

SANWEI JIANMO YU JIXIE GONGCHENG TU

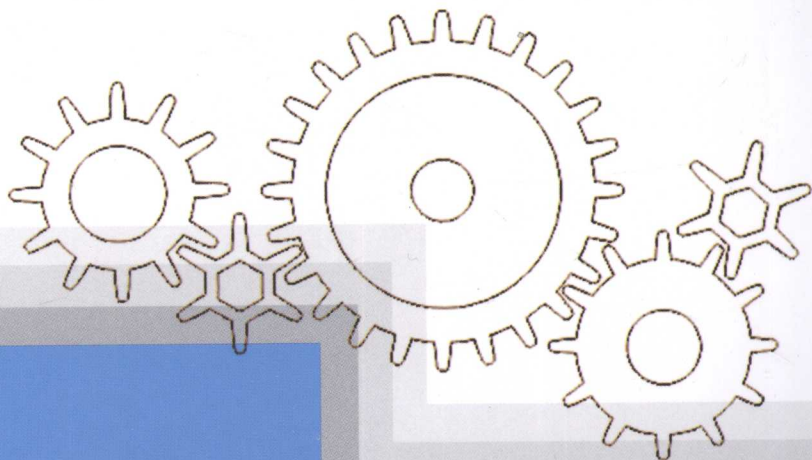
江苏省高等学校立项精品教材

Siemens PLM Software 公司 GO PLM 计划推荐教材

三维建模

与机械工程图

主编 王旭华



江苏省高等学校立项精品教材

Siemens PLM Software 公司 Go PLM 计划推荐教材

三维建模与机械工程图

主 编 王旭华

参 编 陈 青 吴卫东 严潮红

准出

东南大学出版社

· 南京 ·

内 容 提 要

本教材全面贯彻了教育部工程图学教学指导委员会最新通过的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》精神,将三维几何建模技术、机械设计基础知识与“画法几何”、“机械制图”进行有机地整合,建立了机械产品三维形体表达方法和二维零件(装配)图表达方法并重的教材体系。

本书内容包括:绪论、基本体的构形与建模、组合体的构形设计与建模、零件的构形设计与建模、装配建模与结构分析、正投影法基础、机件形状的常用表达方法、零件图、装配图等章节。

本教材可作为高等院校机械类本专科生《机械制图》或《工程图学》的教材,也可以作为广大从事机械产品设计和造型爱好者的工作参考书或自学教材。

图书在版编目(CIP)数据

三维建模与机械工程图/王旭华主编. —南京:东南大学出版社, 2009. 10

ISBN 978-7-5641-1880-8

I. 三… II. 王… III. 机械制图:计算机制图
IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 172322 号

三维建模与机械工程图

出版发行	东南大学出版社
出 版 人	江 汉
网 址	http://press.seu.edu.cn
电子邮箱	press@seu.edu.cn
社 址	南京市四牌楼 2 号
邮 编	210096
电 话	025-83793191(发行) 025-57711295(传真)
经 销	江苏省新华发行集团
印 刷	扬中市印刷有限公司
开 本	787mm×1092mm 1/16
印 张	16
字 数	399 千
版 次	2009 年 10 月第 1 版
印 次	2009 年 10 月第 1 次印刷
书 号	ISBN 978-7-5641-1880-8
印 数	1—3000 册
定 价	32.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与读者服务部联系。电话(传真):025-83792328

Preface

UGS College, derived from GO PLM Program, is the fruit of long-term cooperation between Siemens PLM Software and Yancheng Institute of Technology (China). Guided by talent requirements for the job market, UGS College integrates digital manufacturing technologies and processes through NX and Teamcenter into its curriculums. This makes the learning and application of NX throughout the 4 years of undergraduate school, a distinctive talent-cultivating model. In Apr. 2008, I came to the beautiful campus of Yancheng Institute of Technology and was pleasantly surprised at the innovative engineering design projects by students from UGS College deploy NX in their curriculum. Now I am fully confident that UGS School will realize the expected goals in the digital manufacturing field for enterprises especially for NX and Teamcenter users.

