

 **SOLIDWORKS**

SOLIDWORKS® 公司原版系列培训教程
CSWP 全球专业认证考试培训教程



2016版

SOLIDWORKS®



Motion 运动仿真教程

[美] DS SOLIDWORKS®公司 著

陈超祥 胡其登 主编

杭州新迪数字工程系统有限公司 编译

SOLIDWORKS® 公司

官方授权

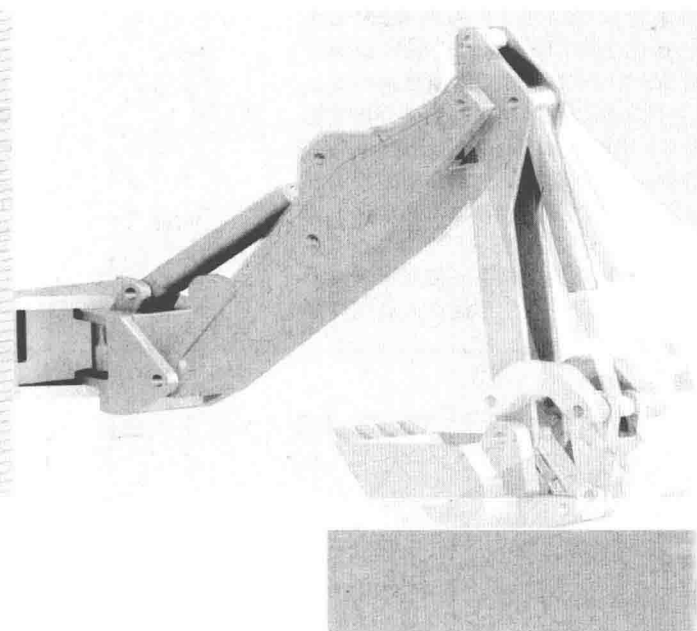
与新版软件同步推出

 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

练习素材 免费下载

DS SOLIDWORKS

SOLIDWORKS® 公司原版系列培训教程
CSWP 全球专业认证考试培训教程



2016版

SOLIDWORKS® Motion 运动仿真教程

[美] DS SOLIDWORKS®公司 著

陈超祥 胡其登 主编

杭州新迪数字工程系统有限公司 编译



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

《SOLIDWORKS® Motion 运动仿真教程》(2016 版)是根据 DS SOLIDWORKS®公司发布的《SOLIDWORKS® 2016;SOLIDWORKS Motion》编译而成的,是使用 SOLIDWORKS Motion 对 SOLIDWORKS 装配体模型进行运动和动力学分析的入门培训教程。本书提供了基本的运动和动力学分析求解方法,是机械工程师快速有效地掌握 SOLIDWORKS Motion 应用技术的必备资料。本书在介绍软件使用方法的同时,对运动和动力学分析的相关理论知识也进行了讲解。本教程有配套练习文件,方便读者学习和培训,详见“本书使用说明”。

本套教程在保留了英文原版教程精华和风格的基础上,按照我国读者的阅读习惯进行编译,配套教学资料齐全,适合企业工程设计人员和高等院校、职业技术学校相关专业师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

SOLIDWORKS® Motion 运动仿真教程: 2016 版/美国
DS SOLIDWORKS®公司著; 陈超祥, 胡其登主编. —3 版.
—北京: 机械工业出版社, 2016. 6

SOLIDWORKS®公司原版系列培训教程 CSWP 全球专业
认证考试培训教程
ISBN 978 - 7 - 111 - 53905 - 6

I. ①S… II. ①美…②陈…③胡… III. ①机械运 -
动 - 计算机仿真 - 应用软件 - 技术培训 - 教材
IV. ①TB113. 2 - 39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 110113 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: 宋亚东 责任编辑: 宋亚东

封面设计: 饶 薇 责任校对: 陈秀丽

责任印制: 常天培

北京京丰印刷厂印刷

2016 年 6 月第 3 版·第 1 次印刷

210mm × 285mm · 14.5 印张 · 435 千字

0 001—5 000 册

标准书号: ISBN 978 - 7 - 111 - 53905 - 6

定价: 59.80 元

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

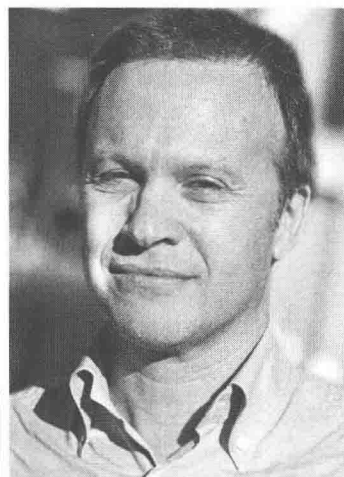
机工官网: www.cmpbook.com

机工官博: weibo.com/cmp1952

金书网: www.golden-book.com

教育服务网: www.cmpedu.com

序



尊敬的中国地区 SOLIDWORKS 用户：

DS SOLIDWORKS®公司很高兴为您提供这套最新的 DS SOLIDWORKS®公司中文原版系列培训教程。我们对中国市场有着长期的承诺，自从 1996 年以来，我们就一直保持与北美地区同步发布 SOLIDWORKS 3D 设计软件的每一个中文版本。

