

前言

PREFACE

随着现代制造技术的不断发展，机电产品设计、制造与控制技术在工业生产中占据着越来越重要的地位。如何有效地掌握这些技能，成为许多职业学校学生迈向专业化和就业市场的重要一步。本教材正是在这样的背景下应运而生的。

本书以技工院校学生为主要读者对象，旨在帮助初学者系统地掌握机电产品设计、制造与控制的基础理论与实操技能。为了更好地服务于职业教育的目标，我们在编写过程中采用了任务驱动法这一创新的教学方法。这种方法将知识点的学习与实际操作紧密结合，使学生在动手实践中不断巩固和应用所学的理论知识。

在课程设置上，本书着重于三个核心内容的学习。

首先，利用 NX 软件进行 CAD 功能的产品设计。CAD（计算机辅助设计）是机电产品设计的基础，NX 软件作为工业界广泛应用的设计工具，能够帮助学生熟练掌握产品设计的流程与技巧。在这一部分中，我们通过一系列任务引导学生逐步掌握从零件设计到装配图纸生成的全过程。

其次，利用 NX 软件的 CAM 功能进行产品的仿真加工。CAM（计算机辅助制造）是产品从设计走向制造的关键环节。本书在此部分中详细介绍了如何利用 NX 软件进行加工仿真，以确保设计的产品能够顺利投入生产。通过一系列实际案例，学生将学习到如何设定加工参数、选择加工路径，以及进行仿真检测，从而提高加工效率和质量。

最后，使用 PLC 编程控制机电系统。PLC（可编程逻辑控制器）广泛应用于自动化生产线和机电设备的控制中。我们在本书中从基础入手，逐步引导学生学习 PLC 的编程语言和应用场景。通过具体的任务，学生将能够掌握如何设计和实现简单的自动化控制系统，为今后从事自动化控制技术打下坚实的基础。

本教材的编写充分考虑了技工教育的特点，注重实践与理论相结合，力求通过实际操作提升学生的动手能力和解决问题能力。在每个章节的内容设置上，我们都设计了对应的任务或项目，以确保学生能够通过自主完成任务来加深对知识的理解和掌握。这种任务驱动的教学方式不仅能够提升学生的学习积极性，还能帮助他们在实践中发现问题、解决问题，从而培养出具有实际工作能力的技术人才。

在编写本书的过程中，我们特别关注到以下几个方面。

(1) 内容的实用性。本书中的所有任务和案例均来自实际工作中的典型应用场景，力求让学生在完成每个任务时，都能学到有用的技能和知识，为未来的职业生涯做好准备。

(2) 理论与实践的平衡。在注重实操训练的同时，我们也为学生打下了坚实的理论基础。在每个章节开始时，我们都会简要介绍相关的理论知识，帮助学生在动手操作前，理解为什么要这样做以及背后的原理。

(3) 循序渐进的教学设计。考虑到初学者的学习特点，本书在内容安排上由浅入深，从简单的设计与控制任务逐步过渡到复杂的产品设计与制造流程。这样的设计旨在帮助学生逐步建立起对机电产品设计、制造与控制技术的全面理解和掌握。

我们希望通过这本教材，能够为技工院校的学生提供一条清晰的学习路径，让他们不仅能够学到专业技能，还能在实际操作中积累经验，提升解决实际问题的能力。

在此，我们要感谢所有参与本书编写和审阅的专家和教师，是你们的智慧和努力，让这本书得以顺利完成。我们也衷心希望，本书能够成为职业教育领域的一本实用教材，帮助更多的学生迈向成功的职业生涯。

由于编写团队的学识水平有限，书中难免存在不足和疏漏之处，恳请广大读者批评指正，以期进一步完善。

编者

2024年11月

目录

CONTENTS

工作模块一	认识 NX CAD	/ 001
	工作任务一 软件安装与部署	/ 002
	工作任务二 NX CAD 入门与用户界面	/ 008
工作模块二	NX CAD 使用准备	/ 023
	工作任务一 坐标系与层	/ 024
	工作任务二 基准特征	/ 029
	工作任务三 实体建模基础	/ 036
工作模块三	草图	/ 043
	工作任务一 草图概述与曲线	/ 044
	工作任务二 建立约束	/ 051
	工作任务三 使用草图	/ 056
工作模块四	特征的绘制	/ 063
	工作任务一 特征的创建	/ 064
	工作任务二 特征的设计	/ 071
	工作任务三 特征的编辑	/ 077
	工作任务四 同步建模	/ 087



工作模块五	部件与装配	/ 101
	工作任务一 部件结构	/ 102
	工作任务二 装配介绍	/ 108
	工作任务三 添加与约束组件	/ 113
工作模块六	制图	/ 119
	工作任务一 视图	/ 120
	工作任务二 尺寸标注	/ 130
工作模块七	认识 NX CAM	/ 139
	工作任务一 NX CAM 基础	/ 140
	工作任务二 NX CAM 加工铣削	/ 159
	工作任务三 NX CAM 加工车削	/ 170
工作模块八	NX CAM 应用	/ 179
	工作任务一 NX CAM 铣加工	/ 180
	工作任务二 型腔铣加工和固定轴曲面轮廓铣加工	/ 185
	工作任务三 点位（孔）加工	/ 190
工作模块九	西门子 1200PLC 基础编程应用	/ 197
	工作任务一 PLC 基础	/ 198
	工作任务二 编程基础	/ 204
	工作任务三 PLC 指令	/ 212
	工作任务四 PLC 通讯与诊断	/ 234
	参考文献	/ 250

工作模块一 认识 NX CAD





通过对本模块的学习，要实现能够自主安装 NX 软件，并进行软件的工作环境部署。

工作任务一

软件安装与部署

一、活动情景与任务描述

NX 软件，指的是西门子公司开发的 NX（前称为 Unigraphics NX），是一款先进的 CAD（计算机辅助设计）、CAM（计算机辅助制造）和 CAE（计算机辅助工程）软件。它广泛应用于各个行业，包括汽车、航空航天、船舶、工业设备和消费品等领域。要学习使用 NX 软件，安装软件是一个必要的步骤，软件提供了一个实践和应用知识的平台，让你能够从理论学习转向实际操作，从而更好地掌握这款强大的设计和制造工具。

二、任务步骤

（一）明确任务

能掌握 Siemens NX 软件的安装步骤，正确设置参数，完成软件的安装。

（二）制定计划

根据工作任务，制定小组工作计划并合理分工，填写完成表 1-1。

表 1-1 任务计划与分工

序号	小组人员	小组工作角色	工作内容	完成时间及节点
例	张三	操作员	按照要求流程进行操作	
1				
2				
3				
4				
5				

（三）做出决策

讨论并确定工作计划，列写所需软硬件清单，填写完成表 1-2。



表 1-2 所需软硬件清单

序号	名称	型号规格	数量	单位	备注
例	电脑主机	CPU 8500/GPU GTX 1060	1	台	

(四) 任务实施

根据小组工作计划和相关配套资料,按照顺序组织实施各项工作任务,工作中应注意及时调整进度,保证按时完成。工作中必须严格遵守安全操作规程,加强安全保障,确保人身和设备安全。工作任务完成后,进行检查和总结,并交由现场指导教师验收审核。

(五) 过程控制

指导老师通过发放工作页做好工作任务准备,检查软件是否能正常打开,软件保存位置是否正确,软件许可证是否设置正确;检查软件各模块能否正常使用,并进行工作过程中的巡查检查及其必要指导工作。

(六) 评价反馈

进行任务总结并填写质量验收记录表 1-3。

表 1-3 质量验收记录表

项目及要求		配分	配分标准	扣分	得分	备注
1. 专业能力	安装设置	30	(1) 软件安装过程中文件夹位置正确。 (2) 软件安装过程中许可证设置正确			
	软件正常运行	40	(1) 软件能正常打开 (2) 软件内各模块能正常使用			
2. 方法能力	方法的选择	10	(1) 能选择正确、合理、高效的方法完成项任务; (2) 能提前预习,正确回答老师提问			
3. 社会能力	合作能力、逻辑思维 能力	10	(1) 能与同学合作交流,完成本项目。 (2) 具备较强的人际交往能力(能够辅导其他同学完成项目内容等)			
4. 安全生产	综合素质	10	(1) 能按“7S”要求,完成场地整理。 (2) 完成项目后将文件保存在指定文件夹中。 (3) 完成项目后将电脑正常关机			
开始时间			结束时间		实际耗时	



