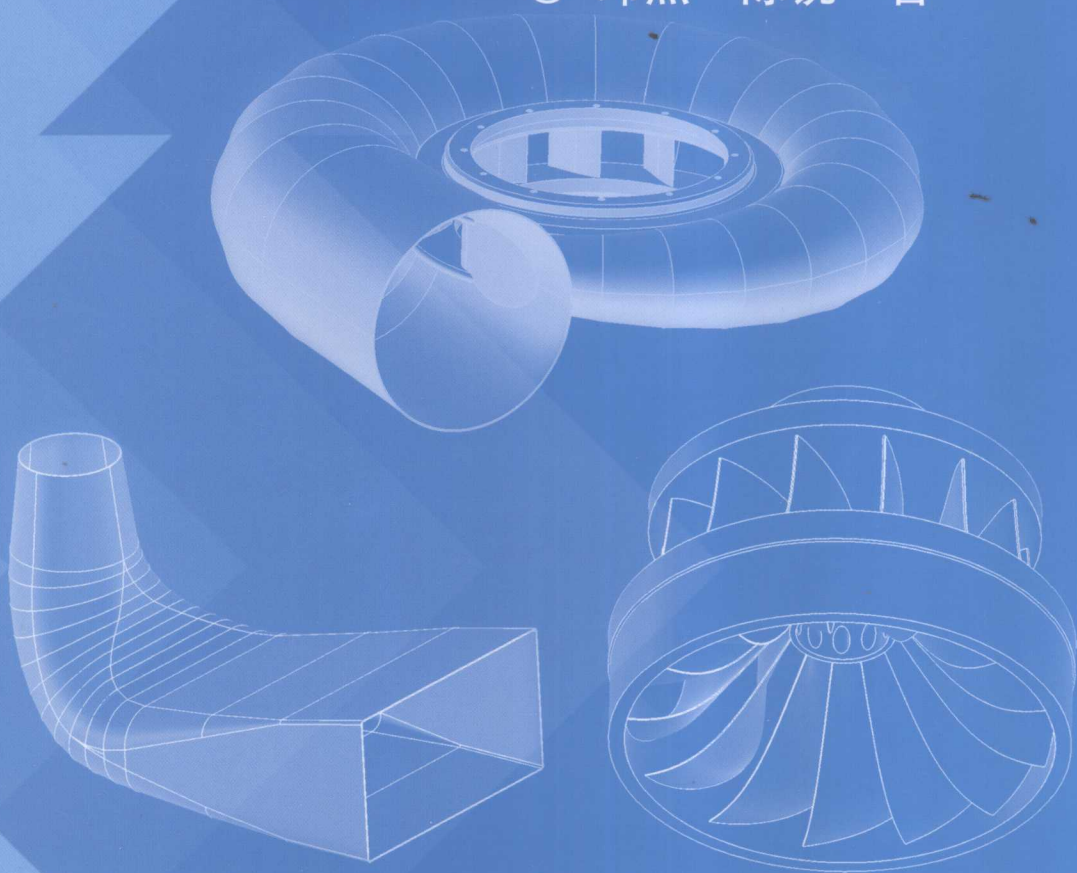


水力机械

UGS NX

设计与实例

© 邓杰 陈锐 著



中国水利水电出版社

www.waterpub.com.cn

要 要 容 内

水力机械UGS NX 设计与实例

◎ 邓杰 陈锐 著

图 书 在 册 编 目 (CIP)

水力机械UGS NX设计实例 / 邓杰, 陈锐著. — 北京:

中国水利水电出版社, 2009

ISBN 978-7-

水力机械

TK330.8

063823号

I. 水…

计算机辅助

中国版本



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

(共1册) 89.00元

本书为《水力机械UGS NX设计实例》一书, 全书共分4章, 主要介绍UGS NX在水力机械中的应用。

水利部成都山地所

内 容 提 要

本书以大型三维参数化设计软件 UGS NX5 为平台,以具有典型三维特色的水力机械零件设计为实例,以目的先行的方式,陪同读者直接上手 NX CAD 实例设计,旨在达到建立、提升三维参数化设计观念,学以致用目标。

本书的每个实例都是一个实际机械设计工作的演练,从分析设计资料开始,明确设计目标,规划设计思路,然后一步步运用 NX 工具和知识,完成整套设计步骤。所有原始设计资料、数据以及作者完成的 NX 作业,都按对应的分章文件夹保存在配书光盘中。

