

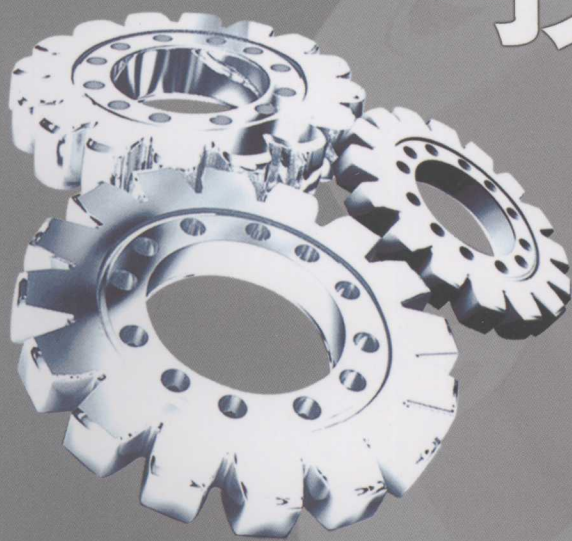
李丽娜 廖 利 刘曼华 等编著

CAD/CAM/CAE
技术指导丛书

Mastercam X2

模具设计

技术指导



- * 超过15小时的案例全程多媒体演示
- * 让读者像看电影一样学习模具设计
- * 多个经典案例供读者阅读学习



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

书中实例源文件
和多媒体演示文件



CAD/CAM/CAE 技术指导丛书

全 面 容 内

Mastercam X2 模具设计 技术指导

李丽娜 廖 利 刘曼华 等编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书以 Mastercam X2 中文版为蓝本介绍如何应用 Mastercam X2 进行模具的设计与加工。全书共分 9 章, 包括 Mastercam X2 基础知识、模具设计基础、应用不同方法设计模具的实例、Mastercam X2 模具加工流程、模具加工综合实例等精彩内容。

为了方便读者, 本书的例子源文件、结果文件和操作录像都存储在随书光盘里, 读者仅需复制到硬盘即可直接调用。当然读者使用的软件版本起码是 Mastercam X2 或更高级的版本。

本书是一本实用性和可操作性非常强的 CAD/CAM 模具用书, 适合具有中专以上文化程度的模具设计人员或在校模具、CAD/CAM 专业的学生使用。

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

Mastercam X2 模具设计技术指导 / 李丽娜等编著. —北京: 电子工业出版社, 2009.1
(CAD/CAM/CAE 技术指导丛书)
ISBN 978-7-121-05757-1

I. M… II. 李… III. 模具—计算机辅助设计—应用软件, Mastercam X2 IV. TG76-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 002207 号

策划编辑: 祁玉芹

责任编辑: 严 力

印 刷: 北京市天竺颖华印刷厂

装 订: 三河市鑫金马印装有限公司

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: 787×1092 1/16 印张: 28 字数: 717 千字

印 次: 2009 年 1 月第 1 次印刷

印 数: 4000 册 定价: 52.00 元 (含光盘 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 zltz@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

Mastercam 是由美国 CNC Software NC 公司开发的基于 PC 平台的 CAD/CAM 一体化软件。Mastercam 问世以来,一直以其独有的特点在专业领域享有很高的声望,它培育了一批专业人员,拥有了一批忠实的用户。CNC Software NC 公司 2005 年推出了 Mastercam 的 X 版本,进而在 2007 年推出了 Mastercam X2 版本。Mastercam X 系列版本的延续性很强,保持了 Mastercam 的一贯风格和绝大多数的传统设置,并在此基础上赋予了更新、更强大的功能,使得用户的操作更加合理、便捷、高效。本书比较详实地介绍了 Mastercam X2 的功能及使用方法,在这个基础上结合模具设计与制造,深化了读者的实践操作,以期望读者快速、全面地掌握 Mastercam 的模具设计与制造,并达到融会贯通、灵活应用。

本书一共分为 9 个章节,分别是:

第 1 章 MastercamX2 模具设计基础,描述了模具工业的发展状况与发展方向、模具设计新的理论及方法、模具材料的一些基本属性,以及模具设计与制造的一般流程。

