

- ❖ 详细介绍ADAMS软件的操作技巧，基础理论与实际应用并重
- ❖ 以解决问题为导向，配合20多个典型实例，学习更高效
- ❖ 提供本书实例素材与模型文件（需下载），上机练习更方便

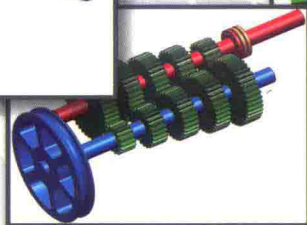
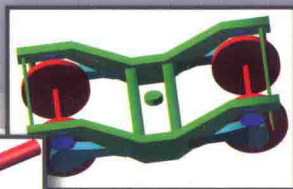
**24**<sup>个</sup>  
**实例分析**  
素材及模型文件下载

CAX工程应用丛书

# ADAMS 2016

## 虚拟样机技术从入门到精通

陈峰华 编著



清华大学出版社



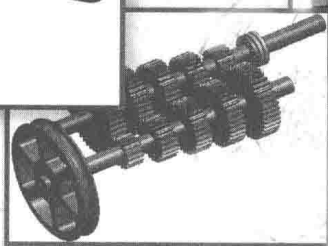
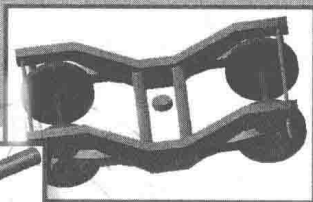
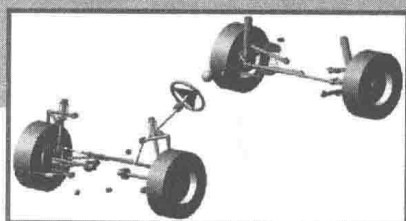
CAX工程应用丛书

# ADAMS 2016

## 虚拟样机技术从入门到精通

常州大学图书馆  
藏书章

陈峰华 编著



清华大学出版社  
北京

## 内 容 简 介

本书注重基础、突出实例讲解,分为基础与实例两部分,共17章。其中,基础部分包括软件及动力学理论简介、动力学模型建立基础、ADAMS运动学分析、ADAMS静力学分析及线性化分析和求解器算法以及ADAMS应用基础、载荷施加、后处理分析等内容;实例部分包括多刚体分析、刚-柔耦合分析、多柔体分析、耐久性分析、振动分析、参数化分析和车辆分析等内容。本书下载文件中配有书中实例的几何模型以及实例的分析模型,方便读者查阅。

本书是作者结合多年科研实践和本科生与研究生的相关教学经验编著而成的,可作为理工院校相关专业的高年级本科生、研究生及教师学习ADAMS软件的教材或参考书,也可作为从事汽车交通、铁道、石油化工、航空航天、机械制造、国防工业、造船等科学研究的工程技术人员使用ADAMS软件的参考书。

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

ADAMS 2016 虚拟样机技术从入门到精通 / 陈峰华编著. —北京:清华大学出版社, 2017

(CAX 工程应用丛书)

ISBN 978-7-302-47494-4

I. ①A… II. ①陈… III. ①机械工程—计算机仿真—应用软件 IV. ①TH-39

中国版本图书馆CIP数据核字(2017)第140429号

责任编辑:王金柱

封面设计:王翔

责任校对:闫秀华

责任印制:李红英

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦A座 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](mailto:c-service@tup.tsinghua.edu.cn)

质 量 反 馈:010-62772015, [zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn](mailto:zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn)

印 装 者:清华大学印刷厂

经 销:全国新华书店

开 本:190mm×260mm 印 张:27.5 字 数:704千字

版 次:2017年8月第1版 印 次:2017年8月第1次印刷

印 数:1~3000

定 价:79.00元

# 前言

本书介绍的软件 ADAMS 是专门用于机械产品虚拟样机开发方面的工具，通过虚拟试验和测试，在产品开发阶段就可以帮助设计者发现设计缺陷，并提出改进的方法。

ADAMS 研究复杂系统的运动学关系和动力学关系，以计算多体系统动力学为理论基础，结合高速计算机来对产品进行仿真计算，得到各种试验数据，帮助设计者发现问题并解决问题。本书主要介绍 ADAMS 的使用方法，由于涉及较多的理论知识，尤其是力学方面的知识，因此请读者参考多体系统动力学和结构动力学方面的书籍。

