



**FANUC** 工业机器人应用工程师实训系列

# 工业机器人 虚拟仿真应用教程

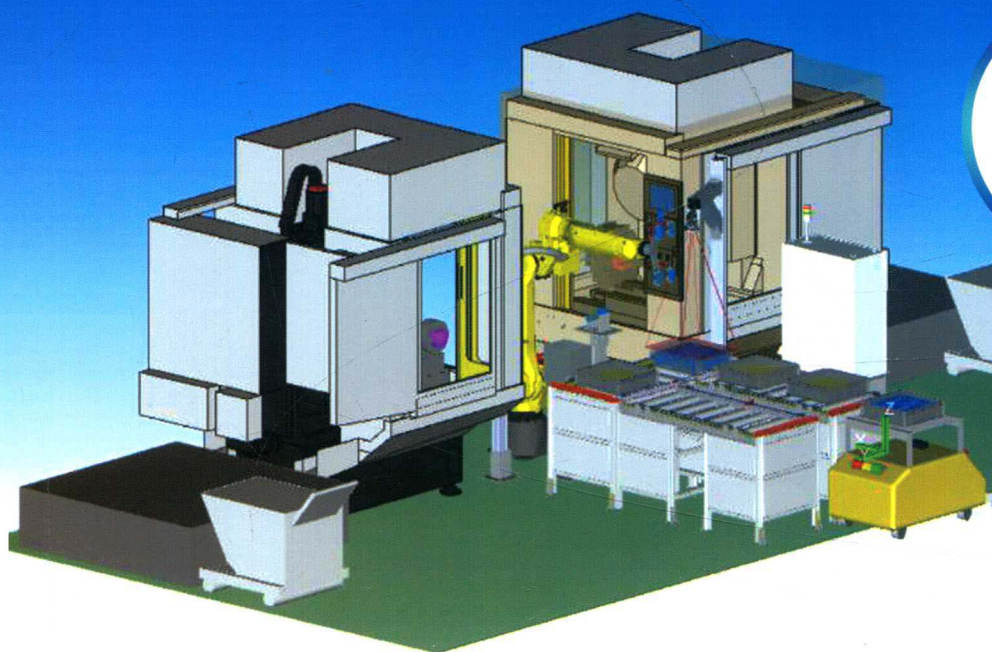
智造云科技 左立浩 徐忠想 康亚鹏◎主编



学习交流QQ群  
651014095  
免费看视频  
赠送PPT课件



扫一扫可获得更多  
免费资源



机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

FANUC工业机器人应用工程师实训系列

# 工业机器人 虚拟仿真应用教程

智造云科技 左立浩 徐忠想 康亚鹏 主编



机械工业出版社

本书以FANUC机器人为对象,使用FANUC公司的机器人仿真软件ROBOGUIDE进行工业机器人的基本操作、功能设置、二次开发、在线监控与编程、方案设计和验证的学习。中心内容包括认识、安装工业机器人仿真软件,创建新的工作单元,菜单界面介绍,基本功能介绍,建立基本仿真模型,建立基本仿真模型程序,新建弧焊应用工作单元,创建变位机,利用模型库创建机器人行走轴,通过自建数模创建机器人行走轴,变位机协调功能,添加其他外围设备,仿真录像的制作,2D视觉设置,3D视觉设置,手机壳打印仿真实验,3C产品装配仿真实验和智能柔性生产线的虚拟仿真。

本书可以作为职业院校工业机器人技术及相关专业的教材,也可供从事自动化相关专业的工程技术人员和从事工业机器人应用开发、调试与现场维护的工程师参考。

## 图书在版编目(CIP)数据

工业机器人虚拟仿真应用教程/左立浩,徐忠想,康亚鹏主编.

—北京:机械工业出版社,2019.1

(FANUC工业机器人应用工程师实训系列)

ISBN 978-7-111-61275-9

I. ①工… II. ①左… ②徐… ③康… III. ①工业机器人

—计算机仿真—虚拟现实—教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第247326号

机械工业出版社(北京市百万庄大街22号 邮政编码100037)

策划编辑:周国萍 责任编辑:周国萍

责任校对:刘志文 封面设计:马精明

责任印制:张博

三河市宏达印刷有限公司印刷

2019年1月第1版第1次印刷

184mm×260mm·14.5印张·353千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-61275-9

定价:45.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线:010-88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网:www.golden-book.com

封面无防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

# 前 言

随着工业机器人在我国的大量应用，工业机器人的离线三维仿真技术已成为技术人员必须掌握的技能。

1959年第一台工业机器人诞生，最初使用的是示教编程。示教编程是通过示教器直接控制机器人移动变换其姿态和位置，记录下移动轨迹，改变并调节速度和运动方式。利用示教器上的操作手柄或者操作按键，可以很直观地看到机器人每个轴或者每个关节的运动姿态和速度。但示教编程要求现场作业，编程工作量比较大，效率低，无法通过模拟的方式验证方案的可行性，同时也无法获得准确的周期时间。运用三维离线仿真软件，可以远离操作现场和工作环境进行机器人仿真、轨迹编程和轨迹程序的输出，同时它围绕一个离线的三维世界进行模拟，在这个三维世界中模拟现实中的机器人和周边设备的布局，通过其中的示教器示教，进一步模拟运动轨迹。通过这样的模拟可以验证方案的可行性，同时获得准确的周期时间。

ROBOGUIDE是FANUC（发那科）机器人公司提供的一款三维离线仿真软件，包括搬运、弧焊、喷涂和点焊等模块。ROBOGUIDE的仿真环境界面是传统的Windows界面，由菜单栏、工具栏、状态栏等组成。

本书通过项目式教学的方法，对FANUC公司的ROBOGUIDE的操作以及具体项目的应用进行了全面讲解。

本书内容以实践操作为主线，采用以图为主的编写方式，通俗易懂，适合作为职业院校工业机器人技术及相关专业的教材。同时，本书也适合从事工业机器人应用开发、调试、现场维护的工程技术人员学习和参考，特别是已掌握FANUC机器人基本操作，需要进一步掌握机器人工程应用模拟仿真的工程技术人员参考。