3D Modeling and Mechanical Engineering Drawings is a representative work which integrates correlative NX modules of UGS College with original subjects and establishes a framework that lays equal stress on 3D modeling and 2D drafting. Centered on the construction of 3D models, engineering knowledge threads the whole textbook and involves many useful manufacturing applications. The teaching contents also cover principles of 3D modeling (characterization, parameterization, CSG method, calculation of form and structure, etc.). In particular, each chapter of the extending textbook *Practice Guidance for 3D Modeling and Mechanical Engineering Drawings* includes application guidance on computer, representative case and exercises in class and out of class, which is convenient for students to master relevant knowledge and technology from the modeling practice. This subject is one of the most important courses for UGS College students, and justified by their innovative engineering design projects. The textbook, I dare say, is very successful.

For three years it has been revised three times before this publication. Thus, other GO PLM universities in China may share the teaching outcome of UGS College. I also hope more universities will publish GO PLM textbooks to share their education fruits and experience and contribute more to the China's talents cultivation in digital design and manufacturing field.



Hulas H. King

Director, GO PLM Program & Global Community Relations

Siemens PLM Software

April 18, 2008

前 言

随着计算机技术的迅速发展,计算机辅助设计的广泛应用改变了工程设计人员进行产品设计的方法和手段,产品设计由“二维构形、二维设计”向“三维构形、三维设计”方向发展,人们更多地直接通过构建三维模型来进行产品设计,设计完成后,通过软件投影生成二维图。因此,迫切需要将三维 CAD 技术引入到工程制图的教学,并与传统的课程内容进行有机的整合,以适应现代工程生产实践需求。

本教材为江苏省高等学校精品教材建设项目(苏高教[2007]23号),编者遵循以能力培养为中心的教学指导思想,围绕三维构形和二维工程图表达与阅读能力培养的课程教学重点,将三维几何建模技术、机械设计基础知识与“画法几何”、“机械制图”进行有机整合,建立了产品三维形体设计方法和二维零件(装配)图表达方法并重的知识体系结构。教材采用循序渐进的内容安排,由简单到复杂,从基本体入手,逐步介绍组合体、零件、装配体的构形原理与建模方法;在学习投影理论后,介绍三维零件、装配体的数字模型向二维视图的转换方法、编辑手段和尺寸标注等,以及国家标准的有关规定。本教材编写注重理论与实践相结合,每一章后,以 NX 系统为工具给出零件(装配体)的建模方法、绘制零件(装配)图的思路和操作步骤。经过“三轮使用,三轮修改”,取得了预期的教学效果。另外编写有《三维建模与机械工程图实践指导》与教材配套使用。

参加本教材编写工作的有:王旭华(第 1、第 3、第 4、第 8 章),陈青(第 2、第 5、第 6 章),吴卫东(第 9 章),严潮红(第 7 章)。

本教材在编写过程中得到盐城工学院刘德仿副院长的具体指导以及 Siemens PLM Software 公司资深顾问洪如瑾女士的支持与关注。盐城工学院优集学院高飞老师,BU 机制 071 班曹智臣、072 班王开辉等同学在数字化模型建立方面给予大力帮助;同时还参考了国内同行编写的很多同类优秀教材,在此一并致以衷心的感谢。