本书以 ADAMS 2016 版本为基础，涉及的内容包括刚性体建模、柔性体建模、参数化设计、优化计算、振动分析、控制系统等，详细介绍了 ADAMS/View、ADAMS/PostProcser、ADAMS/Autoflex、ADAMS/Vibration、ADAMS/Controls、ADAMS/Car 等模块的使用方法，所介绍的内容不仅仅是入门内容，更多的是高级应用的内容。

全书共分为 17 章，各章安排如下：

第 1 章 简要介绍 ADAMS 2016 的新功能、ADAMS 软件的基本算法，包括 ADAMS 建模中的一些基本概念、运动学分析算法、动力学分析算法、静力学分析及线性化分析算法以及 ADAMS 软件积分器等内容。

第 2 章 本章首先介绍 ADAMS 2016 的工作界面、零件库、约束库和设计流程，然后讲解 ADAMS 中工作界面的设置以及物体、约束副和施加载荷的创建，最后分析讲解后处理中的动画显示和输出测量曲线等。

第 3 章 本章介绍载荷的施加方式以及各种载荷的作用，并通过实例具体讲解各种载荷的施加方式。

第 4 章 本章讲解后处理的使用方法，通过后处理，计算 Marker 点的位移、速度和加速度，计算运动副关联的两个构件之间的相对位移、速度和加速度等。

第 5 章 本章通过一个卡车模型和 3 个具体实例帮助读者熟悉刚体建模、定义材料属性、施加驱动和约束及仿真分析、后处理等操作步骤，以达到掌握运用 ADAMS 进行刚体建模的目的。

第 6 章 本章介绍刚-柔耦合建模的知识，通过 3 个具体的实例讲解刚-柔耦合仿真模型的建立及求解和后处理等内容。

第 7 章 本章首先介绍多柔体仿真的工程背景，然后讲解多柔体系统动力学中的几个突出问题，最后通过两个实例具体讲解多柔体系统动力学仿真的使用方法。

第 8 章 本章首先介绍机电联合仿真的基础知识，然后对控制工具栏进行详细讲解，最后通过实例讲解机电一体化联合仿真的实践与应用。通过本章的学习，读者可以掌握利用控制器进行仿真控制设置以及实现机电一体联合仿真的方法。

第 9 章 本章首先介绍三维建模软件与 ADAMS 之间的交换接口，然后讲解 Pro/E 和 SOLID 模型导入 ADAMS 的步骤，最后给出 UG 与 ADAMS 之间双向模型交换的一个典型实例，讲解两者之间模型转换的方法。

第 10 章 本章首先对参数化建模做简单介绍,然后通过双摆臂独立前悬架机构实例对参数化建模做详尽的阐述和分析,最后利用前悬架机构优化设计分析实例对机构优化设计进行深入分析。通过本章的学习,读者可以掌握参数化建模和分析的步骤,以及通过参数化建模来分析不同变量对系统的影响。

第 11 章 本章首先介绍振动分析模块,然后通过实例讲解刚性体模型建立振动模型、振动参数的输入和输出,以及模型的测试、验证、精化及优化等,最后通过实例讲解柔性体模型建立振动模型的过程。通过本章的学习,读者可以掌握振动模型的输入和输出、振动仿真模型测试、验证、精化及优化,以及结果后处理方法等相关知识。

第 12 章 本章以 3 个耐久性例子为基础,介绍耐久性模块的使用,通过实例的学习和分析,使读者对耐久性模块能够有深入的了解和认识,学会通过耐久性模块查看模型的应力和应变信息,并生成报告文件。

第 13 章 本章首先介绍 ADAMS 二次开发用户界面的定制,然后讲解宏命令的使用方法,最后讲解循环命令和条件命令的使用。

第 14 章 本章首先介绍 ADAMS 主要文件,然后讲解 Solver 模型语言分类并对每个模型语言与语法附带一个例子,最后介绍 Solver 命令及仿真控制文件。通过本章的学习,读者可以深刻理解 ADAMS 中几何、约束、力元等的实质,脱离 ADAMS/View 环境直接利用 ADAMS/Solver 进行一些高级应用。

第 15 章 本章首先介绍用户子程序种类和使用的基础知识,然后通过例子讲解 GFOSUB 用户子程序及常用的子程序,最后对功能子程序进行了概述,重点讲解 SYSARY 和 SYSFNC 功能子程序。通过本章的学习,读者将具备基本的开发用户子程序的能力。

