

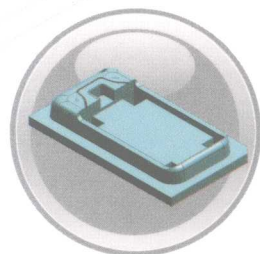
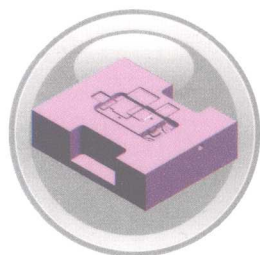
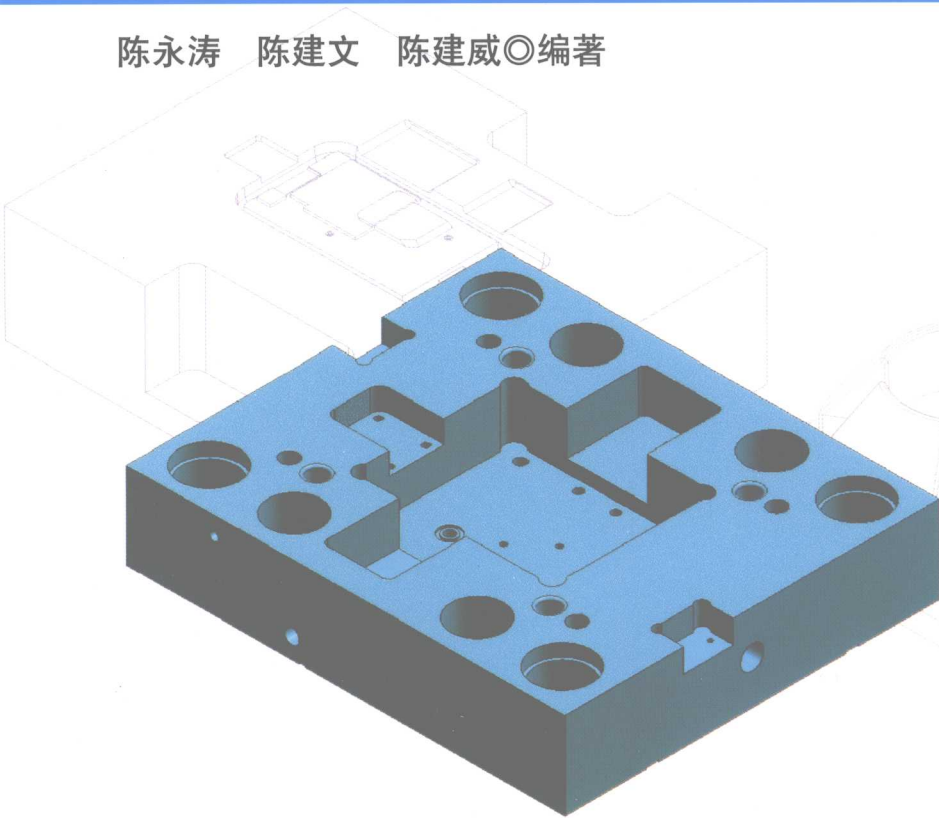


精通中文版UG NX6 数控编程与加工

UG NX6 shukongbiancheng yu jiagong



陈永涛 陈建文 陈建威©编著



清华大学出版社

精通中文版 UG NX6 数控编程与加工

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书选用的实例全部由工厂提供,包括整套模具结构的加工,这些都已通过工厂实际生产。

全书共 7 章,主要内容有:数控编程注意事项、铜公拆分要点和经验总结、铜公拆分、模架加工(A 板和 B 板)、成型结构加工(前模仁、后模仁、行位和镶件)和铜公加工等。本书可以引导读者在数控编程领域有所收获,快速成为数控编程工程师。

本书将所有实例的操作过程录制成动画,并配有全程语音讲解,收录在本书所附光盘中,可以作为读者学习时的参考和向导。

本书可供各类 UG 数控编程培训班作为教材使用,也可作为工程技术人员、高校师生的自学教程。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

精通中文版 UG NX6 数控编程与加工/陈永涛,陈建文,陈建威编著. —北京:清华大学出版社,2008.11

ISBN 978-7-302-18578-9

I. 精… II. ①陈… ②陈… ③陈… III. 数控机床-程序设计-应用软件, UG NX6 IV. TG659

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 143065 号

责任编辑:张 莲 张丽萍

封面设计:阳 阳

版式设计:王世情

责任校对:王 云

责任印制:何 芊

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 刷 者:三河市春园印刷有限公司

装 订 者:三河市李旗庄少明装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:20.5 字 数:453 千字