我们感觉到 DS SOLIDWORKS®公司与中国地区用户之间有着一种特殊的关系，因此也有着一份特殊的责任。这种关系是基于我们共同的价值观——创造性、创新性、卓越的技术，以及世界级的竞争能力。这些价值观一部分是由公司的共同创始人之一李向荣(Tommy Li)所建立的。李向荣是一位华裔工程师，他在定义并实施我们公司的关键性突破技术以及在指导我们的组织开发方面起到了很大的作用。

作为一家软件公司，DS SOLIDWORKS®致力于带给用户世界一流水平的 3D 解决方案(包括设计、分析、产品数据管理、文档出版与发布)，以帮助设计师和工程师开发出更好的产品。我们很荣幸地看到中国用户的数量在不断增长，大量杰出的工程师每天使用我们的软件来开发高质量、有竞争力的产品。

目前，中国正在经历一个迅猛发展的时期，从制造服务型经济转向创新驱动型经济。为了继续取得成功，中国需要最佳的软件工具。

SOLIDWORKS 2016 是我们最新版本的软件，它在产品设计过程自动化及改进产品质量方面又提高了一步，该版本提供了许多新的功能和更多提高生产率的工具，可帮助机械设计师和工程师开发出更好的产品。

现在，我们提供了这套中文原版培训教程，体现出我们对中国用户长期持续的承诺。这些教程可以有效地帮助您把 SOLIDWORKS 2016 软件在驱动设计创新和工程技术应用方面的强大威力全部释放出来。

我们为 SOLIDWORKS 能够帮助提升中国的产品设计和开发水平而感到自豪。现在您拥有了最好的软件工具以及配套教程，我们期待看到您用这些工具开发出创新的产品。

此致

敬礼！

SICOT Bertrand

DS SOLIDWORKS®公司首席执行官

2016 年 1 月



陈超祥 先生 现任 SOLIDWORKS®公司亚太地区资深技术总监

陈超祥先生早年毕业于香港理工学院机械工程系，后获英国华威克大学制造信息工程硕士及香港理工大学工业及系统工程博士学位。多年来，陈超祥先生致力于机械设计和 CAD 技术应用的研究，曾发表技术文章 20 余篇，拥有多个国际专业组织的专业资格，是中国机械工程学会机械设计分会委员。陈超祥先生曾参与欧洲航天局“猎犬 2 号”火星探险项目，是取样器 4 位发明者之一，拥有美国发明专利（US Patent 6, 837, 312）。

前言

DS SOLIDWORKS®公司是一家专业从事三维机械设计、工程分析、产品数据管理软件研发和销售的国际性公司。SOLIDWORKS 软件以其优异的性能、易用性和创新性，极大地提高了机械设计工程师的设计效率和质量，目前已成为主流 3D CAD 软件市场的标准，在全球拥有超过 210 万的用户。DS SOLIDWORKS®公司的宗旨是：To help customers design better products and be more successful——让您的设计更精彩。

“SOLIDWORKS®公司原版系列培训教程”是根据 DS SOLIDWORKS®公司最新发布的 SOLIDWORKS 2016 软件的配套英文版培训教程编译而成的，也是 CSWP 全球专业认证考试培训教程。本套教程是 DS SOLIDWORKS®公司唯一正式授权在中国大陆出版的原版培训教程，也是迄今为止出版的最为完整的 DS SOLIDWORKS®公司原版系列培训教程。

本套教程详细介绍了 SOLIDWORKS 2016 软件和 Simulation 软件的功能，以及使用该软件进行三维产品设计、工程分析的方法、思路、技巧和步骤。值得一提的是，SOLIDWORKS 2016 不仅在功能上进行了 600 多项改进，更加突出的是它在技术上的巨大进步与创新，从而可以更好地满足工程师的设计需求，带给新老用户更大的实惠！

《SOLIDWORKS® Motion 运动仿真教程》(2016版)是根据 DS SOLIDWORKS®公司发布的《SOLIDWORKS® 2016: SOLIDWORKS Motion》编译而成的，是使用 SOLIDWORKS Motion 对 SOLIDWORKS 装配体模型进行运动和动力学分析的入门培训教程。



胡其登 先生 现任 DS SOLIDWORKS® 公司大中国区技术总监

胡其登先生毕业于北京航空航天大学，先后获得“计算机辅助设计与制造 (CAD/CAM)”专业工学学士、工学硕士学位。毕业后一直从事 3D CAD/CAM/PDM/PLM 技术的研究与实践、软件开发、企业技术培训与支持、制造业企业信息化的深化应用与推广等工作，经验丰富，先后发表技术文章 20 余篇。在引进并消化吸收新技术的同时，注重理论与企业实际相结合。在给数以百计的企业进行技术交流、方案推介和顾问咨询等工作的过程中，对如何将 3D 技术成功应用到中国制造业企业的问题上，形成了自己的独到见解，总结出了推广企业信息化与数字化的最佳实践方法，帮助众多企业从 2D 平滑地过渡到了 3D，并为企业推荐和引进了 PDM/PLM 管理平台。作为系统实施的专家与顾问，在帮助企业成功打造为 3D 数字化企业的实践中，丰富了自身理论与实践的知识体系。

