



CAD/CAE/CAM软件
应用技术与实训丛书

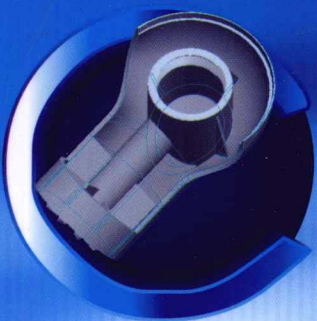
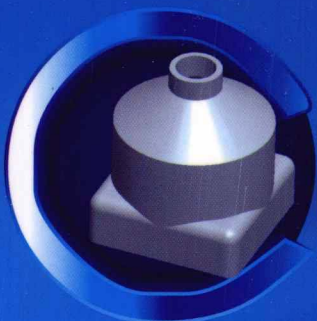


附1CD-ROM

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0

机构运动学与动力学仿真及分析

葛正浩 杨芙莲 等编著



化学工业出版社

CAD/CAE/CAM 软件应用技术与实训丛书

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0

机构运动学与动力学仿真及分析

葛正浩 杨芙莲 等编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书首先介绍了基于 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的机构运动学与动力学分析和仿真的工作流程, 然后以机构设计及运动分析的基本知识为基础, 用大量基本和复杂的机构实例详尽地讲解了 Mechanism 模块的基本操作方法, 在重点讲解 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 机构运动学及动力学仿真分析操作的同时, 大量渗透机构分析设计及反向设计等方面的专业知识。书中分别通过实例讲解, 每个实例都有详细的操作步骤, 图文并茂, 可引导读者熟练地掌握和使用 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 进行机构运动学及动力学仿真分析的方法和技巧, 所有实例均配有光盘文件, 方便实用。

本书可作为机械设计技术人员学习基于 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 进行机构运动学及动力学仿真分析的实践与提高的书籍, 也可作为大专院校机械类专业学生机械原理、机构 CAD 等课程的教材或教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 机构运动学与动力学仿真
及分析 / 葛正浩, 杨芙莲等编著. —北京: 化学工业出版社,
2009.6

(CAD/CAE/CAM 软件应用技术与实训丛书)

ISBN 978-7-122-05390-9

ISBN 978-7-89472-104-4 (光盘)

I. P… II. ①葛…②杨… III. 机械设计: 计算机辅助设计-应用软件, Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2009) 第 060288 号

责任编辑: 陈 静

装帧设计: 尹琳琳

责任校对: 凌亚男

出版发行: 化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张 19³/₄ 字数 476 千字 2009 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888(传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 42.00 元(含 1CD-ROM)

版权所有 违者必究

丛 书 序

随着科技的不断进步,制造业正向数字化、全球化、网络化的方向发展,产品的生命周期越来越短,新产品的上市速度越来越快。计算机辅助设计/计算机辅助工程/计算机辅助制造(CAD/CAE/CAM)作为数字化技术的重要组成部分,是计算机技术在工程设计、仿真优化、制造加工等广阔领域中具有重大影响的革新技术。

CAD/CAE/CAM 技术将计算机高速而精确的运算功能,大容量存储和处理数据的能力,丰富而灵活的图形、文字处理功能与设计者的创造性思维能力、综合分析及逻辑判断能力结合起来,形成一个设计者思想与计算机处理能力紧密配合的系统。CAD 主要包括数据测量、几何建模、计算分析、绘图及技术文档生成、工程数据库的管理和共享等功能。CAE 是利用计算机科学和技术的成果,建立被仿真系统的模型,并在某些实验条件下对模型进行动态实验的一门综合性技术。CAM 的内容广泛,从狭义上指的是数控程序的编制,包括刀具路径的规划、刀位文件的生成、刀具轨迹仿真以及 NC 代码的生成等。

作为国民经济的基础,各个国家和地区一直很重视制造业的发展,CAD/CAE/CAM 技术与制造业的结合使制造业发生了巨大的变革,也使制造业产生了良好的经济效益。目前,制造企业精良的设备、优良的工作环境、优厚的待遇和高速增长的产值,不仅使其在该行业中所占比重、就业人数、社会贡献位居前列,还为制造业的新技术应用、新产品的开发和生产能力的提高提供了重要的物质基础,是现代化经济不可缺少的战略性产业。

