

全国CAD技能等级考试丛书

中国工程图学学会规划教材

工业产品类CAD技能二、三级
(三维几何建模与处理)

Solid Edge 培训教程

刘之汀 主 编
郝艳玲 副主编

清华大学出版社

全国CAD技能等级考试丛书

中国工程图学学会规划教材

工业产品类CAD技能二、三级
(三维几何建模与处理)

Solid Edge 培训教程

刘之汀 主 编
郝艳玲 副主编

清华大学出版社
北京

内 容 简 介

本教程是根据中国工程图学学会所拟定的《CAD 技能等级考评大纲》的内容而编写的,属于工业产品类 CAD 技能二、三级(三维几何建模与处理)的培训教程。

教程以三维计算机辅助设计软件 Solid Edge 为对象,分 10 章将软件主要模块的命令功能、操作方法、设计技巧介绍给读者。其内容涵盖了软件操作环境、二维草图绘制、零件特征造型、曲面设计、参数化设计、零件装配、二维工程图的生成、运动仿真、动画与渲染以及钣金设计。各章以命令运用与概念解释并重,通过丰富的实例,帮助读者建立实体造型的概念,从而提高对软件的实际操作能力和设计水平。

本教材还可以作为高等学校教学用书或从事 Solid Edge 三维设计的工程技术人员自学用书。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

工业产品类 CAD 技能二、三级(三维几何建模与处理)Solid Edge 培训教程/刘之汀主编.--北京:清华大学出版社,2011.4

(全国 CAD 技能等级考试丛书)

ISBN 978-7-302-25049-4

I. ①工… II. ①刘… III. ①工业产品—机械设计:计算机辅助设计—应用软件,Solid Edge—水平考试—教材 IV. ①TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2011)第 045487 号

责任编辑:庄红权

责任校对:王淑云

责任印制:杨 艳

出版发行:清华大学出版社

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座

<http://www.tup.com.cn>

邮 编:100084

社 总 机:010-62770175

邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969,c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015,zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

印 装 者:北京鑫海金澳胶印有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185×260 印 张:21.75 字 数:526 千字

附光盘 1 张

版 次:2011 年 4 月第 1 版 印 次:2011 年 4 月第 1 次印刷

印 数:1~4000

定 价:38.00 元

产品编号:038012-01

指导委员会

顾 问：唐荣锡 Kenjiro Suzuki(日本)

主 任：孙家广

副主任：Gunter Weiss(德国)

委 员(中国人以姓氏拼音为序)：

Emiko Tsutsumi(日本)

Eduardo Toledo Santos(巴西)

Hellmuth Stachel(奥地利)

Sheryl Sorby(美国)

Ted J. Branoff(美国)

何援军 何玉林 贾焕明 李 华

马殿富 强 毅 孙林夫 童秉枢

谭建荣 王 静 王建华 王田苗

魏小鹏 杨海成 左宗义

编辑委员会

主 任：童秉枢

委 员：王建华 邓学雄 刘朝儒 李雪梅
许纪倩 郑国磊 贾焕明 韩宝玲

序 言

PREFACE

计算机辅助设计(CAD)技术推动了产品设计和工程设计的革命,受到了极大重视并正在被广泛地推广应用。计算机绘图与三维建模作为一种新的工作技能,有着强烈的社会需求,正成为我国就业中的新亮点。在此背景下,中国工程图学学会联合国际几何与图学学会,本着更好地为社会服务的宗旨,在全国范围内开展“CAD 技能等级”培训与考评工作。为了对该技能培训提供科学、规范的依据,组织了国内外有关专家,制定了《CAD 技能等级考评大纲》(以下简称《大纲》)。

《大纲》以现阶段 CAD 技能从业人员所需水平和要求为目标,在充分考虑经济发展、科技进步和产业结构变化的基础上,将 CAD 技能分为三级,一级为二维计算机绘图,二级为三维几何建模,三级为复杂三维模型的制作与处理。根据工作领域的不同,每一级分为两种类型,即“工业产品类”和“土木与建筑类”。CAD 技能一级相当于计算机绘图师的水平;二级相当于三维数字建模师的水平;三级相当于高级三维数字建模师的水平。