第 2 章 Mastercam X2 模具设计简介,该章主要介绍了 Mastercam 下的各种概念、基础理论。

第 3 章 MastercamX2 平面绘图功能,该章主要介绍了 Mastercam X2 软件中点、线等基础几何图形的绘制、标注尺寸与编辑。

第 4 章 该章建立在第 3 章的基础上,讲述由点、线等基础几何图形通过举升、旋转、扫描等命令,绘制出三维实体图形的一般方法。

第 5 章 该章主要讲述了如何由点、线构成面,再由面通过必要的操作构成三维曲面的一般方法。

第 6 章 本章就加工的一些基本要素再进行进一步进行讲解,但其重点还是在于如何进行二维的加工。

第 7 章 该章主要讲解如何通过指定加工曲面、限定加工范围和加工边界、指定下刀点等一系列人机交互方式,最终实现三维曲面的刀具路径设计,进而加工拟合出零件。

第 8 章 本章主要介绍了 5 种模具设计方法,分别是 Mastercam X2 曲面复制模具设计、Mastercam X2 曲面修整模具设计、Mastercam X2 分模线分型模具设计、Mastercam X2 靠破孔模具设计和 Mastercam X2 实体布尔模具设计。

第 9 章 面板模具设计与加工综合实例。

本书涵盖了从 CAD 到 CAM 的内容,并实现最终的一体化。

本书以务实的风格对模具的造型、模具的加工进行了讲解,同时列举了典型模具的设计与制造方法,是一本非常适合模具制造从业人员使用的教程。

本书的显著特点如下:

- (1) 实用性强,针对模具的设计与制造。
- (2) 与实践结合密切,例子源于实践却高于实践。
- (3) 书中文字描述通俗易懂,步骤讲解详细有序,逻辑清晰,便于读者自学。

(4) 本书浓缩了作者长期应用 Mastercam 软件积累下来的实践经验, 以及从事模具设计与制造行业积累的多年经验。

本书是集体智慧的结晶, 除了封面署名的作者之外, 在这里特别感谢广东工业大学机电工程学院机械设计及理论系的苏宏宇、丁建兴、伍世全、刘方伟、徐凤阳、仇灿华等人; 感谢江苏无锡江南大学机械工程学院的马仙龙硕士, 身在大庆的苏宏宇工程师; 感谢上海交通大学的陈焕杰同学。

另外要感谢沈机集团云南昆明机床厂的沈跃宗高级工程师在本书的写作过程中给予的指点和帮助。在本书编写过程中, 刘娟、张丽、梁香莲、王保荣、张永梅、刘雪萍、蒋菊兰、汤世明、姚建仁、李国兴、钟星海、王建华、杨俊、秦涛、靳栓柱、刘朝贵、李建华、谢吉容、刘天惠、李昕、李志、杨阿立、黄贵珍、李玲、李朝光等同志对书稿修改提供了大量的帮助, 在此, 致以诚挚的谢意!

由于时间仓促, 书中难免有疏漏之处, 请读者不吝指正。读者可通过电子邮件 hotelslish@yahoo.com.cn 与我们交流。

我们的 E-mail 地址: qiyuqin@phei.com.cn。电话: (010) 68253127 (祁玉芹)。

作者 李朝光

2008 年 7 月

光盘说明

本书配套 1 张多媒体 DVD 光盘, 主要包括:

(1) 配套光盘中提供了本书例子的操作动画, 读者可以用 Media Player 进行观看。如果无法打开, 请先安装光盘中的 `aiv_tscc.exe` 文件, 再进行播放。

