



工业机器人技术专业系列规划教材

GONGYE JIQIREN
BIANCHENG
YU CAOZUO

工业机器人 编程与操作

主 编 雷旭昌 王定勇
副主编 王 旭



重庆大学出版社



Y系列规划教材

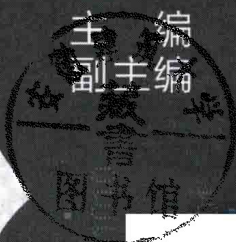
GONGYE JIQIREN
BIANCHENG
YU CAOZUO

工业机器人 编程与操作

主 编
副主编

雷旭昌
王 旭

王定勇



重庆大学出版社

内容提要

本书基于工业机器人基础工作站,以 ABB 工业机器人为代表,通过项目教学模式,对机器人参数的配置,建立 I/O 数字量输入、输出,工具坐标设定, RAPID 程序及指令,程序编写,应用实例等工作任务进行了详细的讲解。通过本书的学习,可使学生具备操作工业机器人的基本能力,从而更好地适应机器人应用相关岗位的工作。

图书在版编目(CIP)数据

工业机器人编程与操作/雷旭昌,王定勇主编. --
重庆:重庆大学出版社,2018.8
ISBN 978-7-5689-1215-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2018)第 148255 号

工业机器人编程与操作

主 编 雷旭昌 王定勇

副主编 王 旭

策划编辑:周 立

责任编辑:陈 力 版式设计:周 立

责任校对:夏 宇 责任印制:张 策

*

重庆大学出版社出版发行

出版人:易树平

社址:重庆市沙坪坝区大学城西路 21 号

邮编:401331

电话:(023) 88617190 88617185(中小学)

传真:(023) 88617186 88617166

网址:<http://www.cqup.com.cn>

邮箱:fxk@cqup.com.cn(营销中心)

全国新华书店经销

重庆升光电力印务有限公司印刷

*

开本:787mm×1092mm 1/16 印张:10.25 字数:245 千

2018 年 8 月第 1 版 2018 年 8 月第 1 次印刷

印数:1—2 000

ISBN 978-7-5689-1215-0 定价:48.00 元

本书如有印刷、装订等质量问题,本社负责调换

版权所有,请勿擅自翻印和用本书

制作各类出版物及配套用书,违者必究

前 言

在科学技术日新月异的今天,制造技术正在发生根本性的变化。以“中国制造 2025”和“德国工业 4.0”为代表的智能制造战略强劲地推动着全球制造技术的进步和革新,智能制造成为发展与进步的目标高地。工业机器人技术作为智能制造的关键性基础技术得到了空前的发展和广泛的应用,“机器人换人”的速度正在成几何级数增长,在有效降低制造过程对劳动力依赖程度和成本的同时大幅提高了产品的质量和稳定性。近年来,我国已成为全球工业机器人保有量增长最快的国家和最大的消费市场,与之对应,机器人操作和维护岗位人员缺口巨大,为机器人专业的开设和培训提供了强大的社会驱动力,本教材的编写开发正为此而来。

本书以 ABB 工业机器人为研究对象,以深圳市华兴鼎盛科技有限公司设计生产的工业机器人多功能工作站为训练平台,以工业机器人岗位典型任务为载体,以“理实一体化”为基本特征,全面系统地介绍了 ABB 机器人的操作技能、编程指令与技能、I/O 通信与扩展等基本内容,并以案例的形式重点介绍了机器人轨迹规划、搬运、码垛、视觉分拣等应用性内容。教材充分考虑了不同读者的需要,对内容和结构进行了优化处理,并在学校和企业进行了大量的实践性试验,取得了良好的效果和丰富的经验,为本书的科学编写和出版发行提供了实践依据。本书可作为职业院校学生学习的专业教材,也可作为机电类专业人员自学或参考用书。

本书共分为 3 个项目,项目一由深圳市华兴鼎盛科技有限公司雷旭昌工程师完成;项目二由湖南工贸技师学院王定勇老师完成;项目三由天津职业技术师范大学附属高级技校王旭老师完成,全书由王定勇老师统稿。编写工作从 2016 年 8 月开始,至 2018 年 4 月完稿,历时近两年。在本书编写过程中得到了相关领导和同行的关心和指导,在此我谨代表编委会对关心和支持本书编写工作的领导和同行表示衷心的感谢!

