣知识，这样有助于对书上知识的更深入的掌握。

(5) 用更多的时间了解模具结构知识，掌握模具的加工流程。

(6) 应有目的地了解电火花加工和线切割加工的有关知识。

※ 本书编写人员

本书由冯方（绍兴文理学院元培学院）主编，廖璘志（宜宾职业技术学院）编写第 1、2、9、10 章，蔡凯武（广东工业大学华立学院）编写第 5、6、12、13 章，赵裕明（黑龙江农业经济职业学院）编写第 3、4、7、8 章，冯方编写第 11、14、15、16 章，韩思明负责全书统稿。

除封面署名作者外，参与本书编写和光盘开发的人员还有范得升、陈文胜、陈金华、韩思远、陈卓海、招才文、郑福禄、张罗谋、郑志明、郑福达、王泽凯、何志冲、揭英军、林华崧等。本书在编写过程中还得到了业内多位专家的指导，在此表示衷心感谢！

由于时间仓促和作者水平有限，书中难免存在不足之处，望广大读者批评指正，电子邮箱：ytrda@163.com 或 x_xcq@sina.com。

编 者

目 录

第 1 部分 UG 编程入门与工艺介绍

第 1 章 UG 编程基本操作及加工

工艺介绍 2

1.1 学习目标与课时安排 2

1.2 UG 编程简介 2

1.3 编程加工工艺知识 3

1.3.1 数控加工的优点 3

1.3.2 数控机床介绍 4

1.3.3 铣床与加工中心操作 6

1.3.4 数控刀具介绍及使用 8

1.3.5 编程的工艺流程 13

1.3.6 模具结构的认识 14

1.4 数控编程常遇到的问题及解决方法 15

1.4.1 撞刀 15

1.4.2 弹刀 16

1.4.3 过切 17

1.4.4 欠加工 17

1.4.5 多余的加工 18

1.4.6 提刀过多和刀路凌乱 19

1.4.7 空刀过多 20

1.4.8 残料的计算 21

1.5 编程界面及加工环境简介 22

1.5.1 加工环境简介 22

1.5.2 编程界面简介 23

1.5.3 加工操作导航器介绍 24

1.6 编程前的参数设置 24

1.6.1 创建刀具 24

1.6.2 创建几何体 25

1.6.3 设置余量及公差 28

1.6.4 创建操作 29

1.7 刀具路径的显示及检验 31

1.8 创建 UG NX8 编程模板 32

1.8.1 创建模板 32

1.8.2 导入模型到模板中进行 编程 34

1.9 工程师经验点评 34

1.10 练习题 35

第 2 章 平面加工的介绍 36

2.1 平面铣加工 38

2.1.1 学习目标与课时安排 38

2.1.2 功能解释与应用 38

2.1.3 需要设置的参数 50

2.1.4 基本功的操作演示 50

2.1.5 活学活用 56

2.1.6 实际加工应注意的问题 57

2.2 表面加工 58

2.2.1 学习目标与学习课时安排 58

2.2.2 功能解释与应用 59

2.2.3 需要设置的参数 60

2.2.4 基本功的操作演示 61

2.2.5 活学活用 66

2.2.6 实际加工应注意的问题 73

2.3 综合提高特训 74

2.4 工程师经验点评 87

2.5 练习题 87

第 3 章 型腔铣加工的介绍 88

3.1 跟随周边 89

3.1.1 学习目标与课时安排 90

3.1.2 功能解释与应用 90

3.1.3 需要设置的参数 98

3.1.4 基本功的操作演示 98

3.1.5 活学活用 104





3.1.6 实际加工中应注意的问题	105	5.1.4 操作演示	156
3.2 跟随部件	106	5.1.5 活学活用	159
3.2.1 学习目标与学习课时安排	106	5.1.6 实际加工中应注意的问题	160
3.2.2 功能解释与应用	107	5.2 等高清角加工	161
3.2.3 需要设置的参数	107	5.2.1 学习目标与学习课时安排	161
3.2.4 基本功的操作演示	108	5.2.2 操作演示	162
3.2.5 活学活用	113	5.2.3 活学活用	165
3.2.6 实际加工中遇到的问题	113	5.2.4 实际加工中应注意的问题	166
3.3 综合提高特训	114	5.3 功能综合应用实例	167
3.4 工程师经验点评	118	5.4 工程师经验点评	177
3.5 练习题	119	5.5 练习题	177
第 4 章 型腔铣二次开粗的介绍	120	第 6 章 轮廓区域铣加工的介绍	178
4.1 参考刀具	121	6.1 区域铣削驱动	179
4.1.1 学习目标与课时安排	121	6.1.1 学习目标与课时安排	180