(附 DVD 光盘 1 张)

版 次:2008 年 11 月第 1 版

印 次:2008 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~5000

定 价:39.00 元

本书如存在文字不清、漏印、缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770177 转 3103 产品编号:030215-01

前言

Unigraphics (简称 UG) 软件是美国 UGS (Unigraphics Solutions) 公司 (现被西门子公司收购) 开发的集 CAD/CAE/CAM 于一体的高效紧密集成的高端软件之一, 其在制造业的各个领域, 如航空航天、汽车、模具和精密机械等有着日益广泛的应用, 已成为这些行业不可缺少的加工手段。随着我国制造业的发展, 对产品设计、模具设计和数控编程的需求必将呈现出高速、持续的增长, 对懂得数控加工技术和熟悉 CAD/CAM 软件编程的专业人才的需求也越来越广。

本书注重实践性, 书中包括几大项内容: 数控编程注意事项、铜公拆分要点和经验总结、铜公拆分、模架加工 (A 板和 B 板)、成型结构加工 (前模仁、后模仁、行位和镶件) 和铜公加工等。学习数控编程, 希望在数控编程领域有所发展, 必须掌握以上内容, 它是您融入社会、快速成为编程工程师的指路牌。

现在书店里的 UG CAM 图书非常多, 如何选择一本适合自己的图书非常重要。若选择不好, 即便阅读全书也还是一知半解, 需要解决的问题还是没有解决; 而选择一本好的图书却可以让你事半功倍, 轻松解决实际问题。

一本好的 UG CAM 图书应该不只是教会读者如何用, 更要教会读者思维方法、判断能力和创新能力。鉴于此, 我们推出了本书。本书语言浅显易懂、简练流畅, 实用性强, 可操作性高。本书最大特色就是完全按照工厂规范进行讲解, 还有精彩生动的多媒体教学光盘。

本书是作者多年工作经验和教学经验的综合, 书中选用的实例全部由工厂提供, 涵盖整套模具重要结构的加工, 由工厂实践生产过, 经得起任何专业技术人员推敲。

本书共分 7 章, 各章具体内容如下。

- ❑ 第 1 章: 主要介绍数控加工工艺、铣削刀具、粗精加工原则、前后模编程注意事项、铜公拆分要点和经验总结。
- ❑ 第 2 章: 主要介绍数控编程加工通用参数设置、刀具库和刀路模板设置、数据交换和 UG 数控编程加工流程。
- ❑ 第 3 章: 主要介绍如何拆分铜公和如何产生火花机加工图, 重点掌握铜公拆分方法、实体和片体拆铜公的区别和火花机加工图起到的作用。
- ❑ 第 4 章: 主要介绍 A 板和 B 板数控编程与加工, 重点掌握平面铣和面铣加工区域的设定, 后处理的产生和加工程序单的填写。
- ❑ 第 5 章: 主要介绍前模仁和后模仁数控编程与加工, 重点掌握刀路规划和刀具选择, 型腔铣削、等高铣削和区域铣削加工区域的设定, 以及它们的区别。
- ❑ 第 6 章: 主要介绍行位和镶件数控编程与加工, 重点掌握行位编程原点的设定, 刀具对加工质量的影响和加工边界的作用。

- 第7章: 主要介绍铜公数控编程与加工, 重点掌握火花间隙的设定, 火花间隙的作用, 粗公和精公的区别。

注意: 全书以3轴联动数控机床, 最高转速为6000转/分钟的机床类型进行讲解。

多媒体教学光盘

本书配有多媒体教学光盘, 光盘内容与书中知识相互结合并互相补充, 并不是简单的重复, 具有直观、生动、互动性等特点, 实现多媒体教学与自学的目的。书盘结合, 紧扣本书, 互动教学, 易于理解, 达到无师自通的效果。

光盘的主要内容和使用方法介绍如下:

- 本书光盘分为3大部分, 分别为: 操作范例(example)、操作结果(finish)、视频文档(video)。建议读者先将光盘内容复制到硬盘上, 然后再进行相关操作。
- “操作范例”文件夹下包含本书所有操作范例文件, 读者可以根据相关章节中的范例文件直接将其打开, 然后对应书中内容进行操作。
- “操作结果”文件夹下包含本书所有操作结果文件, 读者可以根据相关范例文件直接将其打开, 然后浏览其结果。
- “视频文档”文件夹下包含本书所有操作范例的视频文档(*.avi格式), 视频文档名称和书中的文件名称对应。读者可以用Windows系统自带的播放工具进行播放, 或者其他适用于*.avi格式的工具进行播放。
- “操作范例”、“操作结果”和“视频文档”中的UG文件须用UG NX 6.0.0.21以上版本才能打开。

注意:

(1) 本书所有实例均在UG NX6中文版中制作而成。为了顺利使用光盘中的视频及源文件, 请使用正确的UG版本。

(2) 为了更好地使用本光盘内容, 建议读者先将光盘文件复制到计算机硬盘中。(UG NX6中文版不支持中文目录, 请将实例文件保存在英文目录中再进行操作。)

如何阅读本书

本书每个章节均按照“本章导读+技能延伸”的结构讲述。

本章导读: 了解学习本章内容的原因、学习方法与重要性等。

技能延伸: 提出需要注意的问题, 介绍与本章相关的延伸知识, 扩展读者的知识面, 达到举一反三的效果。

本书每个章节同时还安排了便于阅读和易于理解的“小知识”、“小技巧”、“提个醒”等栏目。

小知识: 在众多操作步骤中, 穿插些理论知识或将操作步骤进行下去的一些必备知识。

小技巧: 把技巧、经验和教训等告诉您, 让您少走弯路。

提个醒: 强调需要特别注意的一些事项等。

关于本书作者

本书由陈永涛组织编著，参与本书编著的还有：陈建文、陈建威、林春燕、程五毛、梁汉兴、刘建、罗积协、蓝鄂云、卢燕、邱建伟和林碧艺等。由于编者经验有限，加之时间仓促，书中难免会有疏漏和不足之处，恳请专家和读者不吝赐教。

无论您在阅读和使用过程中遇到什么问题和疑惑，都可通过 E-mail: yetom_mould@163.com 寻求技术支持，我们将竭尽全力为您排忧解难。

编 者

2008 年 7 月

目 录

第 1 章 数控编程加工概述.....	1
1.1 数控加工工艺.....	2
1.1.1 加工工艺过程和特殊要求.....	2
1.1.2 加工工艺分析和规划.....	2
1.2 数控编程刀具.....	4
1.2.1 数控刀具形状.....	4
1.2.2 数控刀具直径和长度选择.....	5
1.2.3 数控刀具要求.....	5
1.2.4 数控刀具特点.....	5
1.2.5 数控刀具材料.....	5
1.2.6 数控刀具选择原则.....	6
1.2.7 数控刀具选择.....	6
1.3 粗精加工原则.....	6
1.3.1 粗加工原则.....	7
1.3.2 半精加工原则.....	7
1.3.3 精加工原则.....	7
1.4 数控机床操作要则.....	8
1.5 工件坐标系和机床坐标系.....	8
1.6 前后模数控编程注意事项.....	9
1.6.1 前模编程注意事项.....	10
1.6.2 后模编程注意事项.....	10
1.7 铜公拆分要点和经验总结.....	10
1.7.1 铜公拆分注意事项.....	11
1.7.2 铜公拆分要点.....	12
1.7.3 铜公火花间隙设定.....	13
1.7.4 铜公拆分工艺流程.....	13
1.8 技能延伸.....	15
第 2 章 数控编程加工通用参数设置.....	17
2.1 设置数控编程加工通用参数.....	18
2.1.1 操作导航器.....	18
2.1.2 安全高度和慢下距离.....	19
2.1.3 进给速度和主轴转速.....	20

