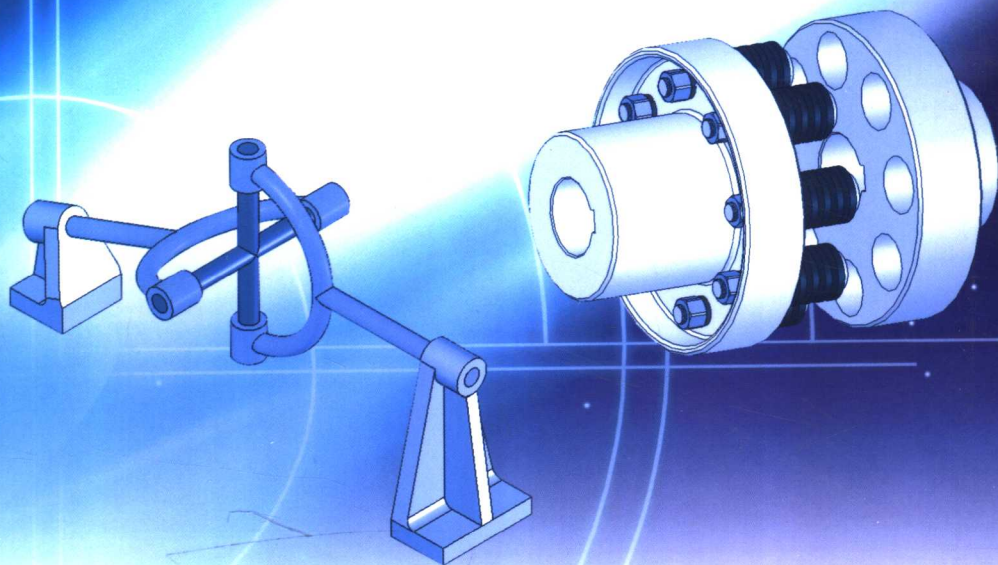




江 洪 陈 燎 王 智 等编著

CAD/CAM/CAE
工程应用丛书

SolidWorks

有限元分析实例解析

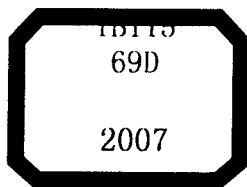


- ◆ 精心选择有限元分析实例
- ◆ 详细介绍 SolidWorks 有限元分析的主要功能
- ◆ 全面讲解 SolidWorks 的有限元设计技巧
- ◆ 随书光盘提供丰富的素材文件



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS





CAD/CAM/CAE 工程应用丛书

SolidWorks 有限元分析实例解析

江 洪 陈 燎 王 智 等编著

机械工业出版社

本书以多个具体实例详细讲解了嵌入在 SolidWorks 2006 中的有限元分析软件 COSMOSWorks 的主要功能和实现过程。主要包括 SolidWorks 环境下的应力分析、应变分析、变形分析、热力分析、设计优化、线性和非线性分析等。使用 COSMOSWorks, 工程师们可以最大限度地缩短设计周期, 降低测试成本, 提高产品质量, 尤其是那些有分析需求但又缺乏有限元知识的工程师们, 可以在短时间内轻松地掌握分析的方法。

本书附有配套光盘, 读者可以边看边操作, 加深记忆和理解, 快速掌握 COSMOSWorks 的应用。

本书可作为高等院校机械专业 CAD/CAM/CAE 课程的教材, 也可作为工程技术人员的自学用书或参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

SolidWorks 有限元分析实例解析 / 江洪等编著. —北京: 机械工业出版社, 2007.1

(CAD/CAM/CAE 工程应用丛书)

ISBN 7-111-20639-8

I. S... II. 江... III. 有限元分析—应用程序, SolidWorks IV. 0241.82

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 162180 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策 划: 胡毓坚

责任编辑: 刘亚军

责任印制: 洪汉军

三河市宏达印刷有限公司印刷

2007 年 2 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·17.75 印张·438 千字

0001—5000 册

定价: 32.00 元 (含 1CD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

销售服务热线电话: (010) 68326294

购书热线电话: (010) 88379639 88379641 88379643

编辑热线电话: (010) 88379739

封面无防伪标均为盗版

出版说明

随着信息技术在各领域的迅速渗透, CAD/CAM/CAE 技术已经得到了广泛的应用, 从根本上改变了传统的设计、生产、组织模式, 对推动现有企业的技术改造、带动整个产业结构的变革、发展新兴技术、促进经济增长都具有十分重要的意义。

