

Solid Edge

自学通

[基础篇]



创成工作室

曲东平 张剑澄 编著
李 静 陆大绚 审校

Solid Edge 自学通

基础篇

创成工作室

曲东平 张剑澄 编著

李 静 陆大绚 审校



机械工业出版社

本书以 EDS 公司最新版本的 Solid Edge 为内容编写而成。

本书全面详实地介绍了 Solid Edge 建模、钣金、装配、制图模块。在内容的安排上充分考虑到学习者的思路,每章开门见山地做一个简单实例,然后详细地介绍了各项功能。在每章的结尾处介绍本章的特点和大量的高级使用技巧,并从工程设计实用角度配以典型实例详加解释,以加深读者的印象和理解。

本书适用于广大工程技术人员培训、自学和参考,也可作为各级院校的教学用书。

图书在版编目(CIP)数据

Solid Edge 自学通·基础篇/曲东平 张剑澄编著. 北京:机械工业出版社, 2002.9

ISBN 7-111-10936-8

I. S… II. ①曲… ②张… 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(2002)第 069387 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:曲彩云 封面设计:姚毅

责任印制:付方敏

北京忠信诚胶印厂印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 9 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm 1/16·19.75 印张·488 千字

0001—5000 册

定价:40.00 元(含 1CD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010) 68993821、68326677-2527

本书封面贴有机械工业出版社激光防伪标签,无标签者不得销售

前 言

EDS 公司的 Solid Edge 是专门为机械行业设计的 CAD 系统，它在机械设计、塑料模具和钣金设计方面有独到之处，能明显提高设计和制图的效率，是大型装配设计、造型以及制图、网络设计交流的强大工具。能帮助制造厂商缩短产品上市时间、提高产品质量、降低成本、赢得市场。

本书计划先推出基础篇、高级篇。分别针对刚接触该软件的用户学习以及已经基本掌握该软件的使用，并将进一步提高学习深度的用户。基础篇配有光盘一张，包括：同步练习、幻灯片演示、多媒体教学。高级篇计划收入各种典型模型文件，介绍其建模思路，利用 Solid Edge 独特的回放功能，让读者看到模型的制作过程，同时介绍一些较少使用的高级功能。

我们在编写时的初衷是：“本书应该成为友善的、容易使用的自学指南”，具体反映在：

- 假定读者不是一位专业的 CAD 设计师，在讲解 Solid Edge 时，我们努力阐明各种建模思路及特点。
- 每章开门见山地做一个简单实例，让读者大致了解各章节能够做什么，该按照怎样的条理去做。
- 强调多媒体技术，配有同步练习的光盘，让读者边学边做，事半功倍。
- 每章的实例中介绍大量的使用技巧，从工程设计实用角度出发详细解释，以加深读者的印象和理解。
- 备有供复习使用的课后练习和自我检测，以便于读者测试与提高自己对软件的理解能力。

我们在编写本套丛书，旨在使它成为条理清晰、富有指导价值阶梯丛书。在阅读本书时，为了获得最大的效益，读者应该尽可能地发挥主观能动性。不要只看例题、光看解释，打开你的电脑，充分实践，自己做的越多，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，打开你的思路。在此基础上，你能够举一反三、融会贯通。

本书由创成工作室的曲东平、张剑澄编著，李静、陆大绚审校，陈斐烈策划。其中，第 2 章、第 4 章由曲东平编著，第 1 章、第 5 章、第 6 章由张剑澄编著，第 3 章由曲东平、张剑澄合作完成。