2.1.4	进/退刀控制	21
2.1.5	切削步距	22
2.1.6	顺铣与逆铣	23
2.1.7	加工余量设置	24
2.1.8	内外公差设置	25
2.1.9	区域加工顺序	25
2.1.10	冷却液开关	25
2.2	设置刀具库和刀路模板	26
2.3	数据交换	29
2.4	UG 数控编程加工流程	30
2.5	技能延伸	31
第 3 章	铜公拆分和火花机加工图	33
3.1	前模仁铜公拆分	34
3.1.1	前模仁枕位铜公拆分	34
3.1.2	前模仁插穿位铜公拆分	40
3.1.3	前模仁整体铜公拆分	45
3.2	后模仁铜公拆分	55
3.3	行位铜公拆分	61
3.3.1	行位封胶位铜公拆分	61
3.3.2	行位夹口铜公拆分	65
3.4	技能延伸	69
第 4 章	A 板和 B 板数控编程与加工	71
4.1	A 板数控编程与加工	72
4.1.1	数控编程加工方案	72
4.1.2	设置安全高度及部件和毛坯	74
4.1.3	面铣削编程加工——前模框粗加工	77
4.1.4	面铣削编程加工——铲鸡槽粗加工	80
4.1.5	面铣削编程加工——小铲鸡槽粗加工	82
4.1.6	面铣削编程加工——定位槽粗加工	83
4.1.7	面铣削编程加工——光底精加工	85
4.1.8	平面铣削编程加工——侧壁精加工	89
4.1.9	综合刀路实体仿真验证	95
4.1.10	产生 NC 程序	95
4.1.11	填写加工程序单	96
4.2	B 板数控编程与加工	97
4.2.1	数控编程加工方案	98
4.2.2	调整 B 板加工位置	99
4.2.3	设置安全高度及部件和毛坯	101

4.2.4	面铣削编程加工——后模框粗加工.....	101
4.2.5	面铣削编程加工——压块槽粗加工.....	104
4.2.6	面铣削编程加工——行位槽粗加工.....	106
4.2.7	面铣削编程加工——耐磨块槽粗加工.....	107
4.2.8	面铣削编程加工——定位槽粗加工.....	108
4.2.9	面铣削编程加工——光底精加工.....	109
4.2.10	平面铣削编程加工——侧壁精加工.....	113
4.2.11	综合刀路实体仿真验证.....	120
4.2.12	产生 NC 程序.....	120
4.2.13	填写加工程序单.....	121
4.3	技能延伸.....	121
第 5 章	前模仁和后模仁数控编程与加工.....	123
5.1	前模仁数控编程与加工（一）.....	124
5.1.1	数控编程加工方案.....	124
5.1.2	调整前模仁加工位置.....	126
5.1.3	设置安全高度及部件和毛坯.....	128
5.1.4	面铣削编程加工——铲鸡槽粗加工.....	128
5.1.5	面铣削编程加工——铲鸡槽光底精加工.....	131
5.1.6	面铣削编程加工——铲鸡槽侧壁精加工.....	132
5.1.7	型腔铣削编程加工——前模仁粗加工.....	134
5.1.8	型腔铣削编程加工——前模仁局部粗加工.....	136
5.1.9	面铣削编程加工——光底精加工.....	138
5.1.10	等高铣削编程加工——侧壁精加工.....	139
5.1.11	综合刀路实体仿真验证.....	142
5.1.12	产生 NC 程序.....	143
5.1.13	填写加工程序单.....	143
5.2	后模仁数控编程与加工.....	144
5.2.1	数控编程加工方案.....	145
5.2.2	调整后模仁加工位置.....	146
5.2.3	设置安全高度和毛坯.....	148
5.2.4	型腔铣削编程加工——后模仁粗加工.....	149
5.2.5	型腔铣削编程加工——后模仁二次粗加工.....	151
5.2.6	区域铣削编程加工——顶部浅平曲面精加工.....	153
5.2.7	区域铣削编程加工——底部浅平曲面精加工.....	155
5.2.8	等高铣削编程加工——后模仁侧壁精加工.....	156
5.2.9	面铣削编程加工——分型面光底精加工.....	159
5.2.10	综合刀路实体仿真验证.....	161
5.2.11	产生 NC 程序.....	161