三、任务配套资源

软件的安装步骤如下。

(1) 在软件安装包中找到 NX 安装程序运行文件“Launch.exe”，点击鼠标右键选择“以管理员身份运行”，如图 1-1 所示。

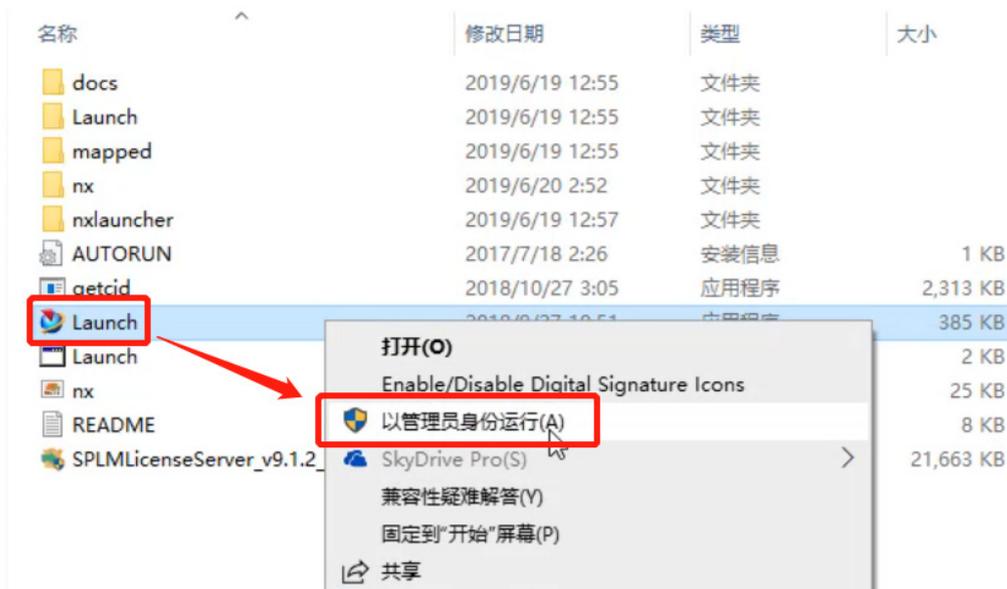


图 1-1 运行 NX 软件安装程序

(2) 待安装程序窗口启动后，点击“Install NX”按钮，选择安装程序的语言，点击“确定”按钮，进入安装向导，如图 1-2 所示。

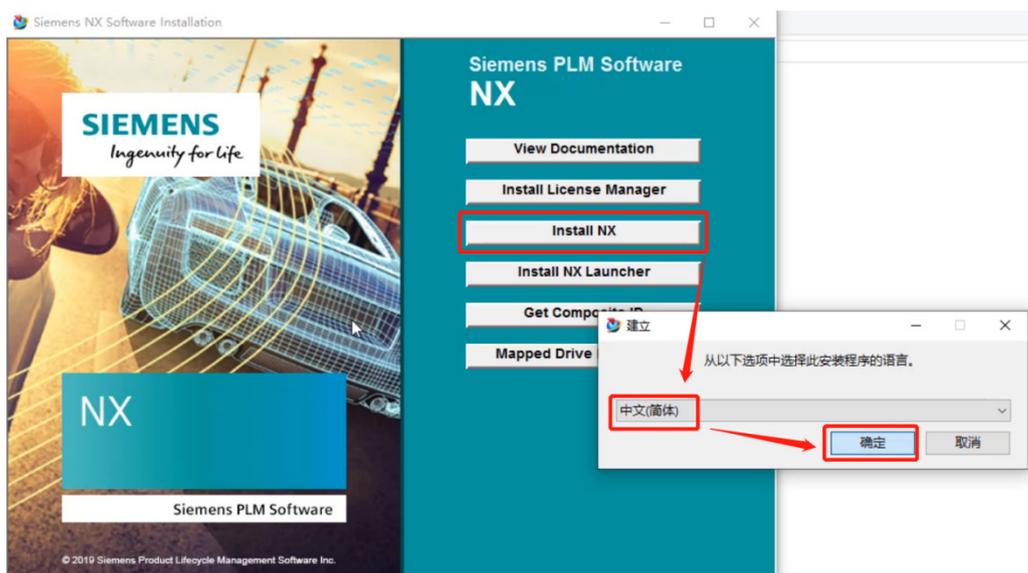


图 1-2 选择安装程序语言

(3) 单击“下一步”，进入程序模块选择界面，如图 1-3 所示。

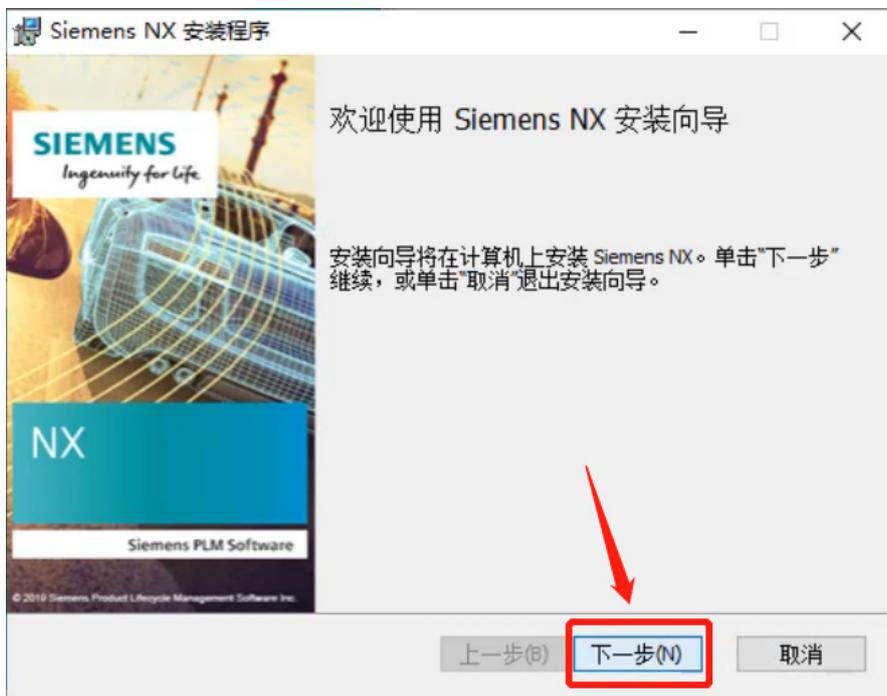


图 1-3 进入模块选择界面

(4) 点击“下一步”，进入端口号设置界面，如图 1-4 所示。

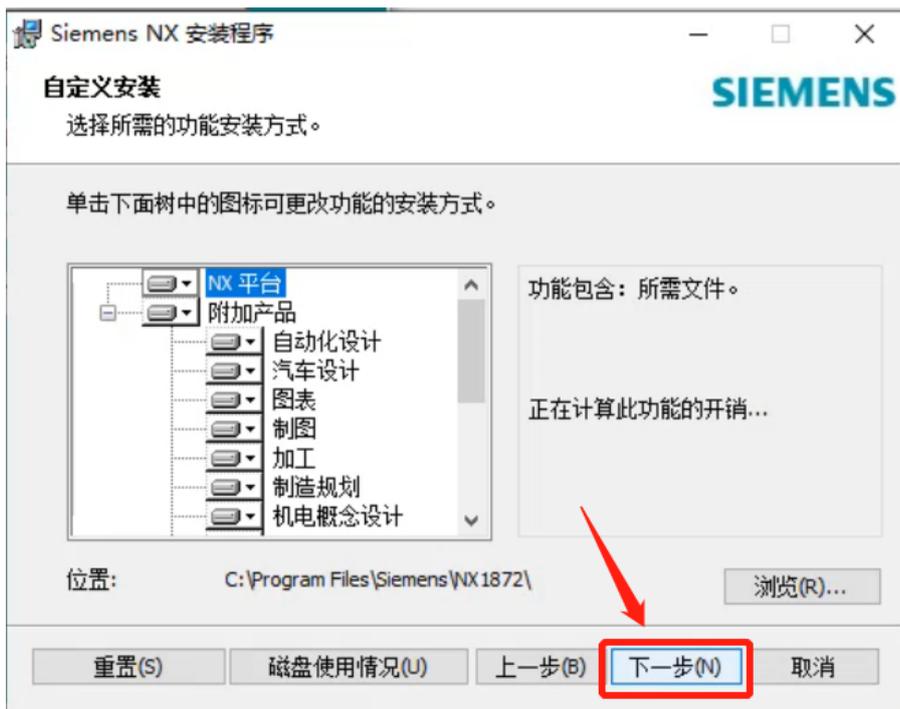


图 1-4 功能模块选择



(5) 设置端口号为“28000@LocalHost”，单击“下一步”，如图 1-5 所示。

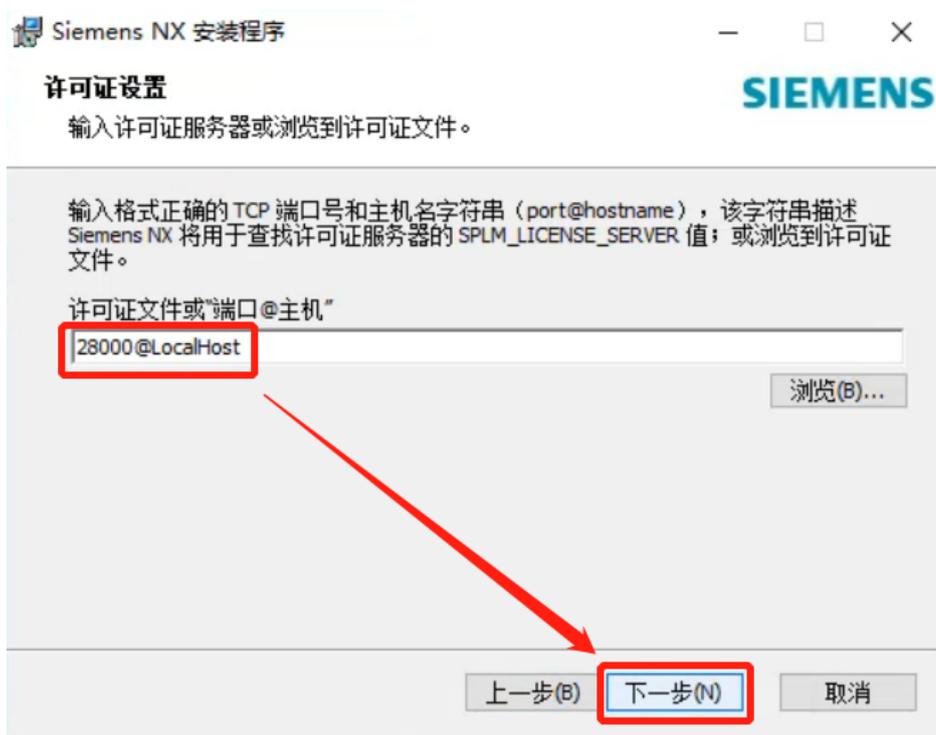


图 1-5 设置端口号 @ 主机名

(6) 设置程序运行时语言为“简体中文”，单击“下一步”，进入程序安装确认界面，如图 1-6 所示。



图 1-6 设置程序运行时语言



(7) 点击“安装”，开始安装 NX 软件，如图 1-7 所示。



图 1-7 开始安装 NX

(8) 等待安装完成后，在安装界面单击“完成”按钮，完成 NX 安装，如图 1-8 所示。在 Windows 应用列表中找到 NX 图标，添加桌面快捷方式。

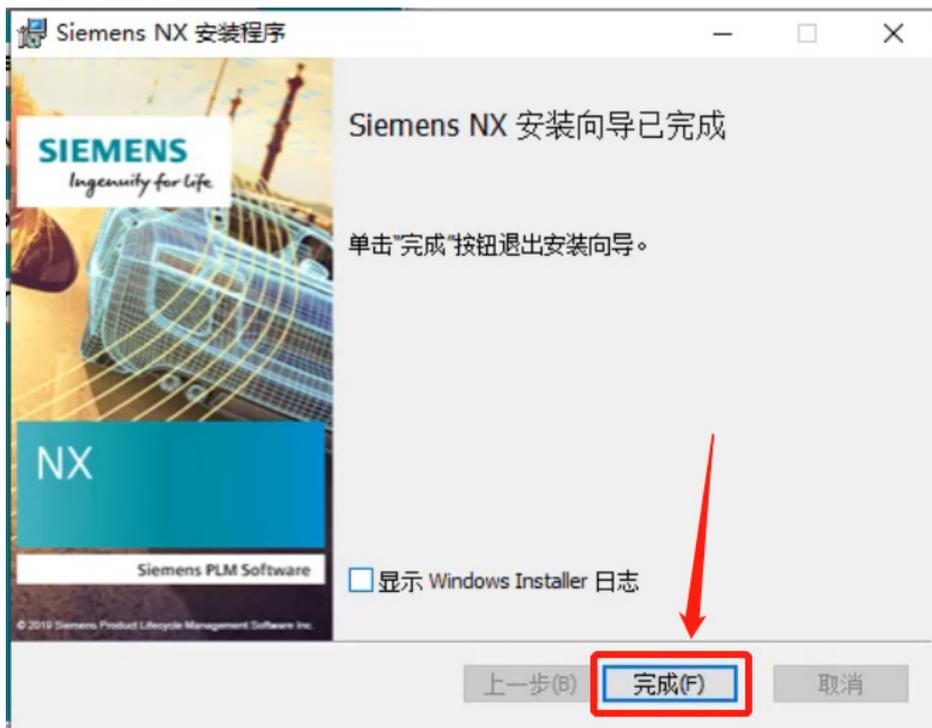


图 1-8 完成 NX 安装



工作任务二

NX CAD 入门与用户界面

一、活动情景与任务描述

学习 NX CAD 的用户界面对于使用 CAD 软件来说是非常重要的，尽管它可能看起来只是软件的一个组成部分，但实际上它直接关系到用户如何高效、准确地与软件进行交互，帮助你提高工作效率、进行个性化设置、充分地利用软件。

二、任务步骤

(一) 明确任务

能准确找到菜单栏、工具栏、绘图区域、命令窗口、状态栏，并能说出各界面的功能；能利用鼠标打开隐藏选项，进行旋转视图、移动视图等操作。

(二) 制定计划

根据工作任务，制定小组工作计划并合理分工，填写完成表 1-4。

表 1-4 任务计划与分工

序号	小组人员	小组工作角色	工作内容	完成时间及节点
1				
2				
3				
4				
5				
6				

(三) 做出决策

讨论并确定工作计划，列写所需软硬件清单，填写完成表 1-5。

表 1-5 所需软硬件清单

序号	名称	型号规格	数量	单位	备注



（四）任务实施