本书实例中的水轮机转轮叶片、蜗壳和尾水管等零部件,其设计成果和参数表达方式都极具行业特点。在没有三维设计条件的时代,这些特殊零部件的造型是以特殊的二维图形表达的。因此这些实例也特别鲜明地体现出二维设计到三维参数化设计的“龙门一跃”。

本书是从工程软件使用者的角度来编写的,具有极强的实用性、指导性和操作性,主要供具备传统的二维机械设计经验、准备或正在向三维设计升级的工程技术人员,特别是从事(水力)机械设计的技术人员阅读、使用。也可以作为 NX 软件学习者的 CAD 自练教程,还可供大专院校(水力)机械专业及其相近专业的师生学习、参考。

图书在版编目(CIP)数据

水力机械 UGS NX 设计与实例/邓杰,陈锐著. —北京:
中国水利水电出版社, 2009
ISBN 978-7-5084-6455-8

I. 水… II. ①邓…②陈… III. 水力机械-机械设计:
计算机辅助设计-应用软件, UGS NX5 IV. TK730.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 053923 号

书 名	水力机械 UGS NX 设计与实例
作 者	邓杰 陈锐 著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www.waterpub.com.cn E-mail: sales@waterpub.com.cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心(零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市地矿印刷厂
规 格	184mm×260mm 16 开本 22.25 印张 528 千字
版 次	2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷
印 数	0001—3000 册
定 价	89.00 元(附光盘 1 张)

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前言

在计算机与信息技术高度发展的时代背景下, 工业企业信息化的基础是装备、产品数字化。作为建立这一基础的主要手段, 三维参数化设计已成为广大设计工程师需要掌握的工作技能。本书的写作有意帮助这些具备传统的二维设计经验、准备或正在向三维设计升级的工程师朋友便捷地跨越到三维参数化设计平台。

UGS NX 是大型主流三维参数化设计软件之一, 包括功能浩瀚、强大的 CAD 模块, 可以说它在三维设计方面无所不能。普通设计人员要驾驭 NX 的某一专业模块, 需要下不小的工夫来学习它的概念、环境、设置, 以及变化无穷的设计方法等。有二维设计经验的工程师则需要设计观念和设计思路向上向三维设计领域升级。

我们开始掌握一门计算机软件技术时, 最头痛的莫过于面对一大堆新的概念、术语、抽象的软件对象等。对学生来说, 在没有具体工作目标的情况下, 学习使用设计软件时可能会感到迷茫。对于从业者来说, 最关心的是如何把他们的工作经验与软件技术结合起来, 如何尽快地应用先进的技术解决手头的设计问题。因此, 本书希望以目的先行的方式, 陪同读者直接上手实例设计, 逐步对实例中碰到的三维参数化设计理论、概念、技术等进行讲解。在完成一件设计后, 回味归纳刚刚接触、使用过的软件环境和知识, 并介绍相关的 NX 知识内容。如此由易而难地实践实例设计, 不断深入软件知识, 以达到建立三维参数化设计观念, 学以致用目标。

本书选用行业性较强的水轮机设计为实例。水轮机设计既包括常规机械设计内容, 也包括特殊结构的设计方法——水力设计建模。水力设计建模以自由形状特征建模为主, 是本书的主要内容。关于常规机械设计三维建模知识的课程, 目前已有许多优秀的 NX 基础教材出版, 读者朋友如需要的话, 应不难获得必要的参考书籍。

在二维设计中, 常规机械零件通常可以用三视图或少量辅助视图表达。而水轮机的主要零部件包括有较高精度要求的曲面形状, 其二维表达往往需要大量的截面图和型线图的综合描述, 以至于非专业的制造者难以读懂设计

图纸。可见,水轮机的零部件设计具有鲜明的三维设计特色,而使用NX进行此类造型设计则更显得得心应手。

本书从行业惯用的设计参数出发,一步步建立起零件的三维模型。希望从事相关工作的读者可以参考实例,去完成他们自己的设计工作。

对于其他专业的读者,可以通过演习本书的实例,与作者交流NX设计思想,增进或建立起自己对NX三维参数化设计的理解。

本书内容按设计目标特点分为3篇。

第1篇,水轮机转轮部件建模。包括第1章和第2章。这一部分以制作一个水轮机转轮部件为例,陪同读者进入NX软件环境,体会NX特征建模的基本路数。

第1章,进入NX环境。本章始于开始NX作业过程,进而开始简单建模练习,逐步对本书的描述方式进行约定介绍。

第2章,转轮部件建模过程。本章要完成水轮机转轮部件的整体建模。从设计资料出发,拟定建模加工思路,并逐一实施,直至完成设计目标。本章主要介绍NX常规特征建模,一次完成具有多项特征的模型。希望在NX CAD的基础层面上能与读者充分交流设计体会,共同认识NX建模的技术思想。