创成工作室的全体成员为本书的出版付出了很大的精力，在时间紧迫的情况下，全体人员精诚合作，出色地完成了本书的编著。创成工作室愿意为每一位读者不断进步作出微

薄的力量。

限于作者水平有限，不当之处在所难免，敬请读者批评指正。

我们的联系方式：电子邮件“se@stc.com.cn”，网址“www.cc-stc.com”。

最后，我们祝读者在 Solid Edge 的学习中走好运。

创成工作室

2002 年 9 月于上海创成公司

致 谢

作者衷心感谢对本系列丛书给予帮助支持的所有人士：

EDS PLM Solutions 优集（系统）中国有限公司：

陈杰先生

上海创成计算机工程有限公司：

张素心先生、张臻梅女士

目 录

前言

第 1 章 Solid Edge 简介.....	1
1.1 CAD 技术发展史.....	2
1.2 Solid Edge 的特点	4
1.3 用户界面.....	7
1.3.1 启动程序.....	7
1.3.2 用户界面.....	8
1.4 基本操作.....	10
1.4.1 打开文件.....	10
1.4.2 工具条的显示或隐藏.....	10
1.4.3 使用快捷菜单.....	11
1.4.4 使用工具条命令.....	11
1.4.5 显示工具.....	12
1.4.6 使用查看器预览 Solid Edge 文件.....	14
1.5 模板文件.....	14
1.5.1 使用模板文件.....	14
1.5.2 创建模板文件.....	15
1.6 获得联机帮助.....	16
1.6.1 联机帮助界面.....	16
1.6.2 联机帮助功能.....	17
课后练习.....	17
自我检测.....	18
第 2 章 草图.....	19
2.1 快速浏览草图绘制过程.....	20
2.2 用户界面.....	23
2.3 建立草图.....	25
2.4 草图菜单.....	25
2.4.1 选择	26
2.4.2 线.....	27
2.4.3 圆弧	31
2.4.4 圆和椭圆	32
2.4.5 矩形	34
2.4.6 阵列	34
2.4.7 倒角	34

2.4.8 修剪	35
2.4.9 偏移	37
2.4.10 包含	38
2.4.11 辅助线转换	39
2.4.12 元素操作命令	39
2.4.13 智能标注	40
2.4.14 尺寸标注	42
2.4.15 几何约束	44
2.4.16 激活部件	48
2.4.17 辅助元素显示	48
2.5 绘制草图	48
2.5.1 精确绘图	48
2.5.2 尺寸驱动草图	50
2.6 草图的修改	53
2.7 参考点	53
2.8 关系助手	55
2.8.1 利用关系助手加约束和尺寸	56
2.8.2 演示自由度	57
2.9 辅助工具	58
2.9.1 对齐指示	58
2.9.2 关系控制	59
2.9.3 智能绘制	59
课后练习	61
自我检测	62
 第 3 章 零件设计	 65
3.1 零件速成	66
3.2 零件设计环境	67
3.3 零件特征命令菜单	67
3.3.1 拉伸命令	68
3.3.2 旋转拉伸命令	73
3.3.3 扫出拉伸命令	74
3.3.4 放样拉伸命令	77
3.3.5 螺旋拉伸命令	79
3.3.6 法向拉伸	80
3.3.7 除料	82
3.3.8 旋转除料	83
3.3.9 扫出除料	83
3.3.10 放样除料	83

3.3.11 螺旋除料	84
3.3.12 法向除料	84
3.3.13 孔	84
3.3.14 螺纹	86
3.3.15 斜度	88
3.3.16 倒圆	90
3.3.17 倒角	93
3.3.18 阵列	97
3.3.19 镜像复制特征	97
3.3.20 镜像复制零件	98
3.3.21 加强筋.....	98
3.3.22 网格筋	100
3.3.23 边缘.....	101
3.3.24 薄壁	102
3.3.25 薄区域.....	103
3.3.26 加厚	104
3.3.27 坐标系统	104
3.3.28 辅助平面.....	106
3.3.29 结构显示	108
3.3.30 零件复制.....	108
3.4 资源查找器.....	108
3.4.1 特征查找器	109
3.4.2 特征库	111
3.4.3 零件族	112
3.4.4 传感器	113
3.4.5 特征回放.....	114
3.5 文件保存.....	114
3.5.1 文件属性.....	114
3.5.2 文件保存.....	116
3.6 实用工具.....	116
3.6.1 选项.....	116
3.6.2 物理属性.....	117
3.7 零件实例.....	118
3.7.1 实例一 托架——搭积木成型.....	118
3.7.2 实例二 罩壳——雕刻成型.....	127
3.7.3 实例三 叉——交叉成型.....	130
课后练习.....	133
自我检测.....	135

