

智能制造高技能人才培养规划丛书

ABB工业机器人 实操与应用技巧

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 实操与应用技巧

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

随着中国经济的快速发展和人口素质的不断提高,一些需要高强度重复性作业、承受恶劣环境的工作岗位越来越难招到工人,并且老龄化的到来越发加剧了这种局面。在这种情况下,政府鼓励企业尝试以机器作业替代人工操作,经过几年的尝试取得了良好的效果,工业机器人的需求量也大大提高。

一方面越来越多的机器人代替了人工,而另一方面机器人编程人才匮乏,仿真与方案设计的人才更是供不应求,因此工控帮教研组根据广大工程人员、在校学生以及想要自我提升的社会人员学习工业机器人调试编程知识的需求整理并编写了本书,希望能为中国制造业的发展做出一些微薄的贡献。

本书共分为 8 个章节,主要包括:工业机器人学习准备,ABB 工业机器人的安全操作事项,ABB 工业机器人硬件安装,ABB 工业机器人的基础操作知识,ABB 工业机器人的 I/O 通信,ABB 工业机器人的程序数据,ABB 工业机器人的 RAPID 编程和 ABB 工业机器人的进阶功能介绍。

本书知识点符合生产实际,教学内容详实,可作为广大工程技术人员自学 ABB 工业机器人技术的入门书籍,也可作为中高职院校学生学习 ABB 工业机器人技术的主要教材。

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 工业机器人实操与应用技巧 / 工控帮教研组编著. — 北京: 电子工业出版社, 2019.6
(智能制造高技能人才培养规划丛书)

ISBN 978-7-121-35877-7

I. ①A… II. ①工… III. ①工业机器人—程序设计 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2019) 第 001754 号

策划编辑: 张楠

责任编辑: 钱维扬

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: 13.25 字数: 339.2 千字

版次: 2019 年 6 月第 1 版

印次: 2019 年 6 月第 1 次印刷

定价: 49.00 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 zltts@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。

前言

PREFACE

随着德国工业 4.0 的提出,以及我国《中国制造 2025》的推进,中国制造业向智能制造方向转型已是大势所趋。智能制造是《中国制造 2025》的核心,工业机器人是智能制造最具代表性的装备。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的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器化、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

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，编制了本套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，本套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。本书属于专业核心教材，主编为余德泉，副主编为孙永昌和徐家龙。

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。

本教材内容力求源于企业、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，欢迎读者朋友们关注微信公众号 GKXYT1508 交流指导，谢谢！

工控帮教研组

目 录

CONTENTS

第 1 章 工业机器人学习准备	1
1.1 如何获取最新的 ABB 工业机器人仿真软件	1
1.2 安装 RobotStudio 软件的详细步骤	2
1.3 ABB 工业机器人手册的使用方法	4
1.4 ABB 工业机器人如何获取需要的 GSD、GSDML 和 EDS 文件	7
1.5 如何在博途中安装 GSD 文件	8
1.6 建立和修改工作站	10
1.6.1 软件包部分系统选项介绍	10
1.6.2 创建工作站并设置系统选项	12
1.6.3 查看和修改系统选项	18
知识点练习	24
第 2 章 ABB 工业机器人的安全操作事项	25
2.1 ABB 工业机器人提示符号	25
2.1.1 ABB 工业机器人危险提示符号(岗前)	25
2.1.2 ABB 工业机器人操纵器标签上的提示符号(岗前)	26
2.2 ABB 工业机器人设备标准操作规程(岗前)	28
2.3 操作 ABB 工业机器人的安全注意事项(岗中)	29
2.4 操作 ABB 工业机器人的安全注意事项(岗后)	31
知识点练习	31
第 3 章 ABB 工业机器人硬件安装	32
3.1 机器人 7 大技术参数	32
3.2 机器人硬件的认识	33
3.3 安装要点——控制柜体吊装和占地面积(以 IRB1410 为例)	34
3.4 安装要点——本体基座平面度、拧紧扭矩(以 IRB1410 为例)	35
3.5 控制柜和本体的电缆连接	36
知识点练习	37
第 4 章 ABB 工业机器人的基础操作知识	38
4.1 示教器(FlexPendant)介绍	38
4.1.1 示教器触摸屏界面认识	39

