

普通高等教育系列教材

Creo 5.0

基础与实例教程

颜兵兵 郭士清 殷宝麟 主编

立体化·新形态教材



51 个操作视频



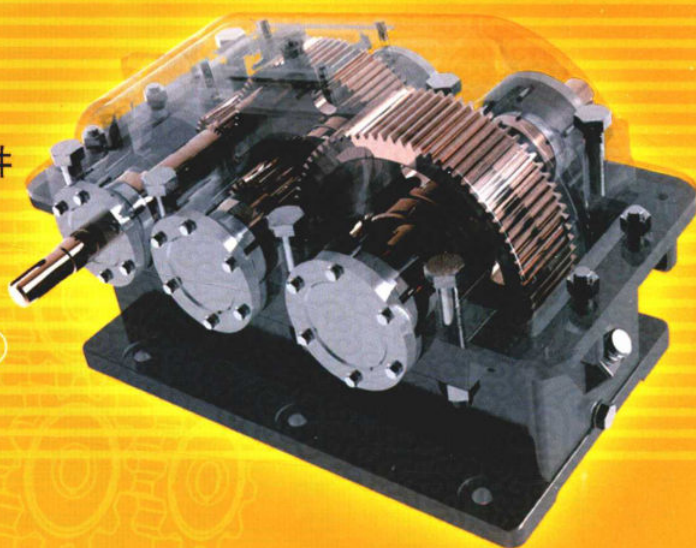
操作实例、练习题源文件



教学 PPT



<http://www.cmpedu.com>



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育系列教材

Creo 5.0 基础与实例教程

颜兵兵 郭士清 殷宝麟 主 编

黄德臣 刘启生 臧克江 副主编

机械工业出版社

本书基于美国参数技术公司 (PTC) 推出的 Creo 5.0 中文版进行编写, 以二级减速器设计为主线, 主要介绍草绘模块、零件设计模块、结构分析模块、装配模块、机构模块、工程图模块和 NC 装配模块等常用模块的基本功能及其建模过程, 基本覆盖了机械产品设计与分析的全流程。本书共 8 章, 内容全面, 讲解循序渐进、由浅入深。本书第 1 章概述了计算机辅助设计技术发展现状, 介绍了 Creo 软件概况, 后续 7 章分别以二级减速器各零部件为研究对象进行案例讲解, 使读者能够快速融入 Creo 软件的学习和运用中, 并辅以相关知识梳理与软件实操技能延伸, 将知识获取与能力提升有机融合, 帮助读者学以致用。

本书配有源文件和习题文件, 需要的教师可登录 www.cmpedu.com 免费注册, 审核通过后下载, 或联系编辑索取 (QQ: 2850823885, 电话: 010-88379739)。

图书在版编目 (CIP) 数据

Creo 5.0 基础与实例教程 / 颜兵兵, 郭士清, 殷宝麟主编. —北京: 机械工业出版社, 2019.12

普通高等教育系列教材

ISBN 978-7-111-64315-9

I. ①C… II. ①颜… ②郭… ③殷… III. ①计算机辅助设计-应用软件-高等学校-教材 IV. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 291850 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: 胡 静 责任编辑: 胡 静

责任校对: 张艳霞 责任印制: 郜 敏

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2020 年 1 月第 1 版 · 第 1 次印刷

184mm×260mm·16.25 印张·402 千字

0001—2500 册

标准书号: ISBN 978-7-111-64315-9

定价: 55.00 元

电话服务

客服电话: 010-88361066

010-88379833

010-68326294

封底无防伪标均为盗版

网络服务

机 工 官 网: www.cmpbook.com

机 工 官 博: weibo.com/cmp1952

金 书 网: www.golden-book.com

机工教育服务网: www.cmpedu.com

前 言

本书基于成果导向教育理念,明确教学目标,设计全书结构,优化章节内容,基于美国参数技术公司(PTC)推出的Creo 5.0中文版,以二级减速器设计为主线,主要介绍草绘模块、零件设计模块、结构分析模块、装配模块、机构模块、工程图模块和NC装配模块等常用模块的基本功能及其建模过程,基本覆盖了机械产品设计与分析的全流程。本书共8章,内容全面,讲解循序渐进、由浅入深。第1章概述了计算机辅助设计技术发展现状,介绍了Creo软件概况,后续7章分别以二级减速器各零部件为研究对象进行案例讲解,使读者能够快速融入Creo软件的学习和运用中,并辅以相关知识梳理与软件实操技能延伸,将知识获取与能力提升有机融合,帮助读者学以致用。

本书为黑龙江省高等教育教学改革研究项目“基于成果导向教育的机械类创新教育课程体系构建方法研究”(SJGY20170588)和黑龙江省教育科研“十二五”规划课题“基于CDIO模式的卓越工程师培养中机械设计类主干课程改革”(14G134)的阶段性成果,旨在为教师提供适用于知识传授、能力培养、素质提升的全方位教学辅助材料,针对三维建模技术的基本理论和方法,采用多媒体课件,以课堂讲授为主,辅以随堂测试,加强学生课堂学习知识的效果;针对典型机构的建模方法,采用案例分析与实操训练,加强学生对知识的理解及运用知识解决实际工程问题的能力;针对复杂机械产品的设计与研究,采用项目设计与答辩汇报,加强学生运用语言和文字清晰表达设计思想的能力训练,逐步提高自主学习意识与能力。