CAD 在机械制造行业的应用最早, 使用也最为广泛。目前其最主要的应用涉及到机械、电子、建筑等工程领域。世界各大航空、航天及汽车等制造业巨头不但广泛采用 CAD/CAM/CAE 技术进行产品设计, 而且投入大量的人力、物力及资金进行 CAD/CAM/CAE 软件的开发, 以保持自己技术上的领先地位和国际市场上的优势。CAD 在工程中的应用, 不但可以提高设计质量, 缩短工程周期, 还可以节约大量建设投资。

各行各业的工程技术人员也逐步认识到 CAD/CAM/CAE 技术在现代工程中的重要性, 掌握其中的一种或几种软件的使用方法和技巧, 已成为他们在竞争日益激烈的市场经济形势下生存和发展的必备技能之一。然而仅仅知道简单的软件操作方法是远远不够的, 只有将计算机技术和工程实际结合起来, 才能真正达到通过现代的技术手段提高工程效益的目的。

基于这一考虑, 机械工业出版社特别推出了这套主要面向相关行业工程技术人员的“CAD/CAM/CAE 工程应用丛书”。本丛书涉及 AutoCAD、Pro/ENGINEER、UG、SolidWorks、MasterCAM、ANSYS 等软件在机械设计、性能分析、制造技术方面的应用, 以及 AutoCAD 和天正建筑 CAD 软件在建筑和室内配景图、建筑施工图、室内装潢图、水暖、空调布线图、电路布线图以及建筑总图等方面的应用。

本套丛书立足于基本概念和操作, 配以大量具有代表性的实例, 并融入了作者丰富的实践经验, 使得本丛书内容具有专业性强、操作性强、指导性强的特点, 是一套真正具有实用价值的书籍。

机械工业出版社

前 言

用 CAD 软件进行实体造型之后,零件会不会断裂?它会如何变形?是否可以使用较少材料而又不影响其性能?在分析装配体时,传统的方法是先把零件拆散,再一个个地分别处理。这样的方法既耗时耗力,又存在计算结果不精确的缺点。

嵌入在 SolidWorks 2006 中的有限元分析软件 COSMOSWorks,为工程师们提供了在 SolidWorks 环境下进行应力分析、应变分析、变形分析、热力分析、设计优化、线性和非线性分析等比较完整的分析手段。使用 COSMOSWorks,工程师们可以最大限度地缩短设计周期,降低测试成本,提高产品质量,尤其是那些有分析需求但又缺乏有限元知识的工程师们,可以在短时间内轻松地掌握分析的方法。

本书是为有限元分析的初学者而编写的,主要介绍 COSMOSWorks 的主要功能及其使用技巧。本书的特点是除第 1 章外均由具体的实例构成,每章相对独立,重要的知识点嵌入到具体实例中,并附有配套光盘,读者可以动眼、动脑、动手,边看边操作,加深记忆和理解,循序渐进,随学随用,快速入门并掌握其使用方法。

