

Siemens PLM 应用指导系列丛书

Siemens PLM Software
官方指定用书

UG NX6

运动仿真培训教程



胡小康 编著
徐六飞 审校



清华大学出版社

Siemens PLM 应用指导系列丛书

UG NX6 运动仿真培训教程

胡小康 编著

徐六飞 审校

清华大学出版社

北 京

内 容 简 介

本书是 Siemens PLM Software 公司提供的, 全球通用的优秀 NX6 培训教程 Students Guide: NX/Motion Simulation 的中文编译本, 主要目标是培训读者掌握使用 CAE 软件的技巧。本教程涉及一些机械工程的基础原理, 但不是自由刚体运动学(静平衡、动力学、运动学)教科书的替代课本。

本书共分 16 章, 内容包括 NX 机构运动仿真的基本概念、运动仿真应用模块的基本结构和各种分析类型(运动学仿真、动力学仿真及静平衡仿真), 并详细介绍了各种运动对象, 如连杆、运动付、力、扭矩、弹性衬套和接触单元等。本书在介绍机构运动仿真原理的同时, 详细介绍了具体的操作步骤, 并附有大量的实例, 以帮助读者熟悉课程内容。

本书可作为 NX 机构运动仿真的培训教材, 也可作为大专院校机械类专业的 CAD/CAM/CAE 专业教材, 同时还可作为广大 NX 用户和 CAE 爱好者的中文参考资料。

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

UG NX6 运动仿真培训教程/胡小康编著. —北京: 清华大学出版社, 2009.10
(Siemens PLM 应用指导系列丛书)

ISBN 978-7-302-20663-7

I. U… II. 胡… III. 机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, UG NX6-教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 124582 号

责任编辑: 许存权 朱 俊

封面设计: 刘 超

版式设计: 魏 远

责任校对: 柴 燕

责任印制: 孟凡玉

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 刷 者: 北京密云胶印厂

装 订 者: 北京市密云县京文制本装订厂

经 销: 全国新华书店

开 本: 185×260 印 张: 17 字 数: 390 千字

(附光盘 1 张)