根据小组工作计划和相关配套资料，按照顺序组织实施各项工作任务，工作中应注意及时调整进度，保证按时完成。工作中必须严格遵守安全操作规程，加强安全保障，确保人身和设备安全。工作任务完成后，进行检查和总结，并交由现场指导教师验收审核。

（五）过程控制

指导老师通过发放工作页做好工作任务准备，检查学生能否正确找到菜单栏、工具栏、绘图区域、命令窗口、状态栏；检查学生能否利用鼠标打开隐藏选项，进行旋转视图、移动视图操作。

（六）评价反馈

进行任务总结并填写质量验收记录表 1-6。

表 1-6 质量验收记录表

项目及要求		配分	配分标准	扣分	得分	备注
1. 专业能力	界面的认识	30	(1) 能准确找到工作界面功能栏。 (2) 能准确说出各功能栏的作用			
	鼠标的使用	40	(1) 能利用鼠标打开隐藏选项、旋转视图、移动视图。 (2) 能利用鼠标配合键盘，进行平移和缩放视图操作			
2. 方法能力	方法的选择	10	(1) 能选择正确、合理、高效的方法完成项任务。 (2) 能提前预习，正确回答老师提问			
3. 社会能力	合作能力、逻辑思维能力	10	(1) 能与同学合作交流，完成本项目。 (2) 具备较强的人际交往能力（能够辅导其他同学完成项目内容等）			
4. 安全生产	综合素质	10	(1) 能按“7S”要求，完成场地整理。 (2) 完成项目后将文件保存在指定文件夹中。 (3) 完成项目后将电脑正常关机			
开始时间			结束时间		实际耗时	

三、任务配套资源

下面介绍 NX CAD 入门与用户界面

1. NX CAD 简介

NX 是一个交互的计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM) 和计算机辅助工程系统 (CAE)。CAD 功能自动化在制造公司中得到普遍应用，可以提供常规的工程、设计与制图能力。CAM 功能利用 NX 描述的零件最终设计模型，为数控机床提供 NC 编程。CAE 功能跨越广泛的工程学科，提供了产品、装配和零件性能的仿真能力。

NX 功能被划分成不同功能的“应用 (Applications)”。这些应用均由称为 NX Gateway 的先决必备的应用支持。每个 NX 用户必须有 NX Gateway，而其他的应用是可选项，并可以进行配置以适合每个



用户的需求。

NX 是一个全三维、双精度系统，允许用户精确地描述几乎所有的几何形状。通过组合这些形状，用户可以设计、分析、存档和制造他们的产品。

NX 部件文件中含有的数据在任何时候可以由任意 NX 应用（如建模、制图、制造或仿真）或由任一外部与 NX 兼容的应用使用。为了由其他非 NX 应用使用，NX 也支持以各种格式输出数据。

2. NX CAD 基本设计概念

通过打开部件文件，或建立新部件文件，从菜单条选择应用与 NX 交互。通过从主菜单条选择一选项，响应显示的对话框在 NX 主图形窗口内建立设计，如图 1-9 所示。利用 NX 可以建立、存贮、恢复、修改和操纵设计与制造信息。