为了配合 CAD 技能等级培训与考评工作的进行,中国工程图学学会于 2009 年初决定编写配套的培训教程,并成立了“全国 CAD 技能等级考试丛书”编辑委员会,着手规划和落实丛书的编写。这套丛书共计 9 本。CAD 技能一级(二维计算机绘图)的培训教程有 3 本,它们是工业产品类的 CAXA 和 AutoCAD 培训教程各 1 本,以及土木建筑类的 AutoCAD 培训教程 1 本。CAD 技能二、三级(三维几何建模与处理)的培训教程有 6 本,它们是工业产品类的 Inventor、SolidWorks、Pro/Engineer、UG NX、Solid Edge 培训教程各 1 本,以及土木与建筑类二、三级的 AutoCAD 培训教程 1 本。

本套丛书有以下特点:①丛书内容的安排与培训和考评紧密结合,这是由于丛书内容的取舍与顺序完全由《大纲》规定的基本知识、考评内容和技能要求所决定;②丛书突出了应用性和实用性,通过丰富的实例强化了技能培训,因此可作为应用型高等学校和高等专科学校相关专业的教材,也可作为广大科技工作者的工具书;③将用到的技术制图知识融合到丛书的相关章节中,做到不扩大,够用为止。

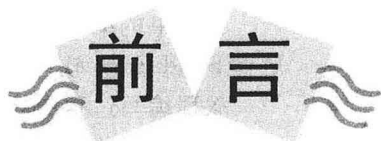
丛书各分册的主编长期从事图学或 CAD 技术教育,有较深的学术造诣,有丰富的教学和培训经验,均能熟练掌握 CAD 软件的操作与应用。他们大都出版过相关教材,有丰富的编写经验。

本套丛书由清华大学出版社出版。从丛书策划开始,清华大学出版社就一直关注并提出了很多宝贵建议,感谢他们为丛书出版付出的辛勤劳动和支持。

丛书编写中的不当之处,欢迎广大读者批评指正。

中国工程图学学会
“全国 CAD 技能等级考试丛书”编辑委员会主任
清华大学教授

童秉枢
2010 年 4 月



FOREWORD

Solid Edge 是 Siemens PLM Software 公司推出的定位在中端市场的 CAD 软件之一。其最大的优点是造型功能强大,易学易用。

《Solid Edge 培训教程》是以三维计算机辅助设计软件 Solid Edge 为对象,讨论使用 CAD 软件进行工业产品设计的方法。全书共分 10 章,第 1 章介绍 Solid Edge 的主要功能模块,操作环境;第 2 章讨论零件草图的绘制,包括尺寸标注、几何约束;第 3 章学习零件实体建构的方法;第 4 章介绍零件参数化设计和零件族的创建方法;第 5 章曲面设计,利用曲线曲面命令建构复杂的曲面结构;第 6 章装配设计除了介绍装配设计命令,还通过实例介绍由底向上和由顶向下的两种设计方法;第 7 章重点讲述由三维实体模型生成二维工程图的方法和技巧;第 8 章介绍对装配体的运动仿真和干涉检查;第 9 章讨论对零部件进行渲染和产生动画效果;第 10 章介绍钣金零件的设计。

教程对每个模块的介绍都是从设计流程开始,使读者对模块的使用、每个模块与其他模块的连接关系以及该模块在整个设计环节中的应用有一个全面的了解。在此基础上以实例操作为主线全面介绍了模块中主要命令功能、操作步骤和使用技巧。每一章的最后一小节还会通过典型零部件的设计实例,将模块的命令使用与设计过程有机的结合,让读者进一步理解利用 CAD 设计软件进行工程设计的思路、方法和步骤。

学习计算机辅助设计具有很强的实践性,建议读者在阅读教程的过程中,对照书本,边学边练,充分实践,尽可能地发挥自己的主观能动性,只有这样才能做到举一反三,融会贯通,从而获得最大收益。

教程内容是根据中国工程图学会所拟定的《CAD 技能等级考评大纲》而编写的,属于工业产品类 CAD 技能二、三级(三维几何建模与处理)的培训教程。考虑到应用 Solid Edge 软件的完整性,我们又增加了第 10 章钣金设计。本教程可以作为高等学校机械设计、机电工程专业以及函授大学、高等职业学院等相关专业的教材,也可以作为从事 Solid Edge 三维设计的工程技术人员的自学教程。

本教程由北京交通大学刘之汀负责编写第 1 章、第 6 章、第 7 章、第 8 章、第 10 章,郝艳玲负责编写第 2 章、第 3 章、第 4 章、第 5 章、第 9 章。中国工程图学学会“全国 CAD 技能等级考试丛书”编辑委员会对本书的编写工作给予了有利的指导。清华大学童秉枢教授审读了全书,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢!