由于编者水平所限,若有不妥之处敬请同行专家提出宝贵建议并批评指正。

编 者

2018 年 4 月

目 录

项目一 配置机器人参数	1
任务一 机器人系统配置	1
一、任务描述	1
二、任务目标	1
三、知识储备	1
四、任务实施	4
五、思考与练习	10
任务二 ABB 机器人的通信	10
一、任务描述	10
二、任务目标	10
三、知识储备	11
四、任务实施	20
五、思考与练习	22
任务三 建立 I/O 数字量输入、输出	22
一、任务描述	22
二、任务目标	22
三、知识储备	23
四、任务实施	26
五、思考与练习	40
项目二 程序编写	41
任务一 工具坐标设定	41
一、任务描述	41
二、任务目标	41
三、知识储备	41
四、任务实施	43
五、思考与练习	53
任务二 工件坐标设定	53
一、任务描述	53
二、任务目标	54
三、知识储备	54
四、任务实施	55
五、思考与练习	63



任务三 有效载荷设定	63
一、任务描述	63
二、任务目标	63
三、知识储备	63
四、任务实施	64
五、思考与练习	66
任务四 RAPID 程序及指令	66
一、任务描述	66
二、任务目标	66
三、知识储备	66
四、任务实施	70
五、思考与练习	86
任务五 RAPID 基本程序调试	86
一、任务描述	86
二、任务目标	86
三、知识储备	86
四、任务实施	87
五、思考与练习	98
项目三 应用实例	99
任务一 TCP 定点(重定位)	99
一、任务描述	99
二、任务目标	100
三、知识储备	100
四、任务实施	101
五、思考与练习	114
任务二 “华”书写现场编程	114
一、任务描述	114
二、任务目标	114
三、知识储备	114
四、任务实施	115
五、思考与练习	128
任务三 码垛现场编程	128
一、任务描述	128
二、任务目标	129
三、知识储备	130
四、任务实施	132
五、思考与练习	136
任务四 轨迹规划现场编程	136
一、任务描述	136

二、任务目标	137
三、知识储备	137
四、任务实施	137
五、思考与练习	146
任务五 产品信息读取与分拣	147
一、任务描述	147
二、任务目标	148
三、知识储备	148
四、任务实施	149
五、思考与练习	153
参考文献	154

项目一

配置机器人参数

任务一 机器人系统配置

一、任务描述

定期对 ABB 机器人的数据进行备份,是保证 ABB 机器人正常工作的好习惯。ABB 机器人数据备份的对象是所有正在系统内存运行的 RAPID 程序和系统参数。当机器人系统出现错乱或者重新安装新系统以后,可以通过备份快速地把机器人恢复到备份时的状态。因此,对 ABB 机器人进行以下操作:

- 正确使用示教器;
- 对机器人的数据进行备份和恢复操作,备份路径为 USB:/###/;
- 创建机器人系统;
- 下载机器人系统到控制器。

二、任务目标

知识目标:1. 正确使用示教器;
2. 备份及恢复机器人数据;
3. 新建及下载机器人系统。

技能目标:1. 掌握 ABB 机器人示教器的使用;
2. 熟练掌握机器人数据的备份与恢复操作;
3. 熟练掌握创建及下载机器人系统。

三、知识储备

(一) 认识工业机器人

工业机器人是综合应用计算机、自动控制、自动检测及精密机械装置等高新技术的产物,

是技术密集度及自动化程度很高的典型机电一体化加工设备。使用工业机器人的优越性是显而易见的,不仅精度高,产品质量稳定,而且自动化程度极高,可大大减轻工人的劳动强度,从而提高生产效率。特别值得一提的是,工业机器人可完成一般人工操作难以完成的精密工作,如激光切割、精密装配等,因而机器人在自动化生产中的地位越来越重要。

