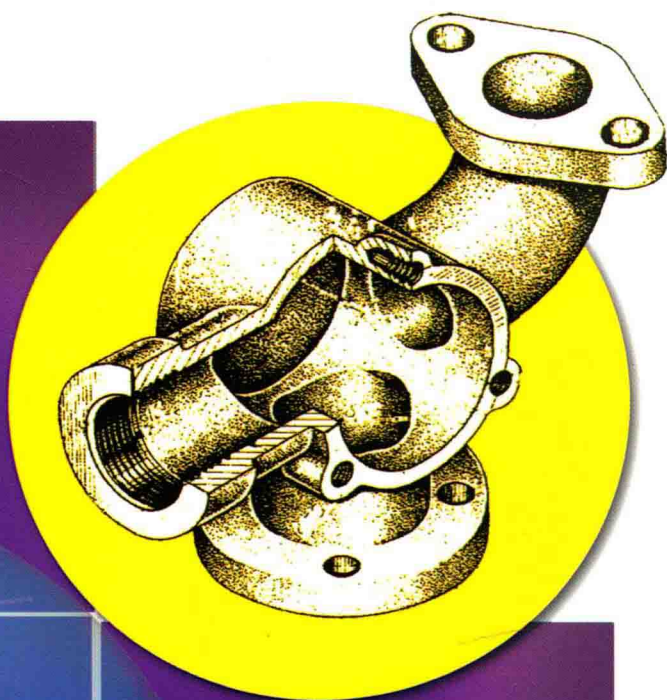




“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

CAXA 制造工程师 2013实例教程

刘颖◎编著



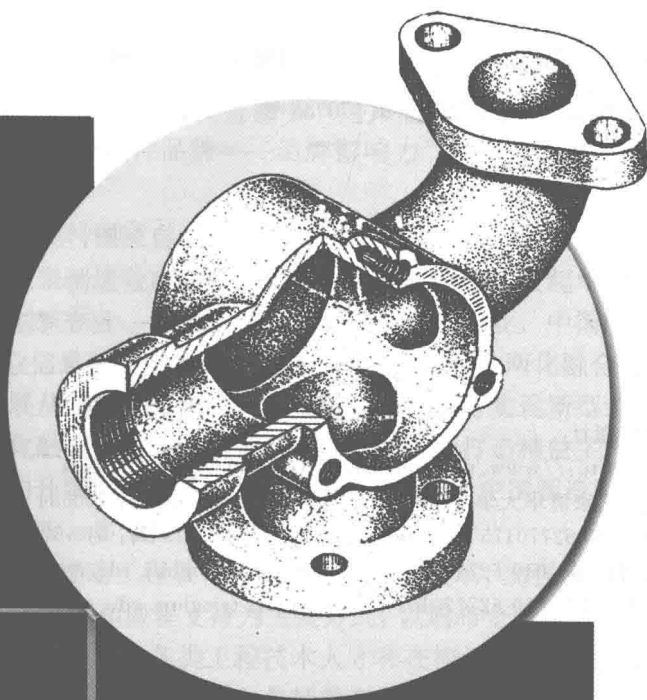
清华大学出版社



“十二五”职业教育国家规划教材
经全国职业教育教材审定委员会审定

CAXA 制造工程师 2013 实例教程

刘 颖◎编著



清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书以企业实际生产中各种典型机械零件的加工制造为例,详细讲解了 CAXA 制造工程师 2013 软件中各项功能的作用与操作方法、注意事项及应用技巧等,使读者迅速掌握使用 CAXA 制造工程师软件解决数控加工中实际问题的工作流程和具体步骤。注意将技能培训和思维开发相结合,为读者提供 CAXA 制造工程师 2013 软件应用于数控加工技术的全面训练和辅导。

本书内容包括:基本概念与基本操作,线架造型、曲面造型、几何变换和实体造型,加工基本知识和各种加工功能的应用与操作方法,综合实例,编程助手及应用。

本书可作为职业院校机械、数控、机电工程、模具、工业设计等相关专业的 CAD/CAM 技术应用课程教材,也可作为致力于学习 CAXA 制造工程师 2013 软件者的提高教程。

