

高等院校教材

Solid Edge V18

三维设计教程

(第二版)

李 华 主 编

李世芸 副主编



科学出版社
www.sciencep.com

PREHOM

Solid Edge V18

三维设计教程

(第2版)

张 华 主 编
李 伟 副 编

机械工业出版社

高等院校教材

Solid Edge V18 三维设计教程

(第二版)

李 华 主编

李世芸 副主编

科学出版社

北 京

内 容 简 介

本书以 Solid Edge V18 版本为基础,全面介绍三维 CAD 软件 Solid Edge 的各项功能,包括草图设计、零件及曲面设计、钣金设计、装配设计、管道设计、线缆设计、焊接设计、框架设计和机构运动仿真、生成工程图等,系统介绍了 Solid Edge 的强大功能,充分体现了 Solid Edge 的新增功能。本书以教材的形式编写,对命令的解释,尽量做到直观、明了、条理清晰,所用图例多为典型的工程实例,且与《机械制图》的有关内容紧密结合,尽可能体现《机械制图》的要求,以避免手册式枯燥的介绍。

全书通俗易懂、由浅入深、循序渐进,系统性强,重点、难点突出,切合教学实际,适合作为高等院校教材和培训教材,也可作为工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

Solid Edge V18 三维设计教程/李华主编. —2 版. —北京:科学出版社, 2007

高等院校教材

ISBN 978-7-03-018502-0

I. S… II. 李… III. 机械设计:计算机辅助设计-应用软件, Solid Edge V18-高等学校-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 014397 号

责任编辑:马长芳 潘继敏 / 责任校对:张 琪

责任印制:张克忠 / 封面设计:陈 敬

科 学 出 版 社 出 版

北京东黄城根北街 16 号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

双 青 印 刷 厂 印 刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2004 年 6 月第 一 版 开本:B5(720×1000)

2007 年 2 月第 二 版 印张:28

第二版第一次印数:1—4 000 字数:533 000

定价:33.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换〈双青〉)

前 言

信息技术正迅速提高制造业水平,制造业的信息化对国民经济的发展具有深远的影响。CAD (Computer Aided Design) 技术是制造业信息化的重要内容和基础,也是缩短产品开发周期、提高设计质量、降低产品成本,乃至提高企业技术创新能力的重要工具。CAD 在各行业的广泛应用,正产生着显著的社会效益与经济效益。

产生于 20 世纪 50 年代后期的 CAD 技术,至今已有 50 多年的历史。CAD 技术是计算机技术在工程设计、机械制造等领域中最有影响的一项高新应用技术,它使传统的产品设计、制造方法和生产模式产生了巨大而深刻的变化,产生了巨大的社会 and 经济效益。CAD 技术的使用,可以大幅度地缩短设计周期,提高设计效率 and 设计质量,降低成本,充分发挥设计人员的创造性。对于任何一个从事设计的工程人员来说,不掌握计算机制图是寸步难行的。计算机制图已经同使用计算机进行文字处理一样,成为现代人的一种基本技能。

目前,计算机制图存在两个不同的层次,低层次的计算机制图是指计算机辅助二维绘图,即二维 CAD (Computer Aided Drawing),这种方式实际上仅仅是将手工绘图时所用的各种绘图工具用计算机和绘图机来替代。二维 CAD 技术的普及使得制造业全面完成了“甩图板”工程,结束了手工绘图的历史,对减轻设计强度、提高经济效益功不可没。高层次的计算机制图是指三维造型设计,即三维 CAD (Computer Aided Design),这是目前主流的技术。同二维 CAD 相比,三维 CAD 具有无可比拟的优越性,不只是一个字的差别,而是质的飞跃。三维 CAD 以三维造型设计为基础,只要生成了三维模型,各种二维视图唾手可得。三维 CAD 符合设计者的思维习惯,可以充分发挥设计者的想像力和创造力。现阶段,CAD 技术正在从二维 CAD 向三维 CAD 转换,目前有相当一部分 CAD 应用较早的大中型企业已完成了从二维 CAD 向三维 CAD 的转换,并取得了巨大的社会效益和经济效益,还有为数不少的中小企业,正在实施二维 CAD 向三维 CAD 的转换。企业需要掌握三维 CAD 技术的专业人才,为适应社会对人才的需求,高等工科院校的 CAD 基础课程正在逐步转向以三维 CAD 为主的教学。

