

国家三维 CAD 认证培训指定教材

CAXA 大学

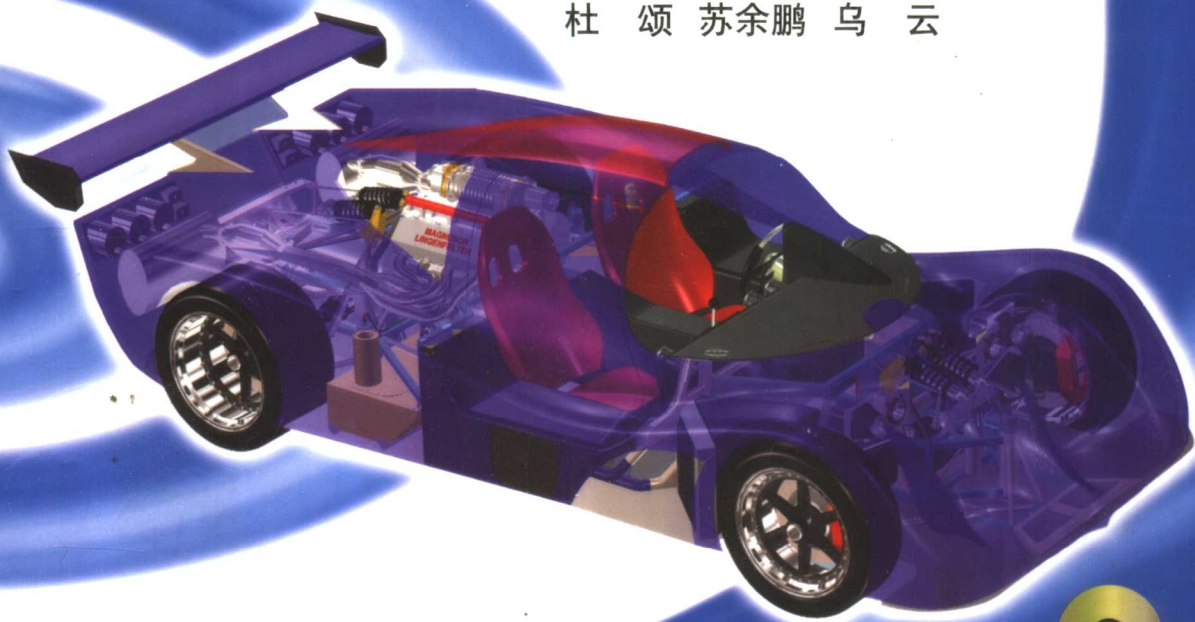
CAXA

创新三维CAD教程

主 编 尚凤武

编 著 鲁君尚 冯 涓 陆晓春 王秀凤

杜 颂 苏余鹏 乌 云



北京航空航天大学出版社

国家三维 CAD 认证培训指定教材

CAXA 大学

CAXA 创新三维 CAD 教程

主 编 尚凤武
编 著 鲁君尚 冯 涓 陆晓春 王秀凤
杜 颂 苏余鹏 乌 云

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书根据“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训教学与考核大纲”组织编写,并以 CAXA 三维实体设计软件为平台,结合编写组多位专家多年从事机械设计/制图教学以及三维 CAD 软件应用培训的丰富经验,突出概念与应用,通过大量实例,引导读者快速掌握现代三维 CAD 的创新设计理念和方法。

本书从计算机辅助设计(CAD)的角度阐述了现代三维 CAD 软件在产品创新设计中的应用思路和操作办法,内容包括:设计元素与三维图库,自由式与精确式三维操作工具;二维截面(草图)与特征生成;轴、盘、支架和箱体类基本零件设计;齿轮、轴承和紧固件等标准件借用;曲面设计、钣金设计和参数化等高级零件设计;装配设计;二维工程图生成;渲染与三维仿真动画设计;文件共享以及创新设计实例等。

本书配备光盘 1 张,内含与教材对应的助学/助教多媒体课件以及“CAXA 三维实体设计 2005 学习版”、“CAXA 电子图板 2005 企业版”软件等。

本书是“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训”指定教材。同时,也可作为各类大专院校机械设计与 CAD 专业的辅助教材以及工程技术人员和三维 CAD 爱好者的自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

