

智能制造高技能人才培养规划丛书

基于ABB官方仿真软件RobotStudio进行讲解

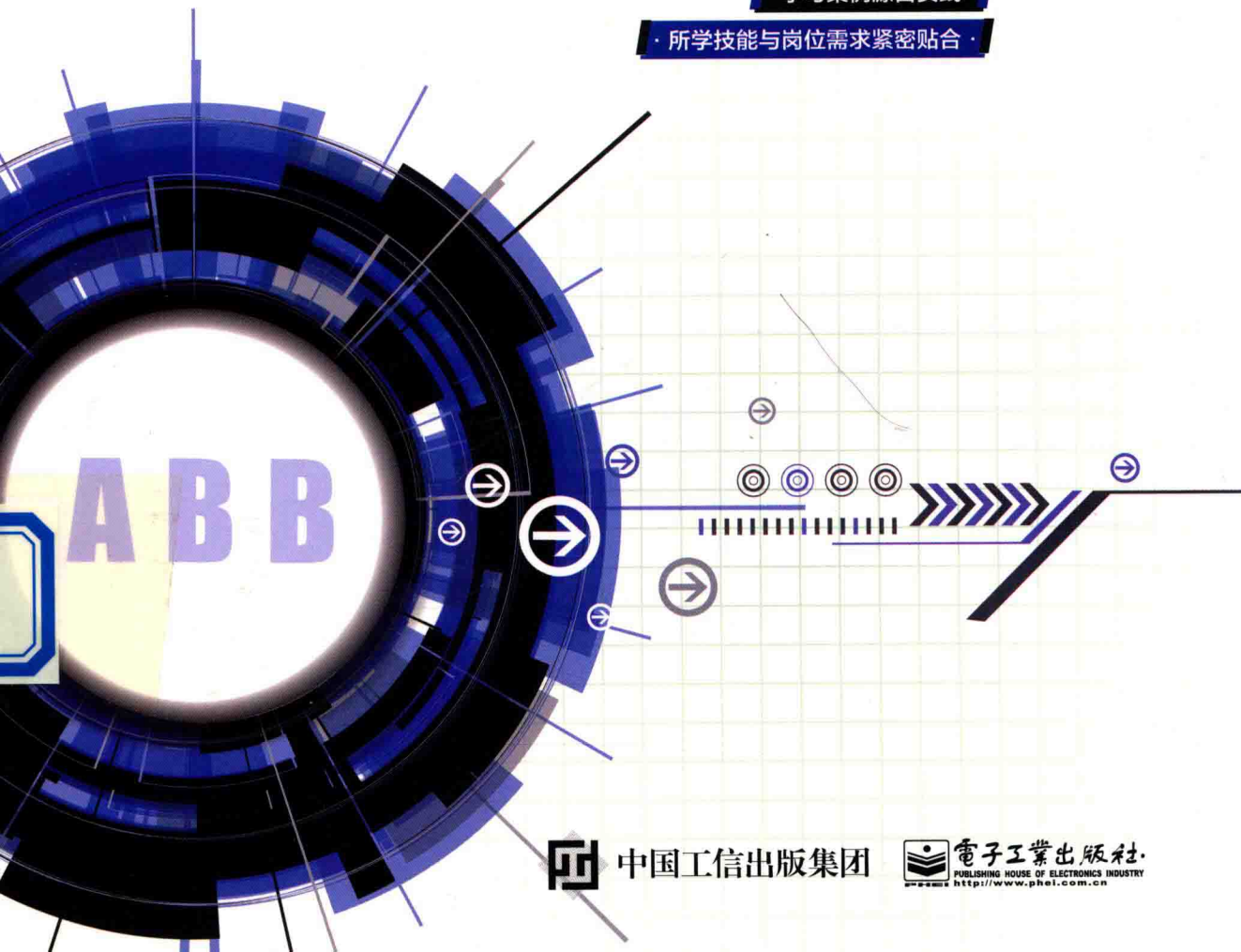
ABB工业机器人 虚拟仿真教程

工控帮教研组 / 编著

· 零基础入门，学练结合，轻松上手 ·

· 学习案例源自实践 ·

· 所学技能与岗位需求紧密贴合 ·



中国工信出版集团



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
<http://www.phei.com.cn>

智能制造高技能人才培养规划丛书

ABB 工业机器人 虚拟仿真教程

工控帮教研组 编著

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

随着工业机器人应用水平的不断提升，越来越多的生产企业加入应用工业机器人的队列。这就使得调试工业机器人的工程技术人员数量不断攀升，在调试过程中暴露出的问题也在不断增加。