第2篇,水轮机转轮叶片的建模。包括第3章至第9章。这一部分介绍根据水轮机转轮叶片的水力设计成果进行三维建模的实例。从几种设计数据资料出发,分别创建叶片表面曲面特征和叶片实体模型。

第3章,基于设计流线的叶片建模。本章介绍从文本数据文件导入叶片轴面型线,创建叶片轴面型线草图,创建叶片流道回转特征;从二维CAD格式文件(AutoCAD)导入现成的叶片表面三维设计流线,创建曲面特征;用叶片表面曲面修剪叶片流道回转体,从而完成叶片实体模型;进行叶片头部修圆加工等。本章还介绍了一个通过编辑截面曲线来处理叶片表面不光顺问题的例子。

第4章,基于文本数据文件的叶片建模。本章设计的出发点是文本形式的水力设计成果数据,介绍如何从文本数据文件创建曲面特征,以及创建叶片实体的另一个特征建模方法。有关特征编辑方面,本章介绍了一个利用“历史记录”以及曲面编辑手段进行叶片表面光顺的例子。

第5章,基于平面木模图的叶片建模1。本章介绍从水力机械传统工程图形式——平面木模图来创建三维叶片模型的实例。本章的任务是完成二维木模图到三维木模图的转化。内容包括木模图的数字化,NX中的样条曲线创建和编辑。并针对处理大量非特征曲线的工作需要,介绍了NX图层的应用。

第6章, 基于平面木模图的叶片建模2。本章继续介绍用木模图来创建三维叶片模型。本章的任务是将三维木模图转换成曲线网格的形式, 为应用“网格曲面”特征创造条件。内容包括用等高线创建“通过曲线组”曲面特征; 将不完全的曲面分解为网格曲线; 网格线端点斜率和曲率的处理; 叶片表面网格线的完善等。

第7章, 基于平面木模图的叶片建模3。本章最终完成用木模图来创建三维叶片模型。内容包括创建网格曲面特征; 叶片表面的细化调整(曲面编辑); 叶片实体建模; 头部圆细节加工等。第5章至第7章的实例真正完成了一个从二维设计到三维设计的进程。

第8章, 基于测绘点数据的叶片建模1。本章介绍一个有实际意义的应用实例, 用测绘数据——测绘点和样板——创建叶片三维模型。本章的任务是将测绘数据规整为我们习惯的设计数据样式。内容包括, 测绘数据的导入与整理; 叶片边界(进出口边及上冠、下环曲线)的成形; 从三维测绘数据创建轴面型线草图等。

第9章, 基于测绘点数据的叶片建模2。本章完成用测绘数据创建叶片三维模型。内容包括: 用样板曲线创建叶片头部曲面; 用“从点云”特征创建叶片表面曲面; 叶片正、背面曲面与头部曲面的整合; 叶片表面曲面修形; 创建叶片实体模型等。

第3篇, 水轮机蜗壳和尾水管建模。包括第10章至第12章。这一部分介绍两个水力设计成果的建模实例。蜗壳和尾水管都是具有异形壳体的零件, 其水力设计的成果是流道型腔的断面型线。三维建模的任务是连接设计断面形成曲面特征, 增加壁厚形成实体, 并进行内部细节加工。

第10章, 蜗壳的建模过程1——绘制蜗壳截面。本章的任务是从平面型线图和截面型线图出发, 构建三维的蜗壳截面图。技术路线是, 创建参数约束的截面型线模板草图, 应用宏来重复导入模板草图, 实现截面的三维空间布置。应用电子表格批量编辑表达式, 以驱动所有截面型线模板草图达到设计尺寸。

第11章, 蜗壳的建模过程2——蜗壳部件建模。本章完成两种蜗壳实体零件的模型, 即焊接蜗壳和铸造蜗壳的模型。内容包括, 用直纹面特征创建蜗壳内腔分段实体; 应用一系列布尔特征创建蜗壳鼻端隔舌; 用抽壳特征创建蜗壳实体; 创建带固定导叶的座环模型; 座环与焊接形式壳体的组合; 铸造蜗壳建模简述等。

第12章, 尾水管的建模实例。本章完成一个具有三种不同形状断面的尾

水管建模。内容包括,创建相关联的断面定位草图模板和(三种断面型线的)断面型线草图模板;通过导入部件的方式汇集所有模板草图,形成统一的参数表达式表;应用电子表格批量编辑表达式,通过参数驱动,一步完成断面型线的三维布置和断面型线的设计尺寸到位;创建直纹面;不同形状截面过渡的直纹面处理;插入加厚特征完成尾水管实体零件等。

