

前言

PREFACE

当前国内正面临传统制造业转型升级的关键时期,随着“中国制造 2025”国家行动纲领的提出,未来我国将在智能制造等领域不断加大投入。作为智能制造的基础和核心,工业机器人的优势表现在可以提高生产效率和质量,改善劳动条件,加快产品更新换代等方面。

目前,企业对工业机器人应用人才的需求十分旺盛。与此相对应的是,在全国范围内已有 400 余所院校开设了机器人或相关专业,主要培养机器人操作编程、研发等人才。对于国内高校而言,工业机器人实训教学面临诸如实训成本高,安全风险大,教学内容单一,多品牌、多应用场景教学困难等问题。

南京旭上数控技术有限公司开发的 XS-XN 虚实工业机器人实训系统,由虚拟的六自由度工业机器人及应用环境,以及真实的示教器和控制器等部分组成。主要特点如下。

(1)仿真度高。该实训系统不仅保留了工业机器人控制系统和示教器,而且操作方式和基本指令也与真实机器人完全相同,并且在实训设备中编写的程序,可以导入实际机器人中运行、验证。

(2)该实训系统提供多层次、多类型的应用场景,其也支持用户自由更换或者自己建模导入应用场景、机器人和工具等。

(3)该实训系统不仅可以匹配 ABB 示教器,还可以匹配 KUKA、FANUC、MOTOMAN 等示教器,具有一机多用功能。

该实训系统是 1+X 工业机器人应用编程技能等级证书“虚实结合”培训考核认证通过产品。其显著特点是好教、好学、好培训、好考,能达到经济、安全、高效的目的。

本书依托南京旭上数控技术有限公司的 XS-XN-A 型虚实工业机器人实训系统,使用 XS-A 型示教器,驱动 ABB IRB 120 机器人,采用 ABB 电气柜,按照机器人操作技能训练的教学要求进行编写。

本书主要介绍了机器人的常用坐标系及其设置方法与步骤,以及常用的编程指令及编程应用;同时以具体的七巧板搬运、机床上下料等典型工作任务,对 ABB 机器人的操作与编程进行有针对性的讲解与训练。此外,还简单介绍了 HM9-RBT04 机器人工作站的组成及任务场景、通用程序等。

本书由南京机电职业技术学院自动化工程系吴芬任主编,负责全书的统稿与编辑,并承担 1.1、1.2、1.3、4.4、4.5、5.2、6.4 节的编写任务。广东工贸职业技术学院刘益标任副主编,承担 2.5、3.3 节的编写任务。南京工业大学浦江学院杜振钢任副主编,承担 2.4、6.3 节的编写任务。天津职业技术师范大学附属高级技术学校刘根润任副主编,承担 4.1、4.2 节的编写任务。由南京旭上数控技术有限公司窦祥星承担 1.4、6.1 节的编写任务,南京旭上

数控技术有限公司程伟国承担 4.3 节的编写任务,北京汽车技师学院孙建军承担 5.1、6.2 节的编写任务,衡水科技工程学校邢贵宁承担 3.1、3.2 节的编写任务,南京技师学院陈挺承担 2.1、2.2、2.3 节的编写任务。

本书适合于工业机器人、机电一体化、汽车、自动化等专业相关课程的教学及实训使用。

为了方便教学,本书还配有教学资源包,任课教师可以发邮件至 hustpeiit@163.com 索取。

由于编者水平有限,书中错误在所难免,欢迎读者批评指正!

