

现代制造企业产品开发平台

工程创新实践——高级篇

周 成 徐建成 秦 成○编 著



中国工信出版集团



電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

普通高等教育机电类“十三五”规划教材

“十三五”江苏省高等学校重点教材（编号：2016-2-084）

现代制造企业产品开发平台 工程创新实践——高级篇

周 成 徐建成 秦 成 编著

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是以全国大学生综合工程能力竞赛题无碳小车的设计展开的。较为全面地介绍了使用 Creo 软件进行产品设计时运动仿真分析、动画设计、有限元分析、数控加工、3D 打印、自顶向下设计、MBD 设计等方面的相关知识。

全书分为 7 章。第 1 章讲解了运动仿真方面的基础知识,通过无碳小车运动仿真模型的建立,详细讲解了 Creo 运动仿真分析流程;第 2 章讲解了 Creo 动画设计;第 3 章讲解了 Creo Simulate 基础知识,并以滑轮架零件为例详细讲解了 Creo Simulate 有限元分析流程;第 4 章讲解了 Creo 数控加工基础知识,并以底板零件与车轮零件为例详细讲解了 Creo 数控车与数控铣加工方法;第 5 章讲解了 3D 打印基础知识,Creo 3D 打印文件输出设置,并讲解了使用 UP!3D 打印机打印齿轮箱零件的过程;第 6 章讲解了自顶向下设计基础知识,并讲解了无碳小车自顶向下设计过程;第 7 章讲解了 MBD 基础知识、运用 Creo 创建三维注释特征以及 TDP 发布过程。

本书可作为高等院校机械类相关专业的产品创新实践教材,也适合应用 Creo 软件进行产品开发和研究的工程技术人员及相关培训机构使用。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

现代制造企业产品开发平台工程创新实践. 高级篇/周成,徐建成,秦成编著. —北京:电子工业出版社,2018.1
普通高等教育机电类“十三五”规划教材

ISBN 978-7-121-33052-0

I. ①现… II. ①周… ②徐… ③秦… III. ①制造业—产品开发—高等学校—教材②工业产品—产品设计—计算机辅助设计—应用软件—高等学校—教材 IV. ①F407.405②TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 281973 号

策划编辑:赵玉山

责任编辑:赵玉山

印 刷:涿州市京南印刷厂

装 订:涿州市京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

开 本:787×1092 1/16 印张:14 字数:358 千字

版 次:2018 年 1 月第 1 版

印 次:2018 年 1 月第 1 次印刷

定 价:38.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888,88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式:(010)88254556, zhaoy@phei.com.cn。

前 言

《现代制造企业产品开发平台工程创新实践》

系列教材编审委员会

顾 问：傅水根

主 任：徐建成

副主任：王金山 居里锴

委 员：周 成 钱伟勋 秦 成 李鹏飞 彭 超 刘 雄

董峻逸 申小平 王景贵 王建花 鞠晨鸣

前 言

面对日新月异的科技创新，中国提出实施创新驱动的发展战略，以迎接不断涌现的新技术、新领域带来的挑战。作为培养未来科技创新人才之一的工程教育必须迅速做出应对，将具有自主创新能力的现代化工程人才作为新的培养目标，主动服务国家创新驱动发展战略，为提升中国科技创新能力和实现新型工业化建立坚实的人力资源优势。

为适应工业 4.0 与中国制造 2025 对现代制造企业转型升级的需求，培养工程创新人才成为高等学校工程训练的当务之急。为此美国 PTC 公司中国区技术团队与南京理工大学工程训练中心教学团队联合编写《现代制造企业产品开发平台工程创新实践》系列教材，用于工程训练教学改革研究与实践。

本系列教材围绕无碳小车的创新设计展开编写，由《现代制造企业产品开发平台工程创新实践——基础篇》、《现代制造企业产品开发平台工程创新实践——高级篇》、《现代制造企业产品开发平台工程创新实践——项目篇》组成。教材具体章节安排如下：在《现代制造企业产品开发平台工程创新实践——项目篇》中，以无碳小车产品设计项目为主线，围绕 PTC MBE 流程展开写作，具体包括 Windchill PDMlink 基础、Windchill MPMLink 基础、项目启动与管理、设计评审与数据发布、eBOM 变换 mBOM、零件工艺设计与仿真、装配工艺设计与仿真、变更管理等相关内容。产品设计时主要应用 Creo 软件，产品设计过程中应用到零件三维建模、零部件装配、机构运动仿真、有限元仿真等内容，因此在《现代制造企业产品开发平台工程创新实践——基础篇》与《现代制造企业产品开发平台工程创新实践——高级篇》中讲解了 Creo 软件的零件三维建模、部件组装、机构运动仿真、动画设计、零件有限元分析、自顶向下的设计方法、MBD 设计等内容。在《现代制造企业产品开发平台工程创新实践——高级篇》中讲解了应用 Creo 软件进行数控加工工艺设计与 3D 打印。考虑到目前大部分企业还在使用二维图作为产品加工的数据源，在《现代制造企业产品开发平台工程创新实践——基础篇》中还讲解了 Creo 工程图的创建方法。