本书配有完整的 PPT 教学课件并赠送北京数码大方科技有限公司(CAXA)提供的 CAXA 制造工程师 2013 软件试用版,读者可到清华大学出版社网站(www.tup.com.cn)下载。

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

CAXA 制造工程师 2013 实例教程/刘颖主编. —北京:清华大学出版社,2015
ISBN 978-7-302-37432-9

I. ①C… II. ①刘… III. ①自动绘图-软件包-教材 IV. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 170785 号

责任编辑:钟志芳

封面设计:刘超

版式设计:文森时代

责任校对:赵丽杰

责任印制:何芊

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

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 装 者:北京密云胶印厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm

印 张:21.5

字 数:514 千字

版 次:2015 年 4 月第 1 版

印 次:2015 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~2400

定 价:42.00 元

产品编号:052805-01

序

北京数码大方科技股份有限公司（CAXA）是中国领先的工业软件和服务公司，主要提供数字化设计（CAD）、数字化制造（MES）、产品全生命周期管理（PLM）及工业云的产品和服务。数码大方是中国最大的 CAD 和 PLM 软件供应商，也是工业云服务的倡导者和领跑者。

数码大方始终坚持技术创新，自主研发二维、三维 CAD 和 PLM 平台，是最早从事此领域全国产化的软件公司，研发团队拥有多年专业经验积累，具有国际领先技术水平，在北京、南京和美国亚特兰大设有三个研发中心，拥有超过 150 项著作权、专利和专利申请，并参与多项国家 CAD、CAPP 等技术标准的定制工作。

数码大方拥有 8 个营销和服务中心，用户覆盖机械装备、汽车、电子电器、航空航天、教育等行业，包括徐工集团、西电集团、中国二重、东电、北汽福田、东风汽车、新飞电器、格力电器、沈飞等在内的 3 万家企业，以及包括清华大学、北京航空航天大学、北京理工大学等 3000 所知名大中专院校。

多年来公司一直坚持“一切以用户为中心”的技术和服务理念，重视用户体验，不断提升本土化服务能力，在各机构调查榜中“用户满意度”高达 74%，高于国内外其他品牌，并始终居于“工业软件品牌——品牌影响力”以及“工业软件品牌——用户关注度”第一的位置。

数码大方是首批中关村国家自主创新示范区创新型企业、中国工业软件产业发展联盟理事长单位、中关村未来制造业产业技术国际创新战略联盟的发起单位，曾先后荣获中关村最具发展潜力十佳创新企业、中国软件行业最具成长力企业、中国制造业信息化发展突出贡献奖、中国制造业信息化杰出本土供应商、中国机械行业两化融合推进贡献奖等荣誉。

中国制造业的发展从国家层面来说，是要通过两化融合实现新型工业化道路。从企业层面来说，要通过两化融合，发展成为数字化智能企业，打造精益生产、智能制造的数字化工厂，促进制造业的升级换代。要从“中国制造”走向“中国智造”，中国的制造业需要有技能、有知识的多层次、多方位的人才。

多年来，CAXA 坚持推动工程教育与职业技术教育改革、加强应用人才培养的“CAXA 教育培训计划”，以师资培训和课程支持为主要方式，以遍布全国的“CAXA 教育培训中心”为基本依托，面向社会开展针对各类工程技术人才和在校学生的职业技能培训。数码大方长期积极推进和支持全国各类技能竞赛，包括教育部全国大学生工程训练综合能力竞赛、全国职业院校技能大赛、中央实训基地建设（数控）、全国计算机辅助技术认证项目（CAXC），人社部全国数控技能大赛、世界技能大赛，全国总工会全国职工职业技能大赛等，为培养现代数字化设计制造工程技术的实用人才做出了积极贡献。在各类大赛中，数码大方还积极配合组委会提供赛场建设，包括赛场考试系统、赛场监控系统、教练管理系统、焊接检测系统、赛场技术支持等服务。