胡其登先生作为中国最早使用 SOLIDWORKS 软件的工程师，酷爱 3D 技术，先后为 SOLIDWORKS 社群培训培养了数以百计的工程师。目前负责 SOLIDWORKS 解决方案在大中国地区全渠道的技术培训、支持、实施、服务及推广等全面技术工作。

本套教程在保留了原版教程精华和风格的基础上，按照中国读者的阅读习惯进行编译，使其变得直观、通俗，让初学者易上手，让高手的设计效率和质量更上一层楼！

本套教程由 DS SOLIDWORKS® 公司亚太地区资深技术总监陈超祥先生和大中国区技术总监胡其登先生共同担任主编，由杭州新迪数字工程系统有限公司副总经理陈志杨负责审校。承担编译、校对和录入工作的有蒋成、黄伟、李明浩、熊康、叶伟、张曦、周忠等杭州新迪数字工程系统有限公司的技术人员。杭州新迪数字工程系统有限公司是 DS SOLIDWORKS® 公司的密切合作伙伴，拥有一支完整的软件研发队伍和技术支持队伍，长期承担着 SOLIDWORKS 核心软件开发、客户技术支持、培训教程编译等方面的工作。在此，对参与本书编译的工作人员表示诚挚的感谢。

由于时间仓促，书中难免存在着不足之处，恳请广大读者批评指正。

陈超祥 胡其登

2016 年 1 月

本书使用说明

关于本书

本书的目的是让读者学习如何使用 SOLIDWORKS 机械设计自动化软件来建立零件和装配体的参数化模型，同时介绍如何利用这些零件和装配体来建立相应的工程图。

SOLIDWORKS 2016 是一个功能强大的机械设计软件，而本书章节有限，不可能覆盖软件的每一个细节和各个方面。所以本书将重点给读者讲解应用 SOLIDWORKS 2016 进行工作所必需的基本技术和主要概念。本书作为在线帮助系统的一个有益的补充，不可能完全替代软件自带的在线帮助系统。在读者对 SOLIDWORKS 2016 软件的基本使用技能有了较好的了解之后，就能够参考在线帮助系统获得其他常用命令的信息，进而提高应用水平。

前提条件

读者在学习本书之前，应该具备如下经验：

- 机械设计经验。
- 使用 Windows 操作系统的经验。
- 已经学习了 SOLIDWORKS Motion 在线指导教程。

编写原则

本书是基于过程或任务的方法而设计的培训教程，并不专注于介绍单项特征和软件功能。本书强调的是，完成一项特定任务所遵循的过程和步骤。通过对每一个应用实例的学习来演示这些过程和步骤，读者将学会为完成一项特定设计任务所需采取的方法，以及所需要的命令、选项和菜单。

知识卡片

除了每章的研究实例和练习外，本书还提供了可供读者参考的“知识卡片”。这些“知识卡片”提供了软件使用工具的简单介绍和操作方法，可供读者随时查阅。

使用方法

本书的目的是希望读者在有 SOLIDWORKS 使用经验的教师指导下，在培训课中进行学习，通过教师现场演示本书所提供的实例，学生跟着练习的这种交互式的学习方法，使读者掌握软件的功能。

读者可以使用练习题来应用和练习书中讲解的或教师演示的内容。本书设计的练习题代表了典型的设计和建模情况，读者完全能够在课堂上完成。应该注意到，学生的学习速度是不同的，因此，书中所列出的练习题比一般读者能在课堂上完成的要多，这确保了学习最快的读者也有练习可做。

标准、名词术语及单位

SOLIDWORKS 软件支持多种工程图标准，如中国国家标准（GB）、美国国家标准（ANSI）、国际标准（ISO）、德国国家标准（DIN）和日本国家标准（JIS）。本书中的例子和练习基本上采用了中国国家标准（除个别为体现软件多样性的选项外）。为与软件保持一致，本书中一些名词术语、物理量符号、计量单位未与国家标准保持一致，请读者使用时注意。

练习文件

读者可以从网络平台下载本教程的练习文件，具体方法是：扫描封底的“机械工人之家”微信公众号，关注后输入“2016YF”即可获取下载地址。

读者也可以从 SOLIDWORKS 官方网站下载，网址是 www.solidworks.com/trainingfilessolidworks，您将会看到一个专门用于下载练习文件的链接，这些练习文件都是有数字签名并且可以自解压的文件包。

Windows® 7

本书所用的屏幕图片是 SOLIDWORKS 2016 运行在 Windows® 7 时制作的。

本书的格式约定

本书使用以下的格式约定：

约 定	含 义	约 定	含 义
【插入】/【凸台】	表示 SOLIDWORKS 软件命令和选项。 例如【插入】/【凸台】表示从下拉菜单【插入】中选择【凸台】命令	 注意	软件使用时应注意的问题
 提示	要点提示	操作步骤 步骤 1 步骤 2 步骤 3	表示课程中实例设计过程的各个步骤
 技巧	软件使用技巧		