版 次: 2009 年 10 月第 1 版

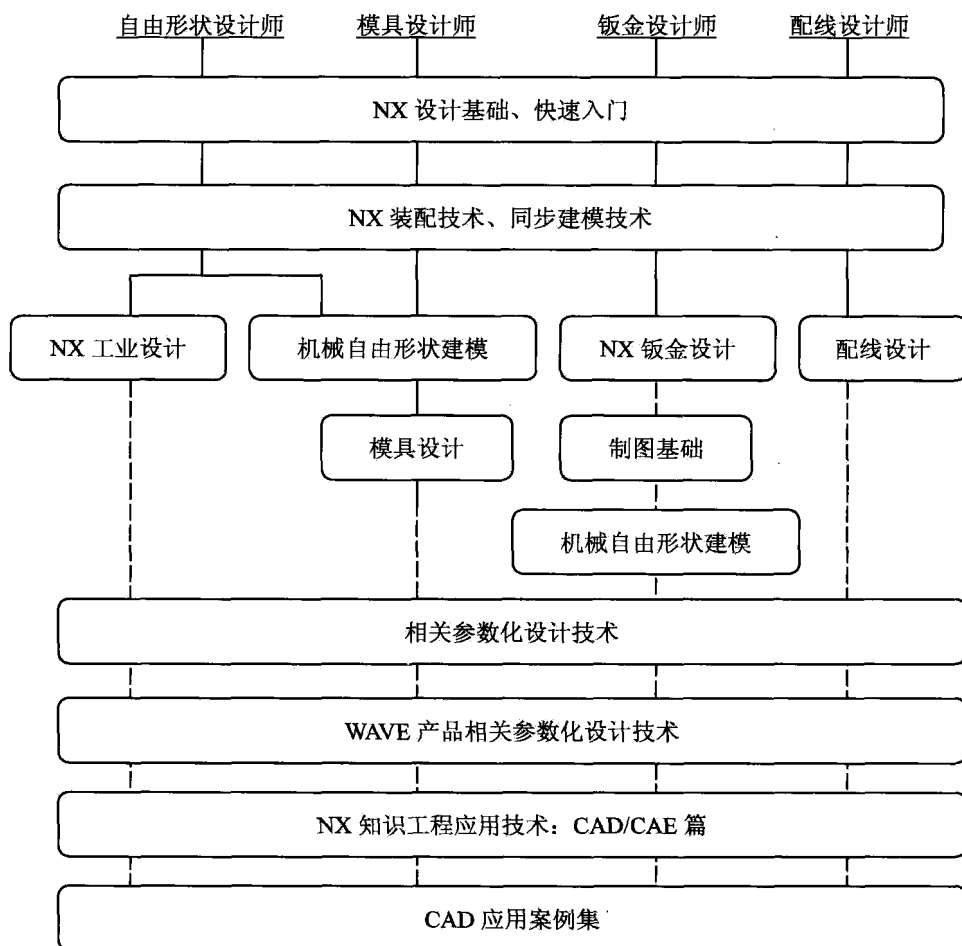
印 次: 2009 年 10 月第 1 次印刷

印 数: 1~4000

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: 030404-01

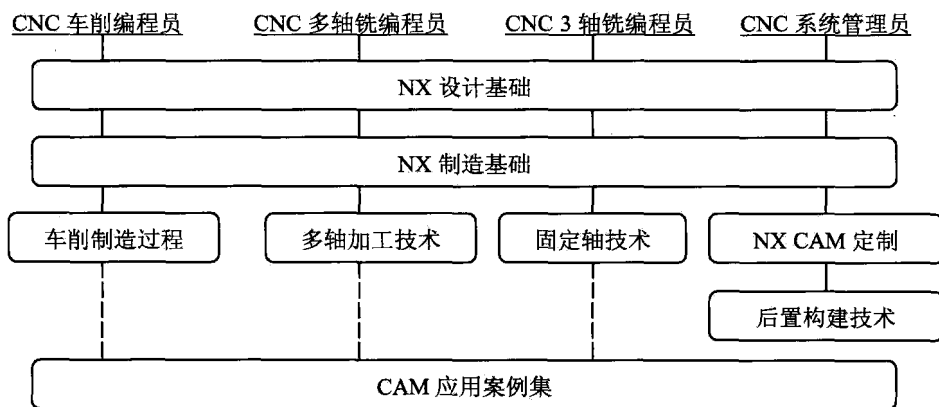
NX 设计师学习途径



注:

1. 学习途径: 从顶部开始向下进行。
2. 虚线连接的为可选课程。
3. 模具设计师分为两类, 即注塑模具设计师和冷冲模具设计师, 其对应的模具设计课程分别为《注塑模具设计向导》和《级进冲模设计向导》。
4. 所有设计师的可选课程还有《UG Open API 编程技术》和《UG 应用开发教程与实例精解》。

