

面向“十三五”普通高等院校机械及相关专业规划教材

# UG NX 11.0 工程设计

王海涛 张琦 著



附加光盘

 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

面向“十三五”普通高等院校机械及相关专业规划教材

# UG NX 11.0 工程设计

王海涛 张琦 著

# 前言

P R E F A C E

UG NX 是德国西门子公司开发的产品全周期数字化集成软件,起源于 20 世纪 70 年代美国的 Unigraphics。经过几十年的发展,UG NX 技术先进,功能强大,集工程设计(CAD)、加工制造(CAM)、模拟仿真(CAE)于一体,广泛应用于航天航空、重工生产、机车制造、模具加工等机械工程领域。

本书所述的 UG NX 11.0 工程设计内容涉及产品工业设计领域和机械设计领域,共包括 UG NX 基础知识、草图设计、实体建模、空间曲线、曲面建模、装配设计以及工程图设计 7 个方面内容。

作为一款工程专业技术软件,本课程的学习需要有一定的专业基础,其前修课程是画法几何与机械制图、机械设计、机械零件等。经过对本课程的学习,读者可为后续课程计算机辅助仿真(CAE)和计算机辅助制造(CAM)的学习打下坚实的基础。在产品工程设计的基础上可以进一步进行产品的性能分析、力学模拟、运动仿真、功能检验等,反馈的信息可进一步指导工程设计,完善产品设计。产品模拟仿真之后取其结构信息付诸加工生产,进行机床选择、刀具选择、加工工艺工序设计、刀路轨迹设计,模拟指导完成产品成品的制作。

本书内容翔实、体系完整、层次分明、章节结构合理、深度适宜,几乎涵盖了所有的工程设计所涉及的绘图命令、操作命令和编辑命令。书中术语规范、语言简练、图表清晰、表述准确。

本书注重实践操作,每章以入门引例开始,以提高读者的学习兴趣。文中引入了大量应用案例,以加深读者对命令的理解与掌握。每章综合实例的讲解分析,又可培养读者系统性的建模思路。每章配有思考题和操作题,思考题检验读者对重点内容和难点内容的掌握程度;操作题进一步巩固强化读者对本章内容的学习。

本书附录是三维 CAD 应用工程师资格考试真题,试题是面向全国工程技术人员的认证考试,是对应试人员三维 CAD 技术应用的理论知识与操作能力水平的测试。同时,三维 CAD 应用工程师资格证书又是机械工程领域人才选择的重要依据。

本书被设计为 32~48 学时,是普通高等院校机械及相关专业的规划教材,也是大中专院校、职业技术学院的机电设计方向和工业设计方向的教材,还是面向社会三维 CAD 应用培训的教材和工程制图技术人员的参考资料。

本书由青岛理工大学机械工程学院教师撰写完成,王海涛撰写第 1、3、4、5、7 章,张

琦撰写第 2、6 章。王进、褚忠、郝国祥、郑少梅、李丽华、李一楠、吕滨江、车清论对本书的撰写也提供了许多帮助，在此深表感谢。

鉴于作者水平所限，本书难免会有疏漏与不当之处，敬请读者批评指正。

作 者  
2016 年 10 月

# 目 录

C O N T E N T S

<b>第1章 UG NX 基础知识</b> .....	001
1.1 UG NX 软件简介 .....	001
1.2 UG NX 工作界面 .....	003
1.3 UG NX 基本操作 .....	006
1.3.1 文件管理 .....	006
1.3.2 鼠标与键盘操作 .....	009
1.3.3 对象选择 .....	010
1.3.4 对象与视窗显示 .....	011
1.3.5 对象显示和隐藏 .....	012
1.3.6 图层管理 .....	013
1.3.7 数据测量 .....	015
1.3.8 首选项设置 .....	017
1.3.9 文件导出/导入 .....	018
1.4 UG NX 坐标系 .....	019
1.4.1 UG NX 坐标系概念 .....	019
1.4.2 工作坐标系调整 .....	020
1.4.3 基准坐标系创建 .....	023
1.5 综合案例 .....	026
思考与练习 .....	030
<b>第2章 草图设计</b> .....	031
2.1 入门引例 .....	031
2.2 草图的创建 .....	037
2.2.1 创建草图的一般步骤 .....	037
2.2.2 草图参数预设置 .....	037
2.2.3 进入和退出草图环境 .....	039
2.2.4 草图编辑 .....	041
2.2.5 草图复制与粘贴 .....	041



