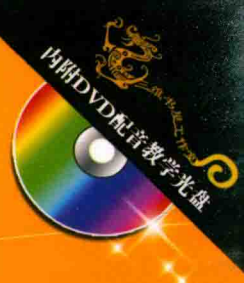


计算机辅助分析 (CAE) 系列
JISUANJIFUZHUFENXI(CAE)XILIE

学习交流QQ群: 488722285

登录QQ群提供本书软件安装下载地址

学习咨询网站: www.sjzswsw.com



Creo Parametric 3.0

动力学与有限元分析

从入门到精通

全面完整的知识体系

循序渐进的分析讲解

深入浅出的理论阐述

实用典型的实例引导

三维书屋工作室

胡仁喜 刘昌丽 等编著

随书配送 DVD 光盘。包含全书所有实例的源文件素材, 并制作了全部实例的制作过程动画 AVI 文件和效果图演示。可以帮助读者更加形象直观、轻松自在地学习本书。



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

Creo Parametric 3.0

动力学与有限元分析从入门到精通

三维书屋工作室

胡仁喜 刘昌丽 等编著

机械工业出版社

本书详细介绍了 Creo Parametric 3.0 中各种工具命令的使用方法 & 技巧, 包括动力学分析、动画制作、结构分析和热力学分析模型的创建 & 分析过程。本书共 11 章。第 1 章介绍了使用该软件进行分析的 3 种模式: FEM 模式、集成模式和独立模式。重点以集成模式为讲解对象, 介绍了机构动力学和有限元分析。第 2~5 章介绍了动力学分析模块的建立和环境的设置, 动力学分析和动画制作等。第 6~9 章介绍了机构结构分析和热力学分析模型的建立 & 分析过程。第 10、11 章为综合实例。本书中的每个知识点都使用了命令讲解结合具体实例的方法, 可以帮助读者更加快速有效地掌握软件的使用。

本书可作为机械设计技术人员学习基于 Creo Parametric 3.0 进行机械结构有限元分析的入门 & 实践的书籍, 也可作为大专院校机械类专业的教材或教学参考书。

图书在版编目 (CIP) 数据

Creo Parametric 3.0 动力学与有限元分析从入门到精通/胡仁喜等编著. —北京: 机械工业出版社, 2015.10

ISBN 978-7-111-54918-5

I. ①C… II. ①胡… III. ①动力学-计算机辅助设计-应用软件 ②有限元分析-计算机辅助设计-应用软件 IV. ①0313-39 ②0241.82-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 228522 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑: 曲彩云 责任编辑: 曲彩云 李含杨

责任印制: 李 昂

北京中兴印刷有限公司印刷

2017 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm • 25 印张 • 604 千字

标准书号: ISBN 978-7-111-54918-5

ISBN 978-7-89386-053-9 (光盘)

定价: 69.00 元 (含 1 DVD)

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换

电话服务

服务咨询热线: (010) 88361066

读者购书热线: (010) 68326294

(010) 88379203

封面无防伪标均为盗版

网络服务

机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

教育服务网: www.cmpedu.com

金书网: www.golden-book.com

前 言

Creo Parametric 是在单一数据库、参数化、特征、全相关及工程数据再利用等概念的基础上,开发出的一个功能强大的 CAD / CAE / CAM 软件。它能将产品从设计到生产加工的过程集成在一起,让所有用户同时开展同一产品的设计与制造工作。它是 3D 产品设计的行业标准,可促进用户采用最佳设计方法,同时确保遵守业界和公司的标准。集成的参数化 3D CAD/CAM/CAE 解决方案,可让设计速度比以前更快,同时最大限度地增强创新力度并提高质量,最终创造出不同凡响的产品。

本书从基本操作到模型建立,从概念到综合实例,从分析到优化设计的编制,讲述了 Creo Parametric 3.0 模块中各工具的基本功能和操作方法。本书的特点:

