第1章

# Creo概述与本书内容简介

本书主要介绍复杂特征、曲面建模方法、高级装配方法、自顶向下设计方法、机构仿真与 分析、设计动画等方面的内容。本书的定位是面向有一定 Creo 使用基础的读者。

本章在介绍 Creo 软件的基础上,总结了使用本书前读者应掌握的基础知识,并介绍了 本书的内容体系。

## 1.1 Creo 软件组成

Creo 是美国参数技术公司(Parametric Technology Corporation, PTC)开发的集成化 三维 CAD/CAE/CAM 软件,能够实现计算机辅助设计、辅助分析、辅助制造、产品数据管 理、工程过程优化等多方面的功能。不同规模的企业、不同的应用领域,需要软件中的不同 部分,了解 Creo 的软件组成是系统掌握本软件所必需的。

使用 Creo 能够完成概念设计与渲染、零件设计、虚拟装配、功能模拟、生产制造等整个 产品生产过程。根据功能的不同,Creo 10.0 共有 20 多个大的模块。针对产品设计的不同 阶段,Creo 将产品设计分为概念与工业设计、机械设计、功能模拟、生产制造等几个大的方 面,分别提供了完整的产品设计解决方案。

#### 1. 概念与工业设计

Creo可帮助客户通过草图、建模以及着色来轻松、快速地建立产品概念模型,其他相关 部门在其流程中使用经认可的概念模型,可以尽早进行装配研究、设计及制造。此方面的主 要模块有快速动画模拟、快速模型概念设计、网络动画渲染、草图照片快速生成三维模型、创 建逼真图像等。

#### 2. 机械设计

工程人员可利用 Creo 准确地建立与管理各种产品的设计与装配模型,获得诸如加工、 材料成本等详细的模型信息;设计人员可轻松地探讨数种替换方案,可以使用原有的资料, 以加速新产品的开发。此方面的主要模块有实体建模、复杂装配、钣金设计、管道设计、逆向 工程、专业曲面设计、焊接设计等。

#### 3. 功能模拟

Creo软件可以使工程人员评估、了解并尽早改善他们设计的产品功能,以缩短推出市

场的时间并减少开发费用。与其他 Creo 解决方案配合,使外形、配合性以及功能等从一开 始就能正确地发展。此方面的主要模块有有限元分析、载荷处理、装配体运动分析、灵敏度 优化分析、热分析、驾驶路面响应分析、振动模态分析、有限元网格划分等。

#### 4. 生产制造

使用 Creo 能够准确制造所设计的产品,并说明其生产与装配流程。直接对实体模型进行加工,增加了准确性而减少了重复工作,并直接集成了 NC(数控)程序编制、加工设计、流程计划、验证、检查与设计模型。用于生产制造的主要模块有铸造模具优化设计、数控加工、注塑模具设计、操作仿真、CNC(计算机数控)设备的 NC 后处理、钣金设计制造等。

Creo软件的使用,一般是一个多个模块综合使用的过程。例如,在进行通用产品设计时,一般首先使用概念设计模块建立概念模型,主要是进行外观设计与曲面建模;在设计经过论证后,再进行零件的详细设计建立各零件的精确三维模型并完成装配;最后在生产阶段,对需要进行数控加工的零件进行数控编程并导入机床加工,对采用普通机床加工的零件创建工程图并交付车间加工生产。

## 1.2 Creo 基础内容回顾

本节介绍读者学习本书内容所要掌握的关于 Creo 软件的基础知识,详细内容可参见作者编著的《Creo 10.0 基础设计》一书。

#### 1. Creo 软件的基本操作

初步了解 Creo 软件,熟悉软件界面及模型操作方法。掌握模型观察方法,如模型缩放、移动、旋转等。其中,缩放包括使用鼠标滚轮缩放和 Ctrl+拖动中键(即,按下中键并移动鼠标)缩放;移动方法为 Shift+拖动中键;旋转模型的方法为拖动中键。调用视图列表中已保存的视图是观察模型特征方向的重要方法。此外,还可以使用重定向视图对话框动态定向视图,并将其保存至视图列表。