2.2.6	草图删除	042
2.3	创建草图对象	042
2.3.1	绘制点	042
2.3.2	绘制直线	045
2.3.3	绘制圆弧	045
2.3.4	绘制轮廓	046
2.3.5	绘制圆	046
2.3.6	绘制矩形	047
2.3.7	绘制多边形	048
2.3.8	偏置曲线	048
2.3.9	阵列曲线	050
2.3.10	镜像曲线	052
2.4	编辑曲线对象	053
2.4.1	快速修剪	053
2.4.2	快速延伸	053
2.4.3	制作拐角	054
2.4.4	倒斜角	055
2.4.5	倒圆角	056
2.4.6	缩放曲线	058
2.4.7	偏置移动曲线	059
2.4.8	移动曲线	059
2.5	草图约束	062
2.5.1	尺寸约束	063
2.5.2	几何约束	064
2.5.3	约束工具设置	067
2.6	草图特征和工具	068
2.6.1	重新附着	068
2.6.2	在草图任务环境中打开	069
2.6.3	动画演示尺寸	070
2.6.4	备选解	070
2.6.5	转换至/自参考对象	071
2.7	综合实例	072
	思考与练习	076
<b>第3章</b>	<b>实体建模</b>	<b>077</b>
3.1	入门引例	077
3.2	基准特征	081
3.2.1	基准点	082

3.2.2	基准轴 .....	082
3.2.3	基准平面 .....	083
3.2.4	基准坐标系 .....	083
3.3	基本体素特征 .....	083
3.3.1	长方体 .....	084
3.3.2	圆柱体 .....	084
3.3.3	圆锥体 .....	085
3.3.4	球 .....	086
3.4	布尔运算 .....	086
3.4.1	合并 .....	086
3.4.2	相减 .....	086
3.4.3	相交 .....	086
3.5	附着特征 .....	090
3.5.1	孔 .....	090
3.5.2	凸台 .....	092
3.5.3	腔 .....	095
3.5.4	垫块 .....	101
3.5.5	键槽 .....	102
3.5.6	槽 .....	103
3.5.7	螺紋 .....	104
3.5.8	三角形加强筋 .....	107
3.5.9	边倒圆 .....	107
3.5.10	倒斜角 .....	107
3.5.11	拔模 .....	108
3.5.12	拔模体 .....	110
3.6	扫描特征 .....	111
3.6.1	拉伸特征 .....	111
3.6.2	旋转特征 .....	113
3.6.3	扫掠特征 .....	115
3.6.4	管道特征 .....	117
3.7	实体与特征操作 .....	118
3.7.1	移动对象 .....	118
3.7.2	修剪体 .....	120
3.7.3	拆分体 .....	121
3.7.4	替换面 .....	121
3.7.5	抽壳 .....	122
3.7.6	镜像几何体 .....	123