4.1.2 基本功的操作演示	122	6.1.2 功能解释与应用	180
4.1.3 活学活用	124	6.1.3 需要设置的加工参数	184
4.1.4 实际加工中应注意的问题	125	6.1.4 操作演示	184
4.2 使用 3D	125	6.1.5 活学活用	188
4.2.1 学习目标与学习课时安排	126	6.1.6 实际加工中应注意的问题	189
4.2.2 基本功的操作演示	126	6.2 边界驱动	189
4.2.3 活学活用	128	6.2.1 学习目标与课时安排	190
4.2.4 实际加工中应注意的问题	129	6.2.2 功能解释与应用	190
4.3 使用基于层的	129	6.2.3 操作演示	193
4.3.1 学习目标与学习课时计划	130	6.2.4 活学活用	202
4.3.2 基本功的操作演示	130	6.2.5 实际加工中应注意的问题	204
4.3.3 活学活用	134	6.3 清根驱动	204
4.3.4 实际加工中应注意的问题	137	6.3.1 学习目标与课时安排	205
4.4 综合提高特训	137	6.3.2 功能解释与应用	205
4.5 工程师经验点评	149	6.3.3 操作演示	206
4.6 练习题	149	6.3.4 活学活用	209
第 5 章 等高轮廓铣加工的介绍	151	6.3.5 实际加工中应注意的问题	210
5.1 等高轮廓加工	152	6.4 文本驱动	210
5.1.1 学习目标与学习课时安排	152	6.4.1 学习目标与课时安排	211
5.1.2 功能解释与应用	153	6.4.2 功能解释与应用	212
5.1.3 需要设置的参数	156	6.4.3 操作演示	213
		6.4.4 活学活用	217
		6.4.5 实际加工中应注意的问题	217

6.5 综合提高特训	217	7.4.4 活学活用	246
6.6 工程师经验点评	232	7.4.5 实际加工中应注意的问题	249
6.7 练习题	232	7.5 工程师经验点评	249
第 7 章 数控钻孔加工的介绍	234	7.6 练习题	249
7.1 学习目标与课时安排	235	第 8 章 产生 NC 程序与输出后处理	250
7.2 孔加工的工艺介绍	235	8.1 学习目标与课时安排	250
7.3 孔加工的工序安排	236	8.2 安装 UG 后处理	251
7.4 UG 常用的钻孔方法	238	8.3 生成 UG 后处理	252
7.4.1 功能解释与应用	238	8.3.1 基本功的操作演示	252
7.4.2 需要设置的加工参数	240	8.3.2 如何查看加工时间	255
7.4.3 操作演示	241	8.4 练习题	255
第 2 部分 UG 编程高手实战			
第 9 章 如何看刀路和判别刀路的好坏	258	10.8 练习题	302
9.1 学习目标与课时安排	259	第 11 章 模具加工前的补面工作	303
9.2 判别刀路的类型和作用	259	11.1 学习目标与课时安排	304
9.3 判别进刀、退刀和横越	261	11.2 UG 补面常用的方法	304
9.4 判别提刀的多少	263	11.3 洗涤剂瓶盖后模的补面	306
9.5 根据刀轨判别是否过切	264	11.3.1 模型分析	306
9.6 根据刀轨确定哪些部位加工不到	265	11.3.2 补面具体步骤	307
9.7 练习题	266	11.4 工程师经验点评	312
第 10 章 拆铜公与出铜公工程图纸	268	11.5 练习题	312
10.1 学习目标与课时安排	269	第 12 章 塑料玩具球前模的编程	314
10.2 掌握模具中哪些部件需要拆铜公	269	12.1 学习目标与课时安排	315
10.3 拆铜公的原则	270	12.2 编程前的工艺分析	315
10.4 拆铜公的注意事项	273	12.3 编程思路及刀具的使用	315
10.5 照明电筒前后模铜公的拆分	274	12.4 制定加工程序单	316
10.5.1 模型分析	274	12.5 编程前需要注意的问题	316
10.5.2 拆铜公具体步骤	276	12.6 编程详细操作步骤	317
10.6 出铜公工程图纸	294	12.6.1 开粗——型腔铣	317
10.6.1 出铜公工程图	294	12.6.2 二次开粗——型腔铣	324
10.6.2 标注铜公位置尺寸	298	12.6.3 陡峭面精加工——等高轮廓铣	325
10.7 工程师经验点评	301	12.6.4 狭窄陡峭区域精加工——等高参考刀具加工	328