CAD/CAE/CAM 软件技术也在飞速发展,出现了很多软件产品,应用范围比较广的有:Pro/ENGINEER、Unigraphics、SolidWorks、ANSYS、Mastercam、CATIA、Inventor 等,这些产品根据自身的开发档次及其适用度,满足了不同企业的需求。CAD/CAE/CAM 软件的良好应用,需要有一批高素质的具有专业知识,并熟练掌握 CAD/CAE/CAM 软件应用的人才。

《CAD/CAE/CAM 软件应用技术与实训丛书》可作为大专院校机械类学生掌握 CAD/CAE/CAM 软件的教材,也可作为机械行业从业者 CAD/CAE/CAM 软件应用和提高了的参考书。

丛书定位

《CAD/CAE/CAM 软件应用技术与实训丛书》以软件实际应用为目标,根据不同读者的需求将丛书分为基础应用篇和实训提高篇。基础应用篇从入门开始,将功能介绍和实例操作相结合,对 CAD/CAE/CAM 软件的使用进行了详尽讲解。实训提高篇以应用实例为主,将软件应用与专业知识相结合,是对 CAD/CAE/CAM 软件应用的提高和扩展。根据不同的应用功能,本丛书主要可分为以下几大功能模块。

(1) 产品设计:选用典型实例讲解产品结构设计的一般原则和软件应用方法,精解其零件设计→建模→装配→工程图的设计过程。

(2) 模具设计：讲解使用设计软件进行塑料成型模具设计的一般原则、方法与设计流程。通过典型实例详细说明了应用软件进行塑料成型模具设计的操作和设计过程，其内容既包括了软件的操作方法与技巧，又融入了设计的基础知识和要点，并在实例讲解过程中渗透了设计原则与方法。

(3) 钣金：将钣金零件及其成形模具设计操作与专业知识相结合，介绍使用设计软件进行 3D 钣金零件的设计以及冲压成形模具的设计方法和过程。

(4) 数控加工：以模具零件数控加工的基本知识为基础，详尽讲解了软件数控加工的基本操作方法，在重点讲解操作应用的同时，大量渗透模具设计、加工、使用及材料等方面的专业知识，作为选择数控加工参数的依据。

(5) 机构设计与运动仿真：以机构设计和运动分析的专业知识为基础，将传统设计与计算机技术相结合，精讲了常用机构计算机辅助设计的思路和方法，以及机构运动仿真模块的分析和应用方法。

(6) 曲面设计与逆向工程：讲解了曲面造型命令的使用和典型曲面造型实例的操作过程，并结合逆向工程技术，精讲了曲面数据测量和曲面重构的方法。

(7) 有限元分析：包括机械结构分析、热分析、流体分析、模流分析、材料成形过程分析等内容，精讲了有限元分析模型建立→条件设置→分析的过程，并通过典型模型的实例讲解，详细介绍了有限元分析的思想和方法。

读者对象

《CAD/CAE/CAM 软件应用技术与实训丛书》特色鲜明，读者面广。

基础应用篇从入门开始、由简入繁、循序渐进，适用于希望从事机械行业并掌握一技之长的初学者，尤其适用于想全面、扎实学习 CAD/CAE/CAM 软件应用的机械类学生和从业者，也适合作为 CAD/CAE/CAM 等相关课程的教材或参考书。

实训提高篇内容全面、实用性强，可供从事机械设计与制造、机构设计、产品设计、模具、钣金、数控等专业工程技术人员以及 CAD/CAE/CAM 研究与应用人员参考，尤其适用于具有一定基础的中级用户提高和学习使用，也可作为 CAD/CAE/CAM 软件相关培训的教材或参考书使用。

结构安排

(1) 软件的各主要功能在讲解的基础上结合实例操作，使读者在学习时能结合练习，快速掌握要点。

(2) 每本书都含有配套光盘，包括了练习文件、结果文件和演示动画，保证了读者的自学过程能顺利完成，并通过与结果文件对比，检查自己操作的正确性。

(3) 对于基础应用篇，从软件安装开始，对 CAD/CAE/CAM 软件的界面布局、命令介绍、模块功能、简单实例操作等进行了详细的讲解，读者通过系统学习，不仅能快速入门，还能较扎实地掌握软件应用基本功。