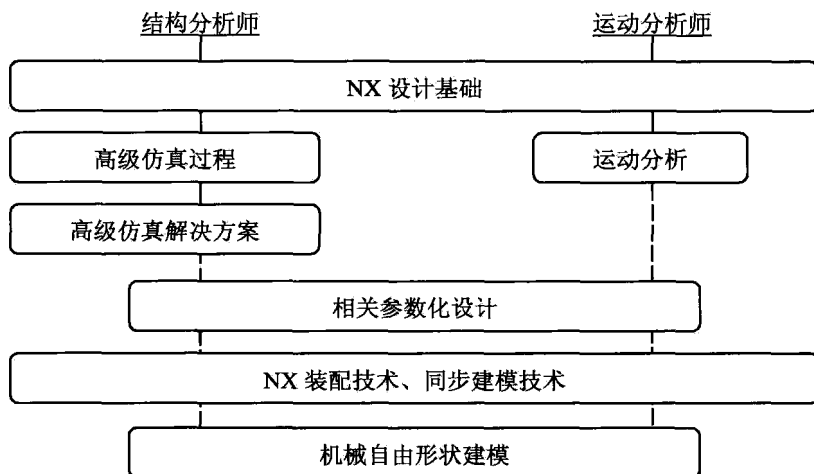
NX 数控工艺师学习途径



注：

1. 学习途径：从顶部开始向下进行。
2. 虚线连接的为可选课程。

NX 分析师学习途径



注：

1. 学习途径：从顶部开始向下进行。
2. 虚线连接的为可选课程。

Siemens PLM 应用指导系列丛书序

Siemens PLM Software（原 UGS）公司是全球领先的产品生命周期管理（PLM）软件和服务供应商，在全世界拥有近 46000 个客户，全球装机量超过 400 万台（套）。公司倡导软件的开发性与标准化，并与客户密切协作，提供产品数据管理、工程协同和产品设计、分析与加工的完整解决方案，帮助客户实现管理流程的改革与创新，以期真正获得 PLM 所带来的价值。

计算机辅助技术发展与应用极为迅速，软件的技术含量和功能更新极快。为了帮助 UGS 的客户正确、高效地应用 CAD/CAE/CAM 技术于产品开发过程，满足广大 UG 爱好者了解和学习的要求，优集系统（中国）有限公司与清华大学出版社北京清大金地科技有限公司从 2000 年起组织出版了中文版“UGS PLM 应用指导系列丛书”，深受广大用户与读者的欢迎。

2007 年，西门子自动化与驱动集团成功并购 UGS 公司，UGS PLM Software 系列产品更名为 Siemens PLM Software 系列产品，为此系列丛书也更名为“Siemens PLM 应用指导系列丛书”。

2008 年 5 月，Siemens PLM Software 正式发布了其最新的软件版本——NX6，反映了最新的 CAD/CAE/CAM 技术。为帮助 NX 的新老客户及时了解、学习与正确掌握应用新版本的功能，编审人员加班加点，在清华大学出版社的大力支持下，NX6 产品应用指导图书开始陆续出版上市（此系列丛书包括 CAD/CAE/CAM 培训教程与应用指导）。

培训教程均采用全球通用的、最优秀的学员指导（UG Student Guide）教材为基础，组织国内优秀的 NX 培训教员与 NX 应用工程师编译，最后由 Siemens PLM Software（上海）有限公司指定的专家们审校。

应用指导汇集有关专家的使用经验，以简洁、清晰的形式编写而成，可帮助广大用户快速掌握和正确应用相应的 NX 产品模块功能与技巧。

本系列丛书的读者对象为：

（1）已购 Siemens PLM Software NX 软件的广大用户

培训教程可作为 CAD、CAE、CAM 离线培训与现场培训的教材或自学参考书。

应用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

（2）选型中的 NX 潜在用户

培训教程可作为预培训的教材，或深入了解 Siemens PLM Software NX 软件产品、模块与功能的参考书。

（3）在校机械、机电专业本科生与研究生

培训教程可作为 CAD、CAE、CAM 专业课教材，研究生做课题时的自学参考书。

应用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

（4）机械类工程技术人员

培训教程可作为再教育的教材或自学参考书。

应用指导可作为快速入门或进一步自学提高的参考书。

系列丛书的编译、编著、审校工作得到 Siemens PLM Software（上海）有限公司与各 NX 授权培训中心的大力支持，特别是得到了 Siemens PLM Software 大中华区总裁袁超明先生、技术总监宣志华先生的直接指导与支持，在此表示衷心的感谢。

参与系列丛书的编译、编著、审校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，系列丛书才得以在短时间内完成，在此也表示衷心的感谢。