- 编排采用循序渐进的方式,适合初、中、高级读者逐步掌握 Creo Parametric 3.0 软件的基本操作方法,进行产品分析和优化设计。

- 以知识点为介绍单元,通过讲解概念、操作方法、经典实例等透彻地剖析每个知识点,以便于读者掌握。

- 采用了浅显易懂的例子,使读者容易上手操作。每个例子的讲解步骤简单、全面,易于理解。

- 对关键性的技巧以“注意”提醒读者,节约读者的时间和精力。

- 内容翔实,选例典型,针对性强。叙述言简意赅、清晰流畅,能使读者快速掌握 PTC Creo Parametric 3.0 动力学分析、机构分析模块的应用要领。

- 结合内容在光盘配置了大量实例源文件以及相关的视频讲解内容,对书中的各个重要实例进行针对性讲解,便于读者掌握实际操作流程和技巧。

本书共分为 3 篇 11 章。第 1 篇(第 1~5 章)是机构动力学分析。讲述了 Creo Parametric 3.0 软件关于动力学和有限元分析的三种模式、动力学分析模块、建立运动模型及设置运动环境、机构动力学分析和动画制作等基础知识;第 2 篇(第 6~9 章)是结构与热力学分析。介绍了结构分析模块、建立结构分析模型的方法步骤、各种结构分析以及热力学分析等内容,讲述了静态分析、模态分析、失稳分析、疲劳分析、预应力分析、动态分析以及敏感度分析、优化设计等方法;第 3 篇(第 10、11 章)是综合实例,以最常见的二级减速器、活塞连杆机构为例,讲述了动力学和结构分析的创建过程,让读者巩固学到的各模块中常见工具的使用方法和技巧,通过举一反三,获得独立完成项目分析设计的能力。

本书由三维书屋工作室策划,胡仁喜和刘昌丽主要编写,康士廷、闫聪聪、杨雪静、卢园、孟培、李亚莉、解江坤、秦志霞、张亭、毛榕、闫国超、吴秋彦、甘勤涛、李兵、王敏、孙立明、王玮、王培合、王艳池、王义发、王玉秋、张琪、朱玉莲、徐声杰、张俊生、王兵学等参加了部分章节的编写工作。

由于编者水平有限,时间仓促,书中难免有欠缺之处。竭诚欢迎广大读者登录网站 www.sjzswsw.com 或发电子邮件到编者的电子信箱: win760520@126.com,对本书提出批评和建议,以方便编者做进一步的修改。

编著者

目 录

前言

第 1 篇 机构动力学分析

第 1 章 动力学与有限元分析概述	2
1.1 机构的工作模式	3
1.1.1 集成模式	3
1.1.2 FEM 模式	3
1.1.3 独立模式	4
1.2 Creo Parametric/Simulate 的安装	4
第 2 章 动力学分析	6
2.1 机构模块介绍	7
2.1.1 机构模块简介	7
2.1.2 运动学分析流程	7
2.1.3 动力学分析流程	8
2.2 机构工作界面	9
2.3 功能区介绍	11
2.3.1 【文件】功能区面板	11
2.3.2 【模型】功能区面板	14
2.3.3 【分析】功能区面板	17
2.3.4 【注释】功能区面板	19
2.3.5 【渲染】功能区面板	20
2.3.6 【人体模型】功能区面板	21
2.3.7 【工具】功能区面板	22
2.3.8 【视图】功能区面板	23
2.3.9 【应用程序】功能区面板	24
2.3.10 【机构】功能区面板	26
2.4 工具栏	27
2.4.1 快速访问工具栏	27
2.4.2 视图快速访问工具栏	28
2.5 结构树	28
2.5.1 模型树	28
2.5.2 机构树	29
第 3 章 建立运动模型及设置运动环境	30
3.1 建立连接	31
3.1.1 刚性连接	31
3.1.2 销连接	32
3.1.3 滑块连接	33
3.1.4 圆柱连接	34

3.1.5	平面连接	35
3.1.6	球连接	36
3.1.7	轴承连接	37
3.1.8	焊缝连接	38
3.1.9	常规连接	39
3.1.10	6DOF 连接	40
3.1.11	槽连接	41
3.2	建立特殊连接	42
3.2.1	凸轮连接	42
3.2.2	3D 接触连接	48
3.2.3	齿轮连接	48
3.2.4	传动带连接	55
3.3	调节连接方式	58
3.4	拖动和快照	59
3.5	定义伺服电动机	63
3.6	设置运动环境	74
3.6.1	定义重力	74
3.6.2	定义执行电动机	75
3.6.3	定义弹簧	76
3.6.4	创建阻尼器	78
3.6.5	创建力/扭矩	80
3.6.6	定义初始条件	82
3.7	定义质量属性	84
3.8	术语表	85
第 4 章	机构动力学分析	87
4.1	机构分析	88
4.1.1	位置分析	89
4.1.2	运动学分析	91
4.1.3	动态分析	91
4.1.4	静态分析	95
4.1.5	力平衡分析	97
4.2	分析结果	99
4.2.1	回放	100
4.2.2	测量	103
4.2.3	轨迹曲线	107
4.3	常规机构仿真	109
4.3.1	连杆机构	109
4.3.2	凸轮机构	115
4.3.3	齿轮机构	121