5.2.12	填写加工程序单.....	162
5.3	前模仁数控编程与加工 (二)	163
5.3.1	数控编程加工方案.....	163
5.3.2	调整前模仁加工位置.....	164
5.3.3	简化前模仁.....	166
5.3.4	设置安全高度和毛坯.....	168
5.3.5	型腔铣削编程加工——前模仁粗加工.....	168
5.3.6	型腔铣削编程加工——二次粗加工.....	170
5.3.7	区域铣削编程加工——顶部浅平曲面精加工.....	172
5.3.8	等高铣削编程加工——前模仁侧壁精加工.....	175
5.3.9	面铣削编程加工——分型面光底精加工.....	178
5.3.10	综合刀路实体仿真验证.....	180
5.3.11	产生 NC 程序.....	180
5.3.12	填写加工程序单.....	180
5.4	技能延伸	181
第 6 章	行位和镶件数控编程与加工	183
6.1	行位数控编程与加工.....	184
6.1.1	数控编程加工方案.....	184
6.1.2	设置安全高度和毛坯.....	186
6.1.3	等高铣削编程加工——胶位粗加工.....	187
6.1.4	等高铣削编程加工——密封胶面清角.....	189
6.1.5	型腔铣削编程加工——胶位粗加工.....	191
6.1.6	平面铣削编程加工——密封胶位侧壁精加工.....	194
6.1.7	等高铣削编程加工——胶位侧壁精加工.....	197
6.1.8	面铣削编程加工——胶位光底精加工.....	199
6.1.9	等高铣削编程加工——胶位侧壁精加工.....	201
6.1.10	区域铣削编程加工——胶位 R 角精加工.....	203
6.1.11	综合刀路实体仿真验证.....	205
6.1.12	产生 NC 程序.....	206
6.1.13	填写加工程序单.....	206
6.2	镶件数控编程与加工.....	207
6.2.1	数控编程加工方案.....	208
6.2.2	设置安全高度和毛坯.....	209
6.2.3	型腔铣削编程加工——镶件粗加工.....	210
6.2.4	等高铣削编程加工——镶件粗加工.....	213
6.2.5	区域铣削编程加工——浅平曲面精加工.....	215
6.2.6	等高铣削编程加工——侧壁精加工.....	220
6.2.7	等高铣削编程加工——残料精加工.....	222

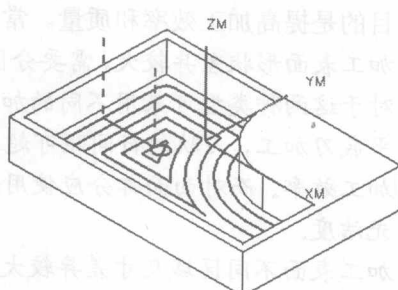
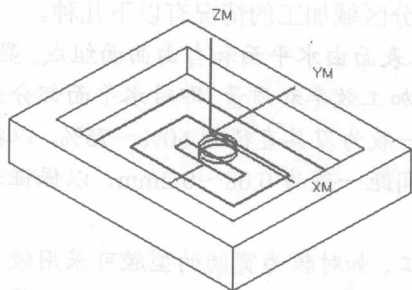
6.2.8	面铣削编程加工——光底和 R 角残余料精加工	225
6.2.9	综合刀路实体仿真验证	228
6.2.10	产生 NC 程序	228
6.2.11	填写加工程序单	229
6.3	技能延伸	229
第 7 章	铜公数控编程与加工	231
7.1	前模仁枕位铜公数控编程与加工	232
7.1.1	数控编程加工方案	232
7.1.2	设置安全高度和部件及毛坯	233
7.1.3	等高铣削编程加工——成型部位粗加工	235
7.1.4	平面铣削编程加工——基座粗加工	238
7.1.5	区域铣削编程加工——成型部位 R 角精加工	240
7.1.6	面铣削编程加工——成型部位侧壁精加工	242
7.1.7	平面铣削编程加工——基座精加工	244
7.1.8	面铣削编程加工——光顶面精加工	245
7.1.9	综合刀路实体仿真验证	246
7.1.10	产生 NC 程序	246
7.1.11	填写加工程序单	247
7.2	前模仁插穿位铜公数控编程与加工	247
7.2.1	数控编程加工方案	248
7.2.2	设置安全高度和部件及毛坯	249
7.2.3	等高铣削编程加工——成型部位粗加工	252
7.2.4	平面铣削编程加工——基座粗加工	253
7.2.5	等高铣削编程加工——成型部位侧壁精加工	254
7.2.6	面铣削编程加工——基座面光底精加工	255
7.2.7	平面铣削编程加工——基座精加工	257
7.2.8	面铣削编程加工——光顶面精加工	258
7.2.9	综合刀路实体仿真验证	260
7.2.10	产生 NC 程序	260
7.2.11	填写加工程序单	260
7.3	前模仁整体铜公数控编程与加工	261
7.3.1	数控编程加工方案	262
7.3.2	简化铜公结构	263
7.3.3	设置安全高度和毛坯	269
7.3.4	型腔铣削编程加工——成型部位粗加工	270
7.3.5	平面铣削编程加工——基座粗加工	272
7.3.6	等高铣削编程加工——二次粗加工	274
7.3.7	区域铣削编程加工——成型部位 R 角精加工	277