3.7.7 镜像特征 .....	124
3.7.8 阵列几何特征 .....	124
3.7.9 阵列特征 .....	125
3.7.10 缩放体 .....	126
3.8 实体与特征编辑 .....	127
3.9 综合实例 .....	130
思考与练习 .....	145
<b>第4章 空间曲线</b> .....	<b>147</b>
4.1 入门引例 .....	147
4.2 空间曲线绘制 .....	149
4.2.1 点与点集 .....	149
4.2.2 直线 .....	151
4.2.3 圆弧与圆 .....	152
4.2.4 基本曲线 .....	152
4.2.5 成形曲线 .....	155
4.2.6 规律曲线 .....	155
4.2.7 螺旋线 .....	156
4.2.8 表面上的曲线 .....	160
4.2.9 艺术样条 .....	160
4.2.10 文本曲线 .....	162
4.3 空间曲线操作 .....	164
4.3.1 偏置 .....	164
4.3.2 桥接 .....	165
4.3.3 投影曲线 .....	167
4.3.4 镜像曲线 .....	168
4.3.5 相交曲线 .....	169
4.3.6 截面曲线 .....	170
4.3.7 抽取曲线 .....	172
4.3.8 等参数曲线 .....	174
4.4 空间曲线编辑 .....	175
4.5 综合实例 .....	179
思考与练习 .....	185
<b>第5章 曲面建模</b> .....	<b>186</b>
5.1 入门引例 .....	186
5.2 曲面基本概念 .....	189
5.3 曲面绘制 .....	191
5.3.1 通过点绘制曲面 .....	191



5.3.2	通过点和曲线绘制曲面 .....	195
5.3.3	通过曲线绘制曲面 .....	196
5.3.4	扫描曲面 .....	201
5.4	曲面操作 .....	204
5.4.1	修剪片体 .....	205
5.4.2	分割面 .....	205
5.4.3	延伸片体 .....	206
5.4.4	修剪与延伸 .....	208
5.4.5	延伸 .....	209
5.4.6	规律延伸 .....	210
5.4.7	桥接曲面 .....	213
5.4.8	面倒圆 .....	214
5.4.9	样式倒圆 .....	216
5.4.10	偏置曲面 .....	220
5.4.11	偏置面 .....	220
5.4.12	曲面与实体关联操作 .....	221
5.4.13	曲面与实体通用操作 .....	222
5.5	曲面编辑 .....	223
5.6	综合实例 .....	224
	思考与练习 .....	228
<b>第6章</b>	<b>装配设计</b> .....	<b>229</b>
6.1	入门引例 .....	229
6.2	装配基础 .....	234
6.2.1	装配过程的相关术语 .....	234
6.2.2	进入装配环境 .....	234
6.2.3	装配导航器 .....	235
6.2.4	引用集 .....	236
6.3	自底向上装配 .....	238
6.4	自顶向下装配 .....	244
6.5	创建组件阵列 .....	255
6.6	爆炸装配图 .....	257
6.6.1	新建爆炸图 .....	257
6.6.2	自动爆炸组件 .....	257
6.6.3	取消爆炸组件 .....	258
6.6.4	编辑爆炸图 .....	259
6.6.5	删除爆炸 .....	260
6.7	装配干涉检查 .....	260



6.8 综合实例 .....	261
思考与练习 .....	275
<b>第7章 工程图设计</b> .....	<b>277</b>
7.1 入门引例 .....	277
7.2 图纸创建与管理 .....	280
7.2.1 新建图纸 .....	280
7.2.2 图纸编辑 .....	281
7.2.3 图纸打开/切换 .....	281
7.2.4 图纸复制与粘贴 .....	282
7.2.5 图纸删除 .....	282
7.3 视图的创建与管理 .....	282
7.3.1 基本视图 .....	282
7.3.2 投影视图 .....	283
7.3.3 自定义视图 .....	283
7.3.4 剖视图 .....	284
7.3.5 局部放大图 .....	296
7.3.6 断开视图 .....	296
7.4 图纸标注 .....	299
7.4.1 尺寸标注 .....	299
7.4.2 形位公差标注 .....	301
7.4.3 粗糙度标注 .....	302
7.4.4 中心线 .....	303
7.4.5 文本标注 .....	303
7.4.6 标题栏制作 .....	304
7.4.7 图纸模板 .....	305
7.5 综合实例 .....	307
思考与练习 .....	314
<b>附录 三维 CAD 应用工程师资格考试</b> .....	<b>317</b>