第5章 动画制作	126
5.1 动画制作概述	127
5.1.1 进入动画制作界面	127
5.1.2 动画制作功能区面板介绍	127
5.1.3 动画树	129
5.2 定义动画	129
5.2.1 创建动画	129
5.2.2 动画显示	131
5.2.3 定义主体	132
5.3 动画制作	133
5.3.1 关键帧序列	133
5.3.2 事件	134
5.3.3 锁定主体	134
5.3.4 创建伺服电动机	136
5.3.5 连接状况	136
5.3.6 定时视图	136
5.3.7 定时透明	137
5.3.8 定时样式	138
5.3.9 编辑和移除对象	138
5.4 生成动画	139
5.4.1 生成并运行动画	139
5.4.2 回放动画	139
5.4.3 导出动画	139

第2篇 结构与热力学分析

第6章 结构分析概述	141
6.1 结构分析模块	142
6.1.1 结构分析模块简介	142
6.1.2 分析流程	143
6.2 结构分析工作界面	151
6.3 功能区面板	151
6.3.1 【文件】功能区面板	151
6.3.2 【主页】功能区面板	152
6.3.3 【精细模型】功能区面板	153
6.3.4 【检查】功能区面板	154
6.3.5 【工具】功能区面板	155
6.3.6 【视图】功能区面板	155
第7章 建立结构分析模型	156
7.1 简化模型	157
7.2 创建载荷	157

7.2.1	创建载荷集	157
7.2.2	创建力/力矩载荷	158
7.2.3	创建压力载荷	163
7.2.4	创建承载载荷	167
7.2.5	创建重力载荷	171
7.2.6	创建离心载荷	172
7.2.7	创建温度载荷	174
7.3	创建约束	176
7.3.1	创建约束集	177
7.3.2	创建位移约束	178
7.3.3	创建平面约束	181
7.3.4	创建销约束	182
7.3.5	创建球约束	183
7.3.6	创建对称约束	184
7.4	理想化模型	187
7.4.1	创建壳	187
7.4.2	创建梁	193
7.4.3	创建弹簧	200
7.4.4	创建质量	203
7.5	创建连接	205
7.5.1	创建界面	206
7.5.2	创建焊缝	207
7.5.3	创建刚性连接	210
7.5.4	创建受力连接	212
7.5.5	创建紧固件连接	213
7.6	材料	216
7.6.1	定义材料	216
7.6.2	创建材料方向	218
7.6.3	分配材料	220
7.7	创建模拟测量	221
7.8	网格划分	223
7.9	创建曲面区域和体积块区域	225
7.9.1	创建曲面区域	225
7.9.2	创建体积块	227
7.10	显示控制	231
第 8 章	结构分析	233
8.1	分析的类型	234
8.2	建立结构分析	235
8.2.1	静态分析	236

8.2.2	模态分析	244
8.2.3	失稳分析	248
8.2.4	疲劳分析	251
8.2.5	预应力静态分析	259
8.2.6	预应力模态分析	264
8.3	动态分析	268
8.3.1	动态时间分析	268
8.3.2	动态频率分析	277
8.3.3	动态冲击分析	280
8.3.4	动态随机分析	283
8.4	设计研究	286
8.4.1	标准设计研究	286
8.4.2	敏感度设计研究	289
8.4.3	优化设计研究	296
8.5	电动机吊座的结构分析	299
8.5.1	创建模型	299
8.5.2	建立分析模型	303
8.5.3	结构分析	304
8.5.4	优化设计	311
8.5.5	升级零件	312
第9章	热力学分析	313
9.1	热力学分析概述	314
9.1.1	进入热力学分析	314
9.1.2	分析界面介绍	314
9.1.3	分析流程	315
9.2	创建热力载荷	315
9.2.1	创建载荷集	315
9.2.2	创建热力载荷	316
9.3	创建边界条件	318
9.3.1	创建边界条件集	318
9.3.2	创建规定温度	319
9.3.3	创建对流条件	321
9.3.4	创建热对称性	323
9.4	建立分析和研究	324
9.4.1	创建稳态热分析	325
9.4.2	创建瞬态热分析	328
9.5	CPU 散热片分析	332
9.5.1	建立简化模型	333
9.5.2	分配材质并创建曲面区域	335

