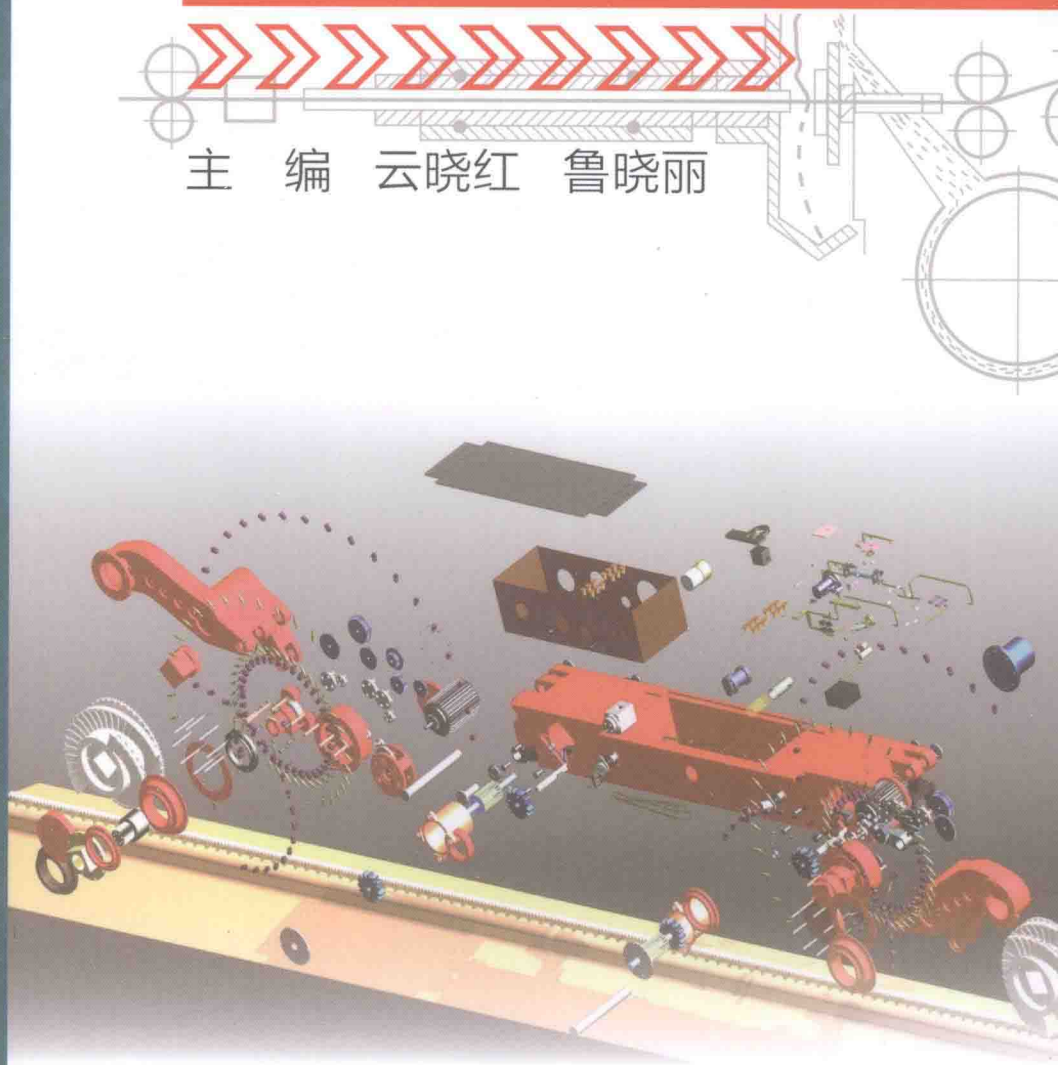




21世纪应用型课程项目化教学系列教材◎机电类

Pro/ENGINEER 5.0 产品设计

主 编 云晓红 鲁晓丽



东北大学出版社
Northeastern University Press



21世纪应用型课程项目化教学系列教材◎机电类

Pro/ENGINEER 5.0

产品设计

主 编 云晓红 鲁晓丽

副主编 李 美 杨 迪

李 丹 吴春庆

主 审 唐德裙

东北大学出版社

·沈 阳·

© 云晓红 鲁晓丽 2014

图书在版编目 (CIP) 数据

Pro/ENGINEER 5.0 产品设计 / 云晓红, 鲁晓丽主编. —沈阳: 东北大学出版社, 2014.4

ISBN 978-7-5517-0578-3

I. ①P… II. ①云… ②鲁… III. ①工业产品—产品设计—计算机辅助设计—应用软件—高等职业教育—教材 IV. ①TB472-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 080297 号

出版者: 东北大学出版社

地址: 沈阳市和平区文化路 3 号巷 11 号

邮编: 110004

电话: 024—83680267 (社务室) 83687331 (市场部)

传真: 024—83680265 (办公室) 83680178 (出版部)

网址: <http://www.neupress.com>

E-mail: neuph@neupress.com

印刷者: 沈阳市第二市政建设工程公司印刷厂

发行者: 东北大学出版社

幅面尺寸: 185mm×260mm

印 张: 18

字 数: 416 千字

出版时间: 2014 年 4 月第 1 版

印刷时间: 2014 年 4 月第 1 次印刷

组稿编辑: 牛连功

责任编辑: 杨 阳 潘佳宁

责任校对: 文 玉

封面设计: 刘江旸

责任出版: 唐敏志

ISBN 978-7-5517-0578-3

定 价: 38.00 元

21 世纪应用型课程项目化教学系列教材◎机电类