4.1.2 示教器的操作方式	40
4.2 设定示教器的显示语言	41
4.3 设定示教器的时间（虚拟示教器无法更改时间）	42
4.4 如何正确使用使能器按钮	42
4.5 控制杆锁定功能	43
4.6 查看机器人常用信息与事件日志	44
4.7 ABB 工业机器人相关数据的备份与恢复	45
4.7.1 备份	45
4.7.2 恢复	46
4.8 ABB 工业机器人的手动操纵	47
4.8.1 单轴运动	47
4.8.2 线性运动	48
4.8.3 重定位运动	49
4.9 ABB 工业机器人的转数计数器更新	50
知识点练习	54
第 5 章 ABB 工业机器人的 I/O 通信	55
5.1 ABB 工业机器人 I/O 通信的种类	55
5.1.1 PC 通信协议	56
5.1.2 现场总线	56
5.2 常用 ABB 工业机器人标准 I/O 板的说明	58
5.3 实践 ABB 工业机器人标准 I/O 板（DSQC651）配置	60
5.3.1 配置 ABB 工业机器人标准 I/O 板	60
5.3.2 配置信号	63
5.4 Profibus 适配器的连接	80
5.4.1 Profibus 简介	80
5.4.2 在 ABB 工业机器人示教器中设置现场过程总线（Profibus）	84
5.5 系统输入/输出与 I/O 信号的关联	87
5.6 示教器可编程按键的使用	92
5.7 ABB 工业机器人的安全保护机制——硬件停止	93
知识点练习	95
第 6 章 ABB 工业机器人的程序数据	96
6.1 程序数据	96
6.2 程序数据的分类	97
6.3 建立程序数据	98
6.3.1 在示教器中建立 bool 型程序数据	98
6.3.2 在示教器中建立 num 型程序数据	99
6.4 程序数据存储类型的定义	100

6.4.1	变量 (VAR)	100
6.4.2	可变量 (PERS)	106
6.4.3	常量 (CONST)	110
6.5	3 个关键程序数据的设定	114
6.5.1	工具数据 (tooldata) 的设定	114
6.5.2	工件数据 (wobjdata) 的设定	127
6.5.3	载荷数据 (loaddata) 的设定	133
	知识点练习	134
第 7 章	ABB 工业机器人的 RAPID 编程	135
7.1	RAPID 程序及指令	135
7.2	创建程序模块与子程序的操作步骤	136
7.3	常用 RAPID 程序指令与功能	137
7.3.1	赋值指令——赋值一个常量或数学表达式	138
7.3.2	ABB 工业机器人运动指令	140
7.3.3	I/O 控制指令	148
7.4	编制一个基本程序的步骤	165
7.5	RAPID 程序的调试	168
7.6	位置功能、中断指令的应用	169
7.6.1	位置功能指令	169
7.6.2	中断指令	173
7.7	RAPID 编程总结	177
7.8	RAPID 程序指令与功能集	177
	知识点练习	186
第 8 章	ABB 工业机器人的进阶功能介绍	187
8.1	RobotStudio 在线功能介绍	187
8.2	RobotStudio 仿真软件功能介绍	192
8.3	示教器实用小技巧	194
8.3.1	复制粘贴参数	194
8.3.2	复制例行程序	195
8.3.3	对齐坐标系	196
8.3.4	快速查找指令	198
8.3.5	快速转到位置	198
	知识点练习	199
附录 A	工控帮 ABB 工业机器人实训平台简介	200
	参考文献	204

第 1 章

工业机器人学习准备

【学习目标】

- 掌握获取最新 ABB 工业机器人仿真软件的方法。
- 掌握 RobotStudio 软件的安装方法。
- 了解 ABB 工业机器人手册的使用方法。

1.1 如何获取最新的 ABB 工业机器人仿真软件

ABB 的机器人仿真软件功能非常强大,那么如何获取最新的 ABB 工业机器人仿真软件 RobotStudio 呢?