参加本书编写的人员还有郇祥林、李仲兴、李春表、刘韶庆、周卫琪、周文涛、沙鸥、蒋红梅、刘咏萱、李苗、陈小燕、刘星、姚斌、侯剑波、孙钢、喻广强、耿玉军等。

由于编者水平有限,书中难免有疏漏之处,请读者批评指正。

编者邮箱: 99998888@126.com。

编 者

目 录

出版说明

前言

第 1 章	COSMOSWorks 基础知识	1
1.1	COSMOSWorks 简介	1
1.2	应用 COSMOSWorks 的一般步骤	2
1.3	COSMOSWorks 的界面	4
1.4	COSMOSWorks 的常用工具	6
第 2 章	托架体零件静态分析	11
2.1	建立一个静态分析项目	11
2.2	给物体赋材料	12
2.3	约束零件并给零件加负荷	13
2.4	划分网格	15
2.5	静态分析	18
2.6	采用不同方法显示有限元计算结果	18
第 3 章	弹簧刚度分析	29
3.1	建立一个静态分析项目	29
3.2	给物体赋材料	30
3.3	约束零件并给零件加负荷	31
3.4	划分网格	33
3.5	刚度分析	35
3.6	采用不同方法显示有限元计算结果	35
第 4 章	夹钳闭合分析	42
4.1	建立一个静态分析项目	42
4.2	给物体赋材料	43
4.3	约束零件并给零件加负荷	44
4.4	划分网格	46
4.5	闭合分析	47
4.6	采用不同方法显示有限元计算结果	47
4.7	复制和粘贴研究项目	54
4.8	使用配置创建一个研究项目	57
第 5 章	装配体静态分析	62
5.1	建立一个装配体静态分析项目	63
5.2	给装配体赋材料	63
5.3	约束装配体并给装配体加负荷	64
5.4	划分网格	66

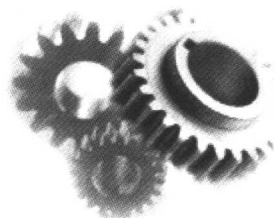
5.5	装配体静态分析	67
5.6	采用不同方法显示有限元计算结果	68
5.7	求解反作用力和创建剖面图解	72
5.8	探测剖面图解上的结果	74
第 6 章	钣金零件静态分析	77
6.1	为使用中面的外壳创建一个静态分析项目	77
6.2	给钣金零件赋材料	79
6.3	约束零件并给零件加负荷	80
6.4	划分网格	82
6.5	钣金零件静态分析	83
6.6	采用不同方法显示有限元计算结果	84
6.7	建立“研究 2”项目并分析项目	88
第 7 章	套杆装配体接触分析	93
7.1	建立一个静态分析项目	94
7.2	给物体赋材料	95
7.3	约束零件并给零件加负荷	96
7.4	显示爆炸视图并定义相触面组	98
7.5	划分网格	99
7.6	套杆装配体接触分析	101
7.7	采用不同方法显示有限元计算结果	102
第 8 章	大位移零件接触分析	107
8.1	建立一个静态分析项目	108
8.2	给物体赋材料	109
8.3	约束零件并给零件加负荷	110
8.4	划分网格	113
8.5	大位移零件接触分析	114
8.6	采用不同方法显示有限元计算结果	115
8.7	建立“研究 2”项目并分析项目	117
第 9 章	轴套过盈配合分析	123
9.1	建立一个静态分析项目	123
9.2	给物体赋材料	125
9.3	划分网格	127
9.4	轴套过盈配合分析	128
9.5	采用不同方法显示有限元计算结果	130
第 10 章	轴与轴承座配合的共振频率分析	135
10.1	建立一个频率分析项目	135
10.2	给物体赋材料	137
10.3	约束零件并给零件加负荷	138
10.4	划分网格	138

10.5	共振频率分析	139
10.6	采用不同方法显示有限元计算结果	140
10.7	列举模式和采用列举质量参与因子后评估结果的准确性	144
第 11 章	六边形框架扭曲分析	150
11.1	使用外壳的曲面网格建立研究项目	150
11.2	给物体赋材料	152
11.3	约束零件并给零件加负荷	154
11.4	划分网格	157
11.5	扭曲分析	158
11.6	采用不同方法显示有限元计算结果	158
第 12 章	悬臂工字钢扭曲分析	163
12.1	建立扭曲研究项目	163
12.2	给物体赋材料	164
12.3	约束零件并给零件加负荷	166
12.4	划分网格	167
12.5	扭曲分析	168
12.6	采用不同方法显示有限元计算结果	169
第 13 章	风扇罩扭曲分析	173
13.1	建立扭曲研究项目	173
13.2	给物体赋材料	175
13.3	约束零件并给零件加负荷	176
13.4	划分网格	178
13.5	扭曲分析	179
13.6	采用不同方法显示有限元计算结果	179
第 14 章	硅芯片热力分析	184
14.1	稳态热力分析	184
14.1.1	建立稳态热力分析项目	185
14.1.2	给物体赋材料	186
14.1.3	定义热负荷和边界条件	189
14.1.4	划分网格	190
14.1.5	热力分析	191
14.1.6	察看温度结果和使用探测工具	192
14.1.7	生成温度的 Iso 图解和检查热平衡	193
14.2	瞬态热力分析	196
14.2.1	建立瞬态热力分析项目	196
14.2.2	给物体赋材料和初始温度	197
14.2.3	定义热负荷和边界条件	198
14.2.4	划分网格	200
14.2.5	热力分析	201