编审委员会

- 主 任 林韧卒 (牡丹江大学)
- 副主任 金 武 (牡丹江大学)
- 陈英奎 (牡丹江大学)
- 于火红 (牡丹江迈克机床制造有限公司)
- 钟 平 (牡丹江大学)
- 委 员 鲁晓丽 (牡丹江大学)
- 穆春祥 (牡丹江大学)
- 唐德裙 (牡丹江大学)
- 郭建业 (牡丹江利德石油机械)
- 史庆丰 (黑龙江华海煤矿有限公司)
- 李新阁 (牡丹江天合石油有限公司)
- 杨 明 (牡丹江木工机械厂)
- 王广有 (牡丹江市金环石化设备有限公司)
- 石玉江 (牡丹江大学)
- 关英凯 (牡丹江大学)

序

随着3D打印技术的兴起，引发了“第三次工业革命”，以三维数字化技术、逆向技术为代表的先进制造技术高速发展，使产品从设计、加工到销售都与传统模式有着较大的差别。为了推进中国工业化进程，促进“生产型制造”向“服务型制造”转变，迫切需要高校培养出在知识、能力、素质等诸方面都适应先进制造业的应用型人才。应用型人才的培养主要是围绕一线生产实际需要，突出职业技能和职业精神的培养。课程建设强调与一线生产实践的结合，重视实践性教学环节；注重基础、成熟和适用知识的熟练掌握与灵活应用。应用型人才培养模式需要建立起以提高行业应用能力和岗位职业能力为导向的课程体系，实现课程设置与工作岗位需求、课程内容与职业标准、教学过程与生产过程的“三对接”。

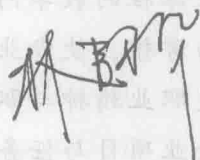
项目化教学既遵循现代教育教学规律，又以培养学生能力为核心，为培养优质应用型人才找到了一条切实可行的路径。课程项目化要根据职业能力培养的需要，密切联系产业与行业发展实际，将专业基础课程和专业课程的教学内容设计成具体技能的训练项目，根据项目组织实施教学与考核，使专业人才培养的能力目标得以实现。课程项目化的教学目标是职业精神与职业技能的综合培养；课程教学内容是与专业密切联系的企业项目与任务；教学方法强调学生自主性、师生互动性与成果应用性紧密结合。课程项目化是传统课堂教学模式的重大变革，它不仅使以学生为主体的课堂教学气氛变得更加活跃，而且从职业人才成长的角度使学生得到专业化训练。