其实一点都不难,和下载游戏一样简单,下面来和我一起做。

① 首先打开网页: www.robotstudio.com。

② 进入图 1.1 页面之后单击“Downloads”选项。

③ 进入图 1.2 页面后就可以找到最新版的 RobotStudio 了,在鼠标指针处直接单击即可下载,很方便。下载提示界面如图 1.3 所示。

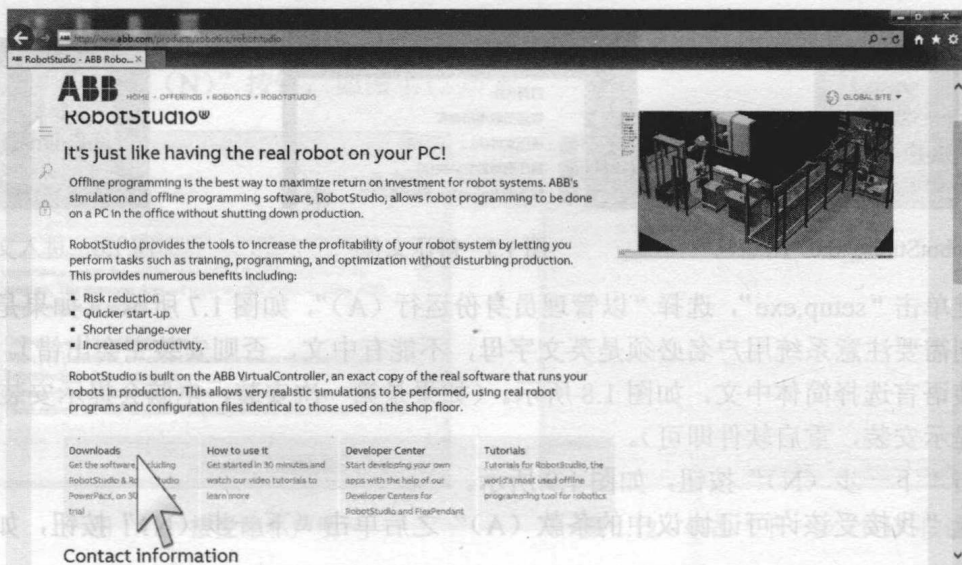


图 1.1 RobotStudio 官网

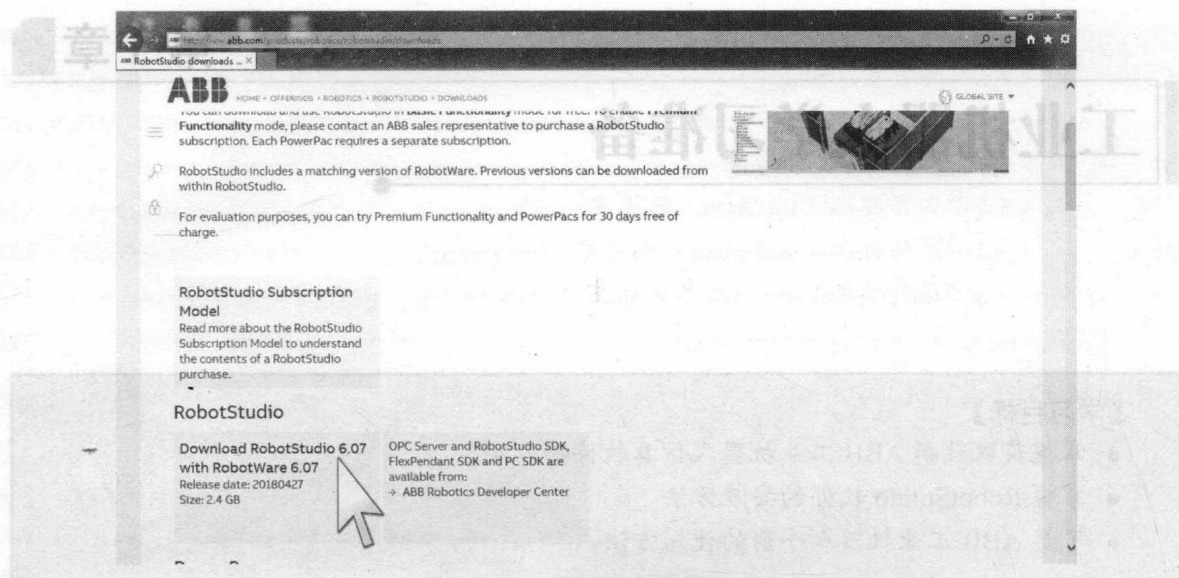


图 1.2 RobotStudio 下载页面

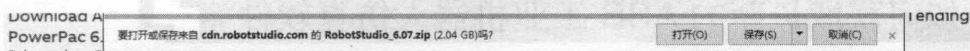


图 1.3 下载提示界面

1.2 安装 RobotStudio 软件的详细步骤

按照上文操作步骤下载获得最新版的 RobotStudio 软件，如图 1.4 所示。这是一个 ZIP 压缩文件，需要单击鼠标右键进行解压，如图 1.5 所示。双击文件夹进入已解压的文件夹，如图 1.6 所示。

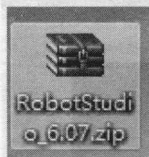


图 1.4 RobotStudio_6.07 压缩包

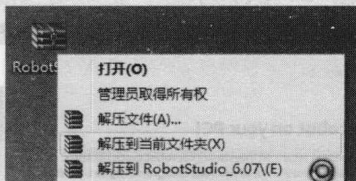


图 1.6 进入文件夹

右键单击“setup.exe”，选择“以管理员身份运行(A)”，如图 1.7 所示。（如果是 WIN10 系统，则需要注意系统用户名必须是英文字母，不能有中文，否则安装完会出错）。

安装语言选择简体中文，如图 1.8 所示。（如果是第一次安装，电脑会提示安装.NET 组件，按提示安装，重启软件即可）。

单击“下一步(N)”按钮，如图 1.9 所示。

勾选“我接受该许可证协议中的条款(A)”之后单击“下一步(N)”按钮，如图 1.10 所示。



图 1.7 选择“以管理员身份运行 (A)”