根据 ISO 的定义,工业机器人是面向工业领域的多关节机械手或多自由度的机器人。工业机器人是自动执行工作的机器装置,是靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器。工业机器人可以接受人类指挥,也可以按照预先编排的程序运行,现代的工业机器人还可以根据人工智能技术制定的原则纲领行动。

工业机器人的典型应用包括搬运、焊接、刷漆、组装、采集和放置(例如包装、码垛和 SMT)、产品检测和测试等。所有工作的完成都具有高效性、持久性、速度性和准确性。

(二) 工业机器人的分类

按操作机坐标形式进行分类。操作机的坐标形式是指操作机的手臂在运动时所取的参考坐标系的形式。依据坐标形式的不同,工业机器人可分为直角坐标型、圆柱坐标型、球坐标型、垂直关节坐标型、平面关节坐标型。

(1) 直角坐标型工业机器人

直角坐标型工业机器人手部空间位置的改变通过沿 3 个相互垂直的轴线移动来实现,其工作空间为长方体。该类机器人位置控制精度高,控制无耦合、结构简单,但是所占空间体积较大、动作范围小、灵活性差,难以与其他工业机器人协调工作。

(2) 圆柱坐标型工业机器人

圆柱坐标型工业机器人手部空间位置的改变是通过一个转动和两个移动组成的运动系统来实现的,与直角坐标型工业机器人相比,在相同的工作空间条件下,集体所占体积小,而运动范围大,其位置精度仅次于直角坐标型,难以与其他工业机器人协调工作。

(3) 球坐标型工业机器人

球坐标型工业机器人的手臂运动由两个转动和一个直线移动组成,其工作空间为一球体。它可以做上下俯仰动作并能抓取地面上或较低位置的工件,具有结构紧凑、工作空间范围大的特点,能与其他工业机器人协调工作。其位置精度尚可,位置误差与臂长成正比。

(4) 垂直关节坐标型工业机器人

垂直关节坐标型工业机器人主要由立柱和大小臂组成,立柱与大臂间形成肩关节,大臂与小臂间形成肘关节。其结构紧凑、灵活性大、占地面积小、工作空间大,能与其他工业机器人协调工作,但其位置精度较低,有平衡与控制耦合等问题。该类工业机器人应用非常广泛。

(5) 平面关节坐标型工业机器人

平面关节坐标型机器人又称为 SCARA 型工业机器人,其有 3 个转动关节,轴线相互平行,可在平面内进行定位和定向。另外还有一个移动关节,可用于完成手爪在垂直于平面方向上的运动。该类机器人在垂直平面内具有很好的刚度,在水平面内具有较好的柔顺性,且动作灵活、速度快、定位精度高。

(三) 工业机器人的组成

ABB 机器人主要由机器人本体、控制器、示教器以及各部件之间的连接线组成。

ABB 常用机器人有 IRB120、IRB140、IRB1410、IRB360 等。

(1) IRB120

IRB120(图 1-1)是 ABB 新型第四代机器人家族的最新成员,也是迄今 ABB 制造的最小的机器人。其紧凑轻量,质量仅 25 kg,易于集成,空气管线与用户信号线缆从底脚至手腕全部嵌入机身内部;优化工作范围,除工作范围达到 580 mm 以外,IRB120 还具有一流的工作行程,底座下方拾取距离为 112 mm。广泛适用于电子、食品、饮料、制药、医疗、研究等领域,主要应用与物料搬运、装配等。

(2) IRB140

IRB140(图 1-2)是一款 6 轴多用途工业机器人,易与各类工艺应用相集成与融合。其设计紧凑、牢靠,采用集成式线缆包,进一步提高了整体柔性,可选配碰撞检测功能(实现全路径回退),以使可靠性和安全性更有保障。主要应用于弧焊、装配、清理/喷雾、上下料、包装、去毛刺等。