12.6.5 平缓区域精加工——轮廓 区域铣	330
12.6.6 清角——轮廓区域铣	332
12.6.7 两小孔的加工——等高轮 廓铣	333
12.6.8 实体模拟验证	335
12.7 工程师经验点评	336
12.8 练习题	337

第 13 章 保龄球前模的编程 338

13.1 学习目标与课时安排	339
13.2 编程前的工艺分析	339
13.3 编程思路及刀具的使用	339
13.4 制定加工程序单	340
13.5 编程前需要注意的问题	340
13.6 编程详细操作步骤	340
13.6.1 调整坐标	340
13.6.2 开粗——型腔铣	341
13.6.3 陡峭面半精加工—— 等高轮廓铣	346
13.6.4 底部平缓面半精加工—— 轮廓区域铣	348
13.6.5 大区域面精加工—— 轮廓区域铣	349
13.6.6 直壁面精加工——等高 轮廓铣	351
13.6.7 圆锥面精加工——轮廓 区域铣	352
13.6.8 清角——轮廓区域铣	353
13.6.9 两小孔的加工——等高 轮廓铣	355
13.6.10 实体模拟验证	356
13.7 工程师经验点评	356
13.8 练习题	357

第 14 章 电蚊香座盖后模的编程 358

14.1 学习目标与课时安排	359
14.2 编程前的工艺分析	359

14.3 编程思路及刀具的使用	360
14.4 制定加工程序单	360
14.5 编程前需要注意的问题	361
14.6 电蚊香座盖后模编程的具体 步骤	361
14.6.1 打开模板和调入模型	361
14.6.2 调整坐标	362
14.6.3 模具补面	363
14.6.4 创建辅助曲面	363
14.6.5 清除圆角余量——等高 轮廓铣	364
14.6.6 清除圆角底部余量—— 等高轮廓铣	368
14.6.7 开粗——型腔铣	369
14.6.8 二次开粗——型腔铣	372
14.6.9 陡峭面半精加工—— 等高轮廓铣	373
14.6.10 大平面精加工—— 平面铣	375
14.6.11 陡峭夹角半精加工—— 等高清角加工	377
14.6.12 狭窄处平面精加工—— 平面铣	378
14.6.13 陡峭面精加工——等高 轮廓铣	379
14.6.14 陡峭夹角精加工—— 等高清角加工	380
14.6.15 两小孔的加工——等高 轮廓铣	381
14.6.16 流道加工	383
14.6.17 实体模拟验证	387
14.7 工程师经验点评	387
14.8 练习题	387