本教材编写所使用的 NX 系统,为 Siemens PLM Software 公司 GO PLM 计划捐助。本教材出版由盐城工学院教务处资助。

限于编者学识水平,教材中的不妥甚至错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者

2009 年 9 月

目 录

1 绪论	1
1.1 本课程的研究对象、任务及学习方法	1
1.1.1 研究对象	1
1.1.2 研究任务	1
1.1.3 学习方法	2
1.2 Unigraphics NX 软件简介	2
1.2.1 UG NX 软件特点	3
1.2.2 UG NX 软件应用模块简介	3
2 基本体的构形与建模	5
2.1 基本体	5
2.1.1 基本体的概念	5
2.1.2 基本体的分类	5
2.1.3 常用基本体	5
2.2 基本体的构形	5
2.2.1 回转法	6
2.2.2 移动法	7
2.3 利用 UG NX 系统建立基本体	8
2.3.1 基本体素方式建立基本体	8
2.3.2 扫描方式建立基本体	9
2.4 常用曲面	12
2.4.1 曲面的形成	12
2.4.2 曲面的分类	12
3 组合体的构形设计与建模	15
3.1 组合体的组合形式与表面连接关系	15
3.1.1 组合体的组合形式	15
3.1.2 组合体相邻表面的关系及特点	16
3.2 组合体的形体分析与 CSG 树	17
3.2.1 形体分析法	17
3.2.2 CSG 体素构造法	17
3.2.3 不同组合体的分析	19

3.3 组合体的构形设计	20
3.3.1 组合体的构形原则	20
3.3.2 不同组合体的构形设计	21
3.4 组合体的尺寸标注	24
3.4.1 基本体的尺寸标注	24
3.4.2 尺寸种类	25
3.4.3 尺寸基准	26
3.4.4 标注尺寸的方法	26
3.4.5 安排尺寸时的注意事项	28
3.5 利用 UG NX 系统进行组合体的构形设计实例	28
4 零件的构形设计与建模	34
4.1 零件的构形设计	34
4.1.1 零件构形设计要求	34
4.1.2 零件构形设计实例	38
4.2 UG NX 的建模方法与过程	40
4.2.1 UG NX 建模方法	40
4.2.2 UG NX 参数化建模技术	41
4.2.3 UG NX 建模过程	42
4.2.4 三维 CAD 标准	43
4.3 典型零件的构形设计	45
4.3.1 轴套类零件	45
4.3.2 轮盘类零件	47
4.3.3 叉架类零件	50
4.3.4 箱体类零件	54
4.4 标准件、常用件的结构分析与建模	59
4.4.1 标准件、常用件的结构特点	59
4.4.2 标准件、常用件建模实例	70
4.4.3 标准件库在产品设计中的应用	77
5 装配建模与结构分析	79
5.1 装配建模	79
5.1.1 机械产品的装配	79
5.1.2 装配建模的方法	82
5.2 装配结构分析	85
5.2.1 装配结构的工艺分析	85
5.2.2 装配体的相关设计	88
5.3 利用 UG NX 系统建立装配模型	92

6 正投影法基础	95
6.1 投影法的基本知识.....	95
6.1.1 投影法的概念	95
6.1.2 投影法的分类	95
6.1.3 正投影法的基本特性.....	96
6.2 三视图的形成及其投影规律.....	96
6.2.1 三视图的形成	96
6.2.2 三视图的投影关系	97
6.2.3 三视图与物体方位的对应关系	98
6.3 基本几何元素的投影.....	99
6.3.1 点的投影	99
6.3.2 直线的投影	99
6.3.3 平面的投影	102
6.3.4 平面上的点、线、面	104
6.3.5 直线平面相互位置关系	105
6.4 立体的投影	106
6.4.1 基本体的三视图	106
6.4.2 组合体的三视图	108
6.5 立体表面交线的投影	110
6.5.1 截交线	110
6.5.2 相贯线	114
6.6 组合体读图	117
6.6.1 组合体读图的方法	117
6.6.2 读组合体三视图思路和步骤	118
6.7 用 UG NX 生成组合体视图	120
6.8 轴测投影图	121
6.8.1 轴测图的基本性质	121
6.8.2 正等测图	122
6.8.3 斜二测图	124
7 机件形状的常用表达方法	126
7.1 视图	126
7.1.1 基本视图	126
7.1.2 向视图	127
7.1.3 局部视图	128
7.1.4 斜视图	128
7.2 剖视图	129
7.2.1 剖视图的概念	129
7.2.2 剖视图的种类	131