在本书的编写过程中,还得到了 Siemens 公司雷骏雄先生、赵明宇先生的大力支持,特别是在 Solid Edge 软件的使用上提供了非常具体的帮助,在此一并表示感谢。

教程编写过程中参考了一些相关的教材及著作,在此特向有关作者致意。

限于编者的经验水平,书中不当之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

编者

2011 年 3 月



CONTENTS

第 1 章 Solid Edge 简介	1
1.1 Solid Edge 功能简介	1
1.2 Solid Edge 操作界面	3
1.2.1 启动界面	3
1.2.2 用户界面	4
1.3 工具条	7
1.4 显示工具	10
练习题	13
第 2 章 Solid Edge 草图设计	14
2.1 草图设计在产品过程中的地位与作用	14
2.2 草图设计及草图设计流程	14
2.3 草图设计环境	15
2.4 草图设计	19
2.4.1 草图绘制命令	19
2.4.2 草图编辑命令	27
2.4.3 尺寸标注	38
2.4.4 几何约束	43
2.5 绘制草图实例	51
练习题	54
第 3 章 Solid Edge 零件设计	56
3.1 零件设计流程	56
3.2 零件设计环境	56
3.3 零件特征造型参考平面	57
3.3.1 坐标系统	57
3.3.2 辅助参考面	58

3.3.3 构造显示	64
3.4 零件特征造型命令	64
3.4.1 拉伸与切割命令	65
3.4.2 旋转拉伸与旋转切割	66
3.4.3 扫掠拉伸与扫掠除料	67
3.4.4 放样拉伸与放样除料	71
3.4.5 螺旋拉伸与螺旋除料	73
3.4.6 法向拉伸与法向除料	75
3.4.7 孔	77
3.4.8 螺纹	78
3.4.9 拔模	79
3.4.10 倒圆与倒斜角	80
3.4.11 筋板	86
3.4.12 网格筋	87
3.4.13 止口	88
3.4.14 薄壁与局部薄壁	89
3.5 零件特征的修改与编辑	91
3.5.1 特征阵列	91
3.5.2 镜像复制特征与镜像复制零件	97
3.5.3 使用智能工具条	98
3.5.4 特征路径查找器	98
3.5.5 特征库	100
3.6 文件保存	102
3.6.1 材料表	102
3.6.2 文件属性	103
3.6.3 文件保存	104
3.7 零件造型实例	104
练习题	107
第4章 零件的参数化设计	110
4.1 草图参数化设计	110
4.2 零件变量表及显示控制	113
4.2.1 零件变量表	113
4.2.2 变量的显示控制	115
4.3 零件族	116
4.3.1 零件族的作用	116
4.3.2 零件族选项卡	116
4.3.3 零件族的构建步骤	119
4.4 零件族造型实例	119
练习题	121

第 5 章 曲面设计	123
5.1 曲面设计命令	123
5.1.1 拉伸曲面	123
5.1.2 旋转曲面	124
5.1.3 扫掠曲面	124
5.1.4 有界曲面	124
5.1.5 蓝面	125
5.2 点与曲线的设计与编辑	129
5.2.1 蓝点	129
5.2.2 关键点曲线	130
5.2.3 按表创建曲线	131
5.2.4 相交曲线	132
5.2.5 投影曲线	132
5.2.6 交叉曲线	133
5.2.7 轮廓曲线	134
5.2.8 派生曲线	134
5.2.9 分割曲线	135
5.2.10 交点	135
5.2.11 用蓝点修改曲面形状实例	135
5.3 曲面编辑	137
5.3.1 偏置曲面	137
5.3.2 复制曲面	138
5.3.3 修剪曲面	138
5.3.4 延伸曲面	139
5.3.5 分割曲面	140
5.3.6 模型分型	140
5.3.7 分型面	141
5.3.8 缝合曲面	141
5.3.9 显示非缝合边	142
5.4 使用曲面	143
5.4.1 替换面	143
5.4.2 布尔运算	143
5.4.3 分割零件	144
5.5 利用曲面的零件造型设计实例	145
练习题	152
第 6 章 Solid Edge 装配设计	153
6.1 装配设计流程	153
6.2 装配设计环境	154