# 第 1 章

## UG NX 基础知识

UG NX 作为一款三维绘图软件，技术前瞻、功能强大、内容丰富，是集工程设计、加工制造、模拟仿真于一体的工程智能化软件，广泛应用于航天航空、机车制造、重工生产、模具加工、船舶焊装等领域。UG NX 不仅是一款绘图工具，而且越来越成为工程技术人员必须掌握的一项操作技能，UG NX 可服务于产品设计开发、分析计算、加工制造的全过程控制、跟踪与管理。

### 学习目标

- ▶ UG NX 软件简介
- ▶ UG NX 工作界面
- ▶ UG NX 基本操作
- ▶ UG NX 坐标系

### 1.1 UG NX 软件简介

UG NX 是德国西门子公司旗下的产品全周期数字化集成软件。UG NX 起源于 20 世纪 70 年代美国的 Unigraphics，经过几十年的发展、几代人的努力，伴随着计算机技术的突飞猛进，UG NX 技术逐渐成熟，功能日臻完善。20 世纪八九十年代，拥有三维实体建模功能的 UG NX 作为机械工程领域的奢侈品，以其高昂的价格，以及对计算机软硬件的高性能要求，在我国仅见诸实力雄厚的国企以及国防、军工企业。随着个人计算机的普及，以及同类三维建模软件的兴起，如法国达索公司的 SolidWorks、Catia，美国参数技术公司的 Pro/E 等，UG NX 于 2000 年后在中国内陆逐渐推广使用开来。UG NX 是机械工程领域技术先进、用途广泛、市场占有率高的产品设计、分析、制造软件。

UG NX 涉及工程专业领域广泛、博大精深、功能完备，致力于完成产品生命周期的三大任务：计算机辅助设计（CAD）、计算机辅助制造（CAM）和计算机辅助仿真（CAE）。

计算机辅助设计（CAD）主要是针对产品的设计，包括产品的外观设计、三维模型设计、零部件装配、工程图绘制等。本模块也是本书的主要内容，包括平面草图绘制、空间曲线绘制、空间曲面模型建立、三维实体模型建立、零部件装配以及工程图设计。

产品的设计分为两个方向：产品的机械设计和产品的外观设计。

产品的机械设计具有统一性、互换性、简易性、易于绘图（机械制图）的特点。



针对产品的机械设计，比如机械零件，建立了许多标准，做成标准件，可以通用，可以互换，比如螺栓、螺母、齿轮、轴承，若磨损坏掉可直接更新。机械零件在满足使用要求的前提下，希望做得越简单越好，这样可节约材料成本、降低加工制作成本。大部分机械零件都做成规则的、圆整的形状结构，尽量避免异形的空间曲面，这样易于测量，易于制图，易于加工。

与机械设计恰恰相反，产品的外观设计具有独特性、创造性、复杂性、难以复制和艺术性的特点。

任何厂家的产品都希望在世界上是独一无二的，不希望有重样。产品有创造性、新颖性，才能赢得市场、占领市场。为了增加卖点、增强市场竞争力，产品的功能都做得尽可能多，结构自然就复杂。畅销产品的厂家都不希望产品被复制、被抄袭，因此，产品的外观一般被做成复杂的空间曲面。小到家电产品的外形，大到轿车的车身，比如宝马跑车的外形要想仿制，你只能无限地接近，但不可能做到完全一样。产品的外观曲面是不易测量、不易制图的。另外，产品在使用过程中还要给人以美的享受，这又是艺术性的要求。

产品的机械设计主要是针对机械设备的零部件设计，着力考虑一定的机械性能和功能。

产品的外观设计主要是针对工业设计领域，比如各种各样的塑料制品、家电产品的外壳、交通工具车身造型等，设计中用到曲面建模较多。

产品的机械设计和外观设计统称为工程设计，这也正是本书书名的由来。

计算机辅助制造（CAM）主要是针对产品设计好之后的加工制造，包括刀具的选择、加工轨迹设计、机床的选择、加工工艺的设计等。不同的材质、结构、形位公差、粗糙度要求，采用的加工工艺、加工工序不同；不同的工艺、工序，粗加工、精加工，采用的刀具和设计的走刀路线不同，这些都涉及 CAM 的内容。