本书根据大量对仿真的实际需求，以 ABB 公司的工业机器人仿真软件 RobotStudio 为基础，详细讲述 ABB 工业机器人仿真软件从基础仿真到高级 Smart 组件的实际应用，内容分为基础篇和进阶篇：基础篇包括 6 个章节，详细讲述什么是工业机器人仿真、创建工业机器人仿真工作站的方法、如何在仿真工作站中建模、如何进行 ABB 工业机器人离线编程、事件管理器的使用方法、Smart 组件的使用方法等，内容循序渐进，是初学者必备的入门基础知识；进阶篇包括 4 个实战项目，详细讲述利用 Smart 组件为码垛、拆垛、压铸、搬运工作站进行动态仿真的操作步骤，内容深入浅出，结合案例，帮助读者加强实战能力。

本书内容贴合实际、效果逼真，既适合在校学生学习、研究，也适合广大工程技术人员学习、参考。

未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有，侵权必究。

图书在版编目 (CIP) 数据

ABB 工业机器人虚拟仿真教程/工控帮教研组编著. —北京：电子工业出版社，2019.10
(智能制造高技能人才培养规划丛书)

ISBN 978-7-121-37351-0

I. ①A… II. ①工… III. ①工业机器人—系统仿真—教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 192428 号

策划编辑：张楠

责任编辑：张楠

印刷：三河市华成印务有限公司

装订：三河市华成印务有限公司

出版发行：电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编：100036

开本：787×1092 1/16 印张：17.5 字数：448 千字

版次：2019 年 10 月第 1 版

印次：2019 年 10 月第 1 次印刷

定价：65.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：(010) 88254888, 88258888。

质量投诉请发邮件至 zltz@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：(010) 88254579。

本书编委会

主 编：余德泉

副主编：孙永仓 徐家龙 王 磊

■ 前言

PREFACE

随着德国工业 4.0 的提出，中国制造业向智能制造方向转型已是大势所趋。工业机器人是智能制造业最具代表性的装备。根据 IFR（国际机器人联合会）发布的最新报告，2016 年全球工业机器人销量继续保持高速增长。2017 年全球工业机器人销量约 33 万台，同比增长 14%。其中，中国工业机器人销量 9 万台，同比增长 31%。IFR 预测，未来十年，全球工业机器人销量年平均增长率将保持在 12% 左右。

当前，机器人替代人工生产已经成为未来制造业的必然，工业机器人作为“制造业皇冠顶端的明珠”，将大力推动工业自动化、数字化、智能化的早日实现，为智能制造奠定基础。然而，智能制造发展并不是一蹴而就的，而是从“自动信息化”“互联化”到“智能化”层层递进、演变发展的。智能制造产业链涵盖智能装备（机器人、数控机床、服务机器人、其他自动化装备）、工业互联网（机器视觉、传感器、RFID、工业以太网）、工业软件（ERP/MES/DCS 等）、3D 打印及将上述环节有机结合起来自动化系统集成和生产线集成等。

根据智能制造产业链的发展顺序，智能制造首先需要实现自动化，然后实现信息化，再实现互联网化，最后才能真正实现智能化。工业机器人是实现智能制造前期最重要的工作之一，是联系自动化和信息化的重要载体。智能装备和产品是智能制造的实现端。围绕汽车、机械、电子、危险品制造、国防军工、化工、轻工等应用需求，工业机器人将成为智能制造中智能装备的普及代表。