牡丹江大学机电一体化技术专业突破传统观念，以“瞄准市场，跟踪市场，适应市场，服务市场”为基础，转变培养方式，与企业深度合作，以产品为载体，以工作过程为导向，与职业资格证书相连接，构建了基于工作过程系统化的课程体系。根据机电一体化技术专业对应的机电设备安装、调试、操作、维修与管理等职业岗位，通过对典型工作任务进

行分析,确定职业岗位能力要求,最终确定课程种类与门类,完成基于工作过程系统化课程体系的重构。在此基础上,与企业合作,共同开发了“做学教”一体化、具有工学结合特色的项目化课程,并编写了相应的项目化教材。本系列教材选取经典项目“一级减速器”作为课程贯穿项目,以“一级减速器”的设计、建模、二次开发、选材、工艺编制、加工以及使用设备的维护与维修等工作任务为载体,按照技术领域和职业岗位(群)的任职要求,参照机电一体化相关的职业资格标准整合序化教学内容,使教学内容与实际工作一致,突出学生职业能力的培养。

本系列教材打破了原有的以知识体系为主线的编写模式,以能力目标为主线,以项目或任务为载体,形成了各个既独立又相互联系的能力递进单元,每个单元又包括任务单(教学聚焦)、相关资讯、资讯引导、任务实施、拓展训练(深度训练)、课后任务等模块,既充分考虑了学生的认知规律又体现了职业性特点,具有很高的使用价值,是学生学习的好帮手。

在应用型人才培养模式下,教材的建设要强调与社会应用、工程实践及职业需求的充分接轨。项目化教学系列教材完全适应当前应用型人才培养的要求,值得借鉴和推广。真诚希望“21世纪应用型课程项目化教学系列教材”的出版能对我国职业教育和技能培训有所裨益,热切期待广大读者提出宝贵意见和建议,使教材更臻完善。



2014年4月10日

前言

Pro/ENGINEER (简称 Pro/E) 是美国 PTC 公司 (Parametric Technology Corporation, 参数技术公司) 1988 年推出的一款三维设计软件系统, 其功能非常强大, 包含了零件设计、产品装配、钣金设计、模具设计、NC 加工、仿真设计等, 广泛应用于产品的开发、检测、装配、仿真、加工、逆向设计等, 横跨航空航天、汽车、机械加工等设计加工领域。

Pro/ENGINEER 软件是目前常用的三维软件之一, 大学生要成为工程技术人员, 掌握此软件十分必要, 尤其在结合专业知识的前提下, 学会利用 Pro/ENGINEER 软件解决生产设计中的实际问题是至关重要的。

经过多年的 Pro/ENGINEER 软件教学, 我们发现, 单纯的学习软件的基本工具, 练习书本上具有步骤的模型, 学生离开书本, 建模的时候往往没有思路, 对于设计中遇到的实际问题束手无策。为此, 本书基于提高学生利用软件进行建模和设计的能力以及解决实际问题的能力进行编写。相比同类教材, 具有如下特色:

1. 项目化教材。采用一级减速器和电风扇造型的设计项目进行课堂教学, 能够使学生提高实际产品的建模能力和设计能力, 提高发现问题和解决实际问题的能力。

2. 以“教学聚焦+知识准备+深度训练”来组织全书内容, 将理论知识和实例对应起来, 使学生能够快速掌握软件各种工具的使用。

3. 全书内容条理清晰, 讲解详细, 图文并茂, 方便学生自学。

本书由云晓红、鲁晓丽主编, 副主编有李美、杨迪、吴春庆、李丹, 唐德裙主审。其中, 云晓红编写导课、项目任务 1-5、项目任务 1-7; 鲁晓丽编写项目任务 1-3、项目任务 1-4、项目任务 1-6、项目任务 1-8; 李美编写项目任务 2-1、项目任务 2-2、项目任务 2-3; 杨迪编写项目任务 1-1; 吴春庆编写附录 1、附录 2、附录 3、附录 4; 李丹编写项目任务 1-2、项目任务 2-4、附录 5。