6.2.1	装配路径查找器	155
6.2.2	零件库	156
6.3	零件装配	157
6.3.1	装配关系	157
6.3.2	装配命令	169
6.4	装配体爆炸图	176
6.4.1	爆炸图工具	176
6.4.2	爆炸图显示配置	182
6.5	装配工具	183
6.5.1	测量	183
6.5.2	干涉检查	183
6.5.3	装配体的剖视	185
6.5.4	颜色管理器	187
6.5.5	装配建模	188
6.6	装配实例	190
6.6.1	由底向上的三维装配设计	190
6.6.2	由顶向下的三维装配设计	199
	练习题	209
第7章	Solid Edge 二维工程图	211
7.1	生成二维工程图的基本流程	211
7.2	工程图设计环境	212
7.2.1	工程图设计界面	212
7.2.2	图纸设置	214
7.2.3	创建模板文件	216
7.3	二维工程图视图的生成与编辑	222
7.3.1	工程视图向导	222
7.3.2	主要视图	224
7.3.3	辅助视图	225
7.3.4	局部放大图	226
7.3.5	剖视图与断面图	226
7.3.6	局部剖视与视图更新	229
7.3.7	断裂视图	231
7.3.8	视图中心线与模型视图操作	231
7.3.9	二维模型视图	234
7.4	二维工程图的标注	237
7.4.1	尺寸标注	237
7.4.2	表面结构要求标注	241
7.4.3	形位公差与基准符号	242
7.4.4	文本标注	243

7.4.5 装配图明细表的生成	244
7.5 二维工程图生成实例	244
7.5.1 零件图	245
7.5.2 装配图	256
练习题	266
第 8 章 Solid Edge 运动仿真	267
8.1 运动仿真设计流程与设计环境	267
8.1.1 运动仿真设计流程	267
8.1.2 运动仿真设计环境	268
8.2 运动仿真命令	269
8.2.1 智能运动构建器	269
8.2.2 运动副	271
8.2.3 运动选项	273
8.2.4 模拟运动	274
8.2.5 拖动零件	274
8.3 运动仿真实例	275
8.3.1 实例一:四连杆机构	275
8.3.2 实例二:机用虎钳	278
8.3.3 实例三:唧筒机构	282
练习题	286
第 9 章 Solid Edge 渲染与动画	287
9.1 渲染	287
9.1.1 渲染设置	287
9.1.2 光线追踪	295
9.1.3 图像保存	297
9.2 动画	297
9.2.1 创建飞行路径	297
9.2.2 删除飞行路径	299
9.2.3 时间进程与回放	299
9.2.4 添加帧与移除帧	300
9.3 渲染与动画实例	300
9.3.1 渲染实例	300
9.3.2 动画实例	302
练习题	305
第 10 章 Solid Edge 钣金零件设计	306
10.1 钣金零件设计流程	306
10.2 钣金设计环境	306

10.3	钣金零件特征设计命令	307
10.3.1	平板特征	308
10.3.2	轮廓弯边	308
10.3.3	放样弯边	310
10.3.4	卷边	311
10.3.5	弯边	312
10.3.6	折弯与二次折弯	315
10.3.7	展平与重新折弯	317
10.3.8	折弯拐角	318
10.3.9	钣金零件成形特征	320
10.4	钣金零件造型实例	326
	练习题	330
	参考文献	332

第 1 章 Solid Edge 简介

学习目的与要求:

本章将介绍 Solid Edge 的主要功能模块、操作界面、工具条及显示工具的使用。通过本章的学习,我们将对 Solid Edge 设计软件有一个初步的认识,初步熟悉软件的操作界面和主要工具的使用,为后续章节的学习打下一个良好的基础。

1.1 Solid Edge 功能简介

Solid Edge 是专门为机械行业设计的普及型主流三维 CAD 软件系统,是 Windows 平台下基于参数和特征的三维机械设计 CAD 软件。

Solid Edge 采用 Stream/XP 技术,从而提高了用户创建模型的速度和工作效率,Stream/XP 技术通过逻辑推理和决策管理的概念来捕捉设计者的实体建模设计意图,使软件具有很强的易用性,操作也更加简单,极大地提高了用户的生产力,从而使 Solid Edge 成为一种不可或缺的计算机辅助设计软件。

Solid Edge 软件将操作环境分为零件模块、装配模块、钣金模块、焊接模块、工程图模块。在 Solid Edge ST 版本以后,又增加了同步建模技术,除焊接模块和工程图模块,其余模块均分有“传统”与“同步”建模两种技术。鉴于篇幅,本书以传统建模技术为主线,介绍三维建模及实体装配设计。