由此可见，智能装备应用技术的普及和发展是我国智能制造推进的重要内容，工业机器人应用技术是一个复杂的系统工程。工业机器人不是买来就能使用的，还需要对其进行规划集成，把机器人本体与控制软件、应用软件、周边的电气设备等结合起来，组成一个完整的工作站方可进行工作。通过在数字工厂中工业机器人的推广应用，不断提高工业机器人作业的智能水平，使其不仅能替代人的体力劳动，而且能替代一部分脑力劳动。因此，以工业机器人应用为主线构造智能制造与数字车间关键技术的运用和推广显得尤为重要，这些技术包括机器人与自动化生产线布局设计、机器人与自动化上下料技术、机器人与自动化精准定位技术、机器人与自动化装配技术、机器人与自动化作业规划及示教技术、机器人与自动化生产线协同工作技术及机器人与自动化车间集成技术，通过建造机器人自动化生产线，利用机器人手臂、自动化控制设备或流水线自动化推动企业技术改造向机械化、自动化、集成化、生态化、智能化方向发展，从而实现数字车间制造过程中物质流、信息流、能量流和资金流的智能化。

近年来，虽然多种因素推动着我国工业机器人在自动化工厂的广泛使用，但是一个越来越大的问题清晰地摆在我们面前，那就是工业机器人的使用和集成技术人才严重匮乏，甚至

阻碍这个行业的快速发展。哈尔滨工业大学机器人研究所所长、长江学者孙立宁教授指出：按照目前中国机器人安装数量的增长速度，对工业机器人人才的需求早已处于干渴状态。目前，国内仅有少数本科院校开设工业机器人的相关专业，学校普遍没有完善的工业机器人相关课程体系及实训工作站。因此，学校老师和学员都无法得到科学培养，从而不能快速满足产业发展的需要。

工控帮教研组结合自身多年的工业机器人集成应用技术和教学经验，以及对机器人集成应用企业的深度了解，在细致分析机器人集成企业的职业岗位群和岗位能力矩阵的基础上，整合机器人相关企业的应用工程师和机器人职业教育方面的专家学者，编写“智能制造高技能人才培养规划丛书”。按照智能制造产业链和发展顺序，“智能制造高技能人才培养规划丛书”分为专业基础教材、专业核心教材和专业拓展教材。

专业基础教材涉及的内容包括触摸屏编程技术、运动控制技术、电气控制与 PLC 技术、液压与气动技术、金属材料与机械基础、EPLAN 电气制图、电工与电子技术等。

专业核心教材涉及的内容包括工业机器人技术基础、工业机器人现场编程技术、工业机器人离线编程技术、工业组态与现场总线技术、机器人与 PLC 系统集成、基于 SolidWorks 的工业机器人夹具和方案设计、工业机器人维修与维护、工业机器人典型应用实训、西门子 S7-200 SMART PLC 编程技术等。

专业拓展教材涉及的内容包括焊接机器人与焊接工艺、机器视觉技术、传感器技术、智能制造与自动化生产线技术、生产自动化管理技术（MES 系统）等。

本书内容力求源于企业、源于真实、源于实际，然而因编著者水平有限，错漏之处在所难免，欢迎读者关注微信公众号 GK YXT1508 进行交流，谢谢！

与本书配套的资源已上传至 <http://yydz.phei.com.cn/book/abb>，读者可下载使用。若在下载过程中遇到问题，可以发送邮件至 zhangn@phei.com.cn，或者直接在公众号 GK YXT1508 留言，索取配套资料。

工控帮教研组

基础篇

第 1 章 初识 ABB 工业机器人仿真软件	3
1.1 什么是工业机器人仿真	3
1.2 安装 RobotStudio	4
1.3 认识 RobotStudio 的软件界面	6
知识点练习	8
第 2 章 初步建立工业机器人仿真工作站	9
2.1 建立工业机器人工作站	9
2.1.1 布局	9
2.1.2 导入工业机器人	9
2.1.3 加载工业机器人的工具	10
2.1.4 摆放周边的模型	12
2.2 创建工业机器人运动程序	14
2.2.1 创建工业机器人系统	14
2.2.2 创建工业机器人运动轨迹	15
2.3 运行与录制仿真视频	20
2.3.1 设置工业机器人的运动轨迹	20
2.3.2 录制工业机器人的仿真过程	21
2.3.3 制作可执行文件	22
知识点练习	23
第 3 章 在仿真工作站中建模	24
3.1 创建简单模型	24
3.1.1 矩形体	24
3.1.2 圆锥体	25
知识拓展：为模型添加颜色	27
3.2 测量模型的数值	28
3.2.1 两点之间的距离	28
3.2.2 角度	28
3.2.3 直径	29