最后要感谢清华大学出版社北京清大金地科技有限公司在整个系列丛书的策划、出版过程中给予的特别关注、指导与支持。

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 PLM 应用指导系列丛书编委会

前 言

NX 运动仿真模块 (NX/Motion Simulation) 是一个模拟仿真分析的设计工具, 它既能进行运动学 (Kinematic) 仿真, 又能进行动力学 (Dynamic) 仿真, 还可以分析产品的临界位置、反作用力、速度及加速度等。

本书的主要内容如下:

- 用连杆 (Links)、运动付 (Joints)、运动输入 (Motion Input) 构造一个运动仿真, 并使之运动。
- 查询运动仿真的信息, 修改编辑模型及运动仿真的特征。
- 管理多个运动仿真 (Motion Simulation) 及机构。
- 给运动仿真加力、力矩、弹簧、阻尼、减振块和接触运动付。
- 设置标记及其他封装分析选项 (Packaging Option), 从而可以对标记、组件进行跟踪, 分析其临界状态, 并进行干涉检查等。
- 利用电子图表进行运动仿真。

本书共分 16 章, 各章的内容如下:

第 1 章 模块简介和基本技能

本章介绍 NX 运动仿真模块 (Motion Simulation) 的基本概念, 提供创建运动仿真所需的基本技能。

第 2 章 刚性体 (连杆)

本章讲解创建运动仿真的第一步——创建机构连杆并指定其质量和材料特性。

第 3 章 运动付

本章讲解创建运动仿真的第二步——创建运动付。运动付约束机构并允许其运动。

第 4 章 约束与连接付

本章讲解创建约束 (点在线上、线在线上、点在面上) 与连接付 (齿轮/齿条付、齿轮付和线缆付) 的过程。

第 5 章 运动驱动、关节及动画运动仿真

本章讲解创建运动仿真的第三步——定义运动驱动 (Motion Driver), 并进一步讨论关节运动、动画运动仿真及如何生成 MPEG 电影文件。

第 6 章 编辑和管理运动仿真

本章讲解编辑运动仿真对象及部件几何体的方法, 并提供运动仿真导航器中有关运动仿真管理功能的详细信息。

第 7 章 创建函数

本章讲解如何创建 XY 图表和数学函数, 用于运动仿真中可变的载荷和运动驱动。

第 8 章 PMDC 电机马达

本章讲解传感器、信号图、马达驱动和 PMDC 马达的应用。

第 9 章 封装选项

本章讲解测量、跟踪、干涉检查等后处理封装选项，用于分析运动仿真中的运动几何体。

第 10 章 用装配工作

本章讲解运动仿真应用中如何利用装配应用的功能。

第 11 章 电子表格和图表

本章讲解如何用电子表格及图表来进行动力学分析，包括位移、速度和加速度。

第 12 章 力

本章讲解力在动力学运动仿真模块中的应用。

第 13 章 扭矩

本章讲解在动力学运动仿真中标量扭矩和矢量扭矩的应用。

第 14 章 弹簧和阻尼

本章讲解弹簧和阻尼在运动仿真中的应用。

第 15 章 运动付的摩擦力

本章讲解由于两个物体在运动中相互接触产生热而引起能量的损失。当能量的损失足以改变机构的运动时，分析中就必须考虑其影响。

第 16 章 弹性衬套和接触单元

本章讲解弹性衬套和接触单元在运动仿真中的应用。

每章中均附有适当的练习。开始的练习会有非常详细的练习指导，随着学习的深入，练习指导会越来越简洁。

为了帮助读者更好地理解和掌握 NX6 运动仿真的功能，本书还附加了 4 个附录。

附录 A 练习实例

提供 12 个练习实例及操作说明，用来强化和巩固所学的内容。

附录 B 接触和接触参数

介绍接触力、运动响应及接触力的原理方程，并对接触参数做详细的讨论。

附录 C 机构学和刚体机构学

介绍机构动力学中各学科之间的相互关系。

附录 D 材料功能简介

介绍指定材料对话框、材料类型和属性以及如何创建或编辑材料、定制材料库等。

附书光盘中包括了本书所有练习题所需的部件文件，以供读者学习时使用。本书可供分析师、工程师、设计师使用，也可供需要进行机构运动仿真的其他工程技术人员使用。本书读者必须具有中级 NX 建模技能和知识，至少必须学完 NX 建模实践与应用的相关知识。希望通过本书的学习，广大用户和读者能快速正确地应用 NX/Motion Simulation 运动仿真技术对产品进行分析，将产品的设计水平提升到一个新的台阶。