9.5.3	施加热力载荷	335
9.5.4	设置边界条件	336
9.5.5	运行分析并获取结果	337

第3篇 综合实例

第10章	二级减速器仿真	339
10.1	二级减速器仿真概述	340
10.2	装配模型	340
10.2.1	建立骨架模型	341
10.2.2	装配传动轴	343
10.2.3	装配齿轮	346
10.3	建立运动模型	349
10.3.1	设置连接	349
10.3.2	检查机构	350
10.3.3	定义伺服电动机	351
10.4	运动分析	352
10.4.1	运动学分析	352
10.4.2	回放	353
10.4.3	生成分析测量结果	355
第11章	活塞连杆机构	357
11.1	运动仿真	358
11.1.1	组装活塞	358
11.1.2	机构设置	362
11.1.3	运动分析	363
11.2	活塞结构分析	368
11.2.1	建立分析模型	368
11.2.2	结构分析	371
11.2.3	热力学分析	376
11.3	优化设计	381
11.3.1	标准设计研究	381
11.3.2	敏感度设计研究	383
11.3.3	优化设计研究	385
11.3.4	升级模型	386

第 1 篇

机构动力学分析

本篇主要介绍 Creo Parametric 3.0 软件关于动力学和有限元分析的三种模式、动力学分析模块、建立运动模型及设置运动环境、动力学分析和动画制作等基础知识。

第1章

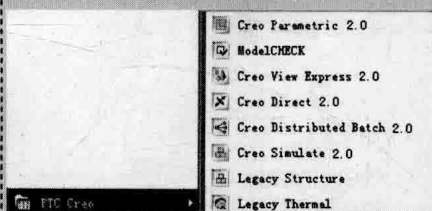
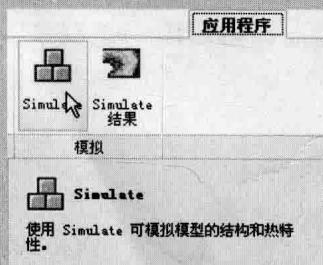
动力学与有限元分析概述

本章导读

计算机辅助分析 (Computer Aided Engineering) 又称为 CAE, 是计算机技术和工程分析技术相结合形成的新兴技术。CAE 软件是将计算力学、计算数学、机构动力学、数学仿真技术、工程管理学等诸多学科的传统理论和计算机相结合, 形成的一种综合性、知识密集型的信息产品。CAE 的核心技术为仿真模型运动的运动/动力学仿真技术 (即 Creo /Mechanism) 和有限元分析技术 (即 Creo /Simulate)。

重点与难点

- 集成模式
- FEM 模式
- 独立模式
- Simulate 的安装



使用软件对设计模型进行运动仿真和有限元分析,能够模拟设计对象在真实环境工作中的状况,并对其进行分析和研究,尽早发现设计中的缺陷,验证产品功能和性能,提前进行修改和优化,从而减少制造中可能出现的问题,提高设计的可行性,并缩短设计周期。PTC Creo Parametric是集CAD/CAM/CAE于一体的大型三维设计软件,其中CAE包含运动分析、结构分析和热力学分析三大部分,强大的功能主要表现在以下几个方面:

(1) 采用运动学/动力学的理论和方法,通过CAD绘出实体模型,并设计出会运动的机构。对整体机构进行运动学/动力学仿真,分析出位置、速度、加速度、作用力等决定机构性能的重要的设计数据。

(2) 采用工程数值分析中的有限元技术,分析、计算产品机构的应力、变形等物理参数,分析物理量在空间和时间上的分布及变化规律,完成机构的线性、非线性、静力、动力的计算分析。

(3) 在满足设计要求的前提下,采用过程优化设计方法,对产品的机构、设计参数、结构形状等进行优化设计,使产品机构性能达到最佳状态。

(4) 采用结构强度与寿命评估的理论、方法,规范评估机构的安全性、可靠性和使用寿命。

1.1 机构的工作模式

Creo Parametric提供了三种工作模式,即FEM(Finite Element Modeling)模式、集成模式和独立模式。

1.1.1 集成模式

集成模式运行于PTC Creo Parametric平台之上,操作界面与PTC Creo Parametric相同,能够直接使用PTC Creo Parametric 3.0的参数进行分析和优化。在装配环境或零件环境下,选择功能区中的【应用程序】→【Simulate】命令,如图1-1所示,进入集成分析模式。