CAXA 在与学校的合作过程中,利用 CAXA 服务制造业企业的 CAD/CAPP/CAM/PLM 系统和实施经验,帮助学校建立与企业运行流程相一致的 CAXA 数字化设计制造教学平台,建立相应的满足企业需求的实验实训课程,并将企业对人才的需求传递到学校。此次清华大学出版社出版的这本《CAXA 制造工程师 2013 实例教程》,结合了很多优秀教师在实践应用环节的宝贵经验,内容新颖,实例丰富,由浅入深,可读性强,综合实例部分与实际结合紧密,通过学习,能培养读者的实际动手能力与自主创新能力。

中国正在大力鼓励自主创新,建设创新型国家,中国的制造业也将会发展成为拥有自主品牌、拥有自主知识产权的创新产品的制造业。相信《CAXA 制造工程师 2013 实例教程》一书的出版,必将会为我国 CAD/CAM 应用人才的培养和我国制造业信息化的发展做出新的贡献!

CAXA 数码大方

北京数码大方科技股份有限公司 (CAXA)

www.caxa.com

2014 年 9 月 15 日

前 言

装备强则国强。古往今来，国与国之争，实质是装备制造业之争。当前阶段，高端装备之争已上升为大国之间博弈的核心和不可或缺的利器。进入 21 世纪，全球产业格局正在调整，全球制造业的重点正在向亚太、向中国转移，我国正在成为全球最重要的制造业中心，制造强国渐行渐近。中国制造业的发展经历了 3 个发展阶段：一是加工阶段，二是制造中心阶段，三是创造阶段。目前正处于第三个阶段，此阶段的特点是工业化与信息化的融合。所以在这个大环境下，中国制造业从产品开发与设计到制造工艺都需要有技能、有知识、多层次、多方位的人才，需要大量掌握现代 CAD/CAM 技术的复合型人才。

目前，CAD/CAM 技术经过几十年的发展，先后走过大型机、小型机、工作站、微机时代，每个时代都有当时流行的 CAD/CAM 软件。现在，工作站和微机平台 CAD/CAM 软件已经占据主导地位，并且出现了一批比较优秀、比较流行的商业化软件。其中由北京数码大方科技股份有限公司（CAXA）开发的、具有完全自主知识产权的系列化软件，已经广泛应用在装备制造、电子电器、汽车及零部件、国防军工、工程建设、教育等行业。其主要模块有：CAXA 电子图板（全国制图员职业资格考试/全国 CAD 技能等级考试的指定考试软件）、CAXA 实体设计（国家科技部制造业信息化培训中心三维 CAD 认证培训的指定软件）和 CAXA 制造工程师（全部五届全国数控技能大赛指定 CAD/CAM 软件、全国职业院校技能大赛指定 CAD/CAM 软件）等。

作为 CAXA 系列软件之一的“CAXA 制造工程师”是具有卓越工艺性的 2~5 轴数控编程 CAM 软件，它能为数控加工提供从造型、设计到加工代码生成、加工仿真、代码校验以及实体仿真等全面数控加工解决方案，具有支持多 CPU 硬件平台、多任务轨迹计算及管理、多加工参数选择、多轴加工功能、多刀具类型支持、多轴实体仿真等六大先进综合性能。2013 年 5 月 13 日，CAXA 制造工程师 2013 版正式发布。2013 版的 CAXA 制造工程师在上一版的基础上，对原有功能做了增强和改进，特别是在 4 轴、5 轴加工技术方面由原来区区几项功能增加到了 23 项功能，真可称之为顶级的多轴加工技术，同时丰富了加工工艺，增加了多种刀具模型，更为突出的是新增了多轴仿真功能。

具有 Windows 原创风格、全中文界面的 CAXA 制造工程师 2013 软件和国外的一些 CAD/CAM 软件相比，更符合国内现代制造业工程技术人员的思维方式，易学实用，成本较低，完全能够满足对现代制造业中 CAD/CAM 从业人员职业技能培训的需求。现代制造业中 CAD/CAM 从业人员职业技能培训需要相应的培训教材。因此，开发既能适合企业对 CAD/CAM 高技能人才的岗位需求，又能结合当前各职业院校实际教学条件的 CAD/CAM 软件方面的课程教材成为当务之急。