本系列教材具有如下特点：

- (1) 项目驱动。
- (2) 基于 Creo 的全三维产品开发。
- (3) 基于模型的企业 (MBE)。
- (4) 基于 Windchill 的产品生命周期管理。
- (5) 全三维的设计、工艺、制造一体化。

《现代制造企业产品开发平台工程创新实践——高级篇》由南京理工大学周成、徐建成、申小平、张巨香、王燕与参数技术公司 (PTC) 秦成、王金山、刘雄共同编写，具体分工为第 1 章由秦成、王金山共同编写，第 2 章徐建成编写，3.1 节由王燕编写，5.1 节由张巨香编写，5.3 节由申小平编写，6.1 节、6.3 节由秦成编写，7.4 节由刘雄编写，其余由周成编写。全书由周成统稿和校对，南京理工大学徐建成教授与 PTC 公司售前技术总监钱伟勋先生审核了书稿并提出了宝贵的意见。研究生孔超、孟祥、刘天腾在文字方面做了一定的工作，本科生屈宏鑫编写

本书可作为高等院校机械类相关专业的产品创新实践教材,也适合应用 Creo 软件进行产品开发和研究的工程技术人员及相关培训机构使用。限于编写时间和编者的水平,书中必然会存在需要进一步改进和提高的地方。我们十分期望读者及专业人士提出宝贵意见与建议,以便今后不断完善。电子邮箱:zhoucheng0727@163.com。

目

录

第 1 章 运动仿真分析	1
1.1 Creo 运动仿真分析流程	1
1.2 Creo 机构模块用户界面	2
1.3 运动仿真相关概念	4
1.3.1 主体	4
1.3.2 自由度	4
1.3.3 其他	7
1.4 无碳小车运动仿真	7
1.4.1 创建子装配	7
1.4.2 创建机构连接	13
1.4.3 定义仿真与分析	23
第 2 章 动画设计	35
2.1 动画设计概述	35
2.1.1 动画创建一般流程	35
2.1.2 动画设计用户界面	35
2.2 无碳小车动画设计	36
第 3 章 零件有限元分析	43
3.1 Creo Simulate 简介	43
3.1.1 功能简介	43
3.1.2 Creo Simulate 运行模式	45
3.1.3 Simulate 分析步骤	47
3.1.4 Simulate 有限元法	48
3.1.5 Simulate 用户界面	50
3.2 滑轮架零件有限元分析	50
3.2.1 几何模型准备	50
3.2.2 分配材料	51
3.2.3 定义约束	53
3.2.4 添加载荷	56
3.2.5 创建网格	59
3.2.6 定义并运行静态分析	62
3.2.7 结果后处理	68

第 4 章 零件数控加工	74
4.1 Creo 数控加工概述	74
4.1.1 数控加工概述	74
4.1.2 Creo 数控加工流程	80
4.1.3 Creo 数控加工操作界面	81
4.2 底板	83
4.2.1 平面铣削 1	84
4.2.2 其他特征的创建	103
4.3 车轮	110
4.3.1 区域车削 1	110
4.3.2 其他特征的创建	117
第 5 章 3D 打印	125
5.1 3D 打印基础	125
5.1.1 3D 打印概念	125
5.1.2 3D 打印技术特点	125
5.1.3 3D 打印的技术步骤	127
5.1.4 3D 打印技术的分类	128
5.2 Creo 3D 打印文件输出	132
5.2.1 Creo 3D 打印特点	132
5.2.2 3D 打印机设置	133
5.2.3 进入 3D 打印环境	134
5.2.4 模型设置	134
5.2.5 输出 STL 文件	139
5.3 零件 3D 打印	139
5.3.1 UP!3D 打印机简介	139
5.3.2 齿轮箱零件打印	141
第 6 章 自顶向下设计	147
6.1 自顶向下设计简介	147
6.1.1 什么是自顶向下设计	147
6.1.2 自顶向下设计方法的优点	148
6.1.3 自顶向下设计流程	149
6.1.4 骨架模型	150

