

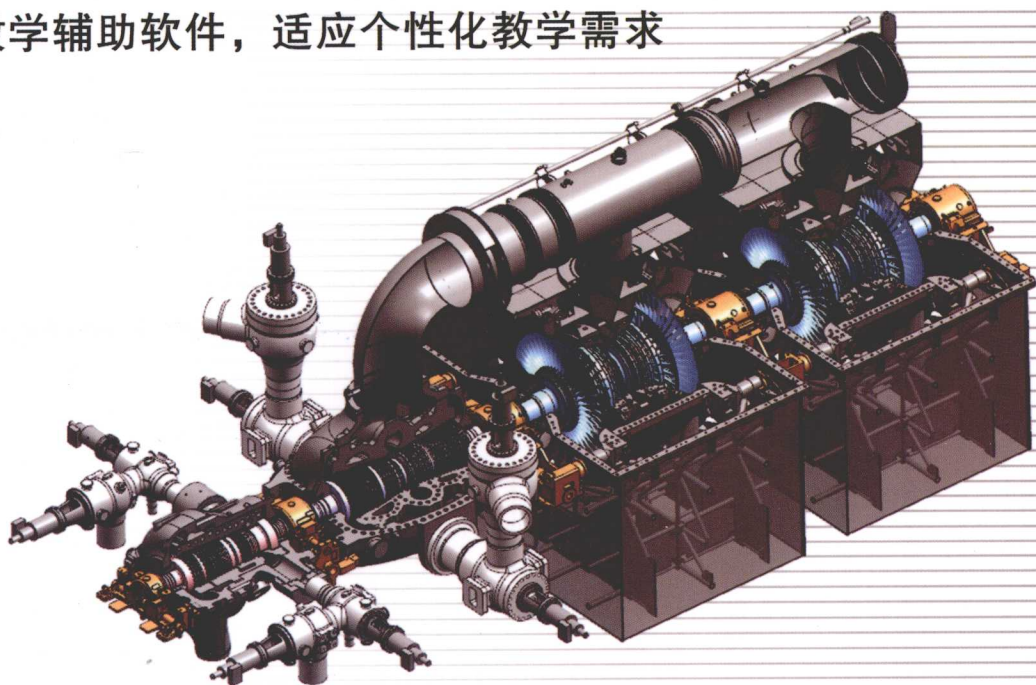
51c4X 机械工程系列规划教材

新一代的UGNX三维建模立体教材

CAD 技术基础 与UG NX 6.0 应用实践

甘树坤 吕雪飞 吴立军 金涛 王娟 编著

- ◎ 技术原理、操作技能、应用实战三位一体
- ◎ 配套海量立体教学资源，资源完整结构多样
- ◎ 赠送教学辅助软件，适应个性化教学需求



浙大旭日科技提供教学资源



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社

013044113

机械工程系列规划教材

TP391.72
1194

CAD 技术基础与 UG NX 6.0 应用实践

甘树坤 吕雪飞 吴立军 金 涛 王 娟 编著



ZHEJIANG UNIVERSITY PRESS
浙江大学出版社



北航

C1647077

TP391.72
1194

图书在版编目(CIP)数据

CAD 技术基础与 UG NX 6.0 应用实践 / 甘树坤等编著.

—杭州: 浙江大学出版社, 2013. 5

ISBN 978-7-308-11381-6

I. ①C… II. ①甘… III. ①计算机辅助设计—应用软件 IV. ①TP391.72

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 080793 号

内容简介

全书分为两篇共 11 章, 第一篇(第 1~4 章)为 CAD 基本技术原理部分, 系统地阐述了 CAD 技术的基本内容、原理和方法, 包括 CAD 技术发展概况、CAD 中常用数据结构、CAD 数据交换技术、图形变换、三维几何造型技术等原理。第二篇(第 5~11 章)为 UG 应用实践部分, 包括 UG 建模基础、零件建模、组件装配、工程图设计等内容。

