

Siemens PLM 应用指导系列丛书

Velocity Series

Siemens PLM Software
官方指定用书

Solid Edge

同步建模技术快速入门



张剑澄 贾仲文 姚民军 编著
高建华 雷骏雄 朱彩华 审校



清华大学出版社

Siemens PLM 应用指导系列丛书

Solid Edge 同步建模技术快速入门

张剑澄 贾仲文 姚民军 编著

高建华 雷骏雄 朱彩华 审校

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是 Solid Edge ST 的入门级辅导书, 系统、全面地介绍了 Solid Edge ST 各个设计模块的基本设计功能、操作方法、设计技巧以及如何同步建模技术。在内容编排上, 充分考虑初学者的思路 and 接受能力, 去繁从简、由浅入深, 从而使初学者能够迅速上手并且获得成就感。同时, 作为 Solid Edge 的入门图书, 使读者在整体上对 Solid Edge 有一个完整的了解, 并为以后进一步的深入学习和研究打下良好的基础。在每个主要设计模块的实例中, 贯穿了 Solid Edge 设计的特点和技巧, 以加深读者的印象和理解。本书附光盘一张, 包含同步练习的所有相关文件。

本书可作为广大工程技术人员的培训教材与自学参考书, 也可作为各级院校的教学用书。

版权声明

本系列丛书为 Siemens PLM Software (上海) 有限公司 (原名: 优集系统 (中国) 有限公司) 独家授权的中文版培训教程与使用指导。本书的专有出版权属清华大学出版社所有。没有得到 Siemens PLM Software (上海) 有限公司和本丛书出版者的书面许可, 任何单位和个人不得复制与翻印。

版权所有, 违者必究。

“Copyright 2000 by Unigraphics Solutions Inc.

Original English Language Edition Copyright

2000 by Unigraphics Solutions Inc. All Rights Reserved”

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

Solid Edge 同步建模技术快速入门/张剑澄, 贾仲文, 姚民军编著. —北京: 清华大学出版社, 2009.3
(Siemens PLM 应用指导系列丛书)

ISBN 978-7-302-19204-6

I. S… II. ①张… ②贾… ③姚… III. 三维-计算机辅助设计-应用软件, Solid Edge IV. TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 211209 号

责任编辑: 许存权 张丽萍

封面设计: 刘 超

版式设计: 牛瑞瑞

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 装 者: 北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 26.5 字 数: 612 千字

(附光盘 1 张)

版 次: 2009 年 3 月第 1 版

印 次: 2009 年 3 月第 1 次印刷

印 数: 1~5000

定 价: 48.00 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: 031720-01

序

Siemens PLM Software 公司是全球领先的产品生命周期管理 (PLM) 软件和服务提供商, 在全球有 51000 家客户, 装机量 550 万套。公司提供的开放式企业解决方案帮助企业及其合作伙伴通过全球化创新网络进行产品全生命周期协作, 以提供世界级的产品和服务。

Velocity Series 是 Siemens PLM Software 推出的面向中端市场的高性价比解决方案, 包括 Solid Edge、Femap、CAM Express 和 Teamcenter Express 4 个产品, 涵盖了产品开发过程中的产品设计、仿真分析、数控加工和产品数据管理。Velocity Series 基于 Siemens PLM Software 历经实践检验的企业级 PLM 技术而开发, 各产品之间紧密集成, 并预配置行业最佳实践, 功能强大但价格适中, 具有总成本低廉、易于学习、易于使用的特点, 是广大制造企业实施 PLM 的最佳选择。