读者还应了解基本模型外观编辑与渲染方法,包括设置模型外观颜色、模型表面纹理及 贴花、渲染时模型的光源、房间、环境效果等内容。

#### 2. 参数化草绘

草图是 Creo 模型建立的基础,几乎每一个特征的创建过程中都离不开草图绘制。读者 应理解参数化与参数化草图的概念,掌握草图的绘制过程,注意点、构造线、中心线等辅助图 元和草绘诊断工具的使用。

#### 3. 特征建模

特征建模是使用 Creo 软件的核心内容,读者应掌握最常用的草绘特征、基准特征和放置特征的创建方法。

草绘特征是生成实体的基本方法,主要有拉伸特征、旋转特征、扫描特征、混合特征、筋 特征等。这些特征都是由草图经过拉伸、旋转、扫描、混合等操作方法生成的,所以称为草绘 特征。

基准特征是模型建立的辅助工具,主要包括基准平面、基准轴、基准点、基准曲线、草绘

基准曲线和基准坐标系等特征,应熟悉其创建方法及应用场合。

放置特征主要包括孔特征、圆角特征、倒角特征、抽壳特征和拔模特征。对于孔特征,要 掌握矩形截面孔、标准轮廓孔、草绘孔以及螺纹孔的创建方法,尤其要熟悉螺纹孔的各种标 准;对圆角特征,要求掌握圆角组的概念、各种圆角的形式及完全倒圆角等复杂圆角的创建 方法;对于倒角特征,要求掌握边倒角和角倒角的创建方法;掌握不同厚度抽壳的方法;掌 握简单拔模特征的创建方法。

#### 4. 特征编辑

特征编辑主要包括特征复制、阵列、镜像、重定义等操作,熟练使用特征编辑方法是生成 复杂模型的基础。

Creo 软件提供了特征直接粘贴、移动特征副本、旋转特征副本和改变特征副本参照等 多种复制方式。特征阵列提供了尺寸阵列、方向阵列、轴阵列、填充阵列、表阵列、曲线阵列、 参照阵列等多种阵列方法。读者应熟悉它们各自的应用场合。

除了上面的内容外,读者还应掌握以下常用特征操作:特征重命名;查看特征父子关系、解除特征父子关系;创建与分解局部组;理解特征生成失败的原因,掌握常用的解决特征生成失败的方法;特征隐含与恢复方法;特征重新排序与特征插入等。

#### 5. 模型装配

复杂模型一般由多个零件模型组合而成,约束零件模型的过程就是模型装配。读者应 掌握最基本的装配原理和过程,包括元件模型和组件模型的全相关性、装配的约束类型、元 件操作、组件分解等问题。

#### 6. 创建工程图

工程图中包含大量的尺寸信息,是工程上交流的语言。对于多数传统机械加工而言,都 需要生成工程图。Creo工程图模块提供了生成平面图及尺寸等标注信息的方法,要求读者 掌握工程图与实体模型的全相关性、工程图中各种视图(包括剖视图和剖面图)的创建方法、 视图的操作方法、尺寸标注与编辑等内容。

## 1.3 本书内容概述

本节简要说明后面章节所要介绍的内容,主要包括机构运动仿真与分析、设计动画、复 杂实体特征的创建、常规曲面与专业曲面特征、曲线特征及其分析、曲面编辑及其分析、造型 曲面特征、自顶向下设计方法、高级装配等。

#### 1. 机构运动仿真与分析

机构运动仿真与分析是 CAD/CAE/CAM 软件中的一个重要应用,Creo 提供了一套完整的解决方案来实现此功能。在介绍机构运动仿真基本概念与界面的基础上,第2章介绍 机构运动学、机构动力学仿真与分析的基本流程,以及槽连接、凸轮机构、齿轮机构、带连接 等典型机械机构的仿真与分析方法。