14.2.6	察看温度结果	201
14.3	热应力分析	205
14.3.1	建立静态研究项目	205
14.3.2	给物体赋材料和添加约束	207
14.3.3	划分网格	209
14.3.4	热力分析	209
14.3.5	采用不同方法显示有限元计算结果	210
第 15 章	使用设计情形设计轴套	213
15.1	定义参数	214
15.2	建立研究项目	215
15.3	给物体赋材料	217
15.4	建立制约和定义设计情形	218
15.5	划分网格	219
15.6	运行设计情形	220
15.7	采用不同方法显示有限元计算结果	220
第 16 章	使用设计情形设计小车	226
16.1	定义参数	227
16.2	建立研究项目	228
16.3	给物体赋材料	229
16.4	建立制约和施加压力	231
16.5	定义设计情形和运行设计情形	233
16.6	采用不同方法显示有限元计算结果	235
第 17 章	使用设计情形设计连接片	240
17.1	定义参数	241
17.2	建立研究项目	243
17.3	给物体赋材料	244
17.4	建立制约和施加载荷	245
17.5	定义设计情形和运行设计情形	246
17.6	采用不同方法显示有限元计算结果	248
第 18 章	合金铝热传输分析	253
18.1	建立瞬态热力分析项目	253
18.2	指派材料	255
18.3	应用对流	257
18.4	网格化模型	258
18.5	运行研究	259
18.6	察看结果	259
18.7	使用探测工具和生成研究报告	261
第 19 章	弹簧疲劳分析	264
19.1	定义 S-N 曲线	264

19.2	划分网格	266
19.3	运行分析	267
19.4	建立疲劳研究项目	268
19.5	生命图解和损坏图解	270
19.6	重新定义“研究 2”项目属性	272

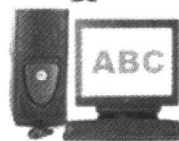
第1章 COSMOSWorks 基础知识



内容

本章叙述了 COSMOSWorks 简介、界面、常用工具以及应用 COSMOSWorks 的一般步骤。

提要



1.1 COSMOSWorks 简介

在当今社会中，各行各业的竞争愈来愈剧烈，为了缩短设计周期，降低成本，提高产品质量，学习和应用计算机辅助工程（Computer Aided Engineering, CAE）显得愈来愈重要。可以说，CAE 是包括产品设计、工程分析、数据管理、试验、仿真和制造在内的计算机辅助设计和生产的综合系统。在 CAE 技术中，有限元法（Finite Element Method, FEM）是其中运用最成功、最广泛的一种数值方法。它的核心思想是结构的离散化，就是将实际结构假想地离散为有限数目的规则单元组合体。它将求解域看成是由许多称为有限元的小的互相连接的子域（单元）组成的，对每一单元假定一个合适的（较简单的）近似解，然后推导求解这个域总的满足条件的解，从而得到问题的解。

用 CAD 软件进行实体造型之后，要回答诸如零件会不会断裂，会如何变形，是否可以使用较少材料而又不影响其性能等问题，如果没有分析工具，只有经过昂贵且费时的产品开发周期，才能回答这些问题。如今可以利用 SolidWorks 所集成的 COSMOSWorks 来解决这些问题。

SolidWorks 从一开始，就是专为 Windows 操作系统开发的，COSMOSWorks 也是为 Windows 操作系统开发的。由于 SolidWorks 和 COSMOSWorks 都是 Windows 操作系统的应用程序，因此为它们相互间的充分融合奠定了基础。