典型的是通过建立描述零件部件的几何体开始工作。NX 系统允许你建立全三维部件模型。此模型可以永久地被存贮，存贮的部件可以相继地用到：为 CAE 分析提供几何模型；为 CAE 分析提供几何模型；为 NC 加工和制造工作流程生成指令。

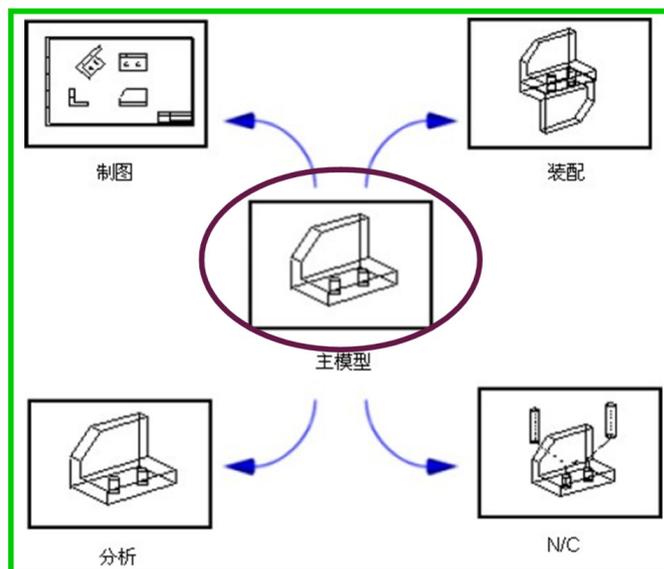


图 1-9 NX 启动图标

3. 系统协定

NX 允许定义平面和坐标系去构建几何体。这些平面和坐标系完全独立于观察方向。可以将几何体建立在不平行于屏幕的平面上。

一个三轴符号用于标识坐标系。轴的交点称为坐标系的原点。原点的坐标值是 $X=0$, $Y=0$, $Z=0$ 。每个轴起始于原点并用一直线表示正方向。

· 绝对坐标系 (Absolute Coordinate System: ACS)。绝对坐标系是当一新模型启动时使用的坐标系，如图 1-10 所示。该坐标系定义模型空间并被固定在适当位置中。

· 工作坐标系 (Work Coordinate System: WCS)。NX 允许你建立任意数的其他坐标系，从这些坐标系去建立几何体，如图 1-11 所示。然而一次仅可使用一个坐标系去构建几何体，这个坐标系被称为工作坐标系。绝对坐标系也可以作为一个工作坐标系。

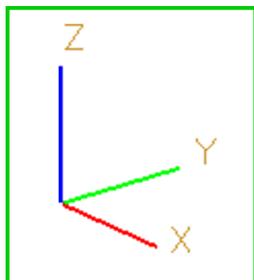


图 1-10 绝对坐标系

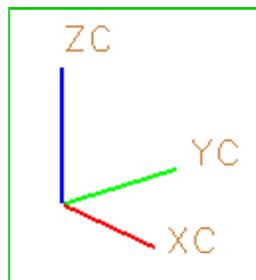


图 1-11 工作坐标系

4. 角度测量 & 右手规则

(1) 角度测量。NX 按逆时针方向从正 X (或 XC) 轴到正 Y (或 YC) 轴测量角度。角度测量被记录为度和度的十进制分数。当加入正值时, 角度是从正 X 轴或特定基线逆时针测量的; 当加入负值时, 系统显示负号 (-) 表示在顺时针方向中运动, 如图 1-12 所示。

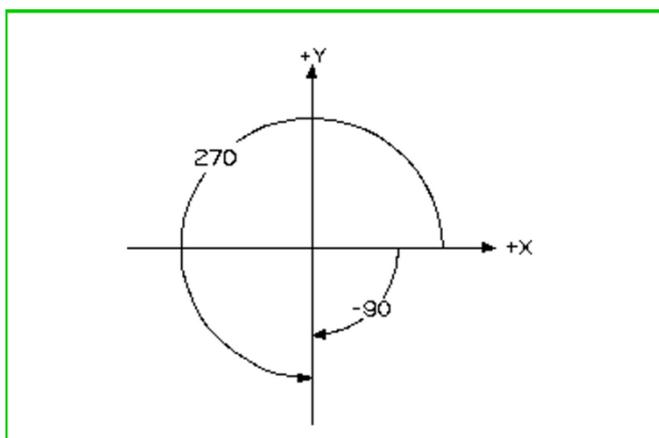


图 1-12 角度测量

(2) 右手规则。右手规则用于决定旋转方向和坐标系方位。此规则也决定顺时针和逆时针方向。

5. 模板部件

模板部件是一个建立客户默认或任一依附于部件的 settings 的有效工具 (随部件贮存)。模板部件可以包括如下非几何数据。

- (1) 共同使用的表达式。
- (2) 一个初始的应用, 如建模、制图或钣金。
- (3) 部件属性, 例如部件明细表的属性。
- (4) 图格式。
- (5) 用户定义的视图。
- (6) 层类目。
- (7) 使用模板部件的优势。
- (8) 方便遵循和强制执行公司标准。
- (9) NX 自动地启动相应的应用。
- (10) 当建立新文件时, 通过定义主模型部件的预设置, 简化使用主模型。

6. 层标准

层 (Layer) 提供另一种高级显示管理方法去组织数据, 如图 1-13 所示。



在模型模板(Model Template)中层类目:

层	类目	描述
1-10	SOLIDS	实体
11-20	SHEETS	片体
21-40	SKETCHES	所有内部草图
41-60	CURVES	非-草图曲线
61-80	DATUMS	基准平面、轴、坐标系
81-255	未指定	

图 1-13 模板中的层类目

7. 启动 NX

启动 NX 的快捷图标, 如图 1-14 所示。



图 1-14 启动 NX

8. 无部件的 NX 界面

无部件的 NX 窗口如图 1-15 所示。

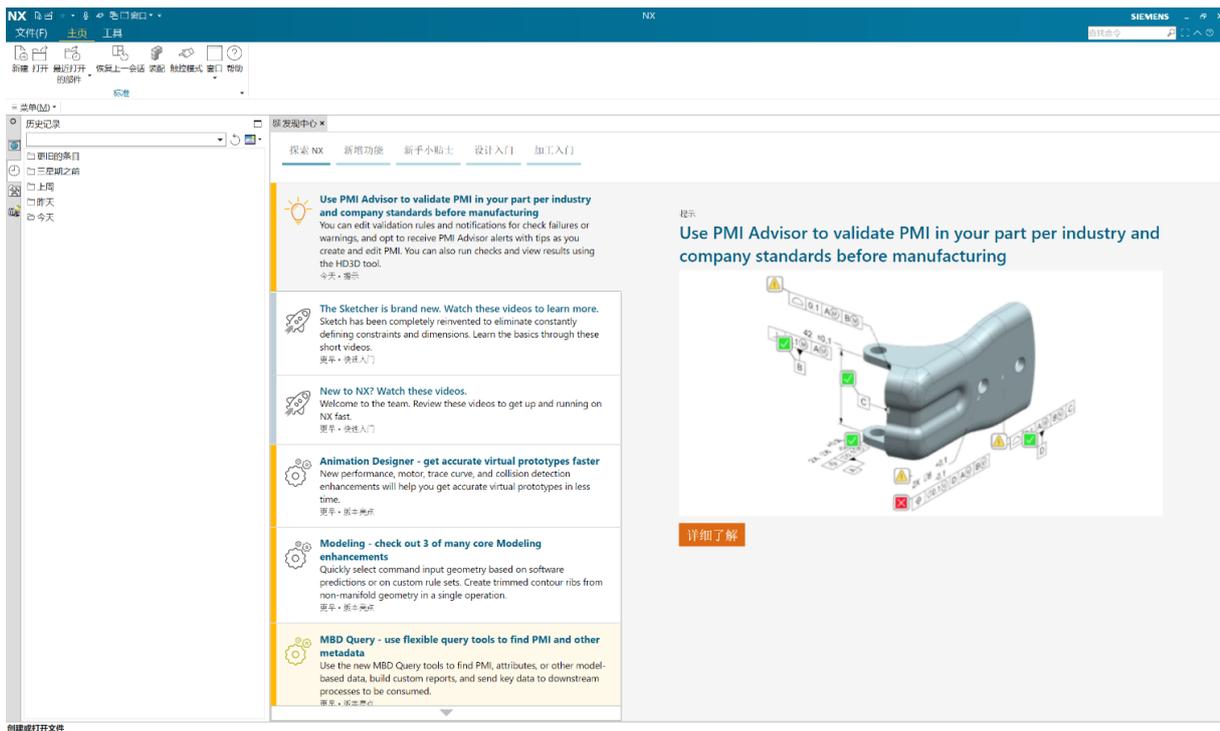
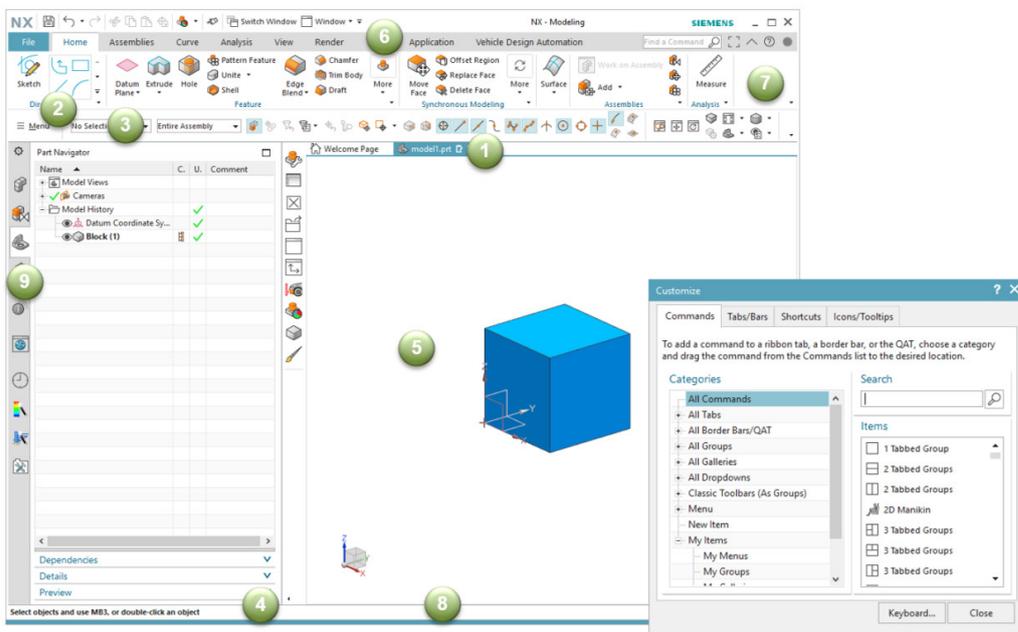