计算机辅助仿真（CAE）主要是针对产品设计完成之后的模拟与仿真，包括运动仿真、力学仿真、结构分析、干涉检查等。产品设计好后，通过模拟运动可分析是否满足功能要求，是否满足力学性能要求，运动过程中是否有碰触干涉等情况。

UG NX 具有以下几个方面特点：

(1) UG NX 提供了产品生命全周期的解决方案，产品设计交付分析计算，分析计算反馈影响产品设计，最后交付加工制造，成品下线，服务于产品孕育—胚胎—成品的全过程。

(2) UG NX 是一个全三维、双精度系统，用户在建模过程中可以任意分解、任意组合形状，进行精确的几何形状描述和数据处理。

(3) UG NX 采用自由灵活的复合建模技术，将特征建模、参数化建模、几何建模、线框建模融为一体。

(4) UG NX 数据库支持多种数据格式，这为本文件的外部识别及外部文件内部引用提供了便利。

(5) UG NX 三维实体绘图比平面二维机械制图有无比强大的优势，让看图识图变得无障碍，看图过程中避免识图错误，绘图过程中可以随时发现问题并及时纠错，可以清楚地表达零部件的相对位置和装配关系，能够动态地观察零部件的拆装过程。

(6) UG NX 工作界面清晰，赋予了鼠标更多的操控功能，键盘的快捷键自定义组合增

加了软件使用的便捷性，人机交互响应快，绘图自由灵活。

(7) UG NX 预留二次开发接口，可以进行专业特色模块制作，具备了按需定制和自我完善的功能。

## 1.2 UG NX 工作界面

打开 UG NX 软件，新建一个 UG 模型文件或打开一个 UG 模型文件，可进入 UG NX 工作界面。UG NX 工作界面可分为六大部分：标题栏、工具栏、菜单栏、资源条、绘图区和提示栏，如图 1-1 所示。

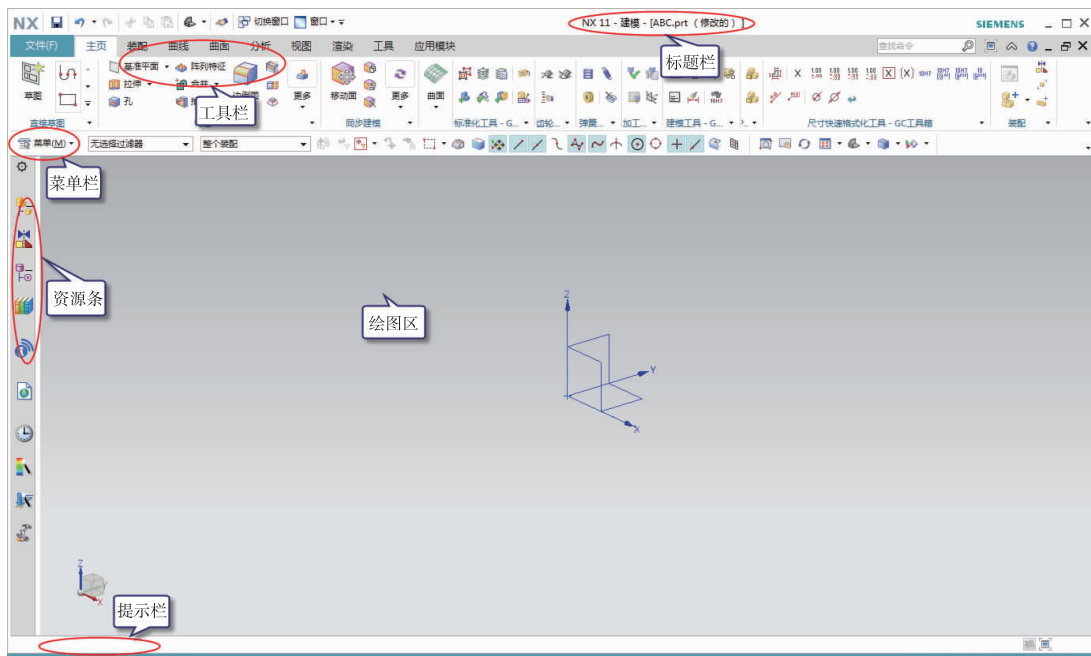


图 1-1 UG NX 工作界面

### 1. 标题栏

标题栏标识了 UG NX 文件名称、文件所属模块以及当前使用的 UG NX 软件版本号。如图 1-1 中的标题栏表示：所使用的是 UG NX 11.0 版本软件，文件名为 ABC.prt，文件属于建模模块。