- Solid Edge 是功能强大且易用的主流三维 CAD 软件。它支持至顶向下和至底向上的设计思想, 其建模核心、钣金设计、大装配设计、产品制造信息管理、生产出货、价值链协同、内嵌的有限元分析和产品数据管理等功能遥遥领先于同类软件, 是企业核心设计人员的最佳选择, 已经成功应用于机械、电子、航空、汽车、仪器仪表、模具、造船、消费品等行业。2008 年 Solid Edge 推出独创性的同步建模技术使得该产品进一步确立了技术领先地位。
- Femap 是全球领先的高级有限元分析解决方案, 采用 NX Nastran 解算器。该解决方案独立于 CAD 系统, 可以读取所有主流 CAD 系统数据, 其强大高效的网格划分、解算以及后处理功能能够满足从最简单到最复杂的有限元分析需求。从 20 世纪 90 年代推出至今, Femap 已经被全球各行业超过 20000 家企业应用, 重要客户包括 NASA、波音、洛克希德马丁、空中客车、通用电气、索尼、松下、Intel、佳能、尼康、博世、法拉利、丰田、本田、尼桑等。
- CAM Express 是基于 Siemens PLM Software 公司在 CAM 领域超过 30 年的经验而开发的, 是一套功能深入、高度灵活的 CAM 系统。它为 NC 编程人员提供充分利用高级机床所需的全面功能, 包括钻削、车削、2.5 轴铣、3 轴铣、线切割、同步、加工仿真、5 轴铣等, 能够使用户最大限度地发挥他们在先进机床上的投资价值。
- Teamcenter Express 是 Siemens PLM Software 的企业级 Teamcenter 平台的预配置版本。该解决方案易于使用、配置和实施, 可以有效管理企业智力资产, 提高设计流程的效率; 同时通过在日常工程任务与流程中应用预配置的行业最佳实践, 可以帮助企业变革创新流程, 从而以更快的速度、更短的时间、更低的成本向市场推出更有竞争力的产品。

Velocity Series 对于国内广大制造企业降低成本、加快产品创新、提升企业核心竞争力具有重要意义。为了满足广大 Velocity Series 用户和爱好者了解和学习的要求, 帮助国内企

业正确、高效地应用 Velocity Series 技术于产品开发和管理, Siemens PLM Software 公司在清华大学出版社出版一套 Velocity 专题图书。图书以 Velocity Series 产品线软件最新版为蓝本, 由国内优秀的资深技术专家和应用工程师编写, 由 Siemens PLM Software 指定的专家审校, 力求达到广度、深度与易读性的最佳结合, 帮助广大用户快速掌握和正确应用相关的产品和技术。

本专题图书的读者对象为:

- 已购 Velocity Series 软件的广大用户。本套图书可以作为培训教材或员工自学参考书, 帮助企业推广和应用 Velocity Series 软件。
- Velocity Series 软件的潜在用户。本套图书可以作为预培训教材, 或作为深入了解 Velocity Series 软件产品、模块与功能的参考书。
- 在校机械、机电、航空、汽车等专业的专科生、本科生或者研究生以及教师。本套图书可以作为相关专业的专业课教材, 或者作为做课题时的自学参考书。

本专题图书的编写、审校工作得到 Siemens PLM Software 公司与合作伙伴的大力支持, 特别是得到 Siemens PLM Software 大中华区总裁袁超明先生、市场总监邵颖女士以及洪如瑾老师的直接指导与支持, 在此表示衷心的感谢。

参与专题图书编写、审校工作的全体工作人员认真细致地写稿、审稿、改稿, 正是他们付出的辛勤劳动, 本专题图书才得以按计划顺利完成, 在此也表示衷心的感谢。

最后要感谢清华大学出版社在整个图书的策划、出版过程中给予的特别关注、指导和支持。

由于时间仓促, 书中难免有疏漏与不足之处, 敬请广大读者批评指正。

Siemens Velocity Series 编委会

前 言

Solid Edge 是专门为机械行业设计的普及型主流三维 CAD 软件系统, 采用 Stream/XP 技术, 具有很强的易用性。它在机械设计、曲面造型、钣金件、塑料模、焊接件、管道及线缆设计等方面有独到之处, 能明显提高设计者的设计和制图效率, 是大型装配设计、工业造型以及制图和网络设计交流的强大工具。Solid Edge 是 Siemens PLM Velocity 系列的核心产品, 具有极佳的可扩展性, 能与 Unigraphics NX 无缝集成。同时其内置的 Insight 数据管理功能, 将设计与管理融为一体, 可以帮助设计者有序、高效地管理产品数据。