本书由智造云科技的左立浩、徐忠想、康亚鹏主编，同时参与编写的还有孙静静、黄雄杰、陈灯、李梅、李先雄、张宇、张磊、周盼、周伟、许宏林、刘堃、李波。智造云科技是FANUC产品在国内教育市场的深度合作伙伴，本书在编写过程中得到了上海发那科机器人有限公司封佳诚、林谊先生的大力协助，他们提供了很多的技术支持及宝贵意见，在此深表感谢！

编者虽然尽力使内容清晰准确，但肯定还会有不足之处，欢迎读者提出宝贵的意见和建议。

编 者

# 目 录

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 前言                                 |    |
| 项目1 ROBOGUIDE工业机器人<br>仿真软件概述 ..... | 1  |
| 项目描述 .....                         | 1  |
| 项目实施 .....                         | 1  |
| 项目测试 .....                         | 3  |
| 项目2 ROBOGUIDE工业机器人<br>仿真软件安装 ..... | 4  |
| 项目描述 .....                         | 4  |
| 项目实施 .....                         | 4  |
| 项目测试 .....                         | 12 |
| 项目3 ROBOGUIDE创建新的<br>工作单元 .....    | 13 |
| 项目描述 .....                         | 13 |
| 项目实施 .....                         | 13 |
| 项目测试 .....                         | 18 |
| 项目4 ROBOGUIDE菜单界面介绍 .....          | 19 |
| 项目描述 .....                         | 19 |
| 项目实施 .....                         | 19 |
| 项目测试 .....                         | 22 |
| 项目5 ROBOGUIDE基本功能介绍 .....          | 23 |
| 项目描述 .....                         | 23 |
| 项目实施 .....                         | 23 |
| 项目测试 .....                         | 31 |
| 项目6 建立基本仿真模型 .....                 | 32 |
| 项目描述 .....                         | 32 |
| 项目实施 .....                         | 32 |
| 项目测试 .....                         | 44 |
| 项目7 建立基本仿真模型程序 .....               | 45 |
| 项目描述 .....                         | 45 |
| 项目实施 .....                         | 45 |
| 项目测试 .....                         | 51 |
| 项目8 新建弧焊应用工作单元 .....               | 52 |
| 项目描述 .....                         | 52 |
| 项目实施 .....                         | 52 |
| 项目测试 .....                         | 62 |
| 项目9 创建变位机 .....                    | 63 |
| 项目描述 .....                         | 63 |
| 项目实施 .....                         | 63 |
| 项目测试 .....                         | 70 |
| 项目10 利用模型库创建<br>机器人行走轴 .....       | 71 |
| 项目描述 .....                         | 71 |
| 项目实施 .....                         | 71 |
| 项目测试 .....                         | 76 |
| 项目11 通过自建数模创建<br>机器人行走轴 .....      | 77 |
| 项目描述 .....                         | 77 |
| 项目实施 .....                         | 77 |
| 项目测试 .....                         | 82 |
| 项目12 变位机协调功能 .....                 | 83 |
| 项目描述 .....                         | 83 |
| 项目实施 .....                         | 83 |
| 项目测试 .....                         | 91 |
| 项目13 添加其他外围设备 .....                | 92 |
| 项目描述 .....                         | 92 |
| 项目实施 .....                         | 92 |
| 项目测试 .....                         | 94 |
| 项目14 仿真录像的制作 .....                 | 95 |
| 项目描述 .....                         | 95 |
| 项目实施 .....                         | 95 |
| 项目测试 .....                         | 96 |



|                       |     |                              |     |
|-----------------------|-----|------------------------------|-----|
| 项目15 2D视觉设置 .....     | 97  | 项目实施 .....                   | 159 |
| 项目描述 .....            | 97  | 项目测试 .....                   | 195 |
| 项目实施 .....            | 97  |                              |     |
| 项目测试 .....            | 107 |                              |     |
| 项目16 3D视觉设置 .....     | 108 | 项目19 实战案例：智能柔性生产线的虚拟仿真 ..... | 196 |
| 项目描述 .....            | 108 | 项目描述 .....                   | 196 |
| 项目实施 .....            | 108 | 项目实施 .....                   | 196 |
| 项目测试 .....            | 137 | 一、新建工作单元 .....               | 196 |
| 项目17 手机壳打印仿真项目 .....  | 138 | 二、智能柔性生产线虚拟仿真软件的环境搭建 .....   | 201 |
| 项目描述 .....            | 138 | 三、智能柔性生产线虚拟仿真软件的项目调试 .....   | 216 |
| 项目实施 .....            | 138 | 四、智能柔性生产线虚拟仿真项目的仿真视频录制 ..... | 223 |
| 项目测试 .....            | 158 |                              |     |
| 项目18 3C产品装配仿真项目 ..... | 159 |                              |     |
| 项目描述 .....            | 159 |                              |     |



# 项目1

## ROBOGUIDE 工业机器人仿真软件概述



### 项目描述

本项目主要讲解了FANUC工业机器人虚拟仿真软件的主要功能和功能模块。



### 项目实施

#### 1. ROBOGUIDE虚拟仿真软件功能简介

ROBOGUIDE是一款FANUC自带的支持机器人系统布局设计和动作模拟仿真的软件，可以进行系统方案的布局设计，机器人干涉性、可达性分析和系统的节拍估算，还能够自动生成机器人的离线程序，进行机器人故障的诊断和程序的优化等。ROBOGUIDE的主要功能如下：

(1) 系统搭建 ROBOGUIDE提供了一个3D的虚拟空间和便于系统搭建的3D模型库。模型库中包含FANUC机器人的数模、机器人周边设备的数模以及一些典型工件的数模。ROBOGUIDE可以使用自带的3D模型库，也可以从外部导入3D数模进行系统搭建。如图1-1所示。