第 16 章 本章通过简要讲解 ADAMS 中专业车辆模块 ADAMS/Car,再通过创建悬吊系统、整车装配等来展示如何应用这个专业模块进行设计和仿真设计,使读者掌握用车辆模块创建整车模型以及进行仿真设计的方法。

第 17 章 本章首先介绍 ADAMS 函数的基础知识,然后通过例子讲解驱动约束、定义和调用系统状态变量、度量及请求的定义和调用等。通过本章的学习,读者将对函数有进一步的认识和了解,提高对函数的掌握和理解。

本书最后的附录给出 ADAMS 中常用的使用技巧,帮助读者在学习过程中能够更快地掌握软件的使用技巧、提高工作效率。

为方便读者上机练习,本书提供了 3~12 章的模型文件,读者可从以下网址下载:

<http://pan.baidu.com/s/1qXRfNmS>

读者在学习过程中遇到与本书有关的问题时可以发邮件到 comshu@126.com 邮箱,我们会尽快给予解答。

本书主要由陈峰华编著,郑明辉、刘力、陈磊、何嘉扬、张杨、周文华、丁学英、吕广宪、孙万泉、黄利、王清、吴永福、张圣东、唐明明、李秀峰也参与了本书的编写。

虽然我们在本书的编写过程中力求叙述准确、完善,但是水平有限,书中欠妥之处在所难免,希望读者和同仁能够及时指出,共同促进本书质量的提高。

编者  
2017 年 4 月

# 目 录

第 1 章 ADAMS 2016 简介 .....	1
1.1 ADAMS 2016 新功能.....	1
1.2 ADAMS 多体系统动力学的建模、分析和计算方法.....	2
1.2.1 广义坐标的选择 .....	2
1.2.2 多体系统动力学研究状况 .....	2
1.2.3 多体系统建模理论 .....	5
1.2.4 多体系统动力学数值求解 .....	7
1.2.5 计算多刚体系统动力学自动建模 .....	10
1.2.6 多体系统动力学中的刚性问题 .....	10
1.3 ADAMS 建模基础.....	13
1.3.1 参考标架 .....	14
1.3.2 坐标系的选择 .....	14
1.4 ADAMS 运动学分析.....	15
1.4.1 ADAMS 运动学方程.....	15
1.4.2 ADAMS 运动学方程的求解算法.....	16
1.5 ADAMS 动力学分析.....	16
1.5.1 ADAMS 动力学方程.....	16
1.5.2 初始条件分析 .....	20
1.5.3 ADAMS 动力学方程的求解.....	21
1.6 ADAMS 静力学及线性化分析.....	23
1.6.1 静力学分析 .....	23
1.6.2 线性化分析 .....	23
1.7 ADAMS 求解器算法介绍.....	23
1.7.1 ADAMS 数值算法简介.....	23
1.7.2 动力学求解算法介绍 .....	24
1.7.3 坐标缩减的微分方程求解过程算法 .....	25
1.7.4 动力学求解算法特性比较 .....	25
1.7.5 求解器的特点比较 .....	26
1.7.6 刚性问题求解算法选择 .....	27
1.8 本章小结 .....	27
第 2 章 ADAMS 应用基础 .....	28
2.1 设置工作环境 .....	28
2.2 ADAMS 的界面.....	33

2.3	ADAMS 的零件库.....	35
2.4	ADAMS 的约束库.....	37
2.5	ADAMS 的设计流程.....	41
2.6	创建物体.....	42
2.7	创建约束副.....	53
2.8	施加力.....	62
2.9	仿真和动画.....	65
2.10	输出测量曲线.....	67
2.11	本章小结.....	67
<b>第 3 章</b>	<b>施加载荷.....</b>	<b>68</b>
3.1	外部载荷的定义.....	68
3.2	柔性连接.....	70
3.3	在运动副上添加摩擦力.....	73
3.4	实例.....	75
3.4.1	实例一：齿轮接触分析.....	75
3.4.2	实例二：小车越障柔性连接.....	77
3.4.3	实例三：射击.....	80
3.5	本章小结.....	85
<b>第 4 章</b>	<b>计算求解与结果后处理.....</b>	<b>86</b>
4.1	计算求解.....	86
4.1.1	计算类型.....	86
4.1.2	验证模型.....	87
4.1.3	仿真控制.....	87
4.1.4	传感器.....	90
4.2	实例一：仿真类型与传感器.....	91
4.2.1	设计要求.....	91
4.2.2	建模.....	91
4.2.3	模型运动初步仿真.....	96
4.2.4	存储数据文件.....	96
4.2.5	生成地块及添加约束.....	96
4.2.6	测量.....	97
4.2.7	生成传感器.....	98
4.2.8	模型仿真.....	99
4.3	ADAMS 后处理简介.....	99
4.3.1	ADAMS/PostProcessor 的用途.....	99
4.3.2	ADAMS/PostProcessor 的启动与退出.....	100
4.3.3	ADAMS/PostProcessor 窗口介绍.....	100
4.4	ADAMS/PostProcessor 使用技巧.....	101