编者

2020 年 12 月于南京

目录

CONTENTS

第 1 章 XS-XN-A 虚拟工业机器人教学实训系统/1

- 1.1 工业机器人概述/1
- 1.2 XS-XN-A 虚拟工业机器人教学实训系统简介/1
- 1.3 ROBOTMANAGER 软件/2
- 1.4 XS-A 型示教器/11

第 2 章 ABB 示教器/15

- 2.1 语言选择/15
- 2.2 示教器外观、功能及使用/18
- 2.3 示教器触摸屏/20
- 2.4 手动操纵/21
- 2.5 快速设置菜单/26

第 3 章 ABB 机器人应用程序/32

- 3.1 新建、打开程序/32
- 3.2 删除程序/36
- 3.3 编辑程序/38

第 4 章 ABB 机器人入门应用场景/46

- 4.1 基坐标系/48
- 4.2 工具坐标系/50
- 4.3 工件坐标系/58
- 4.4 运动指令及应用/80
- 4.5 偏移/循环指令的应用/97

第 5 章 ABB 机器人基础应用场景/121

- 5.1 数字量 I/O 的配置/121
- 5.2 搬运(拼图)应用/127

第 6 章 ABB 机器人工作站/137

- 6.1 工作站简介/137
- 6.2 工作站工具及动作程序/147
- 6.3 工作站通用程序/152
- 6.4 (机床)上下料 1 场景/160

参考文献 /172

第 1 章

XS-XN-A 虚拟工业机器人教学实训系统

学习要点

- XS-XN-A 虚拟工业机器人教学实训系统的基本组成。
- ROBOTMANAGER 软件界面及功能。
- XS-A 型示教器的结构组成。



1.1 工业机器人概述

工业机器人是典型的机电一体化、数字化装备,技术附加值很高,应用范围很广。作为先进制造业的支撑技术和信息化社会的新兴产业,工业机器人将对未来工业生产和社会发展起到越来越重要的作用。很显然,工业机器人将成为继汽车、计算机之后出现的又一大型高技术产业。

工业机器人主要由机械本体、驱动系统、控制系统和传感系统组成。机械本体主要包括机座、臂部、腕部和手部,越来越多的机器人还具有行走机构。驱动系统包括动力装置和传动机构,用于使执行机构产生相应的动作。控制系统是按照输入的程序对驱动系统和执行机构发出指令信号,并进行控制。传感系统主要提供各种信号,使机器人更具有智能性。多数工业机器人有 3~6 个运动自由度,其中腕部通常有 1~3 个运动自由度。

1.2 XS-XN-A 虚拟工业机器人教学实训系统简介

XS-XN-A 虚拟工业机器人教学实训系统由 XS-A 型示教器、ROBOTMANAGER 软件、控制柜等部件组成。该设备由虚拟的工业机器人本体(实训系统软件),实际的工业机器人控制系统、实际的示教器等装置组成。XS-XN-A 虚拟工业机器人教学实训系统如图 1-1 所示。

该设备中,虚拟的工业机器人本体(软件)设有入门训练场景、基础应用场景和 workstation 应用场景等,学生可以根据自己的专业能力进行选择练习。该软件还支持从外部导入三维模型,教师可以使用该导入功能,增加教学案例的多样性,也可以根据企业产品或者特定要求,为学生量身打造训练场景。

该设备中,示教器型号可以根据用户的要求进行选配,如图 1-2 所示。

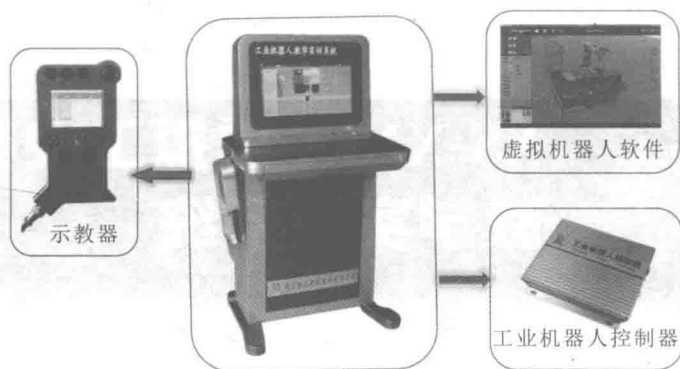


图 1-1 XS-XN-A 虚拟工业机器人教学实训系统组成



图 1-2 可选择的示教器型号

目前,ABB、KUKA、FANUC、YASKAWA、GSK、NACHI 工业机器人示教器是已有产品,可以直接通过数据线缆和虚拟工业机器人设备连接、使用。其他品牌的工业机器人示教器,企业可以根据用户需要进行定制化开发。