### 2. 工具栏

工具栏是放置命令组的区域，这些命令组是为了便于操作放置于桌面上的，每个命令组又由多个命令项组成。命令组在工具栏中可以打开，可以关闭；命令组中的命令项也可以打开或关闭。打开的命令组和命令项都可以根据个人爱好放置于需要的位置。

将鼠标放置于工具栏空白处，点击右键弹出工具栏调整定制的快捷选项，如图 1-2 所示。其中列举了命令组类的名称，勾选对号的表示该类命令组均打开；无对号标记的为该类命令组均处于关闭状态，此时用鼠标左键点击可以按类打开或关闭命令组。

将鼠标放置于某一命令组的空白处，比如“分析”类的“显示”命令组，点击右键弹

出“命令组”调整定制快捷选项，如图 1-3 所示。点击“从分析选项卡中移除”可以关闭该命令组，也可以将该命令组放置于视窗上方、下方、左侧或右侧的位置。

将鼠标放置于某一单项命令上，比如“显示”命令组中的“显示极点”，弹出“命令”调整定制快捷选项，如图 1-4 所示。点击“从显示组中移除”可以关闭该命令，也可以将该命令单独放置于视窗的上方、下方、左侧或右侧位置。

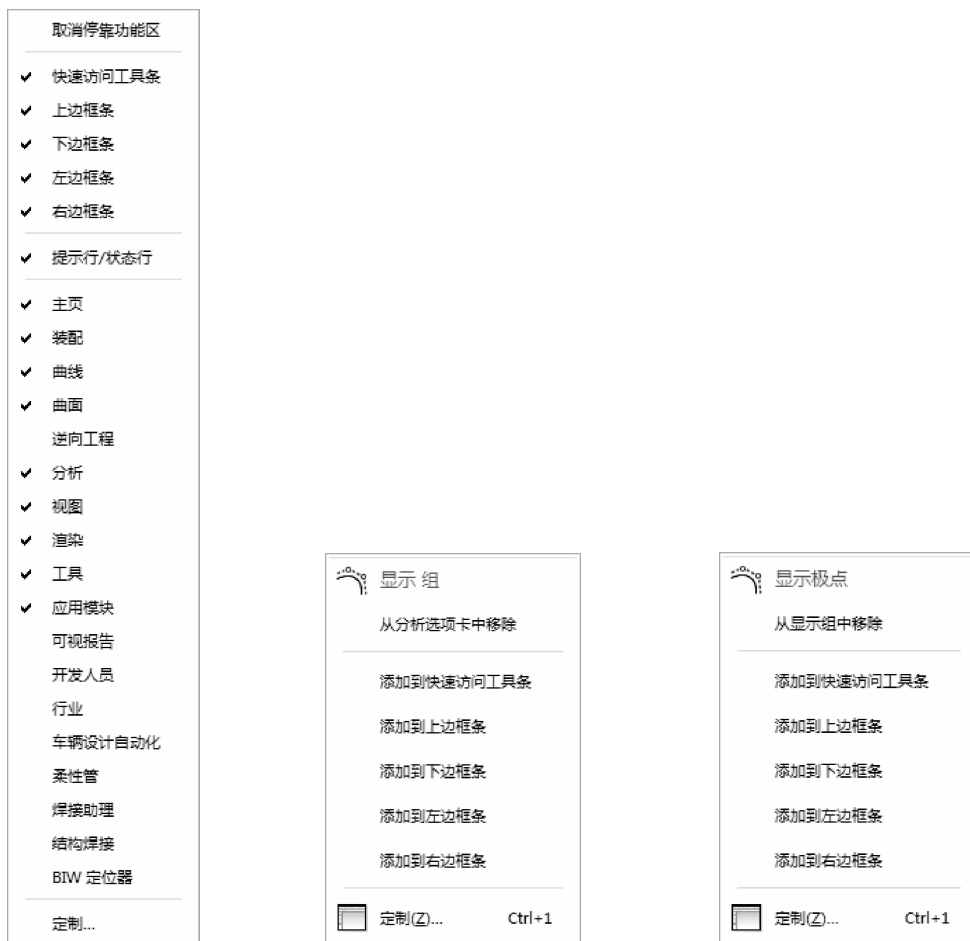


图 1-2 “工具栏”快捷选项

图 1-3 “命令组”快捷选项

图 1-4 “命令项”快捷选项

鼠标在工具栏的任何位置时，右键的快捷选项中都含有“定制”，点击弹出【定制】对话框，如图 1-5 所示。在“命令”选项卡中可以点击选中某一项命令并按住鼠标左键将其拖动添加到任何一个命令组中。这样，一个命令组中的命令项可以增加，也可以删除，并且可以添加不同命令组中的命令项。如此设置可以让操作者将最常用的命令全部集中于一个命令组中，显示在工具栏上，其余的命令组尽可能地关闭。