3.2.4	最短距离	30
3.3	安装外部工业机器人的工具模型	30
3.3.1	调整工具姿态、设定本地原点	30
3.3.2	创建及安装工具	34
	知识点练习	36
第 4 章	ABB 工业机器人离线编程	37
4.1	创建工业机器人离线轨迹	37
4.2	调整工业机器人姿态	44
4.3	调整轴配置参数并同步仿真运行	48
4.4	碰撞监控与 TCP 跟踪	50
4.4.1	碰撞监控	50
4.4.2	TCP 跟踪	52
	知识点练习	53
第 5 章	初识事件管理器	54
5.1	创建机械装置与实现动态效果	54
5.1.1	创建机械装置	54
5.1.2	实现动态效果	60
5.2	创建动态夹具	63
5.2.1	建模	63
5.2.2	创建机械装置	71
5.2.3	关联 I/O 信号	77
5.2.4	模拟夹取	81
	知识点练习	84
第 6 章	初识 Smart 组件	85
6.1	通过 Smart 组件创建动态吸盘	85
6.1.1	创建吸盘模型	85
6.1.2	创建 Smart 组件	96
6.1.3	创建线传感器	97
6.1.4	添加组件	99
6.1.5	设置“属性与连结”选项卡	102
6.1.6	设置“信号和连接”选项卡	103
6.1.7	仿真运行	106
6.2	通过 Smart 组件创建动态输送链	109
6.2.1	导入模型	109
6.2.2	设置输送链的产品源	112
6.2.3	设置输送链的运动属性	115
6.2.4	设置输送链的限位传感器	116

6.2.5 设置“属性与连结”选项卡	118
6.2.6 设置“信号和连接”选项卡	119
6.2.7 仿真运行	121
6.3 关联信号	124
知识点练习	126

进阶篇

第7章 实战：搭建工业机器人码垛仿真工作站	129
7.1 解包工作站	129
7.2 为夹具添加动态效果	133
7.2.1 创建 Smart 组件	133
7.2.2 设置“属性与连结”选项卡	143
7.2.3 设置“信号和连接”选项卡	143
7.2.4 仿真运行	147
7.3 为传送带添加动态效果	150
7.3.1 创建 Smart 组件	150
7.3.2 设置“属性与连结”选项卡	157
7.3.3 设置“信号和连接”选项卡	159
7.3.4 仿真运行	163
知识点练习	165
第8章 实战：搭建工业机器人拆垛仿真工作站	166
8.1 摆放货物	166
8.1.1 规划	166
8.1.2 摆放	166
8.1.3 建立组件组	173
8.2 为拆垛工作站添加动态效果	176
8.2.1 创建 Smart 组件	176
8.2.2 设置“属性与连结”选项卡	181
8.2.3 设置“信号和连接”选项卡	182
8.2.4 仿真运行	184
知识点练习	186
第9章 实战：搭建工业机器人压铸仿真工作站	187
9.1 为吸盘添加动态效果	187
9.1.1 将吸盘夹取到工业机器人夹具上	187
9.1.2 创建 Smart 组件	188
9.1.3 设置“属性与连结”选项卡	197
9.1.4 设置“信号和连接”选项卡	198