(2) 本书以 Mastercam X2 正式版为蓝本进行写作的, 读者需要以不低于 X2 版本的软件打开文件。

(3) 由于光盘是只读文件, 因此, 需要将光盘上的源文件复制到电脑硬盘上, 并取消文件的“只读”属性, 导入后方能进行修改。

(4) `Ch*`文件夹中星号“*”代表某个数字, 与本书的章对应, 其中的文件是该章中使用到的文件。

(5) `EXE` 文件夹中存放本书所有操作实例的操作录像, 直接双击需要播放的文件即可观看。

(6) 光盘为自启动, 也可以通过双击光盘中的 `CD_Start.exe` 文件打开光盘界面。

目 录

CONTENTS

第 1 章	Mastercam X2 模具设计基础	1
1.1	概述	1
1.1.1	模具工业的现状与发展趋势	1
1.1.2	现代模具设计制造技术简介	2
1.1.3	模具分类及应用特点	4
1.2	模具材料	7
1.2.1	模具材料概述	7
1.2.2	塑料模具材料	8
1.3	塑料成型技术基本知识	9
1.3.1	注塑成型原理与过程	10
1.3.2	注塑成型模具设计注意事项	12
1.4	本章小结	12
第 2 章	MasterCAM X2 模具设计简介	13
2.1	MasterCAM X2 基本概念	13
2.1.1	图形选取	13
2.1.2	捕捉功能	16
2.1.3	栅格设置	17
2.1.4	坐标系统	17
2.1.5	构图平面	18
2.1.6	构图深度	19
2.1.7	设计视角	20
2.2	Mastercam X2 模具设计的基本设置	22
2.2.1	颜色设置	22
2.2.2	图层设置	23
2.2.3	图素属性设置	24
2.2.4	清除颜色	24
2.2.5	隐藏/恢复设置	25
2.2.6	屏幕统计	25
2.2.7	着色设置	25

2.3	Mastercam X2 模具设计文件管理	26
2.4	Mastercam X2 模具 CAD 模型的获取	29
2.4.1	Mastercam X2 模具 CAD 模型的输出	29
2.4.2	Mastercam X2 CAD 模型的导入	30
2.5	Mastercam X2 模具设计加工的一般流程	30
2.5.1	获得产品模型	31
2.5.2	模具设计及分模面创建	37
2.5.3	规划凹凸模刀路	40
2.5.4	后处理输出 NC 代码	44
2.6	Mastercam X2 模具数控加工要素	47
2.6.1	Mastercam X2 数控加工重要术语	47
2.6.2	模具加工刀具的类型和选用	49
2.6.3	刀具路径规划	50
2.6.4	参数选择原则	52
2.7	本章小结	54
2.8	本章练习	54
第 3 章	Mastercam X2 平面绘图功能	55
3.1	绘制点	55
3.1.1	绘制位置点	55
3.1.2	绘制动态点	57
3.1.3	绘制节点	58
3.1.4	绘制等分点	58
3.1.5	绘制端点	59
3.1.6	绘制小圆弧中心点	59
3.1.7	绘制螺旋点	60
3.1.8	绘制切点	60
3.2	绘制线	60
3.2.1	绘制端点线	60
3.2.2	绘制最近距离线	61
3.2.3	绘制角平分线	62
3.2.4	绘制法线	63
3.2.5	绘制平行线	63
3.3	绘制圆弧	64
3.3.1	边界点绘圆	65
3.3.2	圆心、半径绘圆	66
3.3.3	绘制中心点极坐标圆弧	67
3.3.4	绘制端点极坐标画弧	68
3.3.5	端点绘制圆弧	68
3.3.6	3 点绘制圆弧	69

101	3.3.7 绘制相切弧.....	70
501	3.4 绘制样条曲线.....	73
101	3.4.1 手动绘制样条曲线.....	74
101	3.4.2 自动绘制样条曲线.....	74
201	3.4.3 曲线转换为样条曲线.....	75
100	3.4.4 熔接曲线.....	76
701	3.5 其他基本图形的绘制.....	77
801	3.5.1 绘制标准矩形.....	77
901	3.5.2 绘制变形矩形.....	78
011	3.5.3 绘制多边形.....	79
011	3.5.4 绘制椭圆.....	80
111	3.5.5 绘制盘旋线.....	81
111	3.5.6 绘制螺旋线.....	82
211	3.5.7 绘制文字.....	83
211	3.5.8 绘制图形边界框.....	85
211	3.5.9 绘制螺栓圆周.....	87
110	3.5.10 绘制梯状图.....	87
110	3.5.11 绘制门状图.....	88
551	3.6 倒圆角/倒角.....	89
151	3.6.1 倒圆角.....	89
251	3.6.2 串联倒圆角.....	90
151	3.6.3 倒角.....	91
150	3.6.4 串联倒角.....	92
150	3.7 修剪/打断.....	93
150	3.7.1 修剪/打断/延伸.....	93
151	3.7.2 多目标修剪.....	94
151	3.7.3 两点打断.....	95
151	3.7.4 在交点处打断.....	95
150	3.7.5 打断成多段.....	96
151	3.7.6 分解标注.....	97
130	3.7.7 打断圆.....	97
130	3.7.8 封闭圆弧.....	97
081	3.8 其他基本编辑命令.....	98
181	3.8.1 连接图元.....	98
151	3.8.2 编辑样条曲线.....	98
131	3.8.3 参数式曲线转换为 NURBS 曲线.....	99
131	3.8.4 曲线变弧.....	99
881	3.9 图形转换.....	100
541	3.9.1 图形平面平移.....	100
741	3.9.2 图形空间平移.....	100