本书的写作以现代制造业中 CAD/CAM 从业人员岗位技能需求为导向，以企业实际生产中的典型机械零件为主要实例来源，从内容的策划到实例的讲解全部由多年工作在教学一线的教师和企业的高级工程技术人员根据他们积累的教学体会和工作经验进行编写的，并结合所面向读者群的特点，详细介绍了国产 CAD/CAM 软件——CAXA 制造工程师 2013

各项功能的作用与操作方法、注意事项及技巧。为了使本书具有较强的针对性和实用性,编写中注意理论与实践的结合,本着“由难到易、由简到繁、再到综合应用”的原则,将全书分为5篇。第1篇 基本概念与基本操作,介绍软件的界面、基本概念与基本操作;第2篇 CAXA 三维造型,介绍线架造型、曲面造型、几何变换、实体造型方法及其实例应用;第3篇 数控加工,介绍数控加工基本知识及各种加工功能的应用与操作方法;第4篇 综合实例,通过两个实例介绍3D造型和数控加工功能的综合应用;第5篇 编程助手及应用。

本书由刘颖主编。辽宁机电职业技术学院王少岩、金华职业技术学院庄小龙、抚东机械厂刘军军、辽宁建筑职业学院吕众、辽宁石油化工大学职业技术学院鲁昌国、抚顺职业技术学院王俊、潍坊职业学院李海涛等也参与了本书部分内容的编写。

本书为北京数码大方科技有限公司(CAXA)指定教材。读者有任何技术方面的问题可与北京数码大方科技有限公司(CAXA)联系,电话:010-62490300,邮箱:support@caxa.com,或登录CAXA工业云/论坛咨询。

为方便教师的教学和学生的学习,我们特向购买本书的读者赠送北京数码大方科技股份有限公司(CAXA)提供的CAXA 制造工程师 2013 软件试用版和完整的教学课件(PPT),读者可以从清华大学出版社网站(www.tup.com.cn)下载或通过邮箱 thjd@163.com、QQ群 1662149404 索取。

北京数码大方科技股份有限公司(CAXA)市场部经理李溶冰以及邹小慧女士,CAXA 沈阳分部王素艳经理,抚顺职业技术学院机电工程系 2005 届毕业生任建红对本书的编写给予了很大的帮助,在此向他们表示诚挚的谢意!

由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,恳请广大同仁和读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 篇 基本概念与基本操作

第 1 章 CAXA 制造工程师 2013 概述.....	2
1.1 概述.....	2
1.2 功能介绍.....	2
1.2.1 造型——实体和曲面混合, 可视化设计理念.....	2
1.2.2 优质高效的数控加工.....	3
1.2.3 Windows 界面操作.....	4
1.2.4 丰富流行的数据接口.....	5
1.3 界面介绍.....	5
1.3.1 绘图区.....	6
1.3.2 主菜单.....	6
1.3.3 立即菜单.....	6
1.3.4 快捷菜单.....	6
1.3.5 对话框.....	7
1.3.6 工具栏.....	7
1.3.7 常用键.....	8
第 2 章 基本操作.....	11
2.1 文件管理.....	11
2.1.1 当前文件.....	11
2.1.2 文件格式类型.....	11
2.1.3 并入文件.....	12
2.1.4 样条输出.....	12
2.1.5 当前视图转存 IGES.....	12
2.1.6 保存图片.....	12
2.1.7 数据接口.....	13
2.1.8 CAXA 实体设计数据.....	15
2.2 编辑.....	15
2.2.1 隐藏.....	15
2.2.2 可见.....	15
2.2.3 层修改.....	15
2.2.4 颜色修改.....	16
2.2.5 编辑草图.....	16

2.2.6	修改特征	16
2.2.7	终止当前命令	16
2.3	显示	16
2.3.1	显示变换	16
2.3.2	轨迹显示	19
2.3.3	视向定位	20
2.3.4	显示工具栏	21
2.4	工具	22
2.4.1	坐标系	22
2.4.2	查询	24
2.4.3	点工具菜单	26
2.4.4	矢量工具	28
2.4.5	选择集拾取工具	28
2.5	设置	29
2.5.1	当前颜色	29
2.5.2	层设置	29
2.5.3	拾取过滤设置	30
2.5.4	系统设置	31
2.5.5	光源设置	33
2.5.6	材质设置	33
2.5.7	自定义	34