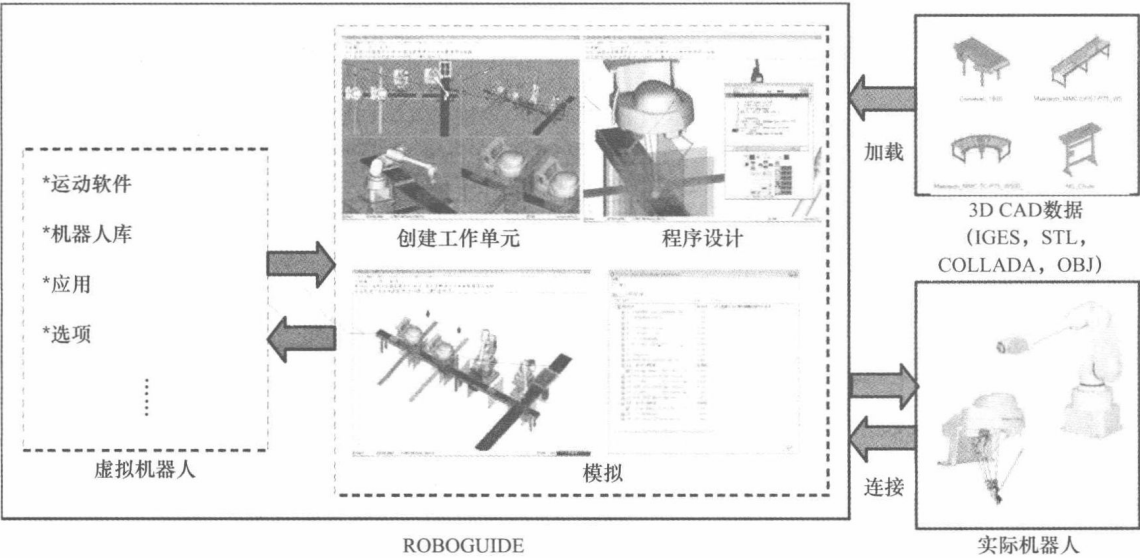


图 1-1

(2) 方案布局设计 在系统搭建完毕后，需要验证方案布局设计的合理性。一个合理的布局不仅可以有效地避免干涉，而且还能使机器人远离限位位置。ROBOGUIDE通过显示机



机器人的可达范围，确定机器人与周边设备摆放的相对位置，保证可达性的同时有效避免了干涉。此外，ROBOGUIDE还可以对机器人进行示教，使机器人远离限位位置，保持良好的工作姿态。ROBOGUIDE能够显示机器人可达范围和它的示教功能，使得方案布局设计更加合理。

(3) 干涉性、可达性分析 在进行方案布局过程中，不仅须确保机器人对工件的可达性，也要避免机器人在运动过程中的干涉性。在ROBOGUIDE仿真环境中，可以通过调整机器人和工件间的相对位置来确保机器人对工件的可达性。机器人运动过程的干涉性包括：机器人与夹具的干涉、与安全围栏的干涉和其他周边设备的干涉等。ROBOGUIDE中的碰撞冲突选项可以自动检测机器人运动时的干涉情况。

(4) 节拍计算与优化 ROBOGUIDE仿真环境下可以估算并且优化生产节拍。依据机器人运动速度、工艺因素和外围设备的运行时间进行节拍估算，并通过优化机器人的运动轨迹来提高节拍。

(5) 离线编程 对于较为复杂的加工轨迹，可以通过ROBOGUIDE自带的离线编程功能自动生成离线程序，然后导入真实的机器人控制柜中。可大大减少编程示教人员的现场工作时间，有效提高工作效率。

ROBOGUIDE贯穿于系统方案设计分析、项目实施的整个过程，是机器人应用领域中工程技术人员不可或缺的工具。

## 2. ROBOGUIDE虚拟仿真软件功能模块

ROBOGUIDE是一款模拟仿真软件，常用的有ChamferingPRO、HandlingPRO、WeldPRO、PalletPRO和PaintPRO等模块。ChamferingPRO用于去毛刺、倒角仿真应用，HandlingPRO用于机床上下料、冲压、装配、注塑机等物料搬运仿真应用，WeldPRO用于弧焊、激光切割等仿真应用，PalletPRO用于各种码垛仿真应用，PaintPRO用于喷涂仿真应用。每种模块加载的应用工具包不同，如图1-2所示。

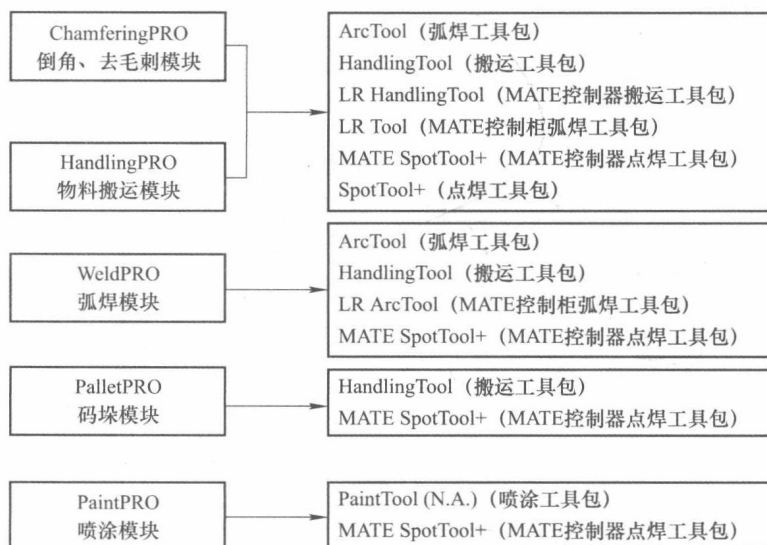


图 1-2

除了常用的模块之外，ROBOGUIDE还包括其他的模块，方便用户快捷创建并优化机器人程序，如图1-3所示。例如，4D Edit编辑模块是将真实的3D机器人模型导入示教器中，将





3D模型和1D内部信息结合形成4D图像显示功能。MotionPRO运动优化模块可以对TP (Teach Pendant, 示教器) 程序进行优化, 包括对节拍和路径的优化, 节拍优化要求电动机在可接受的负荷范围内进行, 路径优化需要设定一个允许偏离的距离, 使机器人的运动路径在设定的偏离范围内接近示教点。