05	3.9.3	图形镜像	101
85	3.9.4	图像旋转	102
45	3.9.5	比例缩放	103
45	3.9.6	图像偏移	104
25	3.9.7	轮廓偏移	105
05	3.9.8	图像投影	106
75	3.9.9	图像阵列	107
75	3.9.10	缠绕	108
85	3.9.11	图形拖曳	109
05	3.9.12	图形延伸	110
08	3.9.13	转换 STL 图形文件	110
18	3.9.14	图形排样	111
58	3.10	图素的删除与恢复	114
68	3.10.1	直接删除图素	115
28	3.10.2	删除重复图素	115
58	3.10.3	恢复删除	115
78	3.11	尺寸标注	116
88	3.11.1	尺寸标注设置	116
08	3.11.2	水平标注	122
08	3.11.3	垂直标注	124
00	3.11.4	平行标注	125
10	3.11.5	基准标注	125
50	3.11.6	串联(连续)标注	126
60	3.11.7	角度标注	126
60	3.11.8	圆弧标注	126
40	3.11.9	正交标注	127
20	3.11.10	相切标注	127
20	3.11.11	坐标标注	128
00	3.11.12	点位标注	129
70	3.11.13	尺寸编辑	129
70	3.11.14	创立延伸线	130
70	3.11.15	创立引导线	130
80	3.11.16	创立注释	130
80	3.11.17	绘制剖面线	131
80	3.11.18	快速标注	132
00	3.11.19	重设标注	133
00	3.12	基本绘图综合实例	133
001	3.12.1	实例 1	133
001	3.12.2	实例 2	142
001	3.13	本章小结	147

3.14	本章练习	147
第4章	MasterCAM X2 三维实体功能	149
4.1	基本模具实体构建	149
4.1.1	实体构建流程	149
4.1.2	挤出	149
4.2.3	旋转	152
4.2.4	扫描	154
4.2.5	举升	154
4.2.6	布尔运算	156
4.2.7	基本实体	158
4.2.8	由曲面生成实体	161
4.3	实体编辑	162
4.3.1	倒圆角	162
4.3.2	倒角	165
4.3.3	抽壳	167
4.3.4	修剪	167
4.3.5	加厚实体	169
4.3.6	移除实体表面	169
4.3.7	牵引实体	170
4.3.8	非关联实体: 切割/交集	173
4.3.9	实体管理器	173
4.4	综合实例	174
4.4.1	综合实例 1	174
4.4.2	综合实例 2	186
4.5	本章小结	201
4.6	本章练习	201
第5章	Mastercam X2 三维曲面	203
5.1	基本模具曲面构建	203
5.1.1	直纹/举升曲面	203
5.1.2	拉伸曲面	205
5.1.3	旋转曲面	207
5.1.4	扫描曲面	209
5.1.5	创建昆氏曲面	211
5.1.6	牵引曲面	212
5.1.7	栅格曲面	214
5.1.8	实体曲面	216
5.1.9	基本三维曲面	216
5.2	模具曲面编辑	217

5.2.1	曲面倒圆角	217
5.2.2	曲面补正	219
5.2.3	修整	220
5.2.4	曲面熔接	224
5.2.5	平面修剪	227
5.2.6	填补内孔及恢复边界	228
5.2.7	打断曲面	229
5.2.8	曲面延伸	230
5.2.9	修剪延伸曲面到边界	231
5.2.10	恢复修剪	232
5.2.11	曲面曲线	232
5.3	综合实例	232
5.3.1	综合实例 1	232
5.3.2	综合实例 2	242
5.4	本章小结	246
5.5	本章练习	246
第 6 章	Mastercam X2 二维铣削模具基础	249
6.1	Mastercam X2 模具加工基本设置及管理	249
6.1.1	工具设置	249
6.1.2	材料设置	251
6.1.3	安全区域设置	251
6.1.4	刀具管理	252
6.1.5	操作管理	254
6.2	二维铣削模具设计	258
6.2.1	外形铣削	259
6.2.2	挖槽加工	270
6.2.3	平面铣削	281
6.2.4	钻孔加工	286
6.2.5	雕刻加工	292
6.3	本章小结	296
6.4	本章练习	297
第 7 章	Mastercam X2 曲面铣削模具设计	299
7.1	曲面模具加工概述	299
7.2	平行铣削	300
7.2.1	平行铣削的参数设置	300
7.2.2	平行铣削的加工步骤	302
7.2.3	平行铣削加工实例	303
7.3	放射状加工	306