6.2	无碳小车自顶向下设计	151	7.1.5	Creo 三维注释	167
6.2.1	定义设计意图	151	7.1.6	Creo 三维注释界面	168
6.2.2	定义初步产品结构	152	7.2	Creo MBD 过程	169
6.2.3	骨架模型	155	7.3	创建三维注释特征	170
6.2.4	通过装配结构传递设计意图	158	7.3.1	创建尺寸注释	170
6.2.5	零部件详细设计	161	7.3.2	创建基准标记	183
6.2.6	管理零件的相互参考	163	7.3.3	创建几何公差注释	187
6.3	自顶向下设计解决的问题	163	7.3.4	创建表面粗糙度注释	194
第 7 章	MBD 设计	165	7.3.5	创建注解注释	198
7.1	MBD 概述	165	7.3.6	创建组合视图	200
7.1.1	MBD 概念	165	7.4	TDP 发布	203
7.1.2	MBD 数据集内容	165	7.4.1	TDP 的概念	203
7.1.3	MBD 注释规范	166	7.4.2	TDP 发布过程	203
7.1.4	MBD 与传统工程图样的比较	167	参考文献		214

第1章

运动仿真分析

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。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。

在 Creo Parametric 中使用 Mechanism Design Extension (MDX) 进行多刚体运动学仿真分析，使用 Mechanism Dynamics Option (MDO) 能够添加重力、执行电动机、弹簧、阻尼器、力、扭矩等进行多刚体动力学仿真。

1.1 Creo 运动仿真分析流程

Creo 运动仿真分析主要有创建模型、验证机构、添加机构图元、准备分析、分析机构、评估结果等过程。

(1) 创建模型。创建机构模型类似于创建标准 Creo Parametric 装配，不同的是，放置元件时使用的是预定义的机构连接集，而非标准装配约束。为完成模型，需要配置每个连接集的运动轴设置，限制连接中的运动范围，以便连接在机构分析的过程中不会失败。

(2) 验证机构。创建模型后需验证其运动。这一步十分重要，因为该步骤可以确保连接在每个零件上生成所需的相对运动。可使用以下方法之一验证机构：

- 重新连接。通过选择“机构”选项卡，单击功能区中“主体”组内的“重新连接”来运行装配分析。该过程也被称为“连接装配”。如果装配已连接，则运行装配分析不会移动机构。
- 拖动。使用“拖动元件”可打开“拖动”对话框，交互式拖动装配元件。使用“主体拖动”可了解机构运动方式的常规特性以及可放置主体的范围。使用“拖动”对话框中的选项可禁用连接、粘合主体、应用几何约束以获得特定的配置。随后，可将这些配置记录为快照以供日后参考。

(3) 添加机构图元。创建模型并验证可使模型正常运动的连接后，可添加伺服电动机来驱动模型运动。伺服电动机会根据指定的位置、速度或加速度要求移动模型，而不会考虑所需力或主体之间的干涉。由于伺服电动机定义了运动轴的绝对旋转或平移运动，因此运动轴会失去与该运动相关联的自由度。

(4) 准备分析。对模型执行分析之前, 必须准备分析。可通过将重新生成值分配给连接的运动轴, 定义机构的初始位置。随后, 重新生成模型过程中会将该机构移至定义的位置。也可使用“拖动”对话框中的工具定义初始位置。需要在运行分析之前定义测量, 因为随后在机构分析通过定义的运动移动机构时会对这些测量进行评估。测量不仅有助于理解和分析移动机构的结果, 还可提供用于优化机构设计的信息, 因此十分重要。可创建测量来评估装配中点或运动轴的位置、速度或加速度。

(5) 分析机构。要对机构运行分析, 首先选择要运行的分析类型, 然后设置分析首选项和电动机。创建分析类型包括创建位置分析、运动学分析、动态分析、静态分析和力平衡分析类型。位置分析可用于分析机构能否在所应用伺服电动机和连接的要求下进行组装。运动学分析可用于复查伺服电动机驱动的运动。也可在设计过程中首先运行运动学分析, 来定位干涉或装配分析失败的点。选择分析类型后需要进行下列操作:

- 定义首选项。需要根据所创建的分析类型定义分析的首选项。这些首选项包括用于定义 Creo Parametric 随时间记录运动的时间域。
- 锁定主体。可锁定主体和连接, 以便它们在分析过程中保持固定。
- 定义电动机。可使用电动机选项卡来启用或禁用特定伺服电动机。

(6) 评估结果。运行分析后, 应对分析结果进行复查以确保机构可以正常运行。应使用以下工具复查分析结果:

- “分析结果回放”。运行分析回放可查看运动中的机构模型。
- “干涉检测”。也可运行分析回放来检查运动部件模型之间是否存在干涉。
- “测量和图形”。可通过查看测量和生成的图形来确定机构模型在整个运动范围内的位置、速度和加速度。
- “创建轨迹曲线”。轨迹曲线以图形的方式表示了点或顶点相对于机构中零件的运动。轨迹曲线可用于创建凸轮轮廓、槽曲线和实体几何。
- “创建运动包络”。运动包络是机构中运动元件的体积表示。

1.2 Creo 机构模块用户界面

要进入 Creo 机构模块, 必须先新建或打开一个装配模型。打开无碳小车装配模型 00.asm。单击“应用程序”功能选项卡“运动”区域中的“机构”按钮, 即可进入机构模块, 界面如图 1.2.1 所示。

进入机构模块后, 系统界面上方显示如图 1.2.2 所示的“机构”功能选项卡, 其中包括所有与机构相关的操作命令。

说明: 关于“机构”功能选项卡。

- “信息”: 显示当前机构中的质量属性、机构图标和细节信息。
- “分析”: 创建或查看机构分析、已有分析结果回放和创建测量项目。
- “运动”: 拖动元件到合适的位置以便进行仿真。
- “连接”: 创建特殊机构的连接, 如齿轮、凸轮、带传动和 3D 接触等。
- “插入”: 在机构中创建伺服电动机、执行电动机、弹簧、衬套、阻尼、力和扭矩等。
- “属性和条件”: 设置质量属性、重力、初始条件和终止条件。
- “主体”: 定义和编辑主体元件。