4.4.1	创建任务和添加数据 .....	101
4.4.2	工具栏的使用 .....	102
4.4.3	窗口模式的设置 .....	104
4.4.4	ADAMS/PostProcessor 的页面管理 .....	105
4.5	ADAMS/PostProcessor 输出仿真结果的动画 .....	105
4.5.1	动画类型 .....	105
4.5.2	加载动画 .....	106
4.5.3	动画演示 .....	106
4.5.4	时域动画的控制 .....	107
4.5.5	频域动画的控制 .....	108
4.5.6	记录动画 .....	109
4.6	ADAMS/PostProcessor 绘制仿真结果的曲线图 .....	109
4.6.1	由仿真结果绘制曲线图的类型 .....	109
4.6.2	曲线图的建立 .....	110
4.6.3	曲线图上的数学计算 .....	111
4.7	曲线图的处理 .....	113
4.7.1	曲线数据滤波 .....	113
4.7.2	快速傅立叶变换 .....	114
4.7.3	生成伯德图 .....	114
4.8	实例二：跳板振动分析 .....	115
4.8.1	动力学模型的建立和仿真分析 .....	115
4.8.2	采用 ADAMS/PostProcessor 建立和设置曲线图 .....	116
4.8.3	采用 ADAMS/PostProcessor 对曲线图进行操作 .....	118
4.9	实例三：加紧机构仿真后处理 .....	119
4.9.1	细化模型 .....	119
4.9.2	深化设计 .....	125
4.10	本章小结 .....	128
<b>第 5 章 刚性体建模及仿真分析 .....</b>		<b>129</b>
5.1	建立模型 .....	129
5.2	定义材料属性 .....	130
5.3	重命名部件 .....	131
5.4	施加约束 .....	131
5.4.1	创建固定副 .....	131
5.4.2	创建旋转副 .....	132
5.4.3	创建滑移副 .....	133
5.4.4	柔性约束力 .....	134
5.4.5	施加接触 .....	135
5.5	施加驱动 .....	136
5.5.1	在车轮与车体之间施加旋转驱动 .....	136



5.5.2	在滑移副上施加平移驱动 .....	137
5.6	求解器设置 .....	138
5.7	仿真 .....	139
5.8	后处理分析 .....	139
5.9	实例一：吊车起吊过程分析 .....	141
5.9.1	创建模型 .....	141
5.9.2	定义材料属性 .....	142
5.9.3	重命名部件 .....	142
5.9.4	施加约束 .....	143
5.9.5	施加驱动 .....	145
5.9.6	设置求解器 .....	147
5.9.7	仿真 .....	147
5.9.8	后处理分析 .....	148
5.10	实例二：转盘机构刚体建模及仿真分析 .....	149
5.10.1	创建模型 .....	149
5.10.2	查看约束 .....	149
5.10.3	施加驱动 .....	150
5.10.4	设置求解器 .....	150
5.10.5	仿真 .....	151
5.10.6	后处理分析 .....	151
5.11	实例三：偏转摩天轮多刚体动力学仿真分析 .....	152
5.11.1	导入模型 .....	152
5.11.2	定义材料属性 .....	154
5.11.3	重命名部件 .....	155
5.11.4	渲染模型和布尔运算 .....	155
5.11.5	施加约束 .....	156
5.11.6	施加驱动 .....	158
5.11.7	设置求解器 .....	158
5.11.8	仿真 .....	158
5.11.9	后处理分析 .....	159
5.12	本章小结 .....	160
<b>第 6 章</b>	<b>刚-柔混合建模 .....</b>	<b>161</b>
6.1	离散柔性连接件 .....	161
6.2	利用有限元程序建立柔性体 .....	162
6.2.1	模态的概念 .....	163
6.2.2	柔性体与刚性体之间的连接 .....	163
6.2.3	柔性体替换刚性体 .....	163
6.3	实例一：模态中性文件的生成及编辑 .....	164
6.3.1	在 ADAMS 中导入 MNF 文件 .....	165