#### 2. 设计动画

第3章介绍使用 Creo 创建设计动画的方法,主要有:使用关键帧或伺服电动机创建快

照动画的基本过程,介绍了创建分解动画和机构动画的方法,以及在设计动画中使用定时视 图和定时透明设定模型旋转、缩放以及渐隐、渐强等效果的方法。

#### 3. 复杂实体特征的创建

第4章介绍复杂实体特征的创建方法,主要包括扫描和混合两大类特征:旋转混合特征、常规混合特征、可变剖面扫描特征、螺旋扫描特征,以及扫描混合特征。

#### 4. 常规曲面与专业曲面特征

第5章在讲解曲面基本概念基础上,介绍拉伸、旋转、扫描、混合、填充、复制、偏移、镜 像、延伸等常规的生成曲面的方法,以及边界混合曲面、带曲面等专业曲面创建方法。

#### 5. 曲线特征及其分析

曲线是曲面建模的基础,是创建扫描曲面、混合曲面、造型曲面等的重要元素。第6章 介绍基准曲线、复制曲线、平移/旋转曲线、镜像曲线、偏移曲线、相交曲线、投影曲线、包络曲 线等的创建方法,以及曲线的修剪方法,最后讲述曲面分析工具及其应用方法。

#### 6. 曲面编辑及其分析

单个曲面特征对模型复杂度的表现能力有限,通过曲面编辑可生成复杂多变的模型外观。第7章介绍曲面的编辑方法,包括曲面修剪、曲面合并及曲面实体化和加厚、曲面折弯、曲面扭曲等操作,并介绍曲面分析工具和曲面连续性的概念。

#### 7. 造型曲面特征

造型曲面是曲面设计的重要内容,第8章详细介绍造型曲面的产生、造型模块界面、造型曲线和造型曲面的创建及编辑等方法,最后结合实例介绍造型曲面的应用,重点讲述造型曲面与其他常规曲面、实体之间的结合方法。

#### 8. 自顶向下设计

自顶向下设计是一种产品设计过程的管理方法,是指在创建产品时,首先设计产品框架 或外形结构,然后对框架或外形逐步细化,最后得到底层零件的设计方法。第9章介绍自顶 向下设计方法的概念,并系统讲解骨架模型、合并/继承特征、复制几何特征、发布几何特征、 记事本等自顶向下设计工具的原理与使用方法。

#### 9. 高级装配

第 10 章介绍创建组件以及元件放置的各种方式,装配中的布尔运算和大型组件中零件的简化表示等问题。

第2章

# 机构运动仿真与分析

Creo 是一款综合性工程软件,其功能贯穿了 CAD/CAE/CAM 整个制造业领域,本章 讲述其 CAE(Computer Aided Engineer,计算机辅助工程)功能中的机构仿真与分析。Creo 提供了一组功能强大的工具用来模拟测试产品或设备的机械性能。通过模拟模型的实际工 作情况,CAE 可在制造产品的物理样机前,以计算机仿真的形式检验产品的位置、运动、受 力、受热等是否符合实际要求,以减少产品返工的次数,节约开发成本,加快产品设计进度。

Creo 提供的 CAE 模块包括 Creo 实时仿真(Creo Simulation Live)、Creo 有限元仿真 (Creo Ansys Simulation)、Creo Simulate、机构设计和机构动力学(Mechanism Design and Mechanism Dynamics)、设计动画(Design Animation)等多项内容,本书仅讲述后两部分内 容。机构设计和机构动力学是 Creo 的机械设计扩展模块(Mechanism Design eXtension, MDX),描述了将组件创建为运动机构并分析其运动规律的过程,主要内容包括创建机构模型,以及测量、观察、分析机构的运动等内容,本章重点讲述 MDX。

## 2.1 机构运动仿真概述与实例

## 2.1.1 机构运动仿真界面

机构运动仿真始于装配模型,要进入机构界面必须首先创建符合仿真要求的装配模型。 进入组件模型后,打开功能区【应用程序】选项卡,如图 2.1.1 所示,在【运动】组中单击机构 按钮 🙀 进入机构运动仿真界面,如图 2.1.2 所示(本例参见配套文件目录 ch2\ch2\_1\_ example1)。与装配界面相比,仿真模块在界面左下角添加了机构树,用于显示运动模型中 的元件以及定义的连接、电动机、弹簧、阻尼等各种元素。功能区添加了【机构】选项卡,用于 定义机构运动仿真要素。