该设备也考虑了各高等院校专业教学及技能考核/考工的需要,具有工业机器人理论考试并自动评分、技能考核等功能。

1.3 ROBOTMANAGER 软件

在 XS-XN-A 虚拟工业机器人教学实训系统中,ROBOTMANAGER 软件是重要的组成部分。在开启实训系统时,应先启动示教器,然后再打开该软件。

◆ 1.3.1 软件打开与关闭

1. 打开 ROBOTMANAGER 软件

在系统桌面上双击如图 1-3(a)所示的图标,进入如图 1-3(b)所示的界面。在该界面中的【Screen】下拉菜单中选择合适的分辨率,可选择默认选项,Windowed 复选框可不选。单

击【Play!】按钮,完成设置。

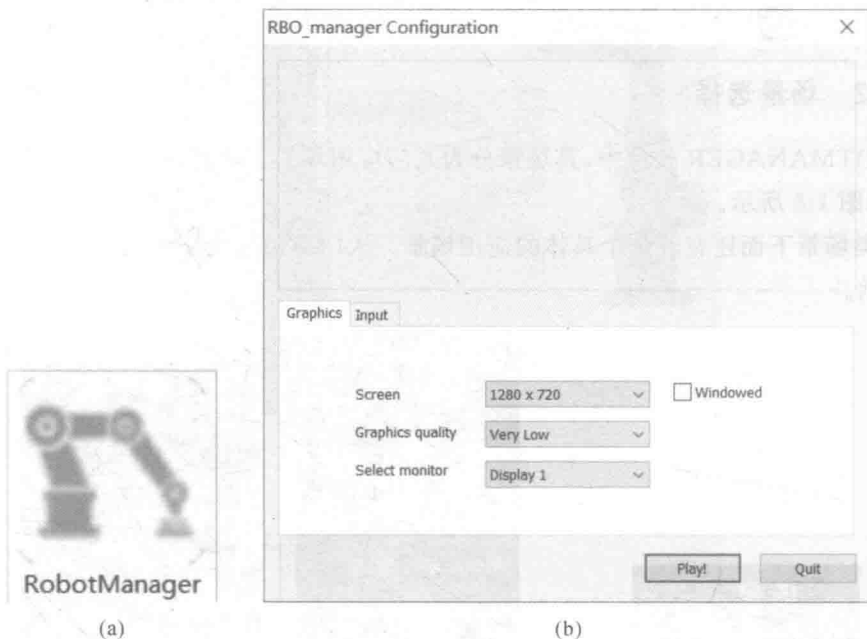


图 1-3 打开 ROBOTMANAGER 软件

ROBOTMANAGER 软件的初始化界面,如图 1-4 所示。

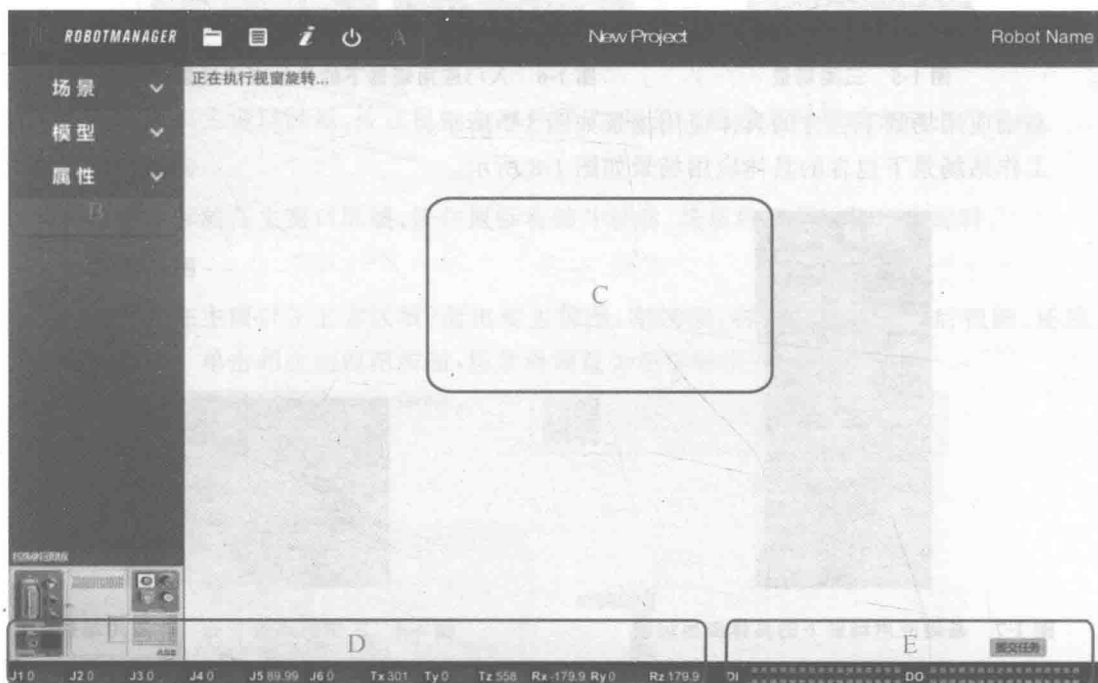



图 1-4 ROBOTMANAGER 软件的初始化界面

其中,A 区域为菜单区;B 区域为功能区;C 区域为主窗口;D 区域为机器位置显示区,用于显示关节角度、TCP 姿态和位置等;E 区域为数字量 I/O 状态显示区。

