

普通高等教育“十二五”规划教材

Creo Parametric 2.0

机械设计案例教程

孙江宏 康志强 编著



本书特色：

- 一线教学、科研、工程专家孙江宏、康志强编著
- 每个实例都来自于工程实践，针对性强
- 内容丰富实用、语言通俗易懂，层次清晰严谨
- 为那些具有建模需求却没有专业知识的一般读者而写



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

普通高等教育“十二五”规划教材

Creo Parametric 2.0 机械设计 案例教程

孙江宏 康志强 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书注重从实用角度出发,循序渐进,用大量的工程实践问题作为机械设计操作实例,有针对性地引导读者逐步掌握 Creo Parametric 的特点及具体应用,使读者在学习理论知识后自己理解程序,达到切实掌握的目的。

全书分为三部分,其中设计起航篇主要介绍计算机辅助设计与 Creo Parametric 的对应关系、Creo 的模块及机械设计的对应关系、零件设计和特征的基本概念,以及 Creo 的用户界面、文件管理等基本操作;操作进阶篇主要介绍轮廓草绘、基准特征和三维实体的建模与编辑以及多个效率工具;专业实战篇按照机械零件的结构特点,介绍了 5 类基本零件,分别是轴套类零件、轮盘类零件、叉架类零件、箱体类零件和复杂零件,以及一些常用零部件的建模与装配,并最终生成工程图。

本书的主要读者群是机械类与近机类专业大中专院校学生以及工程技术人员,还可以作为广大计算机辅助设计人员自学 Creo Parametric 的参考资料。

本书配有电子教案和源文件,读者可以从中国水利水电出版社网站和万水书苑免费下载,网址为: <http://www.waterpub.com.cn/softdown/>和 <http://www.wsbookshow.com>。

图书在版编目(CIP)数据

Creo Parametric 2.0 机械设计案例教程 / 孙江宏,
康志强编著. — 北京:中国水利水电出版社, 2013.11
普通高等教育“十二五”规划教材
ISBN 978-7-5170-1345-7

I. ①C… II. ①孙… ②康… III. ①机械设计—计算
机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第257412号

策划编辑:雷顺加/周春元 责任编辑:陈洁 加工编辑:刘晶平 封面设计:李佳

书 名	普通高等教育“十二五”规划教材 Creo Parametric 2.0 机械设计案例教程
作 者	孙江宏 康志强 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: mchannel@263.net (万水) sales@waterpub.com.cn
经 售	电话: (010) 68367658 (发行部)、82562819 (万水) 北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643、68545874 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	北京万水电子信息有限公司
印 刷	北京蓝空印刷厂
规 格	184mm×240mm 16 开本 27 印张 626 千字
版 次	2013 年 11 月第 1 版 2013 年 11 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	48.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社发行部负责调换

版权所有·侵权必究

前言

Creo Parametric 是 PTC 公司推出的 CAD/CAM 集成软件,它的内容广泛而深入,涉及平面制图、三维造型、虚拟装配、工业标准交互传输等。这些内容每个部分都可以独立应用,并有各自的技术特点。它的最大优势就是三维模型和参数化。正是由于其设计思想先进,所以一经推出,就占据了广大的三维建模市场,成为业内翘楚。Creo Parametric 的功能强大,它的模块分配非常明确,我们在组织本书的过程中,对 Creo Parametric 进行了综合比较,对其常用功能进行了总结。在讲解过程中,注重从教学角度出发,循序渐进,引导读者逐步掌握该软件的特点和具体应用。

本书试图用典型机械零件的创建方法来解释 Creo Parametric 建模的奥秘。在此,笔者并非想给出关于建模问题的直截了当的答案。我倒希望能够如此,但是目前似乎太困难了。当然,某些类似的书籍中似乎认为已经解决了这一问题,但对笔者而言,他们的解释并不完全具有科学性。往往会造成读者按照讲解逐步做没有问题,但是当独自建立一个全新模型的时候却无从下手。这里笔者想做的是勾画出建模意识的本质,并提出一些如何用分析方法来研究这一问题的建议。我将要提出的是一个建模策略,而不是一个充分发展的理论。笔者想要让读者知道的是,当看某个几何体时,在头脑中究竟发生什么样的印象和想法。

某些读者也许会发现这种思维方法有点令人失望,因为这里没有所谓的“技巧”或“独门秘籍”。实际上,要想轻松地建立一个模型,仅仅靠技巧是不可能赢得效率的,还需要拥有经过长期训练后能进行有效分析的敏感和直觉,制定出合理快捷的方案,然后才能有效完成工作。这个道理同样适合于解决科学难题。

本书是为那些具有建模需求却没有专业知识的一般读者而写的。这意味着必须用相对简单的术语去解释关于建模的方方面面。即便如此,某些读者仍会发现本书的某些部分难以理解。对此,我想说:不要因为某些细节和复杂性而泄气。再坚持一下,或者干脆只是浏览一下这些难懂的章节,大致的意思一般是很容易懂的。