本书学习目标明确,期望读者通过本书的学习,能够了解计算机辅助设计的基本知识和方法,并能用于机械产品的方案设计,能够理解三维实体建模的基本原理与造型方法;熟悉单一几何特征数字模型的构建方法,具备针对典型零部件的识别与表达能力;能够掌握三维实体建模的基本技能,构建机械产品整体及组成单元的数字模型,并进行有效的模拟与分析,具备初步运用计算机工程设计软件进行复杂产品方案设计的能力;通过阅读、理解并加以实践,且有效地与他人交流与沟通,能够根据机械产品的设计与研究,以语言和文字的方式清晰表达自己的设计思想,提升自主获取知识与技术的技能。

本书第5、6章由佳木斯大学颜兵兵负责编写;第1、2、3章由佳木斯大学殷宝麟、郭士清负责编写;第7章由龙岩学院臧克江、佳木斯大学陈光负责编写;第8章由佳木斯大学黄德臣、张宝岩负责编写;第4章由佳木斯大学刘启生、苏弘扬负责编写。本书由颜兵兵教授进行统稿。

感谢在本书编写期间,帮助校稿的硕士研究生。还要感谢本部门的同仁,他们在目标设定、结构设计、内容优化等方面提供了多方面的协助。最后,衷心感谢黑龙江省高等教育教学改革研究项目和黑龙江省教育科研规划课题的大力支持。

为方便读者练习，本书提供范例、配置文件、课后练习等随书资源，并按文件类型分类，包括如下内容。

- 1) “Exercise” 文件夹，按章节存放例题与练习内容的准备文件。
- 2) “Result” 文件夹，按章节存放例题与练习结果文件。

本书虽经再三审校对，疏漏之处在所难免，盼各界人士赐予指正，以期待再版时加以更正。

编者

目 录

前言	
第 1 章 概述	1
1.1 计算机辅助技术简介	1
1.1.1 CAD/CAE/CAM 技术	1
1.1.2 参数化设计	4
1.2 Creo 软件简介	6
1.2.1 PTC 概况	6
1.2.2 Creo 设计理念	6
1.2.3 Creo 软件功能模块	7
1.2.4 Creo 软件的安装与卸载	11
1.2.5 Creo 软件工作界面	14
1.2.6 Creo 软件目录与文件管理	20
1.2.7 Creo 软件配置文件	21
1.3 产品设计流程	22
1.4 练习	23
第 2 章 二维图形绘制	24
2.1 草绘模块简介	24
2.1.1 草绘模块功能说明	24
2.1.2 草绘模块基础	24
2.2 创建草图	26
2.2.1 草图的绘制	26
2.2.2 草图的编辑	34
2.2.3 草图的标注	36
2.2.4 草图的几何约束	37
2.2.5 草图的检查	39
2.3 实例设计	40
2.3.1 垫片设计	40
2.3.2 齿轮轮廓线设计	41
2.4 练习	43
第 3 章 零件设计	48
3.1 零件设计模块简介	48
3.1.1 零件设计模块功能说明	48
3.1.2 零件设计模块基础	48
3.2 零件实体建模	50
3.2.1 箱体类零件	50
3.2.2 轴类零件	76
3.2.3 盘类零件	83
3.2.4 其他零件	94
3.3 其他操作	97
3.3.1 标准件的调用	97
3.3.2 特征的编辑	101
3.4 练习	107
第 4 章 结构分析及优化设计	108
4.1 结构分析模块简介	108
4.1.1 结构分析模块功能说明	108
4.1.2 结构分析模块基础	108
4.2 结构分析	110
4.2.1 建立结构分析模型	110
4.2.2 结构分析研究	115
4.3 优化设计	120
4.3.1 标准设计研究	120
4.3.2 敏感度分析研究	123
4.3.3 优化设计研究	126
4.4 练习	128
第 5 章 装配设计	129
5.1 装配设计模块简介	129
5.1.1 装配设计模块功能说明	129
5.1.2 装配设计模块基础	129
5.2 装配设计实例	132
5.2.1 轴系的装配	132
5.2.2 下箱体装配	134
5.2.3 箱体的装配	136
5.3 其他操作	141
5.3.1 装配体的元件操作	141
5.3.2 模型的外观处理	143

5.3.3 模型的视图管理	145	7.2.2 比例	179
5.4 练习	151	7.2.3 字体	179
第 6 章 机构运动仿真	152	7.2.4 图线	179
6.1 机构模块简介	152	7.2.5 尺寸标注	180
6.1.1 机构模块功能说明	152	7.3 工程图设计实例	181
6.1.2 机构模块基础	153	7.3.1 工程图模板的创建	181
6.2 典型机构运动仿真	155	7.3.2 总装图	187
6.2.1 铰链四杆机构	155	7.3.3 零件图	197
6.2.2 齿轮机构	158	7.4 练习	211
6.2.3 凸轮机构	162	第 8 章 数控加工模拟	212
6.2.4 带传动机构	164	8.1 NC 装配模块简介	212
6.2.5 链传动机构	166	8.1.1 NC 装配模块功能说明	212
6.2.6 槽轮机构	168	8.1.2 NC 装配模块基础	212
6.3 组合机构运动仿真	171	8.2 NC 装配	214
6.4 练习	174	8.2.1 车削加工	214
第 7 章 工程图设计	175	8.2.2 铣削加工	230
7.1 工程图模块简介	175	8.2.3 孔加工	238
7.1.1 工程图模块功能说明	175	8.2.4 CL 文件后处理	244
7.1.2 工程图模块基础	175	8.3 练习	246
7.2 工程图基础	177	附录	247
7.2.1 图纸幅面和格式	177	附录 A 减速器设计	247