感谢 Siemens PLM Software 公司的高级顾问洪如瑾老师对本书最后的审查。

编 者

目 录

第 1 章 模块简介和基本技能.....	1
1.1 概述.....	1
1.1.1 什么是运动仿真模块.....	1
1.1.2 运动仿真模块能执行的分析类型.....	1
1.1.3 创建运动仿真.....	2
1.1.4 运动仿真中的机构运动方式.....	2
1.1.5 预测工程和工程判断准则.....	2
1.2 运动仿真模块.....	2
1.3 嵌入式运动仿真解算器.....	3
1.3.1 前处理.....	3
1.3.2 求解.....	3
1.3.3 后处理.....	4
1.3.4 输出解算器输入文件.....	4
1.3.5 两种解算器切换.....	4
1.4 运动仿真命令选项.....	5
1.5 运动仿真部件文件之间的关系.....	6
1.6 创建初始的运动仿真.....	6
1.7 运动仿真的结构.....	7
1.8 运动仿真模块工具条.....	8
1.9 运动仿真模块预设置.....	8
1.9.1 运动仿真模块预设置对话框.....	8
1.9.2 运动机构对象参数.....	9
1.9.3 分析文件参数.....	10
1.9.4 解算器参数.....	10
1.9.5 后处理参数.....	11
1.10 环境设置.....	11
1.11 求解方案.....	12
1.12 运动驱动、关节运动仿真和动画运动仿真.....	13
1.12.1 运动驱动.....	13
1.12.2 关节运动仿真.....	14
1.12.3 动画运动仿真.....	15

第 2 章 刚性体 (连杆)	25
2.1 连杆的定义	25
2.2 创建连杆	25
2.3 质量特性	26
2.3.1 质量特性初步	26
2.3.2 用户自定义质量特性	27
2.3.3 初始速度	28
2.4 定义材料	28
2.4.1 系统默认的及继承的材料设置	28
2.4.2 赋材料值	29
2.5 单位转换器	29
第 3 章 运动付	34
3.1 运动付的定义	34
3.2 运动付的类型	35
3.3 Gruebler 数	35
3.3.1 Gruebler 数的“近似”特性	36
3.3.2 自由度大于 0、等于 0、小于 0 的情况	36
3.3.3 有关过约束机构模型的告诫	36
3.4 创建运动付	37
3.4.1 运动付创建步骤	37
3.4.2 其他运动付参数	39
3.5 旋转付	40
3.5.1 运动特征	40
3.5.2 旋转付创建步骤	41
3.6 固定付	41
3.6.1 运动特征	41
3.6.2 固定付创建步骤	42
3.7 滑动付	42
3.7.1 运动特征	42
3.7.2 滑动付创建步骤	43
3.8 万向节	43
3.8.1 运动特征	43
3.8.2 万向节创建步骤	44
3.8.3 万向节的方向	44
3.9 恒速付	46
3.9.1 运动特征	46
3.9.2 恒速付创建步骤	46