文件		模型	分析	斤 实时仿真		注释		人体模型	工具		视图	框架	应用程序			
5		J	E		K	1		$\bigtriangleup$		2		M	$\bigoplus$	±.01	Ê,	٢
焊接	缆	管道	模具布局	ECAD 协 作	线束制造	机构	动画	Ansys Simulation	Simulate	Simulate 结果	Flow Analysis	PTC Mathcad <del>•</del>	GD&T Advisor	EZ Tolerance Analysis	窗口小部 件生成器	Render Studio
工程				运动		仿真			计算 GD&T		GD&T	自定义	渲染			

图 2.1.1 【应用程序】选项卡界面



图 2.1.2 机构运动仿真界面

### 2.1.2 主体

运动模型机构树中列出了运动模型的元件组成及定义的连接、电动机、弹簧、阻尼等元素。运动模型的元件以主体为单位被分为若干组,图2.1.3显示了运动模型中的主体节点。



"主体"是指运动机构模型中的一个元件或 彼此间没有相对运动的一组元件。一般情况下, 第一个装配到组件中的主体将成为该运动机构 的"基础"主体,如图 2.1.3 中"刚性主体"节点下 的第一个节点,"基础"主体是其他主体装配的 基础。

使用约束的方法将其他元件装配到基础主体上时,若此元件具有相对运动的自由度,系统自动将这些元件定义为主体,如图 2.1.3 中的"主体 1""主体 2"。在机构树的主体节点中,有"主体

内容"和"主体连接"两项内容。"主体内容"中包含构成主体的一个或多个元件;"主体连接"中包含创建本主体时使用的连接方式,其中包括与其相约束的主体以及本主体的运动轴。

### 2.1.3 机构运动仿真实例

使用 Creo 机构模块进行运动学仿真的总体过程为:创建零件→装配运动模型→添加 伺服电动机→分析→查看分析结果。本小节以连杆绕中心做回转运动的简单机构为例,介 绍使用 Creo 机构模块进行机构运动学仿真的方法与流程。

例 2.1 创建如图 2.1.4 所示的装配模型,并使上部连杆机构绕下部支撑的回转中心

以10(°)/s的角速度回转。



图 2.1.4 例 2.1 图

步骤1:创建模型零件。

(1) 创建下部支撑零件。单击【文件】→【新建】命令或工具栏中的新建按钮 [],新建零件模型 ch2\_1\_example2\_1.prt。单击【模型】选项卡【形状】组中的旋转命令按钮 ጭ 旋转 激活旋转命令,选择 FRONT 面作为草绘平面,TOP 面作为参考,方向向上,定义草图如图 2.1.5 所示。旋转 360°生成模型如图 2.1.6 所示。







(2) 创建连杆零件。单击【文件】→【新建】命令或新建按钮 [],新建零件模型 ch2\_1\_ example2\_2. prt。单击【模型】选项卡【形状】组中的拉伸命令按钮 → 激活拉伸命令,选择 TOP 面作为草绘平面,RIGHT 面作为参考,方向向右,定义草图如图 2.1.7 所示。拉伸高 度 10 生成模型如图 2.1.8 所示。



步骤 2:装配运动模型。

(1) 创建组件文件。单击【文件】→【新建】命令或工具栏中的新建按钮 [],新建组件模型 ch2\_1\_example2.asm。

(2) 装配零件1。单击【模型】选项卡【元件】组中的组装元件命令按钮 📓,选择步骤1 中创建的零件 ch2\_1\_example2\_1.prt,使用"默认"约束完成装配。



(3)装配零件 2。同样激活装配命令,选择 步骤 1 中创建的零件 ch2\_1\_example2\_2.prt, 单击装配操控面板中的【连接类型】下拉列表, 从弹出的用户定义约束集中选择【销】选项,如 图 2.1.9 所示。