6.3.2	编辑柔性体 .....	165
6.4	实例二：铁锤敲击墙壁刚柔碰撞动力学分析 .....	168
6.4.1	建立模型 .....	168
6.4.2	定义材料属性 .....	169
6.4.3	渲染模型 .....	170
6.4.4	施加约束 .....	171
6.4.5	施加载荷 .....	172
6.4.6	检查模型 .....	173
6.4.7	仿真计算 .....	173
6.4.8	柔性体的替换与编辑 .....	173
6.4.9	仿真计算 .....	174
6.4.10	后处理 .....	175
6.5	实例三：钟摆机构刚体离散及动力学分析 .....	176
6.5.1	创建模型 .....	176
6.5.2	施加约束和驱动 .....	177
6.5.3	仿真 .....	178
6.5.4	创建柔性离散连杆 .....	179
6.5.5	创建刚-柔体间的约束和驱动 .....	179
6.5.6	仿真 .....	181
6.5.7	后处理 .....	181
6.6	本章小结 .....	183
<b>第 7 章 多柔体动力学仿真 .....</b>		<b>184</b>
7.1	多柔体系统及工程背景 .....	184
7.2	多柔体系统动力学的突出问题 .....	185
7.3	实例一：连杆机构柔体动力学仿真分析 .....	186
7.3.1	创建模型 .....	186
7.3.2	柔性化连杆机构 .....	188
7.3.3	施加约束和驱动 .....	191
7.3.4	仿真 .....	191
7.3.5	后处理 .....	191
7.4	实例二：风力发电机建模及风载仿真分析 .....	193
7.4.1	导入并编辑模型 .....	193
7.4.2	驱动 .....	195
7.4.3	仿真 .....	195
7.4.4	后处理 .....	196
7.5	本章小结 .....	198
<b>第 8 章 机电一体联合仿真 .....</b>		<b>199</b>
8.1	机电一体化系统仿真分析简介 .....	199

8.2	ADAMS/View 控制工具栏 .....	200
8.2.1	ADAMS 中建立控制器的方法 .....	200
8.2.2	使用 ADAMS/View 中的控制工具栏 .....	200
8.2.3	控制模块类型 .....	201
8.2.4	产生控制模块 .....	202
8.2.5	检验控制模块的连接关系 .....	202
8.3	实例一：雷达机构的机电联合仿真 .....	202
8.3.1	ADAMS/Controls 求解基本步骤 .....	203
8.3.2	启动 ADAMS/Controls 模块 .....	203
8.3.3	构造 ADAMS 机械系统样机模型 .....	204
8.3.4	确定 ADAMS 的输入和输出 .....	207
8.3.5	控制系统建模 .....	210
8.3.6	机电系统联合仿真分析 .....	215
8.4	实例二：滚动球体机电联合仿真分析 .....	216
8.4.1	打开以及浏览模型 .....	216
8.4.2	创建控制系统 .....	217
8.4.3	创建传感器信号 .....	219
8.4.4	创建激励信号 .....	219
8.4.5	编辑控制系统 .....	220
8.4.6	用信号管理器连接信号 .....	220
8.4.7	输出面板 .....	222
8.4.8	创建 MATLAB 控制系统 .....	222
8.5	本章小结 .....	224
<b>第 9 章 ADAMS 与其他软件接口 .....</b>		<b>225</b>
9.1	三维建模软件与 ADAMS .....	225
9.1.1	Pro/E 与 ADAMS 之间的数据传递 .....	225
9.1.2	Solidworks 与 ADAMS 之间的数据传递 .....	226
9.2	UG 与 ADAMS 之间的数据交换 .....	226
9.2.1	UG 与 ADAMS 共同支持的数据格式 .....	226
9.2.2	实例：UG 与 ADAMS 双向数据交换 .....	227
9.3	本章小结 .....	233
<b>第 10 章 ADAMS 参数化建模及优化设计 .....</b>		<b>234</b>
10.1	ADAMS 参数化建模简介 .....	234
10.2	实例一：参数化建模应用 .....	235
10.2.1	双摆臂独立前悬架拓扑结构 .....	235
10.2.2	系统环境设置 .....	235
10.2.3	双摆臂独立前悬架参数化建模 .....	236
10.3	实例二：前悬架机构优化设计分析 .....	241