这一方面使桌面整洁明了，另一方面节省了更多的桌面空间，便于绘图。在【定制】对话框的“选项卡/条”选项卡中可以直接按类打开或关闭一些命令组。在“快捷方式”选项卡中可以设置命令的快捷键。在“图标/工具提示”选项卡中可以调整工具栏的显示式样。



图 1-5 【定制】对话框

### 3. 菜单栏

菜单栏存放着当前模块下几乎所有 UG NX 命令，包括绘图命令、操作命令、设置命令、编辑命令等。不同的模块环境菜单栏内的命令项是不同的，建模模块有相关的绘图设计、编辑等命令，制图模块有相应的图纸、视图创建等命令，加工制造模块有刀具、机床、工艺设计等命令，仿真模块有运动、计算等命令。

UG NX 采用灵活多样的绘图方式，比如同一个绘图命令、编辑命令，可以从菜单栏中选择，也可以从工具栏中选择，其操作各有利弊。

工具栏的命令放置于桌面上，绘图使用时拾取方便、快捷，但桌面上有过多的命令会显得凌乱、不整洁，同时也占用绘图区的空间。假如过多依赖工具栏，换一台计算机绘图会比较被动，因为其桌面不一定放置原来习惯使用的命令组，即使有放置的位置也不一样，这些命令需要重新调整定制，这反而会降低绘图效率。

使用菜单栏命令，由于有些命令在若干子菜单下，所以在绘图过程中有时需要点击多次才能调用到命令，会损失一点效率，但是，菜单栏的命令位置是固定不变的，熟悉之后选取也比较方便，不受人为设置的影响；同时，工具栏可以尽可能地关闭，节省绘图区域的空间，视野开阔，桌面也干净整洁。

所以，对初学者建议尽可能地使用菜单栏的命令进行学习、操作，本教材也是以菜单栏的命令选取为例进行讲解，当然这些命令都可以从工具栏中调整得到，读者可以根据自己的爱好调用选择。