本书主要分为 3 个部分。

第一部分为设计启航篇,分为两章,分别介绍了计算机辅助设计与 Creo Parametric 的对应关系,Creo Parametric 的模块及与机械设计的对应关系;零件设计和特征的基本概念;Creo Parametric 用户界面、文件管理、视图管理、模型与特征、工作环境设置等。

第二篇为操作进阶篇,分为三章,分别介绍了零件设计和特征的基本概念,轮廓草绘、基准特征和三维实体的建模与编辑,并介绍了多个效率工具。

第三篇为专业实战篇,按照机械零件的结构特点,分 5 类基本零件:轴套类零件、轮盘类零件、叉架类

零件、箱体类零件和复杂零件，另外还讲解了一些常用零部件，包括齿轮、弹簧等，讲解了机械设计中的典型零件建模与装配，并最终生成工程图。

每个实例都来自于工程实践，是机械设计人员经常遇到的问题，所以针对性强。具体讲解分任务概述、难点分析、操作步骤、修饰处理等部分，其间穿插各种提示，帮助读者总结操作经验。

在本书的讲解过程中，一直按照纯粹的三维参数化造型方式来介绍 Creo Parametric，而没有介绍柔性建模技术。这是因为对于典型机械零部件而言，该项技术并不常用。在学习的过程中，需要读者从头做起，从基础教程方式开始学习。读者可以以节为单位，先读一遍内容，然后从每节提供的实例中进行学习，勤动手，多思考，举一反三，方能学好该软件。

本书的阅读对象是工程技术人员以及大中专 CAD 研究和设计人员，尤其适合于进行课程设计等常规学习任务的机械与近机类专业学生。

全书内容丰富实用、语言通俗易懂，层次清晰严谨，可作为广大计算机技术爱好者自学 Creo Parametric 技术的参考资料。

本书主要由孙江宏、康志强编著。其他参加编写工作的人员还有张万民、毕首权、马向辰、于美云、许九成、赵维海、魏德亮、赵洁、朱存铃、罗琨等，在此一并表示感谢。

虽然经过数月的努力和辛勤劳动完成了本书，但是由于水平所限，难免有疏漏之处，敬请读者不吝指教。如果读者有问题，请通过 E-mail 地址 278796059@qq.com 联系。我们也会在适当时间进行修订和补充。

编者

2013 年 8 月

II

目 录

前言

第 1 篇 设计启航篇

第 1 章 参数化与直接建模	1
1.1 CAD 技术的发展及应用	1
1.1.1 CAD 技术的发展历程	1
1.1.2 三维 CAD 技术的技术历程	2
1.1.3 常用 CAD 系统及其特点	4
1.1.4 CAD 系统的基本组成与选型	7
1.2 直接建模设计	9
1.3 Creo 的发展及 Creo Parametric 功能	11
1.3.1 Creo 的发展历程	11
1.3.2 Creo Parametric 的功能	13
1.4 零件建模方法、准则与启动	15
1.4.1 三维造型方法与准则	15
1.4.2 设计准则及方法	16
第 2 章 Creo Parametric 用户界面	17
2.1 启动与用户界面	17
2.1.1 启动与退出	17
2.1.2 用户界面	18
2.2 文件与工作目录管理	21
2.2.1 文件格式	21
2.2.2 工作目录设置	23
2.2.3 文件新建与打开	24
2.2.4 文件保存与备份	25

2.2.5 文件拭除与删除	25
2.3 视图管理	28
2.3.1 模型的显示处理	28
2.3.2 模型的显示模式设置	30
2.3.3 视图的保存与切换	31
2.4 工作环境设置	33
2.4.1 显示设置	33
2.4.2 定制屏幕	34
2.4.3 选项设置	35
2.4.4 快速访问工具栏设置	36
2.5 模型分析	37
2.5.1 测量	37
2.5.2 模型分析	38
2.5.3 几何分析	38

第 2 篇 操作进阶篇

第 3 章 草图绘制	40
3.1 草绘环境与准备	40
3.1.1 草图绘制环境	40
3.1.2 草图绘制准备工作	41
3.2 草图绘制	44
3.3 草图标注	55
3.4 草图约束	59
3.5 草图编辑	62