10.3.1	参数化分析的准备 .....	241
10.3.2	设计研究 .....	244
10.3.3	试验设计 .....	249
10.3.4	结果分析 .....	256
10.4	本章小结 .....	257
<b>第 11 章</b>	<b>ADAMS 振动分析 .....</b>	<b>258</b>
11.1	振动分析模块简介 .....	258
11.2	实例一：刚性体卫星振动分析 .....	258
11.2.1	建立模型 .....	258
11.2.2	仿真模型 .....	259
11.2.3	建立输入通道 .....	260
11.2.4	建立运动学输入通道和激振器 .....	263
11.2.5	建立输出通道 .....	264
11.2.6	测试模型 .....	265
11.2.7	验证模型 .....	266
11.2.8	精化模型 .....	270
11.2.9	优化模型 .....	272
11.3	实例二：柔性体卫星振动分析 .....	274
11.3.1	建立模型 .....	274
11.3.2	仿真模型 .....	275
11.3.3	建立输入通道 .....	276
11.3.4	建立运动学输入通道和激振器 .....	278
11.3.5	建立输出通道 .....	280
11.3.6	测试模型 .....	280
11.3.7	验证模型 .....	281
11.3.8	精化模型 .....	285
11.3.9	优化模型 .....	287
11.4	实例三：火车转向架振动分析 .....	289
11.4.1	建立模型 .....	289
11.4.2	仿真模型 .....	290
11.4.3	定义设计变量 .....	291
11.4.4	建立输入通道 .....	292
11.4.5	建立输出通道 .....	293
11.4.6	测试模型 .....	293
11.4.7	后处理 .....	293
11.5	本章小结 .....	296
<b>第 12 章</b>	<b>耐久性分析 .....</b>	<b>297</b>
12.1	耐久性简介 .....	297

12.2	实例一：气缸-曲轴系统耐久性分析 .....	297
12.2.1	导入并熟悉模型 .....	298
12.2.2	约束 .....	298
12.2.3	驱动 .....	298
12.2.4	加载耐久性模块 .....	299
12.2.5	仿真 .....	299
12.2.6	后处理 .....	300
12.3	实例二：斜面拉伸耐久性分析 .....	305
12.3.1	导入并熟悉模型 .....	305
12.3.2	倾斜 .....	306
12.3.3	建立约束 .....	307
12.3.4	创建载荷 .....	307
12.3.5	加载耐久性模块 .....	308
12.3.6	仿真 .....	308
12.3.7	后处理 .....	309
12.4	实例三：悬臂梁耐久性分析 .....	311
12.4.1	创建模型 .....	311
12.4.2	查看模型信息 .....	312
12.4.3	施加约束 .....	313
12.4.4	施加载荷 .....	314
12.4.5	加载耐久性模块 .....	314
12.4.6	仿真 .....	315
12.4.7	重新单向力定义函数 .....	315
12.4.8	重新仿真 .....	316
12.4.9	后处理 .....	316
12.5	本章小结 .....	323
<b>第 13 章 ADAMS 二次开发 .....</b>		<b>324</b>
13.1	定制用户界面 .....	324
13.1.1	定制菜单 .....	326
13.1.2	定制对话框 .....	331
13.2	宏命令的使用 .....	335
13.2.1	创建宏命令 .....	335
13.2.2	在宏命令中使用参数 .....	337
13.3	循环命令和条件命令 .....	340
13.3.1	循环命令 .....	340
13.3.2	条件命令 .....	342
13.4	本章小结 .....	344