本书实例描述使用的软件是UGS NX 5.0.4。NX版本的差异可能在某些功能上有一些不同。建议使用NX 5.02以后的版本。

本书实例的所有原始设计资料、数据,以及作者完成的NX作业,都按对应的各章文件夹保存在配书光盘中。

能够在此与读者朋友交流NX的使用技术和设计体会,作者深感荣幸,谨表敬意。

作者

2009年2月

第一章 绪论

第一节 绪论

第二节 绪论

第三节 绪论

第四节 绪论

1. 样例文件

本书所有实例的原始数据都存在光盘文件夹 Samples 中。读者在做本书的练习时需要用到这些样例文件。

Samples 文件夹中的子文件夹内容对应的书中章节如下：Chapter01——第 1 章；Chapter02——第 2 章；Chapter03——第 3 章；Chapter04——第 4 章；Chapter05——第 5 章至第 7 章；Chapter08——第 8 章，第 9 章；Chapter10——第 10 章；Chapter11——第 11 章；Chapter12——第 12 章。

读者需要将 prt 文件拷贝到硬盘的 NTFS 格式的分区上，才能打开文件。

2. 插图

由于书中页面大小有限，且所有插图均为黑白印刷，可能会有一些插图的细节不够清晰。配书光盘的文件夹“《水力机械 UGS NX 设计与实例》插图 PDF”中存有所有章节的彩色插图文件（PDF 格式），必要时读者可以按图号查看相应的电子版插图。

3. 作者做的作业

文件夹 Examples 下有作者做的本书所有实例的作业，供读者参考。

读者需要将 prt 文件拷贝到硬盘的 NTFS 格式的分区上，才能打开文件。

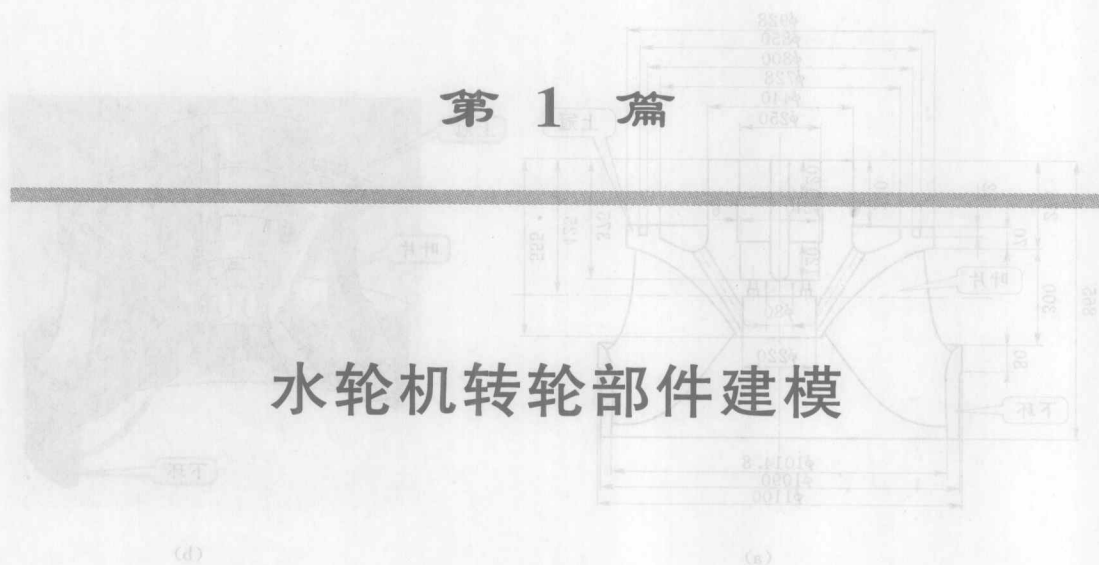
目 录

目 录	
前言	1
光盘简介	2
第1篇 水轮机转轮部件建模	3
第1章 进入NX环境	4
1.1 开始一个NX作业过程	4
1.2 转轮上冠初步建模	7
1.3 本章小结	12
第2章 转轮部件建模过程	14
2.1 转轮上冠建模	14
2.2 转轮下环建模	33
2.3 加工流面	37
2.4 加入转轮叶片	41
2.5 引用特征——完成创建上冠的均布孔	43
2.6 组合转轮整体	45
2.7 本章小结	45
第2篇 水轮机转轮叶片的建模	49
第3章 基于设计流线的叶片建模	53
3.1 创建叶片毛坯的轴面型线——用于创建回转特征截面	53
3.2 创建叶片表面的曲面特征	63
3.3 创建叶片实体特征	70
3.4 叶片模型光顺处理	77
3.5 叶片进口边修形——倒圆	79
3.6 本章小结	82
第4章 基于文本数据文件的叶片建模	84
4.1 用流线数据文件创建叶片表面的曲面特征	84
4.2 创建叶片实体特征	85
4.3 叶片表面光顺	90