第1章 概 述

学习目标

通过本章的学习，读者可从以下几个方面进行自我评价。

- 了解 CAD/CAE/CAM 技术的发展及常见系统。
- 了解 PTC 概况，熟悉 Creo 软件的设计理念及其功能模块。
- 掌握 Creo 软件的安装方法，能够独立完成安装与卸载操作。
- 理解启动目录与工作目录的含义及其使用方法。
- 理解参数化设计的含义。
- 熟悉机械产品设计的一般流程。
- 掌握 Creo 软件配置文件的使用方法。
- 合理规划学习时间，与他人进行有效交流与沟通，独立完成练习，逐步培养自身获取新知识与技能的能力。

1.1 计算机辅助技术简介

1.1.1 CAD/CAE/CAM 技术

产品开发过程大体分为设计、分析和制造 3 个主要环节，提高产品开发效率、缩短开发周期是企业十分关注的问题。其中，设计是对产品的功能、性能和材料等内容进行定义，其主要结果是对产品形状和大小的几何描述。传统设计的几何描述方式是工程视图，载体为图纸。现代设计的几何描述方式主要采用三维几何模型，载体为计算机。分析是对产品的功能和性能进行预测和验证，以保证产品在制造以后能够实现预期功能和满足各种性能指标。分析是保证产品质量的重要环节，是评估设计方案、优化产品结构的重要手段。制造是利用生产系统将设计结果转化为产品实物的过程，主要包括工艺设计、生产调度、加工、装配和检测等环节。

随着计算机科学技术的发展，计算机辅助设计（Computer Aided Design, CAD）、计算机辅助工程（Computer Aided Engineering, CAE）、计算机辅助制造（Computer Aided Manufacturing, CAM）等技术在产品研发过程中得到了广泛应用，使产品的设计、分析和制造整个过程发生了深刻变化，极大地提高了产品质量和研发效率，已成为企业技术创新和开拓市场的重要技术手段。计算机技术在产品开发过程中的应用如图 1-1 所示。

CAD、CAE 和 CAM 是分别支撑设计、分析和制造环节的信息化技术，具有各自独特的功能，且相互内在关联。将 CAD、CAE、CAM 技术有机集成，实现 3 种技术的一体化应用，是进一步提高产品开发效率的有效途径。



1. CAD 技术

CAD 技术是指工程技术人员利用计算机从事工程设计（如草图绘制、零件设计和装配设计等）的方法，其实质是将设计意图转化为计算机表示的可视化模型方法，其作用是表达工程产品的外形结构，为产品评估、分析和制造提供依据。

2. CAE 技术

CAE 技术是利用计算机从事工程分析的方法，其实质上是一种数值计算方法，其作用是预测产品性能，为产品结构优化提供依据和手段。工程分析的内容包括产品的运动与动力学特性分析、强度与刚度分析、振动特性分析、热特性分析和电磁屏蔽特性分析等。针对不同的分析内容，CAE 技术有不同的原理和数值方法，因此，广义的 CAE 技术可能包括种类繁多的分析方法。

☑ 有限元法作为一种有效的数值方法，可用于结构、流体、温度和电磁等物理场的分析，已在航空航天、汽车、机械和电子等行业得到广泛应用，成为目前应用最广的一种数值计算方法，因此 CAE 软件被很多人直接认为是有限元分析软件，或将有限元分析软件称为 CAE 软件。

3. CAM 技术

CAM 技术是利用计算机协助人进行制造活动的一种方法。广义 CAM 技术是指利用计算机所完成的一切与制造过程相关的方法和技术，涵盖工艺设计、生产规划和制造执行等过程。由于这些环节也有专门的技术和方法，如计算机辅助工艺规划（CAPP）、企业资源规划（ERP）和制造执行系统（MES）等，因此目前广泛采用狭义的 CAM 概念。狭义 CAM 技术是指利用计算机辅助完成零件数控加工程序的编制，主要内容包括工艺参数设置、加工方法选择、加工路径定义、加工过程仿真与碰撞检验、加工代码生成与后处理等。

4. CAD/CAE/CAM 的集成与一体化应用

在 CAD、CAE、CAM 三种技术中，CAD 系统提供产品的几何模型（包括零件模型和产品装配模型），CAE 系统基于几何模型定义分析模型（如有限元网格的自动划分），CAM 系统利用几何模型定义刀具路径。因此，几何模型是三者联系的纽带，如图 1-2 所示。

由图 1-2 可知，产品的几何模型是 CAE、CAM 系统工作的基础。如果三种系统彼此孤立（称为自动化孤岛），CAE、CAM 系统在工作之前必须重新建立几何模型，这就会造成大量的重