第 15 章 保温瓶盖前模的编程 389

15.1 学习目标与课时安排	390
15.2 编程前的工艺分析	390
15.3 编程思路及刀具的使用	390

15.4 制定加工程序单	391	15.6.15 底部陡峭面精加工二 ——等高轮廓铣	411
15.5 编程前需要注意的问题	391	15.6.16 实体模拟验证	413
15.6 保温瓶盖前模编程的具体 步骤	392	15.7 工程师经验点评	413
15.6.1 打开模板和调入模型	392	15.8 练习题	414
15.6.2 模具补面	392	第 16 章 铜公（电极）的编程	415
15.6.3 开粗——型腔铣	394	16.1 学习目标与课时安排	416
15.6.4 大平面精加工—— 平面铣	398	16.2 编程前的工艺分析	416
15.6.5 小区域开粗——等高 轮廓铣	399	16.3 编程思路及刀具的使用	416
15.6.6 上部陡峭面半精加工—— 等高轮廓铣	401	16.4 制定加工程序单	417
15.6.7 上部陡峭面精加工—— 等高轮廓铣	402	16.5 编程前需要注意的问题	417
15.6.8 小区域陡峭面半精加工 ——等高轮廓铣	403	16.6 铜公（电极）编程的具体步骤	417
15.6.9 二次开粗——型腔铣	404	16.6.1 打开模板和调入模型	417
15.6.10 小区域平面精加工—— 平面铣	405	16.6.2 开粗——型腔铣	418
15.6.11 小区域陡峭面精加工 ——等高轮廓铣	406	16.6.3 二次开粗——型腔铣	421
15.6.12 最底部余量的二次 开粗——型腔铣	408	16.6.4 孔侧面精加工——等高 轮廓铣	423
15.6.13 最底平面精加工—— 平面铣	409	16.6.5 顶部平缓面精加工—— 轮廓区域铣	424
15.6.14 底部陡峭面精加工一 ——等高轮廓铣	410	16.6.6 直壁面和基准板平面的 加工——平面铣	425
		16.6.7 基准板侧面精加工—— 型腔铣	426
		16.6.8 实体模拟验证	428
		16.7 工程师经验点评	429
		16.8 练习题	429