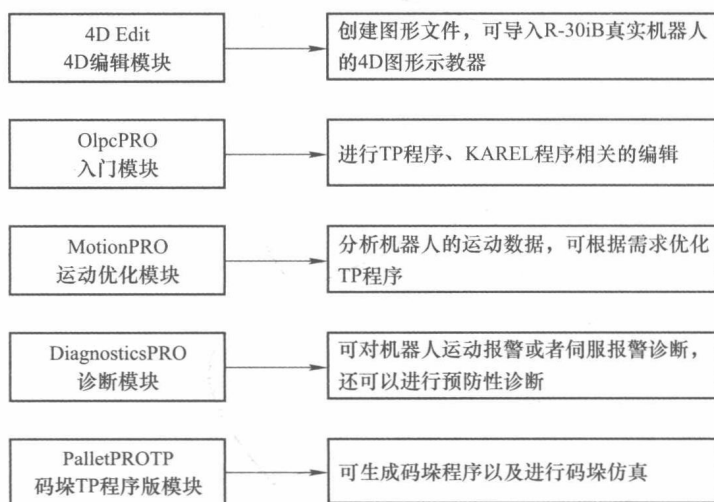


图 1-3

ROBOGUIDE还提供了一些功能的插件来拓展软件的功能。例如, 当在ROBOGUIDE中安装Line Tracking直线跟踪功能时, 机器人可以自动补偿工件随导轨的移动, 将绝对运动的工件当作相对静止的物体。因此, 可以实现在不停止装配流水线的前提下, 机器人对流水线上的工件进行相应的操作。安装Coordinated Motion协调运动软件时, 机器人与外部轴做协调运动, 使机器人处于合适的焊接姿态来提高焊接质量。Spray Simulation插件可以根据实际情况建立喷枪模型, 然后在ROBOGUIDE中模拟喷涂效果, 查看膜厚的分布情况。安装能源评估功能插件可在给定的节拍内优化程序, 使能源消耗最少, 也可在给定的能源消耗内优化程序, 使节拍最短。寿命评估功能插件可在给定的节拍内优化程序, 使减速机寿命最长; 也可在给定的寿命内优化程序, 使节拍最短。

## 项目测试



### 1. 填空题

- (1) ChamferingPRO用于\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。
- (2) HandlingPRO用于\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、注塑机等物料搬运仿真应用。
- (3) WeldPRO用于\_\_\_\_\_、激光切割等仿真应用, PalletPRO用于\_\_\_\_\_应用, PaintPRO用于\_\_\_\_\_应用。每种模块加载的应用工具包是不同的。

### 2. 简答题

请简单概述ROBOGUIDE虚拟仿真软件的功能。

# 项目2

## ROBOGUIDE 工业机器人仿真软件安装

### 项目描述

本项目需要掌握ROBOGUIDE工业机器人仿真软件的安装。

### 项目实施

#### 1. 安装ROBOGUIDE时的注意事项

- 1) 应以管理员身份登录。
- 2) 停止其他活动应用程序（包括常驻软件，如防病毒软件）。如果防病毒软件有效，安装可能需要很长时间。
- 3) 更新图形驱动程序。如果图形驱动程序过期，绘图可能非常慢。最好安装由图形芯片供应商提供的图形驱动程序。
- 4) 如果遇到安装错误，尝试如下：①禁用防病毒软件，然后重试；②在安装ROBOGUIDE之前尝试Windows Update。
- 5) 如果安装中断，请重试。
- 6) 如果遇到“ISRT\_CreateObject”引发的“异常代码（xxxx，xxxx）”错误，先运行“LicenseChecker/setup.exe”，然后运行“setup.exe”。
- 7) 安装需要足够的磁盘空闲空间。如果磁盘可用空间不足，则无法安装ROBOGUIDE。
- 8) 如果使用端口3002，则无法安装ROBOGUIDE。端口由“服务”文件定义（如果是Windows目录的C:\winnt，它位于C:\winnt\system32\drivers\etc）。如果要使用端口3002，可使用端口3002卸载软件，并从“服务”文件中删除指定端口3002的行。
- 9) 使用升级包（例如标准升级包A08B-9410-J689），即使未在PC中安装旧版本的ROBOGUIDE，也可以安装新版本。

#### 2. 安装ROBOGUIDE软件

本书中所用软件版本号为V8.2，不同版本的操作界面略有不同。执行安装盘里的setup.exe，按照提示安装所需的系统组件以及机器人软件版本，选择安装目录。完成安装后，系统会提示需要重启，重启之后，即可使用ROBOGUIDE。

1) 单击“setup”，如图2-1所示。显示“ROBOGUIDE BootStrapper Setup”对话框。单击“Install”安装按钮，如图2-2所示。安装运行ROBOGUIDE所需的组件。