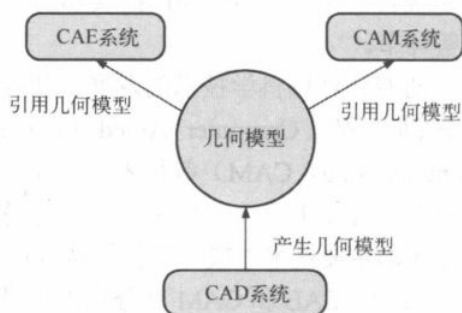


图 1-2 CAD、CAE、CAM 系统的关系

复工作，从而降低产品的开发效率。因此，CAD 系统产生的几何模型应为 CAE、CAM 系统所重用，即 CAD 系统产生的几何模型应能够自动完整地传送到 CAE、CAM 系统，这种自动传送的机制就是 CAD/CAE/CAM 的集成方法。对于集成的 CAD/CAE/CAM 系统而言，由于几何模型能在 3 种系统之间自动传送和共享，因此设计、分析和制造过程可以有机地联系在一起。CAD 系统的设计结果能得到 CAE、CAM 系统分析和制造工艺的验证，且及时指导设计方案的修改，因此形成了以几何模型为中心的 CAD/CAE/CAM 一体化应用。

目前，商用的 CAD、CAE、CAM 一体化软件有 Creo、I-DEAS、UG 和 CATIA 等，均可在统一的平台下实现设计、分析和制造 3 种功能，且内部统一的数据结构保证了设计数据、分析数据和制造数据的一致性和相关性，从而实现 3 种过程的联动，即设计数据的更改会自动影响分析模型和制造数据；同时，分析、制造环节对设计数据的修改也会自动反映到设计模型中，这种产品数据的全相关性是实现网络环境下并行设计的基础。

5. 常见 CAD/CAE/CAM 软件

随着计算机技术的飞速发展，CAD/CAE/CAM 技术也得到了快速发展。特别是 20 世纪 90 年代以来，三维 CAD 技术、具有自动化分网格功能的有限元分析技术、图形化数控 (Numerical Control, NC) 编程技术得到了广泛应用，涌现出一批功能强大的 CAD/CAE/CAM 软件，推动了 CAD/CAE/CAM 技术进入一个新的技术水平和应用阶段。

目前全球有很多商业化的 CAD/CAE/CAM 软件，它们具有各自的技术特点和优势，并在不同行业都得到应用。从功能角度来看，这些系统可分为以下两类。

1) 以单一功能为主的 CAD、CAE 或 CAM 软件，如 AutoCAD、SolidEdge 等以设计为主要特征，ANSYS、MSC/NASTRAN、ABAQUS 等以有限元分析为主要特征，MasterCAM 则主要面向制造。这类软件的特点是专业化强、功能突出，特别是专业有限元分析软件的网络划分和计算能力很强。

2) 集成的 CAD/CAE/CAM 软件，如 Creo、I-DEAS、UG、CATIA、SOLIDWORKS 等，以设计功能为主，集成了部分分析和制造功能。这类软件的特点是几种功能统一在同一软件平台下，各类数据传输方便，功能无缝集成，易于实现设计、分析和制造的并行，但分析和制造功能不及专业软件强。表 1-1 列出了目前市场上常用的 CAD/CAE/CAM 软件。

表 1-1 CAD/CAE/CAM 软件

软件名称	开发公司	类别	特 点
Creo	美国 PTC	集成化应用软件	率先推出参数化设计技术，设计以参数化为特点，基于特征的参数化设计功能大大提高了产品建模效率。兼有有限元分析和 NC 编程功能，但分析能力一般
UG	德国西门子公司	集成化应用软件	将参数化和变量化技术与实体、线框和表面功能融为一体的复合建模技术，有限元分析功能需借助专业分析软件的求解器，CAM 专用模块的功能强大
CATIA	法国达索公司	集成化应用软件	率先采用自由曲面建模方法，在三维复杂曲面建模及其加工编程方面极具优势，有限元分析功能需借助专业分析软件的求解器
I-DEAS	美国 SDRC 公司	集成化应用软件	采用业界最具革命性的 VGX 超变量化技术，率先推出主模型技术实现设计、分析与制造环节的无缝集成，在 CAD/CAE/CAM 一体化技术方面一直居于世界榜首

(续)