7.2.3 剖切面的种类	133
7.3 断面图	135
7.3.1 断面图的基本概念	135
7.3.2 断面图的分类	136
7.3.3 剖切位置与标注	136
7.4 其他表达方法及第三角画法	137
7.4.1 局部放大图	137
7.4.2 有关肋板、轮辐等结构的画法	137
7.4.3 相同结构的简化画法	138
7.4.4 较长机件的折断画法	138
7.4.5 较小结构的简化画法	139
7.4.6 某些结构的示意画法	139
7.4.7 对称机件的简化画法	139
7.4.8 允许省略剖面符号的移出断面	140
7.4.9 第三角画法简介	140
7.5 机件表达方法综合运用举例	141
8 零件图	143
8.1 零件图的内容	143
8.1.1 零件图的内容	143
8.1.2 绘制零件图的过程	144
8.2 零件表达方案的选择	144
8.2.1 主视图的选择	144
8.2.2 其他视图的选择	145
8.2.3 视图表达方案实例	146
8.3 零件图的尺寸标注	147
8.3.1 尺寸基准及其选择	147
8.3.2 合理标注尺寸的原则	149
8.3.3 零件上常见典型结构的尺寸注法	151
8.3.4 零件尺寸标注举例	152
8.4 零件图技术要求	154
8.4.1 表面粗糙度代号及其注法	154
8.4.2 极限与配合	158
8.4.3 形状和位置公差	165
8.5 用 UG NX 绘制零件图	168
8.5.1 作图步骤	168
8.5.2 作图过程	168
8.6 读零件图	171
8.6.1 读零件图的方法和步骤	171

8.6.2 看零件图示例	172
9 装配图	174
9.1 装配图的作用和内容	174
9.1.1 装配图的作用	174
9.1.2 装配图的内容	174
9.2 装配图的视图选择	176
9.2.1 装配体的视图选择原则	176
9.2.2 主视图的选择	176
9.2.3 其他视图的选择	176
9.2.4 注意事项	176
9.3 装配图的表达方法	177
9.3.1 装配图的规定画法	177
9.3.2 装配图的特殊表达方法	178
9.4 装配图的尺寸标注及技术要求的注写	181
9.4.1 装配图上的尺寸标注	181
9.4.2 装配图上技术要求的注写	182
9.5 装配图零部件序号和明细栏	182
9.5.1 零、部件的序号	183
9.5.2 明细栏(根据 GB 10609.2—1989)	184
9.6 用 UG NX 绘制典型部件装配图	185
9.7 阅读装配图、拆零件模型	186
9.7.1 读装配图	186
9.7.2 读装配图举例	187
9.7.3 由装配图拆画零件图	188
附录 A 常用螺纹及螺纹紧固件	192
A1 普通螺纹(摘自 GB/T 193—2003, GB/T 196—2003)	192
A2 梯形螺纹(摘自 GB/T 5796.2—2005, GB/T 5796.3—2005)	193
A3 非螺纹密封的管螺纹(摘自 GB/T 7307—2001)	194
A4 螺栓	195
A5 双头螺柱	196
A6 螺钉	197
A7 螺母	199
A8 垫圈	200
附录 B 常用键与销	202
B1 键	202
B2 销	205

附录 C 常用滚动轴承	208
C1 深沟球轴承(GB/T 276—1994)	208
C2 圆锥滚子轴承(GB/T 297—1994)	210
C3 推力球轴承(GB/T 301—1995)	213
附录 D 常用材料及热处理	216
D1 金属材料	216
D2 常用热处理工艺	219
D3 非金属材料	220
附录 E 极限与配合	221
E1 基本尺寸至 500 mm 的轴、孔公差带(摘自 GB/T 1801—1999)	221
E2 优先选用及其次选用(常用)公差带极限偏差数值表 (摘自 GB/T 1800.4—1999)	221
E3 优先和常用配合(摘自 GB/T 1801—1999)	229
E4 公差等级与加工方法的关系	231
附录 F 制图的国家标准	232
F1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)	232
F2 比例(GB/T 14690—1993)	234
F3 字体(GB/T 14691—1993)	235
F4 图线(GB/T 17450—1998)	236
F5 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)	238
参考文献	243