美国 UGS 公司的 Solid Edge 是三维 CAD 软件中的佼佼者,在国际 CAD 领域中占有重要的地位。它是专为机械设计订制的三维 CAD 系统,具有功能强,易学、易用的特点。在机械设计、塑料成型设计、钣金设计、焊接设计等方面有独到之处,能明显提高设计效率 and 设计质量,是大型机械设计、造型设计、网络

设计的好工具。

但凡使用过 Solid Edge 的用户，无不为其卓越的性能、优异的造型功能、众口皆碑的易用性和专业化的设计环境所折服。Solid Edge 是为机械设计量身定制的 CAD 系统，从通用的零件设计、装配设计到专业化的钣金设计、管道设计、焊接设计和机构运动仿真，各种功能无所不在；工程制图快捷简单，各类标注齐全方便。Solid Edge 是从事机械产品设计、制造的工程技术人员首选的 CAD 软件之一。设计技术人员和制造厂商借助它可缩短产品研制周期、提高产品质量、降低成本、赢得市场。

2000 年，UGS 公司向我国教育部赠送二万套 Solid Edge 软件，供教学和科研使用。同时，Solid Edge 已在国内数千家企业，尤其是制造业中得到了广泛的应用，这对促进我国高等院校 CAD 教学水平的提高和促进制造业技术进步起到了积极的推动作用。

作者长期从事机械制图和 CAD 教学工作，对机械制图和 CAD 的发展和应用有深入的研究，熟悉 Solid Edge 的教学。本书是为适应 CAD 技术的发展和在教学改革要求的背景下应运而生的。本书以教材方式编写，对命令的解释，尽量做到直观、明了、条理清晰，所用图例多为典型的工程实例，且与《机械制图》有关内容紧密结合，尽可能体现《机械制图》的要求，避免了手册式枯燥的介绍。希望该书在推广三维造型软件，促进机械制图、机械设计等相关课程的教学改革中有所裨益。

本书由李华主编，李世芸任副主编。全书共分 7 章。第一章由熊湘晖编写，第二章由俞智昆编写，第三章由李世芸编写，第四章由朱龙、李莎编写，第五章由李华、顾红编写，第六章由陈磊编写，第七章由许平编写。

在本书的编写过程中，美国 UGS 公司中国技术专家黄胜先生给予了大力支持，为本书提供了第一手宝贵资料。本书还得到了昆明理工大学教务处、昆明理工大学机电工程学院领导和工程图学教研室各位老师的大力支持和帮助，得到了“工程制图及 CAD 精品课程”建设项目组的资助。李浙昆教授、何邦贵教授参与了本书的策划和审阅，李锡蓉副教授对本书进行了仔细校对，在此一并表示衷心感谢！

由于作者水平有限，时间仓促，书中难免存在不足和缺陷，恳请广大读者、各位专家和老师不吝赐教，谢谢！

编 者

2006 年 12 月于昆明

目 录

第一章 Solid Edge 基础知识	1
1.1 计算机辅助设计概述	1
1.2 Solid Edge V18 功能及特点	2
1.3 Solid Edge V18 中文版的安装	10
1.4 进入和退出 Solid Edge V18 环境	14
1.5 Solid Edge V18 的用户界面	18
1.6 基本操作	22
1.6.1 文件操作	22
1.6.2 视图管理	25
1.6.3 鼠标右键快捷菜单	28
1.6.4 命令的重复和终止	29
1.6.5 窗口操作	29
1.7 使用联机帮助	31
第二章 二维草图设计	34
2.1 进入草图环境、草图界面	34
2.2 智能导航、关系控制和选取	36
2.2.1 智能导航	36
2.2.2 对齐指示	38
2.2.3 选取	38
2.3 绘图命令	38
2.3.1 点、线绘制命令	39
2.3.2 曲线、转换为曲线命令	41
2.3.3 圆弧绘制命令	43
2.3.4 圆和椭圆绘制命令	44
2.3.5 绘制矩形命令	46
2.4 草图编辑工具	46
2.4.1 用鼠标动态修改和删除图形图素	46
2.4.2 倒圆角与倒角	47
2.4.3 偏置工具	49