图 1-15 无部件的 NX 窗口

9. 有部件的 NX 窗口

有部件的 NX 窗口如图 1-16 所示。



1. 标题栏
2. 菜单栏
3. 选择条
4. 提示行
5. 图形窗口
6. 工具条
7. 工具条区
8. 状态行
9. 资源条

图 1-16 有部件的 NX 窗口

10. NX 部件文件

使用模板建立新的部件文件。具体操作如图 1-17 所示。

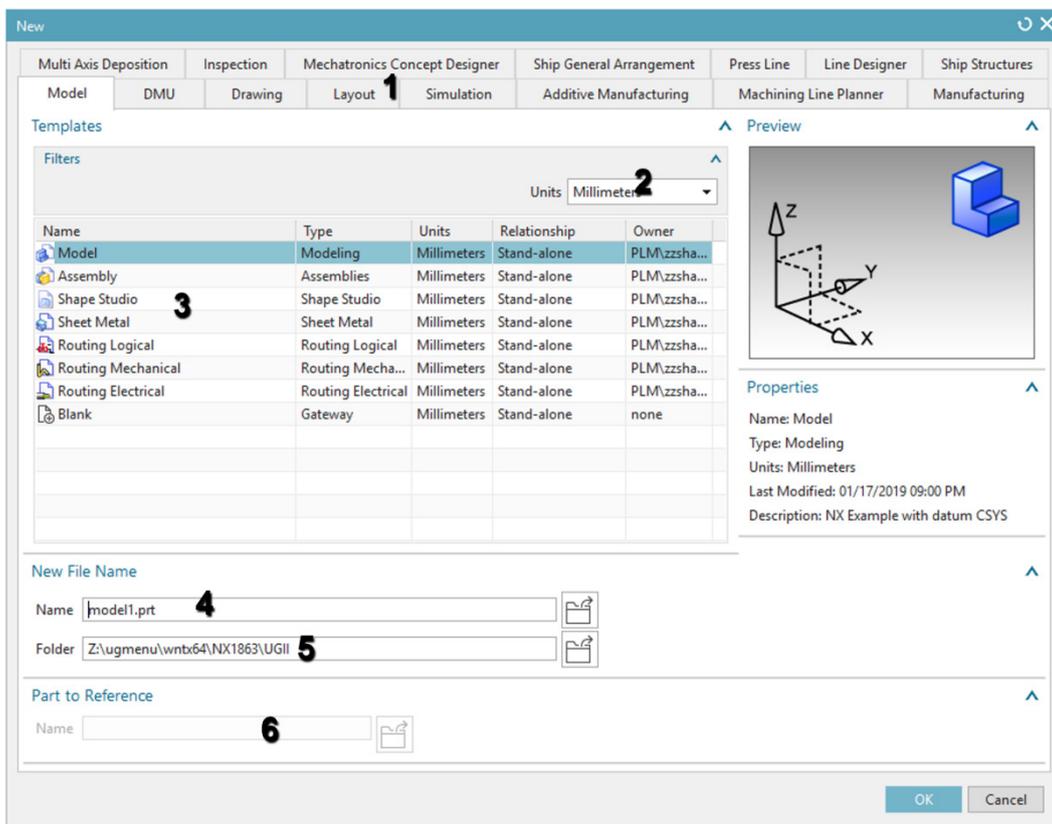


图 1-17 使用模板建立新的文件

(1) 点击 File → New，或单击 图标，打开 New 对话框；点击需要的文件类型面板键（Model、Drawing、Simulation 或 Manufacturing）；设定新建部件的测量单位；选择你需要的模板；显示新建部件



的名称，其扩展名为 .part；新建部件的存放路径信息；建立非主模型部件，系统显示要选择的主模型部件；显示当前模板文件信息。

(2) 打开与另存为已存部件文件。首先点击 File → Open 或单击  图标，打开 Open 对话框，如图 1-18 所示；然后点击 File → Save As，打开 SaveAs 对话框，如图 1-19 所示。