图 1-1 【Simulate】命令

1.1.2 FEM 模式

FEM(Finite Element Modeling)模式是对模型进行网格划分、边界约束、载荷、理想化等前置处理,随后使用第三方软件,如ANSYS进行求解。在装配环境或零件环境下,打开集成模式后,单击【主页】功能区【设置】面板上的【模型设置】命令,系统弹出【模型设置】对话框,如图1-2所示。选中【FEM模式】复选框,单击【确定】按钮,就进入FEM分析模式。

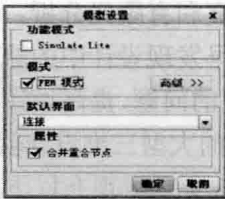


图 1-2 【模型设置】对话框

1.1.3 独立模式

独立模式不需要PTC Creo Parametric平台的支持，能够独立运行，并可导入第三方软件模型，功能要比集成模式强。其操作及界面更接近UNIX环境，较难掌握。该模式需要安装PTC Creo Parametric/Simulate后，使用程序组中的快捷方式，或使用桌面快捷方式启动，如图1-3所示。

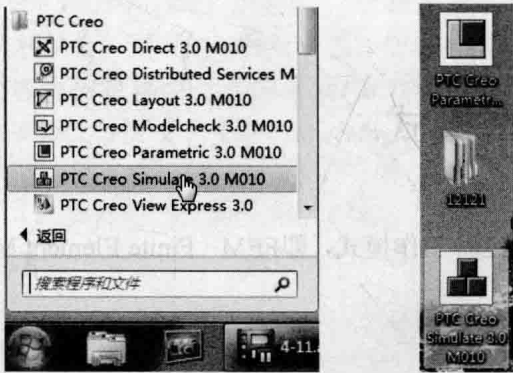


图 1-3 独立模式启动

1.2 Creo Parametric/Simulate 的安装

PTC Creo Parametric 3.0已经将Creo Parametric和Creo Simulate放置于同一个安装盘中。在安装过程中，选中“Verification Models”下的“安装此功能”选项，如图1-4所示，系统将自动安装Creo Parametric/Simulate。

PTC Creo Parametric 3.0可以在工作站或PC上执行，操作系统可为工作站的UNIX或PC上的Windows XP、Windows 7、Windows 8、Windows 10。若在PC上执行，则硬件需求如下：

- (1) 主板：品牌没有要求。
- (2) CPU：Intel的Pentium3、Pentium4、Celeron及AMD的AthlonXP、Duron都可以，PTC Creo Parametric 3.0支持多种CPU的运行。
- (3) 内存：256MB以上。若需要构建复杂曲面、大型组件、模具设计或产生NC加工程序，建议使用1GB以上。

(4) 显示卡：任何品牌都可以，Video RAM在32MB以上。

(5) 网卡：必须要有，品牌不限。

(6) 硬盘：IDE或SCSI都可以。PTC Creo Parametric 3.0+Creo Simulate系统软件的安装约占3.3GB，再留约700MB的虚拟内存作为几何运算的数据暂存空间，因此，须保留4GB左右的硬盘空间供PTC Creo Parametric 3.0做系统安装。