2.4.4	填充工具	51
2.4.5	包含命令	51
2.4.6	构造命令	53
2.4.7	修剪和延伸工具	53
2.4.8	常用的编辑工具	55
2.5	图形的尺寸约束	60
2.5.1	智能尺寸标注	60
2.5.2	定位尺寸标注	61
2.6	图形的几何约束	65
2.6.1	约束标记和约束标记显示控制	65
2.6.2	连接命令和同心命令	65
2.6.3	直线间的关系	66
2.6.4	相切命令	68
2.6.5	相等命令、对称命令和对称轴命令	69
2.6.6	阵列图素	70
2.7	栅格的使用	70
2.8	文本输入	72
2.9	退出草图环境及草图的修改	72
2.10	实例分析	73
第三章	零件及曲面设计	78
3.1	零件设计的基本方法和步骤	78
3.2	零件设计环境	79
3.3	用户创建的参考面	81
3.4	在创建特征中绘制草图和选取草图	85
3.5	零件特征命令	86
3.5.1	拉伸命令	86
3.5.2	旋转拉伸命令	94
3.5.3	扫掠拉伸命令	96
3.5.4	放样拉伸命令	100
3.5.5	螺旋拉伸命令	103
3.5.6	法向拉伸命令	106
3.5.7	除料命令	109
3.5.8	旋转除料命令	110

3.5.9 扫掠除料命令	111
3.5.10 放样除料命令	111
3.5.11 螺旋除料命令	111
3.5.12 法向除料命令	112
3.5.13 孔命令	113
3.5.14 螺纹命令	114
3.5.15 添加拔模角命令	117
3.5.16 倒圆命令	120
3.5.17 倒角命令	124
3.5.18 阵列命令	126
3.5.19 沿曲线阵列命令	131
3.5.20 镜像特征副本命令	133
3.5.21 镜像复制命令	134
3.5.22 肋板命令	134
3.5.23 网络筋命令	137
3.5.24 止口命令	138
3.5.25 通风口命令	139
3.5.26 安装凸台命令	141
3.5.27 薄壁命令	143
3.5.28 局部薄壁命令	144
3.5.29 加厚命令	145
3.6 坐标系命令	146
3.7 构造显示命令	148
3.8 资源查找器	149
3.8.1 特征路径查找器	149
3.8.2 特征库	152
3.8.3 零件族	154
3.8.4 层	154
3.8.5 传感器	155
3.8.6 特征回放	155
3.8.7 工程引用	155
3.9 零件着色	157
3.10 典型零件造型举例	158

3.10.1	基本方法和技巧	158
3.10.2	造型举例 1	159
3.10.3	造型举例 2	164
3.11	曲面设计简介	170
3.11.1	拉伸曲面	170
3.11.2	旋转曲面	171
3.11.3	扫掠曲面	171
3.11.4	有界曲面	171
3.11.5	偏置曲面	172
3.11.6	复制曲面	172
3.11.7	蓝面和蓝点	172
3.11.8	修剪曲面	176
3.11.9	延伸曲面	176
3.11.10	分割曲面	177
3.11.11	删除面	177
3.11.12	缝合曲面	177
3.11.13	显示非缝合边	178
3.11.14	替换面	178
3.11.15	关键点曲线	179
3.11.16	数据表曲线	179
3.11.17	相交曲线	179
3.11.18	投影曲线	180
3.11.19	轮廓曲线	180
3.11.20	派生曲线	181
3.11.21	分割曲线	181
3.11.22	曲线交点	181
3.11.23	拆分零件	181
3.11.24	零件副本	183
3.11.25	布尔特征	184
第四章	钣金设计	187
4.1	钣金设计环境	187
4.2	钣金设计的基本过程	188
4.3	钣金特征命令	189