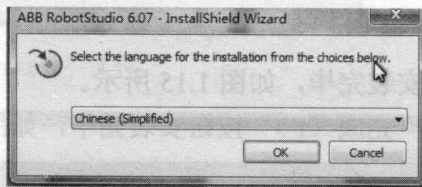


图 1.8 选择安装语言



图 1.9 单击“下一步 (N)”按钮

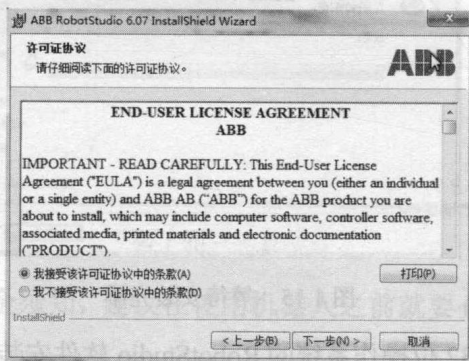


图 1.10 接受许可证协议

选择“接受 (A)”，如图 1.11 所示。
单击“下一步 (N)”按钮，如图 1.12 所示。

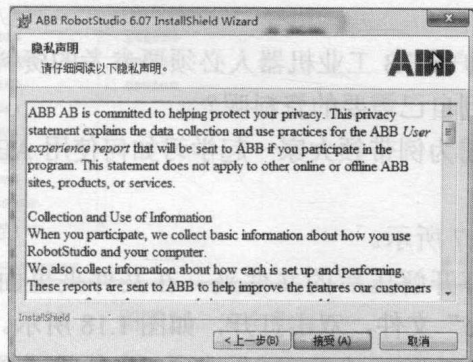


图 1.11 接受隐私声明

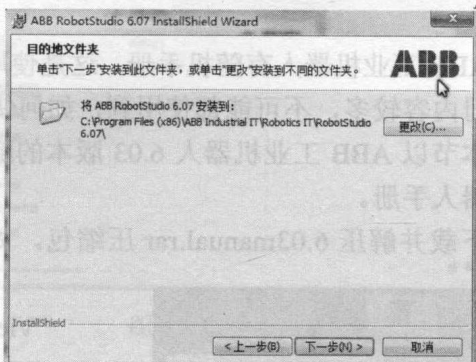


图 1.12 单击“下一步 (N)”按钮

选择“完整安装 (O)”然后单击“下一步 (N)”按钮，如图 1.13 所示。
单击“安装 (I)”按钮，如图 1.14 所示。

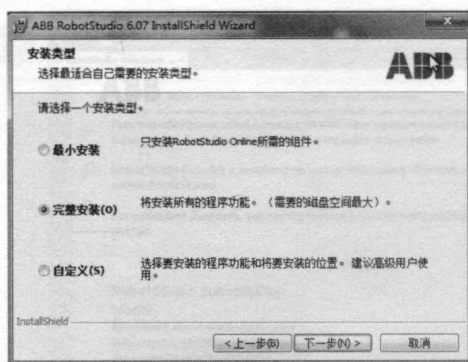


图 1.13 选择“完整安装 (O)”

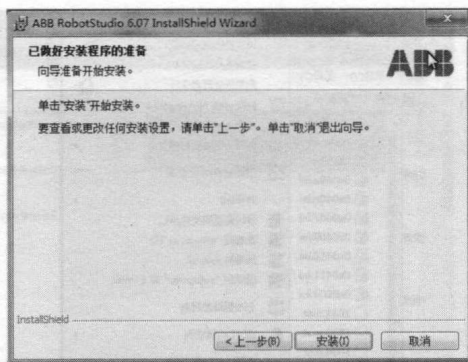


图 1.14 单击“安装 (I)”按钮

等待安装完毕, 如图 1.15 所示。

单击“完成 (F)”按钮安装完毕, 如图 1.16 所示。

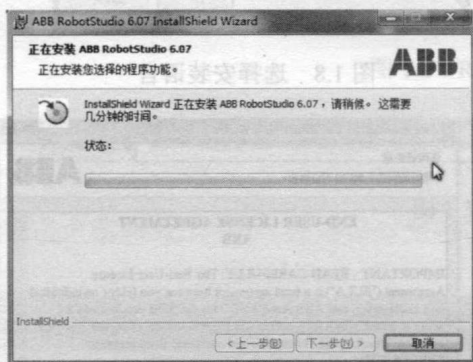


图 1.15 等待安装完毕

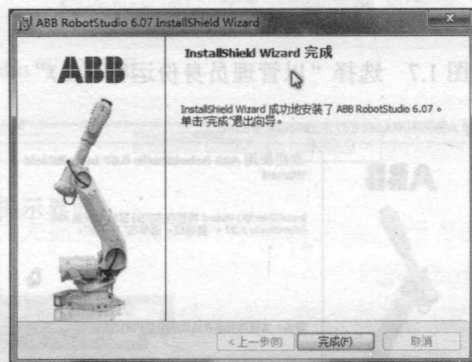


图 1.16 安装完毕

32 位操作系统的 RobotStudio 软件安装完成之后会出现一个图标, 64 位系统的 RobotStudio 软件安装完成之后会出现两个图标 (一个 32 位的, 一个 64 位的)。

1.3 ABB 工业机器人手册的使用方法

ABB 工业机器人有随机手册, 这是使用及维护 ABB 工业机器人必须要参考的资料, 但是手册内容较多, 不可能都使用到, 如何快速找到自己需要的资料呢?