软件名称	开发公司	类别	特 点
SOLIDWORKS	美国 SOLIDWORKS 公司 (已被法国达 索公司收购)	集成化应用 软件	具有特征建模功能、自上而下和自下而上的多种设计方式; 动态模拟装配过程, 在装配环境中设计新零件; 兼有有限元分析和 NC 功能, 但分析和数控加工能力一般
ANSYS	美国 ANSYS 公司	专业有限元 分析软件	可进行多场和多场耦合分析, 包括结构、电磁、热、声和流体等物理场特性的计算, 是目前应用非常广泛的一种通用有限元分析软件
NASTRAN	美国 MSC 公司	专业有限元 分析软件	采用模块化组装方式, 拥有很强的分析功能, 而且具有较好的灵活性, 用户可根据自己的工程问题和系统需求, 通过模块选择、组合获取最佳的应用系统
ABAQUS	美国 ABAQUS 公司	专业有限元 分析软件	广泛应用于非线性及线性结构的数值计算, 解题范围广泛而深入; 对使用者的理论基础和物理知识要求较高
LS-Dyna	美国 LSTC 公司	专业有限元 分析软件	世界上最著名的通用显式动力分析程序, 能够模拟各种复杂问题, 可求解二维、三维结构的高速碰撞、爆炸和金属成型等非线性动力冲击问题, 同时可求解传热、流体及流固耦合问题
ADINA	美国 ADINAR&D 公司	专业有限元 分析软件	适用于机械、土木建筑等众多领域, 可进行结构强度设计、可靠性分析评定和科学前沿研究, 其非线性问题稳定求解、多物理场仿真等功能一直处于全球领先地位
AutoCAD	美国 AutoDesk 公司	CAD 软件	二维绘图功能强大, 是业界应用最早的二维 CAD 软件。目前在全球应用非常广泛, 在国内拥有巨大的用户群
SolidEdge	德国 西门子公司	专业 CAD 软件	独有的内置 PDM 系统使设计者的工作效率大大提高; 拥有目前业界公认的最出色的钣金设计模块和一套优秀高效的完整解决方案; 专业化的设计环境, 使软件易学易用, 且具有简单的动静态分析功能
ADAMS	美国 Mechanical Dynamics 公司 (现 已并入 MSC 公司)	专业虚拟样 机仿真软件	集建模、求解、可视化技术于一体的虚拟样机软件, 是目前世界上使用最多的机械系统仿真分析软件。可产生复杂机械系统的虚拟样机, 真实仿真其运动过程, 并快速分析比较多参数方案, 以获得优化的工作性能, 从而减少物理样机制造及试验次数, 提高产品质量并缩短产品研制周期
MasterCAM	美国 CNC 公司	CAD/CAM 软件	具有强大的曲面粗加工及灵活的曲面精加工功能, 适用于造型设计、CNC 铣床、CNC 车床或 CNC 线切割等工程, 是中小企业最经济有效的全方位 CAD/CAM 软件

1.1.2 参数化设计

1. 参数化设计的本质意义

新产品开发时, 零件设计模型的建立速度是决定整个产品开发效率的关键。产品开发初期, 零件形状和尺寸存在一定模糊性, 需在装配验证、性能分析和数控编程之后才能确定。这就要求零件模型易于修改。参数化设计方法就是将模型中的定量信息变量化, 使之成为任意调整的参数。对于变量化参数赋予不同数值, 就可得到不同大小和形状的零件模型。

在 CAD 中要实现参数化设计, 参数化模型的建立是关键。参数化模型表示了零件图形的几何约束和工程约束。几何约束包括结构约束和尺寸约束。

- 结构约束是指几何元素之间的拓扑约束关系, 如平行、垂直、相切和对称等。
- 尺寸约束是通过尺寸标注表示的约束, 如距离尺寸、角度尺寸和半径尺寸等。
- 工程约束是指尺寸之间的约束关系, 通过定义尺寸变量及其在数值和逻辑上的关系来表示。

在参数化设计系统中, 设计人员根据工程关系和几何关系来明确设计要求。要满足这些

设计要求, 不仅需要考虑尺寸或工程参数的初值, 而且要在设计参数改变时仍能维护这些基本关系。将参数分为两类: 一类为各种尺寸值, 称为可变参数; 另一类为几何元素间的各种连续几何信息, 称为不变参数。参数化设计的本质是在可变参数的作用下, 系统能够自动维护所有的不变参数。因此, 参数化模型中建立的各种约束关系, 体现了设计人员的设计意图。

参数化设计可以大大提高模型生成和修改的速度, 在产品的系列设计、相似设计及专用 CAD 系统开发方面都具有较大的应用价值。参数化设计中的参数化建模方法主要有变量几何法和基于结构生成历程的方法, 前者主要用于平面模型的建立, 而后者更适用于三维实体或曲面模型的建立。

2. 参数化建模方法

(1) 利用基本特征进行参数化设计

在进行参数化建模之前, 首先要对模型进行形体分析, 将其分解为一系列可以通过布尔运算的方式组合在一起的基本几何元素和特征, 反之则无法通过基本特征进行参数化建模。在利用基本特征进行参数化建模时, 只有长方体、圆柱体、圆锥体和球体等基本几何元素可作为主特征, 其他特征均不能作为主特征, 只能与其产生依附或参考关系。除主特征之外, 其他各类特征如下。

- 基准特征: 包括基准面、基准轴和基准坐标系, 这些特征只能作为主特征与辅助特征之间的定位基准, 在建模过程中这些特征是可以进行参数驱动的。
- 与曲线相关的特征: 包括拉伸、旋转、扫描和管体, 这些特征必须是对曲线进行操作, 可以对实体的边缘进行操作, 也可以与草图结合进行参数化建模。
- 附加特征: 包括孔、槽和凸台等工程上常见的特征。虽然它们可以通过基本几何元素特征间接生成, 但由于在建模过程中经常出现, 所以将其进行特征标准化以便简化建模过程, 降低出错概率。但是这些特征只能在主特征上进行操作, 不能独立进行。
- 曲面相关特征: 这类特征可以通过几何对象的抽取、由曲线生成和由边界生成等操作创建, 它们与其对应的原始创建对象相互关联。