图 1-1 IRB120



图 1-2 IRB140

(3) IRB1410

IRB1410(图 1-3)在弧焊、物料搬运和过程应用领域久经考验,其可靠性好,紧固且耐用;稳定、可靠、适用范围广,具有卓越的控制水平,精度可达 0.05 mm,确保了其出色的工作质量;专为弧焊而设计,设有送丝机走线安装孔,其可为机械臂搭载工艺设备提供便利。



图 1-3 IRB1410



图 1-4 IRB360

(4) IRB360

IRB360(图 1-4)是实现高精度拾放料作业的第二代机器人解决方案,具有操作速度快、有效载荷大、占地面积小等特点。对开放式食品工业,IRB360 另外提供洁净室版和不锈钢可冲洗版以供选择。

四、任务实施

(一) 数据的备份与恢复

操作步骤:

①单击“ABB”图标,选择“备份与恢复”,如图 1-5 所示。



图 1-5 示教器菜单界面

②单击“备份当前系统”,如图 1-6 所示。



图 1-6 备份与恢复界面

③修改备份文件夹的名称、备份路径,单击“备份”,如图 1-7 所示。

④单击如图 1-6 所示的“恢复系统”图标进行数据的恢复。

注意:在进行数据恢复时备份数据是具有唯一性的,不能将一台机器人的备份恢复到另一台机器人中去,否则会造成系统故障。

(二) 创建新系统

当系统出现故障或者需要在系统中增加新的硬件配置时,需要更新或者创建新的系统。

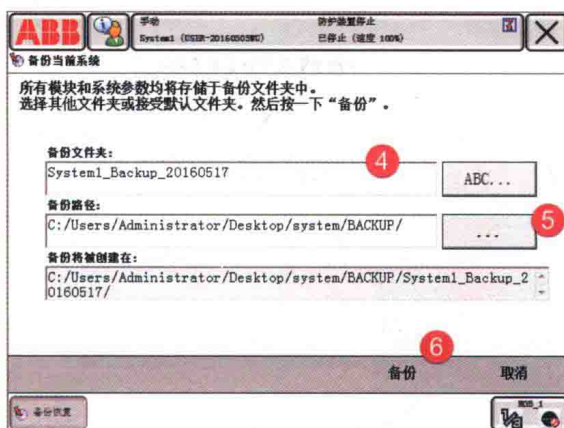


图 1-7 修改文件名称和路径界面

(如旧系统使用的是 D651 8 进 8 出的 I/O 板,现在换成了 D652 16 进 16 出的 I/O 板,这时就需要“重装系统”)

操作步骤:

- ①在 RobotStudio 中选择控制器菜单,如图 1-8 所示。
- ②选择“机器人系统生成器”,如图 1-8 所示。



图 1-8 RobotStudio 菜单栏

- ③在弹出对话框中选择“创建新系统”,如图 1-9 所示。

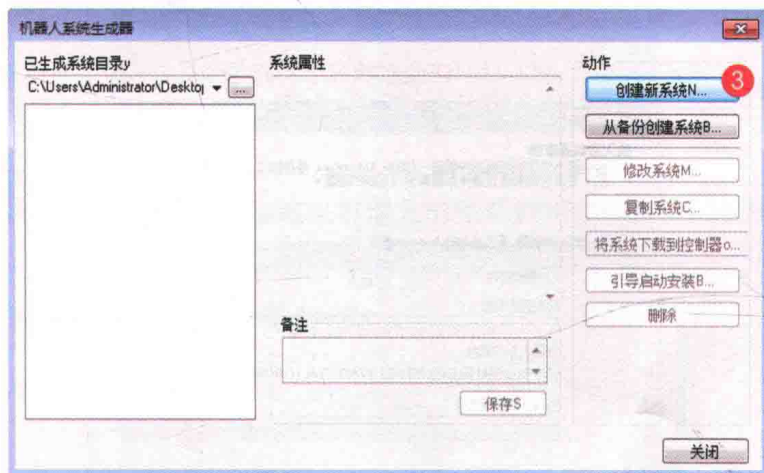


图 1-9 创建新系统

- ④单击“下一步”,如图 1-10 所示。
- ⑤给该系统命名,选择保存路径,单击“下一步”,如图 1-11 所示。
- ⑥在控制器密钥栏里输入该机器人的密钥,如图 1-12 所示。
- ⑦在不知道密钥的情况下,可以通过备份系统中的 system 文件来查看,在浏览器中打开