图 2-1

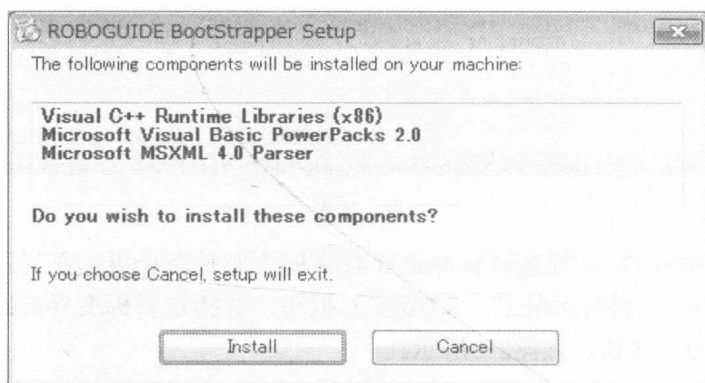


图 2-2

2) 在ROBOGUIDE设置对话框单击“Next”（下一步>）按钮，如图2-3所示。

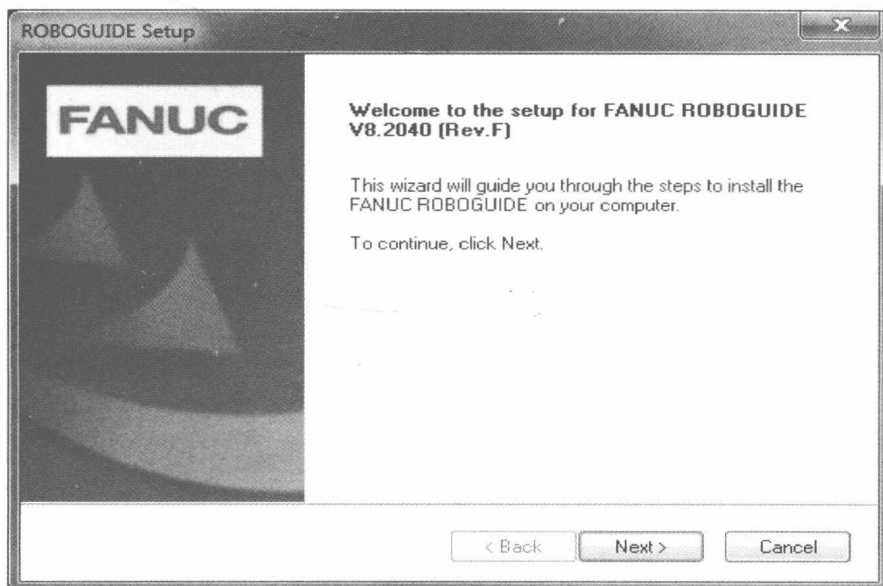


图 2-3

3) 显示ROBOGUIDE设置-许可协议对话框，检查详细信息，然后单击“**Yes**”（是）按钮，如图2-4所示。

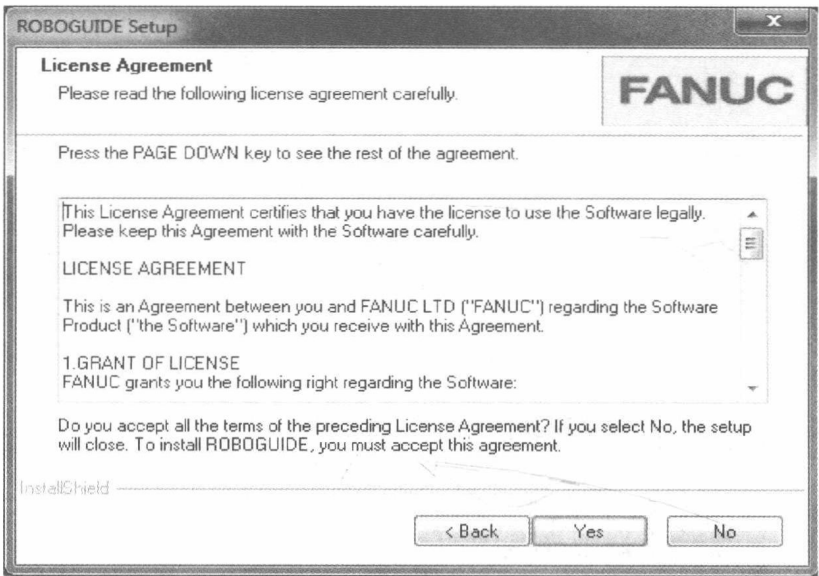


图 2-4

4) 显示ROBOGUIDE设置选择目标位置对话框。安装路径显示在目标文件夹。如果要更改目标文件夹，单击“**Browse...**”（浏览...）按钮，并指定目标文件夹即可。指定目标文件夹后，单击“**Next**”按钮，如图2-5所示。

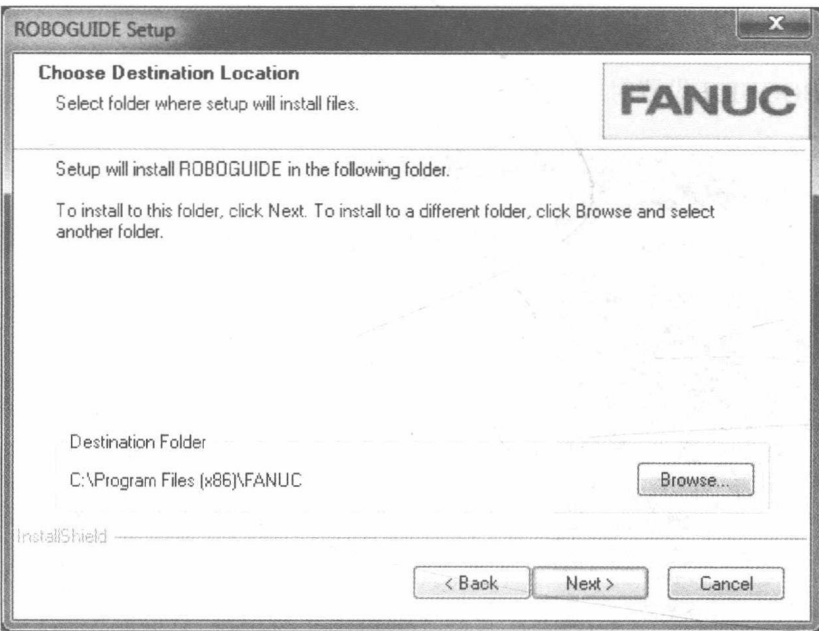


图 2-5

5) 显示FANUC ROBOGUIDE的检查要安装的过程插件对话框。选择要安装的功能，然后单击“**Next**”按钮，如图2-6所示。这里可以选择的功能因购买的选项而异。