单击【放置】标签打开滑动面板,选择支撑 件的回转中心和连杆一端的孔中心,创建"轴对

齐"约束,如图 2.1.10 所示。选择支撑件台阶的上表面以及连杆的下表面,创建"平移"约束,如图 2.1.11 所示。



图 2.1.11 创建"平移"约束

至此模型装配完成,其中第一个元件(支撑件)位置固定,自由度为零;第二个元件(连 杆)使用"轴对齐"约束限定了4个自由度,使用"平移"约束限定了1个自由度,在当前约束 状态下,连杆可以绕其孔中心回转。

步骤 3: 进入机构运动仿真模块。

单击【应用程序】选项卡【运动】组中的机构按钮 🐕,进入机构仿真模块。模型中出现 旋转轴标记,如图 2.1.12 所示。

步骤 4: 添加伺服电动机。

(1)添加伺服电动机。单击【机构】选项卡【插入】 组中的伺服电动机命令按钮 , 弹出【电动机】操控面 板如图 2.1.13 所示。单击【参考】标签弹出滑动面板, 选择步骤 2 中装配生成的旋转轴标记,如图 2.1.14 所示。



文件	机构	模型	分析	注释	工具	视图	框架	应用程序	电动机	20년 월 1
9	运动类型 □ □ 平移 旋转	参考       人动图       情	元: ●选择 1 向方向	项	配置文件 驱动数量: 函数类型:	位置 ▼ 常量	in 🔻		tà 63	✓ X 确定 取消
	参考	配置文件详	情層	性						

图 2.1.13 【电动机】操控面板

(2) 定义伺服电动机参数。单击【电动机】操控面板中的【配置文件详情】标签弹出滑动 面板,在【驱动数量】区域中选择【角速度】,在【电动机函数】区域中设置【函数类型】为"常 量",【系数】文本框中输入"10",单位为 deg/sec,如图 2.1.15 所示,其含义为指定伺服电动 机的旋转角速度为 10(°)/s。

	配置文件详情
参考 配置文件详情	电动机函数 函数类型: 常量 ▼
···· 从动图元: Connection_1.first_rot 运动类型 ○ 平移 ● 旋转 ○ 槽 反向	<ul> <li>系数</li> <li>A: 10.000000 ▼ deg / sec</li> <li>图形</li> <li>② 位置</li> <li>☑ 速度</li> <li>□ 在単独图形中</li> <li>□ 加速度</li> </ul>

图 2.1.14 【参考】滑动面板

图 2.1.15 【配置文件详情】滑动面板

步骤 5: 进行运动分析。

(1) 定义运动分析。单击【机构】选项卡【分析】组中的机构分析按钮 🦄,弹出【分析定义】对话框。设置对话框中的【结束时间】为"36",表示仿真时间为 36s,如图 2.1.16 所示。

提示:定义运动分析时,运动所使用的电动机默认为步骤4中所用的伺服电动机,单击 【分析定义】对话框的【电动机】属性页,可以看到默认的"电动机1",并且其作用时间是从 "开始"一直到"终止",如图 2.1.17 所示。若【电动机】列表中没有项目,则单击 🎰 按钮添 加已经定义的电动机。