4.4	本章小结	95
第5章	基于平面木模图的叶片建模 1	96
5.1	木模图	96
5.2	准备	96
5.3	设置图层	97
5.4	将二维木模图变为三维木模图 (叶片正面)	101
5.5	将二维木模图变为三维木模图 (叶片背面)	110
5.6	本章小结	113
第6章	基于平面木模图的叶片建模 2	115
6.1	三维木模图如何转换成曲线网格的形式	115
6.2	创建通过曲线组 (等高线) 的曲面 (叶片背面)	115
6.3	创建叶片轴面网格曲线 (U 向和 V 向轴面网格线)	121
6.4	创建以轴面网格曲线为母线的回转曲面	132
6.5	创建叶片背面表面的网格线	133
6.6	网格线端点的斜率和曲率	141
6.7	完善叶片背面表面的网格线	151
6.8	将叶片正面三维木模图转换成曲线网格的形式	156
6.9	本章小结	164
第7章	基于平面木模图的叶片建模 3	166
7.1	创建曲面特征 (叶片正面)	166
7.2	创建曲面特征 (叶片背面)	171
7.3	完成叶片实体建模	172
7.4	本章小结	178
第8章	基于测绘点数据的叶片建模 1	180
8.1	数据准备	180
8.2	创建图层类别	180
8.3	导入数据	181
8.4	绘制叶片出口边三维型线	184
8.5	绘制叶片进口边三维型线	185
8.6	完善叶片边界曲线	194
8.7	绘制叶片进出口边轴面型线	198
8.8	创建轴面型线草图	200
8.9	创建叶片轴面网格曲线	205
8.10	本章小结	211
第9章	基于测绘点数据的叶片建模 2	213
9.1	创建叶片头部曲面	213

9.2	创建叶片表面曲面——从点云	219
9.3	创建完整的叶片表面曲面	230
9.4	创建叶片实体	237
9.5	本章小结	242
第3篇	水轮机蜗壳和尾水管建模	245
第10章	蜗壳的建模过程1——绘制蜗壳截面	247
10.1	蜗壳建模的基础数据和思路	247
10.2	创建第一个截面	248
10.3	创建三维的蜗壳截面草图——通过电子表格批量编辑表达式	254
10.4	本章小结	264
第11章	蜗壳的建模过程2——蜗壳部件建模	265
11.1	创建蜗壳内腔实体——直纹面特征	265
11.2	创建蜗壳鼻端隔舌	270
11.3	创建蜗壳实体	280
11.4	创建座环模型	286
11.5	完成焊接蜗壳部件	305
11.6	铸造蜗壳建模简述	311
11.7	本章小结	319
第12章	尾水管的建模实例	321
12.1	尾水管的设计数据和建模思路	321
12.2	开始练习	322
12.3	创建断面定位草图	323
12.4	创建断面型线草图	325
12.5	创建三维布置的尾水管断面草图	330
12.6	创建尾水管各分段——直纹面特征	332
12.7	创建尾水管实体——插入加厚特征	341
12.8	本章小结	341