(4) 对于实训提高篇，实例选用典型、全面，借助于典型的较复杂实例讲解，使读者

掌握多种设计的方法和技巧，并将软件应用与专业知识相结合，使设计有章可循。

近期出版的图书

《CAD/CAE/CAM 软件应用技术与实训丛书》选择目前广泛运行于计算机平台之上的主流 CAD/CAE/CAM 软件，如 Pro/ENGINEER、SolidWorks、UG 等，分批出版相应图书，详细介绍其使用方法与技巧。

《CAD/CAE/CAM 软件应用技术与实训丛书》由葛正浩主编。

葛正浩
2009 年 1 月

前 言

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 软件是 PTC 公司基于单一数据库、参数化、特征、全相关及工程数据再利用等概念基础上开发出的一个功能强大的 CAD/CAE/CAM 软件,它可将产品从设计到生产加工的过程集成在一起,让所有用户同时进行同一产品的设计与制造工作。

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中的机构仿真模块 Mechanism, 可以进行装配模型的运动学与动力学分析和仿真,使得原来在二维图纸上难以表达和设计的运动变得非常直观,且易于修改,能够大大简化机构的设计开发过程,缩短其开发周期,减少开发费用,同时提高产品质量。在 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中,仿真的结果不但能以动画的形式表现出来,还能以参数的形式输出,从而可以获知零件之间是否干涉,干涉的体积有多大等。根据仿真结果对所设计的零件进行修改,直到不产生干涉为止。可以应用电动机来生成要进行研究的运动类型,并可使用凸轮和齿轮设计功能扩展设计。当准备好要分析时,可观察并记录分析或测量诸如位置、速度、加速度或力等量,然后以图形表示这些测量;也可以创建轨迹曲线和运动包络,以用物理方法描述运动。

Pro/Mechanism 用于机构分析,与 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 完全集成,不需要单独安装,操作简便,易于使用。在 Mechanism 模块中创建的机构,可以将机械设计模型引入到设计动画中,创建一个动画系列。该动画系列支持所有接头连接、齿轮副、连接限制、伺服电动机以及运动轴零点。

本书首先介绍了基于 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 的机构运动学与动力学仿真分析的工作流程,然后以机构设计及分析的基本知识为基础,用大量基本和复杂机构实例详尽地讲解了 Mechanism 模块的基本操作方法,在重点讲解 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 机构运动学及动力学仿真分析操作的同时,大量渗透机构分析设计及反向设计等方面的专业知识。书中所用的部分实例为真实应用的机构,非常具有代表性,并体现了编者在机构设计方面的研究成果。每个实例都有详细的操作步骤,图文并茂,可引导读者熟练的掌握并使用 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 进行机构运动学及动力学仿真分析的方法和技巧,所有实例均配有光盘文件,方便实用。每一个实例的所需文件,均放在相应实例名的文件夹中。该实例最后完成的结果,也放在该文件夹中的结果文件夹中,备练习后对照检查。为方便使用,建议读者先将所有文件复制到计算机的硬盘中。光盘中的动画演示文件可帮助读者更快地学习操作过程。

本书可作为机械设计技术人员学习基于 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 进行机构运动学及动力学仿真分析的实践与提高的书籍,也可作为大专院校机械类专业学生机械原理、机构 CAD 等课程的教材或教学参考书。

本书由陕西科技大学葛正浩、杨芙莲等编著,其中,第 1、2、3、4 章由杨芙莲编写,第 5、6、7 章由葛正浩编写,第 8 章由蒋萌编写,第 9 章由苏鹏刚编写,第 10 章由李竞洋编写。参加编写工作的还有朱喲、杨妮等。