7.3.1	放射状加工的参数设置	307
7.3.2	放射状加工的加工步骤	307
7.3.3	放射状加工的加工实例	308
7.4	投影加工	314
7.4.1	投影加工的参数设置	314
7.4.2	投影加工的加工步骤	315
7.4.3	投影加工的加工实例	316
7.5	曲面流线加工	319
7.5.1	曲面流线加工的参数设置	320
7.5.2	曲面流线加工的加工步骤	321
7.5.3	曲面流线加工的加工实例	322
7.6	等高外形加工	326
7.6.1	等高外形加工的参数设置	326
7.6.2	等高外形加工的加工步骤	328
7.6.3	等高外形加工的加工实例	328
7.7	残料加工	331
7.7.1	残料加工的参数设置	331
7.7.2	残料加工的加工步骤	333
7.7.3	残料加工的加工实例	334
7.8	挖槽粗加工	339
7.8.1	挖槽粗加工的参数设置	339
7.8.2	挖槽粗加工的加工步骤	341
7.8.3	挖槽粗加工实例	341
7.9	钻削式粗加工	345
7.9.1	钻削式粗加工的参数设置	345
7.9.2	钻削式粗加工的加工步骤	346
7.9.3	钻削式粗加工实例	347
7.10	平行陡斜面加工	349
7.10.1	平行陡斜面加工的参数设置	349
7.10.2	平行陡斜面加工的加工步骤	350
7.10.3	平行陡斜面加工的加工实例	350
7.11	浅平面加工	353
7.11.1	浅平面加工的参数设置	353
7.11.2	浅平面加工的加工步骤	354
7.11.3	浅平面加工的加工实例	355
7.12	交线清角加工	356
7.12.1	交线清角加工的参数设置	357
7.12.2	交线清角加工的加工步骤	357
7.12.3	交线清角加工的加工实例	358
7.13	环绕等距加工	359

7.13.1	环绕等距加工的参数设置	359
7.13.2	环绕等距加工的加工步骤	360
7.13.3	环绕等距加工的加工实例	360
7.14	熔接铣削	362
7.14.1	熔接铣削的参数设置	362
7.14.2	熔接铣削的加工步骤	363
7.14.3	熔接铣削加工实例	364
7.15	本章小结	366
7.16	本章习题	366

第8章 MasterCAM X2 模具制造准备 367

8.1	MasterCAM X2 模具设计基本要素	367
8.2	MasterCAM X2 模型曲面复制模具设计方法	368
8.2.1	凸模的设计	368
8.2.2	凹模的设计	372
8.3	MasterCAM X2 模型曲面修整模具设计方法	376
8.3.1	凸模的设计	376
8.3.2	凹模的设计	378
8.4	MasterCAM X2 分模线的分型模具设计方法	381
8.4.1	型芯的设计	382
8.4.2	前模的设计	384
8.4.3	后模的设计	388
8.5	MasterCAM X2 靠破孔设计模具设计方法	390
8.5.1	凸模的设计	390
8.5.2	凹模的设计	392
8.6	MasterCAM X2 实体布尔运算模具设计方法	395
8.6.1	凹模的设计	395
8.6.2	凸模的设计	397
8.7	本章小结	398
8.8	本章习题	398

第9章 面板模具设计与加工综合实例 399

9.1	机箱面板设计与加工任务	399
9.2	凸模设计	399
9.3	凸模加工	407
9.4	凹模设计	418
9.5	凹模加工	425
9.6	本章小结	435
9.7	本章练习	436

第1章 Mastercam X2模具设计基础

CAD/CAM 技术的发展极大地改变了人们的设计手段和方法,更为重要的是 CAD/CAM 技术的广泛应用显著提高了设计的效率和质量。基于 PC 平台的 Mastercam 软件作为机械行业中首选的 CAD/CAM 一体化软件系统,是由美国 CNC 公司研制开发的,具有超强性价比、实用性、可操作性和集成性。现在 Mastercam 软件已经升级到 X2 版本。本书主要结合模具的设计和加工,实现完全意义的一体化设计。