2. 关闭 ROBOTMANAGER 软件

单击菜单区按钮,退出该软件。

◆ 1.3.2 场景选择

ROBOTMANAGER 软件中,其场景分为入门应用场景、基础应用场景和 workstation 应用场景三类,如图 1-5 所示。

每一类场景下面还有若干个具体的应用场景。入门应用场景下包含的具体应用场景如图 1-6 所示。

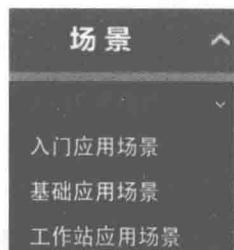


图 1-5 三类场景



图 1-6 入门应用场景下的具体应用场景

基础应用场景下包含的具体应用场景如图 1-7 所示。

工作站场景下包含的具体应用场景如图 1-8 所示。



图 1-7 基础应用场景下的具体应用场景



图 1-8 工作站场景下的具体应用场景

使用时,单击左上角的【场景】,再选择三个场景中的一个具体应用场景。例如,选择【入门应用场景】→【关节坐标系练习-S】,如图 1-9 所示。



图 1-9 关节坐标系练习-S

◆ 1.3.3 缩放、平移、旋转视图

ROBOTMANAGER 的主窗口中,可以对工业机器人和工作台进行缩放、平移、旋转等操作,如图 1-10 所示。

1. 场景缩放

将光标放在主窗口区域,滑动鼠标中间滚轮来放大和缩小工作台场景。其中,鼠标滚轮向上滑动为放大工作台场景,鼠标滚轮向下滑动为缩小工作台场景。

2. 场景平移

将光标放在主窗口区域,按住鼠标左键并移动,场景将跟着光标移动方向进行平移。

3. 场景旋转

将鼠标光标放在主窗口区域,按住鼠标右键并移动,场景将跟着光标方向旋转。

4. 场景视图

将光标放在主窗口正上方区域,会出现主视图、左视图、右视图、顶视图、后视图、还原、正投影等按钮。单击相应的视图按钮,场景将调整为相应的视图。

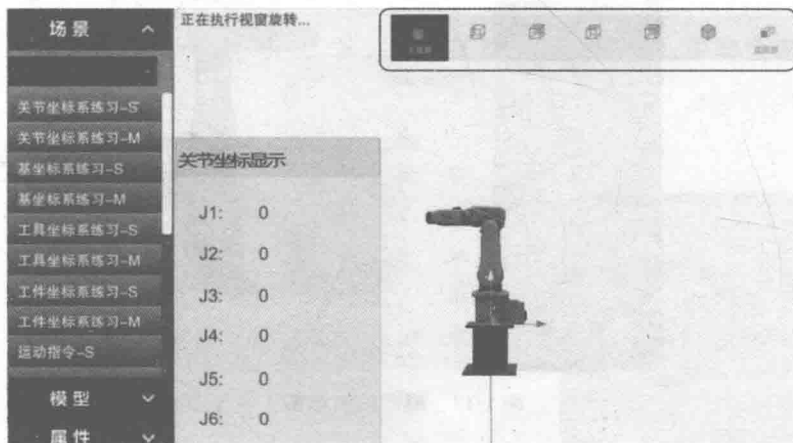


图 1-10 主窗口视图

◆ 1.3.4 模型切换

ROBOTMANAGER 中有多种模型,包括:机器人模型、工具模型、设备模型、工作站模型、工件模型和其他模型等,如图 1-11 所示。

1. 机器人模型