水轮机转轮部件建模



在本书的第1篇，我们将一起走进NX环境，并在里面制作一个水轮机转轮部件。
建模实例的原始数据来源于图 I.1 (a) 所示的二维设计图纸。

书中把设计思想首先表示为二维设计图纸，一方面为了方便讨论，另一方面强调二维设计到三维设计的提升。

所有二维设计图纸均以 AutoCAD 文件格式存放在配书光盘里。如图 I.1 (a) 的源文件见配书光盘：\Samples\Chapter01\转轮图.dwg

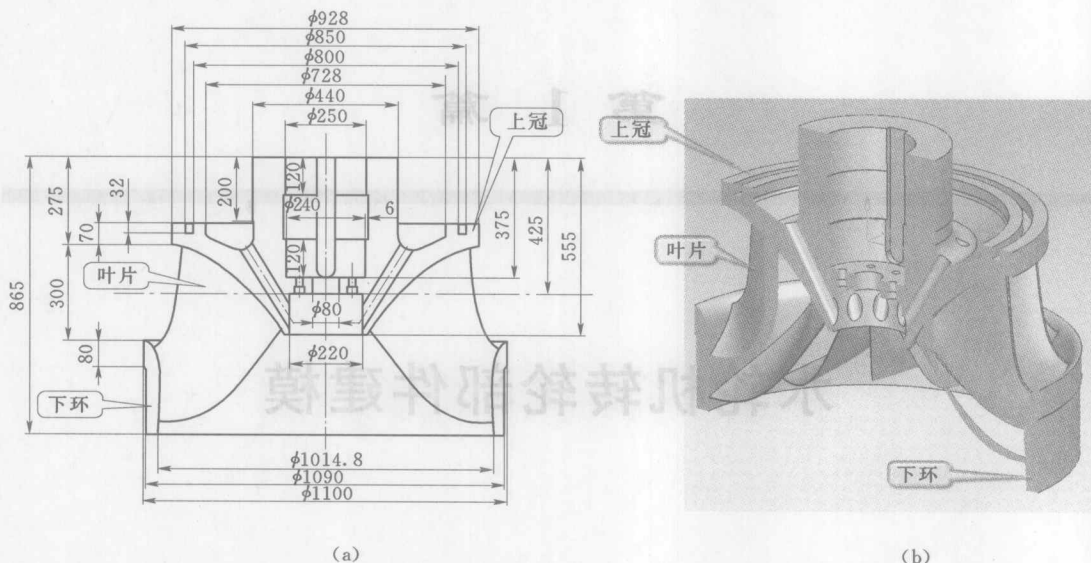


图 I.1 水轮机转轮建模

(a) 水轮机转轮的设计图 (AutoCAD); (b) 水轮机转轮部件建模 (NX5)

转轮部件，见图 I.1 (b)，由三个部分构成：转轮上冠、下环，以及转轮叶片。其中上冠、下环的加工成形与常规零件无异，只有叶片部分是水力设计的成果，其设计、加工都很有专业特色。本书主要讲的是水力设计的成果建模，叶片建模将是后文的重点。在第1篇里，我们通过转轮部件的常规建模练习，先一起熟悉一下NX设计的基本路数。

进行NX建模，就像制造者看着图纸进行零件加工。在车间里，一个零件可以经过车、铣、刨、磨、镗、钻、锻、焊等诸般工艺加工而成。现在NX环境就是加工车间，而各种加工方式则是被称做各种“特征”的虚拟对象。在NX环境中加工零部件，就是通过添加各种“特征”来构建三维实体对象。

比如制作一个六角螺母（图 I.2），首先加工一个圆柱体——插入“圆柱体”特征；接下来两端面倒角——插入“倒斜角”特征；然后铣六边形——创建六边形截面草图，插入“拉伸求交”特征；打孔——插入“孔”特征；攻螺纹——插入“螺纹”特征。

可见，现实活动中的加工方法到了NX环境中，就被抽象成了“特征”的概念。一个三维实体模型就是由若干特征构成的，当然和实际的加工工艺类似，特征构成部件也需要按一定组合、顺序来完成，还需要用一点点技巧。

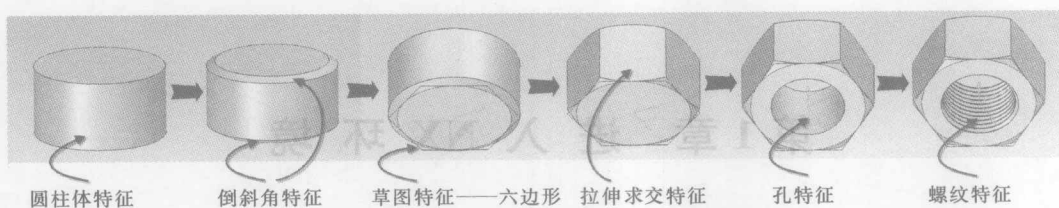


图 I.2 零件加工与特征建模的概念

实际加工一个零件，最后发现产品与设计尺寸不符，这个零件就成废品了。而特征建模就不同了。“特征”是程序对象，具有全约束的参数属性。所谓“参数”，可以理解为图纸中标注的尺寸。但特征是与参数相关联的，互相驱动变化。可以通过编辑参数来修改特征，从而修改实体部件；还可以通过参数表来批量创建部件族。