CAXA 创新三维 CAD 教程/尚凤武等编著. —北京:北京航空航天大学出版社,2004. 11

ISBN 7-81077-536-7

I. C… II. 尚… III. 自动绘图—软件包, CAXA—教材 IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 086744 号

CAXA 创新三维 CAD 教程

主 编 尚凤武

编 著 鲁君尚 冯 涓 陆晓春 王秀凤

杜 頌 苏余鹏 乌 云

责任编辑 胡 敏

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(100083) 发行部电话:010-82317024 传真:010-82328026

http://www.buaapress.com.cn E mail: bhpress@263.net

涿州市新华印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:787×960 1/16 印张:29.5 字数:661 千字

2004 年 11 月第 1 版 2004 年 11 月第 1 次印刷 印数:5 000 册

ISBN 7-81077-536-7 定价:49.00 元(含光盘)

前 言

三维 CAD 是数字化设计制造的基础,推广应用三维 CAD 等现代设计制造技术,走新型工业化道路,已经成为当前设计制造行业的自觉行动,并且是大势所趋、迫在眉睫。

2003 年底,科技部国家制造业信息化培训中心会同中国 CAD 产业技术联盟共同启动了“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训”工作,并在全国分片区成功地举办了多期高级师资研修班,全国 30 个省市自治区 200 多家各类院校、中介服务机构与企事业单位近 500 位同志参加了培训和研讨,为三维 CAD 认证培训以及三维 CAD 应用推广探索了经验。与此同时,在 2004 年中期,教育部机械专业课程指导委员会也先后召开专门会议,正式将三维 CAD 纳入工科院校设计与图学类课程的教学大纲,从未来人才培养的高度为现代三维 CAD 技术的应用推广创造了条件。

推广应用现代三维 CAD,完成数字化/网络化设计制造的深刻革命,正如 20 世纪 90 年代席卷中华大地的“甩图板”浪潮一样向我们扑面而来。同时伴随信息化、全球化和中国制造业的快速崛起,这一浪潮将会比我们想像的要来得快得多、迅猛得多。

传统 CAD 主要针对产品二维工程图样的绘制与零件的 3D 建模,缺乏对产品创新和设计的足够关注和有效支持。例如,不能在装配环境下直接获得造型数据与信息进行结构设计,使得交互频繁、输入数据量大,造成操作步骤繁杂、不易学习等问题;不能将零件模型与装配模型直接关联,使得模型复杂且维护困难;不能有效地解决概念阶段的零部件布局、联结与配合关系定义等设计;缺乏符合国际、国家和行业标准的三维参数化标准件库的支持。这些个人的、孤立的和局部的应用特点,使 CAD 一度仅成为绘图的工具。

近几年 3D 技术、网络技术、数据库和电子商务等的飞速发展深刻影响了 CAD 的发展,新的制造方式,如分散化网络制造以及面向客户的大批量定制等也都对 CAD 系统提出了新的要求。目前,以产品创新、网络协同和应用集成为突出特征的面向行业与过程的三维数字化设计系统成为现代 CAD 的发展方向。现代三维 CAD 以产品生命周期中每一阶段的知识重用为基础,包括电子表格、手册、

公式和数据库,甚至包括一些简单的经验规则等,并借助于 WEB 技术与网络技术,在行业内实现设计资源的利用与共享;应用设计资源驱动几何建模,在保证产品质量的同时,大大缩短产品设计周期,并确保设计意图贯穿于产品开发的全生命周期。

近年来,我国快速成为全球最重要的制造基地之一,但是与全球制造业的发展相比,我国制造业还存在较大差距,最突出地表现为制造业企业的产品创新能力差、市场响应效率低、自主品牌实力弱、核心竞争力严重不足。以现代信息技术,首先是三维 CAD 技术全面改造和提升制造业的创新能力与竞争水平,就成为当前我国制造业发展的中心任务。

在国家“八五”、“九五”和“两 C”计划的推进下,中国 CAD 从无到有、从小到大、从弱到强,到得了长足的发展,不仅初步形成了像 CAXA 电子图板、开目 CAD、CAXA 三维实体设计、西工大 CAPP、CAXA 制造工程师和新模式 PDM 等许多优秀的自主知识产权 CAD/CAX 软件产品,而且紧贴中国企业应用、并积极引进国内外先进技术专利,在一些技术和产品构件上跑到了技术发展的前沿,成功地发挥了后发优势、实现了跨越式发展;不仅形成了 CAXA 等一批具有完整研发、营销、服务体系和较强市场竞争能力的 CAD/CAX 龙头企业,而且已经在全国制造业各个行业,包括航空航天、国防兵工、石油装备和工程机械等许多重大行业的重大企业中,得到了数十万套广泛的成功应用,已经在制造业信息化工程实践中担当起了重要角色。