1 绪 论

1.1 本课程的研究对象、任务及学习方法

图样是工程界用来准确表达物体形状、大小和有关技术要求的技术文件。近代一切机器、仪器等产品和设备的设计、制造与施工、使用与维护等都是通过图样来实现的。设计者通过图样表达设计意图和要求,制造者通过图样了解设计要求、组织生产加工,使用者根据图样了解产品构造和性能、正确的使用方法和维护方法。因此,工程图样与文字、数字一样是表达设计意图、记录创新构思灵感、交流技术思想的重要工具之一,是“工程界的技术语言”。

近几年,随着计算机技术的迅速发展,计算机辅助设计的广泛应用改变了工程设计人员进行产品设计的方法和手段,产品设计由“二维构形、二维设计”向“三维构形、三维设计”方向发展,人们更多地直接通过构建三维模型来进行产品设计,设计完成后,通过软件投影生成二维图。显然,传统设计方法,即二维绘图(包括计算机二维绘图)在设计中的重要地位已经逐渐让位于现代设计方法。因此,工程图样可以用二维图形表达,也可以用三维图形表达。本课程在培养学生绘制和阅读工程图样能力的同时,注重培养学生的创造性构形设计能力,以适应现代设计方法。

1.1.1 研究对象

本课程是工科院校一门重要的技术基础课,包含三维模型与二维图形的机械工程图,是产品设计信息表达与交流的主要途径和手段,是工程技术人员之间沟通的桥梁。主要包括机械零部件三维模型的构形设计方法、二维机械工程图的投影法生成方法及阅读方法。

1.1.2 研究任务

本课程的主要目的是培养机械专业学生用图形表达设计思想的能力、工程实践能力以及创新设计能力,具备这些能力对学习后续课程和进行创造性设计是非常必要的,也是 21 世纪科技创新人才必备的基本素质之一。

本课程的主要任务是:

(1) 培养学生空间构思能力和创造性的三维形体设计能力,为后续相关课程的学习奠定基础。

(2) 学习投影理论,培养学生绘制和阅读二维机械工程图样的基本能力。

(3) 培养学生熟练地查阅机械制图中的常用标准的能力,培养其贯彻、执行国家标准意识。

(4) 培养学生的自学能力、独立分析问题和解决问题的能力,以及认真负责的工作态度和耐心细致、一丝不苟的工作作风。

1.1.3 学习方法

要学好本课程,必须认真学习构形方法和投影理论,在掌握基本方法和基本理论的基础上,由浅入深地通过一系列的建模、绘图和读图实践,不断地分析和想象空间形体与图样上图形之间的对应关系,逐步提高空间想象能力和分析能力,掌握构形规律和正投影的基本作图方法。因此,必须做到:

1) 空间想象和空间思维与构形过程和投影分析紧密结合

在学习过程中,必须随时进行空间想象和空间思维,并与构形过程和投影分析紧密结合。一方面,运用 UG NX 软件建立三维实体模型,培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力;另一方面,对视图中不易看懂的难点部分,借助三维实体建模,仔细观察其具体形状,进一步理解它们在二维视图中的投影画法。

2) 理论联系实际,掌握正确的方法和必要的技能

本课程实践性极强,在掌握基本概念和理论的基础上,还必须用较多的时间完成一系列的建模和绘图实践及适量的手工绘图作业。在这一过程中,需要学会和掌握运用理论去分析和解决实际问题的正确方法和步骤,掌握用 UG NX 软件进行三维建模以及从三维模型上获取二维视图的技巧和方法。

3) 加强标准化意识和对国家标准的學習

国家标准对投影法、图样画法、尺寸标注、图纸幅面及格式、比例、字体、图线、三维实体模型等很多方面都做了规定,每个学习者都必须从开始学习本课程时就树立标准化意识,认真学习并坚决执行国家标准的各项规定,保证自己所绘制的图样正确、规范。

4) 与工程实际相结合

本课程是服务于工程实际的工具课,因此,在学习中必须注重学习和积累相关工程实践知识,如机械设计知识、机械零件结构知识和机械制造工艺知识等,这些知识的积累对建立符合工程实践的三维模型、机械工程图,包括阅读零件图、装配图都是很有好处的。