(2) 利用草图进行参数化设计

草图是与实体模型相关联的二维图形。它的方便之处在于: 草图平面可以进行尺寸驱动, 通过对草图对象添加约束方式或修改约束值来改变设计参数, 从而改变对象特征。通过对草图中的截面曲线进行拉伸、旋转和扫描等操作生成参数化实体模型, 从而提取模型中的截面曲线参数和拉伸参数来实现整个模型的尺寸驱动。

☑ 需要注意的是, 无论使用哪一种方法进行参数化建模, 在建模过程中只能有一个主特征, 其他特征都依附于主特征, 通过定位主特征基准点等几何元素, 可与主特征保持固定的位置关系。

3. 应用软件

常用的参数化设计 CAD 软件中, 主流的应用软件有 Creo (前身是 Pro/Engineer)、UG、CATIA 和 SOLIDWORKS, 四大软件各有特点并在不同的领域中分别占据一定的市场份额。Creo 是参数化设计的鼻祖, 因其参数化的特点在上市后迅速抢占了传统 CAD 软件巨

头 UG 和 CATIA 的部分市场份额，它主要应用于消费电子、小家电和日用品、发动机设计等行业。UG 和 CATIA 两个传统的软件巨头紧随 Creo 之后加入了参数化设计的功能，在传统的制造行业，如汽车、航空航天等行业，这两款软件占据绝对的市场份额。

1.2 Creo 软件简介

1.2.1 PTC 概况

美国参数技术公司（Parametric Technology Corporation, PTC）于 1985 年成立。1989 年上市即引起 CAD/CAM/CAE 业界的极大震动，其销售额及净利润连续 45 个季度递增，股市价值曾突破 70 亿美元，年营业收入超过 10 亿美元，成为 CAID/CAD/CAE/CAM/PDM 领域最具代表性的软件公司。

PTC 以 Creo（整合了 Pro/Engineer、CoCreate 和 ProductView）为代表的软件产品的总体设计思想体现了机械设计自动化（Mechanical Design Automation, MDA）软件的新发展，PTC 也成为全球最大、发展最快的 MDA 厂商之一。PTC 开发、销售和支持的软件整体解决方案，帮助制造企业先于其竞争对手开发出优秀产品，并快速推向市场。同时，PTC 也是经过库道斯软件科技（德国）有限公司高级质量数据交换格式（Advanced Quality Data Exchange Format, AQDEF）资格认证的公司之一。

PTC 提出的单一数据库、参数化、基于特征、全相关性及工程数据再利用等概念改变了传统 MDA 的观念，成为 MDA 领域的新业界标准。基于此概念开发的第三代产品 Pro/Engineer 软件能将设计到生产的过程集成在一起，让所有的用户同时进行同一产品的设计制造工作，即并行工程。

1.2.2 Creo 设计理念

1. AnyRole APPs

在恰当的时间向正确的用户提供合适的工具，使组织中的所有人都参与到产品开发过程中。最终结果是激发新思路、创造力及提高个人效率。

2. AnyMode Modeling

提供多范型设计平台，使用户能够采用二维、三维直接或三维参数等方式进行设计。在某一个模式下创建的数据能在任何其他模式中访问和重用，每个用户可以在所选择的模式中使用自己或他人的数据。此外，Creo 的 AnyMode 建模将让用户在模式之间进行无缝切换，而不丢失信息或设计思路，从而提高团队效率。

3. AnyData Adoption

用户能够统一使用任何 CAD 系统生成的数据，从而实现多 CAD 设计的效率和价值。参与整个产品开发流程的每一个人都能够获取并重用 Creo 软件所创建的重要信息。此外，Creo 将提高原有系统数据的重用率，降低技术锁定所需的高昂转换成本。

4. AnyBOM Assembly

为团队提供所需的能力和可扩展性，以创建、验证和重用高度可配置产品的信息。利用 BOM 驱动组件及与 PTC Windchill PLM 软件的紧密集成，提高团队的工作效率。

1.2.3 Creo 软件功能模块

Creo 软件是 PTC 于 2010 年 10 月推出的 CAD 设计软件包，其整合了 PTC 三款软件的核心技术（Pro/Engineer 的参数化技术、CoCreate 的直接建模技术和 ProductView 的三维可视化技术），是 PTC 闪电计划所推出的第一个产品。作为 PTC 闪电计划的一员，Creo 软件具备互操作性、开放和易用 3 大特点，旨在解决 CAD 行业中诸如数据难共用、不易操作等问题。

Creo 软件包括 11 个设计模块，分别如下。

1. 柔性建模扩展（Flexible Modeling Extension, FMX）

（1）Creo FMX 简介

Creo FMX 是 Creo Parametric 的一款定义行业的附加产品。对于需要借助参数化三维 CAD 解决方案优势及灵活性的设计工程师，Creo FMX 提供了理想的解决方案：一组易用、快速且功能强大的几何编辑工具，可以在完全体现所有设计意图的情况下随心所欲地进行更改。