第 2 篇 CAXA 三维造型

第 3 章	线架造型	38
3.1	空间线架	38
3.1.1	空间线架的作用	38
3.1.2	空间点的输入	38
3.2	曲线生成	40
3.2.1	直线	40
3.2.2	圆弧	42
3.2.3	圆	43
3.2.4	矩形	43
3.2.5	椭圆	44
3.2.6	样条	44
3.2.7	点	45
3.2.8	公式曲线	45
3.2.9	多边形	46
3.2.10	二次曲线	47

3.2.11	等距线	47
3.2.12	曲线投影	48
3.2.13	相关线	48
3.2.14	样条→圆弧	48
3.2.15	文字	49
3.2.16	文字排列	50
3.2.17	图像矢量化	51
3.3	曲线编辑	51
3.3.1	曲线裁剪	52
3.3.2	曲线过渡	53
3.3.3	曲线打断	55
3.3.4	曲线组合	55
3.3.5	曲线拉伸	55
3.3.6	曲线优化	56
3.3.7	样条编辑	56
3.4	几何变换	56
3.4.1	平移	56
3.4.2	平面旋转	57
3.4.3	旋转	58
3.4.4	平面镜像	58
3.4.5	镜像	58
3.4.6	阵列	59
3.4.7	缩放	59
	课后练习	63
第4章	曲面造型	65
4.1	曲面生成	65
4.1.1	直纹面	65
4.1.2	旋转面	66
4.1.3	扫描面	67
4.1.4	等距面	67
4.1.5	导动面	68
4.1.6	平面	72
4.1.7	边界面	75
4.1.8	放样面	75
4.1.9	网格面	77
4.1.10	实体表面	78
4.2	曲面编辑	79
4.2.1	曲面裁剪	79

4.2.2	曲面过渡	82
4.2.3	曲面缝合	91
4.2.4	曲面拼接	92
4.2.5	曲面延伸	93
4.2.6	曲面优化	96
4.2.7	曲面重拟合	96
4.2.8	曲面正反面修改	96
4.2.9	查找异常曲面	98
4.3	曲面造型综合实例	98
	课后练习	102
第 5 章	特征实体造型	107
5.1	草图	107
5.1.1	确定基准平面	107
5.1.2	草图	108
5.2	特征造型	110
5.2.1	拉伸增料和拉伸除料	111
5.2.2	旋转增料和旋转除料	113
5.2.3	放样增料和放样除料	116
5.2.4	导动增料和导动除料	117
5.2.5	曲面加厚增料和曲面加厚除料	120
5.2.6	曲面裁剪除料	122
5.3	处理特征	122
5.3.1	过渡	123
5.3.2	倒角	124
5.3.3	打孔	125
5.3.4	拔模	125
5.3.5	抽壳	126
5.3.6	筋板	127
5.3.7	线性阵列	127
5.3.8	环形阵列	128
5.4	模具生成和实体布尔运算	132
5.4.1	缩放	132
5.4.2	型腔	133
5.4.3	分模	133
5.4.4	实体布尔运算	134
5.5	特征造型综合实例	135
5.5.1	连杆的特征造型	135
5.5.2	叶轮动模的造型	139

课后练习	148
------------	-----

第 3 篇 数控加工

第 6 章 数控加工基础	158
6.1 数控加工基本知识	158
6.1.1 数控加工概述	158
6.1.2 数控加工的基本概念	158
6.2 各种加工功能中通用加工参数设置	162
6.2.1 毛坯	162
6.2.2 起始点	163
6.2.3 刀具库	163
6.2.4 切削用量	164
6.2.5 坐标系	165
6.2.6 刀具参数	166
6.2.7 几何	167
第 7 章 加工功能介绍	168
7.1 宏加工	168
7.2 常用加工	171
7.2.1 平面区域粗加工	171
7.2.2 等高线粗加工	177
7.2.3 平面轮廓精加工	182
7.2.4 轮廓导动精加工	186
7.2.5 曲面轮廓精加工	187
7.2.6 曲面区域精加工	189
7.2.7 参数线精加工	190
7.2.8 投影线精加工	192
7.2.9 等高线精加工	193
7.2.10 扫描线精加工	198
7.2.11 平面精加工	201
7.2.12 笔式清根加工	203
7.2.13 曲线投影加工	205
7.2.14 三维偏置加工	208
7.2.15 轮廓偏置加工	211
7.2.16 投影加工	213
7.3 雕刻加工	216
7.3.1 图像浮雕加工	216
7.3.2 影像浮雕加工	217