本节以 ABB 工业机器人 6.03 版本的随机手册为例带领大家一起学习如何使用 ABB 工业机器人手册。

下载并解压 6.03manual.rar 压缩包, 如图 1.17 所示。

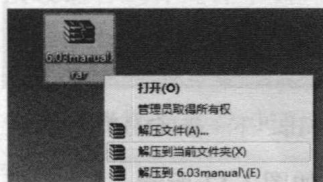


图 1.17 下载并解压 6.03manual.rar 压缩包

双击打开解压后的文件夹, 在文件夹里面找到“Viewer.exe”文件, 双击打开, 如图 1.18 所示。

选择“Chinese (simpl.)”选项, 也就是选择简体中文, 如图 1.19 所示。

“光盘信息”这一项主要介绍了本手册的版本说

图 1.17 下载并解压 6.03manual.rar 压缩包 明与使用技巧, 如图 1.20 所示。

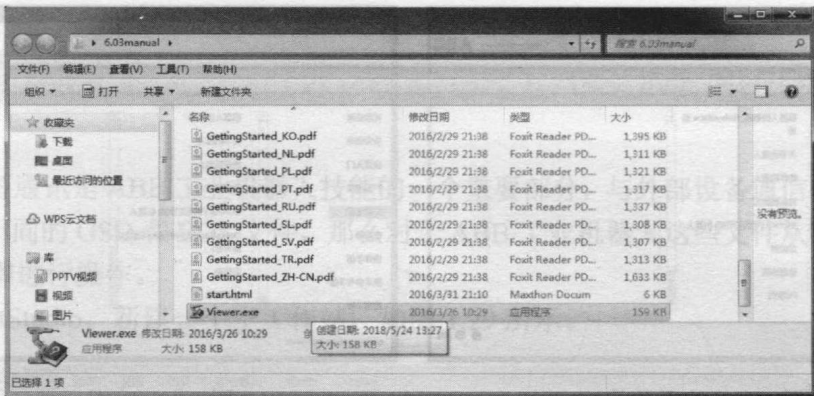


图 1.18 打开“Viewer.exe”文件

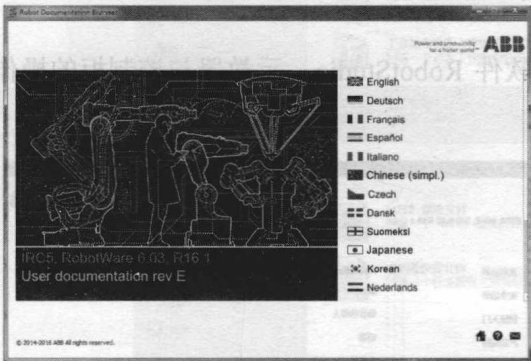


图 1.19 选择简体中文

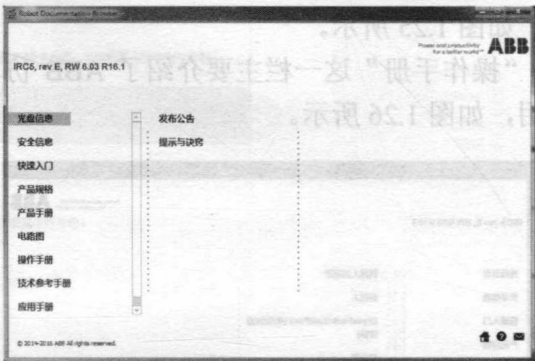


图 1.20 光盘信息

“安全信息”的内容主要是介绍一些必要的安全须知，建议在使用机器人之前就要查阅，如图 1.21 所示。

“快速入门”介绍了使用 ABB 工业机器人的很多必要知识，如图 1.22 所示。其中的  操作员手册 - 使用入门 IRC5 与 RobotStudio 很有用，建议阅读。