名称         AnalysisDefinition1         業型         位置         首选项 电动机 外部影游         「新田園市         「「「「」」」」         「「」」」」         「「」」」」         「「」」」」         「「」」」」         「「」」」」         「「」」」」         「「」」」」         「「」」」」         「「」」」」         「「」」」」         「」」」」」         「」」」」」         「」」」」」         「」」」」」         「」」」」」」         「」」」」」         「」」」」」         「」」」」」」         「」」」」」         「」」」」」         「」」」」」」         「」」」」」         「」」」」         「」」」」」         「」」」」」         「」」」」」         「」」」」」         「」」」」」         「」」」」         「」」」」         「」」」」         「」」」」         「」」」」         「」」」」         「」」」」         「」」」」         「」」」         「」」」         「」」」」         「」」」」         「」」」」」         「」」」」」         「」」」」」 <th></th> <th>分析定义</th> <th>×</th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th> <th></th>		分析定义	×					
AnalysisDefinition1         美型         位置         「         「         前法項         前法項         「         」         」         」         」         」         」         」         」         」         」         」         」         」	- 名称							
<u>安</u> 型 位置 市法項    世初礼    外部繁荷 町形显示 开始时间    0 长度和峻频 「 乾束时间    36 較数    361 較数    361 較数    10 最小间隔    0.1	AnalysisDefinitio	n1						
	- 类型							
首选项       电动机       外部装荷         町形显示       0         「大度和岐须       •         结束时间       36         岐效       361         岐效       361         岐效       10         最小间隔       0.1         「       ※型         位置       位置         「       ※型         位置       ●         「       ※         」       」         」       」         」       」         」       」 <td< td=""><td>位置</td><td></td><td><b>•</b></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></td<>	位置		<b>•</b>					
野形显示         开始时间       0	首选项 电动机	外部載荷						
开始时间       0            长度和較频        36            核数        36            較数        361            較数        361            較数        361            較数        10            最小间隔        0.1            御沈的图元           『            『          》            『          》            『          》            『          》            『          》            『          》            》          》            》          》            》          》            》          》            》          》            》          》            》          》            》          》              》              》            》          》            》          》            》          》	图形显示							
长度和触频       ・         结束时间       36         帧数       361         帧数       361         帧须       10         最小间隔       0.1          ※型         位置       位置          ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●<	开始时间	0						
結束时间 36 校数 361 校数 361 校频 10 最小间隔 0.1 ① ① ① ② ② ① ② ① ② ② ② □ ② ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○ ○ ○ □ ○	长度和帧频		<b>•</b>			分析定义		
<ul> <li></li></ul>	结束时间	36						
帧频 10 最小间隔 0.1 一 ① ① ① ① ① ① ① ① ② ① ② ① ② ① ③ ① ② ① ③ ① ③	帧数	361		- 名称				
<ul> <li>最小间隔</li> <li>0.1</li> <li>一位置</li> <li>位置</li> <li>首选项 电动机 外部载荷</li> <li>电动机 自 至</li> <li>电动机 1 开始 终止</li> <li>子荒</li> <li>广注</li> <li>开荒</li> <li>启用</li> </ul>	帧频	10		AnalysisL	efinition I			
○       ○	最小间隔	0.1		- 类型				
●       当前         ●       当前         ●       生         ●       当前         ●       生         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       二         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●         ●       ●	- 総守的图示			位置				•
<ul> <li>● 当前</li> <li>● 供照:</li> </ul>	SACEN JALO D			首选项	电动机	外部載荷		
●       ●		ĥ		电动机		自	至	]
①     介斎       ①     介斎       □     一       ①     竹前       ○     ()       ○     ()			5	电动机 1		开始	终止	#
开离       启用       初始配置       ● 当前       ● 快照:		Î	2	-				"""
○ 当前       ○ 快照:			升离					
<ul> <li>初始配置</li> <li>● 当前</li> <li>○ 快照:</li> </ul>		启用	€ ▼					
<ul> <li>● 当前</li> <li>○ 快照:</li> </ul>	初始配置							
	● 当前							
			× 00					
运行(R)         确定         取消         运行(R)         确定	运行(R)	确定	目 取消	运行(R)			确定	取消

图 2.1.16 【分析定义】对话框



(2)运行已经定义的分析。单击【分析定义】对话框中的【运行】按钮,可以看到图形窗 口中的连杆绕步骤 2 中定义的运动轴回转了一周,同时在机构树的"回放"节点生成一个分 析结果。

步骤 6: 查看分析结果。

(1)回放分析结果。单击【机构】选项卡【分析】组中的回放按钮 ♪,弹出【回放】对话框如图 2.1.18 所示。单击顶部的 ● 按钮,弹出【动画】对话框如图 2.1.19 所示,单击播放按钮 ▶ 播放步骤 5 中创建的运动分析结果。单击【捕获】按钮,可以将运动过程捕获并存盘。本例动画参见配套文件 ch2\ch2\_1\_example2\ch2\_1\_example2.mpg。

(2)保存分析结果集。单击【回放】对话框中的存盘按钮 📊,将分析结果集以"pbk"格式存盘,下次打开机构文件时,单击【回放】对话框中的打开按钮 📂 可打开此结果集。