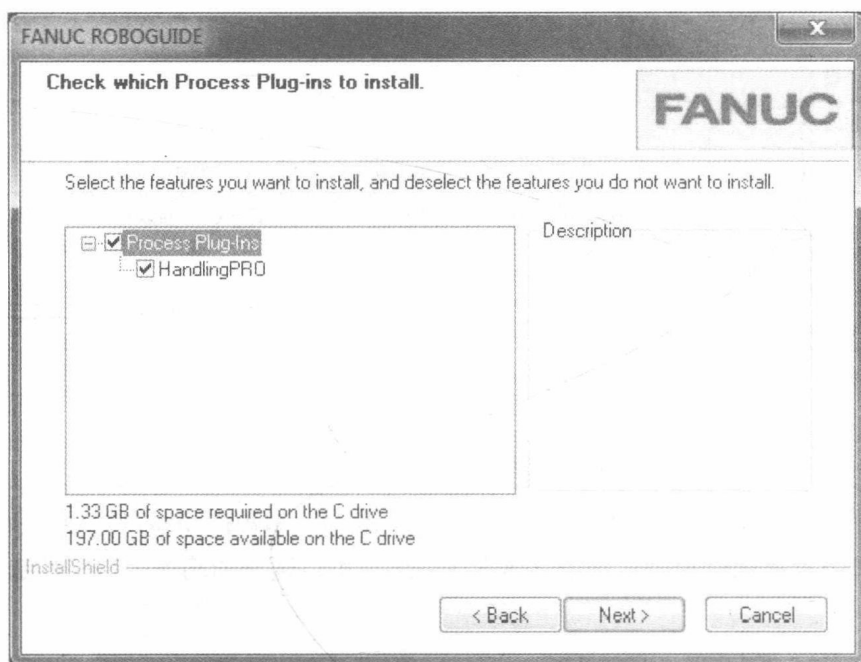


图 2-6

6) 显示FANUC ROBOGUIDE的检查要安装的实用程序插件对话框。选择要安装的功能，然后单击“Next”按钮，如图2-7所示。这里可以选择的功能因购买的选项而异，见表2-1。

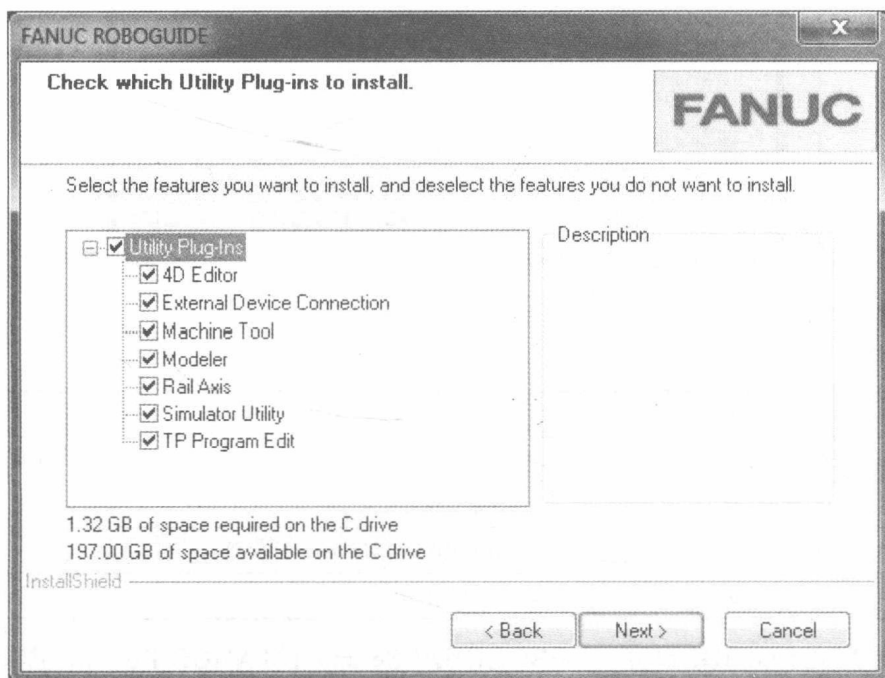


图 2-7



表 2-1

| 特    征                     | 内    容                                                                                         |
|----------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 4D Editor                  | 安装可导出位于对象的“4D编辑器”                                                                              |
| External Device Connection | 安装可以连接外部设备和虚拟机器人的I/O信号的“外部设备连接”                                                                |
| Machine Tool               | 安装可以显示和编辑I/O信号的“I/O面板实用程序”，可以轻松创建和修改TP程序的“处理支持实用程序”，可以创建TP程序以自动返回起始位置的“逻辑仿真助手”，可以帮助程序仿真包含I/O信号 |
| Modeler                    | 安装“Modeler”，是简单的CAD软件                                                                          |
| Rail Axis                  | 安装“轨道单元创建器”，可以轻松添加轨道轴到机器人                                                                      |
| Simulator Utility          | 安装“模拟器”，是ROBOGUIDE和实际机器人的通信功能                                                                  |
| TP Program Edit            | 安装TP程序的“查找和替换功能”                                                                               |

7) 显示FANUC ROBOGUIDE的检查要添加的其他应用程序功能对话框。选择要安装的功能，然后单击“Next”按钮，如图2-8所示。这里可以选择的功能因购买的选项而异，见表2-2。

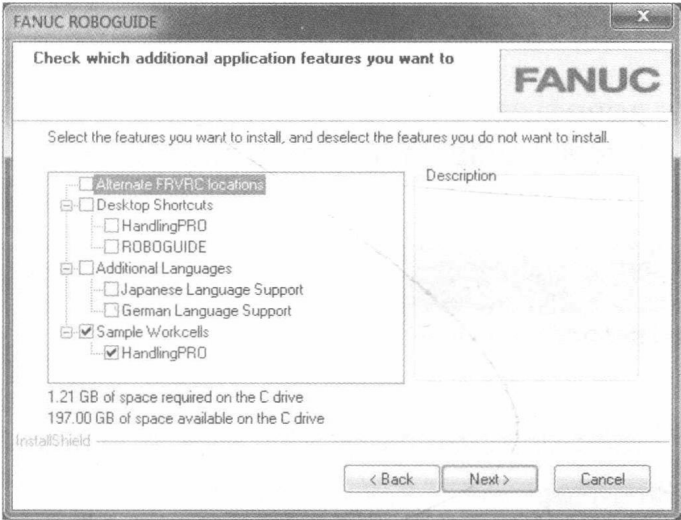


图 2-8

表 2-2

| 特    征                    | 内    容                     |
|---------------------------|----------------------------|
| Alternate FRVRC locations | 可以更改虚拟机器人控制器的安装目录。通常，不需要安装 |
| Desktop Shortcuts         | 创建桌面快捷方式                   |
| Additional Languages      | ROBOGUIDE可以翻译成日语和德语        |
| Sample Workcells          | 安装示例工作单元                   |