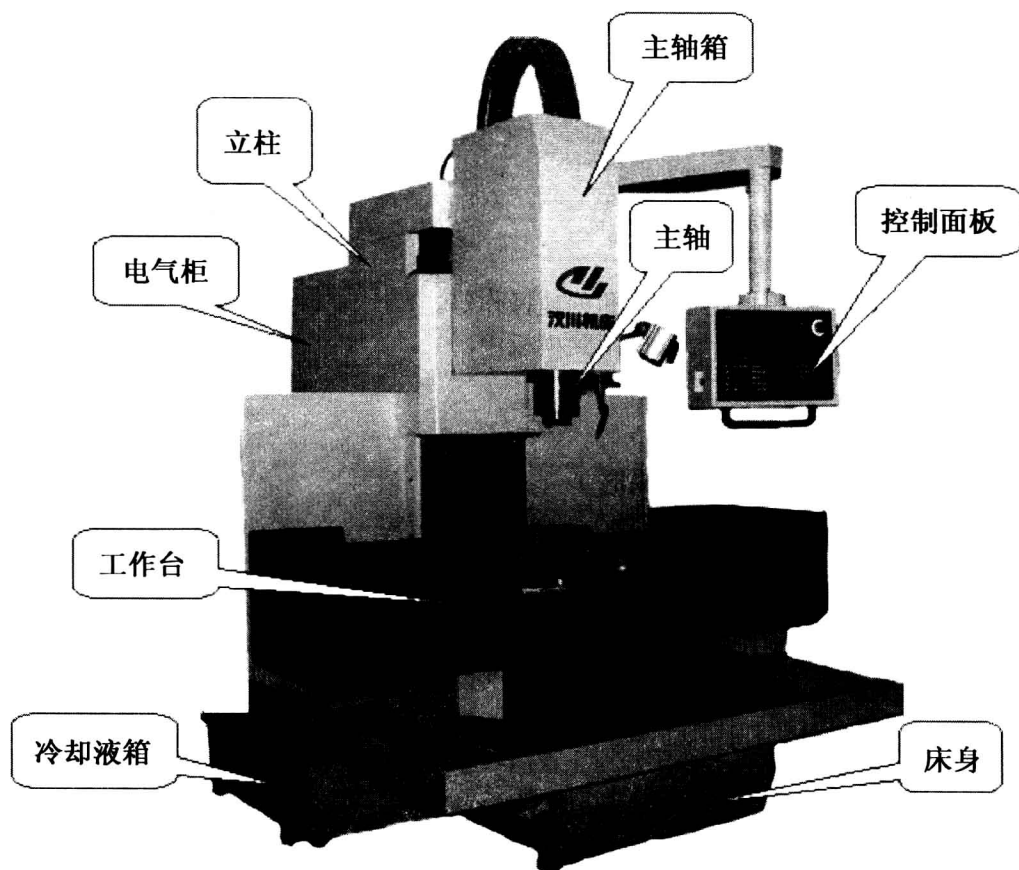
第 1 部分 UG 编程入门与工艺介绍

作者寄语

第一部分主要是基础与工艺内容，虽然有点枯燥，但读者一定要打下坚实的基础，并尽可能掌握多点加工工艺知识。

UG 软件提供的编程方法虽然很多，但在模具加工中主要还是反复地使用几个常用的命令，所以，读者在学习时一定要侧重于学习和应用这几个常用的命令，这样可达到事半功倍的效果。

书中虽然没有详细介绍如何操作机床和如何对刀等，但读者一定要清楚地认识到机床操作对编程也是非常重要的，编程人员必须要掌握一定的机床操作技能。



UG 编程基本操作及加工工艺介绍

本章主要介绍 UG 编程的基本操作及相关的加工工艺知识,读者学习完本章后将会对 UG 编程知识有一个总体的认识,懂得如何设置编程界面及编程的加工参数。另外,为了使读者在学习 UG 编程前具备一定的加工工艺基础,本章还介绍了数控加工工艺的常用知识。

1.1 学习目标与课时安排



学习目标及学习内容

- (1) 熟悉 UG 编程界面及其特点。
- (2) 掌握编程加工工艺知识。
- (3) 掌握一定的模具结构知识。
- (4) 学会进入编程界面。
- (5) 学会创建刀具、加工几何体和创建操作等。
- (6) 学会创建加工模板和导入模型到模板中。



学习课时安排 (共 4 课时)

- (1) 1.2~1.3 节——1 课时。
- (2) 1.4 节——1 课时。
- (3) 1.5~1.6 节——1 课时。
- (4) 1.7~1.8 节——1 课时。

1.2 UG 编程简介

UG 是当前世界最先进的、面向先进制造行业的、紧密集成的 CAID/CAD/CAE/CAM

软件系统,提供了产品设计、分析、仿真、数控程序生成等一整套解决方案。UG-CAM 是整个 UG 系统的一部分,它以三维主模型为基础,具有强大可靠的刀具轨迹生成方法,可以完成铣削(2.5~5 轴)、车削、线切割等的编程。UG-CAM 是模具数控行业最具代表性的数控编程软件,其最大的特点就是生成的刀具轨迹合理、切削负载均匀、适合高速加工。另外,在加工过程中的模型、加工工艺和刀具管理,均与主模型相关联,主模型更改设计后,编程只需重新计算即可,所以,UG 编程的效率非常高。

UG-CAM 主要由 5 个模块组成,即交互工艺参数输入模块、刀具轨迹生成模块、刀具轨迹编辑模块、三维加工动态仿真模块和后处理模块,下面对这 5 个模块作简单的介绍。

(1) 交互工艺参数输入模块:通过人机交互的方式,用对话框和过程向导的形式输入刀具、夹具、编程原点、毛坯、零件等工艺参数。

(2) 刀具轨迹生成模块:具有非常丰富的刀具轨迹生成方法,主要包括铣削(2.5~5 轴)、车削、线切割等加工方法。本书主要讲解 2.5 轴和 3 轴数控铣加工。

(3) 刀具轨迹编辑模块:刀具轨迹编辑器可用于观察刀具的运动轨迹,并提供延伸、缩短或修改刀具轨迹的功能。同时,能够通过控制图形和文本的信息编辑刀轨。

(4) 三维加工动态仿真模块:是一个无需利用机床,成本低,高效率的测试 NC 加工的方法,可以检验刀具与零件和夹具是否发生碰撞、是否过切,以及加工余量分布等情况,以便在编程过程中及时解决。