在“六角螺母”的例子中还提到了“草图”，这也是三维建模的一个有效工具。而且草图也是二维设计和三维设计两个思路之间的交汇地带。

草图只能画在平面上，因而它是二维的。与普通二维图形不同的是，草图中的几何对象是可以被约束的，就是说，草图不是简单地由常量数据确定的单线图，而是通过程序函数与“参数”关联的图形对象。

草图又是三维的，因为它所在的平面可以定义在空间任何位置，它被用做一些三维特征——如“拉伸”特征——的轮廓截面或扫掠路径。

以上提到了三维设计的三个关键词：特征，约束，草图。今后进行三维建模时，会常常围绕着这三个关键词的概念展开我们的思路，实现解决方案。

下面就开始第一个作业，创建图 I.1 的转轮模型。这个实例会比加工螺母稍微复杂一点儿，但同样是一个添加特征（包括草图），完成约束的过程。



图 I.1 转轮模型

第1章 进入 NX 环境

在本章的进程中，将把环境对象的称谓进行统一，并对常用的描述方式做一说明，以便今后在进行 NX 作业的过程中方便沟通。

1.1 开始一个 NX 作业过程

所谓 NX 作业过程 (NX session)，就是打开 NX 程序，在 NX 软件环境里做设计、分析等工作的过程。

1.1.1 启动 NX5，进入 NX 环境

1. 启动 NX5

启动 NX5，首先进入“基本环境”应用模块界面，见图 1.1。这个界面与一般 Windows 程序界面类似，有：①图形窗口；②标题栏；③菜单栏；④工具条；⑤提示栏；⑥状态栏；⑦资源条等。

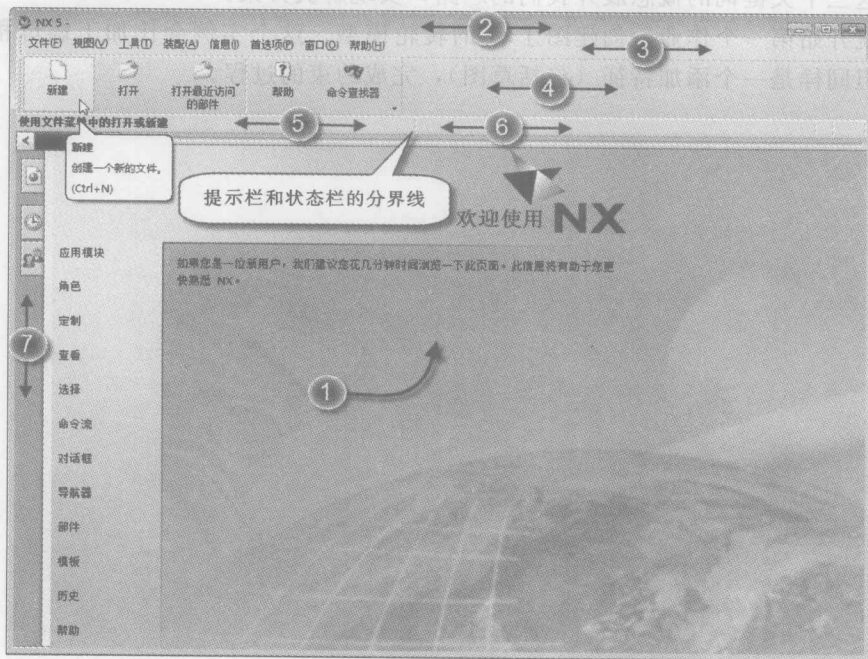


图 1.1 NX5 启动界面

2. 关于鼠标键的约定

像在所有图形界面的软件环境中一样，我们要想和软件进行交互，常常要靠鼠标来延伸我们的触觉。现在大多用的是三键鼠标。按照NX文档的习惯，鼠标的三个键分别用代号表示，见图1.2：