7.3.8	面铣削编程加工——成型平面光底精加工	279
7.3.9	等高铣削编程加工——小矩形槽侧壁精加工	282
7.3.10	区域铣削编程加工——凸椭圆曲面精加工	284
7.3.11	区域铣削编程加工——成型部位浅平面精加工	285
7.3.12	等高铣削编程加工——外侧壁精加工	286
7.3.13	等高铣削编程加工——内侧壁精加工	289
7.3.14	面铣削编程加工——光底精加工	291
7.3.15	平面铣削编程加工——基座精加工	293
7.3.16	综合刀路实体仿真验证	294
7.3.17	产生 NC 程序	295
7.3.18	填写加工程序单	295
7.4	行位夹口铜公数控编程与加工	296
7.4.1	数控编程加工方案	297
7.4.2	设置安全高度和毛坯	298
7.4.3	型腔铣削编程加工——成型部位粗加工	300
7.4.4	平面铣削编程加工——基座粗加工	302
7.4.5	区域铣削编程加工——成型部位精加工	304
7.4.6	面铣削编程加工——侧壁和基座面光底精加工	307
7.4.7	平面铣削编程加工——基座精加工	311
7.4.8	综合刀路实体仿真验证	312
7.4.9	产生 NC 程序	312
7.4.10	填写加工程序单	313
7.5	技能延伸	313

第1章 数控编程概述

本章导读

- 📖 数控加工工艺分析和规划
- 📖 数控编程刀具材料和选择原则
- 📖 如何合理区分加工区域的粗精加工
- 📖 前后模数控编程注意事项
- 📖 铜公拆分要点和经验总结



1.1 数控加工工艺

合理确定数控加工工艺对实现优质、高效和经济的数控加工具有极为重要的作用。数控加工工艺问题的处理与普通加工工艺基本相同,在设计零件的数控加工工艺时,首先要遵循普通加工工艺的基本原则和方法,同时还必须考虑数控加工本身的特点和零件编程要求。

1.1.1 加工工艺过程和特殊要求

1. 加工工艺过程

数控加工工艺过程是利用切削刀具在数控机床上直接改变加工对象的形状、尺寸、表面位置、表面状态等,使其成为成品或半成品的过程。

2. 加工工艺的特殊要求

(1) 由于数控机床较普通机床的刚度高,所配的刀具也较好,因而在同等情况下,所采用的切削用量通常比普通机床大,加工效率也较高。因此,选择切削用量时要充分考虑这些特点。

(2) 由于数控机床复合化程度越来越高,因此,工序相对集中是现代数控加工工艺的特点,明显表现为工序数目少,工序内容多,并且由于在数控机床上尽可能安排较复杂的工序,所以数控加工的工序内容要比普通机床加工的工序内容复杂。

(3) 由于数控机床加工的零件比较复杂,因此在确定装夹方式和夹具时,要特别注意刀具与夹具、工件的干涉问题。

1.1.2 加工工艺分析和规划

加工工艺分析和规划主要从加工对象及加工区域规划、加工路线规划和加工方式规划 3 方面考虑。

1. 加工区域规划

加工区域规划是将加工对象分成不同的加工区域,分别采用不同的加工工艺和加工方式进行加工,目的是提高加工效率和质量。常见的需要进行分区域加工的情况有以下几种。

- 加工表面形状差异较大,需要分区加工。如加工表面由水平面和自由曲面组成。显然,对于这两种类型可采用不同的加工方式以提高加工效率和质量,即对水平面部分采用平底刀加工,刀轨的行间距可超过刀具半径,一般为刀具直径的 60%~75%,以提高加工效率。而对曲面部分应使用球刀加工,行间距一般为 0.08~0.2mm,以保证表面光洁度。
- 加工表面不同区域尺寸差异较大,需要分区加工。如对较为宽阔的型腔可采用较大的刀具进行加工,以提高加工效率,而对于较小的型腔或转角区域使用大尺寸刀具不能进行彻底加工,应采用较小刀具以确保加工到位。
- 加工表面要求精度和表面粗糙度差异较大时,需要分区加工。如对于同一表面的配合部位要求精度较高,需要以较小的步距进行加工,而对于其他精度和光洁度要求较低的表面可以以较大的步距加工以提高效率。
- 为有效控制加工残余高度,针对曲面的变化采用不同的刀轨形式和行间距进行分区