第4章 基准特征	67
4.1 基准特征基本知识	67
4.2 基准平面	69
4.2.1 基准平面的基本知识	69
4.2.2 建立基准平面的方法	70
4.2.3 产生基准平面的操作实例	72
4.3 基准轴	80
4.3.1 基准轴的基本知识	80
4.3.2 建立基准轴的方法	81
4.3.3 产生基准轴的操作实例	82
4.4 基准点	85
4.4.1 基准点的基本知识	85
4.4.2 建立基准点的方法	86
4.4.3 产生基准点的操作实例	87
4.5 基准曲线	90
4.5.1 基准曲线的基本知识	90
4.5.2 建立基准曲线的方法	90
4.5.3 产生基准曲线的操作实例	94
4.6 基准坐标系	95
4.6.1 基准坐标系的基本知识	95
4.6.2 建立基准坐标系的方法	96
4.6.3 产生基准坐标系的操作实例	96
第5章 三维实体的创建与编辑	99
5.1 拉伸特征	99
5.2 旋转特征	102
5.3 筋与壳特征	105
5.3.1 筋特征操作	105
5.3.2 壳特征操作	108
5.4 孔特征	109
5.4.1 孔特征的类型	109
5.4.2 孔特征的设置项	110
5.5 扫描	114
5.5.1 扫描特征	115
5.5.2 螺旋扫描特征	117
5.6 混合	118

5.6.1 模型分析	119
5.6.2 建模步骤	119
5.6.3 混合特征的基本形式	121
5.7 旋转混合特征	122
5.7.1 旋转混合特征的基本形式	123
5.7.2 建模步骤	124
5.8 扫描混合特征	125
5.9 倒角与倒圆角特征	127
5.9.1 倒圆角特征	127
5.9.2 倒角特征	131
5.10 特征复制与镜像	135
5.10.1 特征复制的基本知识	135
5.10.2 选择性特征复制	135
5.10.3 镜像	137
5.10.4 特征的删除	138
5.11 阵列特征与处理	138
5.11.1 特征阵列的基本知识	138
5.11.2 特征阵列的选项	140
5.11.3 矩形阵列与环形阵列	143
5.11.4 特征阵列的删除	144
5.12 层	146
5.13 关系	147
5.14 用户自定义特征	150
5.15 族表	153

第3篇 专业实战篇

第6章 轴套类零件设计	156
6.1 轴套类零件结构特点和表达方法	156
6.2 顶尖套筒设计	157
6.2.1 设计思路与方法	157
6.2.2 设计过程	158
6.3 手柄设计	172
6.3.1 设计思路与方法	173
6.3.2 设计过程	173
6.4 传动轴设计	178

6.4.1 设计思路与方法	178	8.5.2 设计过程	268
6.4.2 设计过程	179	8.6 托架设计	275
6.5 曲轴设计	185	8.6.1 设计思路与方法	275
6.5.1 设计思路与方法	185	8.6.2 设计过程	276
6.5.2 设计过程	185	第9章 箱体类零件设计	287
第7章 轮盘类零件设计	204	9.1 箱体类零件结构特点和表达方法	287
7.1 轮盘类零件结构特点和表达方法	204	9.2 上箱体外形特征	288
7.2 箱盖设计	205	9.2.1 特征分析与造型方式	288
7.2.1 设计思路与方法	205	9.2.2 设计过程	289
7.2.2 设计过程	205	9.3 下箱体外形特征	309
7.3 泵盖设计	215	9.3.1 特征分析与造型方式	309
7.3.1 设计思路与方法	216	9.3.2 设计过程	310
7.3.2 设计过程	216	第10章 常见零件及标准件库	323
7.4 观察孔顶盖设计	226	10.1 直齿圆柱齿轮设计	323
7.4.1 设计思路与方法	226	10.1.1 设计思路与方法	323
7.4.2 设计过程	227	10.1.2 齿轮建模的操作步骤	325
7.5 手轮设计	231	10.2 起重螺杆	335
7.5.1 设计思路与方法	232	10.2.1 模型结构分析	335
7.5.2 设计过程	232	10.2.2 具体操作步骤	336
7.6 端盖	239	10.3 弹簧设计	343
7.6.1 设计思路与方法	239	10.3.1 设计思路与方法	343
7.6.2 设计过程	240	10.3.2 设计过程	344
第8章 叉架类零件设计	245	10.4 创建标准件库	348
8.1 叉架类零件结构特点和表达方法	245	10.4.1 建立零件库	348
8.2 工字钢设计	246	10.4.2 验证子零件	353
8.2.1 设计思路与方法	246	10.4.3 预览子零件	354
8.2.2 设计过程	246	10.4.4 复制子零件	355
8.3 曲柄连杆设计	250	10.4.5 删除子零件	356
8.3.1 设计思路与方法	250	10.4.6 锁定子零件	356
8.3.2 设计过程	251	10.4.7 打开子零件	356
8.4 拨叉设计1	256	10.4.8 产生加速文件	357
8.4.1 设计思路与方法	256	第11章 装配	359
8.4.2 设计过程	257	11.1 装配概述	359
8.5 拨叉设计2	267	11.1.1 装配方式	359
8.5.1 设计思路与方法	267	11.1.2 装配步骤与环境	360