(7) 屏幕：没有特定要求，建议在17in以上，分辨率在1024×768以上最佳。

(8) 三键鼠标及键盘：鼠标中间为滚轮式或传统按键式都可以。

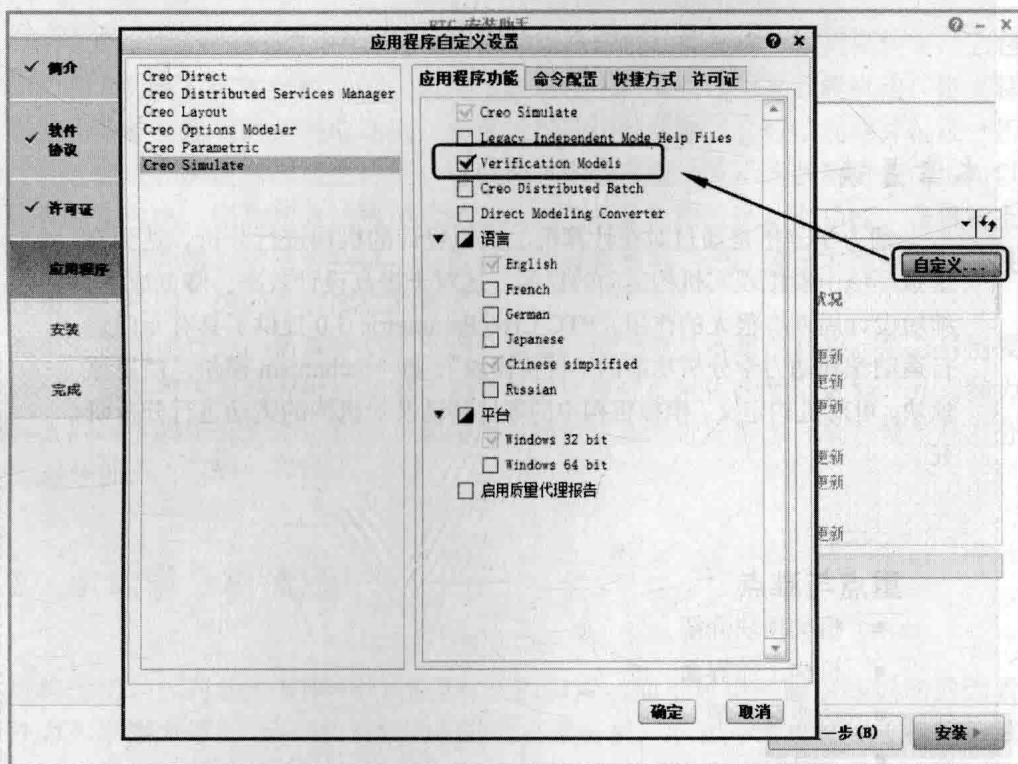


图 1-4 选中安装 Verification Models



注意

PTC Creo Parametric 3.0 安装完后，默认工作目录指向不合理，需要进行修改。右键单击桌面上的 Creo Parametric 图表，在快捷菜单中选择【属性】命令，在【属性】对话框中“起始位置”文本框中，输入需要设置的默认工作目录，如图 1-5 所示。单击【确定】按钮，默认工作目录修改完成。

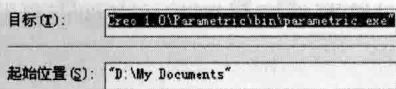


图 1-5 【属性】对话框

第2章

动力学分析

本章导读

动力学分析是通过对在计算机上虚拟设计的机构进行分析，达到在虚拟环境中模拟现实机构运动的目的。这对于提高设计效率、降低成本、缩短设计周期有很大的作用。PTC Creo Parametric 3.0 提供了具有专门进行运动学和动力学分析功能的“机构模块”，即 Mechanism 模块。使用该模块，可对机构定义，模拟机构中的零件移动及对机构的运动进行分析研究。

重点与难点

- 机构模块介绍
- 机构工作界面
- 功能区介绍
- 工具栏
- 结构树



2.1 机构模块介绍

2.1.1 机构模块简介

在PTC Creo Parametric 3.0中,运动仿真和动态分析功能集成于机构模块中,它包括机械设计和动态分析两方面的分析功能。运动仿真是使用机械设计功能创建机构,定义特定运动副,创建使其能够运动的伺服电动机,实现机构的运动模拟。它可以观察并记录分析,可以测量位置、速度、加速度等运动特征;可以通过图形直观地显示这些测量值;也可以创建轨迹曲线和运动包络,用物理方法描述运动。动态分析是使用机械动态功能,在机构上定义重力、力和力矩、弹簧、阻尼等特征,可以对机构设置材料、密度等基本属性特征,使其更加接近现实中的机构,达到真实模拟的目的。

如果对机构进行运动仿真分析,不涉及质量、重力等基本属性参数,那么只需要使用机械设计分析就能实现运动分析;如果还需要更进一步分析机构在受到重力、外力和力矩、阻尼等参数影响下的仿真运动,那么必须使用机械设计功能进行静态分析,使用动态分析功能进行动态分析。

2.1.2 运动学分析流程

机构运动学仅讨论与刚体运动本身有关的因素,而不讨论引起这些运动的因素(如重力、外力和摩擦力等)。运动仿真就是机构运动学分析,它在不考虑作用于机构系统上的力的情况下,分析机构运动,并对主体位置、速度和加速度进行测量。运动仿真的分析流程如图2-1所示。



图 2-1 运动仿真的分析流程

1. 创建模型

创建模型是设计运动仿真的基础步骤,只有机构模型建立得正确、合理,才能够顺利进行机构的模拟。在机构运动仿真功能中,创建模型主要包括定义机构中的主体,建立零件之间的连接,设置连接轴的属性,根据设计需要添加凸轮、槽轮、齿轮副等特殊连接。

2. 检查模型

在装配模型中,拖动可以移动的零部件,观察装配连接情况。