由于作者水平有限, 如有疏漏之处, 恳请各位专家和读者批评指正。

编者

2014 年 3 月

目 录

导 课	1
项目任务	1
教学聚焦	1
课后任务	14
项目一 一级减速器的设计	15
项目准备	15
项目任务 1-1 二维零件图（传动轴和通气器）的设计	15
教学聚焦	15
知识准备	16
一、二维草绘截面绘制环境的介绍	16
二、草绘环境中的常用术语	17
三、草绘工具按钮简介	17
项目实施	19
深度训练	21
一、绘制直线（Line）	21
二、绘制矩形（Rectangle）	23
三、绘制圆及椭圆（Circle及 Ellipse）	25
四、绘制圆弧与圆锥弧（Arc）	27
五、绘制圆角（Fillet）	29
六、绘制倒角（Chamfer）	30
七、绘制样条曲线（Spline）	31
八、绘制点（Point）	32
九、绘制坐标系（Coordinate System）	32

2

一、创建基准平面	75
二、创建基准轴	80
三、创建基准曲线	83
四、创建螺旋扫描 (Helical Sweep) 特征	86
五、创建倒圆角 (Round) 特征	87
项目实施	88
深度训练	89
一、螺旋扫描特征的创建	89
二、倒圆角特征的创建	90
课后任务	94
项目任务 1-5 齿轮的设计	95
教学聚焦	95
知识准备	95
一、参数化设计	95
二、创建基准点	97
三、创建曲面特征	100
四、曲面的编辑	103
项目实施	111
深度训练	112
一、直齿圆柱齿轮的构建	112
二、扫描曲面特征的构建	125
三、边界混合曲面特征的构建	127
四、复制曲面特征的构建	130
五、修剪曲面特征的构建	131
六、延伸曲面特征的构建	133
七、实体化曲面特征的构建	134
八、移动曲面特征的构建	136
九、填充曲面和加厚曲面特征的构建	137
十、偏移曲面特征的构建	138
课后任务	140
项目任务 1-6 上箱体盖、下箱体的设计	141
教学聚焦	141

知识准备	141
一、创建筋 (Rib) 特征	141
二、创建拔模 (Draft) 特征	142
三、创建镜像 (Mirror) 特征	143
四、创建孔 (Hole) 特征	143
五、创建特征复制 (Copy)	145
项目实施	145
深度训练	147
一、拔模特征的构建	147
二、镜像实体特征的构建	148
三、孔特征的构建	148
四、特征复制的构建	151
五、筋特征的构建	152
课后任务	154
项目任务 1-7 一级减速器装配的设计	155
教学聚焦	155
知识准备	155
一、装配设计环境	155
二、装配参照及约束	157
三、允许假设	158
四、特殊装配方法	159
五、爆炸图	159
六、干涉检查	160
项目实施	161
深度训练	162
课后任务	178
项目任务 1-8 传动轴工程图的设计	178
教学聚焦	178
知识准备	178
一、Pro/ENGINEER 5.0 工程图的特点	178
二、Pro/ENGINEER 5.0 工程图的工作界面	179
三、工程图的组成	182

四、新建工程图的步骤	188
五、移动视图与锁定视图	189
项目实施	190
课后任务	191
项目二 电风扇的造型设计	192
项目准备	192
项目任务 2-1 支座的设计	192
教学聚焦	192
知识准备	193
创建混合 (Blend) 实体特征	193
项目实施	194
深度训练	196
一、平行混合特征的构建	196
二、旋转混合特征的构建	198
三、一般混合特征的构建	200
课后任务	203
项目任务 2-2 前罩和后罩的设计	204
教学聚焦	204
知识准备	204
一、创建扫描 (Sweep) 实体特征	204
二、创建可变剖面扫描 (Var Sec Sweep) 特征	205
三、创建壳 (Shell) 特征	206
项目实施	207
深度训练	209
一、扫描特征的构建	209
二、可变剖面扫描特征和壳特征的构建	217
课后任务	219
项目任务 2-3 叶片和固定架的设计	220
教学聚焦	220
知识准备	220
创建扫描混合 (Swept Blend) 特征	220
项目实施	222