5) 具有认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风

由于图样在生产建设中起着很重要的作用,绘图和读图的差错,都会带来损失,所以在学习过程中,应培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

1.2 Unigraphics NX 软件简介

Unigraphics NX 软件(简称 NX)是 Siemens PLM Software 公司集 CAD/CAM/CAE 于一体的软件系统,在航空航天、汽车、机械、模具和家用电器等工业领域得到了广泛应用。全世界多所大学和教育机构都在使用 NX 进行教学,有很多专业设计师、设计单位的科研人员使用 NX 进行设计和研究,它是当前工程设计、绘图的流行软件之一。作为未来的工程技术人员,了解和掌握一种三维设计软件的功能、操作和应用是十分必要的。我们将 UG NX 系统中的 Modeling、Drafting、Assembly Modeling 等模块融入工程图学的教学过程中。

1.2.1 UG NX 软件特点

UG NX 软件是一个交互的计算机辅助设计、计算机辅助制造和计算机辅助工程(CAD/CAM/CAE)集成系统。

NX 产品的功能覆盖了整个产品开发过程:从概念设计、造型设计、结构设计、性能仿真、工装设计到加工制造(见图 1-1)。CAD 功能是指现代制造业中常用的工程设计和制图能力;CAM 功能是利用 NX 描述完成零件的设计模型,为现代机床提供 NC 编程;CAE 功能是提供产品、部件和零件的性能仿真能力。

NX 软件的主要优点:

- (1) 支持产品和设计过程中的创新。
- (2) 能够实现产品开发的转变。
- (3) 通过协作、自动化和重用资源,减少开发时间和成本。
- (4) 用仿真确认和优化改进产品质量和性能。