关于色彩的问题

SOLIDWORKS® 2016 英文原版教程是采用彩色印刷的，而我们出版的中文教程则采用黑白印刷，所以本书对英文原版教程中出现的颜色信息做了一定的调整，以便尽可能地方便读者理解书中的内容。

更多 SOLIDWORKS 培训资源

my.solidworks.com 提供更多的 SOLIDWORKS 内容和服务，用户可以在任何时间、任何地点，使用任何设备查看。用户也可以访问 my.solidworks.com/training，按照自己的计划和节奏来学习，以提高 SOLIDWORKS 技能。

用户组网络

SOLIDWORKS 用户组网络（SWUGN）有很多功能。通过访问 swugn.org，用户可以参加当地的会议，了解 SOLIDWORKS 相关工程技术主题的演讲以及更多的 SOLIDWORKS 产品，或者与其他用户通过网络来交流。

目 录

序

前言

本书使用说明

绪论	1
0.1 SOLIDWORKS Motion 概述	1
0.2 基本知识	1
0.3 SOLIDWORKS Motion 机构设置基本知识	2
0.4 总结	3
第1章 运动仿真及力	4
1.1 基本运动分析	4
1.2 实例:千斤顶分析	4
1.2.1 问题描述	4
1.2.2 关键步骤	5
1.2.3 驱动	7
1.2.4 引力	8
1.3 力	8
1.3.1 外加力	9
1.3.2 力的定义	9
1.3.3 力的方向	9
1.4 结果	11
练习 3D 四连杆	15
第2章 建立运动模型及其后处理	18
2.1 生成本地配合	18
2.2 实例:曲柄滑块分析	18
2.2.1 问题描述	18
2.2.2 关键步骤	18
2.3 配合	19
2.4 本地配合	21
2.4.1 函数编制程序	24
2.4.2 输入数据点	26
2.5 能量	27
2.6 图解显示运动结果	29
2.6.1 绝对数值和相对数值的对比	29
2.6.2 输出坐标系	30

2.6.3 角位移图解	33
2.6.4 角速度及加速度图解	35
2.7 总结	35
练习 2-1 活塞	36
练习 2-2 跟踪路径	39
第3章 接触、弹簧及阻尼简介	43
3.1 接触及摩擦	43
3.2 实例:抛射器	43
3.2.1 问题描述	43
3.2.2 关键步骤	43
3.2.3 检查干涉	46
3.3 接触	47
3.4 接触组	48
3.5 接触摩擦	49
3.6 平移弹簧	50
3.7 平移阻尼	51
3.8 后处理	52
3.9 带摩擦的分析(选做)	55
3.10 总结	55
练习 3-1 甲虫	55
练习 3-2 关门器	57
第4章 实体接触	60
4.1 接触力	60
4.2 实例:锁装置	60
4.2.1 问题描述	60
4.2.2 使用马达限定运动	61
4.2.3 马达输入和力输入的类型	63
4.2.4 函数表达式	63
4.2.5 力的函数	63
4.3 步进函数	63
4.4 接触:实体	66
4.4.1 泊松模型(恢复系数)	66

4.4.2 冲击模型	66	8.1 柔性接头简介	128
4.5 接触的几何描述	69	8.2 实例:带刚性接头的系统	128
4.6 积分器	70	8.2.1 问题描述	128
4.6.1 CSTIFF	70	8.2.2 关键步骤	128
4.6.2 WSTIFF	70	8.2.3 车轮输入运动的计算	131
4.6.3 SI2	71	8.2.4 理解前束角	132
4.7 失稳点	72	8.3 阻尼	135
4.8 修改结果图解	72	8.4 总结	138
4.9 总结	75	第9章 冗余	139
练习 4-1 掀背气动顶杆	76	9.1 冗余概述	139
练习 4-2 传送带(无摩擦)	82	9.1.1 冗余的概念	141
练习 4-3 传送带(有摩擦)	89	9.1.2 冗余的影响	141
第5章 曲线到曲线接触	94	9.1.3 使用积分器移除冗余	142
5.1 接触力	94	9.2 实例:门铰链	142
5.2 实例:槽轮机构	94	9.2.1 问题描述	142
5.3 曲线到曲线接触的定义	95	9.2.2 自由度计算	144
5.4 实体接触和曲线到曲线接触的比较	98	9.2.3 实际自由度和估计的自由度	144
5.5 实体接触求解	99	9.2.4 使用柔性连接选项移除冗余	146
5.6 总结	99	9.2.5 柔性配合的局限	146
练习 传送带(带摩擦的曲线到曲线接触)	99	9.3 如何检查冗余	148
第6章 凸轮合成	102	9.4 典型的冗余机构	149
6.1 凸轮	102	9.4.1 双马达驱动机构	149
6.2 实例:凸轮合成	102	9.4.2 平行连杆机构	149
6.2.1 问题描述	102	9.5 总结	149
6.2.2 关键步骤	103	练习 9-1 动力学系统 1	150
6.2.3 生成一个凸轮轮廓	103	练习 9-2 动力学系统 2	151
6.3 跟踪路径	104	练习 9-3 运动学机构	152
6.4 输出跟踪路径曲线	105	练习 9-4 零冗余模型——第一部分	155
6.5 基于循环的运动	107	练习 9-5 零冗余模型——第二部分(选做)	158
练习 6-1 Desmodromic 凸轮	110	练习 9-6 使用套管移除冗余	159
练习 6-2 摆动凸轮轮廓	114	练习 9-7 抛射器	165
第7章 运动优化	119	第10章 输出到 FEA	168
7.1 运动优化概述	119	10.1 输出结果	168
7.2 实例:医疗检查椅	119	10.2 实例:驱动轴	168
7.2.1 问题描述	119	10.2.1 问题描述	168
7.2.2 关键步骤	120	10.2.2 关键步骤	168
7.3 传感器	121	10.2.3 FEA 输出	171
7.4 优化分析	124	10.2.4 承载面	171
第8章 柔性接头	128	10.2.5 配合位置	171
		10.3 输出载荷	171
		10.4 在 SOLIDWORKS Motion 中直接求解	179