11.1.3 创建装配零件.....	362	12.1.2 工程图模板设置.....	389
11.2 放置约束与移动元件.....	362	12.1.3 插入常规视图.....	392
11.2.1 组合元件显示.....	362	12.2 工程图环境设置与基本操作.....	395
11.2.2 约束设置.....	364	12.2.1 工程图环境设置.....	395
11.2.3 移动元件.....	368	12.2.2 视图基本操作.....	397
11.3 装配修改.....	369	12.3 创建各种视图表达零件.....	399
11.3.1 在零件模式中进行修改.....	369	12.3.1 剖视图.....	399
11.3.2 在装配模式中修改.....	370	12.3.2 辅助视图、详细视图与旋转视图.....	405
11.4 分解视图.....	371	12.4 尺寸标注与注释.....	410
11.4.1 分解位置.....	371	12.4.1 尺寸标注.....	410
11.4.2 保存分解视图.....	374	12.4.2 插入几何公差.....	413
11.5 实例操作.....	375	12.4.3 插入注解.....	414
11.5.1 手刹.....	375	12.5 装配体工程图.....	416
11.5.2 摊铺机补料器.....	383	12.5.1 装配体工程图的创建与编辑.....	416
第 12 章 工程图.....	388	12.5.2 装配体工程图报表.....	418
12.1 工程图概述.....	388	参考文献.....	423
12.1.1 三视图基础.....	388		

参数化与直接建模

本章介绍计算机辅助设计的发展及系统组成，讲述了参数化设计与设计意图，并分析了 Pro/Engineer 的模块与工程设计关系等。

1.1 CAD 技术的发展及应用

1.1.1 CAD 技术的发展历程

计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）是一种将人和计算机的最佳特性结合起来以辅助进行产品的设计与分析的技术，是综合了计算机与工程设计方法的最新发展而形成的一门新兴学科。它的产生和不断发展，对工业生产、工程设计、科学研究等领域的技术进步和发展产生了巨大影响。

计算机辅助设计技术萌芽于 20 世纪 50 年代后期，是现代产品设计中使用广泛的设计方法和手段，也是一门多学科综合应用技术，包括设计、绘图、工程分析与文档制作等活动。经过 50 多年的发展，CAD 技术及系统的应用已经广泛深入到国民经济的大多数设计和生产领域，从其诞生至今，主要经历了 3 个发展阶段。

（1）第一阶段——CAD 专用系统阶段。在 CAD 系统诞生初期，CAD 系统价格相对昂贵，其研究和应用的范围非常狭窄，仅有经费充足的企业单位才有能力购置开发，而且相互之间基本封闭，所以其典型特点是用途单一、通用性差。

（2）第二阶段——CAD 通用系统阶段。从 20 世纪 60 年代末期，开始有商业化的 CAD 系统不断推出，各大公司的专用系统也逐步进入市场。由于技术上的限制，刚开始都只提供简单的二维绘图功能，进入 20 世纪 70 年代以后逐步扩展为三维线框、曲面、实体造型和特征造型等功能。这

类系统典型特点是通用性强,只考虑到普通应用,面向所有用户,并以成套系统的方式交付,但是无法满足用户特殊的专业需求。

(3) 第三阶段——CAD 支撑系统阶段。进入 20 世纪 90 年代以后,计算机辅助设计技术已经广泛应用于产品生命周期的各个阶段,CAD 系统不再以信息孤岛的形式存在,而是积极与 CAM、CAE、CAPP 等其他计算机辅助系统紧密协作,共同构成了综合性应用环境,可以说,CAD 系统集成已经成为 CAD 系统发展的主要趋势。集成化的基础就在于建立一个合适的 CAD 支撑平台,因此,20 世纪 90 年代以后涌现出一批 CAD 支撑系统,已有的商业系统也纷纷向支撑系统转型。其最典型的特点是模块化,并按照用户需求提供单独的模块,从而适应用户变化的需求和满足个性化用户定制的要求。

1.1.2 三维 CAD 技术的技术历程

自从 CAD 技术发展以来,到今天的广泛应用,此间经历了五次大的技术性革新,今天就处于第四次和第五次技术转型期间,且以第三代技术为主。按照其具体顺序,现分别介绍如下。

基本的发展情况如图 1-1 所示。

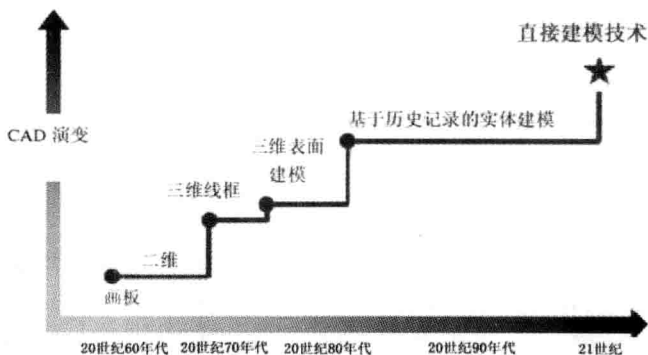


图 1-1 CAD 技术演变过程

1. 三维线框系统

20 世纪 60 年代开始,人们将注意力转向了三维造型方面,原来的二维图形技术仍然在大踏步发展,出现的三维 CAD 系统只是简单的线框式系统,只能表达基本的几何信息,而不能有效表达几何数据间的拓扑关系。由于线框之间除了交点之外没有任何联系,所以缺乏形体的表面信息,因此造成 CAE 及 CAM 等与质量等信息相关的技术均无法实现。但是相比之下,该技术已经从理念上跨出了一大步。