2002 年,科技部在 863 计划重中之重的“三维 CAD 系统”项目上采用了全新的研发和产业化机制,由 CAXA 牵头,组织清华英泰、江苏数字化设计制造中心、浙江大学、武汉开目、武汉天喻、陕西省 CAD 中心(西工大)和上海宏正等国内 8 家 CAD 厂商联合承担,组建起了由 CAXA 牵头、多家合作、优势互补、资源共享、广泛参与的“中国制造业信息化 CAD 产业技术联盟”,初步形成了 CAD/CAX“中国军团”,在“做得出、卖得掉、用得上、千军万马”思想的指引下,在三维 CAD 研发、应用推广与产业化方面迈出了重要的一步。

CAXA 实体设计是通过联盟方式开发、具有领先水平的新一代创新三维 CAD 系统。它所代表的创新设计体系,是近 20 年来 CAD 技术发展的重大突破。它全新地诠释了未来 CAD 技术的发展方向,使 CAD 真正成为普及化的智能工具。

CAXA 实体设计为产品创新设计提供了强大的三维环境与方法,包括丰富的

三维图素、三维标准件库、开放的三维图库扩展功能以及灵活的三维图库调用机制,为从三维开始的产品创新设计建立了基础;鼠标拖放式操作、智能驱动手柄、智能捕捉、三维球和属性表等强大、灵活的三维空间的操作工具,使设计构形如同“搭积木”一样直观、简单、易行;自由设计与精确设计两种创新设计方法为在产品设计的不同阶段,提供了极大的灵活性与自由性,对于自由设计与精确设计的任意部分或任意阶段均可进行超越参数化的灵活编辑与修改,同时可以保留参数化的约束关系;提供了集产品概念设计、零件设计、装配设计、工程图生成、渲染、动画仿真以及设计协同与数据交换等功能于一体的完备三维创新设计环境,实现了产品三维创新设计的完整应用流程。CAXA 实体设计软件连续多次通过了科技部组织的三维 CAD 软件评测,并被指定为国家制造业信息化三维 CAD 认证培训指定的应用平台之一。

本书根据“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训教学与考核大纲”组织编写,并以 CAXA 三维实体设计软件为背景,结合编写组多位专家多年从事机械设计/制图教学以及三维 CAD 软件应用培训的丰富经验,从计算机辅助设计(CAD)的角度,阐述了现代三维 CAD 软件在产品创新设计中的应用思路和操作方法。

本书是“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训”指定教材,由国家制造业信息化培训中心三维 CAD 认证培训管理办公室(CAXA)组织编写。全书共 14 章,第 1 章介绍了三维 CAD 的应用与发展背景以及国家的相应政策;第 2、3 章是基础部分,包括实体设计的基本概念、基本方法、基本操作以及自定义智能图素设计方法;第 4、5、6、7、8 章为零件设计部分,包括基本零件、标准件、曲面零件、高级零件以及钣金零件等的设计方法;第 9 章介绍产品装配设计;第 10 章介绍二维工程图生成;第 11 章介绍渲染设计;第 12 章介绍动画生成方法;第 13 章介绍文件共享与协同管理;第 14 章以一个减速器为实例介绍使用 CAXA 实体设计系统进行创新设计的方法和步骤。

本书由尚风武担任主编。各章编写作者分别是:第 1 章由鲁君尚、田荣斌编写;第 2、3、10 章由尚风武、乌云编写;第 4、5 章由冯涓编写;第 6、7 章由陆晓春编写;第 8、9 章由王秀凤、苏余鹏编写;第 11、12 章由杜颂编写;第 13、14 章由鲁君尚、尚风武编写。全书由尚风武统稿。参与该书工作的还包括宋卫科、任霞、张贞阁、于鹏、张涛、范悦、邱建忠、王凤霞、刘伟、刘雅静、杨亚琴、杨国平、张杰、贺伟、章晓林、熊本俊等。对他们的辛苦工作表示感谢。

为了便于培训教学和学习,除了各章配有适量思考题以外,还单独编写了一

本“习题集”与本书一起使用。习题集以提出大量思考题和练习题的形式,进一步引导读者学习、掌握三维 CAD 的方法和技巧,帮助读者从不同角度理解软件的功能和设计方法。另外,该习题集也将作为“国家制造业信息化三维 CAD 认证培训”考核的题库使用。各地的培训基地可以此习题集为内容进行培训考核前的训练。

本书配备光盘 1 张,内含与教材对应的助学/助教多媒体课件以及“CAXA 三维实体设计 2005 学习版”、“CAXA 电子图板 2005 企业版”软件,为读者学习和培训机构的教师讲课提供参考和指导。