加工。

2. 加工路线规划

在数控工艺路线设计时,首先要考虑加工顺序的安排,加工顺序的安排应根据零件的结构和毛坯状况,以及定位安装与夹紧的需要来考虑,重点是保证定位夹紧时工件的刚性和利于保证加工精度。加工顺序安排一般应按下列原则进行。

- ❑ 上道工序的加工不能影响下道工序的定位与夹紧,要综合考虑。
- ❑ 加工工序应由粗加工到精加工逐步进行,加工余量由大到小。
- ❑ 先进行内腔加工工序,后进行外形加工工序。
- ❑ 尽可能采用相同定位、夹紧方式或同一把刀具加工的工序连接进行,以减少重复定位次数、换刀次数与挪动压板次数。
- ❑ 在同一次安装中进行的多道工序,应先安排对工件刚性破坏较小的工序。

另外,数控加工的工艺路线设计还要考虑数控加工工序与普通工序的衔接,数控加工的工艺路线设计常常仅是几道数控加工工艺过程,而不是指毛坯到成品的整个工艺过程。由于数控加工工序常常穿插于零件加工工艺过程中,因此在工艺路线设计中一定要全面,瞻前顾后,使之与整个工艺过程协调吻合。如果衔接得不好就容易产生矛盾,最好的解决办法是建立下一个工序向上一工序提出工艺要求的机制,如要不要留加工余量,留多少,定位面与定位孔的精度要求及形位公差,对校形工序的技术要求,对毛坯的热处理状态要求等。目的是达到相互能满足加工需要,且质量及技术要求明确,交接验收有依据。

3. 加工方式规划

加工方式规划是实施加工工艺路线的细节设计。主要内容如下。

- ❑ 刀具选择:为不同的加工区域、加工工序选择合适的刀具,刀具的正确选择对加工质量和效率有较大的影响。
- ❑ 刀轨形式选择:针对不同的加工区域、加工类型、加工工序选择合理的刀轨形式,以确保加工的质量和效率。
- ❑ 误差控制:确定与编程有关的误差环节和误差控制参数,保证数控编程精度和实际加工精度。
- ❑ 残余高度的控制:根据刀具参数、加工表面质量确定合理的刀轨行间距,在保证加工表面质量的前提下,可以提高加工效率。
- ❑ 切削工艺控制:切削工艺包括了切削用量控制(包括切削深度、刀具进给速度、主轴旋转方向和转速控制等)、加工余量控制、进退刀控制、冷却控制等诸多内容,是影响加工精度、表面质量和加工损耗的重要因素。
- ❑ 安全控制:包括安全高度、避让区域等涉及加工安全的控制因素。

工艺分析规划是数控编程中较为灵活的部分,受到机床、刀具、加工对象(几何特征、材料等)等多种因素的影响。从某种程度上可以认为工艺分析规划基本上是加工经验的体现,因此要求编程人员在工作中不断总结和积累经验,使工艺分析和规划更符合其实际工件的需要。

4. 工件装夹注意事项

在确定定位基准与夹紧方案时应注意下列3点。

- ❑ 力求设计、工艺与编程计算的基准统一。
- ❑ 尽量减少装夹次数,尽可能做到一次定位后就能加工出全部待加工表面,避免采用占

机人工调整方案。

- ☐ 夹具要开畅，其定位、夹紧机构不能影响加工中的走刀（如产生碰撞），碰到此类情况时，可采用用虎钳或加底板抽螺丝的方式装夹。

5. 对刀点的确定

对刀点可以设在被加工零件上，但注意对刀点必须是基准位或已精加工过的部位，有时在第一道工序后对刀点被加工毁坏，会导致第二道工序和之后的对刀点无从查找，因此在第一道工序对刀时注意要在与定位基准有相对固定尺寸关系的地方设立一个相对对刀位置，可以根据它们之间的相对位置关系找回原对刀点。这个相对对刀位置通常设在机床工作台或夹具上。选择原则如下。

- ☐ 找正容易。
- ☐ 编程方便。
- ☐ 对刀误差小。
- ☐ 加工时检查方便、可靠。

1.2 数控编程刀具

数控刀具选择和切削用量确定是数控加工工艺中的重要一环，它不仅影响数控机床的加工效率，而且直接影响加工质量。数控加工的刀具选择和切削用量确定是在人机交互状态下完成，这与普通机床加工形成鲜明的对比，同时也要求编程人员必须掌握刀具选择和切削用量确定的基本原则，在编程时充分考虑数控加工特点，能够正确选择刀具及切削用量。