俗话说: “工欲善其事, 必先利其器”, 为给初学者提供一本优秀的专业教材, 也给具有一定使用经验的用户提供一本优秀的工具参考书, 我们根据国内大量企业的需求, 结合多年的实践经验编著了此书, 希望广大读者阅读完本书后, 能够快速掌握 Solid Edge 的各个设计模块。

在阅读本书时, 为了获得最大的效益, 读者应尽可能地发挥主观能动性。不要只看例题和解释, 而是要打开计算机, 充分实践。做得越多, 受益也会越多。Solid Edge 是一种应用性很强的软件, 每个人在使用时会有不同的心得体会, 我们希望本书能起到抛砖引玉的作用, 启迪读者的思路, 使读者在此基础上能够举一反三、融会贯通。

本书由张剑澄、贾仲文、姚民军编著, 高建华、雷骏雄、朱彩华审校。在编写过程中得到了顾宇明、朱世海、张昊天、吴惠君等热心人士的协助, 也得到了 Siemens PLM Software 公司的真诚帮助, 在此我们表示衷心的感谢。正是有了他们的支持, 这本书才能这么快与读者见面。

由于作者水平有限, 书中不当之处在所难免, 敬请读者批评指正。

我们的联系方式是 se@udschina.com。

我们的官方网站是 <http://www.udschina.com>。

最后, 我们祝所有读者在 Solid Edge ST 的学习过程中一切顺利!

张剑澄 贾仲文 姚民军

目 录

第 1 章	CAD 技术发展史	1
第 2 章	建模思路	6
2.1	确立建模思路	6
2.2	零件设计分类	9
2.2.1	拉伸造型	9
2.2.2	机加工造型	10
2.2.3	铸件造型	10
2.2.4	钣金件造型	14
第 3 章	Solid Edge 简介	15
第 4 章	Solid Edge 入门	25
4.1	启动界面	25
4.2	用户界面	28
4.2.1	Solid Edge V20 版用户界面	28
4.2.2	Solid Edge ST 版用户界面	31
4.3	基本操作	34
4.3.1	打开文件	35
4.3.2	新建文件	35
4.3.3	鼠标操作	36
4.3.4	工具条	37
4.3.5	快捷菜单	39
4.3.6	显示工具	39
4.3.7	视图操作工具	40
4.3.8	查找文件	42
4.3.9	快捷键	44
4.4	获得帮助	44
4.5	外部实用工具	45
4.5.1	预览功能	45
4.5.2	Insight Connect	46
4.5.3	查看器	48

第 5 章 Solid Edge 同步建模技术	49
5.1 概述	49
5.1.1 同步建模技术	49
5.1.2 同步建模技术的特点	50
5.2 同步建模设计环境	52
5.2.1 选项设置	52
5.2.2 转换	54
5.2.3 设计环境	57
5.2.4 操作手轮	59
5.2.5 实时规则	62
第 6 章 草图	67
6.1 草图概述	67
6.2 快速浏览草图设计过程	67
6.3 草图平面	74
6.4 草图菜单	75
6.4.1 选择	76
6.4.2 线	78
6.4.3 曲线	81
6.4.4 圆弧	81
6.4.5 圆和椭圆	82
6.4.6 矩形	83
6.4.7 倒角	83
6.4.8 偏置	84
6.4.9 填充	85
6.4.10 智能标注	86
6.4.11 尺寸标注	87
6.4.12 包含	89
6.4.13 辅助线转换	90
6.4.14 修剪	90
6.4.15 修剪角	91
6.4.16 延伸	91
6.4.17 分割	92
6.4.18 元素操作命令	92
6.4.19 几何约束	93
6.4.20 特征草图命令	97
6.4.21 主工具条命令	97
6.4.22 主菜单命令	99