4.3.1 平板命令	189
4.3.2 边缘折弯命令	190
4.3.3 轮廓折弯命令	192
4.3.4 放样折弯命令	195
4.3.5 除料命令	196
4.3.6 法向除料命令	196
4.3.7 孔命令	196
4.3.8 二次折弯命令	196
4.3.9 插入折弯命令	197
4.3.10 展开/回折命令	198
4.3.11 倒角命令	200
4.3.12 接合边角命令	200
4.3.13 凹坑命令	201
4.3.14 百叶窗命令	203
4.3.15 冲压除料命令	205
4.3.16 加强筋命令	206
4.3.17 转换为钣金命令	208
4.3.18 撕裂角命令	209
4.3.19 阵列、镜像特征和镜像复制命令	210
4.4 钣金件实例操作	210
4.5 展平钣金及以平面方式保存钣金	214
第五章 装配设计	217
5.1 装配设计的基本概念和基本过程	217
5.2 装配设计环境	218
5.3 零部件的装配关系	221
5.3.1 面贴合	221
5.3.2 平面对齐	223
5.3.3 轴对齐	224
5.3.4 插入	225
5.3.5 连接关系	226
5.3.6 角度	227
5.3.7 相切	228
5.3.8 凸轮	229

5.3.9 平行	230
5.3.10 匹配坐标系	231
5.3.11 快速装配	232
5.4 装配实例	232
5.4.1 装配阀芯子部件	232
5.4.2 装配球阀	235
5.5 在装配环境中设计新零件和编辑已有零件	241
5.5.1 在装配环境中设计新零件	242
5.5.2 在装配环境中编辑已有零件	243
5.6 装配命令和给零件分配材质、渲染	244
5.6.1 装配命令	245
5.6.2 给零件分配材质	252
5.6.3 渲染	253
5.7 生成爆炸图	256
5.7.1 进入爆炸视图环境	256
5.7.2 生成自动爆炸视图	256
5.7.3 调整和修改爆炸视图	257
5.7.4 保存和应用爆炸显示配置	261
5.7.5 手动爆炸	261
5.8 生成装配剖视图	262
5.9 制作动画文件	265
5.10 干涉检查和装配件的物理属性	270
5.10.1 干涉检查	270
5.10.2 装配件的物理属性	274
5.11 标准件库	276
5.11.1 标准件库的安装	276
5.11.2 配置和添加标准件	277
5.11.3 在装配环境中调用标准件	278
5.11.4 向标准件库添加自己定制的零件	281
第六章 管道、仿真、焊接、电缆电线布线和框架设计	284
6.1 管道设计	284
6.1.1 进入管道设计环境	284
6.1.2 自动生成管道特征	285

6.1.3 手动生成管道特征	287
6.1.4 编辑、修改管道	290
6.1.5 退出管道设计环境	291
6.2 机构运动仿真	291
6.2.1 进入机构运动仿真环境	292
6.2.2 导向方式建立运动仿真	293
6.2.3 利用运动管理器创建机构运动仿真	301
6.3 焊接设计	306
6.3.1 进入焊接设计环境	306
6.3.2 焊接设计实例	307
6.4 电缆电线布线设计	312
6.4.1 进入电缆电线布线设计环境	312
6.4.2 电缆电线布线设计实例	313
6.4.3 退出电缆电线布线设计环境	319
6.5 框架设计	319
6.5.1 进入框架设计环境	319
6.5.2 框架设计实例	319
6.5.3 退出框架设计环境	322
第七章 工程图的生成	323
7.1 工程图相关基础	323
7.2 进入工程图环境	323
7.2.1 工程图界面	325
7.2.2 工作图纸和背景图纸	325
7.2.3 生成工程图的一般步骤	326
7.3 设定绘图规范	327
7.3.1 设置投影方式	327
7.3.2 设置绘图样式	328
7.3.3 设置图纸幅面和格式	339
7.3.4 创建和使用模板文件	342
7.4 生成机件的各种视图	342
7.4.1 基本视图的生成	343
7.4.2 视图编辑与操作	348
7.4.3 其他视图的生成	354

7.4.4	剖视图的生成	358
7.4.5	机件其他表达方法相应视图的生成	366
7.4.6	工程图视图命令	369
7.5	工程图的标注	369
7.5.1	尺寸标注	370
7.5.2	为视图添加中心线	377
7.5.3	指引线标注	381
7.5.4	标注技术要求	383
7.5.5	标注文本	388
7.5.6	装配图的标注	392
7.6	其他绘图工具	400
7.6.1	工程视图跟踪器及视图更新	400
7.6.2	尺寸跟踪器	402
7.6.3	图纸打印	403
7.6.4	工程图文档存盘	404
7.7	绘图实例	404
7.7.1	实例一：创建模板文件	404
7.7.2	实例二：绘制零件图	412
7.7.3	实例三：绘制装配图	422
参考文献		435