7.3.3	曲面投影图像浮雕加工	219
7.4	其他加工	221
7.4.1	工艺钻孔设置	221
7.4.2	工艺钻孔加工	222
7.4.3	孔加工	224
7.4.4	G01 钻孔	225
7.4.5	铣螺纹加工	226
7.4.6	铣圆孔加工	227
7.5	知识加工	228
7.5.1	生成模板	228
7.5.2	应用模板	229
7.6	轨迹编辑	230
7.6.1	轨迹裁剪	230
7.6.2	轨迹反向	231
7.6.3	插入刀位点	232
7.6.4	删除刀位点	232
7.6.5	两刀位点间抬刀	233
7.6.6	清除抬刀	233
7.6.7	轨迹打断	234
7.6.8	轨迹连接	234
7.7	实体仿真	235
7.8	后置处理	237
7.8.1	生成 G 代码	237
7.8.2	校核 G 代码	238
7.8.3	后置设置	240
7.8.4	选项	241
7.9	工艺清单	241
7.9.1	工艺清单简介	241
7.9.2	制定模板	242
7.10	通信	246
7.10.1	发送	246
7.10.2	接收	246
7.10.3	设置	247
	课后练习	248

第 4 篇 综合实例

第 8 章	机头热锻件模具的 3D 设计与 NC 加工	260
8.1	机头热锻件的 3D 设计	261

8.1.1 机头热锻件三维实体造型分析	261
8.1.2 机头热锻件三维实体特征造型的具体步骤	262
8.2 机头热锻件模具的 NC 加工	278
第 9 章 叶轮动模造型与加工	282
9.1 叶轮动模造型	282
9.2 叶轮动模加工	282
9.2.1 孔加工	282
9.2.2 平面轮廓精加工 1	287
9.2.3 水道孔加工	289
9.2.4 平面轮廓精加工 2	289
9.2.5 平面轮廓精加工 3	291
9.2.6 等高线精加工	291
9.2.7 扫描线精加工	293
 第 5 篇 编程助手及应用 	
第 10 章 编程助手	296
10.1 文件	296
10.2 编辑	298
10.3 代码编辑	300
10.4 图形显示	304
10.5 仿真	305
10.6 机床通信	306
10.7 系统设置	308
10.8 编程助手应用实例	315
参考文献	327

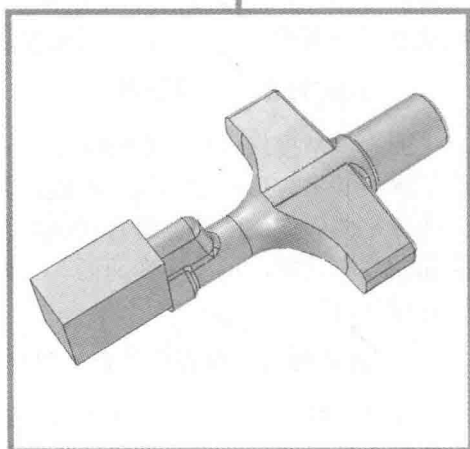
第 1 篇 基本概念与基本操作



本篇要点

📖 CAXA 制造工程师 2013 概述

📖 基本操作



第 1 章 CAXA 制造工程师 2013 概述

1.1 概 述

CAXA 制造工程师 2013 是在 Windows 环境下运行 CAD/CAM 一体化的、具有卓越工艺性的数控加工编程软件。此软件高效易学，为数控加工行业提供了从造型、设计到加工代码生成、加工仿真、代码校验等一体化的解决方案，是数控机床真正的“大脑”。

1.2 功能介绍

1.2.1 造型——实体和曲面混合，可视化设计理念

1. 方便的特征实体造型

实体造型主要有拉伸、旋转、导动、放样、倒角、圆角、打孔、筋板、拔模、分模等特征造型方式。通过造型方式可以将二维的草图轮廓快速生成三维实体模型，并提供多种构建基准平面的功能，用户可以根据已知条件构建各种基准面。