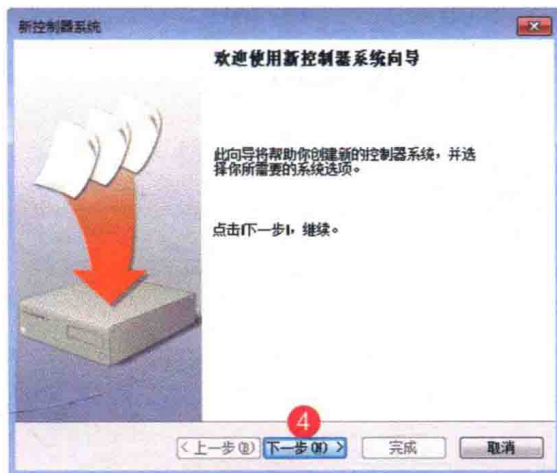


图 1-10 创建新系统向导

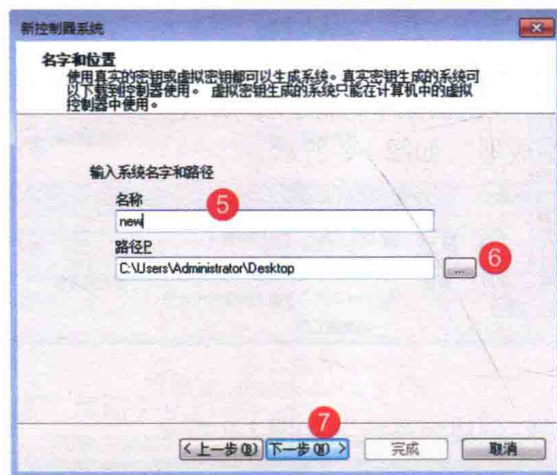


图 1-11 修改系统名字和路径

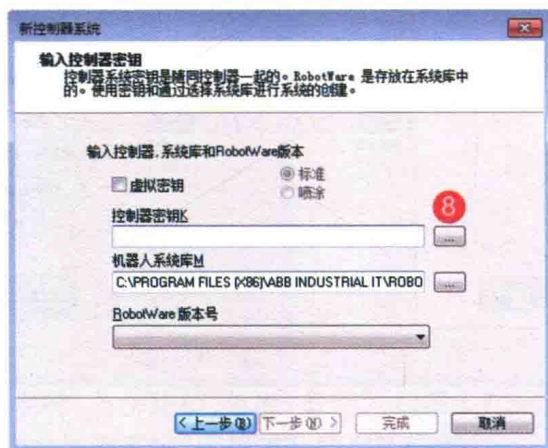


图 1-12 输入机器人密钥

此文件，如图 1-13 所示。

⑧看到 Key 一栏，复制该串字符，如图 1-14 所示。

⑨将复制的密钥粘贴在密钥栏中，单击“下一步”，如图 1-15 所示。

BACKINFO	2016/5/17 9:56	文件夹
HOME	2016/5/17 9:56	文件夹
RAPID	2016/5/17 9:56	文件夹
SYSPAR	2016/5/17 9:56	文件夹
system.xml	2015/5/13 0:00	XML 文档 3 KB