针对教学的需要, 本书由浙大旭日科技配套提供全新的立体教学资源库(立体词典), 内容更丰富、形式更多样, 并可灵活、自由地组合和修改。同时, 还配套提供教学软件和自动组卷系统, 使教学效率显著提高。

本书可作为高等院校院校机械、能源、动力类及相关工科专业的本、专科生和研究生教材或参考书, 也可作为 CAD 技术研究人员、工程技术人员的参考书。

CAD 技术基础与 UG NX 6.0 应用实践

甘树坤 吕雪飞 吴立军 金涛 王娟 编著

责任编辑 杜希武

封面设计 刘依群

出版发行 浙江大学出版社

(杭州市天目山路 148 号 邮政编码 310007)

(网址: <http://www.zjupress.com>)

排 版 杭州好友排版工作室

印 刷 浙江省邮电印刷股份有限公司

开 本 787mm×1092mm 1/16

印 张 22.5

字 数 547 千

版 次 2013 年 5 月第 1 版 2013 年 5 月第 1 次印刷

书 号 ISBN 978-7-308-11381-6

定 价 48.00 元

版权所有 翻印必究 印装差错 负责调换

浙江大学出版社发行部邮购电话(0571)88925591

《机械工程系列规划教材》

编审委员会

(以姓氏笔画为序)

丁友生	王卫兵	王志明	王敬艳
王翠芳	甘树坤	古立福	刘绪民
李绍鹏	杨大成	吴立军	吴治明
邱国旺	林华钊	罗晓晔	周文学
单 岩	赵学跃	贾 方	徐勤雁
翁卫洲	谢力志	鲍华斌	蔡玉俊



前 言

三维造型是 CAD/CAM 技术中最基本和最常用的部分,它不仅是构成 CAD 的核心内容,而且是实施各种 CAD/CAM/CAE 技术(如 NC 编程、FEM 计算、模具分析等)的必要前提。随着信息化技术在现代制造业的普及和发展,三维造型技术已经变成制造业工程师的常规的、必备的技能。

UG(Unigraphics NX)是 Siemens PLM Software 公司出品的一套集 CAD/CAM/CAE/PDM/PLM 于一体的软件集成系统,是当今世界上最先进的计算机辅助设计、分析和制造的软件之一,广泛应用于航空、航天、汽车、通用机械和电子等工业领域。

本书专为高等院校机械及相关专业三维造型课程教学而编写,集成了作者多年来在三维造型应用技术方面的教学、培训及工程项目经验。全书分成二篇,共十一章,第一篇(第 1~4 章)为 CAD 技术基本原理部分,系统地阐述了 CAD 技术的基本内容、原理和方法,包括 CAD 技术发展概况、CAD 中常用数据结构、CAD 数据交换技术、图形变换、三维几何造型技术等。第二篇(第 5~11 章)为 UG 应用实践部分,包括 UG 建模基础、零件建模、组件装配、工程图设计等内容。这种由“基础知识、操作技能、应用实战”构成的三位一体教学内容,充分体现出三维造型技术的有机组成。

此外,我们发现无论是用于自学还是用于教学,现有教材所配套的教学资源库都远远无法满足用户的需求。主要表现在:1)一般仅在随书光盘中附以少量的视频演示、练习素材、PPT 文档等,内容少且资源结构不完整;2)难以灵活组合和修改,不能适应个性化的教学需求,灵活性和通用性较差。

为此,我们提出了一种全新的教学资源,称为立体词典。所谓“立体”,是指资源结构的多样性和完整性,包括视频、电子教材、印刷教材、PPT、练习、试题库、教学辅助软件、自动组卷系统、教学计划等。所谓“词典”,是指资源组织方式。即把一个个知识点、软件功能、实例等作为独立的教学单元,就像词典中的单词。并围绕教学单元制作、组织和管理教学资源,可灵活组合出各种个性化的教学套餐,从而适应各种不同的教学需求。实践证明,立体词典可大幅度提升教学效率和效果,是广大教师和学生的得力助手。