COSMOSWorks 是一种基于有限元分析的设计分析软件。COSMOS 是 SRAC（Structural

Research & Analysis Corporation) 公司推出的一套强大的有限元分析软件。该公司是将有限元分析带入到桌面型计算的典范。1995 年, SRAC 公司通过与 SolidWorks 公司的合作而进入工程界的主流有限元分析软件市场, 并创作了成为 SolidWorks 公司的金牌产品之一的 COSMOSWorks 软件。COSMOSWorks 软件作为 SolidWorks 公司的插入式分析软件, 成为公司的顶级销量产品。2001 年, 综合了 SolidWorksCAD 软件的 COSMOSWorks 软件在商业上所取得的成功使其获得了 Dassault Systemes (SolidWorks 的母公司) 的承认。在 2003 年, SRAC 与 SolidWorks 公司合并。应用 COSMOSWorks 软件, 普通的工程师都可以进行工程分析, 并可以迅速得到分析结果, 从而最大限度地缩短设计周期, 降低测试成本, 提高产品质量, 加大利润空间。

在分析装配体时, 传统的方法是先把零件拆散, 再一个个地分别处理。这样的方法耗时耗力, 又存在计算结果不精确的缺点。COSMOSWorks 提供了多场/多组件的复杂装配分析, 可使分析能够更好地模拟真实情况, 结果更加精确, 从而大大简化工程师的劳动。COSMOSWorks 软件完全整合在 SolidWorks 中, 提供如压力、频率、约束、热量以及优化等分析, 为设计工程师在 SolidWorks 的环境下, 提供了比较完整的分析手段。凭借先进的快速有限元技术, 工程师能非常迅速地实现对大规模的复杂设计的分析和验证, 并可获得修正和优化设计所需的必要信息。分析的模型和结果与 SolidWorks 共享一个数据库, 这意味着设计与分析数据将没有繁琐的双向转换操作, 分析也因而与计量单位无关。在几何模型上, 可以直接定义载荷和边界条件, 生成几何特征, 设计的数据库也会相应地自动更新, 计算结果也可以直观地显示在 SolidWorks 精确的设计模型上。这样的环境操作简单、节省时间, 且占用的硬盘空间较小。

COSMOSWorks 软件集功能强大、计算精确和简单好用三大特点为一身, 能够让工程师们快速地掌握设计分析方法, 并且迅速得到分析结果。COSMOSWorks 软件能够提供广泛的分析工具去检验和分析复杂零件和装配, 它能够进行应力分析、应变分析、变形分析、热分析、设计优化、线性和非线性分析。使用 COSMOSWorks 软件, 工程师可以最大限度地缩短设计周期, 降低测试成本, 提高产品质量, 加大利润空间。

COSMOSWorks 有不同的软件包或应用程序, 以适合不同用户的需求。除了 COSMOSXpress 包是 SolidWorks 的主要部分外, 其他所有的 COSMOSWorks 包都是插入式的。不同包的主要功能如下:

- COSMOSXpress: 适用于一些具有简单载荷和支撑类型零件的静态分析。
- COSMOSWorks Designer: 适用于零件或装配体的静态分析。
- COSMOSWorks Professional: 适用于对零件或装配体的静态、热传导、扭曲、频率、跌落测试及优化分析。
- COSMOSWorks Advanced Professional: 所有 COSMOSWorks 的专业功能加上非线性和疲劳分析; 还可以在 GeoSTAR 界面进行高等动力学分析。

1.2 应用 COSMOSWorks 的一般步骤

在数学术语中, FEA (Finite Element Analysis) 也称为有限元分析, 是一种求解关于场

问题的一系列偏微分方程的数值方法。这种类型的问题会在许多工程学科（如机械设计、声学、电磁学、岩土力学、流体动力学等）中遇到。在机械工程中，有限元分析被广泛地应用于结构、振动和热传导问题。

FEA 不是唯一的数值分析工具，在工程领域，还有其他的数值方法，如有限差分法、边界元法和有限体积法。然而，由于 FEA 的多功能性，而占据了工程分析的软件市场，而其他的方法则被归入小规模的应用。使用 FEA，通过不同方法理想化几何体，能够分析任何形状的模型，并得到预期的精度。使用现代的商业软件，包括 COSMOSWorks，FEA 理论、数值问题公式和求解方法对用户是完全透明的。

作为一个强有力的工程分析工具，FEA 被用来解决各种从简单到复杂的问题。设计工程师使用 FEA 在产品研发过程中分析并改进设计，或由于时间和可用的产品数据的限制，对所分析的模型进行简化；而专家们则使用 FEA 来解决一些非常深奥的问题，如车辆碰撞动力学分析、金属成型分析、生物结构分析等。