(5) 后处理模块:包括一个通用的后置处理器(GPM),用户可以方便地建立用户定制的后置处理。通过使用加工数据文件生成器(MDFG),一系列交互选项提示用户选择定义特定机床和控制器特性的参数,包括控制器和机床的规格与类型、插补方式、标准循环等。

1.3 编程加工工艺知识

在进行数控编程前,读者必须具备一定的加工工艺知识。例如,数控机床的分类、各种数控机床的加工能力和切削原理;切削刀具的规格和材料,切削参数(主轴转速、进给速度、吃刀量)的选择原则;工件材料的切削性能;切削过程中的冷却;公差配合等。只有具备了这些知识,才能编制出合理、高效的数控加工程序。

1.3.1 数控加工的优点

先进的数控加工技术是一个国家制造业发达的标志,利用数控加工技术可以加工很多普通机床不能加工的复杂曲面零件或模具,而且加工的稳定性和精度都会得到很大的保证。总体上说,数控加工比传统的加工具有以下优点:

(1) 加工效率高:利用数字化的控制手段可以加工复杂的曲面,而加工过程是由计算机控制的,所以零件的互换性强,加工的速度快。



(2) 加工精度高: 同传统的加工设备相比, 数控系统优化了传动装置, 提高了分辨率, 减少了人为和机械误差, 因此, 加工的效率得到很大的提高。

(3) 劳动强度低: 由于采用了自动控制方式, 也就是说切削过程是由数控系统在数控程序的控制下完成的, 不像传统加工手段那样利用手工操作机床来完成加工。在数控机床工作时, 操作者只需要监视设备的运行状态即可, 所以劳动强度低。

(4) 适应能力强: 数控机床在程序的控制下运行, 通过改变程序即可改变所加工的产品, 产品的改型快且成本低, 因此, 加工的柔性非常高、适应能力强。

(5) 加工环境好: 数控加工机床是机械控制、强电控制、弱电控制为一体的高科技产物, 通常都有很好的保护措施, 工人的操作环境相对较好。

1.3.2 数控机床介绍

用数控机床加工模具或零件时, 首先应该编写出零件的加工程序作为数控机床的工作指令, 将加工程序送到数控装置, 由数控装置控制数控机床主传动的变速、起停、进给运动的方向、速度和位移量, 以及其他(如刀具的选择交换、工件的夹紧与松开、冷却和润滑的开关等)动作, 使刀具与工件及其他辅助装置严格地按照加工程序规定的顺序、轨迹和参数有条不紊地工作, 从而加工出合乎要求的工件。数控加工主要步骤如图 1-1 所示。

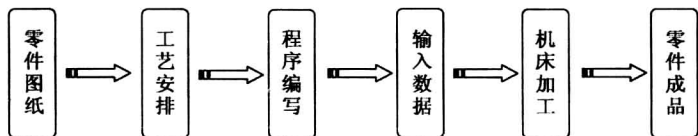


图 1-1 数控加工步骤

模具加工中, 常用的数控设备有数控铣床、加工中心(具备自动换刀功能的数控铣)、火花机和线切割机, 如图 1-2 所示。

1. 数控铣床的组成

数控铣床由数控程序、输入/输出装置、数控装置、驱动装置和位置检测装置、辅助控制装置、机床本体组成。

1) 数控程序

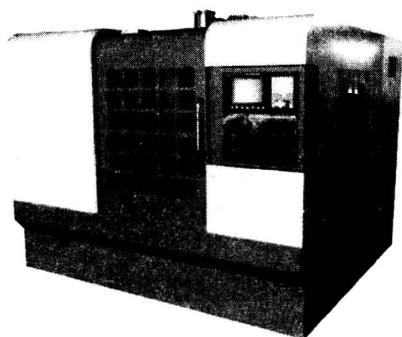
数控程序是数控机床自动加工零件的工作指令, 目前常用的称为“G 代码”。数控程序是在对加工零件进行工艺分析的基础上, 根据一定的规则编制的刀具运动轨迹信息。编制程序的工作可由人工进行; 对于形状复杂的零件, 则需要用 CAD/CAM 进行。