1.1 概述

在开始学习本软件之前必须了解一些基本的模具知识。包括一些基础性的概念,甚至包括模具工业中技术与方法的发展趋势。

模具作为一种高附加值和高技术密集型的产品,其技术水平的高低已成为衡量一个国家制造水平的重要标志,而模具工业的发展关键是模具技术的进步。模具技术涵盖的范围包括模具设计、制造以及模具分析,也就是模具的 CAD/CAM/CAE。

1.1.1 模具工业的现状与发展趋势

世界上许多的国家,特别是一些工业发达的国家都十分重视模具技术的开发与研究。而大力发展模具工业,积极采用先进技术和设备,提高模具制造水平,已取得了显著的经济效益。美国是世界超级经济大国,也是世界模具工业的领先国家,早在二十世纪 80 年代末,美国模具行业有 12 000 多家企业,从业人员有 17 万多人,模具总产值达 64.47 亿美元;日本模具工业是从 1957 年开始发展起来的,当年模具总产值仅有 106 亿日元,到 1988 年总产值已超过 4.88 万亿日元,在短短的 40 余年内增加了 460 多倍,这也是日本经济能飞速发展并在国际市场上占有一定优势的重要原因。

改革开放以来,我国的模具工业,也日益受到人们的重视和关注。在电子、汽车、电机、电器、仪器、仪表、家电和通信等产品中,60%~80%的零部件都要依靠模具成形(型)的。用模具生产的制品所具备的高精度、高复杂程度、高一致性、高生产率和低消耗,是其他加工制造方法所不能比拟的。近几年我国模具工业一直以每年 15% 左右的增长速度发展。现在,我国模具总产值超过 400 亿元人民币。

现代的制造业以优质、高效、低成本的产品生产为目标,以产品的个性化为追求。而在我国,有许多模具企业大都凭经验或已经在设计、制造等方面分散使用 CAD、CAM 单项技术来实现生产,这种“自动化孤岛”的方法使整个生产过程资源共享率低、信息不流畅,导致研制产品周期长、更新换代慢,难以在国际竞争中生存和发展。

国外推广 CAD/CAM 技术成功的经验表明:企业取得显著效益,很多是从集成应用中得到的,而不是单项应用的结果。CAD/CAM 一体化的角度来说,其发展趋势是集成化、三维化、智能化和网络化,其中心思想是让用户在统一的环境中实现 CAD/CAM 协同作业,以便

充分发挥各单元的优势和功效。

在经济全球化的新形势下,随着资本、技术和劳动力市场的重新整合,我国装备制造业在加入 WTO 以后,将成为世界装备制造业的基地。为了适应用户对模具制造的高精度、短交货期、低成本的迫切要求,模具工业应广泛应用现代先进制造技术来加速模具工业的技术进步,满足各行各业对模具这一基础工艺装备的迫切需求,以实现我国模具工业的跨越式发展。

1.1.2 现代模具设计制造技术简介

现代的模具设计,使用 CAD/CAM 软件绘制图纸或输入其他计算机文件资料,进行模具设计并做模拟制造实验得出所需要的计算机 NCI 文件;在此设计过程中系统和客户可交互进行设计与制造方面的编辑,这是现代模具设计制造技术的核心。

下面将阐述围绕这个核心技术延伸的先进模具设计制造技术。

1. 快速制模技术(RT)

快速原型制造(Rapid Prototyping,简称 RP)技术是 20 世纪 80 年代后期发展起来的一种高新制造技术。它将现代计算机技术、激光加工技术及新材料技术集于一体,其原理是根据对三维 CAD 电子模型进行分层切片处理,得到一系列的二维截面轮廓,然后用激光束或其他方法切割、固化或烧结某种状态材料,得到一层层的产品截面并逐步叠加成三维实体。RP 技术摒弃了传统机械加工的“去除”加工法,而采用全新的“增长”加工法,将复杂的三维加工分解成简单的二维加工的组合。

随着近年来 RP 技术的迅速发展,出现了一个新领域——快速模具制造(Rapid Tooling,简称 RT)。RT 采用 RP 技术直接或间接制造模具,既大大提高了新产品的研制速度,又节省了新产品试制和模具制造的费用。目前,这一新技术在工业发达国家中已被应用于航空航天、汽车制造、医疗器械以及家电等行业中,其中汽车制造业中应用所占的比例最大,约为 25%。RP 与 RT 技术的结合将是传统快速制模技术进一步发展的方向。