8) 显示ROBOGUIDE设置（ROBOGUIDE Setup）的FANUC Robotics虚拟机器人选择（FANUC Robotics Virtual Robot Selection）对话框。选择虚拟机器人的版本，然后单击“Next”按钮，如图2-9所示。



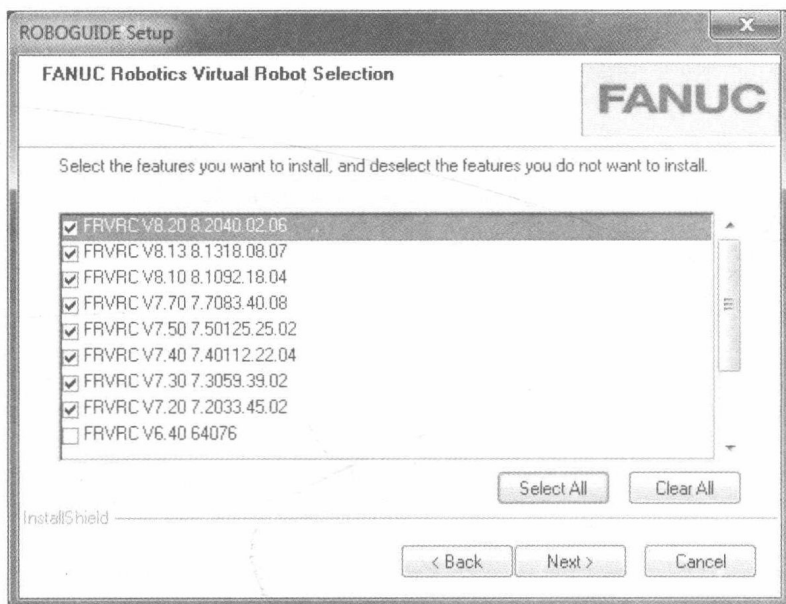


图 2-9

如果单击“Select All”（全选）按钮，则所有版本都被选中；如果单击“Clear All”（全部清除）按钮，则所有版本都未选中。

9) 显示“ROBOGUIDE设置（ROBOGUIDE Setup）的开始复制文件（Start Copying Files）”对话框。检查安装设置，然后单击“Next”按钮，如图2-10所示。

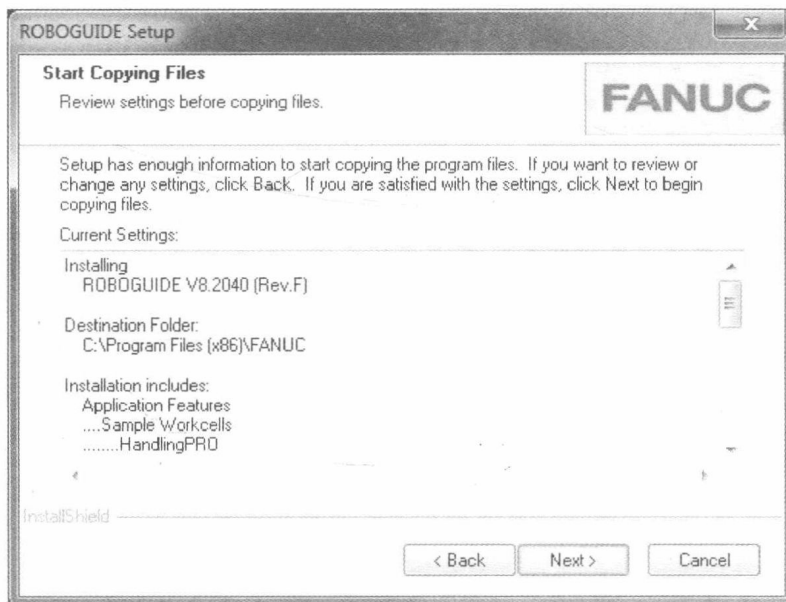


图 2-10

10) 等待几分钟，直到安装完成。如图2-11所示。

11) 显示FANUC ROBOGUIDE的InstallShield向导完成（FANUC ROBOGUIDE-InstallShield Wizard Complete）对话框时，安装完成。单击“Finish”（完成）按钮，并确认