2) 输入/输出装置

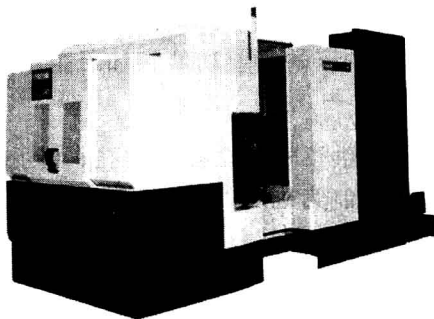
输入/输出装置的主要作用是提供人机交互和通信。通过输入/输出装置, 操作者可以输入指令和信息, 也可使其显示机床的信息。通过输入/输出装置也可以在计算机和数控机床之间传输数控代码、机床参数等。

零件加工程序输入过程有两种不同的方式: 一种是边读入边加工(DNC); 另一种是

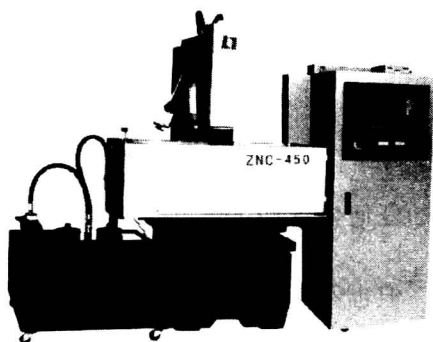
一次将零件加工程序全部读入数控装置内部的存储器，加工时再从内部存储器中逐段调出进行加工。



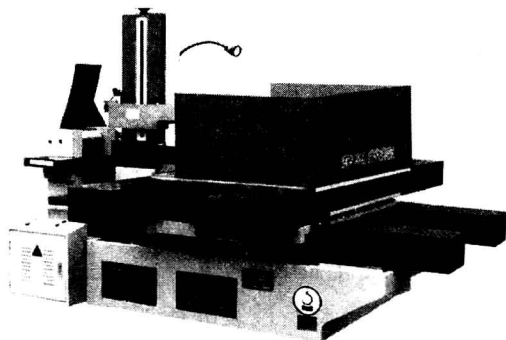
(a) 数控铣床



(b) 加工中心



(c) 火花机



(d) 线切割机

图 1-2 数控设备

3) 数控装置

数控装置是数控机床的核心部分。数控装置从内部存储器中读取或接受输入装置送来的一段或几段数控程序，经过数控装置进行编译、运算和逻辑处理后，输出各种控制信息和指令，控制机床各部分的工作。

4) 驱动装置和位置检测装置

驱动装置接受来自数控装置的指令信息，经功率放大后，发送给伺服电机，伺服电机按照指令信息驱动机床移动部件，按一定的速度移动一定的距离。

位置检测装置检测数控机床运动部件的实际位移量，经反馈系统反馈至机床的数控装置，数控装置比较反馈回来的实际位移量值与设定值，如果出现误差，则控制驱动装置进行补偿。

5) 辅助控制装置

辅助控制装置的主要作用是接收数控装置或传感器输出的开关量信号，经过逻辑运算，实现机床的机械、液压、气动等辅助装置完成指令规定的开关动作。这些控制主要包括主轴起停、换刀、冷却液和润滑装置的启动停止、工件和机床部件的松开与夹紧等。



6) 机床本体

数控机床的机床本体与传统机床相似，由主轴传动装置、进给传动装置、床身、工作台及辅助运动装置、液压气动系统、润滑系统、冷却装置等组成。

2. 数控铣床的主要功能和加工范围

1) 点定位

点定位提供了机床钻孔、扩孔、镗孔和铰孔等加工能力。在孔加工中，一般会将典型的加工方式编制为固定的程序，称为固定循环，方便常用孔加工方法的使用。

2) 连续轮廓控制

常见的数控系统均提供直线和圆弧插补，高档的数控系统还提供螺旋插补和样条插补，这样就可以使刀具沿着连续轨迹运动，加工出需要的形状。连续轮廓控制为机床提供了轮廓、箱体和曲面腔体等零件的加工。