“CAXA 电子图板 2005 企业版”使用方法:双击运行可执行应用程序文件“setup.exe”或“autorun.exe”,按提示安装最新 CAXA 电子图板 2005 企业版软件。安装成功后,在桌面启动“CAXA 电子图板 2005(企业版)”,即可在演示模式下进行学习使用。本光盘所提供软件为教学版软件,安装过程中输入任意序列号即可;软件安装完成后可在演示模式下进行学习使用,但不能进行存盘、打印等有商业价值的应用。

《CAXA 三维实体设计 2005 学习版》使用方法:单击“setup.exe,”按提示安装“CAXA 实体设计 2005 学习版”;安装过程中输入任意序列号即可。“CAXA 实体设计 2005 学习版”使用有效期为 30 天。

由于时间仓促、水平有限,书中难免有不当之处,恳请广大培训教师和学员批评指正。

科技部国家制造业信息化中心
国家三维 CAD 认证管理办公室(CAXA)
CAXA 教材编写组
2004 年 7 月

目 录

第 1 章 迎接制造业信息化新时代

1.1 三维 CAD 与信息化设计制造技术的应用和发展	1
1.1.1 设计信息化	2
1.1.2 制造信息化	3
1.1.3 管理信息化	4
1.1.4 三维 CAD 是制造业信息化的基础	4
1.1.5 三维 CAD 的应用与发展	7
1.2 国家制造业信息化工程/MIE ...	8
1.2.1 制造业信息化工程的总体目标 ...	9
1.2.2 省市制造业信息化工程建设	10
1.2.3 制造业信息化工程关键技术产品研发及应用	11
1.2.4 国家制造业信息化三维 CAD 产品的研发与应用	13
1.2.5 国家制造业信息化三维 CAD 认证培训	15
1.3 国内外主要三维 CAD 软件与应用简介	16
1.4 CAXA 三维实体设计的创新设计思想与设计流程	28

第 2 章 CAXA 三维 CAD 创新设计基础

2.1 三维设计环境	33
2.1.1 三维设计环境的设定	33
2.1.2 设计环境窗口	36
2.2 设计元素	45

2.2.1 设计元素与设计元素库	45
2.2.2 标准设计元素与附加设计元素	47
2.3 标准智能图素	49
2.3.1 标准智能图素及其定位	49
2.3.2 智能图素的属性	51
2.3.3 图素形状的编辑	58
2.3.4 独特灵活的三维球工具	61
2.4 设计树、基准面和坐标系	68
2.4.1 设计树	68
2.4.2 基准面	72
2.4.3 坐标系	74
2.5 向导与视向	75
2.5.1 向导	75
2.5.2 视向	76
2.6 零件设计与装配设计	79
2.6.1 零件设计	79
2.6.2 装配设计	80
2.7 渲染与动画仿真	81
2.7.1 渲染	81
2.7.2 动画制作	81
2.7.3 两种设计方法	81

第 3 章 自定义智能图素的生成

3.1 二维截面设计环境	83
3.1.1 二维截面设计环境的设置	83
3.1.2 二维截面工具	89
3.2 二维截面轮廓的生成	98
3.2.1 为二维图素生成二维截面	98
3.2.2 为特征造型绘制二维截面	103

3.2.3	利用“投影 3D 边”工具生成二维截面	106
3.2.4	编辑投影生成的二维截面	107
3.3	生成自定义智能图素的方法	108
3.3.1	用拉伸特征生成自定义智能图素	109
3.3.2	用旋转特征生成自定义智能图素	112
3.3.3	用扫描特征生成自定义智能图素	114
3.3.4	用放样特征生成自定义智能图素	116
3.3.5	修复失败的截面	121
3.3.6	自定义智能图素的保存	122
3.4	三维文字	122
3.4.1	利用“文字向导”添加三维文字	123
3.4.2	从设计元素库中添加三维文字	124
3.4.3	编辑和删除三维文字	126
3.4.4	文字图素的包围盒	126
3.4.5	文字编辑状态和文字图素属性	127
3.4.6	“文字图素格式”工具条	127

第 4 章 基本零件设计

4.1	零件设计概述	129
4.1.1	零件设计的内容	129
4.1.2	构造零件的基本方法	129
4.2	图素的定位	130
4.2.1	三维球定位	130
4.2.2	智能尺寸定位	134
4.2.3	背景栅格定位	136
4.3	轴类零件设计	139
4.3.1	构造主体结构	139