图 1-13 查找密钥文件

This XML file does not appear to have any style information associated with it. The c

```

<SystemProperties>
  <SystemName>1200-500636</SystemName>
  <SerialNo>1200-500636</SerialNo>
  <UsedMedia>
    <Media path="W:\DELIVERY\TESTING\CABTEST\MEDIAPOOL_RAC\ROBOTWARE" />
  </UsedMedia>
  <ControlModule>
    <Key>4-EEEEGWnCJ1IEEEEEIMEGpUn#DRNwv8YqGPZ5</Key>
    <SignatureNr>185</SignatureNr>
    <Category descr="OS">RobotWare OS and English</Category>
    <Category descr="Languages">644-5 Chinese</Category>
    <Category descr="Options">709-x DeviceNet</Category>
    <Category descr="Options">608-1 World Zones</Category>
    <Category descr="Options">611-1 Path Recovery</Category>
    <Category descr="Options">613-1 Collision Detection</Category>
    <Category descr="Options">616-1 PC Interface</Category>
    <Category descr="Options">623-1 Multitasking</Category>
    <Category descr="Suboptions">709-1 DeviceNet m/s</Category>
    <Option descr="RW Control module key"/>
    <Option descr="RobotWare OS and English"/>
    <Option descr="644-5 Chinese"/>
    <Option descr="709-x DeviceNet">
      <SubOption descr="709-1 DeviceNet m/s"/>
    </Option>
  </ControlModule>

```

图 1-14 key 信息

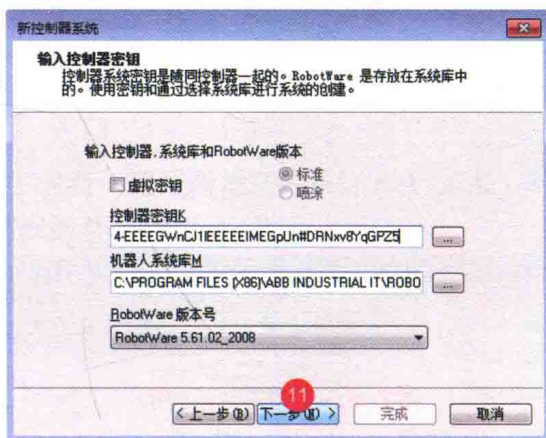


图 1-15 输入复制的密钥

⑩在此“输入驱动器密钥”栏中输入该机器人的驱动器密钥,如图 1-16 所示。

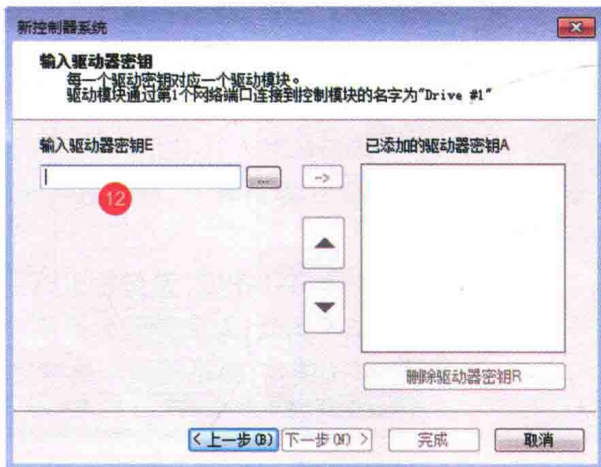


图 1-16 输入驱动器密钥

⑪如无密钥也可以通过备份文件中的 system 在浏览器中查看,如图 1-17 所示。

```

▼<DriveModule>
<Name>DriveModule1</Name>
<Key>H11-IpLAQXn</Key>
<SignatureNr>196</SignatureNr>
<Category descr="Manipulators">ABB standard manipulator</
<Category descr="Manipulators">Drive System 09 120/140/14
<Category descr="Manipulators">IRB 1200</Category>
<Category descr="Variants">1200-7/0.7</Category>
<Category descr="Drives">1-Phase Power Supply</Category>
<Category descr="Drives">No additional drive</Category>
<Option descr="RW Drive module 1 key"/>
    
```