10.5 总结	182	12.2.2 切割导尿管的力	197
练习 闭锁机构	182	12.2.3 操作指导(一)	198
第 11 章 基于事件的仿真	189	12.2.4 操作指导(二)	199
11.1 机构基于事件的仿真	189	12.2.5 问题求解	200
11.2 实例:分类装置	189	12.2.6 创建力函数	202
11.3 伺服马达	189	12.2.7 力的表达式	205
11.4 传感器	190	12.3 实例:外科剪——第二部分	210
11.5 任务	192	12.3.1 问题描述	210
11.6 总结	196	12.3.2 关键步骤	210
第 12 章 设计项目(选做)	197	12.4 总结	217
12.1 设计项目概述	197	附录	218
12.2 实例:外科剪——第一部分	197	附录 A 运动算例收敛解及高级选项	218
12.2.1 问题描述	197	附录 B 配合摩擦	220

绪 论

0.1 SOLIDWORKS Motion 概述

SOLIDWORKS Motion 是一个虚拟原型机仿真工具,借助在工业动态仿真分析软件领域占主导地位达 25 年之久的 ADAMS® 的强力支持, SOLIDWORKS Motion 能够帮助设计人员在设计前期判断设计是否能达到预期目标。通过学习如何有效使用用户界面的各个选项,设计人员将能够解决最复杂的机构问题。

机构是实现运动传递和(或)实现力的转换的机械装置。运动仿真是利用计算机模拟机构的运动学状态和动力学状态。机械系统的运动主要由下列要素决定:

- 各连接件的配合。
- 部件的质量和惯性属性。
- 受力。
- 动力源(电动机)。
- 时间。

0.2 基本知识

(1) 质量与惯性 惯性定律是经典物理学基本定律之一,它描述了力与运动的关系。现在,惯性的概念通常用牛顿第一运动定律描述:一切物体总保持匀速运动状态或静止状态,直到有外力迫使它们改变这种状态。

在动力学和运动学系统的仿真过程中,质量和惯性有非常重要的作用,几乎所有的仿真过程都需要真实的质量和惯性数据。

(2) 自由度 一个不被约束的刚性物体在空间坐标系中具有 6 个自由度:3 个为平移自由度,3 个为转动自由度。如图 0-1 所示,它能够沿 X 、 Y 和 Z 轴移动,并绕 X 、 Y 和 Z 轴转动。

(3) 约束自由度 减少自由度将限制构件的独立运动,这种限制称为约束。如图 0-2 所示,配合连接两个构件,并限制两个构件之间的相对运动。

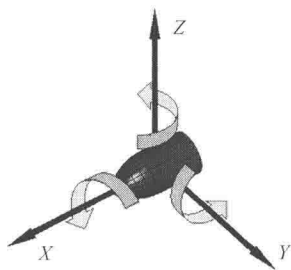


图 0-1 自由度

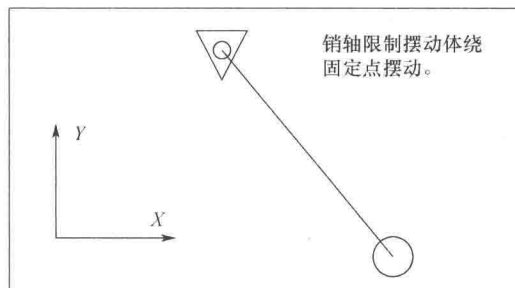


图 0-2 约束自由度

(4) 运动分析 欧拉方程说明了一个刚性物体的三维运动规律,它由两个方程组成:第一个方程是牛顿第二运动定律,它描述了施加在主体上外力的总和等于线动量 p 的变化率,即 $\sum F = \frac{dp}{dt}$ 。

对质量不发生改变的实体,方程式右侧可以简化成更为大家熟知的质量乘以加速度, $\Sigma F = ma$ 。第二个方程说明主体上外力围绕质心产生力矩之和等于主体角动量 H 的变化率, $\Sigma M = \frac{dH}{dt}$ 。