1. 零件设计

零件设计模块是 Solid Edge 的三维造型模块,它采用基于特征的实体建模方法,以生成的基础特征作为开始,在其上不断添加特征,构建零件的实体模型。Solid Edge 在二维轮廓草图的基础上,通过拉伸、旋转、扫掠、放样或螺旋等方法生成各种特征,零件的特征命令还包含有孔、倒角、起模斜度、薄壁、阵列、镜像等,以保证设计者完成任何复杂的机械零件造型。

在零件模块的特征管理器中,记录了特征设计的全部过程,设计者可以浏览、修改特征或改变特征次序。特征一旦被修改,系统将按照最新的修改重新生成零件。特征也可以保存在特征库中,以供随时调用。

Solid Edge 的二维草图绘制环境充分体现了参数化和变量化的完美结合,设计人员可以在二维状态下徒手绘图,表达设计思想,同时又可以通过几何约束、尺寸标注参数化的方法来驱动图形,使设计修改简单易行。对一些关键尺寸,利用变量表建立数学关系式,设计人员只要改变关键尺寸,就可以得到形状各异的零件,并通过零件族的功能储存起来,设计了一个零件,就相当于设计了一个系列零件。

零件模块包含有曲面造型功能,设计者利用 Blue Dots、Blue Surfaces、动态编辑等实用工具可以设计出各种复杂曲面,再通过曲面缝合、曲面替换、布尔操作命令将曲面与实体有机地结合在一起。

2. 装配设计

装配模块同时支持自顶向下和由底向上的装配设计。自顶向下设计方法的特点是：新零件的设计是依赖装配图或已有零件特征的形状、位置等信息，采用以装配为中心的设计思想。而由底向上的装配设计是在每一个零件模型设计好之后，通过装配设计环境，按照一定的装配约束关系，将零件有序地装配在一起。无论采用何种技术，都可以保证零件之间的相互关联。

装配模块还包括有装配体的分解(爆炸图)、剖切、运动仿真、渲染等功能。

装配体的分解(爆炸图)功能是装配模块中的一个子模块，可以通过系统自动分解，也可以由设计者手动分解装配体各零件生成爆炸图，以便观察组成装配体的各零件。

运动仿真也是装配模块中的一个独立的子模块，对已有的装配体可以自动识别其装配关系，产生机构运动的各种运动副(平移、旋转等)，再由设计者给定运动参数(位移、速度、加速度等)，产生机构的运动。与此同时还可以进行动态干涉检查，报告运动状态下的干涉情况。系统最后可以将运动仿真过程保存为“.avi”文件格式。

渲染功能只需设计者对产品进行简单设置，包括色彩光源、背景图片、透明、反射、纹理等，就可以使产品在制造之前看到成品效果，也能做360°全场景的环境影像动画模拟，适合产品设计后的模拟演示及与客户的直接沟通。

3. 钣金设计

钣金设计模块是以创建钣金零件为主要目标，包括平板、边缘折弯、轮廓折弯、二次折弯、冲压特征、翻边、气窗、凹坑、加强筋等十余项钣金专用特征，足以完成复杂的钣金零件设计。系统还具备特有的钣金展开设计功能，即将设计好的钣金零件进行压平处理，并可以平面保存，方便钣金零件工程图的生成。

4. 工程图

工程图模块是将三维实体零件或装配体快速生成用于指导生产的二维工程图。所生成的二维图形与三维实体模型完全关联，当对三维模型或装配体修改时，工程图也会作相应的修改。系统提供了各种基本视图、向视图、剖视图、局部视图、放大视图、断面图、轴测图等，并符合机械制图国家标准规定。设计者也可以不通过实体零件而直接绘制二维工程视图。系统还可以方便地标注尺寸、表面粗糙度、形位公差、文本等技术要求；对装配图可以快速地标注装配件的序号，生成明细表，明细表会自动提取零件的相关信息并统计零件的使用次数。

5. 焊接模块

焊接模块是专门用于焊接设计的，是以已经存在的装配体为基础来完成焊接处理。焊接模块包含生成焊缝和对焊接零件进行机加工的命令，可以对选定的两个零件形成完整的焊缝或点焊、间断焊等其他形式的焊缝，并对生成的焊缝进行标注。

6. 同步建模技术

同步建模是在传统建模技术上又前进了一步，同时又与传统技术共存。同步建模技术实时检查产品模型当前的几何条件，并且与设计人员添加的参数、几何约束合并在一起，以便评