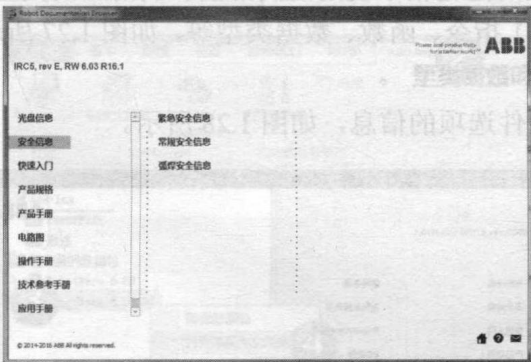


图 1.21 安全信息

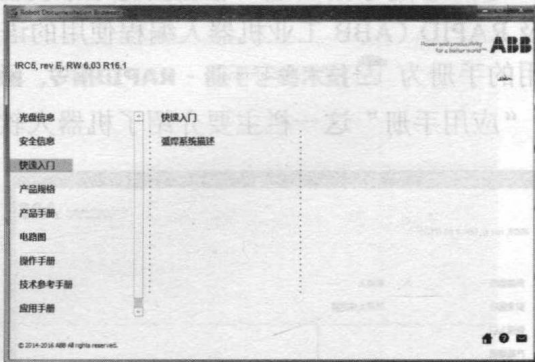


图 1.22 快速入门

“产品规格”这一栏主要分类介绍了 ABB 工业机器人和控制器的主要参数以及安装须知等内容，如图 1.23 所示。

“产品手册”这一栏主要分类介绍了对应型号的机器人和控制器的使用及维护，例如更换齿轮箱油的方法、油品和注意事项等，如图 1.24 所示。

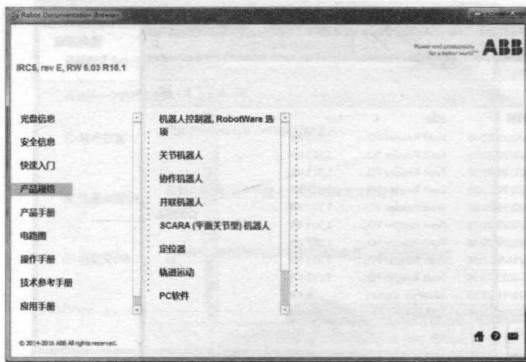


图 1.23 产品规格

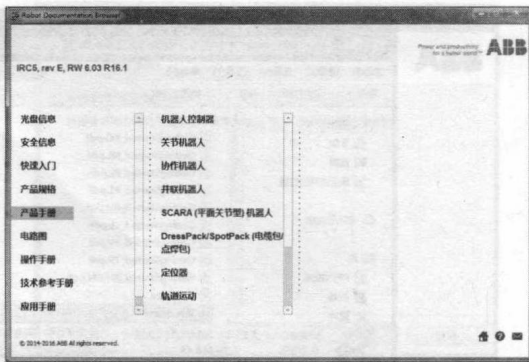


图 1.24 产品手册

“电路图”这一栏提供机器人控制器等的电气图纸，供维修、维护机器人的人员参考使用，如图 1.25 所示。

“操作手册”这一栏主要介绍了 ABB 仿真软件 RobotStudio、示教器与控制柜的操作和使用,如图 1.26 所示。

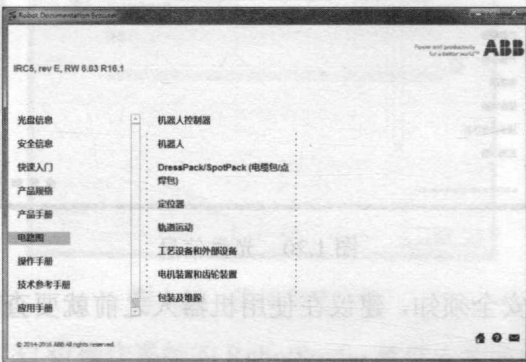


图 1.25 电路图

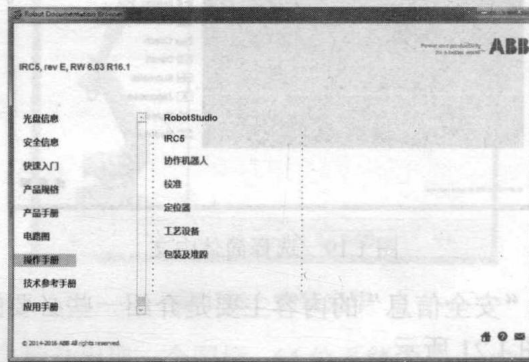


图 1.26 操作手册

“技术参考手册”这一栏主要介绍了机器人的齿轮箱中使用的润滑油和润滑脂的类型，以及 RAPID（ABB 工业机器人编程使用的语言）指令、函数、数据类型等，如图 1.27 所示。常用的手册为  **技术参考手册 - RAPID 指令、函数和数据类型**。

“应用手册”这一栏主要介绍了机器人软硬件选项的信息，如图 1.28 所示。

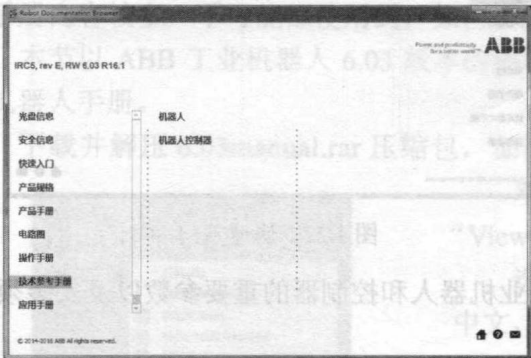


图 1.27 技术参考手册

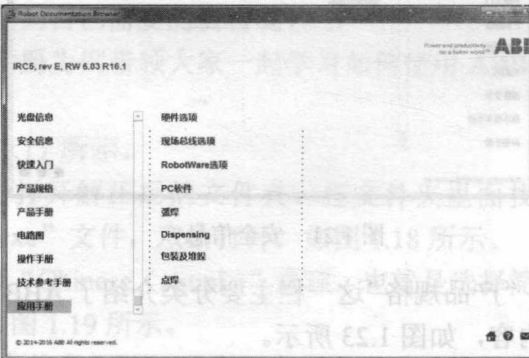


图 1.28 应用手册

1.4 ABB 工业机器人如何获取需要的 GSD、GSDML 和 EDS 文件

与外部设备通讯是 ABB 工业机器人技能的一个重要部分，与外部设备通信时根据通信协议的不同需要不同的 GSD 和 EDS 文件，那么对于 ABB 工业机器人这些文件从哪里获取呢？