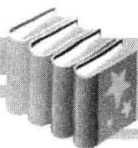
由于编者水平有限,书中难免有不妥、疏漏之处,恳请读者批评指正。

编者
2009 年 4 月



目 录

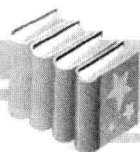
第 1 章 机构运动学与动力学仿真简介	1
1.1 概述	1
1.1.1 机构运动与动力仿真的特点	2
1.1.2 基本术语	2
1.2 机构运动与动力仿真的工作流程	3
1.3 机构运动与动力仿真的相关菜单	4
1.3.1 新增菜单命令	5
1.3.2 【机构】工具栏	7
第 2 章 建立机构仿真分析模型	10
2.1 连接类型	10
2.1.1 自由度与冗余约束	10
2.1.2 连接类型	11
2.1.3 定义连接	12
2.2 构件形态调整	14
2.3 运动轴设置	16
2.4 拖动和快照	20
2.5 伺服电动机	24
2.5.1 伺服电动机类型	24
2.5.2 伺服电动机轮廓	25
2.6 其他选项	34
2.6.1 机构连接检测	34
2.6.2 加亮主体	35
2.6.3 重定义主体	35
2.7 运动副	36
2.7.1 凸轮	36
2.7.2 齿轮副	39
2.8 实例	41
2.8.1 实例 1: 建立曲柄摇杆机构装配模型	41
2.8.2 实例 2: 建立齿轮传动机构运动模型	48



第3章 设置运动环境	52
3.1 重力	52
3.2 执行电动机	53
3.3 弹簧	55
3.4 阻尼器	56
3.5 力/扭矩	56
3.6 初始条件	58
3.7 质量属性	61
3.8 实例	64
3.8.1 实例 1: 设置曲柄摇杆机构运动环境	64
3.8.2 实例 2: 设置齿轮传动机构运动环境	68
第4章 运动学与动力学仿真	72
4.1 分析	72
4.1.1 位置	73
4.1.2 运动学	75
4.1.3 动态	75
4.1.4 静态	76
4.1.5 力平衡	77
4.2 结果分析	79
4.2.1 回放	79
4.2.2 测量	87
4.2.3 轨迹曲线	103
4.3 图形显示	104
4.4 设置与调试	108
4.4.1 设置	108
4.4.2 调试	110
4.5 实例	111
4.5.1 实例 1: 曲柄摇杆机构的运动学与动力学仿真分析	111
4.5.2 实例 2: 齿轮传动机构的运动学与动力学仿真分析	118
第5章 基本平面连杆机构的仿真与分析	123
5.1 实例 1: 平面铰链四杆机构	124
5.1.1 平面铰链四杆机构简介	124
5.1.2 平面铰链四杆机构的运动分析	125
5.1.3 平面铰链四杆机构的运动仿真与分析	128



5.1.4	平面铰链四杆机构的动力学分析	137
5.2	实例 2: 曲柄滑块机构	140
5.2.1	曲柄滑块机构简介	140
5.2.2	曲柄滑块机构的运动分析	141
5.2.3	曲柄滑块机构的运动学仿真与分析	142
5.2.4	曲柄滑块机构的动力学分析	150
第 6 章	齿轮机构的设计仿真与分析	154
6.1	齿轮机构概述	154
6.2	齿轮机构设计	154
6.2.1	齿轮的特点	154
6.2.2	齿轮的建模设计方法	155
6.2.3	直齿圆柱齿轮的参数化设计	155
6.2.4	斜齿圆柱齿轮的参数化设计	165
6.2.5	直齿圆锥齿轮的参数化设计	171
6.3	齿轮机构的运动仿真分析	183
6.3.1	建立机构模型	183
6.3.2	运动仿真	186
6.3.3	分析	189
6.4	齿轮机构的动力学分析	192
第 7 章	基本凸轮机构的设计、仿真与分析	197
7.1	凸轮机构概述	197
7.1.1	凸轮机构简介	197
7.1.2	凸轮机构从动件的运动规律	198
7.2	直动滚子从动件平面回转凸轮机构	200
7.2.1	直动滚子从动件平面回转凸轮机构设计	200
7.2.2	直动滚子从动件平面回转凸轮机构的运动仿真与分析	203
7.2.3	直动滚子从动件平面回转凸轮机构的动力学分析	216
7.3	摆动滚子从动件平面回转凸轮机构	222
7.3.1	摆动滚子从动件平面回转凸轮机构的设计	222
7.3.2	摆动滚子从动件平面回转凸轮机构的运动仿真与分析	225
7.3.3	摆动滚子从动件平面回转凸轮机构的动力学分析	235
7.4	直动滚子从动件圆柱凸轮机构	241
7.4.1	直动滚子从动件圆柱凸轮机构的设计	241
7.4.2	直动滚子从动件圆柱凸轮机构的运动仿真与分析	244
7.4.3	直动滚子从动件圆柱凸轮机构的动力学分析	254