在产品开发过程中，尤其是在动态的竞争环境中，工程团队需要应对诸多挑战。设计工程师必须迅速响应项目或标书，快速形成设计理念，或者根据客户或供应商的要求对产品进行后期更改。为节约时间，用户可以利用现有三维 CAD 模型并对其进行修改。如果用户不了解模型是如何构建的或模型的设计意图缺失，那么此过程可能会非常耗时，因为用户可能需要重新构建模型。

通过 Creo FMX，设计工程师可以利用方便而快速的直接建模法编辑三维 CAD 数据，同时还能够保留原始设计意图。设计工程师可以与其他工程师更好地合作，更轻松地处理多种 CAD 数据。无论是处于概念化设计的初期阶段，还是处于尝试简化产品几何图形的阶段，Creo FMX 都能为用户提供合适的工具，以最有成效的方式完成任务，从而加速概念设计和详细设计过程。

（2）功能和优势

- 易于使用和学习。与几何图形的直观互动，有助于用户快速、轻松地设计任何三维 CAD 模型。
- 原始设计意图得以保留，并且能捕获用户所做的编辑，将其视为未来可以进一步修改的特征。
- 轻松整合并编辑其他 CAD 系统中的数据，从而提高多 CAD 环境中的工作效率；用户也可以为已导入的数据添加参数化设计意图。
- 更快、更灵活的三维编辑可以提高详细设计和下游产品开发过程的工作效率和生产效率。
- 加速概念设计和标书的制作。采用 Creo FMX 可以更快地编辑和重复利用三维设计概念。
- 更快地处理已导入数据。在 Creo FMX 中，可以利用已导入数据编辑几何图形。
- 应用最新设计变更。Creo FMX 可以提高编辑三维 CAD 模型的灵活性，因此可以更快、更轻松地执行设计更改。

- 简化 CAE 和 CAM workflow。Creo FMX 可以帮助用户简化或编辑几何图形，以便为设计、优化、下游模拟、NC 和工具设计构建三维 CAD 模型。

2. 可配置建模 (Options Modeling Extension, OMX)

(1) Creo OMX 简介

Creo OMX 是完全集成的 Creo Parametric 附加产品，适用于需要获得参数化三维 CAD 解决方案的所有功能，同时还要能够创建和验证模块化产品体系结构的用户。

利用 Creo OMX，设计师可以创建模块化产品体系结构及定义产品模块的接合和装配方式，从而快速创建和验证任何特定客户的产品。在与 PTC 的产品生命周期管理软件 Windchill 配合使用时，Creo OMX 能让制造商生成和验证由单个物料清单 (BOM) 定义的产品准确三维表示形式。

Creo OMX 与 Creo Parametric 的组合能让设计师检查各个属性 (如精确的质量和重心)，甚至检查和解决关键区域的问题 (如干涉)，从而验证设计的产品。

(2) 功能和优势

- 在设计阶段的早期，在三维环境下创建和验证产品模块，缩短设计周期。
- 直接重复使用来自 Creo 的三维模型，以及重复使用来自 Windchill 的 BOM 和产品配置业务逻辑，减少过程错误和工程返工。
- 定义公共的体系结构和产品模块自动创建任何产品，并管理这些产品的接合和装配方式。
- 自动完成本来要使用大量人力执行且易于出错的任务，更早地优化产品。
- 更早地共享产品设计方案及获取其他内部团队、供应商和客户的反馈，准确进行沟通。

3. 二维概念设计 (Layout Extension)

(1) Creo Layout Extension 简介

Creo Layout 提供一个完善的二维环境，其中包含了二维设计师开发概念设计所需的所有工具。Creo Layout 所采用的基础技术与 Creo 系列的其他产品一样，因此，可以无缝地将这些二维设计重复用作三维模型的基础，而无须在三维模型中导入或重新创建数据。此外，可以根据需要保留二维和三维设计之间的相关性，从而确保在后期对二维设计的更改自动反映在三维模型中。

(2) 功能和优势

- 利用无约束的绘制功能创建和管理二维设计。使用 Creo Layout 中丰富的草绘和几何形状操控工具创建二维设计；还可以在二维模型设计中添加尺寸、注解、符号、表格和绘图格式，以及使用结构、标记和组来组织设计方案；利用直观的可视化工具轻松浏览大型的二维设计。
- 通过重复使用二维和三维设计缩短工程时间。通过重复使用现有的设计，更快速地开始进行新的二维设计；可以从 Creo Parametric 导入三维模型的横截面，也可以导入各种标准二维格式的现有二维数据；还可以追踪导入的光栅图像以生成草绘。
- 将二维设计与三维模型集成。作为独立的应用程序，Creo Layout 与 Creo Parametric 集成在一起，因此，可以使用在 Creo Layout 中生成的二维设计在 Creo Parametric

中构建三维模型。通过在三维零件和装配中参照部分或全部二维设计，可以缩短设计周期。

4. 高级装配扩展 (Advanced Assembly Extension, AAX)

(1) Creo AAX 简介

创新产品的设计通常涉及创建和管理一系列元器件和子装配。Creo AAX 通过设计标准管理、自顶向下的装配设计和装配过程规划等功能，提高了分布式团队的生产效率。

(2) 功能和优势

- 使用功能强大的工具支持任何自顶向下的设计过程，便于设计复杂的产品。
- 有计划地创建备用的产品变型，允许快速地进行批量产品自定义。
- 使用关键的工程数据创建文件化和驱动模型配置的布局。
- 为详细的制造说明、修复和维护手册创建装配图和进程计划。
- 有效的装配管理改善了详细设计、变型设计和生成过程。