4.3.2	构造退刀槽	141
4.3.3	倒直角	143
4.3.4	生成键槽	143
4.3.5	生成花键	145
4.4	盘盖类零件设计	148
4.4.1	构造主体结构	148
4.4.2	生成销孔	150
4.4.3	构造均匀分布的阶梯孔	151
4.4.4	构造砂轮越程槽	152
4.5	支架类零件设计	153
4.5.1	构造底板和圆筒	154
4.5.2	构造支撑板	155
4.5.3	构造肋板	156
4.5.4	构造凸台	157
4.5.5	构造铸造圆角	159
4.6	箱壳类零件设计	160
4.6.1	构造箱体	161
4.6.2	构造底板	162
4.6.3	补全其他结构	163
4.6.4	显示内部结构	166
4.7	保存零件与设计环境	167
4.7.1	将零件保存到设计元素库中	167
4.7.2	将零件保存在文件中	168
4.7.3	把整个设计环境保存在设计元素 库中	168
4.7.4	将设计环境保存到文件中	169

第 5 章 标准件以及高级图素的应用

5.1	孔与螺纹孔的生成	170
5.1.1	生成一个孔	170
5.1.2	自定义孔	170
5.1.3	生成多个相同的孔	172
5.2	紧固件	175
5.3	齿 轮	177

5.4	轴 承	178
5.5	弹 簧	179
5.6	构造螺纹	180
5.6.1	构造外螺纹	180
5.6.2	构造内螺纹	182
5.7	利用表面重构属性生成自定义图案	183
5.8	修改零件的面和边	185
5.8.1	直接表面因素	185
5.8.2	表面移动	186
5.8.3	表面匹配	188
5.8.4	表面等距	189
5.8.5	删除表面	190
5.8.6	编辑表面半径	190

第 6 章 曲面零件设计

6.1	3D 曲线的生成与编辑	192
6.1.1	平面曲线生成 3D 曲线	192
6.1.2	3D 曲线生成工具	193
6.1.3	生成 3D 曲线	194
6.1.4	编辑 3D 曲线	195
6.2	特殊曲线的生成	197
6.2.1	等参数线	198
6.2.2	曲面交线	199
6.2.3	投影线	200
6.2.4	公式曲线	202
6.3	直纹面	204
6.3.1	直纹面的概念	204
6.3.2	“直纹面”工具条	205
6.3.3	生成直纹面	205
6.3.4	编辑直纹面	206
6.3.5	由直纹面生成曲线	207
6.4	旋转面	208
6.4.1	旋转面的概念	208

6.4.2	“旋转面”工具条	208
6.4.3	生成旋转面	208
6.4.4	编辑旋转面	209
6.4.5	由旋转面生成曲线和曲面	210
6.5	放样面	211
6.5.1	放样面的概念	211
6.5.2	“放样面”工具条	211
6.5.3	生成放样面	211
6.5.4	编辑放样面	212
6.5.5	由放样面生成曲线和曲面	213
6.5.6	编辑放样设计中的截面	213
6.5.7	编辑放样实体或者曲面	214
6.6	导动面	215
6.6.1	导动面的概念	215
6.6.2	“导动面”工具条	216
6.6.3	生成导动面	217
6.6.4	编辑导动面	219
6.7	边界面	220
6.7.1	边界面的概念	220
6.7.2	“边界面”工具条	220
6.7.3	生成边界面	221
6.7.4	编辑边界面	222
6.7.5	由边界面生成曲线	222
6.8	网格面	222
6.8.1	网格面的概念	222
6.8.2	“网格面”工具条	222
6.8.3	生成网格面	223
6.8.4	编辑网格面	224
6.8.5	由网格面生成曲线和曲面	224
6.9	曲面过渡	224
6.9.1	曲面过渡的概念	224
6.9.2	两面过渡	224
6.10	曲面延伸	226
6.10.1	曲面延伸的概念	226

6.10.2 长度延伸	226
6.10.3 比例延伸	227
6.11 鼠标表面设计	227

第 7 章 高级零件设计

7.1 布尔运算	231
7.1.1 布尔运算的概念和作用	231
7.1.2 布尔运算设置	232
7.1.3 增料	233
7.1.4 除料	233
7.1.5 重新设定除料零件的尺寸	235
7.1.6 新零件在设计元素库中的保存	235
7.2 智能标注	236
7.2.1 智能标注的概念与作用	236
7.2.2 各种智能尺寸的使用方法	237
7.2.3 智能标注的属性以及其他应用	241
7.2.4 对除料的圆形添加智能标注	243
7.2.5 智能标注定位	244
7.2.6 智能标注定位	245
7.2.7 利用参数表确定智能标注的值	246
7.3 参数设计	246
7.3.1 参数表	246
7.3.2 参数类型	248
7.3.3 参数表的访问状态	249
7.3.4 编辑参数	251
7.3.5 表达式	252
7.3.6 参数在零件设计中的应用	254
7.3.7 注意事项	258
7.4 零件分割	260
7.4.1 零件分割的概念	260
7.4.2 零件分割	260