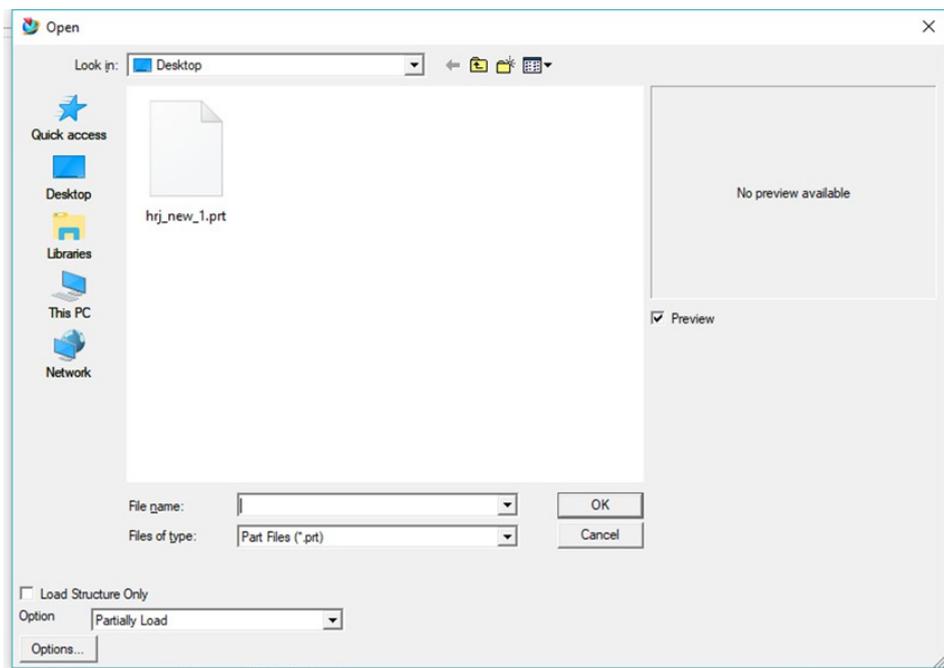


图 1-18 打开和另存为已存部件文件

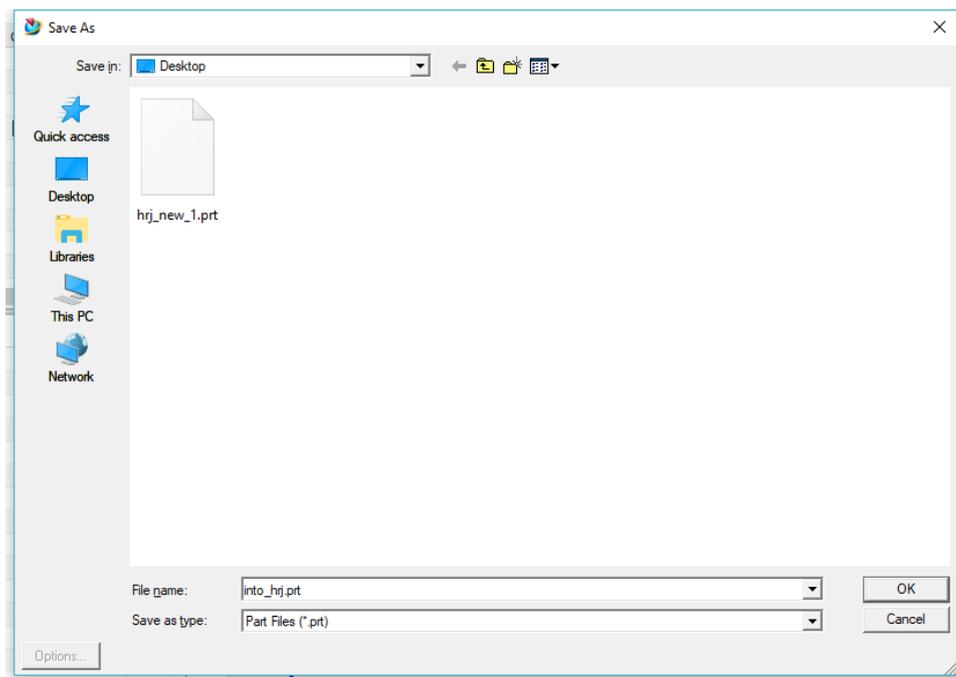


图 1-19 打开和另存为已存部件文件

11. 关闭选择的部件与退出 NX

依次点击 File → Close → Selected Parts，可关闭选择的部件与退出 NX，如图 1-20 所示。

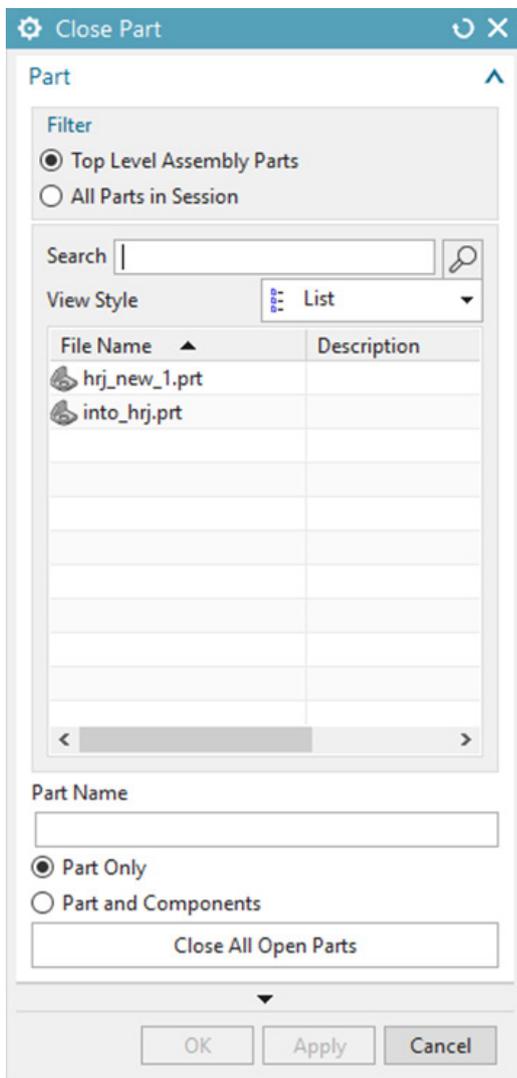


图 1-20 关闭选择的部件与退出 NX

点击 File → Exit，保存文件，如果你修改了任意部件却没有保存它们，屏幕会弹出警告信息，如图 1-21 所示。

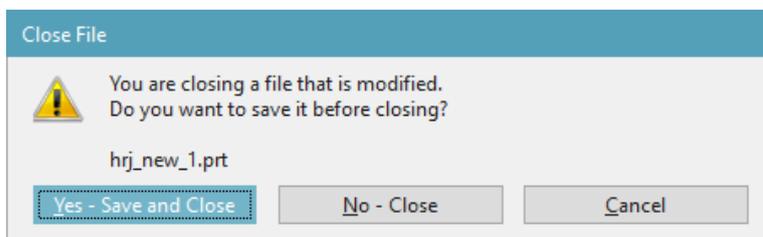


图 1-21 警告信息

12. 客户默认设置

(1) 客户默认设置概述。

点击“File → Utilities → Customer Defaults”，利用客户默认定制你的 NX 启动。许多功能及对话框的初始设置和参数由客户默认控制。通过打开客户默认对话框，可以查看当前客户默认设置。通过利用在 Manage Current Settings 对话框上的 Import Defaults 选项可以转换你先前定制默认文件，如图 1-22 所示。

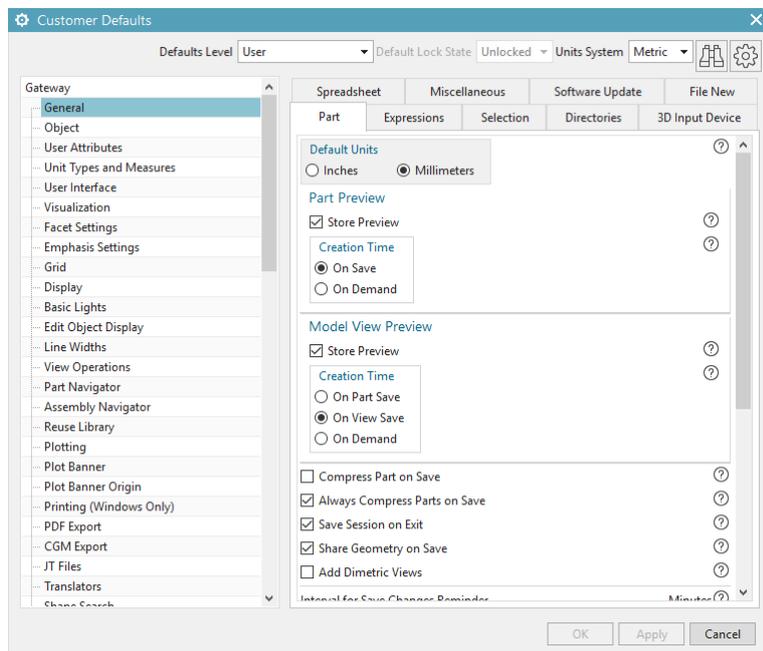


图 1-22 默认设置

(2) 改变客户默认设置。

选择 File → Utilities → Customer Defaults，在 Customer Defaults 对话框顶部，点击 Defaults Level 确认是在你要的级别。确认 Part Units 设置是你使用的部件文件的正确单位。在 Customer Defaults 对话框的左侧上的列表中，选择一个应用。在 Customer Defaults 对话框的左侧上的列表中选择一类目。

点击 Tab 打开默认被放置在该处的页。如果你希望改变默认值或查看哪些默认已从默认级的原来文件被修改，可以点击 Manage Current Settings。当完成所有你要的客户默认改变时，点击 OK 或 Apply 贮存改变。

13. NX 入门

如图 1-23 所示为 NX CAD 工作界面。

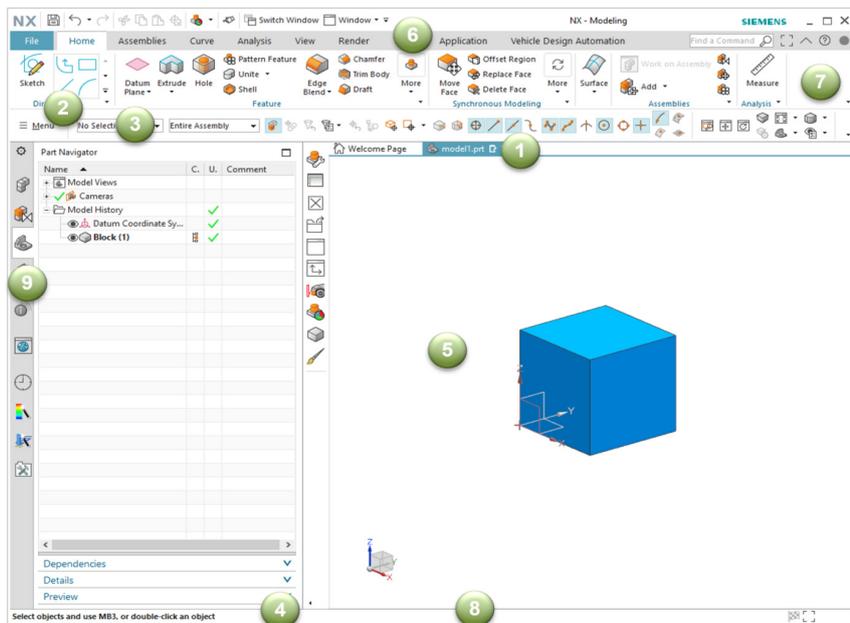


图 1-23 NX CAD 工作界面



(1) 标题栏。显示当前部文件的名字；如果工作不见显示再装配的上下文中，当前工作部件名；工作部件是否只读；自工作部件最后贮存以来是否已被修改。

(2) 菜单栏。菜单条是显示在主窗口顶部、直接在标题栏下的水平选项菜单。菜单栏选项成为菜单标题，每个菜单标题对应 NX → 功能类目。每个菜单标题提供一个下拉式菜单。