不管项目有多复杂或应用的领域是什么，所有 FEA 的第一步总是相同的——从几何模型开始。在本书中，几何模型即是 SolidWorks 的零件或装配体。其过程是，为模型分配材料属性，定义载荷和约束，使用数值近似方法，将模型离散化以便分析。

离散化过程，也称为网格划分，就是将几何体剖分成相对小且形状简单的实体，这些实体被称为有限单元。单元被称为“有限”的，但它们不是无限的小，而是与整个模型尺寸相比适度的小。

当使用有限单元工作时，FEA 求解器通过对单个单元的简单解综合成对整个模型的解来近似得到期望的结果，如变形或应力。利用 FEA 求解问题需要三个步骤：

- 预处理：定义分析类型（静态、热传导、频率等），材料属性、载荷和约束，并将模型划分成有限单元。
- 求解：计算所需要的结果。
- 后处理：分析结果。

在应用 COSMOSWorks 时，须遵循以下步骤：

（1）建立数学模型

COSMOSWorks 分析从 SolidWorks 零件或装配体模型的几何体开始。几何体必须能够被正确的、适度小的有限单元所划分。对于小的概念，并不是指它的单元尺寸，而是表示网格中单元的数量。对网格的这种要求，有着极其重要的含义。必须确保 CAD 几何体的网格划分，并且通过所产生的网格能得到正确数据，如位移、应力、温度分布等。

有时需要修改 CAD 几何体以满足网格划分的要求。这种修改可以采取消除细节、理想化或清除等方法：

1) 消除细节。消除细节指合并或消除分析中认为不重要的几何特征，如外倒角、圆边、标志等。

2) 理想化。理想化是更具有积极意义的工作，它也许偏离了 CAD 几何体的原貌，如将一个薄壁模型用一个面来代替。

3) 清除。清除有时是必须的，因为可划分网格的几何体必须满足比实体建模更高的要求。可以使用 CAD 质量控制工具来检查问题。例如，CAD 模型中的长条面（即长比宽大得很多的面，好像是一条线的面）或多重实体（即多个实体），它们会造成网格划分困难甚至

无法划分网格。经常性地,对能够进行正确的网格划分的模型采取简化,是因为其网格过多,因而分析过程太慢。修改几何体是为了简化网格并缩短计算时间。成功的网格划分不仅依赖于几何体的质量,而且还依赖于对 FEA 软件网格划分技术的熟练程度。

准备好能够划分网格,但尚未划分网格的模型后,可确定材料属性、载荷、支撑和约束,并确定分析类型。

(2) 建立有限元模型

通过离散化过程,将数学模型剖分成有限单元,这一过程称为网格划分。离散化在视觉上即是几何体划分为网格。然而,载荷和支撑在网格完成后也需要离散化,离散化的载荷和支撑将施加到有限单元网格的节点上。

(3) 求解有限元模型

创建了有限单元模型后,使用 COSMOSWorks 的求解器来得出一些感兴趣的数据。

(4) 结果分析

总的说来,结果分析是最困难的一步。有限元分析提供了非常详细的数据,这些数据可以用各种格式表达。对结果的正确解释需要熟悉和理解各种假设、简化约定,以及在前面三步中产生的误差。

创建数学模型和离散化有限元模型会产生不可避免的误差:形成数学模型会导致建模误差,即理想化误差;离散数学模型会带来离散误差;求解过程会产生数值误差。在这三种误差中,建模误差是在 FEA 之前引入的,只能通过正确的建模技术来控制;求解误差是在计算过程中积累的,难于控制,所幸的是它们通常都很小;只有离散化误差是 FEA 特有的,也就是说,只有离散化误差能够在使用 FEA 方法时被控制。