1.2.1 数控刀具形状

(1) 平底刀：也叫平刀或端铣刀，如图 1-1 (a) 所示，主要用于开粗、平面光刀、外形光刀和清角。

(2) 圆鼻刀：也叫牛鼻刀，如图 1-1 (b) 所示，主要用于开粗、平面光刀和外形光刀，常加工硬度较高的材料，如 718、738 和 S136 等。常用圆鼻刀的刀角半径为 $R0.2 \sim R1$ 。

(3) 球头刀：也叫球刀或 R 刀，如图 1-1 (c) 所示，主要用于曲面光刀或流道加工，不对平面开粗或光刀。

(4) 飞刀：如图 1-1 (d) 所示，主要用于大面积的开粗、平面光刀和陡峭面光刀等。常用飞刀有 $\phi 30R5$ 、 $\phi 20R4$ 、 $\phi 16R0.8/R0.4$ 和 $\phi 12R0.4$ 。

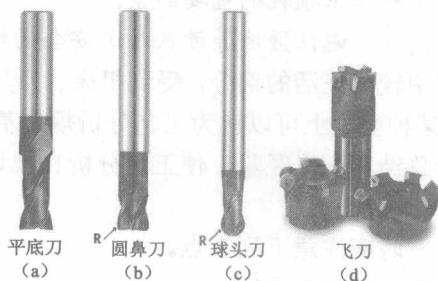


图 1-1 刀具形状

1.2.2 数控刀具直径和长度选择

(1) 大工件尽量使用大直径的刀具,以提高刀具的加工效率和刚性。曲面光刀和清角时,根据参考曲面凹陷和拐角处的最小半径值选择刀具。开粗先采用大直径刀具,以提高效率,再采用小直径刀具进行二次开粗,二次开粗的目的是清除上一步开粗的残余料。

(2) 在保证刀具刚性的前提下,刀具装夹长度依曲面形状和深度来确定,一般比加工范围高出 2mm,防止出现刀具与工件相互干涉。

(3) 选择小直径刀具要注意切削刃(刃长)长度。直径小于 $\phi 6$ 时,刀具切削刃的直径与刀柄直径不一致,一般刀柄直径为 $\phi 6$,切削刃与刀柄之间形成锥形过渡,加工区域狭窄、深度较大时,可能出现刀柄与工件干涉。

1.2.3 数控刀具要求

数控铣床能兼作粗精铣削,因此粗铣时,要选强度高、耐用度好的刀具,以满足粗铣时大吃刀量、大进给量的要求。精铣时,要选精度高、耐用度好的刀具,以保证加工精度的要求。此外,为减少换刀时间和方便对刀,应尽可能采用机夹刀和机夹刀片。夹紧刀片的方式要选择得比较合理,刀片最好选择涂层硬质合金刀片。

以下几点罗列了对选择数控刀具的要求。

- (1) 要有较高的切削效率。
- (2) 要有较高的精度和重复定位精度。
- (3) 要有较高的可靠性和耐用度。
- (4) 实现刀具尺寸的预调和快速换刀。
- (5) 具有完善的模块式工具系统。
- (6) 建立完备的刀具管理系统。
- (7) 要有在线监控及尺寸补偿系统。

1.2.4 数控刀具特点

- (1) 刚性好(尤其是粗加工刀具)、精度高、抗振及热变形小。
- (2) 互换性好,便于快速换刀。
- (3) 寿命高,切削性能稳定、可靠。
- (4) 刀具尺寸便于调整以减少换刀时间。
- (5) 能断屑和卷屑,利于切屑排除。
- (6) 系列化、标准化,有利于编程和刀具管理。

1.2.5 数控刀具材料

刀具的选择是根据零件材料种类、硬度,以及加工表面粗糙度要求和加工余量等已知条件来决定刀片的几何结构(如刀尖圆角)、进给量、切削速度和刀片牌号等。

数控刀具材料有高速钢(分为 W 系列高速钢和 Mo 系列高速钢)、硬质合金(分为钨钴类、钨钛钴类和钨钛钽(铌)钴类)、陶瓷(纯氧化铝类(白色陶瓷)和 TiC 添加类(黑色陶瓷))、