7.4.3 特别说明	263
7.5 物理特性计算	264
7.6 零件属性表	265
7.6.1 零件属性表的概念和作用	265
7.6.2 常规属性	265
7.6.3 包围盒属性	267
7.6.4 定位锚属性	267
7.6.5 位置属性	268
7.6.6 材料属性	269
7.6.7 WWW 定位属性	269
7.6.8 渲染属性	269
7.6.9 交互属性	270
7.6.10 定制属性	271

第 8 章 钣金零件设计

8.1 钣金图素及其属性	272
8.1.1 钣金设计图素	272
8.1.2 钣金设计图素的属性	274
8.2 钣金件设计	275
8.2.1 钣金图素的应用	277
8.2.2 钣金图素的编辑	288
8.2.3 钣金件设计工具表	294
8.3 钣金件裁剪	294
8.4 钣金件展开	295

第 9 章 装配设计

9.1 零部件的插入和连接	299
9.2 三维球装配	300
9.2.1 虎钳装配件的组成	302
9.2.2 孔类零件的三维球定向与定位	303
9.2.3 轴类零件的三维球定向与定位	307

9.2.4 板类零件的三维球定向与定位	308
9.3 无约束装配与约束装配	310
9.3.1 插入零件、建立装配关系	311
9.3.2 轴套与主轴之间的定位装配 ...	312
9.3.3 衬套在支撑垫的定位装配	314
9.3.4 将“垫”组件装配在轴上	315
9.3.5 主齿轮和键的装配	318
9.4 干涉检查	322
9.4.1 干涉检查的方法	322
9.4.2 执行干涉检查	322
9.5 装配剖视	324
9.6 装配分解(爆炸)	327
9.7 装配属性与 BOM 生成	329
9.8 文件保存	331
9.8.1 保存文件的方式	331
9.8.2 保存文件的操作方法	331

第 10 章 二维工程图的生成

10.1 二维绘图环境	335
10.1.1 生成二维绘图环境	335
10.1.2 二维绘图环境的构成	337
10.1.3 从实体设计到二维工程图	342
10.2 二维工程图的视图	344
10.2.1 生成视图	344
10.2.2 生成剖视图	349
10.2.3 截断视图	351
10.2.4 轴测图	353
10.2.5 视图的选项菜单及视图定位	354
10.3 工程图标注	357
10.4 视图更新	359
10.4.1 激活设计环境	359
10.4.2 更新工程布局图	360

10.4.3 失去关联的标注	360
10.4.4 从二维工程图到三维设计的修改	360
10.4.5 保存工程图文件	361
10.5 绘图模板定义	361
10.5.1 打开工程图模板	362
10.5.2 调整图纸尺寸及方向	363
10.5.3 图层的操作	364
10.5.4 修改默认属性	364
10.5.5 保存模板文件	364
10.6 生成钣金件的工程布局图	364
10.7 工程图的交流共享	366
10.7.1 由 CAXA 电子图板输出图纸	366
10.7.2 直接输出 dxf、dwg 格式图纸	366

第 11 章 渲染设计

11.1 智能渲染元素的应用	368
11.1.1 渲染元素的种类	368
11.1.2 渲染元素的使用方法	369
11.1.3 复制与转移渲染元素属性	369
11.1.4 移动和编辑渲染元素	370
11.2 智能渲染属性	371
11.2.1 颜色	371
11.2.2 光亮度	372
11.2.3 透明度	373
11.2.4 凸痕	374
11.2.5 反射	375
11.2.6 贴图	376
11.2.7 散射	377
11.3 智能渲染向导	379
11.4 设计环境渲染	382
11.4.1 背景	382

11.4.2	渲染	383
11.4.3	雾化	385
11.4.4	视向	386
11.4.5	曝光设置	387
11.5	光源与光照	388
11.5.1	光源	389
11.5.2	光源设置	389
11.5.3	光照调整	391
11.6	输出图像	393