按如下步骤进行操作。

打开 RobotStudio，新建一个空工作站，如图 1.29 所示。

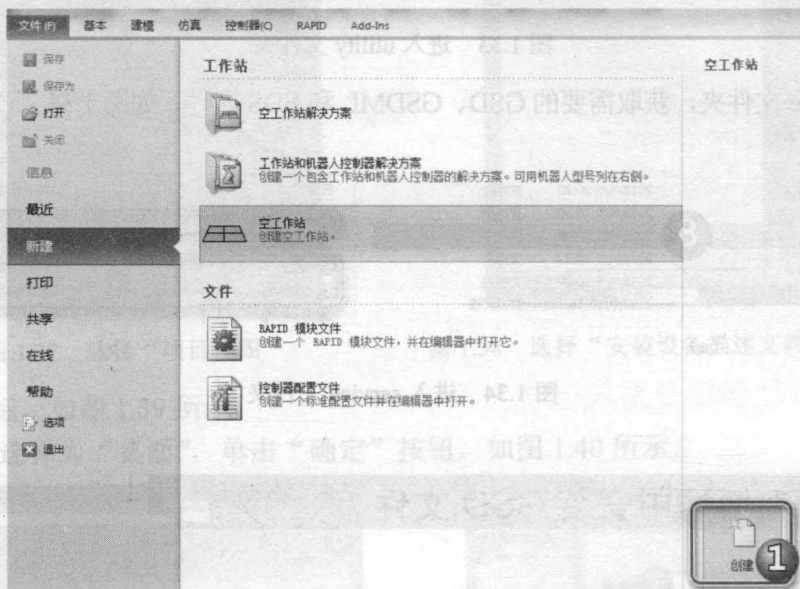


图 1.29 新建空工作站

选择“Add-Ins”选项卡，右键单击已安装的数据包里面相应版本的 RobotWare 系统（此处为 RobotWare6.06.01），在下拉菜单中选择“打开数据包文件夹”，如图 1.30 所示。

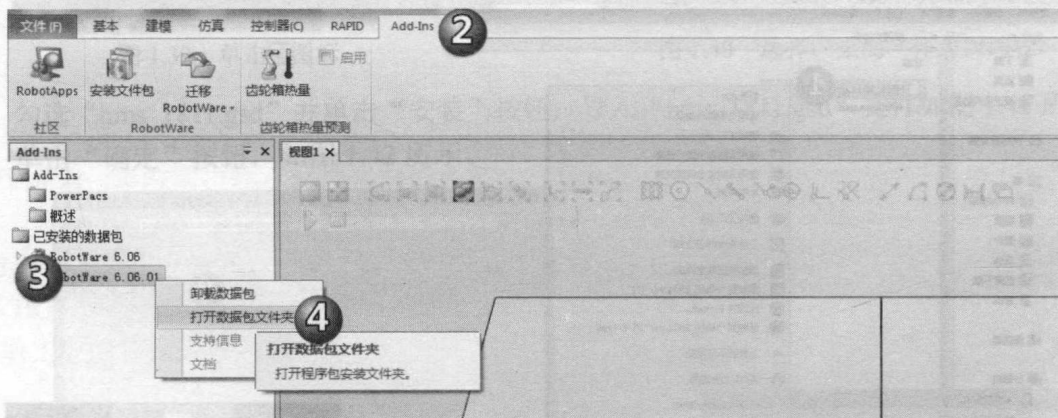


图 1.30 打开数据包文件夹

进入 RobotPackages 文件夹，如图 1.31 所示。

进入 RobotWare_RPK_6.06.1025 文件夹，如图 1.32 所示。

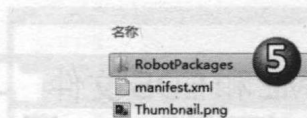


图 1.31 进入 RobotPackages 文件夹

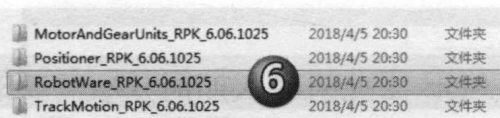


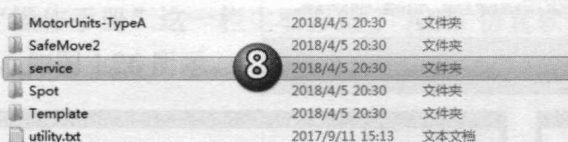
图 1.32 进入 RobotWare_RPK_6.06.1025 文件夹

进入 utility 文件夹，如图 1.33 所示。

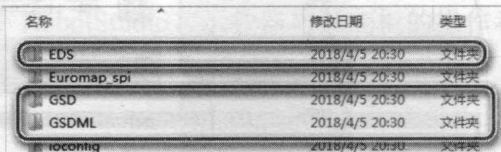


图 1.33 进入 utility 文件夹

进入 service 文件夹，获取需要的 GSD、GSDML 和 EDS 文件，如图 1.34 (a) 和图 1.34 (b) 所示。



(a)



(b)

图 1.34 进入 service 文件夹

1.5 如何在博途中安装 GSD 文件

博途是西门子工业自动化集团发布的一款全新的全集成自动化软件，是将西门子 300、400、1200、1500PLC 系列还有西门子 HMI、变频器等集成编程的组态软件。