ROBOTMANAGER 中包含了不同品牌、多种型号的机器人模型,在功能区选择【模型】→【机器人模型】,会出现可供选择的机器人型号,如图 1-12 所示。

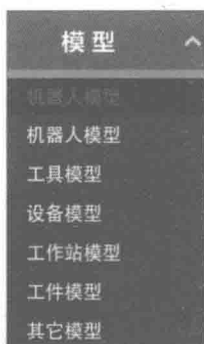


图 1-11 模型列表

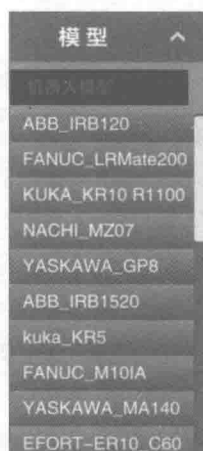


图 1-12 机器人模型

用户根据需要选择合适的机器人型号,并用该机器人替换当前场景中的机器人。



注意：

选择某一型号后,下次再打开软件时将保持上一次选择的机器人型号。

2. 模型位置偏移

单击选中某一个模型,模型上会出现一个坐标系,如图 1-13 所示。



图 1-13 模型的坐标系

按住 Alt 键,同时点击鼠标左键按住坐标系轴,拖动光标,可以沿着坐标系轴方向移动

该模型,如图 1-14 所示。其中,有些模型的位置不可调整,则选中该模型时模型上就不会出现坐标系。



图 1-14 模型位置偏移

◆ 1.3.5 机器人控制柜选择

步骤 1

在菜单栏选择【选项】→【控制柜选择】(在其左侧方框中勾选),如图 1-15 所示。



图 1-15 控制柜选择

步骤 2

根据所选机器人型号,在界面下方选择相应的控制柜。例如,选择的是 ABB 机器人,则单击界面左下角的【ABB】图标,会出现 ABB 控制柜放大图,如图 1-16 所示。

图 1-16 中右上角的模式选择开关,从左到右依次为自动、手动、手动全速三种模式,其放大图如图 1-17 所示。

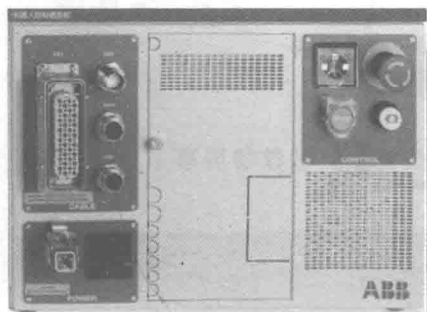


图 1-16 ABB 控制柜面板

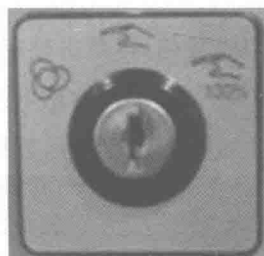


图 1-17 模式选择开关


ABB 机器人中有些系列的产品只有手动和自动两种模式,但图标一样。

1. 手动模式

手动模式下,允许程序创建、存储和测试机器人的路径和位置。当编写程序或调试机器人系统时,使用手动模式。

(1) 手动减速模式,通常也称为手动模式。该模式下,机器人只能在减速(250 mm/s 或更慢)下进行操作(移动)。只要用户在安全保护空间之内工作,就应始终以手动减速模式进行操作。