(5) 运动分析步骤 在每个时间步长中,程序使用改进的 Newton-Raphson 迭代法进行求解。通过非常小的时间步长,根据零件的初始状态或前一时间步长的结果,软件可以预测下一时间步长内零件的状态,但求解时必须已知以下量:

- 构件速度。
- 连接构件的配合。
- 力与加速度。

运算结果不断迭代直到满足预定的精确度,如图 0-3 所示。

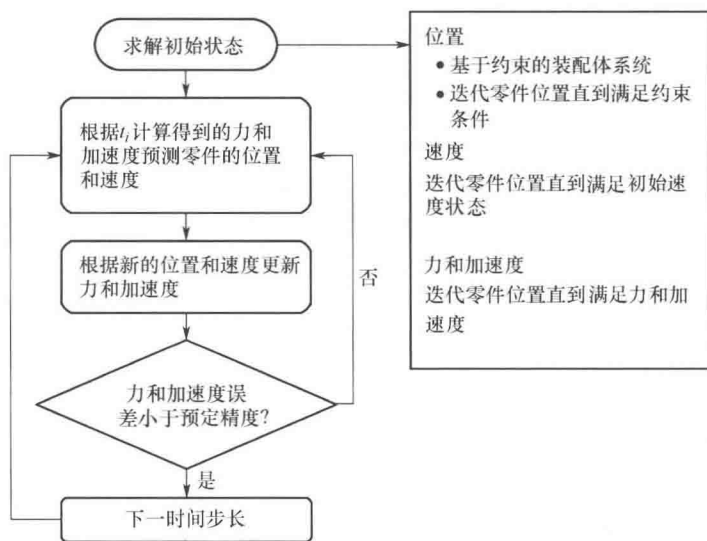


图 0-3 分析步骤

0.3 SOLIDWORKS Motion 机构设置基本知识

接下来几段列出了 SOLIDWORKS Motion 如何处理零件和子装配体,以及当加载外力或指定的运动时,配合是如何直接定义机构运动的。

(1) 刚体 在 SOLIDWORKS Motion 中,所有构件被看作理想刚体,这也意味着在仿真过程中,构件内部和构件之间都不会出现变形。刚性物体可以是单一零部件,也可以是子装配体。

SOLIDWORKS 的子装配体有两种状态:刚性或柔性。一个刚性的子装配体意味着构成子装配体的单一零部件相互间为刚性连接(焊接),如同一个单一零件。如果 SOLIDWORKS 中子装配体状态为柔性,这并不意味着子装配体中的构件是柔软的,而是说在 SOLIDWORKS Motion 中认为子装配体根层次的构件是相互独立的。这些构件间的约束(SOLIDWORKS 在子装配体层次的配合)自动映射为 SOLIDWORKS Motion 中的机构约束。

(2) 固定零件 一个刚性物体可以是固定零件,也可以是浮动(运动)零件。固定零件是绝对静止的,每个固定的刚体自由度为零。在其他刚体运动时,固定零件作为这些刚体的参考坐标系。

当创建一个新的机构并映射装配体约束时,SOLIDWORKS 中固定的部件会自动转换为固定零件。

(3) 浮动零件 零件被定义为机构中的运动部件,每个运动部件有 6 个自由度。当创建一个新的机构并映射装配体约束时,SOLIDWORKS 装配体中的浮动部件会自动转换为运动零件。

(4) 配合 配合定义了刚性物体是如何连接和如何做相对运动的,配合将移去所连接构件的自由

度。在两个刚体件间添加一个配合将移去刚体之间的自由度，如一个同轴配合，不管机构的运动和施力状况如何，两刚体件的相对位置是不变的。

(5) 马达^① 马达可以控制一个构件在一段时间的运动状况，它规定了构件的位移、速度和加速度为时间函数。

(6) 引力 当一个物体的质量对仿真运动有影响时，引力是一个很重要的量，例如一个自由落体运动。在 SOLIDWORKS Motion 中，引力包含两个部分：

- 引力矢量的方向。
- 引力加速度的大小。

在【引力属性】对话框中可以设定引力矢量的方向和大小。在对话框中输入 X 、 Y 和 Z 的值可以指定引力矢量。引力矢量的长度对引力的大小没有影响。引力矢量的默认值为 $(0, -1, 0)$ ，加速度大小为 9.81m/s^2 (或者为当前激活单位的当量值)。

(7) 约束映射 约束映射就是 SOLIDWORKS 中零件之间的配合(约束)会自动映射为 SOLIDWORKS Motion 中的连接，这也是 SOLIDWORKS Motion 节约运动分析时间的主要原因之一。在 SOLIDWORKS 中，有 100 多种方法可以在零件之间添加配合或约束。

(8) 力 当在 SOLIDWORKS Motion 中定义不同的约束和力后，相应的位置和方向也将被指定。这些位置和方向源自所选择的 SOLIDWORKS 实体，实体可以是草图点、顶点、边或面。

0.4 总结

以上对 SOLIDWORKS Motion 运动仿真所作的简短介绍，仅仅是为后继课程的学习所做的铺垫。在后继章节中，我们偶尔会脱离软件的范畴，去讨论一下相关的运动仿真的基本原理。