深度训练	224
课后任务	229
项目任务 2-4 电风扇装配的设计	229
教学聚焦	229
项目实施	230
课后任务	231
附录 机构运动仿真	232
附录 1 机构运动学与动力学仿真设计简介	232
附录 2 建立机构运动仿真分析模型	240
附录 3 设置运动环境	254
附录 4 模型的运动学与动力学仿真分析	257
附录 5 典型机构——曲柄摇杆机构的运动仿真设计实例	264

导 课

项目任务

1. 公布项目情境，提出项目要求；
2. 下达项目任务书，公布完成项目的方式和步骤；
3. 公布项目评定方式；
4. Pro/ENGINEER 5.0 软件简介；
5. 讲解 Pro/ENGINEER 5.0 软件的工作界面；
6. 讲解 Pro/ENGINEER 5.0 软件的基本操作；
7. 分配项目实施小组：以 4 人为单位；
8. 布置课后任务。

教学聚焦

【知识目标】

1. 了解 Pro/ENGINEER 5.0 软件的发展现状、建模原理、基本功能模块、典型设计思想；
2. 了解 Pro/ENGINEER 5.0 软件的用户界面；
3. 掌握 Pro/ENGINEER 5.0 软件的基本操作。

【能力目标】

能够熟练运用 Pro/ENGINEER 5.0 软件的基本操作。

一、公布项目情境，提出项目要求

教师：企业总工程师（技术部主管）。

学生：技术部的设计员，进行一级减速器的设计、电风扇的造型设计。

项目要求：技术部的设计员应根据产品的实际结构、功能等相关要求进行反复的讨论、推敲，直至最终的产品设计定案，最后由总工程师进行验收，验收合格者，进入建模阶段，不合格的重新修改直至合格为止。

二、下达项目任务书，公布完成项目的方式和步骤

项目设计任务：

项目一：一级减速器的设计

项目二：电风扇的造型设计

完成项目的方式及步骤：

以小组（4人）为单位

1. 根据下达的项目任务书，明确项目的任务、目标以及应该提交的材料。

2. 进行项目的分析。

(1) 各组学生自行分析零部件的功能、结构组成，确定零部件的结构组成方案；

(2) 分析并制定零件的结构设计方案；

(3) 分析并制定零件的建模实施方案，根据各零件的结构特点，选择合适的建模工具。

3. 进行项目的实现。

(1) 项目实施。

以小组为单位，按照本组的结构设计方案和建模实施方案，分工上机进行零件的建模。

(2) 项目评定。

① 各组完成任务后，由组长进行项目完成情况的汇报，以及展示零件的三维模型；

② 总工程师依据项目要求进行提问；

③ 各组进行互评，指出模型存在的问题，各组代表做好记录，如遇到不清楚的地方，可以举手提问。

(3) 项目的归纳、总结。

① 提问零件的建模过程中存在的问题；

② 引导学生提出解决方案。

(4) 项目的完善：根据评定意见对项目进行讨论、修改及进一步的完善。

三、公布项目评定方式

采用项目考核方式。

1. 子项目考核验收单：

子项目考核验收单

项目名称	设计单位		
子项目名称	设计人员		
起止时间	年 月 日至 年 月 日		
承担工作			
子项目 考核内容 (60%)	(1) 设计方案 (10 分)		
	(2) 工具的选择和使用 (20 分)		
	(3) 问题解决方式 (20 分)		
	(4) 项目结果源文件 (15 分)		
	(5) 项目结果完善情况 (15 分)		
	(6) 设计创意性 (5 分)		
	(7) 完成项目时间名次 (5 分)		
	(8) 小组互评 (10 分)		
	得分		
子项目验收意见			
总工程师审核			