ReadMe文件，如图2-12所示。

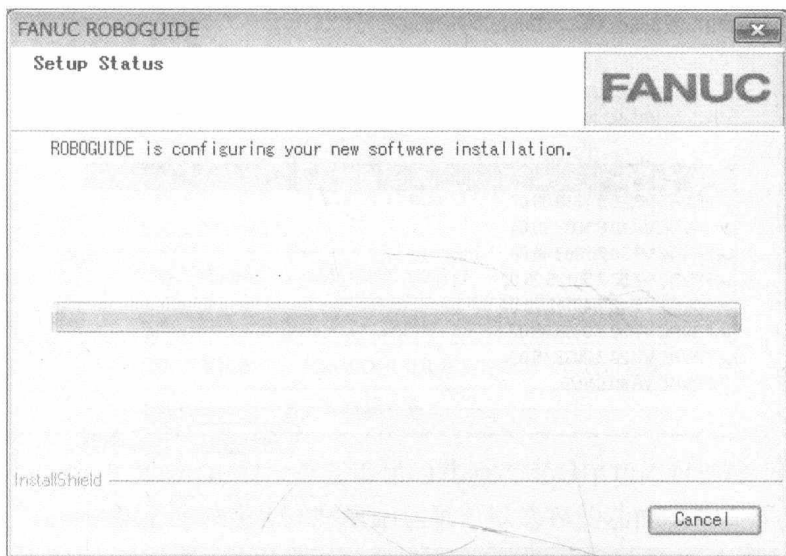


图 2-11

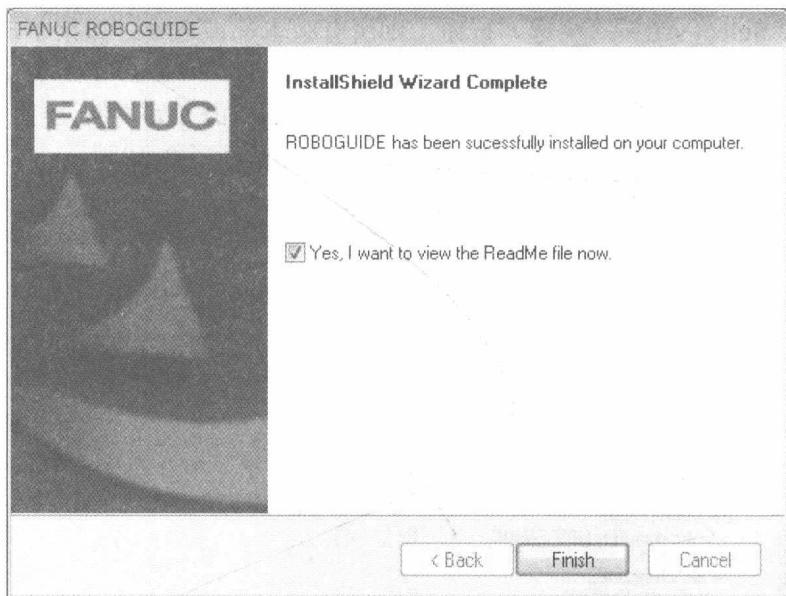


图 2-12

12) 安装完成后可能需要重新启动PC。请按照安装人员的指示进行安装。

### 3. 卸载ROBOGUIDE软件

不同操作系统卸载ROBOGUIDE软件的步骤如下：

(1) Windows XP 打开控制面板，然后单击“Programs”（添加或删除程序），如图2-13所示。从安装程序列表中选择“FANUC ROBOGUIDE”，如图2-14所示，然后单击“Change/Delete”（更改/删除）。

(2) Windows Vista

1) 打开控制面板，然后单击“Programs and functions”（程序和功能）。



2) 从安装程序列表中选择“FANUC ROBOGUIDE”，然后单击“Uninstall/Change”（卸载或更改程序）。

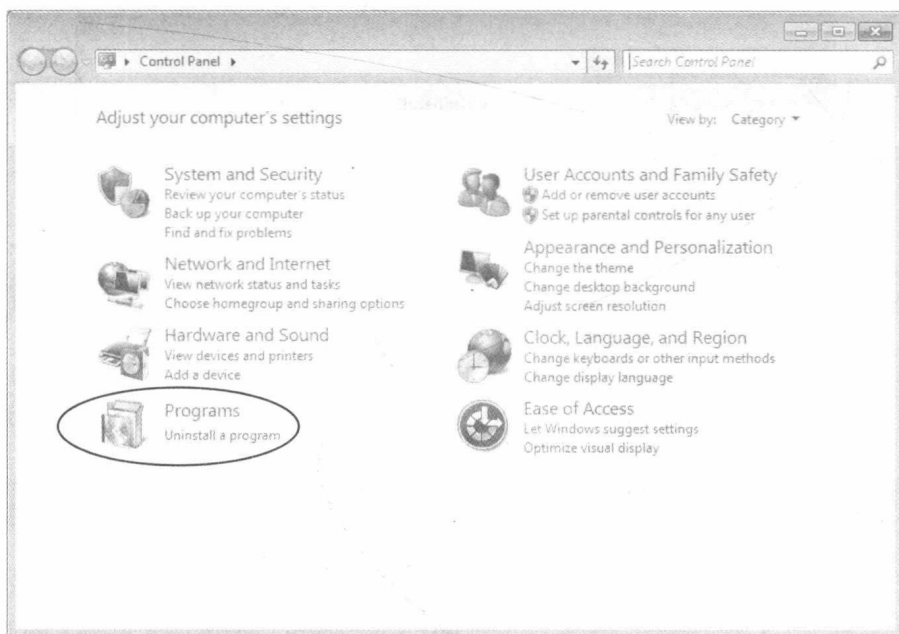


图 2-13

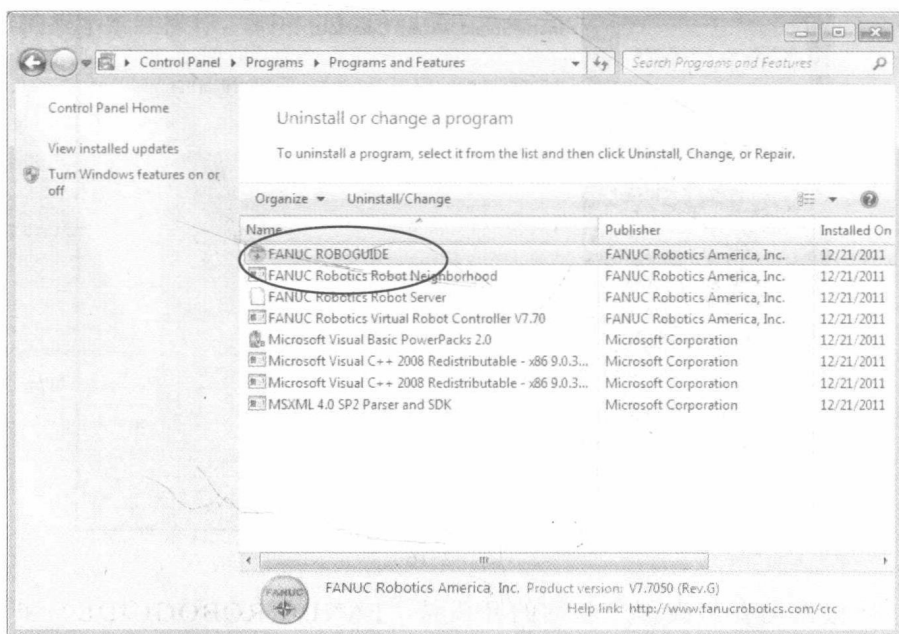


图 2-14

(3) Windows 7、Windows 8 打开控制面板，然后单击“Programs/Uninstall”（程序/卸载程序）。

以下过程对于Windows XP / Windows Vista / Windows 7 / Windows 8很常见。

1) 显示ROBOGUIDE的卸载程序。单击“Next”按钮，如图2-15所示。

2) 等待一段时间，直到卸载完成。