6.4.23 层.....	103
6.5 草图的修改.....	103
6.6 同步草图.....	104
第 7 章 零件设计命令	108
7.1 快速浏览零件设计过程.....	108
7.2 零件设计环境.....	111
7.3 零件特征命令.....	113
7.3.1 快速复制定位草图.....	113
7.3.2 复制草图.....	114
7.3.3 部件草图.....	115
7.3.4 拉伸.....	115
7.3.5 旋转拉伸.....	118
7.3.6 扫掠拉伸.....	119
7.3.7 放样拉伸.....	122
7.3.8 螺旋拉伸.....	125
7.3.9 法向拉伸.....	127
7.3.10 除料.....	128
7.3.11 旋转除料.....	129
7.3.12 扫掠除料.....	129
7.3.13 放样除料.....	130
7.3.14 螺旋除料.....	130
7.3.15 法向除料.....	131
7.3.16 孔.....	131
7.3.17 螺纹.....	132
7.3.18 拔模斜度.....	133
7.3.19 倒圆.....	135
7.3.20 倒角.....	139
7.3.21 阵列.....	140
7.3.22 沿曲线阵列.....	143
7.3.23 镜像复制特征.....	145
7.3.24 镜像复制.....	146
7.3.25 加强筋.....	146
7.3.26 网格筋.....	147
7.3.27 止口.....	148
7.3.28 通风口.....	148
7.3.29 安装凸台.....	149
7.3.30 薄壁.....	150

7.3.31	局部薄壁.....	152
7.3.32	加厚.....	152
7.3.33	坐标系.....	153
7.3.34	辅助参考平面.....	155
7.3.35	构造显示.....	159
第 8 章	钣金件建模.....	160
8.1	概述.....	160
8.2	快速浏览钣金件设计过程.....	160
8.3	钣金设计环境.....	167
8.4	钣金设计常规步骤.....	168
8.5	钣金设计菜单.....	170
8.5.1	平板.....	171
8.5.2	轮廓弯边.....	171
8.5.3	放样弯边.....	175
8.5.4	弯边.....	176
8.5.5	卷边.....	179
8.5.6	钣金件的除料.....	179
8.5.7	二次折弯.....	180
8.5.8	折弯.....	181
8.5.9	展平.....	182
8.5.10	重新折弯.....	183
8.5.11	倒角.....	184
8.5.12	封闭二折弯角.....	185
8.5.13	封闭三折弯角.....	185
8.5.14	凹坑.....	187
8.5.15	百叶窗.....	187
8.5.16	冲压除料.....	189
8.5.17	加强筋.....	190
8.5.18	角撑板.....	191
8.5.19	折弯成形交叉线.....	192
8.5.20	转换为钣金.....	193
8.5.21	撕裂角.....	195
8.6	实用工具.....	195
8.6.1	展平模型.....	196
8.6.2	另存为展平图样.....	196
8.6.3	折弯表.....	197

第 9 章 资源查找器	198
9.1 概述	198
9.2 特征路径查找器	198
9.3 特征库	202
9.4 零件族	204
9.5 层	205
9.6 传感器	206
9.7 特征回放	207
9.8 工程参考	207
第 10 章 实用设计工具	211
10.1 属性信息	211
10.1.1 文件属性	211
10.1.2 保存文件	213
10.2 视图	214
10.2.1 剖视图	214
10.2.2 视图裁剪	216
10.3 模型渲染	217
10.3.1 样式	217
10.3.2 零件画笔	218
10.3.3 视图	218
10.4 工具	219
10.4.1 变量	219
10.4.2 颜色管理器	221
10.4.3 材料表	222
10.4.4 选项	223
10.5 检查	225
10.5.1 测量	226
10.5.2 几何检查器	227
10.5.3 物理属性	227
10.5.4 斑马条纹	229
10.5.5 曲率阴影	230
10.5.6 拔模面分析	230
10.5.7 曲率梳	231
第 11 章 零件装配	233
11.1 快速浏览装配过程	233
11.2 装配设计界面	236