- “基准”：创建基准特征。
- “关闭”：退出机构模块。

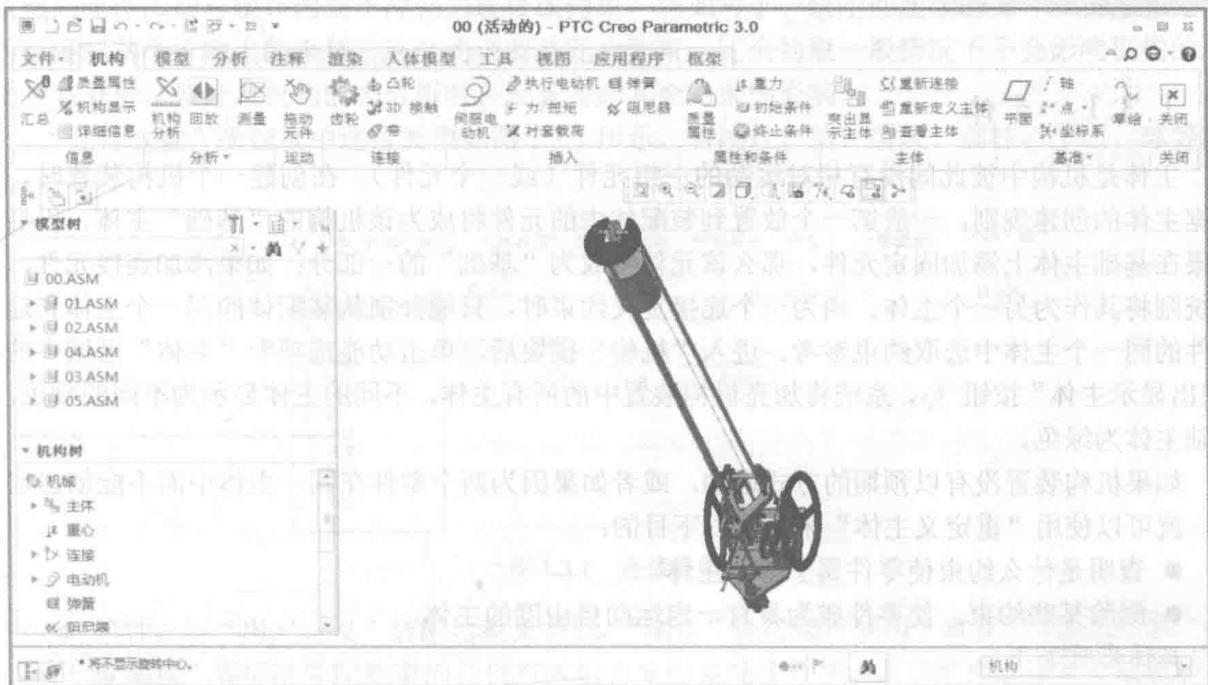


图 1.2.1 机构运动仿真模块界面



图 1.2.2 “机构”功能选项卡

进入机构模块后，系统界面左侧分别显示如图 1.2.3 所示的模型树和如图 1.2.4 所示的机构树。机构树十分有用，它显示了当前机构中的所有对象。右击机构树中的不同对象，可以快速地进行创建或编辑操作。



图 1.2.3 模型树

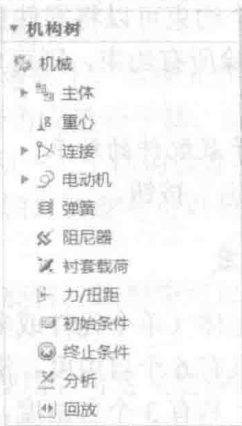


图 1.2.4 机构树

1.3 运动仿真相关概念

1.3.1 主体

主体是机构中彼此间没有相对运动的一组元件（或一个元件）。在创建一个机构装置时，根据主体的创建规则，一般第一个放置到装配体中的元件将成为该机构的“基础”主体。以后如果在基础主体上添加固定元件，那么该元件将成为“基础”的一部分；如果添加连接元件，系统则将其作为另一个主体。当为一个连接定义约束时，只能分别从装配体的同一个主体和连接件的同一个主体中选取约束参考。进入“机构”模块后，单击功能选项卡“主体”区域中的“突出显示主体”按钮，系统将加亮机构装置中的所有主体。不同的主体显示为不同的颜色，基础主体为绿色。

如果机构装置没有以预期的方式运动，或者如果因为两个零件在同一主体中而不能创建连接，就可以使用“重定义主体”来实现以下目的：

- 查明是什么约束使零件属于一个主体。
- 删除某些约束，使零件成为具有一定运动自由度的主体。

具体步骤如下：

Step1：单击“机构”功能选项卡“主体”区域中的“重新定义主体”按钮，系统弹出“重新定义主体”对话框。

Step2：在模型中选取要重定义主体的零件，则对话框中显示该零件的约束信息，“类型”列显示约束类型，“参考”列显示各约束的参考零件。

注意：“约束”列表框不列出用来定义连接的约束，只列出固定约束。

Step3：从“约束”列表选择一个约束，系统即显示其“元件参考”和“装配参考”，显示格式为“零件名称：几何类型”，同时在模型中，元件参考以洋红色加亮，组件参考以青色加亮。

Step4：如果要删除一个约束，可从列表中选择该约束，然后单击“移除”按钮。根据主体的创建规则，将一个零件“连接”到机构装置中时，结果会使零件变成一个主体。所以一般情况下，删除零件的某个约束可以将零件重定义为符合运动自由度要求的主体。

Step5：如果要删除所有约束，则可单击“全部移除”按钮，系统将删除所有约束，同时零件被包装。

注意：不能删除子装配件的约束。

Step6：单击“确定”按钮。

1.3.2 自由度

自由度是指一个主体（单个元件或多个元件）具有可独立运动方向的数目。对于空间中不受任何约束的主体，具有6个自由度，沿空间参考坐标系 X 轴、 Y 轴和 Z 轴平移和旋转。而当主体在平面上运动时，具有3个自由度，沿平面参考坐标系 X 轴、 Y 轴和平面内旋转。创建机构模型时使用“连接”来装配元件，就是通过机械约束集来减少主体的自由度，使其可以按要求进行独立的运动。Creo提供了多种“连接”类型，各种连接类型允许不同的运动自由度，每种连接类型都与一组预定义的约束集相关联。使用“连接”来装配元件时，要注意每种连接提

供的自由度，以及创建连接所需要的约束集。

创建机构时，还要注意机构中的冗余约束。冗余约束是指在元件已达到约束目的的情况下，依然向元件添加与现有约束不冲突的连接或约束。例如对于一组刚性连接的元件，再添加一个约束限制某个方向上的平移，这个约束就是冗余约束。冗余约束一般情况下不会影响机构的运动状态分析，但涉及机构的力分析时，必须考虑冗余约束的影响。