2. 曲面造型系统

进入 20 世纪 70 年代,飞机和汽车工业蓬勃发展,在其制造过程中遇到了大量的自由曲面问题,在当时只能用多截面视图和特征纬线的方式来表达。由于三视图方法表达的不完整性以及工业上应用需求的推动,法国人提出了贝塞尔算法,为计算机处理曲线及曲面问题提供了坚实的理论基础。

法国达索飞机制造公司基于贝塞尔算法, 开发出以表面模型为特点的三维造型系统 CATIA, 从而标志着计算机辅助设计技术突破了单纯模仿工程图纸三视图的模式, 首次实现完整描述产品零件的主要信息, 使得 CAM 技术有了实现基础。

3. 实体造型技术

20 世纪 80 年代初, 尽管曲面造型系统解决了 CAM 问题, 但由于表面模型只能表达形体表面信息, 难以准确表达零件的物理特性, 如质量、重心、惯性矩等, 所以无法进行 CAE 前处理。基于对 CAD/CAE 一体化技术发展的探索, 1979 年 SDRC 公司发布了世界上第一个完全基于实体造型技术的大型 CAD/CAE 软件——I-DEAS。由于实体造型技术能够精确表达零件的全部属性, 在理论上有助于统一 CAD/CAE/CAM 的模型表达, 代表着未来 CAD 技术的发展方向。

实体造型技术带来了算法改进和未来发展希望的同时, 也带来了数据计算量的极度膨胀。在当时的硬件条件下, 由于实体造型的计算及显示速度很慢, 且以实体模型为基础的 CAE 技术本身普及面窄, 实体造型技术没能在整个行业迅速推广。但在此后 10 年里, 实体造型技术又逐渐为众多 CAD 系统所采用。其中, CV 公司最先在曲面算法上取得突破, 计算速度提高很大, 并提出集成各种软件为企业提供全方位解决的思路, 另外, 采取了将软件运行平台向价格较低的小型机转移等有利措施, 一举成为 CAD 领域的领导者。此时的造型技术都属于无约束自由造型。

4. 参数化技术

进入 20 世纪 80 年代中期, CV 公司内部提出了一种比无约束自由造型更新颖、更好的算法——参数化实体造型方法, 这种算法主要有基于特征、全尺寸约束、全数据相关、尺寸驱动设计修改等特点。由于设计理念上的冲突, 策划参数化技术的人员单独成立了参数化技术公司 (Parametric Technology Corp, PTC), 开始研制名为 Pro/Engineer 的参数化软件, 并第一次实现了尺寸驱动零件设计修改。

在刚开始技术未成熟的条件下, PTC 瞄准了中低档市场, 迎合了众多中小企业在 CAD 上的需求, 一举取得成功。进入 20 世纪 90 年代, 参数化技术逐渐成熟, 充分体现出其在通用件、零部件设计上的优势。PTC 在先行挤占了低端市场外, 逐渐进入高端 CAD 市场, 与 CATIA、CV、UG 等传统公司进行竞争。目前, PTC 在 CAD 市场份额排名已名列前茅。可以说, 参数化技术的应用主导了 CAD 发展史上的第四次技术革命。

5. 变量化技术

参数化技术的成功应用, 使许多传统软件厂商纷纷采用, 如 CATIA、CV、UG、EDCLID 等。但是, 由于重新开发一套完全参数化的造型系统将花费很大的人力和财力, 因此他们采用的参数化系统基本上是在原有非参数化模型基础上进行局部、小块修补。这并不是真正意义上的参数化, 所以他们均称这种技术为复合建模技术。这样的系统在参数化和非参数化两方面都不占优势, 系统整体竞争力不高, 只能依靠某些实用性模块的特殊能力来增强竞争力。

另外, 参数化技术有许多不足: 首先, 全尺寸约束的硬性规定干扰和制约着设计者创造力和想象力的发挥; 其次, 如在设计中关键的拓扑关系发生改变, 失去了某些约束特征也会造成系统数据混乱。