11.2.1 装配路径查找器.....	237
11.2.2 零件库.....	239
11.3 装配关系.....	240
11.4 装配设计方法.....	251
11.4.1 由底至上法.....	251
11.4.2 自顶向下法.....	251
第 12 章 装配命令	253
12.1 装配设计命令.....	253
12.2 选择零件.....	253
12.2.1 选择命令.....	254
12.2.2 选择工具.....	256
12.2.3 装配路径查找器.....	257
12.2.4 选择选项.....	258
12.3 草图.....	259
12.3.1 “草图”命令.....	259
12.3.2 快速复制定位草图.....	260
12.3.3 复制草图.....	260
12.3.4 部件草图.....	261
12.4 阵列零件.....	261
12.5 捕捉装配关系.....	262
12.6 固定关系.....	263
12.7 装配关系助手.....	264
12.8 零件移动.....	265
12.8.1 移动零件.....	265
12.8.2 移动多个零件.....	267
12.9 电动机.....	269
12.9.1 “电动机”命令.....	269
12.9.2 “模拟电动机”命令.....	270
12.10 替换.....	270
12.11 传递.....	272
12.12 拆分.....	272
12.13 装配镜像.....	273
12.14 装配显示状态.....	276
12.15 装配设计应用程序.....	277
第 13 章 同步建模技术的应用.....	279
13.1 实例一——创建同步零件.....	279

13.2 实例二——装配同步编辑	286
第 14 章 图纸绘制过程	293
14.1 快速浏览制图过程	293
14.2 工程图界面	297
14.2.1 用户界面	297
14.2.2 图纸指示条	298
14.2.3 图纸分类	299
14.3 图纸设置	299
14.3.1 设置图纸尺寸	300
14.3.2 创建背景图	300
14.3.3 制定图纸标准	301
14.3.4 样式	303
14.4 模板文件	309
14.4.1 使用模板文件	309
14.4.2 创建模板文件	310
14.5 图纸打印	311
第 15 章 绘图命令	313
15.1 视图操作	313
15.1.1 图纸视图向导	313
15.1.2 主视图	317
15.1.3 向视图	318
15.1.4 剖面分割线	319
15.1.5 剖视图	320
15.1.6 局部剖视图	322
15.1.7 局部放大视图	323
15.1.8 更新视图	325
15.1.9 明细表	325
15.1.10 折弯表	326
15.1.11 表	327
15.1.12 孔表	327
15.1.13 2D 模型视图	328
15.1.14 模型视图操作	328
15.2 图纸标注	331
15.2.1 尺寸标注	332
15.2.2 辅助标注	340
15.2.3 文本标注	347

15.3	“图纸”工具条	348
第 16 章	三维模型图纸	352
16.1	设计步骤	352
16.2	实例	352
第 17 章	二维模型图纸	369
17.1	设计步骤	369
17.2	实例	369
第 18 章	数据处理	378
18.1	数据转换	378
18.2	版本管理器	383
18.2.1	版本管理器助手	385
18.2.2	使用版本管理器	388
18.2.3	修改文件属性	391
18.2.4	使用缓存助手	391
附录 A	软件安装	393
附录 B	键盘快捷键	403

第 1 章 CAD 技术发展史

CAD（Computer Aided Design）——计算机辅助设计，也就是使用计算机和信息技术来辅助工程师进行产品或工程的设计。CAD 技术是一项综合性、迅速发展和广泛应用的高新技术。但是，在 CAD 软件发展初期，CAD 的含义仅仅是图板的替代品，被称为计算机辅助出图——Computer Aided Drawing（or Drafting）。