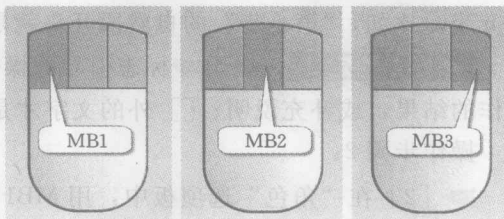


图 1.2 鼠标的三个键

MB1——左键；

MB2——中键，或滚轮；

MB3——右键。

★★★约定1，今后提到点击鼠标键时，就只用鼠标键的代号表示了。

比如，可以单击MB1（左键）来选择菜单、按钮，在图形窗口中选择对象；还可以在一个对象上双击MB1来进行默认的操作。

可以单击MB2（中键，或滚轮）来接受默认选项，或继续执行下一步，或结束一个命令。可以按住MB2并拖曳鼠标来旋转视图。

可以单击MB3（右键）来访问弹出菜单；按住MB3可以访问辐射命令图标。

3. 在基本环境模块中定制角色（关于操作方法描述的约定）

基本环境模块是我们进入NX环境的“门廊”（gateway）。到了这里，我们还并没有开始NX作业过程，只可以做一些准备工作，比如，定制角色。

所谓“角色”（Role），就是针对不同工种的使用者所设置的工具（菜单、工具条）模板。请尝试以下操作。

操作步骤1：

► [1] 在资源条上用MB1选“角色”图标按钮，[打开“角色”选项板，见图1.3。]

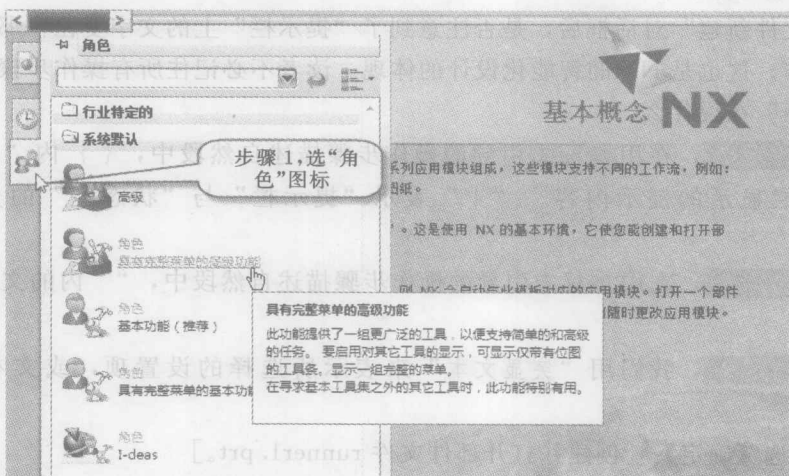


图 1.3 打开“角色”选项板，选择角色

★★★约定2，用➤标志来开始一段操作步骤的描述自然段。[n]表示操作的第n步。比如，“第一步”的自然段开头就是➤ [1]。

★★★约定3，在用➤标志引导的操作步骤描述自然段中，[] 中的文字表示的是操作的结果，或补充说明；[] 外的文字才是描述操作过程的正文。

操作步骤2：

➤ [2] 在“角色”选项板中，用MB1选“具有完整菜单的高级功能”选项，[弹出“加载功能”警告框。]选【确定(O)】按钮。[完成角色选择。]

现在会发现菜单栏上的菜单增多了，而且下拉菜单的内容也增多了。水力机械零件建模比较复杂，仅用基本工具是不够的。当然，也可以在进入其他模块后再定制角色。

★★★约定4，用【名称】来表示按钮或菜单。

★★★约定5，在文章的叙述中，用不同字体来书写一些“题外话”。

1.1.2 创建新文件

当我们打开或新建一个“部件文件”，就开始了一个NX作业过程。

➤ [1] 在菜单栏中，选【文件】→【新建】。[打开“文件新建”对话框，见图1.4。]

★★★约定6，用箭头符号“→”来表示连续选择上一级菜单和下一级菜单（这个描述方式的详细图解请参见图1.6）。

➤ [2] {选择模板，并在必要时选择要引用的部件1 | 在“文件新建”对话框中选择：“单位”：毫米；“模板”：模型；“名称”：runner1.prt；“文件夹”：X:\MyNX\Chapter01_02\ [可自定，在NTFS格式的分区上就行；设定文件夹路径时请注意，NX的中文不好，只认字母及可作为文件名的符号。]

打开“文件新建”对话框后，是否注意到了“提示栏”上的文字变化？那是NX在指引用户的操作。这也是NX的智能化设计的体现。读者不必记住所有操作步骤，但最好常留意“提示栏”在说什么。

★★★约定7，在用➤标志引导的操作步骤描述自然段中，{}内“|”左侧的文字为提示栏显示的提示内容。“|”表示“提示栏”与“状态栏”的分隔线。见图1.4。

★★★约定8，在用➤标志引导的操作步骤描述自然段中，“”内的文本为对话框选项名称。

★★★约定9，我们用“突显文本”来表示所选择的设置项，或文本框的输入内容。

➤ [3] 选【确定】。[创建并打开部件文件 runner1.prt。]

由于在创建新文件时选用了“模型”模板，随着新文件的打开，我们就直接从“基本环境”进入到了“建模”模块。