第 8 章 摆动滚子从动件平面肋凸轮连杆组合机构的运动仿真与设计	260
8.1 机构简介	260
8.2 机构运动仿真与分析	261
8.2.1 建立机构连接	261
8.2.2 设置机构环境	264
8.2.3 分析	267
8.3 机构的反向设计	272
8.4 机构的正向设计	272
第 9 章 摆动滚子从动件圆柱槽凸轮机构的运动仿真与设计	276
9.1 机构简介	276
9.2 机构运动仿真	277
9.2.1 建立机构模型	277
9.2.2 运动仿真	279
9.2.3 分析	281
9.3 机构的分析与反向设计	285
9.4 机构的正向设计	285
9.4.1 A 槽的设计	285
9.4.2 B 槽的设计	288
第 10 章 摆动滚子从动件平面槽凸轮连杆组合机构的运动仿真与设计	290
10.1 机构简介	290
10.2 机构运动仿真	291
10.2.1 建立运动连接	291
10.2.2 设置机构环境	295
10.2.3 分析	297
10.3 机构的反向设计	301
10.4 机构的正向设计	302
参考文献	305



第1章 机构运动学与动力学仿真简介

【内容】

本章主要介绍在 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中进行机构仿真的工作流程及相关菜单的功能和用途。

【目的】

通过本章的学习，读者将掌握在 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中进行机构运动学与动力学仿真的一般流程，并对相关菜单和按钮有一定的了解。

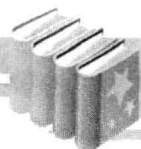
1.1 概 述

在机构仿真分析技术没有出现之前，设计者必须根据设计的零件尺寸，制作出完全相似的模型，然后将其放入实际工作环境中进行验证，最后再根据结果来修正模型。这些工作无疑浪费了大量的时间、财力和人力。为提高工作效率，机械模拟仿真技术应运而生。

Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 系统提供了机构仿真分析功能，其中的机构分析模块 Mechanism，可以进行装配的运动学、动力学分析和仿真，使得原来在二维图纸上难以表达和设计的运动，变得非常直观和易于修改，并且能够大大简化机构的设计开发过程，缩短其开发周期，减少开发费用，同时提高产品质量。在 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 中，机构仿真的结果不但可能以动画的形式表现出来，还能以参数的形式输出，从而可以获知零件之间是否干涉，干涉的体积有多大等。根据仿真结果对所设计的零件进行修改，直到不产生干涉为止。

可使用机构设计来移动机构，并可对其进行运动分析。在机构动态中，可以应用电动机来生成要进行研究的运动类型，并可使用凸轮和齿轮扩展设计。当准备好要分析运动时，可观察并记录分析，或测量诸如位置、速度、加速度、力等量，然后以图形表示这些测量。也可以创建轨迹曲线和运动包络，以用物理方法描述运动。

Mechanism 模块用于机构分析，与 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 完全集成，不需要单独安装，操作简便，易于使用。还可以将机构设计模型引入到设计动画中，创建一个动画系列。设计动画支持所有接头连接、齿轮副、连接限制、伺服电动机以及运动轴零点。



1.1.1 机构运动与动力仿真的特点

机构是由构件组合而成的，而每个构件都以一定的方式与其他构件相连接。这种连接，既能使两个构件直接接触，又能使两个构件产生一定的相对运动。

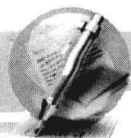
进行机构仿真的前提是创建机构。创建机构与零件装配都是将单个零部件组装成一个完成的机构模型，因此，两者之间有很多相似之处。

机构仿真与零件装配，两者都在组件模式下进行。单击菜单栏中的【插入】→【元件】→【装配】命令，在弹出的【打开】对话框中选择并调入元件后，弹出【元件放置】操控板。创建机构是利用操控板的【预定义的连接集】下拉列表中的各种连接方式，来进行机构的创建。而零件装配是利用操控板中的【约束类型】下拉列表中的各种约束方式，来安装各个零部件。由零件装配得到装配体，其内部的零部件之间没有相对运动，而由连接得到的机构，其内部的构件之间可以产生一定的相对运动。