(2) 手动全速模式(只限部分市场)。该模式下,机器人以预设速度移动,机器人系统可全速运行。该模式可用于测试程序。手动全速模式下,仅用于所有人员都位于安全保护空间之外时,并且操作人员必须经过特殊训练。

在手动模式下,电机的上电按钮不亮,需要一直按住侧面的使能按钮,电机才保持上电状态,机器人才可以运动。点击单步前进  按钮,每次可以执行一行程序。

2. 自动模式

实际生产中,不可能有人一直按着使能按钮来保持电机上电,需要采用其他方法让电机一直处于上电状态。通常机器人在程序调试完成后,在自动模式下运行。

自动模式的设置步骤具体如下。

步骤 1 单击 ROBOTMANAGER 软件左下角控制柜,将机器人模式调整为自动。

步骤 2 示教器上弹出提示对话框,界面中将显示【已选择自动模式。先点击“确认”,然后点击“确定”。要取消,切换回手动。】。如图 1-18 所示。

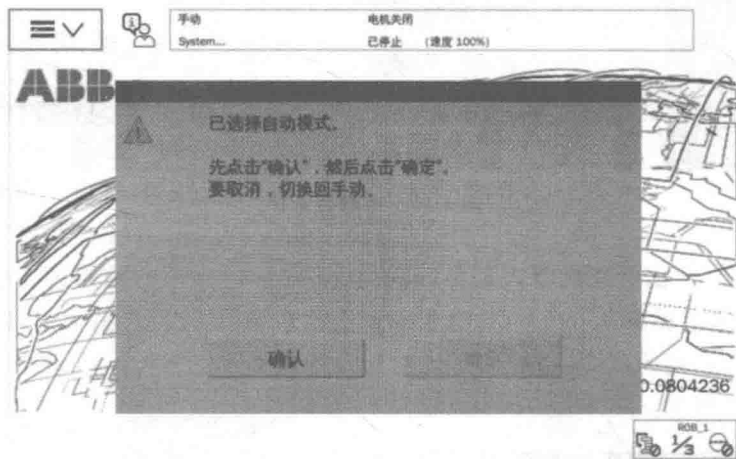



图 1-18 自动模式窗口

点击“确认”按钮,再单击确定。

步骤 3 单击控制柜上的电机上电按钮 ,示教器屏幕右上角显示【电机上电】,控制柜电机上电按钮灯也会保持长亮。



注意:

在非自动模式下,电机上电后,该按钮灯闪烁。

◆ 1.3.6 I/O 仿真

模拟输入信号,指的是通过勾选输入信号,来仿真输入信号高低电平的变化;输出信号的状态显示,先通过信号灯来表示。机器人 I/O 仿真,用来模拟输入/输出信号的状态。

步骤 1 选择【选项】→【IO 模拟仿真】,勾选相应的选项,单击确定,如图 1-19 所示。

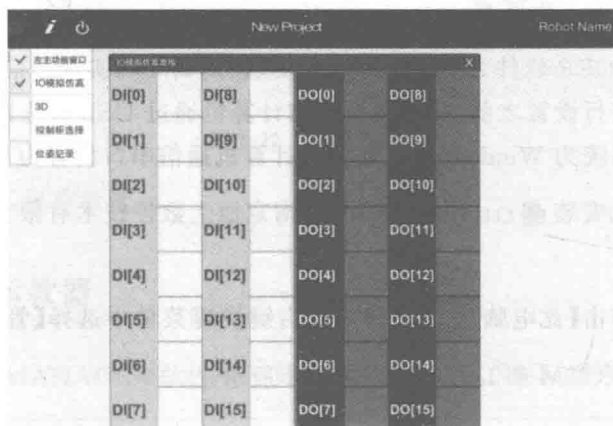


图 1-19 I/O 模拟仿真

步骤 2 点击子窗口右上角关闭按钮 **X** 来关闭该子窗口。

◆ 1.3.7 运动轨迹的打开与清除

在主窗口区域,若将鼠标光标放在右侧会出现一系列按钮,这些都是软件的辅助按钮,如图 1-20 所示。

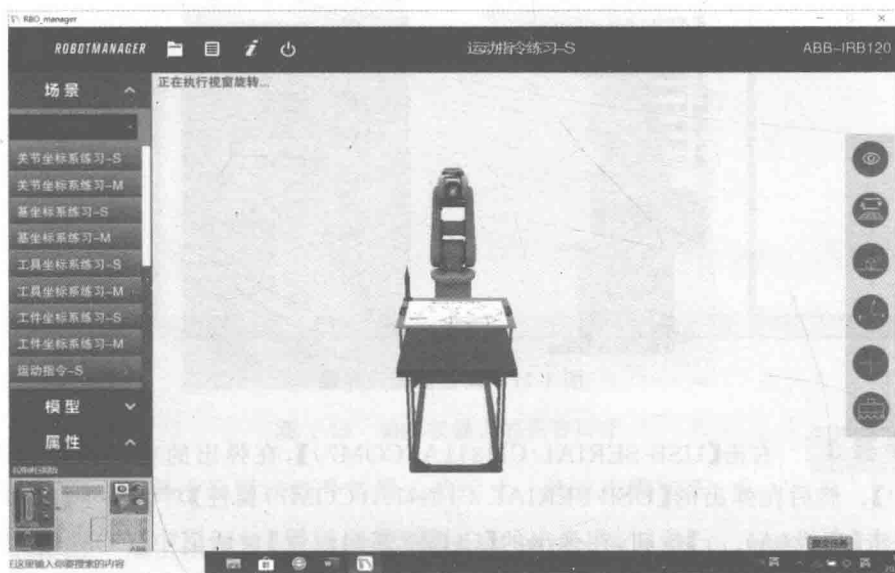


图 1-20 辅助功能界面

其中,几个主要按钮的功能分别介绍如下。

- 为辅助线打开与关闭切换按钮,单击后按钮变为蓝色,表示辅助线开;若按钮为灰色,表示辅助线关。

- 为轨迹清除按钮,单击后按钮变为蓝色,软件中所有轨迹线被清除。

- 为场景还原按钮,单击后按钮变为蓝色,能复位应用场景中的所有模型和视角。

◆ 1.3.8 软件串口号设置

ROBOTMANAGER 软件为了顺利与示教器、控制器之间实现通信,需要在计算机上进行通信口设置。在进行设置之前,需先将设备与计算机通过 USB 口连接。

若计算机操作系统为 Windows 10,如何将计算机通信串口设置为 COM7?

步骤 1 先安装 CH341SER 软件(由南京旭上数控技术有限公司提供),等待提示安装成功。



步骤 2 右击【此电脑】,在弹出的右键快捷菜单中选择【管理】→【设备管理器】 →【端口(COM 和 LPT)】,如图 1-21 所示。



图 1-21 设备管理器界面

步骤 3 右击【USB-SERIAL CH341A (COM7)】,在弹出的右键快捷菜单中选择【属性(R)】。然后在弹出的【USB-SERIAL CH341A (COM7)属性】对话框中【端口设置】标签页中点击【高级(A)...】按钮,在弹出的【COM7 高级设置】对话框中【COM 端口号(P):】下拉菜单中选择【COM7】,如图 1-22 所示。