第 4 章 钣金.....	137
4.1 快速浏览钣金.....	138
4.2 钣金设计环境.....	140
4.3 钣金菜单.....	140
4.3.1 平板	141
4.3.2 弯边	142
4.3.3 弯板	145
4.3.4 放样弯板	147
4.3.5 除料	148
4.3.6 法向除料	148
4.3.7 孔	148
4.3.8 二次折弯	149
4.3.9 折弯	150
4.3.10 展开	151
4.3.11 恢复弯折	152
4.3.12 倒角	153
4.3.13 结合边角	153
4.3.14 凹坑	154
4.3.15 气窗.....	155
4.3.16 冲压除料	156
4.3.17 加强条.....	157
4.4 钣金实例.....	158
课后练习.....	168
自我检测.....	168
第 5 章 零件装配.....	170
5.1 快速浏览装配组件的过程.....	171
5.2 组件界面简介.....	174
5.2.1 装配路径查找器.....	174
5.2.2 零件库.....	175
5.3 装配关系.....	176
5.4 装配命令.....	182
5.5 装配工具.....	190
5.5.1 测量.....	191
5.5.2 干涉检查.....	191
5.5.3 物理属性.....	192
5.5.4 报告.....	194
5.5.5 颜色管理器.....	194
5.5.6 显示配置.....	195

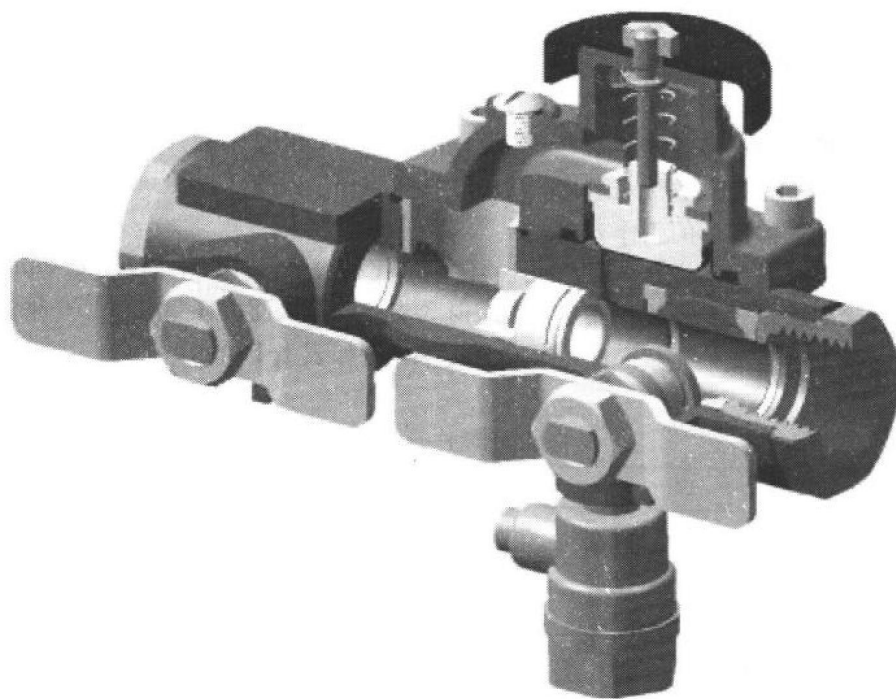
5.6 在组件中构建新零件.....	195
5.7 组件剖视图.....	197
5.7.1 生成组件剖视图.....	197
5.7.2 组件剖视图操作.....	198
5.8 生成爆炸图.....	199
5.8.1 爆炸图工具条.....	199
5.8.2 爆炸显示配置.....	204
5.8.3 设置方向线及方向线符号端.....	204
5.9 零件装配实例.....	204
课后练习.....	215
自我检测.....	216
 第 6 章 图纸绘制.....	 217
6.1 快速浏览制图过程.....	218
6.2 工程图界面简介.....	220
6.2.1 用户界面.....	220
6.2.2 图纸指示条.....	220
6.2.3 工作图与背景图.....	221
6.3 图纸设置.....	221
6.3.1 选择图纸尺寸.....	222
6.3.2 创建背景图.....	222
6.3.3 制定图纸的标准.....	223
6.3.4 设置制图标准.....	224
6.3.5 设置其它样式.....	229
6.4 视图操作.....	229
6.4.1 工程视图向导	230
6.4.2 主要视图	234
6.4.3 辅助视图	235
6.4.4 剖面分割线	236
6.4.5 剖视图	237
6.4.6 局部视图	239
6.4.7 更新视图	239
6.4.8 明细表	239
6.4.9 工程图视图	241
6.4.10 视图操作.....	241
6.4.11 视图的辅助命令.....	243
6.5 工程图标注.....	246
6.5.1 尺寸标注.....	247
6.5.2 辅助标注.....	252