第一章 Solid Edge 基础知识

Solid Edge V18 是一个功能强大的三维 CAD 软件，易学好用。本章主要对计算机辅助设计的发展及现状，Solid Edge V18 的功能、特点及基本操作等知识进行介绍。

1.1 计算机辅助设计概述

在设计过程中，使用计算机作为工具，帮助工程师进行设计的一切实用技术的总和称为计算机辅助设计技术，即 CAD (Computer Aided Design) 技术。

计算机辅助设计包括的内容很多，如计算机辅助绘图、概念设计、优化设计、有限元分析、计算机仿真、计算机辅助设计过程管理等。在工程设计中，一般包括两种内容：带有创造性的设计（方案的构思、工作原理的拟定等）和非创造性的工作（如绘图、设计计算等）。创造性的设计需要发挥人的创造性思维能力，创造出以前不存在的设计方案，这项工作一般应由人来完成。非创造性的工作是一些烦琐重复性的计算分析和信息检索，完全可以借助计算机来完成。一个好的计算机辅助设计系统既能充分发挥人的创造性作用，又能充分利用计算机的高速分析计算能力，即要找到人和计算机的最佳结合点。

计算机辅助设计作为一门学科始于 20 世纪 60 年代初，进入 80 年代后，计算机技术突飞猛进，特别是微机和工作站的发展和普及，再加上功能强大的外围设备，如大型图形显示器、绘图仪、激光打印机的问世，极大地推动了 CAD 技术的发展，CAD 技术已进入实用化阶段，广泛服务于机械、电子、宇航、建筑、纺织等产品的总体设计、造型设计、结构设计、工艺过程设计等环节。

早期的 CAD 技术只能进行一些分析、计算和文件编写工作，后来发展到计算机辅助绘图和设计结果模拟等，目前的 CAD 技术正朝着人工智能和知识工程方向发展，即所谓的 ICAD (Intelligent CAD)。另外，设计和制造一体化技术即 CAD/CAM 技术以及 CAD 作为一个主要单元技术的 CIMS 技术都是 CAD 技术发展的重要方向。

CAD 的核心技术之一是造型技术，也称建模技术。从 20 世纪 60 年代至今，三维建模技术的发展经历了线框建模、曲面建模、实体建模、特征建模、参数化建模、变量化建模，以及当今正在研究的产品集成建模、行为建模等的发展过程。而现代主流的 CAD 造型技术是基于特征的参数化造型技术和变量化造型技术。

参数化造型技术 (Parametric Technology) 将具有代表性的几何体定义为特征, 并将其所有尺寸存为参数, 以此为基础来进行更为复杂的几何形体的构造。在建模过程中将零件的形状和尺寸联合起来考虑, 通过尺寸约束来实现对零件形状的控制。尺寸参数的修改会自动驱动零件相应形状的改变。几何特征的尺寸均以参数的方式存在, 如果需要修改零件的某一部分, 只需修改与该部分相关的尺寸参数, 尺寸驱动功能会自动驱动零件作相应的修改。变量化造型技术 (Variation Technology) 是在参数化造型技术基础上又作了进一步改进后提出的设计思想。变量化造型技术的特点是: 保留了参数化造型技术基于特征、全数据相关、尺寸驱动的优点, 但在约束定义方面做了根本性改变, 将参数化技术中所需定义的尺寸“参数”进一步区分为几何约束和尺寸约束, 而不是只用尺寸来约束全部几何特征。变量化造型技术在概念设计和新产品设计时特别得心应手, 比较适用于新产品的开发、老产品的改形设计等创新式设计。

目前, 有代表性、应用广泛的三维 CAD 软件有: 美国 PTC 公司的 Pro/E、SDRC 公司的 I-DEAS、UGS 公司的 UG 和 Solid Edge、Autodesk 公司的 AutoCAD 及 MDT、SolidWorks 公司的 SolidWorks、法国 Dassault System 公司的 CATIA 等。其中多数软件为 CAD/CAM/CAE 集成软件, 除了可以完成三维造型设计以外, 还有较强的 CAM (Computer Aided Manufacturing, 计算机辅助制造) 和 CAE (Computer Aided Engineering, 计算机辅助工程分析) 功能。国产三维 CAD 软件有以北航海尔研制的 CAXA 为代表的一些软件。