本书由甘树坤、吕雪飞为主编,由甘树坤(吉林化工学院)、吕雪飞任(吉林化工学院)、吴立军(浙江科技学院)、金涛(浙江大学)、王娟(海南大学)等编写。由于编者水平有限,书中难免有不足与疏漏之处,许多内容尚需不断完善和提高,恳请各位读者批评指正。请通过以下方式与我们交流:

- 网站:<http://www.51cax.com>

- E-mail: book@51cax.com

- 致电: 0571-28852522, 0571-87952303

杭州浙大旭日科技发展有限公司为本书配套提供立体教学资源库、教学软件及相关协助,在此表示衷心的感谢。

最后,感谢浙江大学出版社为本书的出版所提供的机遇和帮助。

编 者

2013 年 5 月



目 录

第一篇 理论篇

第 1 章 CAD 技术概论	3
1.1 CAD 技术的内涵	3
1.1.1 CAD 技术的含义	3
1.1.2 CAD 技术的特点	4
1.1.3 CAD 技术的发展	6
1.2 产品开发与 CAD 技术应用	9
1.2.1 产品的开发设计过程	9
1.2.2 CAD 实现过程	10
1.2.3 CAD 技术的应用	11
1.3 CAD 系统的结构与分类	11
1.3.1 CAD 系统的结构	11
1.3.2 CAD 系统的分类	12
1.4 CAD 系统的硬件与软件组成	13
1.4.1 CAD 系统硬件	13
1.4.2 CAD 系统软件	16
1.4.3 CAD 系统的选择	17
1.5 思考与练习	18
第 2 章 常用数据结构及图形交换标准	19
2.1 基本概念	19
2.2 线性表	20
2.2.1 线性表的定义	20
2.2.2 顺序存储结构	21
2.2.3 链式存储结构	22
2.2.4 数组	25
2.2.5 栈与队列	26

2.3 树与二叉树	27
2.3.1 树	27
2.3.2 二叉树	29
2.4 图形交换标准	33
2.4.1 二维图形交换标准(DXF)	33
2.4.2 初始图形信息交换规范(IGES)	33
2.4.3 产品模型数据交换标准(STEP)	33
2.4.4 3D 模型文件格式(STL)	34
2.4.5 其他图形格式转换	34
2.5 思考与练习	35
第3章 图形变换	36
3.1 基本原理	36
3.1.1 点的矩阵表示	36
3.1.2 变换矩阵	37
3.2 二维图形的几何变换	37
3.2.1 二维图形的基本变换	37
3.2.2 二维图形的齐次变换	40
3.2.3 二维图形的组合变换	43
3.3 三维图形的几何变换	46
3.3.1 三维图形的基本变换	46
3.3.2 三维图形的组合变换	47
3.4 投影变换	49
3.4.1 平行投影变换	50
3.4.2 透视投影变换	53
3.5 思考与练习	56
第4章 几何造型技术	57
4.1 几何造型技术概述	57
4.1.1 几何建模	57
4.1.2 几何建模技术的发展	58
4.2 线框模型	60
4.2.1 线框建模原理	60
4.2.2 线框建模优缺点	61
4.2.3 线框建模的应用	61
4.3 表面(曲面)模型	62
4.3.1 表面(曲面)建模原理	62
4.3.2 曲面建模特点	63
4.3.3 常见的曲线、曲面模型	63



4.3.4 曲面建模的应用	64
4.4 实体模型	64
4.4.1 实体建模原理	64
4.4.2 三维实体表示方法	65
4.5 特征造型	67
4.5.1 特征造型的特点	68
4.5.2 特征定义	68
4.5.3 特征的构成体系	68
4.5.4 特征造型系统实现模式	69
4.5.5 基于特征的参数化造型系统	70
4.5.6 变量化设计	71
4.6 思考与练习	72