1.3 COSMOSWorks 的界面

正确安装了 COSMOSWorks 后,在启动 SolidWorks 时会出现 COSMOSWorks 2006 的启动界面,如图 1-1 所示。



图 1-1 COSMOSWorks 2006 的启动界面

新建装配体文件或打开装配体文件时系统会出现 COSMOSMotion 2006 启动界面，如图 1-2 所示。

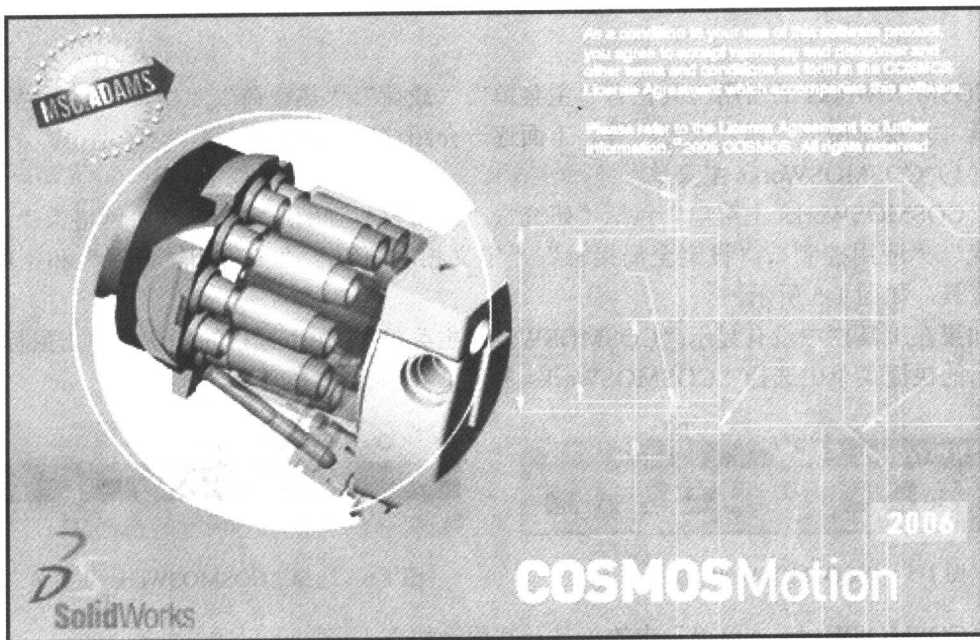


图 1-2 COSMOSMotion 2006 启动界面

在 SolidWorks 的主菜单栏中有 COSMOSWorks 菜单，在特征管理器中有 COSMOSWorks 管理程序  图标，如图 1-3 所示。

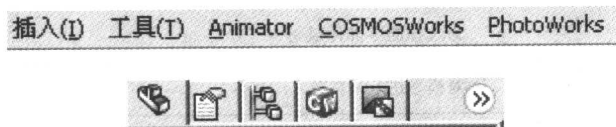


图 1-3 COSMOSWorks 菜单和 COSMOSWorks 管理程序图标

如果已正确安装了 COSMOSWorks，而在 SolidWorks 的主菜单栏中没有 COSMOSWorks 菜单，可单击主菜单栏中的“工具”→“插件”命令，系统弹出“插件”对话框，在对话框中勾选 COSMOSFloWorks 2006、COSMOSMotion 2006 和 COSMOSWorks 2006 三个插件，如图 1-4 所示。

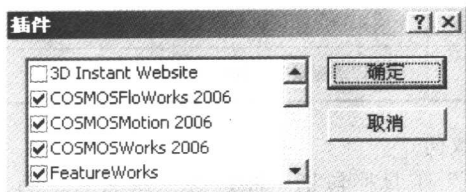


图 1-4 “插件”对话框

1.4 COSMOSWorks 的常用工具

COSMOSWorks 的常用工具栏有“主菜单”、“载荷”、“热载荷”、“结果工具”、“列表结果工具”、“设计情形”和“疲劳”等。下面逐一介绍这些工具的用途：

(1) COSMOSWorks 主菜单

“COSMOSWorks 主菜单”包括“研究”、“应用材料到所选零部件”、“网格”、“运行”、“抽壳”、“应用控制”、“设定全局接触”、“定义相触面组”、“掉落测试设置”和“结果选项”工具，如图 1-5 所示。

如果在工具栏中没有显示“COSMOSWorks 主菜单”，在工具栏的任意处单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“COSMOSWorks 主菜单”，如图 1-6 所示。



图 1-5 “COSMOSWorks 主菜单”

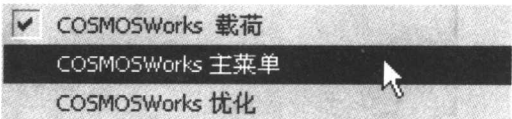


图 1-6 选择“COSMOSWorks 主菜单”