1.1.2 基本术语

为了便于理解，在介绍机构运动仿真之前，首先介绍在仿真中应用的基本术语，主要有以下几种。

- ◆ LCS：与主体相关联的局部坐标系。LCS 是与主体中定义的第一个零件相关的默认坐标系。
- ◆ UCS：用户坐标系。
- ◆ WCS：全局坐标系。组件的全局坐标系，它包括用于组件及该组件内所有主体的全局坐标系。
- ◆ 放置约束：组件中放置元件并限制该元件在组件中运动的图元。
- ◆ 环连接：添加后使连接主体链中形成环的连接。
- ◆ 自由度：确定一个系统的运动（或状态）所必需的独立参变量。连接的作用是约束主体之间的相对运动，减少系统可能的总自由度。
- ◆ 主体：机构模型的基本元件。主体是受严格控制的一组零件，在组内没有自由度。
- ◆ 基础：不运动的主体，即大地或者机架。其他主体相对于基础运动。在仿真时，可以定义多个基础。
- ◆ 预定义的连接集：预定义的连接集可以定义使用哪些放置约束在模型中放置元件、限制主体之间的相对运动、减少系统可能的总自由度及定义元件在机构中可能具有的运动类型。
- ◆ 拖动：在图形窗口中用鼠标拾取并移动机构。
- ◆ 回放：记录并重放分析运行的操作功能。
- ◆ 伺服电动机：定义一个主体相对于另一个主体运动的方式。
- ◆ 执行电动机：作用于旋转或平移运动轴上而引起运动的力。



1.2 机构运动与动力仿真的工作流程

1. 机构运动仿真分析工作流程

在机构运动设计研究中,用户可以通过对机构添加运动副,使其随伺服电动机一起移动,并且在不考虑作用于系统上力的情况下分析其运动。使用运动分析可观察机构的运动,并测量主体位置、速度和加速度的改变。然后用图形表示这些测量,或者创建轨迹曲线和运动包络。

根据以上分析,机构运动仿真总体上可以分为6个部分:创建模型、检测模型、添加建模图元、准备分析、分析模型和获取结果。机构运动分析的工作流程如图1-1所示。

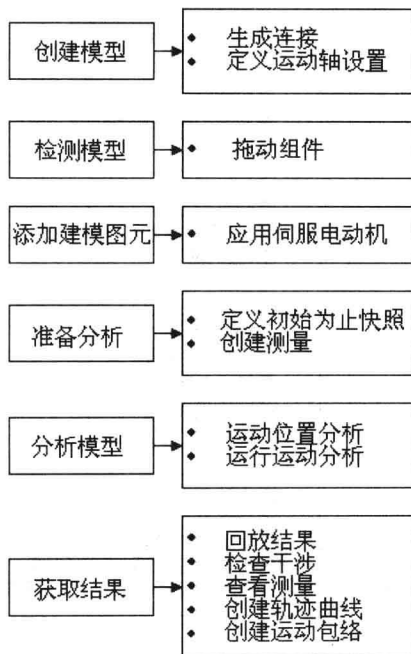
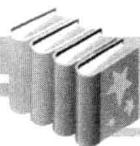


图 1-1 机构运动分析工作流程

2. 机构动态分析工作流程

如果想研究所施加的力对机构运动产生的影响,就要用到机构动态分析。机构动态分析中包括多个建模图元,如弹簧、阻尼器、力/扭矩负荷以及重力等。可根据电动机所施加的力及其位置、速度或加速度来定义电动机。除进行位置和运动分析外,还可运行动态、静态和力平衡分析。也可以创建测量、以监测连接点上的力以及点、顶点或运动轴的速度或加速度。可确定在分析期间是否出现碰撞,并可使用脉冲测量定量由于碰撞而引起的动量变化。

根据以上分析,机构动态分析总体上可分成6个部分:创建模型、检测模型、增加建模



图元、准备分析、分析模型和获取结果。机构动态分析的工作流程与机构运动设计的工作流程大体相同，但机构动态分析中增加了许多功能，如可以添加弹簧、阻尼器、力/扭矩负荷、重力和执行电动机等建模图元，从而除了可以对机构进行运动和位置分析，还可以对机构进行动态分析、静态分析和力平衡分析。如果要研究机构对施加的力所产生的运动，就要用到机构动态分析。机构动态分析的工作流程如图 1-2 所示。