首先将 HMS_1811.gsd 复制粘贴到桌面上，如图 1.35～图 1.36 所示。

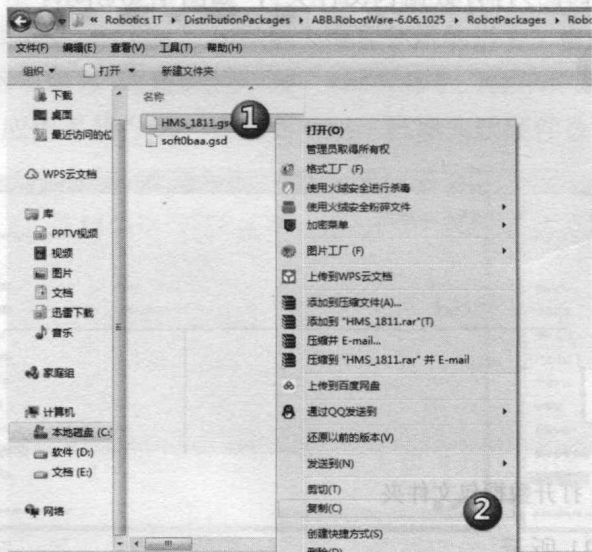


图 1.35 复制 HMS_1811.gsd



图 1.36 将 HMS_1811.gsd 粘贴到桌面上

打开博途并选择“项目视图”，如图 1.37 所示。

在“项目视图”中选择“选项”，在“选项”下拉菜单中选择“安装设备描述文件（GSD）（D）”，如图 1.38 所示。

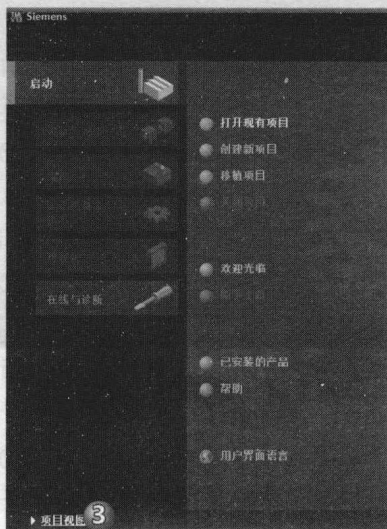


图 1.37 选择“项目视图”

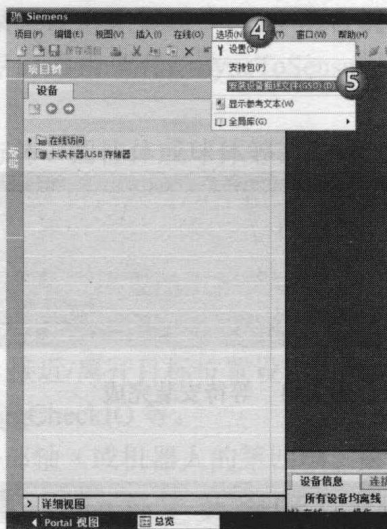


图 1.38 选择“安装设备描述文件（GSD）（D）”

单击图标，如图 1.39 所示。

将源路径选择为“桌面”，单击“确定”按钮，如图 1.40 所示。

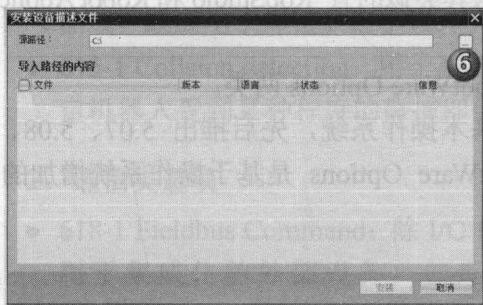


图 1.39 单击图标

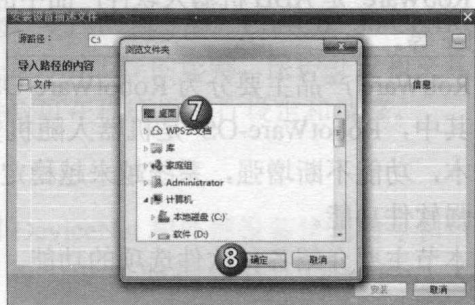


图 1.40 选择“桌面”作为源路径

勾选“hms_1811.gsd”并单击“安装”按钮，导入“hms_1811.gsd”文件如图 1.41 所示。单击“确定”按钮，如图 1.42 所示。

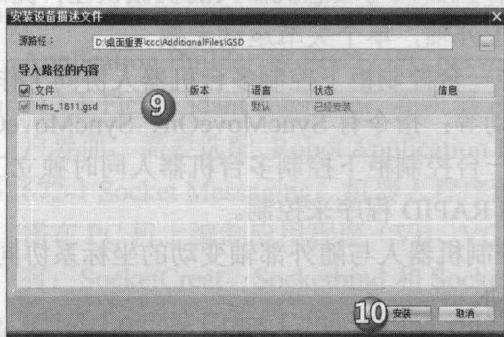


图 1.41 导入“hms_1811.gsd”文件

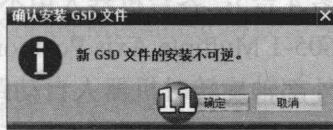


图 1.42 单击“确定”按钮