“COSMOSWorks 主菜单”中的工具及其用途如表 1-1 所示。

表 1-1 “COSMOSWorks 主菜单”中的工具及其用途

工 具 名 称	图 标	用 途
研究		生成研究项目
应用材料到所选零部件		为选择的零部件赋材料
网格		对模型进行网格化
运行		为研究项目运行分析
抽壳（外壳定义）		用于定义在模型中使用“研究”对话框中的“使用曲面的外壳”网格选项生成的外壳要素的厚度
应用控制		在模型中的不同区域指定不同的网格大小
设定全局接触		可以设定装配体模型中不同零部件或多实体模型中不同实体的相触面之间的默认接触条件
定义相触面组		可以为装配体模型和多实体零部件模型定义源与目标实体之间的相触面
掉落测试设置		设定掉落测试研究的参数
结果选项		为掉落测试分析的输出设定选项

(2) COSMOSWorks 载荷

“COSMOSWorks 载荷”工具栏包括“制约”、“压力”、“力”、“引力”、“离心力”、“远程负荷”、“接头”和“轴承负荷”工具，如图 1-7 所示。

如果在工具栏中没有显示“COSMOSWorks 载荷”工具栏，在工具栏的任意位置单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“COSMOSWorks 载荷”，如图 1-8 所示。



图 1-7 “COSMOSWorks 载荷”工具栏

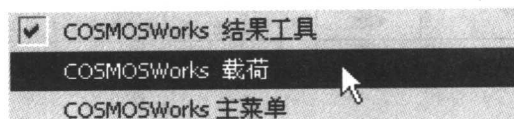


图 1-8 选择“COSMOSWorks 载荷”

“COSMOSWorks 载荷”工具栏中的工具及其用途如表 1-2 所示。

表 1-2 “COSMOSWorks 载荷”工具栏中的工具及其用途

工具名称	图标	用途
制约		可以使用制约工具约束模型在静态、频率、扭曲及非线性研究中使用的顶点、边线或面的零或非零位移
压力		对面应用均匀或非均匀（可变）压力，以供在结构（静态、频率、扭曲和非线性）研究中使用
力		对任何方向的面、边线和顶点应用均匀分布的力、力矩或扭矩，以供在结构研究中使用
引力		对零件或装配体模型应用线性加速度，以供在结构分析和非线性分析中使用
离心力		使用离心力可以对静态、频率、扭曲或非线性研究中的零件或装配体应用角速度和加速度
远程负荷		能够将远程负荷及约束应用至静态和非线性研究的面中
接头		接头是一种用来定义某个面与另一个面或与地之间连接方式的装置。在很多实际设计中经常会遇到接头，使用接头可以简化建模过程
轴承负荷		可定义在接触的圆柱面间产生的轴承载荷。在大多数情况下，接触面的半径相同。轴承力在接触面生成非均匀压力

（3）COSMOSWorks 热载荷

“COSMOSWorks 热载荷”工具栏包括“温度”、“对流”、“热量”、“热流量”和“放射”工具，如图 1-9 所示。

如果在工具栏中没有显示“COSMOSWorks 热载荷”工具栏，在工具栏的任意位置单击鼠标右键，在弹出的快捷菜单中选择“COSMOSWorks 热载荷”，如图 1-10 所示。

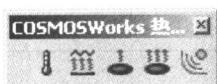


图 1-9 “COSMOSWorks 热载荷”工具栏

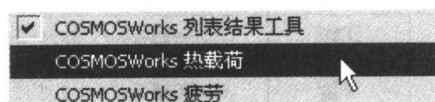


图 1-10 选择“COSMOSWorks 热载荷”

“COSMOSWorks 热载荷”工具栏中的工具及其用途如表 1-3 所示。

表 1-3 “COSMOSWorks 热载荷”工具栏中的工具及其用途

工具名称	图标	用途
温度		可以定义用于进行结构分析和热力分析的温度边界条件。同时，还能模型的所选实体定义不同的初始温度来进行瞬态热力分析
对流		可以对热力研究（稳态或瞬态）中模型的所选面应用对流边界条件
热量		可以对顶点、边线、面和零部件应用热量。指定的值可应用于每个实体