快速模具主要应用于注塑模、冲压模、铸模等方面,其制造工艺方法主要有间接制模和在系统上直接制模两种。RP 技术与陶瓷型精密铸造相结合,为模具型腔精铸成型提供了新途径。应用 RP/RT 技术从模具的概念设计到制造完成,仅为传统加工方法所需时间的 1/3 和成本的 1/4 左右,因而具有广阔的发展前景。

近年来,国内外快速制模技术研究取得了较大的进步,其中:清华大学的“多功能激光快速成形系统(M—RPMS—M—II 系统)”、西安交通大学的“LPS-600A(光固树脂)激光快速成形与模具”、华中理工大学的“快速成形系统”、北京隆源自动成形系统有限公司的“AFS 激光 J 决速自动成形机”、北京大隆技术公司的“AF5300 激光成形机”,还有美国 3D 公司的“SLA—250 激光快速成形机”、瑞士的华嘉(香港)有限公司的“FDM8000 决速成形机”(熔融沉积技术)等代表着现今世界上的先进水平。其他快速制模技术如一汽模具制造有限公司的“全新红旗轿车树脂冲压模”、吉林工业大学的“多点无模成形技术”、瑞士的汽巴精化(香港)有限公司的“树脂制模材料与技术”等也在特定专业领域取得领先地位。

2. 模具高速切削技术

高速铣削是目前切削技术中应用最多的一种工艺技术,是一种以高主轴转速、快速进给、

较小的切削深度和间距为加工特征的高效、高精度、高表面质量的数控加工方式。高速铣削具有工件温度低、切削力小、加工平稳、质量好、效率高（为普遍铣削加工的 5~10 倍）及可加工硬质材料（硬度不低于 HRC60）等诸多优点，因而在模具加工中日益受到重视。高速铣削机床（HSM）一般主要用于大、中型模具加工，如汽车覆盖件模具、变速箱体压铸模、大型注塑模等曲面加工，其加工精度可以达到 0.01 mm。

目前，国外高速加工机床主轴最高转速已经超过 100 000 r/min，快速进给速度可达到 120 m/min，换刀时间可减少到 1~2 s。

3. 模具设计逆向工程

逆向工程（Reverse Engineering, RE）也称反向工程或反求工程，是从现有的模型（产品样件、实物模型）经过一定的手段转化为概念模型和工程设计模型，如利用三坐标测量机测量的数据对产品进行数学模型重构，或者直接将这些离散数据拟合转化成 NC 程序进行数控加工而获取成品的过程，是对已有产品的再设计、再创造过程。

反向工程的几何实现过程，是从模型数字化的实现过程开始的，往往适对已有产品的仿制或做局部有限的改动，其难点和关键在于模型的重构技术。

- 对于规则几何体为主的产品，可采用手工测绘或利用一些辅助设备如三坐标测量仪、激光扫描仪等对几何关键点进行测量，得出产品的几何表达。
- 对于以不规则的自由曲面为主的产品，目前一般的方法是利用三坐标测量机对产品进行扫描，再借助 CAD/CAM 系统软件对扫描的点云数据进行处理，最后重构出满足一定几何精度的新产品的数学几何模型。

利用逆向工程技术可以充分吸收国外先进的设计制造成果，使我国的模具产品设计立于更高的起点，同时加速某些产品的国产化速度，在这方面逆向工程技术均起到不可替代的作用。

4. 模具材料及表面处理技术

模具材料是模具工业的基础，表面工程技术可在一定程度上使模具材料满足模具较高综合性能的要求。随着模具工业的快速发展，对模具材料的数量、质量、品种和性能等方面提出了更高更新的要求。模具工业要上水平，材料应用是关键。因选材和用料不当，致使模具过早失效，大约占失效模具的 45% 以上。在模具材料方面常用的冷作模具钢有 CrWMn、Cr12、Cr12MoV 和 W6Mo5Cr4V2，新型冷作模具钢有 65Nb、O12A1、CG-2、CD、GD、GM 等；常用新型热作模具钢有美国 H13、瑞典 QRO80M、QRO90SUPREME 等；常用塑料模具用钢有预硬钢（0-20、SM1B30）、时效硬化型钢（P21、PMS、SM2、日本 NAK55 等）、热处理硬化型钢（MnCrIV、日本 S-STAR、瑞典-胜百 S-136 等）、粉末模具钢（日本 DEX40 等）；多工位精度冲模硬质合金（YG120、YG25 等）以及钢结构硬质合金（TLMWO、GW50 等）。