1.2.2 UG NX 软件应用模块简介

NX 功能被划分成一系列“应用(Application)”工具,如图 1-2 所示。UG NX 软件提供

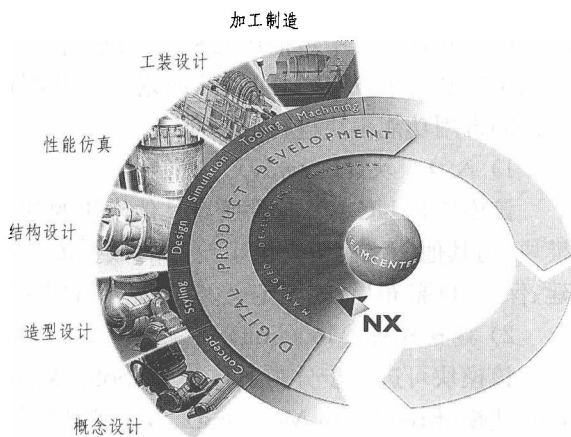


图 1-1 NX 数字化产品开发过程

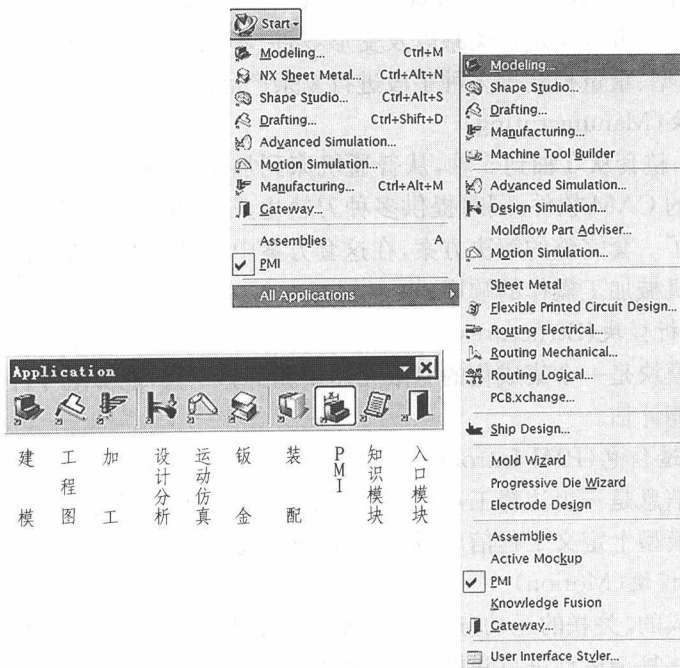


图 1-2 NX 软件应用工具条与下拉菜单

了一套从概念设计到加工制造的统一的解决方案,应用程序无缝地集成在一起,在一个可管理的产品开发环境中传播产品和设计制造流程的信息。UG NX 软件将数字化产品模型应用到生产制造中,从最初的产品规划到设计制造都有相应的模块覆盖。下面将对 UG NX 软件的常用功能模块进行简单介绍。

1) 入口模块(Gateway)

该模块是 UG NX 软件所有其他模块的基本框架,是启动 UG NX 软件时运行的第一个模块,为其他 NX 模块提供了统一的数据库支持和交互环境。入口模块可以执行打开、创建、保存、屏幕布局、视图定义、模型显示、图层管理、绘图、打印队列等多种功能。

2) 建模模块(Modeling)

该模块可进一步分为实体建模(Solid Modeling)、特征建模(Features Modeling)、自由形状建模(Free-Form Modeling)、钣金特征建模(Sheet Metal Feature Modeling)、用户定义特征(User-Defined Features)五个部分,可以实现各种复杂模型的创建,并支持复合建模。

3) 工程制图模块(Drafting)

工程制图模块使得设计师可以从三维实体模型或草图中得到相关的二维工程图。标注的尺寸随着三维模型自动更新。该模块具有自动视图布局、动态捕捉、动态导航和自动建立明细表等多种功能,充分实现绘图的自动化。目前,它支持 ANSI、ISO、DIN、JIS、GB 等多个标准。

4) 装配建模模块(Assembly Modeling)

装配建模模块提供了并行的、自上而下和自下而上的产品开发方法。在该模块生成的装配模型中,零件数据是对零件本身的链接镜像,保证了装配模型和零件设计的完全双向相关,零件设计中的任何改动,都会反映到装配模型中;反之,在装配模型上进行的修改也会传递到零件上,从而改进了软件操作性,减少了存储空间的要求。UG NX 软件支持对齐、贴合、相切、偏移等多种方式的定位关系以及变形零件、不同位置零件的装配。同时它还通过引用集、小平面模型、重量控制等多种手段进行复杂产品的大装配。

5) CAM 模块(Manufacturing)

NX 提供了一整套从 3 轴到 5 轴,从普通机床到加工中心的数控解决方案。它是目前世界上应用最广的 CAM 软件,同时提供多种刀轨生成、验证和仿真模式。UG NX 软件为多功能机床提供了一套完整的解决方案,在这套方案中有一个新的流程同步管理器,使得用户能精确地控制机械加工操作的顺序。

6) 有限元分析模块(Structures)

有限元分析模块是一个集成化的有限元建模和解算工具,能够对零件进行前后处理,用于工程仿真和性能评估。

7) 产品和制造信息(PMI Introduction)

产品和制造信息是一组注释工具,用于在三维环境中对产品进行文档说明。产品设计人员可以在三维模型上定义工程信息,从而将设计信息传递到下游应用中。

8) 运动分析模块(Motion)

这是一个集成的、关联的运动分析模块,提供了机械系统运动方案的设计功能;能够对机械系统的大位移复杂运动进行建模、模拟和评估;提供对静态、运动学和动力学模拟的支持,输出图、动画、MPEG 影片以及电子表格等分析结果。

2 基本体的构形与建模

模型按照其复杂程度,可分为基本立体(简称基本体)和组合立体(简称组合体)。本章主要介绍基本体和常用曲面的构形方式,基本体和曲面的生成方式。

2.1 基本体

2.1.1 基本体的概念

形状简单的几何形体称为基本体,如棱柱、棱锥、圆柱、圆锥等。

2.1.2 基本体的分类

模型按照其表面的几何形状不同可分为两类:表面全部为平面的立体称为平面立体,如图 2-1 所示;表面为曲面或由曲面和平面组成的立体称为曲面立体,如图 2-2 所示。