随着互联网技术的发展和普及, 各种 CAD 技术相继融入了 Web 技术, 基于 BS (Browser Server) 技术的 CAD 软件已初见端倪, 在网络环境下支持协同设计、异地设计和信息共享, 集成化 (Integrated)、智能化 (Intelligent)、协同化 (Collaborative) 等是 CAD 技术发展的方向之一。

CAD 技术的使用, 可以大幅度地缩短设计周期, 提高设计效率和设计质量, 降低成本, 充分发挥设计人员的创造性。作为先进制造技术的重要组成部分, CAD 技术的发展和应用使传统的产品设计方法与生产模式发生了深刻的变化, 产生了巨大的社会效益和经济效益。

1.2 Solid Edge V18 功能及特点

Solid Edge 是来自 UGS 公司的主流 CAD 解决方案, 是一款功能强大的三维计算机辅助设计软件, 提供全面的工业设计和完整的工程解决方案, 使设计者能完成多种多样的复杂产品外形设计、塑料件零件建模、钣金件设计、装配设计和工程图纸生成等工作, 发挥其无限的设计潜能, 更快更好地设计出具有竞争力的产品。Solid Edge 是业内领先的机械设计软件, 拥有能够创建和管理三维数字

模型的优秀工具。出众的建模能力和优化的设计流程,可以满足特定行业的设计需要,并且对数据进行完全的综合设计管理,帮助用户制定正确的设计解决方案。

Solid Edge 是目前唯一合并设计管理功能和 CAD 工具的主流机械设计系统。Solid Edge 独特的 Insight 技术是直接嵌入 CAD 系统的设计管理工具,实时监控、管理所有的设计数据,提供设计管理,同时经实践检验的协同管理工具能够使用户的设计团队间更好地协作,消除错误传达而产生的过失,增加设计协同能力。

Solid Edge V18 是新的 UGS Velocity 系列产品的 CAD 组件,也是业内第一套针对 PDM (Product Data Management, 产品数据管理) 中端市场的全面、预配制的数字化产品设计、分析及数据管理软件组合。它提供给制造业企业基于管理的设计工具,在设计阶段就融入管理,达到缩短产品上市周期,提高产品品质,降低费用,从而增强企业竞争优势的目的。它能帮助用户节约修改和工序更改时间,最大限度地满足日益增长的复杂产品的设计需要,以适应不断变化的市场需求。制造商越来越关注日益复杂的产品设计和设计流程,利用 Solid Edge 强大的基于 Insight 的设计功能,即使是复杂产品的设计也能够迅速完成,并且率先将准确无误的产品推向市场。Solid Edge 在全世界范围内拥有由成千上万家、大学中的设计人员构成的广泛用户团体,他们来自世界各地,包括 Alcoa、NEC Engineering、Volvo 等。

1. 快速、灵活的数字建模

Solid Edge 是基于参数和特征实体造型的机械设计 CAD 系统。它是为设计人员专门开发的、易于理解和操作的实体造型系统,能很好地执行设计工程师的意图。专业设计人员利用参数化技术可顺利完成机械零件或装配件的造型,如图 1-1 所示,并且可以把 Solid Edge 特征保存在特征库内供以后使用。

Solid Edge 采用由 UGS 公司拥有和开发的 Parasolid 技术,是三维机械 CAD 的核心建模技术,主要有如下特点:

1) 参变数的设计技术

先进的参数化建模工具允许设计师快速创建基础外形特征,易于添加常规通用的机械特征(如孔、倒圆和倒角),以及较为复杂的特征(如拔模斜度、放样和螺纹)它的二维草图模块也充分体现了参数和变数技术的完美结合。设计人员可以在二维状态自由地绘图,充分地表达设计思想。它提供的智能草图(Intel-

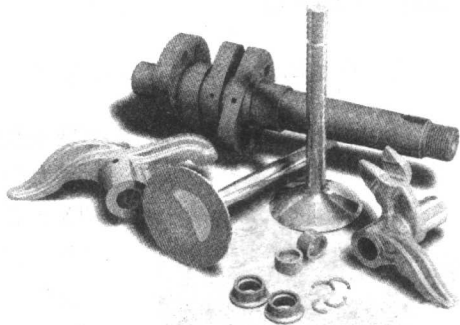


图 1-1 数字建模的实体造型