计算机辅助设计（CAD）在其近 50 年的演变历史中，经历了巨大发展，其技术发展进程如图 1-1 所示。

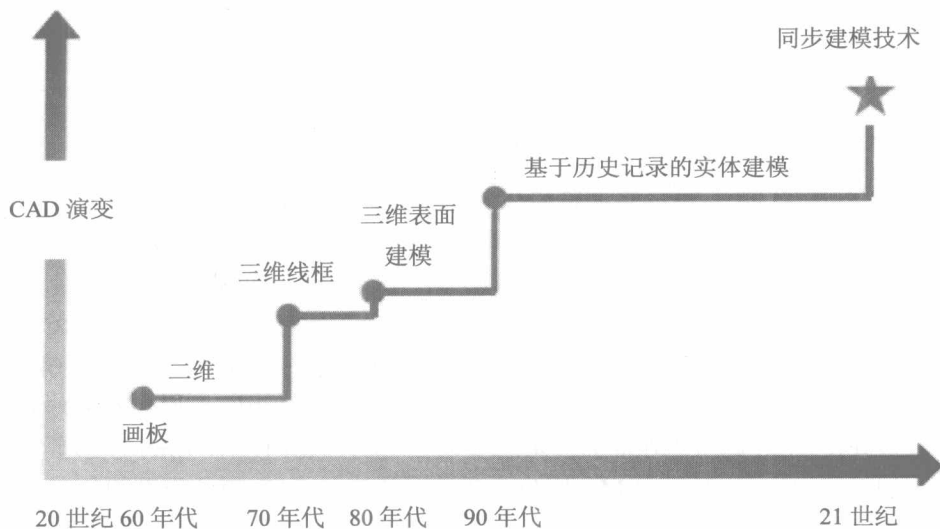


图 1-1 CAD 技术演变

1. 第一次 CAD 技术革命——贵族化的曲面造型系统

CAD 技术起步于 20 世纪 50 年代后期。此时 CAD 技术的出发点是用传统的三视图方法来表达零件，以图纸为媒介进行技术交流，这就是典型的二维计算机绘图技术。20 世纪 60 年代出现的三维 CAD 系统只是极为简单的线框式系统，只能表达基本的几何信息，不能有效表达几何数据间的拓扑关系。由于缺乏形体的表面信息，计算机辅助制造（CAM）及计算机辅助工程（CAE）均无法实现。

这时，法国人提出了贝塞尔算法，使得人们在使用计算机处理曲线及曲面问题时变为可能，同时也使得法国的达索飞机制造公司的开发者能在二维绘图系统 CADAM 的基础上，开发出以表面模型为特点的自由曲面建模法，推出了三维曲面造型系统 CATIA。它的出现，标志着计算机辅助设计技术从单纯模仿工程图纸的三视图模式中解放出来，首次实现以计

算机完整描述产品零件的主要信息，同时也使得 CAM 技术的开发有了实现的基础。曲面造型系统 CATIA 为人类带来了第一次 CAD 技术革命，改变了以往只能借助油泥模型来近似准确表达曲面的落后的工作方式。

此时的 CAD 技术价格极其昂贵，而且软件商品化程度低，开发者本身就是 CAD 大用户，彼此之间技术保密。只有少数几家受到国家财政支持的军火商，在 20 世纪 70 年代冷战时期才有条件独立开发或者依托某厂商发展 CAD 技术，如表 1-1 所示。

表 1-1 CAD 软件的早期应用

软 件	开发及支持公司
UG	美国麦道（MD）公司开发
I-DEAS	美国国家航空及宇航局（NASA）支持
CV	美国波音（Boeing）公司支持
CALMA	美国通用电气（GE）公司开发
CADAM	美国洛克希德（Lochheed）公司支持
CATIA	法国达索（Dassault）公司开发

2. 第二次 CAD 技术革命——生不逢时的实体造型技术

20 世纪 80 年代初，CAD 系统价格依然令一般企业望而却步，这使得 CAD 技术无法拥有更广阔的市场。为了使自己的产品更具特色，在有限市场中获得更大的市场份额，以 UG、CV、SDRC 为代表的系统开始朝各自的发展方向前进。20 世纪 80 年代末到 90 年代初，由于计算机技术的大跨步前进，CAE、CAM 技术也开始有了较大发展。SDRC（Structural Dynamics Research Corporation）公司在当时星球大战计划的背景下，由美国宇航局支持及合作，开发出许多专用分析模块，用以降低巨大的太空实验费用，同时在 CAD 技术方面也进行了许多开拓；UG 则着重在曲面技术的基础上发展 CAM 技术，以满足麦道飞机零部件的设计、加工需求；CV 和 CALMA 则将主要精力都放在 CAD 市场份额的争夺上。

有了表面模型，CAM 的问题可以基本解决。但是由于表面模型技术只能表达形体的表面信息，难以准确地表达零件的其他特性，例如质量、重心、惯性矩等，对 CAE 十分不利，最大的问题在于分析的前处理特别困难。基于对 CAD/CAE 一体化技术发展的探索，SDRC 公司于 1979 年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，在理论上有有助于统一 CAD、CAE、CAM 的模型表达，给设计带来了惊人的方便性。它代表着未来 CAD 技术的发展方向。基于这样的共识，各软件纷纷仿效，一时间，实体造型技术呼声满天下。可以说，实体造型技术的普及应用标志着 CAD 发展史上的第二次技术革命。