第 14 章 ADAMS 模型语言及仿真控制语言 .....	345
14.1 ADAMS 的主要文件介绍 .....	345
14.2 ADAMS/Solver 模型语言 .....	346
14.2.1 ADAMS/Solver 模型语言分类及其语法介绍 .....	346
14.2.2 模型文件的开头与结尾 .....	348
14.2.3 惯性单元 .....	348
14.2.4 几何单元 .....	349
14.2.5 约束单元 .....	352
14.2.6 力元 .....	354
14.2.7 系统模型单元 .....	357
14.2.8 轮胎单元 .....	358
14.2.9 数据单元 .....	360
14.2.10 分析参数单元 .....	361
14.2.11 输出单元 .....	363
14.3 ADAMS/Solver 命令及仿真控制文件 .....	364
14.3.1 ADAMS/Solver 命令结构及分类 .....	364
14.3.2 创建 ADAMS/Solver 仿真控制文件 .....	371
14.4 本章小结 .....	372
第 15 章 ADAMS 用户子程序 .....	373
15.1 ADAMS 用户子程序简介 .....	373
15.1.1 用户子程序的种类 .....	373
15.1.2 子程序的使用 .....	375
15.2 常用 ADAMS 用户子程序简介 .....	377
15.2.1 使用 GFOSUB 用户子程序实例 .....	377
15.2.2 常用用户定义子程序及实例 .....	379
15.3 功能子程序 .....	386
15.3.1 功能子程序概述 .....	386
15.3.2 功能子程序 SYSARY 和 SYSFNC .....	387
15.4 本章小结 .....	390
第 16 章 车辆仿真与设计 .....	391
16.1 创建悬吊系统 .....	391
16.1.1 创建悬吊和转向系统 .....	392
16.1.2 定义车辆参数 .....	393
16.1.3 后处理 .....	394
16.1.4 推力分析 .....	395
16.1.5 仿真结果绘图 .....	396
16.1.6 悬吊系统与转向系统的修改 .....	398

16.1.7	修改后的系统模型分析 .....	398
16.1.8	分析结果 .....	399
16.2	弹性体对悬吊和整车装配的影响 .....	400
16.2.1	创建悬吊装配 .....	400
16.2.2	创建弹性体 .....	401
16.3	包含弹性体的整车装配 .....	402
16.4	本章小结 .....	405
<b>第 17 章</b>	<b>ADAMS/VIEW 及 ADAMS/SOLVER 函数 .....</b>	<b>406</b>
17.1	函数类型及建立 .....	406
17.1.1	建立表达式模式下的函数 .....	406
17.1.2	建立运行模式下的函数 .....	406
17.2	ADAMS/View 设计函数 .....	407
17.2.1	数学函数 .....	407
17.2.2	位置/方向函数 .....	408
17.2.3	建模函数 .....	409
17.2.4	矩阵/数组函数 .....	410
17.2.5	字符串函数 .....	412
17.2.6	数据库函数 .....	412
17.2.7	GUI 函数组 .....	413
17.2.8	系统函数组 .....	413
17.3	ADAMS/View 运行函数及 ADAMS/Solver 函数 .....	413
17.3.1	位移函数 .....	414
17.3.2	速度函数 .....	414
17.3.3	加速度函数 .....	415
17.3.4	接触函数 .....	415
17.3.5	样条差值函数 .....	415
17.3.6	约束力函数 .....	415
17.3.7	合力函数 .....	416
17.3.8	数学函数 .....	416
17.3.9	数据单元 .....	416
17.4	函数应用实例 .....	416
17.4.1	定义不同形式的驱动约束 .....	417
17.4.2	定义和调用系统状态变量 .....	418
17.4.3	度量或请求的定义和调用 .....	419
17.5	本章小结 .....	419
<b>附录</b>	<b>ADAMS 的使用技巧 .....</b>	<b>420</b>
	<b>参考文献 .....</b>	<b>426</b>

# 第 1 章 ADAMS 2016 简介

本章主要介绍 ADAMS 软件的基本算法，包括 ADAMS 建模中的一些基本概念、运动学分析算法、动力学分析算法、静力学及线性化分析算法以及对 ADAMS 求解器的介绍。通过本章的学习，我们可以对 ADAMS 软件的基本算法有较深入的了解，为今后合理选择求解器进行仿真分析提供理论基础，为更好地使用 ADAMS 打下良好的理论基础。

## 知识要点

- 掌握 ADAMS 软件的基本概念、运动学分析算法、动力学分析算法。
- 掌握 ADAMS 静力学及线性化分析算法。
- 掌握 ADAMS 求解器。

## 1.1 ADAMS 2016 新功能

ADAMS 是由美国 Mechanical Dynamics Inc 公司研制的集建模、求解、可视化技术于一体的虚拟样机软件，是世界上目前使用范围最广、最负盛名的机械系统仿真分析软件。

使用该套软件可以产生复杂机械系统的虚拟样机，真实地仿真其运动过程，并且可以迅速地分析和比较多种参数方案，直至获得优化的工作性能，从而大大减少了昂贵的物理样机制造及试验次数，提高了产品设计质量，大幅度地缩短产品研制周期和费用。该软件从 20 世纪 90 年代开始在我国机械制造、汽车交通、航空航天、铁道、兵器、石油化工等领域得到应用，为各领域中的产品设计、科学研究做出了贡献。