在模具表面处理方面，主要趋势是由渗入单一元素向多元素共渗、复合渗（如 TD 法）发展；由一般扩散向 CVD、PVD、PCVD 离子渗入、离子注入等方向发展；可采用的镀膜有 TiC、TiN、TiCN、TiAlN、CrN、Cr7C3、W2C 等，同时热处理手段由大气热处理向真空热处理发展。但在整个模具设计制造水平和标准化程度上，与德国、美国、日本发达国家相比还存在相当大的差距。存在的问题和差距主要表现在下列 5 个方面：

- 总量供不应求。
- 企业组织结构、产品结构、技术结构和进出口结构都不合理。
- 模具产品工艺水平低许多，生产周期长。

- 开发能力较差, 经济效益欠佳。
- 与国际水平相比, 模具企业的管理落后。

5. 模具设计制造的一体化

计算机辅助设计、制造 (CAD/CAM) 一体化集成技术是现代模具制造中最先进最合理的生产方式。

使用计算机辅助设计、辅助制造系统, 按设计好的模具零件分别编制该零件的数控加工程序是从设计到制造的一个必然过程。该过程都是在 CAD/CAM 系统内进行的, 其加工程序直接由联机电缆输入加工机床, 在编制程序时可利用系统中的加工模拟功能, 将零件刀具、刀柄、夹具、平台及刀具移动路径等显示出来, 以检查程序编制的正确性。

总之在 CAD/CAM 系统内编制和模拟加工程序可以充分了解和发现问题, 从而在加工之前, 将整套加工程序做好完善、修改工作, 这对于高效、准确地加工模具零件有着相当重要的意义。

1.1.3 模具分类及应用特点

模具一般分为塑料模具、冲压模具、锻模和压铸模。下面将简略地介绍这些模具的分类和应用特点。

1. 塑料模具的分类及应用特点

塑料成型模具简称塑料模, 是指在塑料成型工艺中, 成型塑件用的模具。

塑料模具按材料可分为热塑性塑料模和热固性塑料模。其应用特点为:

- 热塑性塑料模是指热塑性的塑料成型塑件时用的模具。
- 热固性塑料模是指热固性的塑料成型塑件时用的模具。

而塑料模具按成型工艺可分为压缩模、压注模和注射模。其应用特点为:

- 压缩模借助加压和加热, 使直接放入型腔内的塑料熔融并固化成型所用的模具, 如图 1-1 所示。
- 压注模通过柱塞, 使在加料腔内受热塑化熔融的热固性塑料, 经浇注系统, 压入被加热的闭合型腔, 固化成形所用的模具, 如图 1-2 所示。

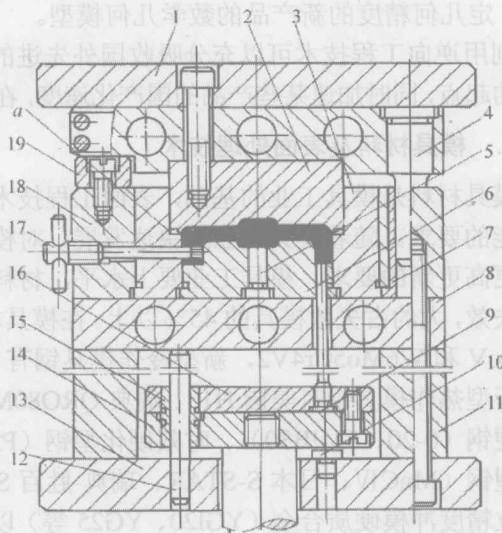


图 1-1 压缩模

1—定模板座; 2—型腔零件; 3—动模板; 4—导向柱;

5—定位销; 6—型芯零件; 7—导套; 8—支承板;

9—推杆; 10—推板导柱; 11—垫块; 12—支承柱;

13—动模板座; 14—推板; 15—复位弹簧; 16—推杆固定板;

17—侧型芯; 18—侧型芯座; 19—固定螺钉