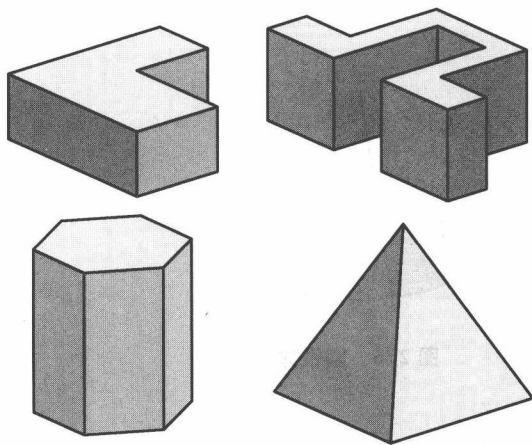


图 2-1 平面立体

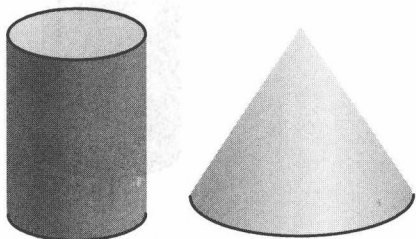


图 2-2 曲面立体

2.1.3 常用基本体

常用基本体包括棱柱、棱锥、圆柱、圆锥、球、环等,如图 2-1、图 2-2 所示。

2.2 基本体的构形

如图 2-3、图 2-4 所示,通常可以通过旋转或移动截面几何对象来形成基本体,截面几

何对象可以是线、面等。

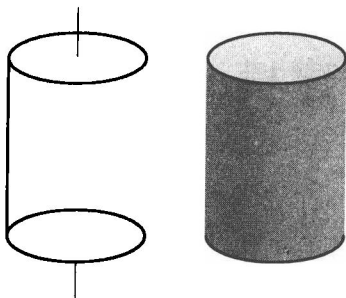


图 2-3 旋转构形基本体

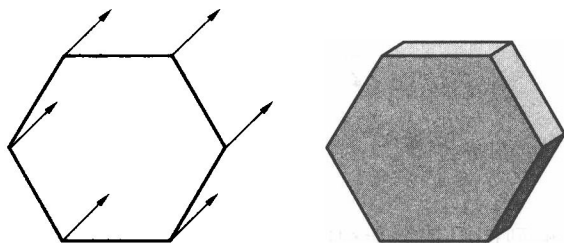


图 2-4 移动形成基本体

2.2.1 回转法

回转法是指任一平面图形(基面)绕指定的轴旋转形成基本形体的方法。指定的轴即为旋转轴。

1) 基本回转体的构形

(1) 圆柱体的形成

由直线 AA_1 绕与它平行的轴线 OO_1 旋转形成圆柱体,如图 2-5 所示。直线 AA_1 称为母线,直线 AA_1 旋转所形成的表面称为圆柱面,圆柱面上与轴线平行的任一直线称为圆柱面的素线。

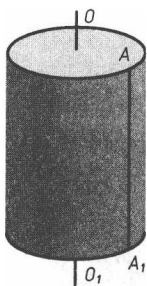


图 2-5 圆柱体

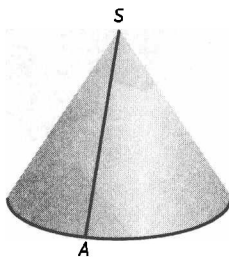


图 2-6 圆锥体

(2) 圆锥体的形成

由直线绕与它相交的轴线旋转形成圆锥体,如图 2-6 所示。直线 SA 旋转形成的表面称为圆锥面。点 S 称为锥顶,直线 SA 称为母线。圆锥面上过锥顶的任一直线称为圆锥面的素线。

(3) 球的形成

如图 2-7 所示,一圆母线绕过其圆心且在同一平面上的轴线 OO_1 旋转而形成球,球的表面称为球面。

(4) 环的形成

如图 2-8 所示,一圆母线绕不通过其圆心但在同一平面上的轴线回转而形成环,环的表面称为环面。