### 4. 资源条

资源条也叫资源栏，通常是以树结构的形式记录草图绘制、特征设计、部件装配、图纸





键是设计、操作、编辑、设置命令都是不同的。

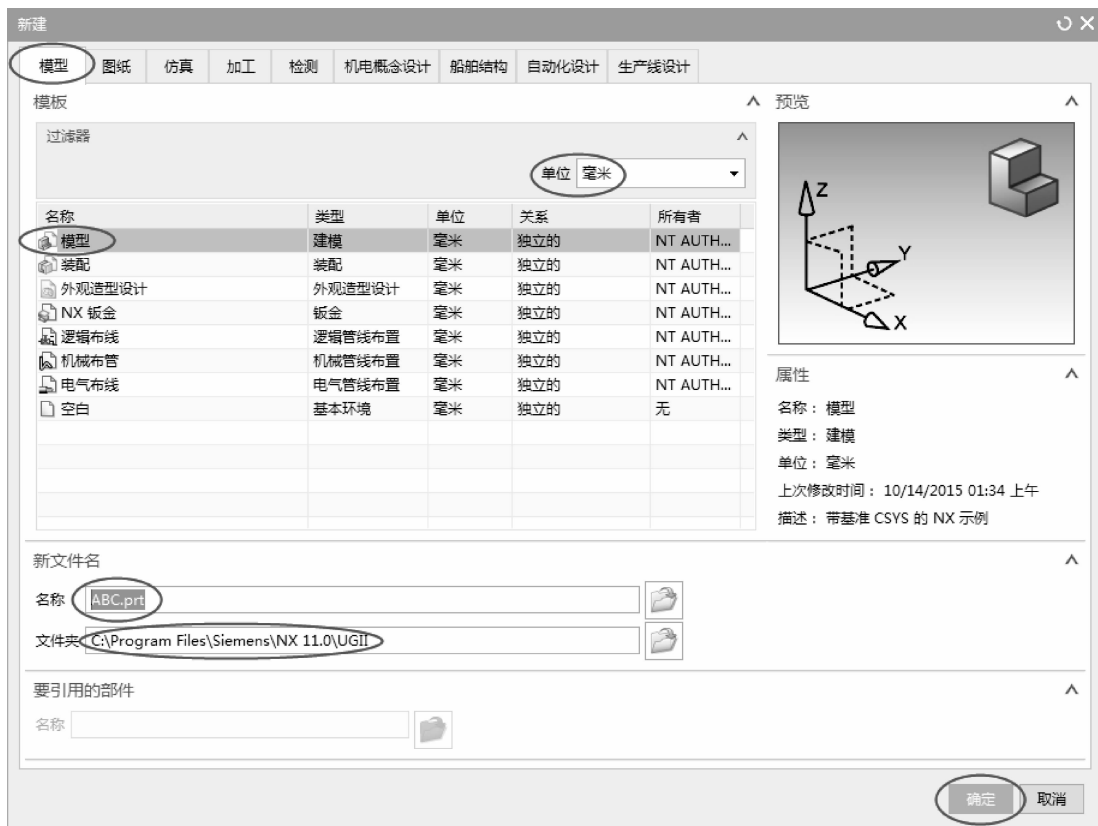


图 1-7 【新建】对话框

对于 UG NX 初学者主要使用的是模型模块、装配模块和图纸模块，完成产品工业设计、零部件的机械设计与装配以及工程出图等任务。随着 UG NX 软件学习的深入、工程专业领域的拓展与细化，会逐步学习使用加工、仿真，以及钣金、机电、船舶等专业化模块。

## 2. 保存文件

文件编辑过程中，为防止意外丢失数据，需要及时保存，点击【菜单】→【文件】→【保存】，可以保存文件。需要对文件保存副本，点击【菜单】→【文件】→【另存为】，弹出【另存为】对话框，如图 1-8 所示，选择存放的路径文件夹，输入另存为的文件名称与保存的文件类别，点击“OK”按钮保存即可。

## 3. 关闭文件

文件编辑后关闭文件，操作方式比较丰富，可以保存当前进行的编辑后关闭文件，可以不保存当前进行的编辑关闭文件，也可以选择另存为另一个文件然后关闭文件等。

点击【菜单】→【文件】→【关闭】，弹出“关闭文件”的选项，如图 1-9 所示，选择一项即可。

通常关闭文件是直接单击文件右上方的按钮 **×**，弹出图 1-10 所示的【关闭文件】对话框，点击选择“是 - 保存并关闭 (Y)”或是“否 - 关闭 (N)”关闭文件。假如该文件的当前编辑已经保存过了，或是文件只打开了还没有进行什么编辑，此时单击文件右上方的