6.5.3 文本标注.....	257
6.6 层	260
6.6.1 层的概述.....	260
6.6.2 层操作区.....	261
6.6.3 层的操作.....	261
6.6.4 图纸转换过程中层的处理.....	263
6.7 符号库	263
6.7.1 符号库概述.....	263
6.7.2 符号操作区.....	264
6.7.3 符号的操作.....	264
6.8 组 Groups.....	266
6.8.1 组的概述.....	266
6.8.2 组命令.....	266
6.8.3 组的操作.....	267
6.9 图纸打印与存盘.....	269
6.10 其它 CAD 文件导入转换.....	270
6.11 制图实例.....	273
6.11.1 实例一 使用零件视图.....	273
6.11.2 实例二 使用工程视图.....	282
6.11.3 实例三 平面绘图.....	286
课后练习.....	287
自我检测.....	288
附录 A Solid Edge 各版本比较.....	291
A.1 模块比较.....	291
A.2 详细功能比较.....	291
附录 B Solid Edge 软件安装.....	295
附录 C Solid Edge 键盘快捷键.....	299
附录 D 自我检测题答案.....	303

第 1 章 Solid Edge 简介

本章概要

本章主要介绍 CAD 技术的发展史；Solid Edge 应用范围及软件特色；软件各个模块的用户界面；操作基本技巧：使用快捷键及快捷方式、应用显示工具、创建模板文件、获得联机帮助。



1.1 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)。

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。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, CAM 及 CAE 均无法实现。

这时, 法国人提出了贝赛尔算法, 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们, 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 技术的开发有了现实的基础。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依托某厂商发展 CAD 技术。例如表 1-1 所示。

表 1-1 CAD 软件的早期应用

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。70 年代末到 80 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。但由于表面模型技术只能表达形体的表面信息,难以准确表达零件的其它特性,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。基于对于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下大力量去开发它,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。实体造型技术也就此没能迅速在整个行业全面推广开。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年里,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。如果说在此之前的造型技术都属于无约束自由造型的话,进入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。它主要的特点是:基于特征、全尺寸约束、全数据相关、尺寸驱动设计修改。但是,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,另成立了一个参数技术公司(Parametric Technology Corp.),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将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1990年前后几乎成为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非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集成了许多其它应用,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；但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地分析和比较以后，一个更新颖大胆的设想产生了。SDRC 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 的决策者们权衡利弊，同意了这个方案。于是，从 1990 至 1993 年，历经 3 年时间，投资一亿多美元，将软件全部重新改写，于 1993 年推出全新体系结构的 I-DEAS Master Series 软件。在早期出现的大型 CAD 软件中，这是唯一一家在 90 年代将软件彻底重写的厂家。

事实上，I-DEAS MS1 发布时，SDRC 市场排名仅位居第 9，而在此以后，SDRC 每年的排位都要超越一、两位同行，截止到 2001 年年底，SDRC 被 EDS 公司收购前，其市场排名已稳居前 3 位。无疑，变量化技术成就了 SDRC，也驱动了 CAD 发展的第四次技术革命。

90 年代以后，随着 PC 机硬件设备的快速发展以及 Windows 操作系统的日益垄断，以 Windows 为平台的 CAD 软件快速发展。与 Windows 无缝连接、价格低廉、易学易用的中、低端 CAD 软件不断涌现。Solid Edge、Solid Work 等一系列三维 CAD 软件基本上全盘继承变量化技术，并在此基础上继续发展。变量化技术已经成为 CAD 软件公认的发展方向。

以史为鉴，可知兴衰。众多 CAD 厂商的成败无一不与其技术发展密切相关。温故而知新，CAD 技术基础理论的每次重大进展，无一不带动了 CAD/CAM/CAE 整体技术的提高以及制造手段的更新。

科技发展，永无止境，没有一种技术是常青树。CAD 技术一直处于不断的发展与探索之中。正是这种此消彼长的互动与交替，造就了目前 CAD 技术的兴旺与繁荣，促进了工业的高速发展。今天，越来越多的人认识到 CAD 是一种巨大的生产力，不断加入到用户行列之中。