2. 强大的自由曲面造型

曲面造型提供多种 NURBS 曲面造型手段，可通过扫描、放样、旋转、导动、等距、边界网格等多种形式生成复杂曲面，并提供曲面线裁剪和面裁剪、曲面延伸、按照平均切矢或选定曲面切矢的曲面缝合功能以及多张曲面之间的拼接功能。另外，此软件提供强大的曲面过渡功能，可以实现两面、三面、系列面等曲面过渡方式，还可以实现等半径或变半径过渡。

3. 灵活的实体和曲面混合造型方法

系统支持实体与复杂曲面混合的造型方法，应用于复杂零件设计或模具设计。提供曲面裁剪实体功能、曲面加厚成实体、闭合曲面填充生成实体等功能。另外，系统还允许将实体的表面生成曲面供用户直接引用。

曲面和实体造型方法的完美结合，是 CAXA 制造工程师在 CAD 上的一个突出特点。对于每一个操作步骤，界面的提示区都有操作提示功能，不管是初学者或是具有丰富 CAD 经验的工程师，都可以根据软件的提示迅速掌握诀窍，设计出自己想要的零件模型。

如图 1-1、图 1-2 所示为用 CAXA 制造工程师 2013 生成的实体模型。



图 1-1 ME 生成的望远镜模型

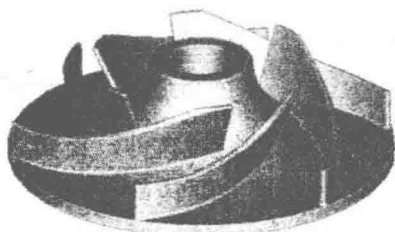


图 1-2 ME 生成的叶轮模型

1.2.2 优质高效的数控加工

CAXA 制造工程师 2013 支持高速切削工艺，能提高产品精度，减少代码数量，使加工质量和效率大大提高。

CAXA 制造工程师 2013 快速高效的加工功能涵盖了从 2 轴到 3 轴的数控铣床功能。4 轴和 5 轴加工的功能模块需另外单独购买，本书不介绍 4 轴和 5 轴加工的功能。

2 轴到 2.5 轴加工方式：可直接利用零件的轮廓曲线生成加工轨迹指令，而无需建立其三维模型；提供轮廓加工和区域加工功能，加工区域内允许有任意形状和数量的岛。可分别指定加工轮廓和岛的拔模斜度，自动进行分层加工。

3 轴加工方式：多样化的加工方式可以安排从粗加工、半精加工到精加工的加工工艺路线（如图 1-3 所示为等高线粗加工）。

对叶轮、叶片类零件，系统还提供专用的叶轮粗加工及叶轮精加工功能，可以实现对叶轮和叶片的整体加工（如图 1-4 所示为叶片的整体加工）。



图 1-3 等高线粗加工

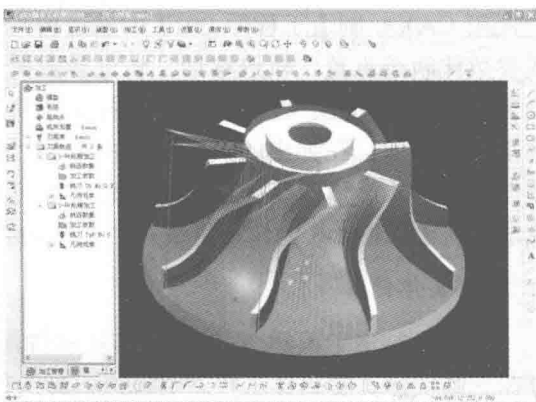


图 1-4 叶片的整体加工

1. 常用加工

常用加工提供两种粗加工方式，即平面区域粗加工和等高线粗加工；还提供 14 种精加工方式：平面轮廓精加工、轮廓导动精加工、曲面轮廓精加工、曲面区域精加工、参数线精加工、投影线精加工、等高线精加工、扫描线精加工、平面精加工、笔式清根加工、曲线投影加工、三维偏置加工、轮廓偏置加工、投影加工等。