(3) 选择栏。选择条提供各种方法去过滤可选对象；利用 Tools → Customize 对话框改变选择栏的位置。

(4) 提示行。提示行显示在 NX 主窗口的底部或顶部，提示区显示待输入的提示信息，这些信息指示你需要采取的下一步动作。利用 Tools → Customize 对话框可以改变提示行 / 状态行的位置。

(5) 图形窗口。图形窗口是创建、显示和修改部件的地方。

(6) 工具栏。工具栏是一系列用于启动标准 NX 命令的图标，NX 提供许多工具栏选择，当启动 NX 时，显示其中的几个。

(7) 工具栏区。右击工具条区的空白处，弹出 NX 所有有效的工具栏标题及定制工具栏，通过勾选激活某工具栏，创建新定制的工具栏。

(8) 状态行。位于提示行右侧的状态行显示关于当前选项或最近完成功能的信息，这些信息不要求响应。

(9) 资源栏。资源栏利用很小的用户界面空间在公共的地方组合许多信息页，NX 将所有导航器窗口，如历史、角色和其他面板窗口以及 Web 浏览器放置在资源栏中。

14. 快捷菜单与工具栏定制

(1) 窗口快捷菜单。在作图过程中，可以在图形窗口空白处点击鼠标右键打开快捷菜单，快捷操作命令，提高作图效率，如图 1-24 所示。

右击图形窗口空白处

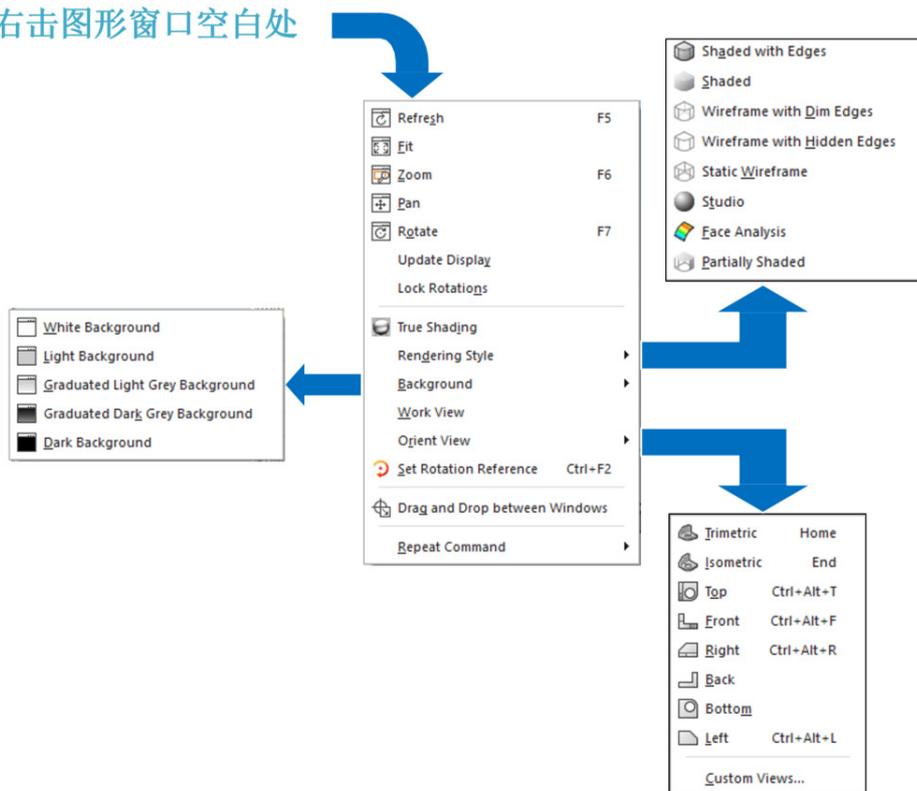


图 1-24 快捷菜单



(2) 特定对象的快捷菜单。当无对话框显示时，特定对象的快捷菜单允许作图者快速执行在一选择对象上的动作，如图 1-25 所示。

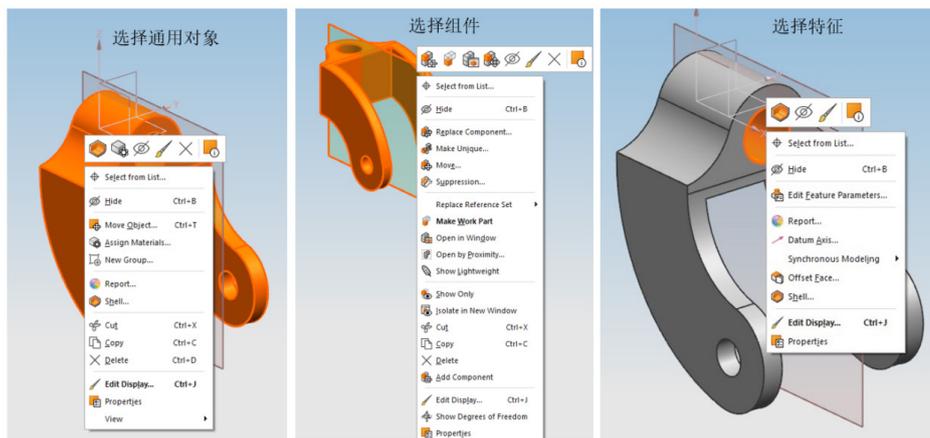


图 1-25 特定对象的快捷菜单

(3) 辐射状菜单。辐射状菜单提供快速获取选项的另一种方法。当按下并保持鼠标右键时，根据不同的光标位置，会围绕光标位置显示一个包括 8 个图符的辐射状菜单，如图 1-26 所示。可利用它快速获取要求的命令。

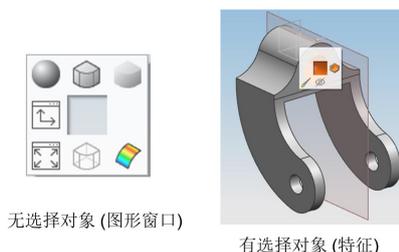


图 1-26 不同条件下的辐射菜单

(4) 定制与显示工具栏。对每个应用消隐或显示可用的工具栏，每个应用有它自己的工具栏集，如图 1-27 所示。对每个工具栏可以或显示或消隐可用的按钮。对每个工具栏可以添加来自其他工具栏的按钮或移除它们。利用角色 (Role) 对所有或选择的应用，可以贮存和共享工具栏排列。