基于以上两个原因, SDRC 开发人员提出了一种更为先进的实体造型技术——变量化技术, 作

为今后的开发方向。变量化技术既保持了参数化技术的原有优点,同时又克服了它的许多不足之处。它的成功应用,为 CAD 技术的发展提供了更大的空间和机遇。这也促成了 SDRC 公司营业额的增长。目前, I-DEAS 已经与 UG 合并,更加增强了其竞争优势。

从我国目前的应用现状看,以 Pro/Engineer 为首的参数化设计技术占据着主导地位,并且还在迅速膨胀,其发展势头犹如 AutoCAD 刚刚进入中国一样。随着变量化技术的逐步扩展和完善,预计不久的将来,变量化技术将会进入新的应用时期。

6. 同步建模技术

同步建模也称为直接建模,其真正意义的问世是在 2008 年 4 月 22 日, Siemens PLM Software 在汉诺威工业博览会上举办的全球媒体和分析师大会上正式发布了该项技术,引起业内的广泛关注。同步建模技术把约束驱动技术与直接建模完美地结合在一起,可谓是数字化开发领域的一项重大突破,一时被称为 CAD 领域的又一次革命。

同步建模技术的最大创新在于成就了对基于特征的参数建模和基于特征的非参数建模的完美兼容。实际上,每种建模方式都有各自的优缺点,传统的参数化建模按序列把规则应用于几何图形,虽然可以自动完成设计意图的变更,但却无法解决计划之外的工程变更,设计人员必须重新计算在构造历史记录模块的情况下创建一致的特征;无参数建模则以一种不受约束的方式集中处理几何图形,但由于技术的限制,往往牺牲了系统智能和设计意图。而同步建模技术则融合了基于特征的参数建模和基于特征的非参数建模,具备八大建模优势:特征树型结构变为特征集、在无约束模型上进行受控编辑、在参数约束模型上进行编辑、父/子结构、尺寸方向控制、程序特征、模型创建以及快速进行“假设”变更。

同步建模技术兼具几大优点:突破了基于历史的建模系统所固有的系统架构所产生的障碍。该技术具有识别当前几何体状态的功能,实时分析确认定位隶属关系,不必从编辑的角度对模型进行传统的完全重建,即可实现模型的变更。根据模型的不同复杂程度和编辑历史的长短,用户就能获得显著的性能提升。

1.1.3 常用 CAD 系统及其特点

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、比较流行的商品化软件。

1. 国外软件

(1) Unigraphics(UG)与 I-DEAS。

UG 是 UGS 公司的拳头产品。该公司首次突破传统 CAD/CAM 模式,为用户提供了一个全面的产品建模系统。在 UG 中,优越的参数化和变量化技术与传统的实体、线框和表面功能结合在一起,并被大多数 CAD/CAM 软件厂商所采用。

UG 最早应用于美国麦道飞机公司,它是从二维绘图、数控加工编程、曲面造型等功能发展起来的软件。20 世纪 90 年代初,美国通用汽车公司选中 UG 作为全公司的 CAD/CAE/CAM/CIM 主

导系统,这进一步推动了UG的发展。

I-DEAS 是美国 SDRC 公司开发的 CAD/CAM 软件。该公司是国际上著名的机械 CAD/CAE/CAM 公司,在全球范围享有盛誉,国外许多著名公司,如波音、索尼、三星、现代、福特等公司均是 SDRC 公司的大客户和合作伙伴。

I-DEAS 在 CAD/CAE 一体化技术方面一直雄居世界榜首,软件内含诸如结构分析、热力分析、优化设计、耐久性分析等真正提高产品性能的高级分析功能。

SDRC 也是全球最大的专业 CAM 软件生产厂商。I-DEASCAMAND 是 CAM 行业的顶级产品。I-DEASCAMAND 可以方便地仿真刀具及机床的运动,可以从简单的 2 轴、2.5 轴到 7 轴 5 联动方式来加工极为复杂的工件表面,并可以对数控加工过程进行自动控制和优化。

由于目前两个软件的合并,都集成在 UGS PLM Solutions 中,所以集中了两方面的开发技术人员,便于发挥各自的技术优势,从而保证了其市场占有率。

(2) SOLIDEDGE。

SOLIDEDGE 是真正 Windows 软件。它不是将工作站软件生硬地搬到 Windows 平台上,而是充分利用 Windows 的先进技术 COM 重写代码。SOLIDEDGE 与 Microsoft Office 兼容,与 Windows 的 OLE 技术兼容,这使得设计师们在使用 CAD 系统时,能够进行 Windows 文字处理、电子报表、数据库操作等。

SOLIDEDGE 是基于参数和特征实体造型的新一代机械设计 CAD 系统,它是为设计人员专门开发、易于理解和操作的实体造型系统。

(3) AutoCAD。

AutoCAD 是 Autodesk 公司的主导产品,是当今最流行的二维绘图软件,它在二维绘图领域拥有广泛的用户群。AutoCAD 有强大的二维功能,如绘图、编辑、剖面线和图案绘制、尺寸标注及二次开发等功能,同时有部分三维功能。AutoCAD 提供 AutoLISP、ADS、ARX 作为二次开发的工具。在许多实际应用领域(如机械、建筑、电子)中,一些软件开发商在 AutoCAD 的基础上已开发出许多符合实际应用的软件。