2. 项目考核验收单：

项目考核验收单

项目名称	设计单位		
起止时间	年 月 日至 年 月 日		设计人员
综合素质考核内容 (20%)	(1) 出勤情况 (10 分)		
	(2) 自学能力 (15 分)		
	(3) 分析和解决问题能力 (25 分)		
	(4) 设计能力 (10 分)		
	(5) 创新能力 (10 分)		
	(6) 语言表达能力 (10 分)		
	(7) 团队协作能力 (10 分)		
	(8) 认真负责的工作态度 (10 分)		
	得分		
项目考核内容	子项目的平均分		
	最终源文件 (10 分)		
	设计说明书 (10 分)		
综合成绩 (优: 90~100, 良: 80~90, 中: 70~80, 及格: 60~70, 不及格: 60 以下)			
总工程师审核			
专家组审核 (加分项)	工程实用性 (10 分)	设计正确性 (10 分)	得分
	技术复杂性 (10 分)	结构完整性 (10 分)	

3. 课程最终考核成绩:

总评成绩 = $[\sum \text{每个项目考核得分} + \sum \text{每个项目专家组审核 (加分项) 得分}] / \text{项目总数}$

四、Pro/ENGINEER 5.0 软件简介

Pro/ENGINEER 5.0 软件是美国 PTC 公司 (Parametric Technology Corporation, 参数技术公司) 推出的一款三维设计软件, 用于产品的开发、检测、装配、仿真、加工等。

Pro/ENGINEER 5.0 软件对于产品的总体设计思想, 体现了机械 CAD 软件的发展趋势, 处于国际机械 CAD 软件市场的领先地位, 应用非常的广泛。

1. 应用。Pro/ENGINEER 5.0 软件横跨许多产业, 如航空、汽 (机) 车、模具、外观设计、信息家电、通信等。其模块功能涉及工业设计、机械设计、功能仿真、加工制造等方面, 主要应用包括实体与曲面设计、零件组装、二维绘图制作、管路设计、文件格式处理、动态机构仿真、有限元素分析、钣金设计、模具设计、电路设计、NC 机械加工制造与刀具路径仿真等。

2. 特性。(1) 3D 实体模型: 完全按照三维空间的概念进行建模, 具备实体性, 随时可计算出产品的体积、面积、质心、重量等。可以了解产品的真实性, 补充传统设计的不足。

(2) 单一数据库: 同一模型在不同的操作环境下, 均采用单一数据库, 如同一零件无论是 3D 实体还是 2D 工程图上作尺寸修改, 所对应的 2D 工程图或 3D 实体模型均会自动修改, 同时在装配、制造等模块中也会自动修改。可以确保整体设计数据的正确性, 避免反复更改的浪费。

(3) 以特征作为设计单位: 模型都是由单个的特征堆积而成的, 如钻孔、倒角等, 可以以最接近实际思考的角度去建模, 并且可以随时对相应特征进行调整和修改。能够充分掌握设计的整体概念, 在设计中加入实际的制造观念。

(4) 参数式设计: 通过修改某一特征参数, 使模型依照参数进行变更。保证设计工作的一致性, 避免和减少改图的疏漏及时间的消耗。

3. Pro/ENGINEER 5.0 常用模块及其功能。

(1) 基本模块 (Foundation): 具有基于特征的零件设计、基本装配、钣金设计、工程图的设计等功能。

(2) 运动仿真模块 (Motion Simulation Option): 具有机构运动性能的仿真、运动学及动力学的分析、干涉及冲突检查、参数化优化结果研究等功能。

(3) 数控编程模块 (Production Machining Option): 具有数控编程、精确材料切削仿真、所有机床后处理等功能。

(4) 数控仿真 (NC) 及优化模块 (VERICUT for Pro/ENGINEER Options): 具有 NC 仿真、NC 优化、NC 机床仿真等功能。

(5) 模具设计模块 (Tool Design Option): 具有设计模具型腔、调用标准模架、BOM