5. ECAD-MCAD 协作扩展 (ECAD-MCAD Collaboration Option)

(1) Creo ECAD-MCAD 简介

即使是最有经验的团队，提供创新的机电设计也是很有挑战性的。在完全不同的电气和机械设计解决方案之间传递设计变更会很烦琐和低效，同时协调职能分散或地理分散的设计工作也更为复杂。PTC Creo ECAD-MCAD Collaboration Extension 可帮助用户克服这些障碍，并改善电气和机械设计师之间的设计协作。ECAD-MCAD 利用了 PTC Creo 和 PTC Creo View，帮助用户改善机电详细设计过程、减少协作错误，以及更快速地将产品投放市场。

(2) 功能和优势

- 改进了基于 IDF 的流程，便于识别变更和协同实施增量式变更。
- 使机械和电气工程师能够更快速和更频繁地沟通，减少工作的中断。
- 及早发现并控制跨专业变更的意外后果，以减少后期变更带来的错误。例如，使机械工程师在提出变更建议之前，能够更好地了解该变更对电气设计的影响。
- 利用增量式变更显示和在 MCAD 与 ECAD 模型视图之间交叉突出显示的能力，更快速地传递设计变更。
- 同步或异步地提议、接受或拒绝变更。

6. 钢结构设计专家 (Expert Framework Extension, EFX/AFX)

(1) Creo AFX 简介

钢和铝框架作为各种设备的基础构件，在制造相关行业中都得到了广泛应用。Creo AFX (原为 EFX) 专为机器设计师和设备制造商量身定制，可简化和加速结构设计。此结构设计软件的智能元件库和自动创建可交付结果使框架设计的速度比标准的设计技术最高快 10 倍。

(2) 功能和优势

- 从概念到生产的过程非常简单，便于设计任何包含等剖面轮廓的产品。
- 享受从二维系统到三维 CAD 的高效转变。
- 自动创建完善的文件，包括物料清单和装配图。
- 与标准的 CAD 技术相比，在设计框架时的效率最高可提高 10 倍。

7. 塑胶模具专家 (Expert Moldbase Extension, EMX)

(1) Creo EMX 简介

许多模具制造者依赖于二维 CAD 方法来设计模架。Creo EMX 提供了一个理想的解决方案。此软件基于过程并且易于学习,使模具制造者能在熟悉的二维环境中工作,同时利用三维模型的强大功能和优点,显著地缩短了生产周期。

(2) 功能和优势

- 通过由过程驱动简单工作流自动完成模架设计和细化,从而加快设计速度。
- 包含 17 种模架/组件(如螺钉、顶杆、滑块和冷却接头)的供应商的库。
- 自动顶杆、水线和接头功能,自动完成流道和水线检查。
- 通过三维环境消除了许多错误,防止了昂贵的返工开销并缩短了生产周期。
- 通过自动更新模具模型、绘图和电极,减少了对重新设计的需求。

8. 冲压模具专家 (Progressive Die Extension, PDX)

(1) Creo PDX 简介

PDX 是 Creo 的一个扩展模块。Creo PDX 面向过程的工作流程能自动执行级进模的设计和细化工作,从而加快投入生产的速度;包含大型的模具组件和紧固件库,从而加快详细设计速度;加快展平和识别特征的速度,以便于分段处理,提高了设计灵活性,甚至允许在创建模具后添加新的阶段;通过自动完成重复性任务来提高效率,如创建间隙切口。

(2) 功能和优势

- 可以为钣金件快速和方便地设计级进模和单工序模。
- 利用定制的解决方案来开发级进模的模具,从而取得更好的效果。
- 向导可指导用户完成自定义钢带布局定义、冲头模具创建及模具组件的放置和修改。
- 文件、间隙切口和钻孔均会自动创建,能避免手动执行容易出现的错误。

9. 自由曲面设计 (Interactive Surface Design Extension II, ISDX)

(1) Creo ISDX 简介

利用 Creo ISDX 的自由形状曲面设计功能,设计者和工程师可以快速、轻松地设计极为准确并且具有独特美感的产品。

(2) 功能和优势

- 在一个环境中结合自由形状曲面设计 and 专业曲面设计意味着无须在设计和工程环节之间传输数据。
- 设计精确的曲线和曲面以获得精心研制的可制造产品。
- 在任何时候所做的变更均完全关联,从而可以满怀信心地研究不同的设计。
- 直观的用户界面提供了直接的曲面编辑功能和实时的反馈,使用户能快速设计出极具创意的产品。

10. 高级渲染 (Advanced Rendering Extension, ARE)

(1) Creo ARE 简介

要使自己的设计方案与竞争对手的截然不同,作品带给人的视觉印象与产品的外形和功能同样重要。利用 Creo ARE,用户可以快速创建出令人印象深刻、逼真的产品图像;还可以制作出更丰富的营销材料,在更短的时间内进行更有吸引力的设计,而无须使用昂贵的物