3) 刀具补偿

利用刀具补偿功能，可以简化数控程序编制、提供误差补偿等功能。

3. 数控铣床编程要点

1) 设置编程坐标系

编程坐标系的位置以方便对刀为原则，毛坯上的任何位置均可。

2) 设置安全高度

安全高度一定要高过装夹待加工件的夹具高度，但也不应太高，以免浪费时间。

3) 刀具的选择

在型腔尺寸允许的情况下尽可能选择直径较大且长度较短的刀具；优先选择镶嵌式刀具，对于精度要求高的部位可以考虑使用整体式合金刀具；尽量少用白钢刀具（因为白钢刀具磨损快，换刀的时间浪费严重，得不偿失）；对于很小的刀具才能加工到的区域应该考虑使用电火花机或者线切割机床加工。

4) 加工模型的准备

设置合适的编程坐标系；创建毛坯；修补切削不到的区域（例如，很小的孔、腔，没有圆角的异型孔等）。

1.3.3 铣床与加工中心操作

1. 夹具与装夹

在数控铣床或加工中心上常用的夹具主要有通用夹具、组合夹具、专用夹具和成组夹具，在选择夹具时要综合考虑各种因素，选择最经济、合理的夹具。

1) 螺钉压板

利用 T 形槽螺栓和压板将工件固定在机床工作台上即可。装夹工件时，需根据工件装夹精度要求，使用百分表校正工件。

2) 机用虎钳（平口钳）

形状比较规则的零件铣削时常用虎钳进行装夹，方便灵活，适应性广。当加工精度要求较高，需要较大的夹紧力时，则需要使用较高精度的机械式或液压式虎钳。

虎钳在数控铣床工作台上的安装要根据加工精度控制钳口与 X 轴或 Y 轴的平行度，且零件夹紧时要注意避免工件变形或钳口一端上翘。

3) 铣床用卡盘

当需要在数控铣床上加工回转体零件时，可以使用三爪卡盘装夹，对于非回转零件可使用四爪卡盘装夹。

2. 装夹注意事项

在装夹工件时，应该注意以下问题：

(1) 安装工件时，应保证工件在本次定位装夹中所有需要完成的待加工面充分暴露在外，以方便加工。同时，也应考虑机床主轴与工作台面之间的最小距离和刀具的装夹长度，确保在主轴的行程范围内能使工件的加工范围和加工内容全部完成。

(2) 夹具在机床工作台上的安装位置必须给刀具运动轨迹留有空间，不能和各工步刀具轨迹发生干涉。

3. 对刀

对刀的目的是通过刀具或对刀工具确定工件坐标系与机床坐标系之间的空间位置关系，并将对刀数据输入到相应的存储器中。它是数控加工中最重要的操作内容，其准确性将直接影响零件的加工精度。对刀分为 X 、 Y 向对刀和 Z 向对刀。

1) 对刀方法

根据现有条件和加工精度要求选择对刀方法，可采用试切法、寻边器对刀、对刀仪对刀和自动对刀等。其中试切法精度较低，加工中常用寻边器和 Z 轴设定器对刀，效率高且保证加工精度。

2) 对刀注意事项

- (1) 根据加工要求选择合适的对刀工具，控制对刀误差。
- (2) 在对刀过程中，可通过改变微调进给量来提高对刀精度。
- (3) 对刀时需谨慎操作，防止刀具在移动的过程中碰撞工件。
- (4) 对刀数据一定要存储在与程序对应的存储地址中，防止因调用错误而产生严重后果。

4. 塑料模具加工的步骤

1) 加工前的确认

- (1) 首先核对模具图、联络单、程序单、装夹图、版次是否一致。
- (2) 对工件外形尺寸、前工段尺寸、外观进行检查是否符合图纸要求。
- (3) 对程序进行确认，根据程序文件与图纸进行核对，检查图档尺寸与图纸尺寸是否一致。