3.10 球面付	47
3.10.1 运动特征	47
3.10.2 球面付创建步骤	47
3.11 柱面付	48
3.11.1 运动特征	48
3.11.2 柱面付创建步骤	49
3.12 平面付	49
3.12.1 运动特征	50
3.12.2 平面付创建步骤	50
3.13 螺旋付	51
3.14 咬合连杆——设计位置和装配位置	57
3.15 基本运动付	61
3.15.1 运动特征	61
3.15.2 基本运动付创建步骤	62
第4章 约束与连接付	67
4.1 点在线上约束	67
4.1.1 运动特征	67
4.1.2 点在线上约束创建步骤	68
4.2 线在线上约束	68
4.2.1 运动特征	68
4.2.2 线在线上约束创建步骤	69
4.3 点在面上约束	73
4.3.1 运动特征	73
4.3.2 点在面上约束创建步骤	73
4.4 线缆付	74
4.4.1 运动特征	74
4.4.2 线缆付创建步骤	75
4.5 齿轮付	75
4.5.1 运动特征	75
4.5.2 齿轮付创建步骤	76
4.5.3 构造内啮合齿轮	76
4.6 齿轮/齿条付	83
4.6.1 运动特征	84
4.6.2 齿轮/齿条付创建步骤	84
第5章 运动驱动、关节及动画运动仿真	85
5.1 介绍	85

5.2	运动函数驱动	85
5.3	恒定运动驱动	86
5.4	简谐运动驱动	86
5.5	关节运动驱动	87
5.6	马达驱动	88
5.7	生成照片级动画和 MPEG 电影文件	89
第 6 章	编辑和管理运动仿真	92
6.1	编辑运动仿真对象	92
6.1.1	编辑主模型尺寸	92
6.1.2	选择特征	93
6.1.3	特征表达式	93
6.1.4	表达式模式	93
6.1.5	描述模式	94
6.1.6	被什么特征使用	94
6.2	运动仿真的管理	94
6.2.1	编辑表达式	95
6.2.2	输出表达式	95
6.2.3	信息	95
第 7 章	创建函数	102
7.1	介绍	102
7.1.1	XY 函数管理器	102
7.1.2	XY 函数编辑器	103
7.2	数学和解算器函数	103
7.2.1	多项式函数	103
7.2.2	简谐运动函数	104
7.2.3	STEP 函数	104
7.2.4	创建数学函数	105
7.3	XY 图表函数	107
7.4	数学运算	109
第 8 章	PMDC 电机马达	115
8.1	介绍	115
8.2	传感器	115
8.3	信号图	116
8.4	PMDC 马达对象	117
第 9 章	封装选项	128

9.1 简介	128
9.2 干涉检查	128
9.3 测量	131
9.4 跟踪	132
9.5 标记和智能点	134
9.5.1 标记	134
9.5.2 智能点	135
9.6 关节运动仿真和动画运动仿真对话框	135
第 10 章 用装配工作	144
10.1 基于装配组件的机构连杆	144
10.2 运动仿真中的装配导航器	144
10.3 轻量化引用集	145
10.3.1 编辑运动对象的限制	145
10.3.2 后处理限制	146
10.3.3 应用轻量化引用集	146
10.4 输入机构数据	147
10.5 从动画运动仿真中创建装配序列	148
10.6 爆炸机构	148
第 11 章 电子表格和图表	154
11.1 电子表格简介	154
11.1.1 电子表格	155
11.1.2 用电子表格驱动关节运动和动画运动仿真	155
11.2 图表	159
11.2.1 图表对话框	159
11.2.2 绘制定义的图表	161
第 12 章 力	165
12.1 标量力	165
12.1.1 有关标量力的一般性讨论	165
12.1.2 标量力的例子	165
12.1.3 创建标量力	166
12.2 矢量力	167
12.2.1 关于矢量力的一般性讨论	167
12.2.2 矢量力的例子	168
12.2.3 创建矢量力	169
12.3 重力	170