9.1.5	仿真运行吸盘	200
9.2	为压铸台添加动态效果	203
9.2.1	创建 Smart 组件	203
9.2.2	设置“属性与连结”选项卡	219
9.2.3	设置“信号和连接”选项卡	221
9.2.4	仿真运行压铸台	226
	知识点练习	229
第 10 章	实战：搭建工业机器人搬运仿真工作站	230
10.1	布局	230
10.2	为吸盘添加动态效果	240
10.2.1	创建 Smart 组件	240
10.2.2	设置“属性与连结”选项卡	247
10.2.3	设置“信号和连接”选项卡	248
10.3	为输送链添加动态效果	252
10.3.1	创建 Smart 组件	252
10.3.2	设置“属性与连结”选项卡	256
10.3.3	设置“信号和连接”选项卡	256
10.4	为码盘添加动态效果	258
10.4.1	创建 Smart 组件	258
10.4.2	设置“属性与连结”选项卡	264
10.4.3	设置“信号和连接”选项卡	264
10.5	整体测试	266
	知识点练习	270

第二單元



基础篇



初识 ABB 工业机器人仿真软件

【学习目标】

- 掌握 RobotStudio 的安装方法
- 熟悉 RobotStudio 的软件界面

1.1 什么是工业机器人仿真

随着工业自动化的市场竞争日趋激烈，客户的要求正在不断提高。在新产品生产之初，花费时间调试工业机器人或者运行工业机器人是行不通的，因为这意味着要先停止现有的生产，再对现有的设备进行修改或编程，成本较高。在未验证工业机器人的到达距离及工作区域之前，就冒险制造工业机器人工具和固定装置已经不符合客户的实际需求。目前的常规做法是生产厂家在设计阶段就对新部件的可制造性进行检查。在产品制造的同时，对工业机器人系统进行编程，可提早开始生产产品，从而大量缩短新产品的上市时间。在实际工业机器人安装前，通过离线编程的可视化、可确认的解决方案及合理的布局降低风险，并且通过创建更加精确的路径获得更高的部件质量。RobotStudio 是 ABB 公司的工业机器人仿真软件，也是市场上离线编程的领先产品。为了实现真正的离线编程，RobotStudio 采用了 ABB 公司的 VirtualRobot 技术。通过新的编程方法，ABB 公司正在世界范围内建立机器人编程标准。

在 RobotStudio 中可以实现以下主要功能。

1. CAD 导入

RobotStudio 可轻松地以各种主要的 CAD 格式导入数据，包括 IGES、STEP、VRML、VDAFS、ACIS 和 CATIA。通过使用此类非常精确的 3D 模型数据，程序设计人员可以生成更为精确的工业机器人程序，从而提高产品质量。