“元件放置”操控板中连接类型如图 1.3.1 所示，有刚性、销、滑块、圆柱、平面、球等类型。



图 1.3.1 连接类型

- 刚性。与“用户定义”装配约束集类似，“刚性”连接集可使用“重合”、“距离”和“角度偏移”等标准装配约束的任何有效组合来约束元件位置。通过刚性连接可将装配约束的任何有效集合分组到连接集中。这些约束的有效集可以是完全约束集，也可以是部分约束子集。两个元件固定在一起，自由度为 0。
- 销。“销”连接集用于将一个元件连接到参考轴上，这样元件便能以一个旋转自由度沿此轴方向旋转或移动。元件可以绕配合轴线进行旋转，旋转自由度为 1，平移自由度为 0。“销”连接集包含两个约束设置和一个旋转轴设置：
 - ◇ “轴对齐”。该约束定义了元件所对齐到的且旋转时所绕的轴。该参考可以是选定的轴、边、曲线或圆柱曲面。
 - ◇ “重合”。该约束沿对齐轴定义元件位置。参考可以是选定的基准点、顶点、基准平面或平面曲面。
 - ◇ “旋转轴”。这是连接集的旋转运动轴元素。使用它可定义这种连接的旋转运动设置，如零位置、重新生成位置、最小限制和最大限制等。
- 滑块。“滑块”连接集用于将一个元件连接到参考轴上，这样元件便能以一个平移自由度垂直于该轴进行滑动或移动。元件可以沿配合方向进行平移，旋转自由度为 0，平移自由度为 1。“滑块”连接集包含两个约束设置和一个平移轴设置：
 - ◇ “轴对齐”。该约束定义了元件滑动时所沿的轴。该参考可以是选定的轴、边、曲线或圆柱曲面。
 - ◇ “重合”。该约束限制了元件沿对齐轴方向的旋转。该参考可以是选定的基准平面，也可以是其他平面曲面。
 - ◇ “平移轴”。这是连接集的平移运动轴元素。使用它可定义这种连接的平移运动设置，如零位置、重新生成位置、最小限制和最大限制等。
- 圆柱。“圆柱”连接集用于将元件连接到参考轴，这样元件便可以两个自由度沿着对齐轴移动并绕其旋转。元件可以相对于配合轴线同时进行平移和旋转，旋转自由度为 1，

平移自由度为1。“圆柱”连接集包含一个约束和两个运动轴设置:

- ◇ “轴对齐”。该约束定义了元件滑动时所沿的轴。该参考可以是选定的轴、边、曲线或圆柱曲面。

- ◇ “平移轴”。这是连接集的平移运动轴元素。使用它可定义这种连接的平移运动设置,如零位置、重新生成位置、最小限制和最大限制等。

- ◇ “旋转轴”。这是连接集的旋转运动轴元素。使用它可定义这种连接的旋转运动设置,如零位置、重新生成位置、最小限制和最大限制等。

- 平面。“平面”连接集用于将一个元件连接到参考平面上,这样元件便能沿此平面以三个自由度移动。元件可以在配合平面内进行平移和绕平面法向的轴线旋转,旋转自由度为1,平移自由度为2。“平面”连接集包含一个约束和三个运动轴设置。参考平面上有两个自由度,而绕垂直于参考平面的轴旋转有一个自由度:

- ◇ “平面”。该约束定义了元件移动时所在的平行平面。该约束是单一的平面匹配或对齐约束,可根据需要实现反向或偏移。该参考可以是选定的平面曲面,也可以是基准平面。

- ◇ “平移轴1”。这是连接集的第一个平移运动轴元素。使用它可定义这种连接的平移运动设置,如零位置、重新生成位置、最小限制和最大限制等。

- ◇ “平移轴2”。这是连接集的第二个平移运动轴元素。使用它可定义这种连接的平移运动设置,如零位置、重新生成位置、最小限制和最大限制等。

- ◇ “旋转轴”。这是连接集的旋转运动轴元素。使用它可定义这种连接的旋转运动设置,如零位置、重新生成位置、最小限制和最大限制等。

- 球。“球”连接集连接的是点上的一个元件,因此可以三个自由度朝任何方向旋转。元件可以绕配合点进行空间旋转,旋转自由度为3,平移自由度为0。“球”连接集包含一个“点对齐”约束和三个自由度,但不包含运动轴设置:

- ◇ “点重合”。该约束定义了元件旋转时所绕的点。该约束是单一的点到点对齐。选择一个基准点或顶点作为对齐参考。

- ◇ “无运动轴”。该连接集不包含用于控制或限制绕约束点旋转的运动轴。然而,与任何连接一样,附加连接集可通过添加其本身来限制连接元件的运动。

- 焊缝。与“刚性”连接集一样,“焊缝”连接集可用来连接两个元件,因此它们不会相向运动。两个元件按指定坐标系固定在一起,自由度为0。以这种方式连接的元件将成为一个单一主体。与“刚性”连接集不同的是,“焊缝”连接可对子装配进行刚性约束,但同时也能保留子装配的开放自由度。可像使用标准“坐标系”约束那样通过对齐坐标系来创建焊缝连接。

- 轴承。“轴承”连接集实际上是“球”连接与“滑块”连接的组合,具有四个自由度。它用来将点连接到参考轴上,这样元件会沿着具有一个平移自由度和三个旋转自由度的轴移动。元件可以绕配合点进行空间旋转,也可以沿指定方向平移,旋转自由度为3,平移自由度为1。“轴承”连接集包含一个约束和一个平移轴设置:

- ◇ “点对齐”。该约束定义了某个点与元件所对齐到的以及在旋转时所绕的轴之间的连接。点参考可以是基准点,也可以是顶点。第二参考可以是边、轴或曲线。

- ◇ “平移轴”。沿对齐轴定义元件位置。参考可以是选定的基准点、顶点、基准平面或平面曲面。

- 常规。当指定的预定义连接集不足以定义机构时,请使用“常规”连接集以在连接模型

时创建任意所需数目的自由度。元件连接时,约束自行定义,自由度根据约束的结果来判断。

- 6DOF。元件可以在任何方向上平移及旋转,旋转自由度为3,平移自由度为3。
- 万向。元件可以绕配合坐标系的原点进行空间旋转,旋转自由度为3,平移自由度为0。
- 槽。一个“槽”连接具有四个自由度。当参考点沿轨迹运动时,可在X、Y和Z方向上自由旋转。轨迹的起点和端点可通过槽轴设置来配置。每个“槽”连接集都包含一个约束设置和一个槽轴设置:
 - ◇ “点对齐”。此约束定义了点和点运动所遵循的轨迹之间的连接。点参考可以是基准点,也可以是顶点。轨迹参考可以是边或曲线。要选择多个段,请在选择的同时按住Ctrl键。
 - ◇ “槽轴”。定义轨迹的起点和端点。该参考可以是选定的基准点,也可以是顶点。

1.3.3 其他

机构(机械装置):由一定数量的连接元件和固定元件组成,能完成特定动作的装配体。

连接元件。以“连接”方式添加到一个装配体中的元件。连接元件与它附着的元件间有相对运动。

固定元件。以一般的装配约束(对齐、配对等)添加到一个装配体中的元件。固定元件与它附着的元件间没有相对运动。

连接。能够实现元件之间相对机械运动的约束集,如销钉连接、滑块连接和圆柱连接等。

环连接。增加到运动环中的最后一个连接。

基础。机构中固定不动的一个主体。其他主体可相对于“基础”运动。

伺服电动机(驱动器)。伺服电动机为机构的平移或旋转提供驱动。可以在接头或几何图上放置伺服电动机,并指定位置、速度或加速度与时间的函数关系。

执行电动机。作用于旋转或平移连接轴上而引起运动的力。

1.4 无碳小车运动仿真

1.4.1 创建子装配

参照《现代制造企业产品开发平台工程创新实践——基础篇》中装配文件的创建方法,分别创建01.asm、02.asm、03.asm、04.asm、05.asm、06.asm、07.asm、08.asm、09.asm装配文件。

(1) 01.asm 主要由1-1、1-2、1-3、2-1、2-2、2-11、2-12、2-13、LD-M3等元件组成,其主要视图如图1.4.1所示,模型树如图1.4.2所示。