在我国,平面出图基本上都是以 AutoCAD 为主。

(4) SolidWorks。

SolidWorks 是生信国际有限公司推出的基于 Windows 的机械设计软件。它是以 Windows 为平台,以 SolidWorks 为核心的各种应用的集成,包括结构分析、运动分析、工程数据管理和数控加工等。SolidWorks 是全参数化特征造型软件,它可以十分方便地实现复杂的三维零件实体造型、复杂装配和生成工程图。

(5) Cimatron。

Cimatron 系统是以色列 Cimatron 公司的 CAD/CAM/PDM 产品,是较早年在微机平台上实现三维 CAD/CAM 全功能的系统。该系统提供了比较灵活的用户界面,优良的三维造型、工程绘图,全面的数控加工,各种通用、专用数据接口及集成化的产品数据管理。主要在国际上的模具制造业备受欢迎。

(6) Creo Parametric。

Creo Parametric 软件是在美国参数技术公司(简称 PTC)的产品 Pro/Engineer 以及 Creo CoCreate 产品整合后推出的新产品。它集成了原来 Pro/Engineer 系统的单一数据库、参数化、基于特征、全相关的概念,并有机地与直接建模技术结合起来,成为一个新的软件平台,必将带动 CAD 领域的大力发展。

2. 国内软件

目前,国内 CAD 软件在经过了一段时间的发展后,也逐渐走入正轨,并伴随着中国特色而各自占据了自己的领域,发挥着越来越大的作用。

(1) 高华(同方)CAD。

高华 CAD 是由北京高华计算机有限公司推出的 CAD 产品,包括计算机辅助绘图支撑系统 GHDrafting、机械设计及绘图系统 GHMDS、工艺设计系统 GHCAPP、三维几何造型系统 GHGEMS、产品数据管理系统 GHPDMS 及自动数控编程系统 GHCAM。其中 GHMDS 是基于参数化设计的 CAD/CAE/CAM 集成系统,它具有全程导航、图形绘制、明细表处理、全约束参数化设计、参数化图素拼装、尺寸标注、标准件库、图像编辑等功能模块。

(2) CAXA 电子图板和 CAXA 制造工程师。

CAXA 电子图板和 CAXA 制造工程师软件的开发与销售单位是北京北航海尔软件有限公司(原北京航空航天大学华正软件研究所)。CAXA 电子图板是一套高效、方便、智能化的通用中文设计绘图软件,可帮助设计人员进行零件图、装配图、工艺图表、平面包装的设计,适合所有需要二维绘图的场合,使设计人员可以把精力集中在设计构思上,彻底甩掉图板,满足现代企业快速设计、绘图、信息电子化的要求。

CAXA 制造工程师是面向机械制造业的自主开发的、中文界面、三维复杂型面 CAD/CAM 软件。

(3) GS-CAD。

GS-CAD 是浙江大天电子信息工程有限公司开发的基于特征的参数化造型系统。GS-CAD98 是一个具有完全自主版权、基于微机、中文 Windows 平台的三维 CAD 系统。该软件参照 SolidWorks 的用户界面风格及主要功能开发完成,实现了三维零件设计与装配设计,工程图生成的全程关联,在任一模块中所做的变更,在其他模块中都能自动地做出相应变更。

(4) 金银花系统。

金银花系统是由广州红地技术有限公司开发的基于 STEP 标准的 CAD/CAM 系统。主要应用于机械产品设计和制造中,可以实现设计/制造一体化和自动化。该软件起点高,以制造业最高国际标准 ISO-10303 (STEP) 为系统设计的依据。该软件采用面向对象的技术,使用先进的实体建模、参数化特征造型、二维和三维一体化、SDAI 标准数据存取接口的技术;具备机械产品设计、工艺规划设计和数控加工程序自动生成等功能;同时还具有多种标准数据接口,如 STEP、DXF 等;支持产品数据管理(PDM)。

(5) 开目 CAD。

开目 CAD 是华中理工大学机械学院开发的具有自主知识产权的基于微机平台的 CAD 和图纸管理

软件,它面向工程实际,模拟人的设计绘图思路,操作简便,机械绘图效率比 AutoCAD 高得多。开目 CAD 支持多种几何约束种类及多视图同时驱动,具有局部参数化的功能,能够处理设计中的过约束和欠约束的情况。开目 CAD 实现了 CAD、CAPP、CAM 的集成,适合我国设计人员的习惯,是全国 CAD 应用工程主推产品之一。