第 12 章 动画设计

12.1	智能动画设计元素的应用	397
12.1.1	智能动画设计元素	397
12.1.2	简单动画设计	397
12.1.3	智能动画编辑器	398
12.1.4	设计环境动画	400
12.2	自定义动画路径	401
12.2.1	用智能动画向导设计动画	401
12.2.2	自定义动画路径	402
12.2.3	调整动画方位与旋转	404
12.2.4	旋转动画路径	405
12.3	光源动画	406
12.4	视向动画	406
12.5	动画设计实例	407
12.6	机构仿真动画设计	411
12.6.1	等臂四连杆机构仿真动画设计	411
12.6.2	不等臂四连杆机构仿真动画设计	412
12.6.3	摆杆机构仿真动画设计	413

12.6.4	活塞机构仿真动画设计	415
12.7	输出动画	417
12.7.1	输出动画文件	417
12.7.2	输出动画图片	418

第 13 章 协同设计

13.1	多内核与数据接口	420
13.1.1	选择与切换实体内核	420
13.1.2	数据接口	422
13.2	协同设计	427
13.2.1	产品的设计流程	428
13.2.2	工艺解决方案	429
13.2.3	制造解决方案	430

第 14 章 三维创新设计综合实例

14.1	设计需求确认	432
14.2	概念与方案设计	432
14.3	典型设计借用	433
14.4	零件结构设计与虚拟装配	434
14.4.1	齿轮及输入、输出轴设计	435
14.4.2	箱体设计	440
14.4.3	箱盖设计	442
14.4.5	减速器装配与分解	444
14.5	干涉检查	445
14.6	生成 BOM 表和设计树	446
14.7	建立图库	447
14.8	生成工程图	448

附录 教学与考核大纲

参考文献

1.1.1 设计信息化

信息化设计实现了产品设计手段与设计过程的数字化和智能化,缩短了产品开发周期,提高了企业的产品创新能力。信息化设计包括产品数字化设计与过程数字化设计,前者的对象是产品,而后者的对象则是产品的制造过程。数字化、网络化设计是制造业信息化的基础之一,也是应用最广泛、研究最深入以及效益最显著的领域。目前的发展方向与特点大致可以概括为智能化、虚拟化和标准化。

1. 智能化

智能设计应用三维 CAD、虚拟设计等现代信息技术,模拟人类的思维活动,提高计算机的智能水平,使计算机更多、更好地承担设计过程中各种复杂任务,使之成为设计人员的重要辅助工具。智能设计包括设计过程的再认识、设计知识的表达、多专家系统协同技术、再设计与自学习机制、多种推理机制的综合应用和智能化人机接口等,智能设计不仅能够有效地支持产品的创新设计,并且已经在实际中得到了越来越广泛的应用。

2. 虚拟化

虚拟设计/制造技术是计算机图形学、人工智能、计算机网络、信息处理、计算机仿真技术、机械设计与制造等技术综合发展的产物。虚拟设计/制造技术包括基于三维 CAD 等所创建的虚拟环境中人机交互技术、虚拟环境中产品设计技术、虚拟产品结构性能分析技术、虚拟环境中装配设计与评价技术、虚拟环境中产品可加工性分析、面向设计与制造的智能虚拟环境、分布式虚拟设计与制造平台开发、虚拟产品设计软件工具集、虚拟产品工程分析软件工具集和虚拟产品评价软件工具集等。

美国波音公司在波音 777 和波音 737-800 两种机型的研制过程中,采用并行工程和虚拟设计/制造等方法,组建集成产品开发团队(IPT),采用并行产品定义(CPD)和 100% 的数字化预装配,大量使用三维 CAD/CAM 技术,实现了无图纸设计。其中,波音 777 飞机仅用了 3 年 8 个月就一次性试飞成功。洛克希德导弹与空间公司(LMSC)采用并行工程和虚拟设计/制造的方法,改进产品开发流程、实现信息集成与共享,并组织综合的产品开发团队,从而使新型导弹的开发周期由原来的 5 年缩短到了 24 个月,缩短研制周期 60%。德国戴姆勒-克莱斯勒公司和法国雷诺公司的轿车、NFT Ericsson 公司的军用雷达、法国 Alcatel Espace 公司的卫星设备和德国西门子公司的雷达设备等都采用了虚拟设计/制造方法,使产品开发周期缩短了 30%~60%,成本降低了 15%~30%。

3. 标准化

为了实现设计资源的共享,国际上对与产品开发和设计有关的标准化技术进行了深入研究,其中最重要的是由国际标准化组织(ISO)颁布的关于产品数据表达与交换标准 STEP(ISO10303)以及零件库标准(ISO13584)。这两个系列标准将对制造业信息化产生比较重要的影响。