^① 即指动力源，可以是电动机等。

第1章 运动仿真及力

学习目标



- 使用装配体运动生成千斤顶装配体运动的动画。
- 使用 SOLIDWORKS Motion 模拟千斤顶的物理性能，确定起升一辆车所需的力矩。

1.1 基本运动分析

本课程中，我们将使用 SOLIDWORKS Motion 运行一次基本的运动分析，仿真千斤顶上的汽车重力，并确定起升汽车所需的力矩，如图 1-1 所示。工程师可以利用这些信息选择合适的电动马达驱动千斤顶。

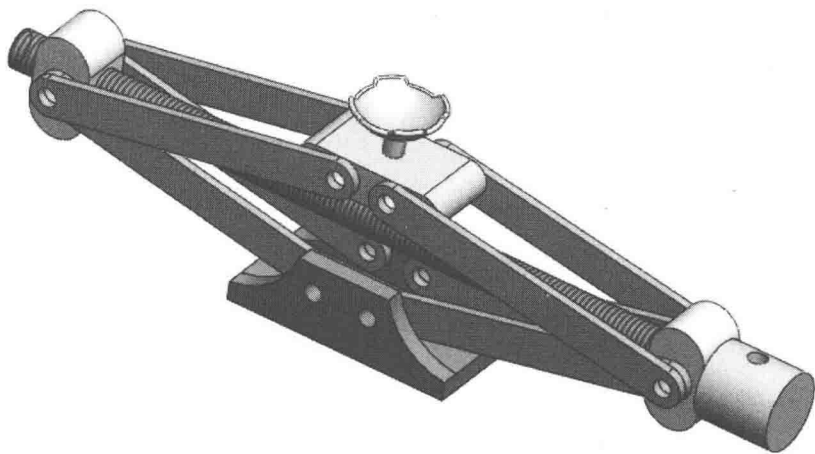


图 1-1 千斤顶

1.2 实例：千斤顶分析

千斤顶是顶升重物的一种机构，最常用的有车辆千斤顶、卧式千斤顶和修车千斤顶。利用千斤顶，人可以抬起一辆汽车，并对汽车进行维护。千斤顶液压机构液压的压力越大，提升的距离越长。这些千斤顶一般按最大提升能力划分等级（例如 1.5t 或 3t）。

因为这是我们第一次进行运动分析，本项目只进行简单运动分析，如果深入研究，还需要在配合的辅助下防止千斤顶摇晃。

1.2.1 问题描述

以 100r/min 的速度驱动千斤顶，使其承受 8900N 的力，用于模拟车辆的重力。确定千斤顶在运动范围内提升至负载所需的力矩和功率。

1.2.2 关键步骤

- 生成一个运动算例：新建一个运动算例。
- 添加一个旋转马达：旋转马达用于驱动千斤顶。
- 添加引力：添加一个标准重力，确保千斤顶的重力也被计算在内。
- 添加车辆的重力：车辆的重力将相对于支撑底座添加为一个向下的力。
- 计算运动：系统默认的分析将持续 5s，但此处将延长该时间，使得千斤顶可以完全展开。
- 图解显示结果：生成多个图解来显示力矩和所需的功率。

操作步骤

步骤 1 确保勾选了 SOLIDWORKS Motion 插件

进入【工具】/【选项】，确保勾选了 SOLIDWORKS Motion 插件，如图 1-2 所示，单击【确定】按钮。

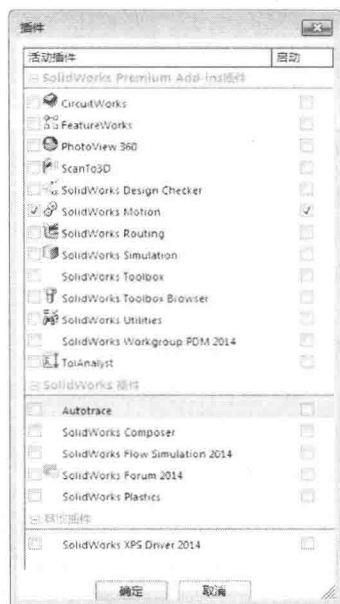


图 1-2 勾选 SOLIDWORKS Motion 插件

步骤 2 打开装配体文件

从文件夹“SOLIDWORKS Motion Simulation\Lesson01\Case Study\Car_Jack”下打开文件“Car_Jack”。

步骤 3 设置文档单位

SOLIDWORKS Motion 使用 SOLIDWORKS 文档中的文档单位设置。依次选择【工具】/【选项】/【文档属性】/【单位】，在【单位系统】中选择【MMGS(毫米、克、秒)】。此处将设置长度单位为【毫米】，力的单位为【牛顿】，如图 1-3 所示。单击【确定】按钮。