图 1-17 查看驱动器密钥

⑫输入驱动器密钥,如图 1-18 所示。

⑬单击添加密钥,如图 1-18 所示。

⑭选择该密钥,如图 1-18 所示。

⑮单击“下一步”,如图 1-18 所示。

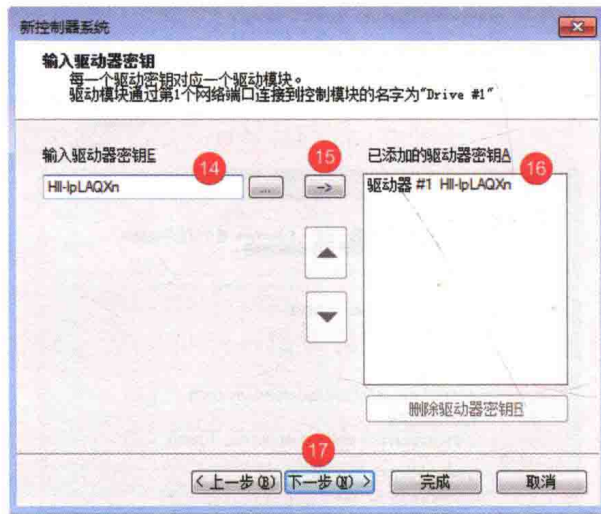


图 1-18 添加驱动器密钥

⑯单击“下一步”,如图 1-19 所示。

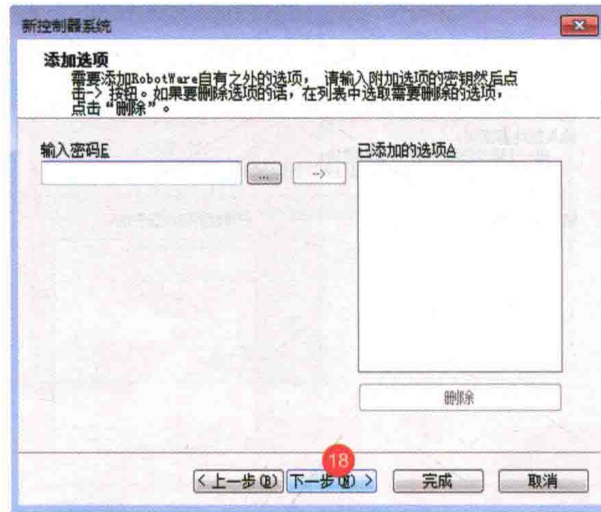


图 1-19 单击“下一步”

⑰配置当前系统参数,选择第二语言中文,如图 1-20 所示。

⑱单击完成,新系统创建完成,如图 1-20 所示。

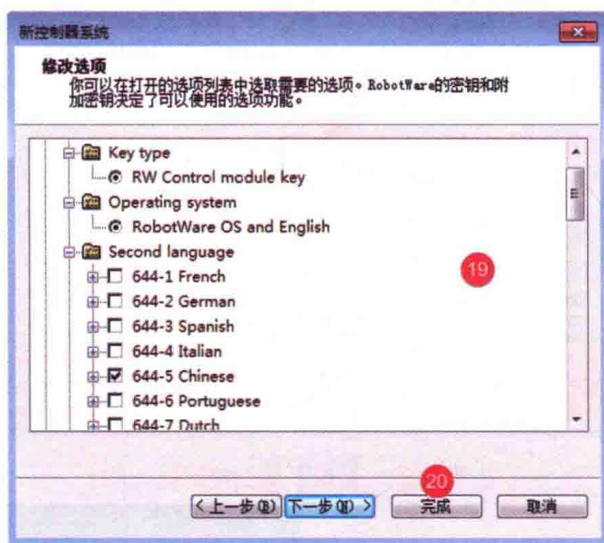


图 1-20 新系统创建完成

(三) 下载新系统

将上一步骤中已在计算机上新配置好的系统下载到机器人控制器中,使其生效。

操作步骤:

①进入“机器人系统生成器”,选择新建的系统 new,如图 1-21 所示。

②选择将系统下载到控制器,如图 1-21 所示。

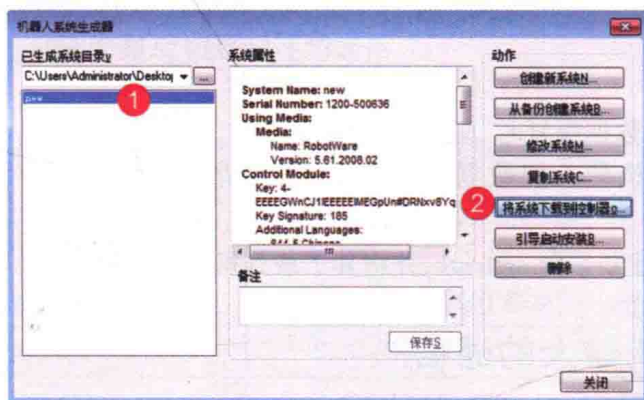


图 1-21 选择新系统“new”

③选择两种方式来链接控制器(计算机端 IP 需要与控制器的 IP 在一个网段),如图 1-22 所示。

④链接测试,检查是否正常链接,如图 1-22 所示。

⑤下载新系统,等待新系统安装完成,如图 1-22、图 1-23 所示。

⑥选择“是”,重启控制器以更新系统,如图 1-24 所示。

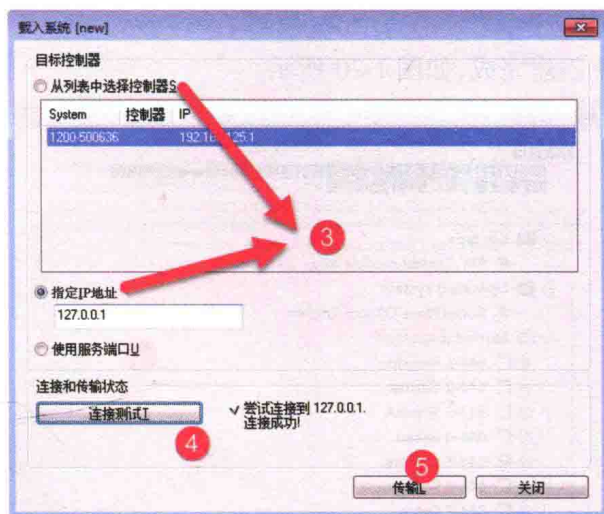


图 1-22 系统下载到控制器

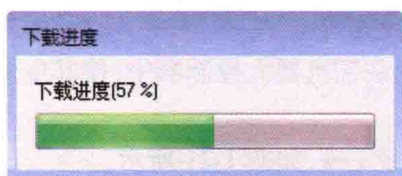


图 1-23 下载进度

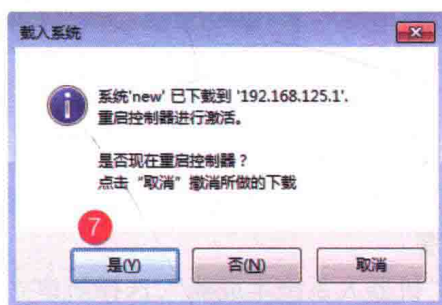


图 1-24 下载完成更新系统

五、思考与练习

1. 在 ABB 机器人数据恢复时,应该注意哪些问题?
2. 在计算机上对机器人的数据进行备份,备份路径为 F:/###/, 备份文件夹命名为 IRB120_2016.11.11。
3. 在计算机上创建新系统 system1,并将其下载到机器人控制器中。

任务二 ABB 机器人的通信

一、任务描述

ABB 机器人提供了丰富的 I/O 通信接口,可以轻松地实现与周边设备的通信。本任务以 ABB 标准 I/O 板 DSQC652 为模块,设置模块单元为 board10,总线连接 DeviceNet1,地址为 10。

二、任务目标

- 知识目标:
1. ABB 机器人 I/O 通信的种类;
 2. 常用 ABB 标准 I/O 板端子的含义;
 3. 常用 ABB 标准 I/O 板的配置。