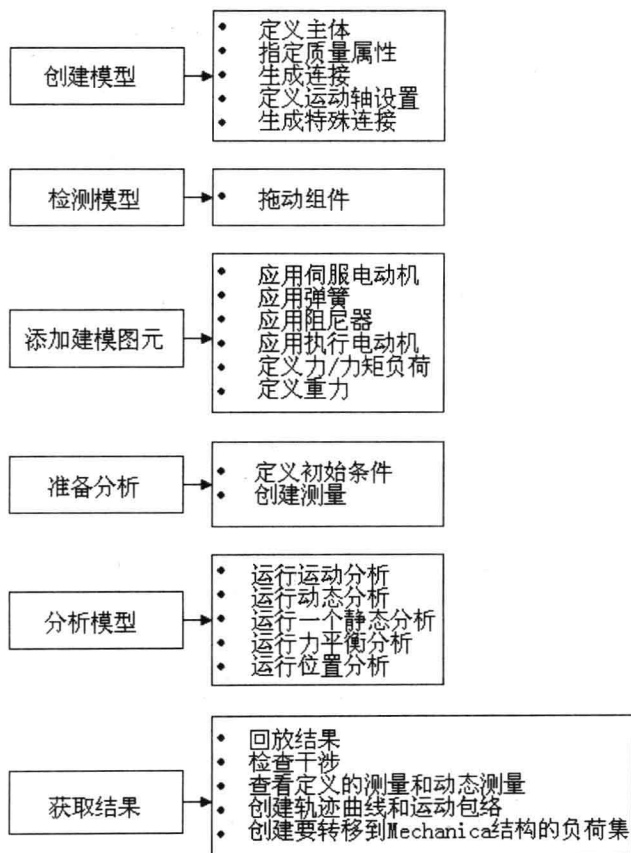


图 1-2 机构动态分析工作流程

1.3 机构运动与动力仿真的相关菜单

按设计要求组装好各零部件后，单击菜单栏中的【应用程序】→【机构】命令，系统进入机构分析与仿真操作环境，如图 1-3 所示。

在【文件】、【编辑】、【视图】、【插入】、【分析】、【信息】和【工具】菜单的选项中都增加了一些与机构运动仿真相关的命令，同时窗口右侧也增加了一些工具按钮。下面简单介绍这些新增加的菜单命令和工具按钮。