第二篇 应用篇

第5章 UG NX 软件概述	75
5.1 UG NX 软件简介	75
5.1.1 UG NX 软件的发展历史	75
5.1.2 UG NX 软件的技术特点	76
5.1.3 UG NX 软件的常用功能模块	76
5.2 基于 UG NX 的产品设计流程	78
5.3 UG NX 入门实例	78
5.4 思考与练习	84
第6章 UG NX 基本操作	85
6.1 UG NX 工作环境	85
6.1.1 UG NX 用户界面	85
6.1.2 快捷菜单	87
6.1.3 常用工具条	89
6.2 环境定制	90
6.2.1 切换中英文界面	90
6.2.2 定制工具条	91
6.2.3 用户默认设置	93
6.2.4 角色	94
6.3 鼠标操作	96
6.4 对象选择	97

6.4.1	类选择器	97
6.4.2	选择条	98
6.4.3	快速拾取	99
6.4.4	选择首选项	100
6.5	图层与组	101
6.5.1	图层	101
6.5.2	组	103
6.5.3	特征分组	104
6.6	坐标系	105
6.6.1	原点	105
6.6.2	动态	105
6.6.3	旋转	106
6.6.4	显示	107
6.6.5	保存	108
6.6.6	定向	108
6.7	基本元素的创建	111
6.7.1	点	111
6.7.2	矢量	111
6.7.3	平面	115
6.8	几何变换	118
6.8.1	变换	118
6.8.2	移动对象	123
6.9	思考与练习	127
第7章	草图	128
7.1	概述	128
7.1.1	草图与特征	128
7.1.2	草图与层	128
7.1.3	草图功能简介	128
7.1.4	草图参数预设置	129
7.1.5	创建草图的一般步骤	130
7.2	创建草图	130
7.2.1	在平面上	130
7.2.2	在轨迹上	131
7.3	内部草图与外部草图	132
7.3.1	基本概念	132
7.3.2	内部草图和外部草图之间的区别	132
7.3.3	使草图成为内部的或外部的	133



7.4 创建草图对象	133
7.4.1 自由手绘草图曲线	133
7.4.2 添加现有的曲线到草图	134
7.5 约束草图	134
7.5.1 自由度	134
7.5.2 几何约束	135
7.5.3 尺寸约束	136
7.5.4 约束技巧与提示	139
7.6 草图操作	139
7.6.1 编辑曲线	139
7.6.2 编辑定义线串	140
7.6.3 偏置曲线	141
7.6.4 镜像曲线	141
7.7 草图管理	142
7.7.1 草图名	142
7.7.2 定向视图到草图	144
7.7.3 定向视图到模型	144
7.7.4 重新附着	145
7.7.5 创建定位尺寸	145
7.7.6 评估草图	146
7.7.7 更新模型	146
7.8 草图绘制实例	146
7.8.1 垫片零件草图的绘制	146
7.8.2 吊钩零件草图的绘制	149
7.9 思考与练习	150
第8章 实体建模	152
8.1 概 述	152
8.1.1 基本术语	152
8.1.2 UG NX 特征的分类	152
8.1.3 UG NX 实体特征工具	152
8.1.4 建模流程	154
8.2 布尔操作	154
8.2.1 求和布尔操作	154
8.2.2 求差布尔操作	155
8.2.3 求交布尔操作	156
8.3 基准特征	157
8.3.1 基准轴	157

8.3.2 基准面	158
8.3.3 基准坐标系	158
8.4 扫掠特征	158
8.4.1 拉伸	158
8.4.2 回转	161
8.4.3 沿引导线扫掠	162
8.4.4 管道	163
8.5 成型特征	163
8.5.1 成形特征概述	163
8.5.2 孔	166
8.5.3 凸台	167
8.5.4 腔体	168
8.5.5 垫块	169
8.5.6 键槽	170
8.5.7 割槽	172
8.6 特征操作	173
8.6.1 拔模	173
8.6.2 倒斜角	175
8.6.3 边倒圆	175
8.6.4 面倒圆	180
8.6.5 软倒圆	182
8.6.6 镜像体和镜像特征	183
8.6.7 修剪体	183
8.6.8 缝合	183
8.6.9 实例特征	184
8.6.10 螺纹	185
8.6.11 抽壳	186
8.6.12 偏置面	186
8.7 编辑特征	188
8.7.1 编辑特征参数	188
8.7.2 移除参数	188
8.7.3 抑制特征	189
8.7.4 取消抑制特征	189
8.7.5 特征回放	190
8.8 同步建模	190
8.8.1 同步建模概述	190
8.8.2 同步建模功能	192