ADAMS 包含的模块有 ADAMS/View、ADAMS/PostProcser、ADAMS/Autoflex、ADAMS/Vibration、ADAMS/Control、ADAMS/Car 等。

ADAMS 2016 用户界面提供了一种新的带状格式和直观布局。新的带状风格提供了改进的标签，从而使建模更轻松、更便于使用。工程师会发现原主工具栏和建模菜单项将以一系列的选项卡方式呈现在主菜单条和状态工具栏中，如实体建模、仿真和后处理等功能。

同时，ADAMS 2016 还实现了一款新的前处理模型浏览器，即提供一种改进方法，用于在 ADAMS/View 内实现模型导航。这对于理解从同事或者商业合作伙伴那里新获取的模型结构关系特别有用。工程师将体验到改进的模型导航，特别是对于复杂模型，右击即可方便地浏览非图形实体，进行动态搜索和保存过滤器，以及改进可视化和模型控制及自动生成柔性体。

2012 版 ADAMS 引入了新的 ADAMS/ViewFlex 模块，使用户在无须脱离 ADAMS 环境或者依赖于外部有限元建模 (FEM) 或有限元分析 (FEA) 软件的情况下即可创建柔性体。该功能技术支持来自嵌入式 MSC Nastran，整体在 ADAMS 后台运行实现，从而提高设计效率，使高保真建模变得更容易。

ADAMS 2016 版提高了求解器计算速度和稳定性。改进后的 ADAMS 2016 C++ 求解器



目前是所有 ADAMS 产品（包括 ADAMS/View 和 ADAMS/Car）的默认求解器。ADAMS C++ 求解器提供了 FORTRAN 求解器中所不具备的建模与仿真能力，如非线性 BEAM 和 FIELD、柔性体接触、间隙测量、精确线性化算法、ADAMS/Controls 系统导入选项中的对分法、支持延迟微分方程以及并行处理等功能。

## 1.2 ADAMS 多体系统动力学的建模、分析和计算方法

ADAMS 采用世界上广泛流行的多刚体系统动力学理论中的拉格朗日方程方法建立系统的动力学方程。它选取系统内每个刚体质心在惯性参考系的 3 个直角坐标和确定刚体方位的 3 个欧拉角作为笛卡儿广义坐标，用带乘子的拉格朗日方程处理具有多余坐标的完整约束系统或非完整约束系统，导出以笛卡儿广义坐标为变量的运动学方程。

ADAMS 的计算程序应用了吉尔（Gear）的刚性积分算法以及稀疏矩阵技术，大大提高了计算效率。

### 1.2.1 广义坐标的选择

动力学方程的求解速度在很大程度上取决于广义坐标的选择。研究刚体在惯性空间中的一般运动时，用它的连体基的原点（一般与质心重合）确定位置，用连体基相对惯性基的方向余弦矩阵确定方位。

为了解析和描述方位，必须规定一组转动广义坐标表示方向余弦矩阵。

- 第一种方法是用方向余弦矩阵本身的元素作为转动广义坐标，但是变量太多，同时还要附加 6 个约束方程。
- 第二种方法是用欧拉角或卡尔登角作为转动坐标，它的算法规范，缺点是在逆问题中存在奇点，在奇点位置附近数值计算容易出现困难。
- 第三种方法是用欧拉参数作为转动广义坐标，它的变量不太多，由方向余弦计算欧拉角时不存在奇点。

ADAMS 软件用刚体的质心笛卡儿坐标和反映刚体方位欧拉角作为广义坐标，由于采用了不独立的广义坐标，因此系统动力学方程虽然是最大数量，但却是高度稀疏耦合的微分代数方程，适用于稀疏矩阵的高效求解。

### 1.2.2 多体系统动力学研究状况

多体系统动力学的核心问题是建模和求解问题，其系统研究开始于 20 世纪 60 年代。从 20 世纪 60 年代到 80 年代，多体系统动力学侧重于多刚体系统的研究，主要是研究多刚体系统的自动建模和数值求解。

到了 20 世纪 80 年代中期，多刚体系统动力学的研究已经取得一系列成果，尤其是建模理论趋于成熟，不过更稳定、更有效的数值求解方法仍然是研究的热点。

20 世纪 80 年代之后，多体系统动力学的研究更偏重于多柔体系统动力学。这个领域也正式被称为计算多体系统动力学，至今仍然是力学研究中最有活力的分支之一，但已经远远超过一般力学的涵义。