(2) 02.asm 主要由1-6、1-7、1-8、LD-M3和JDLD-M3等元件组成。其主要视图如图1.4.3所示,模型树如图1.4.4所示。



图 1.4.1 01.asm 不同视图

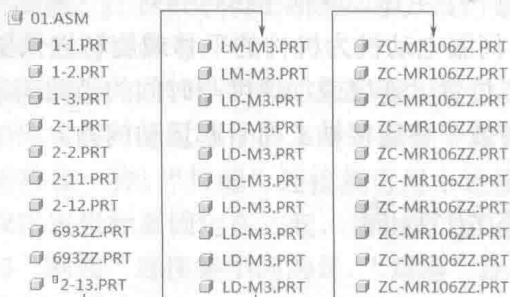


图 1.4.2 01.asm 模型树

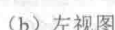


图 1.4.3 02.asm 不同视图

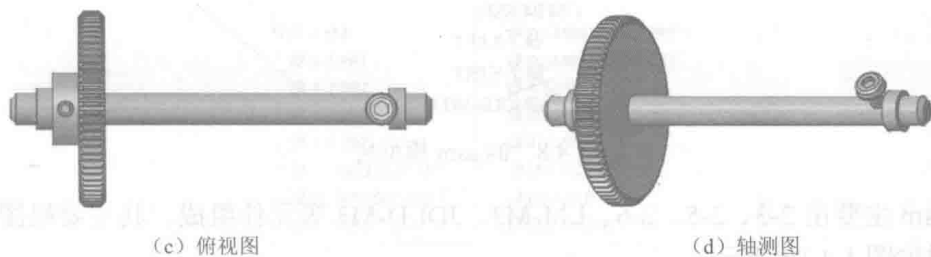


图 1.4.3 02.asm 不同视图 (续)



图 1.4.4 02.asm 模型树

(3) 03.asm 主要由 2-8、2-9、2-10、2-14、JDLD-M3 等元件组成。其主要视图如图 1.4.5 所示, 模型树如图 1.4.6 所示。

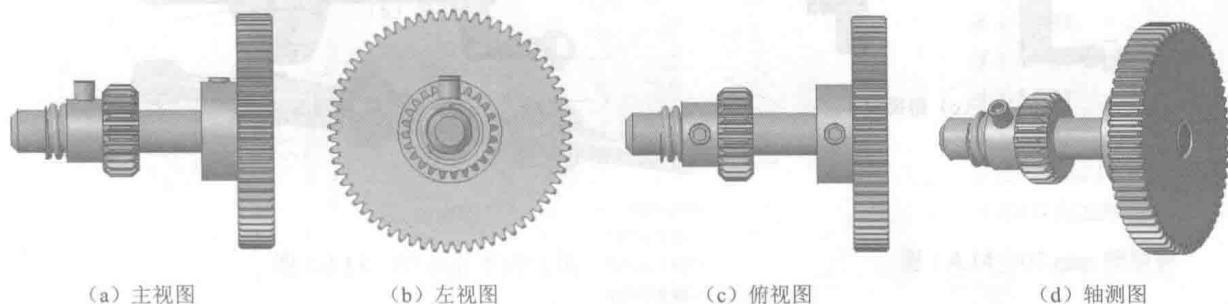


图 1.4.5 03.asm 不同视图



图 1.4.6 03.asm 模型树

(4) 04.asm 主要由 2-5、2-7、JDLD-M3 等元件组成。其主要视图如图 1.4.7 所示, 模型树如图 1.4.8 所示。

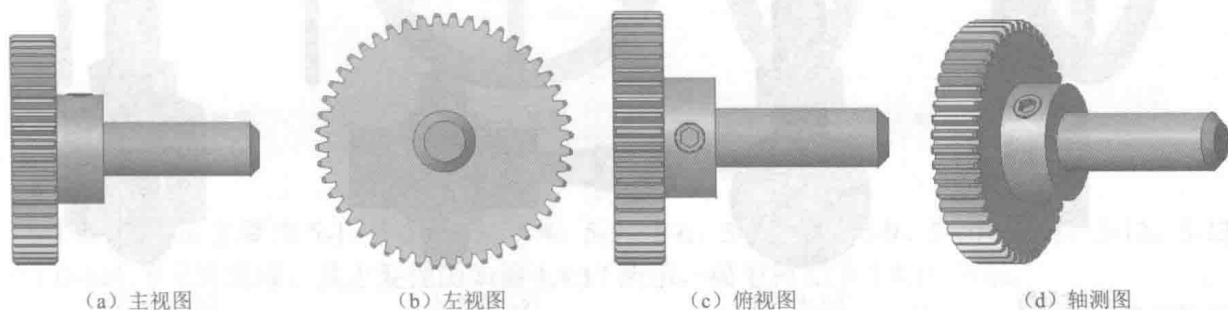


图 1.4.7 04.asm 不同视图