第 13 章 扭矩	176
13.1 标量扭矩和矢量扭矩简述	176
13.2 标量扭矩	176
13.2.1 标量扭矩的定义	176
13.2.2 创建标量扭矩	177
13.3 矢量扭矩	177
13.3.1 矢量扭矩的定义	177
13.3.2 创建矢量扭矩	177
第 14 章 弹簧和阻尼	182
14.1 弹簧	182
14.1.1 关于弹簧的一般讨论	182
14.1.2 弹簧的预载荷	182
14.1.3 线性与非线性刚度	183
14.1.4 创建弹簧	183
14.2 阻尼	184
14.2.1 关于阻尼的讨论	184
14.2.2 创建阻尼	184
第 15 章 运动付的摩擦力	190
15.1 运动付对话框	190
15.2 摩擦力的状态及其影响	191
第 16 章 弹性衬套和接触单元	197
16.1 弹性衬套	197
16.1.1 关于弹性衬套的讨论	197
16.1.2 运动约束、通用弹性衬套及圆柱的衬套	197
16.1.3 弹性衬套的类型	198
16.1.4 弹性衬套的参数	198
16.1.5 创建弹性衬套	200
16.2 3D 接触单元	201
16.2.1 3D 接触分析	201
16.2.2 创建 3D 接触	203
16.2.3 解算器集成器参数和最大步长	203
16.3 2D 接触	210
16.3.1 关于 2D 接触的讨论	211
16.3.2 2D 接触参数	212
16.3.3 创建 2D 接触	212

附录 A 练习实例	216
A1 四连杆机构	217
A2 带咬合运动付的四连杆机构	218
A3 汽车悬挂机构	219
A4 汽车挡风玻璃擦窗器	220
A5 汽车挡风玻璃擦窗器 II	222
A6 摇头风扇	222
A7 探头跟随器	223
A8 剪刀式千斤顶	224
A9 自卸式卡车	226
A10 离合器	227
A11 阀门与凸轮	228
A12 缸套阀门（挑战项目）	230
附录 B 接触和接触参数	231
B1 3D 接触参数	232
B2 摩擦和摩擦参数	236
B3 倾斜接触和摩擦力准则	238
附录 C 机构学和刚体机构学	244
附录 D 材料功能简介	246
D1 指定材料对话框	246
D2 材料类型和属性	248
D3 赋材料	248
D4 创建新材料	248
D5 编辑材料	249
D6 定制材料库	249

第 1 章 模块简介和基本技能

【目的】

本章介绍 NX 运动仿真模块 (Motion Simulation) 的基本概念, 提供创建运动仿真所需的基本技能。

【目标】

完成本章学习后, 读者将能够:

- 学习如何进入运动仿真模块及如何使用运动仿真导航器 (Motion Navigator)。
- 创建一个运动仿真。
- 认识运动仿真模块工具条。
- 设定运动仿真模块的系统预设置。
- 了解运动仿真模块中解算器的作用。
- 了解运动驱动 (Motion Driver)、关节运动仿真 (Articulation) 和动画运动仿真 (Animation) 的基本工作模式。
- 观察一个运动仿真, 作运动仿真、关节运动仿真, 并解算一个简单的设计问题。

1.1 概 述

1.1.1 什么是运动仿真模块

运动仿真模块 (Motion Simulation) 是 CAE 应用软件, 用于建立运动机构模型, 分析其运动规律。运动仿真模块自动复制主模型的装配文件, 并建立一系列不同的运动仿真, 每个运动仿真均可独立修改, 而不影响装配主模型, 一旦完成优化设计方案, 即可直接更新装配主模型以反映优化设计的结果。

1.1.2 运动仿真模块能执行的分析类型

运动仿真模块可以进行机构的干涉分析, 跟踪零件的运动轨迹, 分析机构中零件的速度、加速度、作用力、反作用力和力矩等。运动仿真模块的分析结果可以指导修改零件的结构设计 (加长或缩短构件的力臂长度、修改凸轮型线、调整齿轮比等) 或调整零件的材料 (减轻或加重、增加硬度等)。设计的更改可以反映在装配主模型的复制品上, 即在运动仿真中再重新分析, 一旦确定优化的设计方案, 设计更改即可直接反映到装配主模型中。