2. 自动生成路径

通过使用待加工部件的三维模型，可在短短几分钟内自动生成跟踪曲线所需要的工业机器人路径。如果人工执行此项任务，则可能需要数小时或数天。

3. 自动分析功能

此功能可让操作者灵活移动工业机器人或工件，直至所有位置均可达到，甚至在短短几分钟内，就可完成验证和优化工作单元布局的工作。

4. 碰撞检测

在 RobotStudio 中,可以对工业机器人在运动过程中是否可能与周边设备发生碰撞进行验证与确认,以确保离线编程得出程序的可用性。

5. 在线作业

使用 RobotStudio 与真实的工业机器人进行连接、通信,对工业机器人进行监控、程序修改、参数设定、文件传送及备份恢复等操作,从而使调试与维护工作更轻松。

6. 模拟仿真

根据设计要求,在 RobotStudio 中进行工业机器人工作站的动作模拟仿真,以及周期节拍仿真,从而为工程的实施提供真实的检验数据。

7. 应用功能包

针对不同的应用推出功能强大的应用功能包,从而将工业机器人更好地与工艺应用进行有效融合。

8. 二次开发

提供功能强大的二次开发平台,使工业机器人应用有更多实现的可能,可满足工业机器人的科研需要。

1.2 安装 RobotStudio

❶ 输入网址 www.robotstudio.com,打开如图 1-1 所示的页面。单击 Downloads 进入如图 1-2 所示的下载页面。

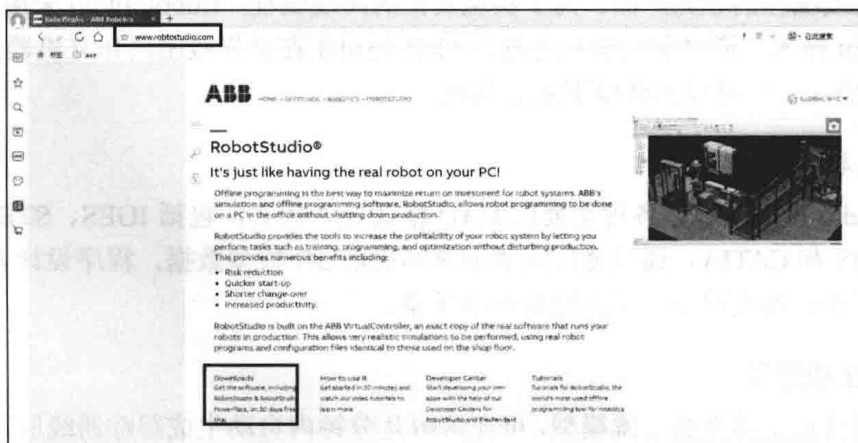


图 1-1

❷ 在合适的版本处单击即可直接下载,如图 1-2 所示。由于本书的任务是基于 RobotStudio 6.07.01 SP1 版本展开的,所以这里选中此版本。随着版本不断升级,会出现软件菜单有所变化的情况。

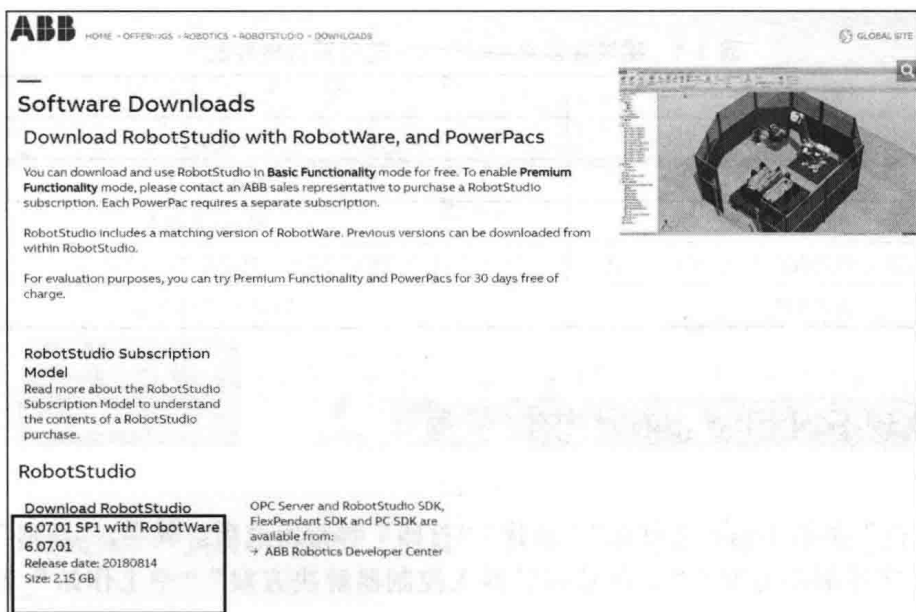


图 1-2

③ 下载完成后即可得到 RobotStudio 文件夹。进入该文件夹，双击其中的 setup.exe（如图 1-3 所示）进入安装界面。可根据安装界面中的相应提示进行 RobotStudio 的安装。



图 1-3

为了确保 RobotStudio 能够正确安装，请注意以下事项。

- ① 建议安装 RobotStudio 的计算机硬件配置如表 1-1 所示。
- ② 在安装时，最好关闭防火墙与杀毒软件。

表 1-1 建议安装 RobotStudio 的计算机硬件配置

硬件	要求
CPU	i5 或以上
内存	2GB 或以上
硬盘	空闲 20GB 以上
显卡	独立显卡
操作系统	Windows 7 或以上

1.3 认识 RobotStudio 的软件界面

在“文件”菜单下包含“打开”“新建”“打印”等常用选项。其中，“新建”选项下还包含“空工作站解决方案”“工作站和机器人控制器解决方案”“空工作站”等选项，如图 1-4 所示。