8.9 实体建模实例	195
8.9.1 连接件	195
8.9.2 轴零件	197
8.9.3 接管零件	200
8.9.4 支架零件	203
8.10 思考与练习	205
第9章 曲线设计与曲面建模	207
9.1 曲线设计	207
9.1.1 概述	207
9.1.2 创建曲线	208
9.1.3 曲线操作	219
9.1.4 编辑曲线	225
9.2 曲面建模	228
9.2.1 曲面功能概述	228
9.2.2 由点构建曲面	231
9.2.3 由线构建曲面	235
9.2.4 基于已有曲面构成新曲面	247
9.2.5 编辑曲面	252
9.3 曲面建模实例	255
9.3.1 小家电外壳建模	255
9.3.2 手机外壳底板建模	263
9.4 思考与练习	267
第10章 装配功能	269
10.1 装配功能简介	269
10.1.1 概述	269
10.1.2 装配模块调用	269
10.1.3 基本概念	270
10.1.4 装配中部件的不同状态	271
10.1.5 装配的一般思路	272
10.2 装配导航器	272
10.2.1 概述	272
10.2.2 装配导航器的设置	272
10.3 从底向上装配	274
10.3.1 概念与步骤	274
10.3.2 装配约束	276
10.3.3 移动组件	280
10.3.4 引用集	281

10.4	组件的删除、隐藏与抑制	283
10.5	自顶向下装配	283
10.6	部件间建模	284
10.7	爆炸视图	285
10.7.1	概念	285
10.7.2	爆炸视图的创建	285
10.7.3	爆炸视图操作	286
10.8	装配实例	286
10.8.1	脚轮自底向上装配	286
10.8.2	减速器装配	291
10.9	思考与练习	299
第 11 章	工程制图	301
11.1	概 述	301
11.1.1	UG NX 工程图特点	301
11.1.2	制图模块的调用方法	301
11.1.3	UG NX 出图的一般流程	301
11.2	工程图纸的创建与编辑	302
11.2.1	创建工程图纸	302
11.2.2	打开工程图纸	302
11.2.3	编辑工程图纸	303
11.2.4	删除工程图纸	303
11.3	视图的创建	304
11.3.1	基本视图	304
11.3.2	投影视图	304
11.3.3	局部放大图	305
11.3.4	剖视图	306
11.3.5	半剖视图	308
11.3.6	旋转剖视图	309
11.3.7	局部剖视图	310
11.3.8	展开剖视图	311
11.3.9	加载图框	311
11.4	视图编辑	312
11.4.1	移动与复制视图	312
11.4.2	对齐视图	312
11.4.3	移除视图	313
11.4.4	自定义视图边界	313
11.4.5	编辑剖切线	314



11.4.6 组件剖视·····	315
11.4.7 视图相关编辑·····	315
11.4.8 更新视图·····	316
11.5 标注尺寸·····	317
11.5.1 尺寸标注的类型·····	317
11.5.2 标注尺寸的一般步骤·····	317
11.6 参数预设置·····	318
11.6.1 制图参数预设置·····	318
11.6.2 视图参数预设置·····	318
11.6.3 标注参数预设置·····	320
11.7 数据转换·····	321
11.8 工程制图实例·····	322
11.8.1 法兰轴工程图·····	322
11.8.2 端盖工程图·····	330
11.9 思考与练习·····	339
参考文献·····	341
配套教学资源与服务·····	342

第一篇 理论篇