如表 1-1 所示,可以看到目前主流产品的技术特点。

表 1-1 主流产品的技术特点

CAD 软件建模技术表			
软件	建模技术	是否有直接建模技术	直接建模相似技术
PTC	参数化	CoCreate	动态建模
NX	参数化	是	同步技术
CATIA	参数化	无	功能模型模块
Solidworks	参数化	无	
Inventor	参数化	无	
CAXA	参数化	是	特征式/拖拽式建模
SpaceClaim	直接建模	是	完全直接建模

1.1.4 CAD 系统的基本组成与选型

1. 系统的形式

按硬件组成并结合计算机技术的发展历程,CAD 系统一般可分为 4 类:大(中)型机系统、工作站系统、微机系统和基于网络的微机工作站系统。

(1) 大(中)型机系统。

这类系统以一台大(中)型计算机为中心,采用分时操作系统集中支持几十个甚至上百个 CAD 终端运行。通常具有高速、大容量的内存和外存,可配置高精度、高速度、大幅面的图形输入/输出设备,通常用于运行规模较大的支撑软件或自行开发的大型应用软件,可以进行复杂的 CAD 工作。

主机系统主要用于支持复杂的工程设计和科学计算,如少数的研究机构或飞机、汽车、船舶等超大型企业。主机系统在 20 世纪 70 年代较为流行,现在使用者较少。

(2) 工作站系统。

工作站包括工程工作站和图形工作站,是为满足用户在工程和图形图像处理上的专业需求和克服原有大(中)型计算机由于其系统庞大,不能适应工程和图形处理中灵活多变的缺点而研制的专用计算机。

由于工作站具有便于逐步投资、逐步发展等优点,因而受到了用户的广泛欢迎。目前,大多数高端 CAD 支撑软件和应用软件主要以工程工作站为运行平台。

(3) 微机系统。

微机 CAD 系统以 32 位或 64 位超级微机作为主机,并配有高分辨率图形显示系统、大幅面绘图仪、高容量硬盘等 CAD 必备硬件,从而保证了 CAD 作业的顺利进行。

基于微机的 CAD 系统主要用于绘制二维工程图和一些简单的三维设计。随着微机运算和图形处理性能的迅速提高,许多过去只能在工作站上运行的著名高端 CAD 支撑软件,如 CATIA、UG NX、Pro/Engineer、I-DEAS 等,目前均有移植到微机上的版本。

微机 CAD 系统目前主要用于运行中、低端的 CAD 支撑软件和应用软件。微机 CAD 系统具有丰富的商品化支撑软件与应用软件,其原始投资少、见效快、成本低,具有良好的可扩充性。因此,这类系统受到中、小型企业和个人用户的普遍欢迎,成为国内外中、小企业开展 CAD 工作的主要形式。

(4) 网络型系统。

对于独立的微机 CAD 系统和在一定范围内联网的工作站 CAD 系统,其作业的分散性和各自独立或孤岛式的工作方式,使得设计信息无法进行充分的交流,也无法使各种作业协调一致地进行。

随着现代网络技术的迅速发展,基于网络的微机、工作站系统得以实现并得到迅速发展。它应用计算机技术和网络通信技术,将分布于各处的多台各类计算机连接起来,使分散于同一单位不同部门、不同地点的微机及工作站共享软、硬件资源,充分和准确地交流设计信息,协调各种作业,完成并行工程。

2. CAD 系统选型

(1) 基本要素。

CAD 系统的构建是一项复杂的系统工程,其构建是否合理,直接影响到使用单位 CAD 技术的应用效果。CAD 系统选型应该把握几个基本要素,即软件选型、运行环境选型、技术支持和价格等。

1) 软件选型:主要包括基本建模能力、系统辅助特性、专业设计工具、工程分析能力、数控加工软件、高级建模能力等。

2) 运行环境:包括 CAD 软件所依赖的硬件平台、操作系统和网络环境等。硬件方面通常需要有较快的速度、较大的内存、大容量的硬盘、高性能的图形显示、快速的网络传输等。可以选择图形工作站或高档微机。以往工作站的操作系统通常运行的是 UNIX 操作系统。随着 CAD 硬件平台不断向微机下移,以及 Windows NT/2000 操作系统性能的提升,Windows 系列操作系统因其界面简单、友好、熟悉而深受广大工程技术人员欢迎。

3) 技术支持:一般包括软件系统的升级、培训体系、提供咨询、联络的方式以及及时有效的技术支持。

(2) 选型原则。

在具体选择和配置 CAD 系统时,应考虑以下原则:

1) 软件系统的选择应优于硬件且应具有优越的性能。

软件是 CAD 系统的核心,应根据软件的功能需要来配置合适的硬件。软件系统应具有良好的用户界面、齐全的技术文档,应该注重软件的几何造型功能、强大的图形编辑能力、具有内部统一的数据库以及能够支持对应的各种应用等方面。

2) 硬件系统应该符合国际工业标准,具有良好的开放性。