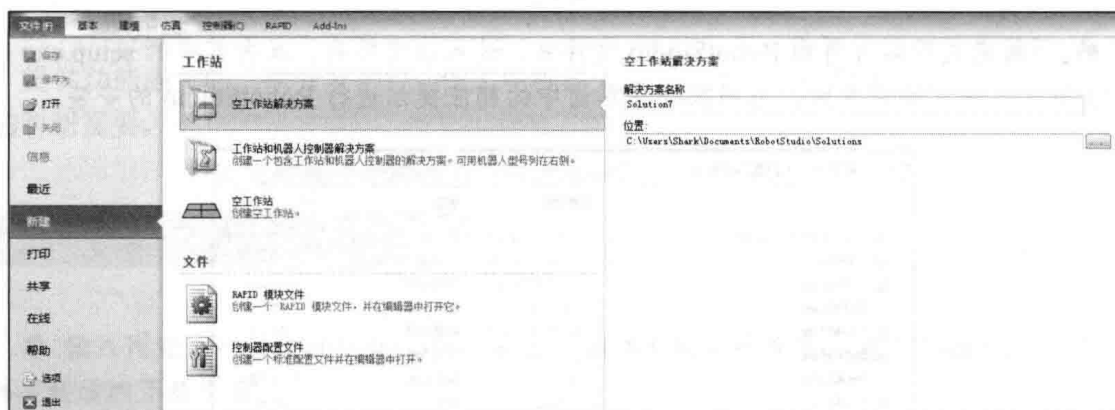


图 1-4

“基本”菜单包含“建立工作站”“路径编程”“设置”“控制器”等控件，如图 1-5 所示。



图 1-5

“建模”菜单包含“创建”“CAD 操作”“测量”“机械”等控件，如图 1-6 所示。



图 1-6

“仿真”菜单包含“碰撞监控”“配置”“仿真控制”“监控”“信号分析器”“录制短片”等控件，如图 1-7 所示。



图 1-7

“控制器”菜单包含“进入”“控制器工具”“配置”“虚拟控制器”等控件，如图 1-8 所示。



图 1-8

RAPID 菜单包含“进入”“编辑”“插入”“查找”“控制器”“测试和调试”等控件，如图 1-9 所示。



图 1-9

Add-Ins 菜单包含 RobotWare、RobotApps 等控件，如图 1-10 所示。

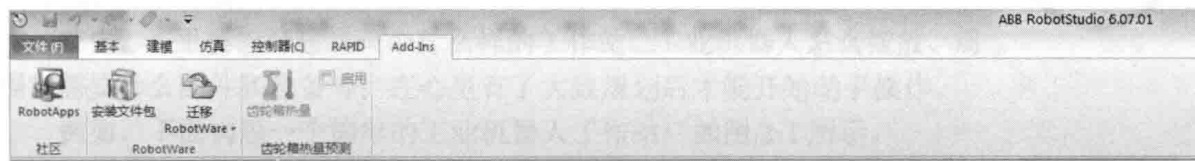


图 1-10

在刚开始操作 RobotStudio 时，经常会遇到操作窗口被意外关闭，无法找到对应的操作对象和查看相关信息的情况，如图 1-11 所示。

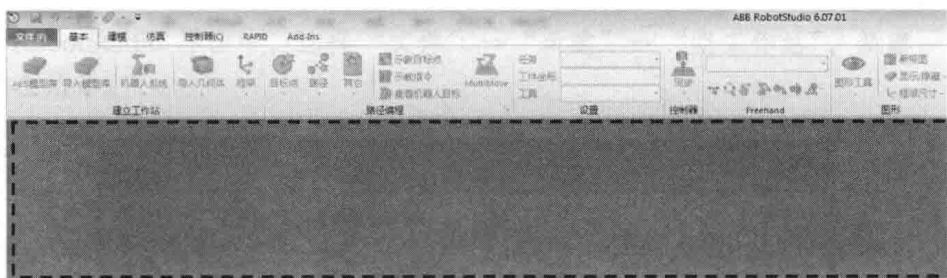


图 1-11

此时可执行“自定义快速工具栏”→“默认布局”选项，即可恢复默认的 RobotStudio 界面，如图 1-12 所示；也可执行“自定义快速工具栏”→“窗口”选项，并选中需要的窗口即可。