但是新技术的发展往往是曲折和不平衡的。实体造型技术既带来了算法的改进和未来发展的希望，也带来了数据计算量的极度膨胀。在当时的硬件条件下，实体造型的计算及显示速度很慢，在实际应用中做设计显得较为勉强。

由于以实体模型为前提的 CAE 本来就属于较高层次技术，普及面比较窄，反映还不强烈；另外，在算法和系统效率的矛盾面前，许多赞成实体造型技术的公司并没有大力去开

发它，而是转去攻克相对容易实现的表面模型技术。各公司的技术取向再度分道扬镳。实体造型技术也因此没能迅速在整个行业全面推广。推动了此次技术革命的 SDRC 公司与幸运之神擦肩而过，失去了一次大飞跃的机会。在以后的 10 年中，随着硬件性能的提高，实体造型技术又逐渐为众多 CAD 系统所采用。

3. 第三次 CAD 技术革命——一鸣惊人的参数化技术

正当 CV 公司业绩蒸蒸日上以及实体造型技术逐渐普及之时，CAD 技术的研究又有了重大进展。在此之前的造型技术都属于无约束自由造型，进入 20 世纪 80 年代中期，CV 公司内部以高级副总裁为首的一批人提出了一种比“无约束自由造型”更新颖、更好的算法——参数化实体造型方法。从算法上来说，这是一种很好的设想，它的主要特点是：基于特征、全尺寸约束、全数据相关、尺寸驱动设计修改。但可惜的是：最终在 CV 公司内部否决了参数化技术方案。

策划参数化技术的这些人在新思想无法实现时，集体离开了 CV 公司，自行成立了“参数技术公司 (Parametric Technology Corporation)”，开始研制命名为 Pro/E 的参数化软件。早期的 Pro/E 软件性能很低，只能完成简单的工作，但是由于第一次实现了尺寸驱动零件设计修改，使人们看到了它今后给设计者带来的方便性。

可以认为，参数化技术的应用主导了 CAD 发展史上的第三次技术革命。

4. 第四次 CAD 技术革命——更上一层楼的变量化技术

参数化技术的成功应用，使得它在 20 世纪 90 年代前后几乎成为 CAD 业界的标准，许多软件厂商纷纷起步追赶。但是，技术理论上的认可并不意味着实践上的可行性。由于 UG、CATIA、CV、EUCLID 都在原来的非参数化模型基础上开发或者集成了许多其他应用，包括 CAM、PIPING 和 CAE 接口等，在 CAD 方面也做了许多应用模块开发，重新开发一套完全参数化的造型系统困难很大，因为这样做意味着必须将软件全部重新改写，何况他们在参数化技术上并没有完全解决好所有问题，因此他们采用的参数化系统基本上都是在原有模型技术的基础上进行局部、小块的修补。考虑到这种“参数化”的不完整性以及需要很长时间的过渡时期，UG、CV、CATIA 在推出自己的参数化技术以后，均宣传自己是采用复合建模技术，并强调复合建模技术的优越性。

20 世纪 90 年代以前的 SDRC 公司已经摸索了几年参数化技术，当时也面临同样的抉择：要么它同样采用逐步修补方式，继续将其 I-DEAS 软件“参数化”下去，这样做风险小但必然导致产品的综合竞争力不高；然而是否一定要走参数化这“华山一条路”呢？积数年对参数化技术的研究经验以及对工程设计过程的深刻理解，SDRC 的开发人员发现了参数化技术尚有许多不足之处。首先，“全尺寸约束”这一硬性规定就干扰和制约着设计者创造力及想象力的发挥。

“一定要全约束吗？”“一定要以尺寸为设计的先决条件吗？”“欠约束能否将设计正确进行下去？”沿着这个思路，在对现有各种造型技术进行了充分分析和比较以后，一个更新颖大胆的设想产生了。SDRC 公司的开发人员以参数化技术为蓝本，提出了一种比参数化技术更为先进的实体造型技术——变量化技术，作为开发方向。SDRC 的决策者们