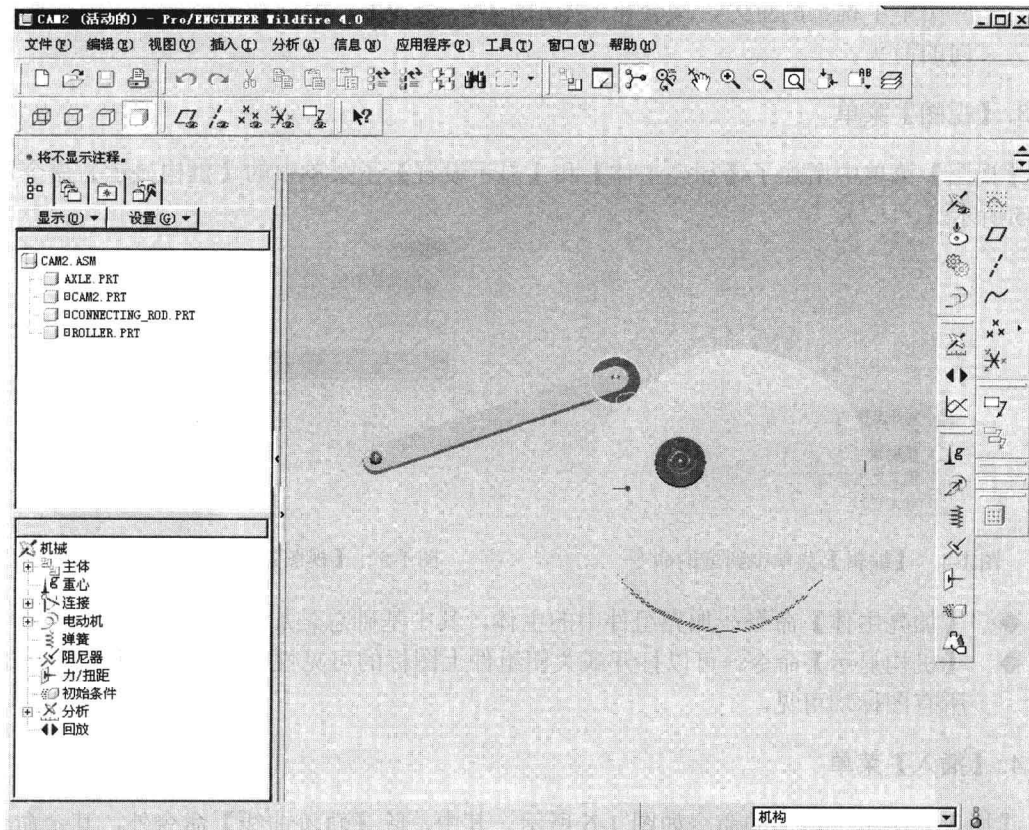


图 1-3 机构分析与仿真操作环境

1.3.1 新增菜单命令

1. 【文件】菜单

【文件】菜单中增加了【在结构中使用】命令。单击该命令，系统将弹出【负荷输出】对话框，可根据动态类型分析定义负荷集。

2. 【编辑】菜单

【编辑】菜单中增加了 4 项命令，如图 1-4 所示。

- ◆ 【重新连接】命令：锁定或解锁任意主体，并进行组件分析。
- ◆ 【质量属性】命令：如果要运行动态和静态分析，必须为机构指定质量属性。质量属性将确定应用力时机构如何阻碍其速度或位置的改变。机构的质量属性由其密度、体积、质量、重心及惯性矩组成。
- ◆ 【重定义主体】命令：移除组件约束以重定义组件中的主体。
- ◆ 【重力】命令：为模型定义重力加速度向量。定义重力后，既会在整个顶级部件中

应用单个统一的重力，又会在模型中出现一个 WCS 图标和一个指示重力加速度方向的箭头。

3. 【视图】菜单

【视图】菜单中增加了【加亮主体】和【显示设置】子菜单中的【机构显示】命令，如图 1-5 所示。

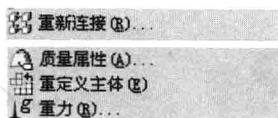


图 1-4 【编辑】菜单中新增的命令

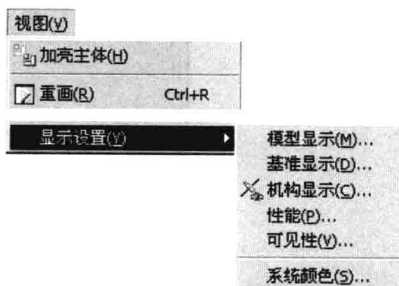


图 1-5 【视图】菜单中新增的命令

- ◆ 【加亮主体】命令：加亮组件中的主体，其中基础总是加亮为绿色。
- ◆ 【机构显示】命令：可以打开或关闭组件上图标的可见性。默认条件下，除 LCS 外所有图标均可见。

4. 【插入】菜单

【插入】菜单中增加的命令如图 1-6 所示。其中，除【轨迹曲线】命令外，其余命令在右侧工具栏中都有相应的工具按钮，这些将在后面进行介绍。

- ◆ 【轨迹曲线】命令：用于生成轨迹曲线或凸轮合成曲线。

5. 【分析】菜单

【分析】菜单中增加了 3 项命令，如图 1-7 所示。

- ◆ 【机构分析】命令：用于定义并运行分析。可以创建多个分析定义，使用不同的电动机或力，锁定不同图元，以将某个特定机构的运动研究组织为独特的研究，而不必建立单独的组件模型。每个结果都保存在回放序列中。
- ◆ 【回放】命令：用于回放分析运行的结果，也可以保存或输出结果，或者恢复先前保存的结果。
- ◆ 【测量】命令：有助于了解和分析移动机构所产生的结果，并可提供用来改进机构的信息。可以创建测量并且选取要显示的测量和结果集，也可以对结果出图或将其保存到一个表中。

6. 【信息】菜单

【信息】菜单中增加了【摘要】、【细节】和【质量属性】命令，如图 1-8 所示。单击其中任何一个命令，都会打开带有摘要信息的 Pro/ENGINEER Wildfire 4.0 浏览器。