1.1.2 制造信息化

信息化制造装备的广泛应用,大幅度地提高了企业生产效率、提高了产品质量与档次、缩短了生产周期、提高了企业的市场竞争能力,不仅开辟了机械制造柔性自动化的新纪元,而且引发了制造工艺与装备的革命,导致了生产方式、管理体制、产品结构和产业结构的改变。

1. 先进制造工艺

高速、高效加工技术的广泛应用大大提高了现代加工效率。例如,某飞机薄壁零件在普通铣床上加工需要 8 h,在普及型加工中心只用 30 min,而利用高速铣床加工仅需 3 min。此外,数控机床的换刀时间(<1 s)和工件交换时间都在进一步缩短,加之采用新型刀具材料后,可以使数控机床的切削能力越来越强,这些因素都使数控机床加工效率越来越高。目前,世界上许多汽车制造厂,包括我国的上海通用汽车公司,已经以高速加工中心组成的生产线部分替代了原有的组合机床。

2. 先进制造装备

对三维曲面零件及复杂箱体点位加工的实现推动了三轴联动数控机床的广泛应用。而一台五轴联动机床的效率大致相当于两台三轴联动机床,特别是使用立方氮化硼等超硬材料铣刀对淬硬钢零件进行高速铣削时,五轴联动加工可以比三轴联动加工发挥更高的效率。

数控装备的网络化极大地满足了生产线、制造系统乃至制造企业对信息集成的需求,也是实现敏捷制造、虚拟企业和全球制造等制造模式的基础单元。国内外一些著名数控机床和数控系统制造公司近年都推出了相关概念及样机,如日本山崎马扎克(Mazak)公司的“Cyber Production Center”(智能生产控制中心,简称CPC)、日本大隈(Okuma)机床公司的“IT plaza”(信息技术广场,简称“IT广场”)、德国西门子(Siemens)公司的“Open Manufacturing Environment”(开放制造环境,简称“OME”)以及国内CAXA的“网络DNC系统”等,充分反映了数控机床向网络化方向发展的趋势。

可重构制造系统(Reconfigurable Manufacturing System,简称RMS)是一种能按市场需求变化和系统规划需求,以子系统、模块或组元重排(重新组态)、形态变化、更替、剪裁、嵌套

和革新等手段,重复利用和更新系统的组态、子系统或模块的制造方式。美国国家研究委员会(NRC)在《2020年制造挑战预测》一书中认定,RMS为未来20年十大关键技术之首。

1.1.3 管理信息化

信息化管理是信息化设计与制造的延伸与发展,也是企业信息化系统与数字化、网络化设计与制造系统的结合。通过包括产品设计、制造数据在内的企业内外部信息的集中、积累、共享、优化、利用、开发和管理等,从根本上提高企业经营效率,并对多变的全球市场做出迅速响应。

1. 知识管理

知识管理是知识经济时代的特征。知识管理的目标是企业知识的识别、获取、开发、分解、储存和传递,从而使企业的每个员工在最大限度地贡献出知识的同时,也能尽可能地分享他人的知识。《财富》杂志排名的世界前1000家大企业中,有52%的企业已经在实施知识管理项目。

2. 产品全生命周期管理 (PLM)

产品全生命周期管理(PLM)是以产品为核心、以产品设计/制造数据为基础、以产品全生命周期服务为理念的基于数字化和网络化的现代制造企业管理系统和组织方式。近两年全球制造业发展迅速、IT应用不断深入和成熟,制造企业信息化的应用已经从局部和单元的CAD/CAM应用迅速延伸发展,PLM市场快速形成,成为继ERP之后企业信息化纵深发展的主要方向。近年来,IBM、EDS、SAP和CAXA等国内外面向制造业的主要IT服务商都纷纷推出了PLM,推动了PLM的应用和发展。图1-2表示了现代数字化网络化设计制造与PLM的关系。

目前,国内外越来越多的企业已纷纷开始布局和实施自己的PLM战略,并首先将重点集中在与产品制造直接相关的设计、工艺和制造等环节。2000年,美国洛克希德-马丁公司提出了F-22飞机研制的虚拟工厂概念,打通了从设计、生产到管理的全数字化信息流。2001年该公司采用PLM,为完成美国联合攻击战斗机(JSF)研制和采购项目,构建了全球虚拟企业,在整个飞机的生命周期内很好地保证了跨地区、跨企业的协同设计、协同制造和维护过程。

1.1.4 三维CAD是制造业信息化的基础

产品是制造业的核心,产品的设计、制造数据是整个制造业数字化、网络化和信息化的基础。