步骤 4 切换到运动算例页面

切换至【Motion Study 1】选项卡。如果该选项卡没有显示，请勾选【视图】/【用户界面】/【MotionManager】，如图 1-4 所示。

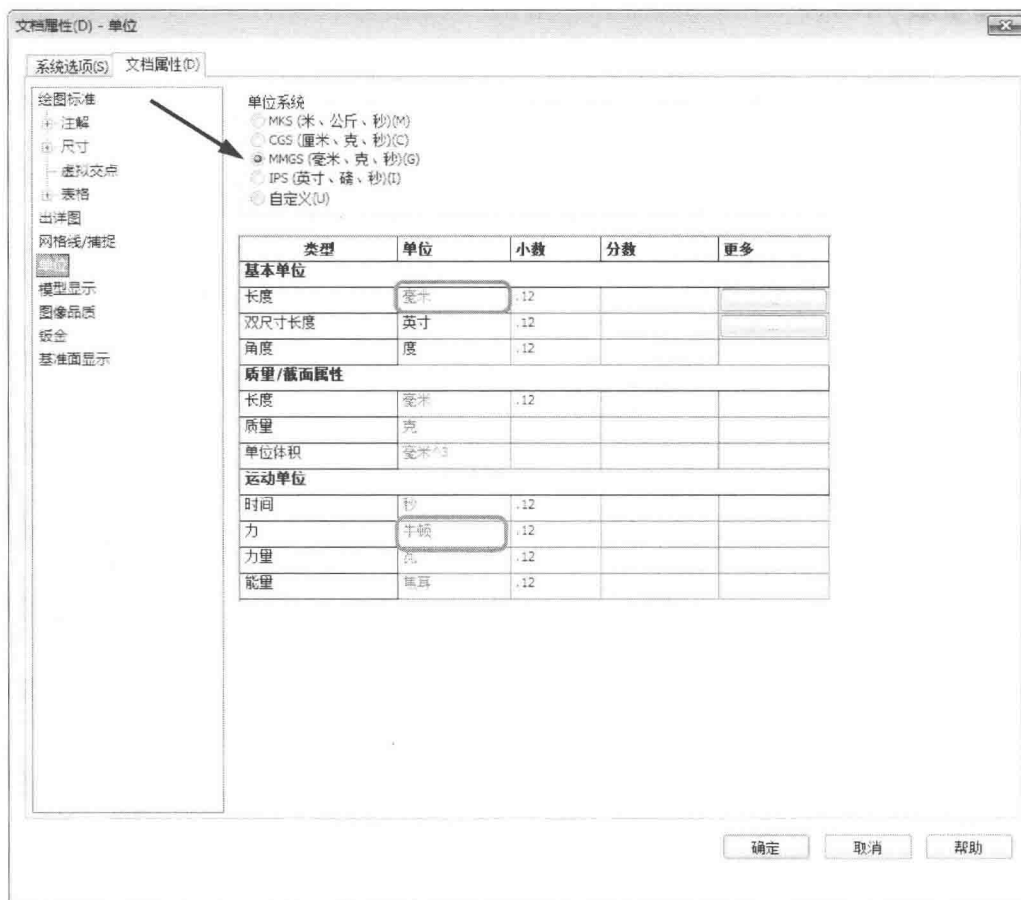


图 1-3 设置单位

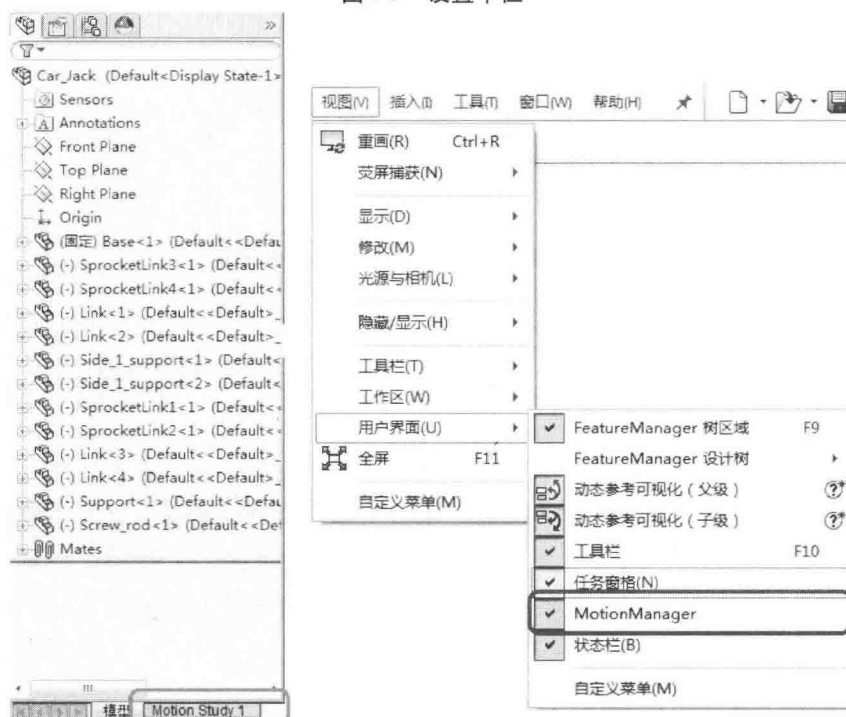


图 1-4 切换到运动算例页面