1.2 Solid Edge 的特点

作为美国 EDS 公司的中端 CAD 软件包，Solid Edge 提供了杰出的机械装配设计和制图性能、高效的实体造型能力、无与伦比的易用性。

Solid Edge 适用于机械设计行业——需要实体建模、装配或者不需要实体建模的机械设计，特别是钣金业和塑料模具业，更是效率非凡，具有许多大型 CAD 软件所不具备的特殊功能。

1. 新型的 Windows 实体造型工具

Solid Edge 基于 Microsoft Windows 操作平台开发而成, 借助于所有 Windows 功能以提高工程设计工作效率, 减少学习难度, 降低培训成本和管理费用。Solid Edge 与 Office 互相兼容, 支持 Windows OLE 技术, 确保其界面与 Windows 软件相似, 而且与大家熟悉的 Windows 字处理, 电子表格, 数据库, 演示以及电子邮件等软件能很好地一起协同工作, 并且能与其它支持 OLE 的软件系统集成。

2. 基于特征的参数、变量化设计造型技术

Solid Edge 具有丰富的造型特征, 例如结构面, 相关零件族, 切割和拉伸(旋转, 扫描, 层叠拉伸, 螺旋造型), 钻孔, 薄壁抽空, 倒圆和阵列设计等, 这些特征大大简化和加快了复杂零件的造型过程。其基于特征的参数化设计造型操作流程一致, 定义清晰, 步骤直观。

Solid Edge 是最早的实用实体造型系统, 专为机械设计开发的专业化软件。它遵循设计师和工程师的思路, 能运用强大的设计指引工具在全三维参数化几何造型环境中方便地构造机械零件和装配(实例见图 1-1、1-2)。其零件和钣金特征还能存储于特征库, 以备后用。

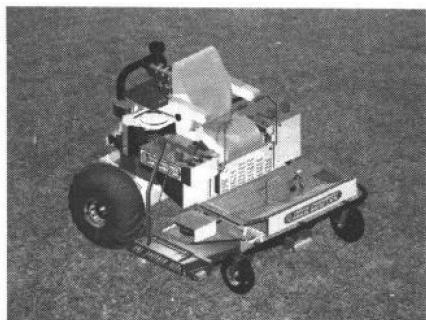


图 1-1 实体造型图例一

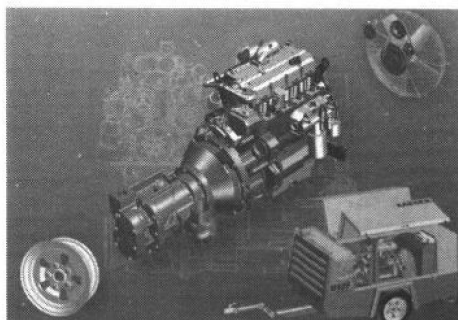


图 1-2 实体造型图例二

3. 装配设计管理

Solid Edge 在装配环境中可以设计新的零件, 利用相邻零件的几何形状保证精确的配合功能。软件同时支持自上而下和自下而上的设计技术, 提供最新的版本管理和显示配置工具, 简化了用非激活零件和装配选择工具进行大装配的过程。软件也支持多个设计者同时对相同的装配进行工作, 可以彼此之间直接访问当前的设计。

4. 无与伦比的钣金设计功能

Solid Edge 包含一个独特的专用于钣金设计的建模环境。钣金设计环境与零件设计、装配、二维制图、塑料件或铸件设计, 以及数据管理等完全集成在一起。对于设计钣金件的产品, 可大大提高工作效率。它应用特殊的钣金制作行业的命令建立和展开完整的 3D 模型, 钣金设计环境中所有的命令和功能都采用钣金设计行业所熟悉的专业术语: 动态拖放、板材生成、自动放置弯曲和切口、自动展平/重新弯曲造型、生成相关的展开图、单封封闭边角、百叶窗、冲压凸台和二次折弯(实例见图 1-3、1-4)。

Solid Edge 还提供了卓越的钣金设计特征来加强钣金设计能力。如风口, 冲压成型和翻边等; 其它特征包括角边闭合, 层叠折弯等。