工具条的显示控制

利用快捷菜单显示工具条

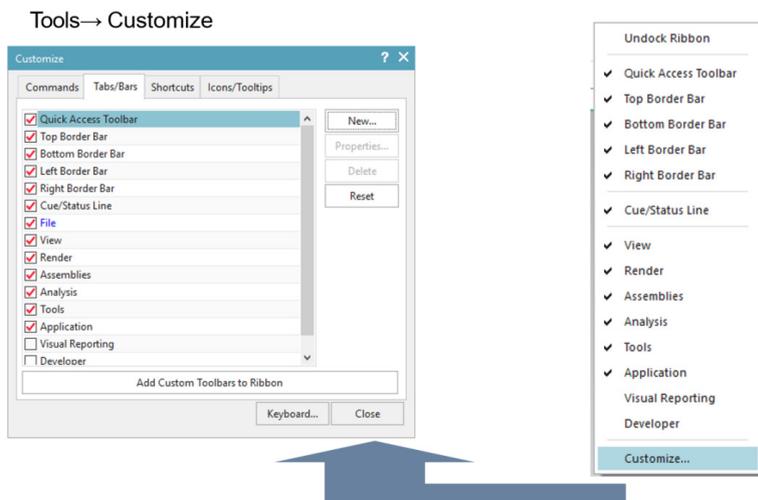


图 1-27 工具条显示控制



(5) 对象选择与意图。当选择对象时,在选择范围内常常有多个对象存在,快速挑选(Quick Pick)能方便地浏览这些候选对象,如图 1-28 所示。

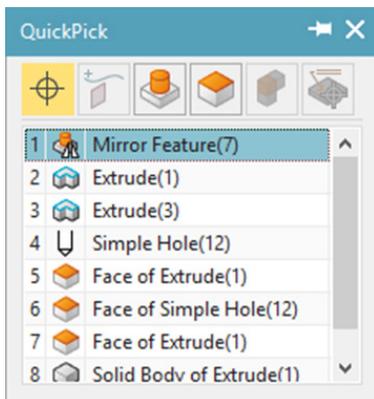


图 1-28 快速挑选

15. 角色

在资源条中,点击 Roles 键 , 显示 Role 面板; 点击需要的角色或拖拽它到图形窗口中; 系统显示加载角色信息, 如图 1-29 所示。

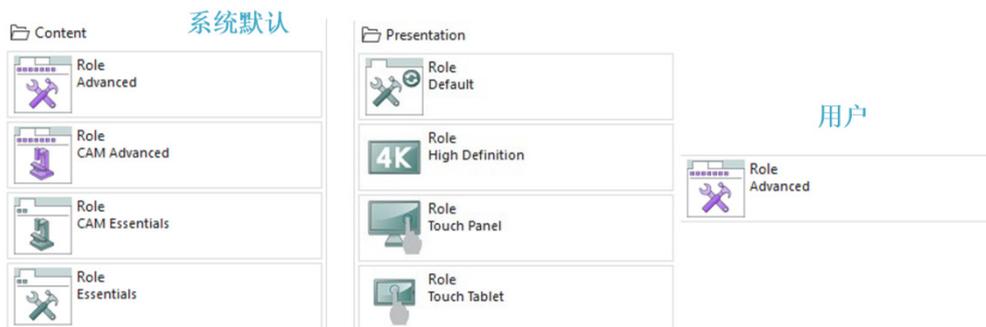


图 1-29 角色选项

16. 利用鼠标工作

在设计工作中,鼠标发挥了巨大的作用,可进行选择、打开隐藏选项、旋转视图、移动视图等操作。如图 1-30 所示为不同鼠标的键位布置。鼠标的三个键或两个键可以通过组合使用来使鼠标操作能力与设计效率大大提高,接下来将介绍几种鼠标按键常用操作。

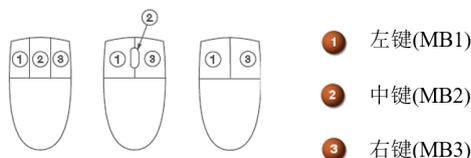


图 1-30 不同鼠标的键位布置

- (1) 鼠标左键: 选择或拖拽对象。
- (2) 鼠标中键: 在操作时点击, OK。

在图形窗口中按下并保持, 旋转视图; 按下 Shift 和鼠标中键, 平移视图; 按下 Ctrl 和鼠标中键, 缩放视图。

- (3) 鼠标右键。显示各种功能的捷菜单; 显示对当前选择的对象的动作信息。



旋转鼠标滚轮：在图形窗口中缩放视图；在列表框中、菜单中和信息窗口中上下滚卷。

(4) 组合键。

中键加右键 (MB2+MB3)：平移对象。

中键加左键 (MB2+MB1)：缩放对象。

17. 操纵工作视图方位

在设计工作中，持续按住鼠标滚轮且进行拖拽，可以旋转视图至任意方向，便于全方位观察设计对象，如图 1-31 所示。

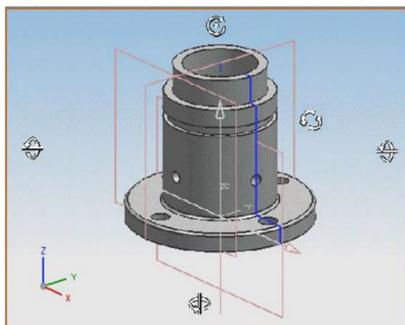


图 1-31 视图方位

在设计中还可以使用快捷键快速操作视图至某一固定的标准视图，如俯视图、左视图、轴测视图等，如图 1-32 所示。

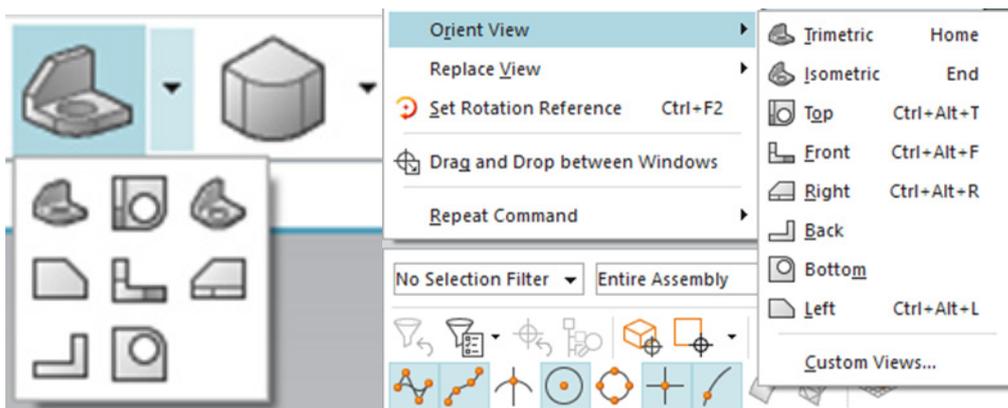


图 1-32 确定视图方向 (Orient View)

(1) 快捷键。

- Home 键——改变当前视图到 Trimetric 视图。
- End 键——改变当前视图到 Isometric 视图。
- F8 键——改变当前视图到选择的平表面或基准平面或与当前视图方位最接近的平面视图 (顶、前、右、后、底、左等)。

(2) 视图三重轴。点击视图三重轴中的一个轴，拖拽鼠标中键时视图只能绕该轴旋转。按 Esc 键或点击视图三重轴原点手柄将返回正常旋转，如图 1-33 所示。

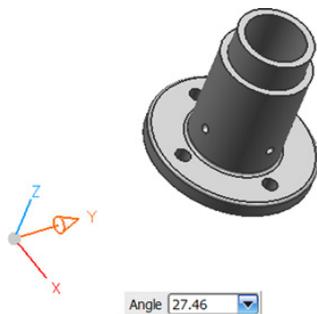


图 1-33 操作视图三重轴



播撒“匠心”种子矢志精益求精

中交一航局三公司首席技能专家陈兆海

从事测量工作 27 年来，我一直摸爬滚打在筑港、建坝、修路、架桥第一线。多年的工作让我深深感到，测量就像工程的“眼睛”，只有量出更精确的数据，才能让大国工程精准落成。比如，卡尺对仪器的观测精度只能到厘米，毫米则需要我们自己估读。怎么把毫米估读得更准确？这个基本功我练了 10 年。

那时，由于测量仪器全站仪比较金贵，刚毕业的“生瓜蛋子”很少有机会上手，我就给师傅赵振国打下手，认真记录每个操作步骤。有一天，现场施工员急着要一组测量数据，碰巧师傅休假了。在大伙的催促下，我扛起全站仪奔向现场。那是我第一次独立测量，因为紧张，反复测量计算了几次才把数据报上去。师傅回来后，不但没有责怪我，还对我连连称赞。这份鼓励和信任，让“匠心”的种子在我心底生根发芽。

2013 年，我参建大连星海湾跨海大桥工程。在主桥施工中，为保证大桥“两塔三跨”受力均衡，对悬索安装的精度要求极高。每次组织测量放样，都需要爬上 120 米高的索塔顶部进行作业。由于施工海域离岸超出 1 千米，就算风平浪静，高耸的索塔也是摆动不停。大桥施工的 300 多个日夜里，只要工作需要，我都会带头登上塔顶，在百米高空布设点线，保证了所有悬索安装均一次性完成，也为国内类似工程施工积累了经验。

大连湾海底隧道工程是我国在严寒海域建设的首条沉管隧道，没有任何可借鉴的经验。我们的测量工作精度要对标港珠澳大桥，实现超差精度 5 厘米以内。为此，我和一航局三公司技术中心潜心攻坚“多波束测深系统扫测代替传统水工隐蔽工程验收方式”课题。在海底隧道施工，风浪颠簸是常态。而多波束设备需要严格依照水平和稳定的几何关系开展测量，风浪极大影响了数据的精准。受折叠伞启发，我们研究提出，为多波束系统的五个分部仪器定做连接架。经过四个月探索尝试，我们终于研发出一款可拼接、适合任何船型的拆卸式连接器，让仪器长出了抓住船舷、稳站海底的“手脚”。相较于单波束设备 6 小时的工作量，多波束设备仅需 30 分钟，且超差精度达到 5 厘米标准。

如今，我也成了徒弟们的师傅，那颗“匠心”种子已被播撒到更多人心。我会以身作则，教导徒弟们干一行、爱一行、专一行，让更多有志于此的青年走上技能成才、技能报国之路。

来源：《光明日报》，2022 年 05 月 09 日 07 版。