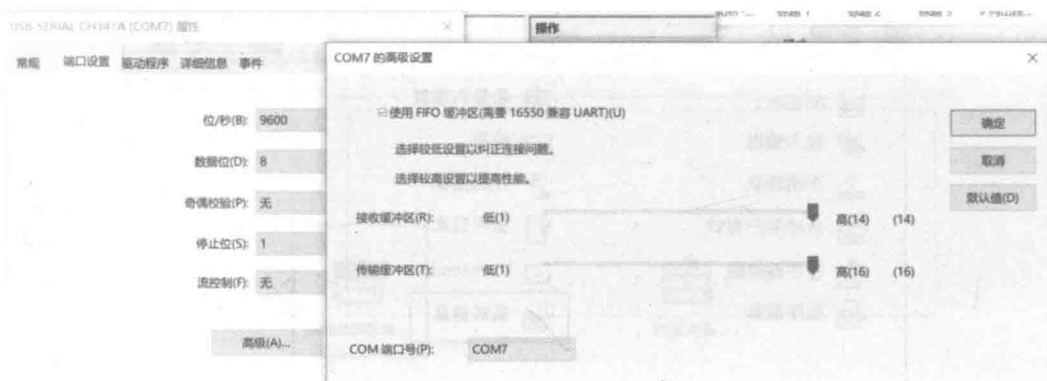


图 1-22 端口设置

点击【确定】按钮，保存设置。

1.4 XS-A 型示教器

为配合 ROBOTMANAGER 软件中不同型号的机器人，XS-A 型示教器中可以进行机器人尺寸设置。

◆ 1.4.1 机器人尺寸设置

单击【模型】，在机器人模型中，选择 ABB_IRB120 型号机器人。然后单击【属性】，会显示该机器人的关节尺寸，如图 1-23 所示。



图 1-23 ABB 机器人的关节尺寸

在 XS-A 型示教器中设置该型号机器人的尺寸。具体步骤如下。

步骤 1


单击示教器上左上角  按钮，弹出主菜单窗口。如图 1-24 所示。



图 1-24 ABB 主菜单窗口

步骤 2 选择【系统信息】→【硬件设备】→【机械单元】→【ROB_1】→【机器人尺寸】，在界面中设置机器人尺寸参数。如图 1-25 所示。

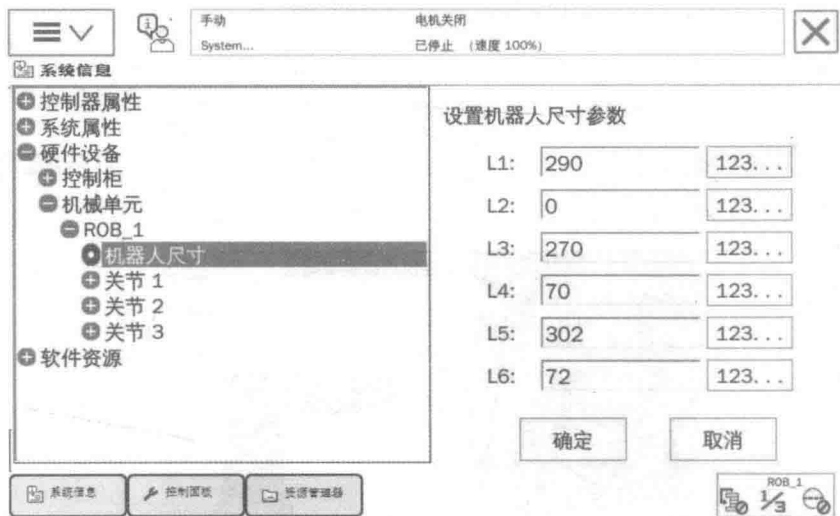


图 1-25 机器人尺寸设置

步骤 3 单击【确定】按钮，再重启示教器，尺寸设置即可生效。

1.4.2 系统备份/加载

在机器人使用过程中，为了防止用户随意更改系统参数导致出错，可以事先将系统数据备份到 U 盘中。在后续使用需要的时候，再从 U 盘中将系统数据加载到机器人中。

1. 系统备份

备份之前，将一个容量大小适合的 U 盘插入示教器侧面 USB 口。

步骤 1 在菜单中选择【备份与恢复】，如图 1-26 所示。

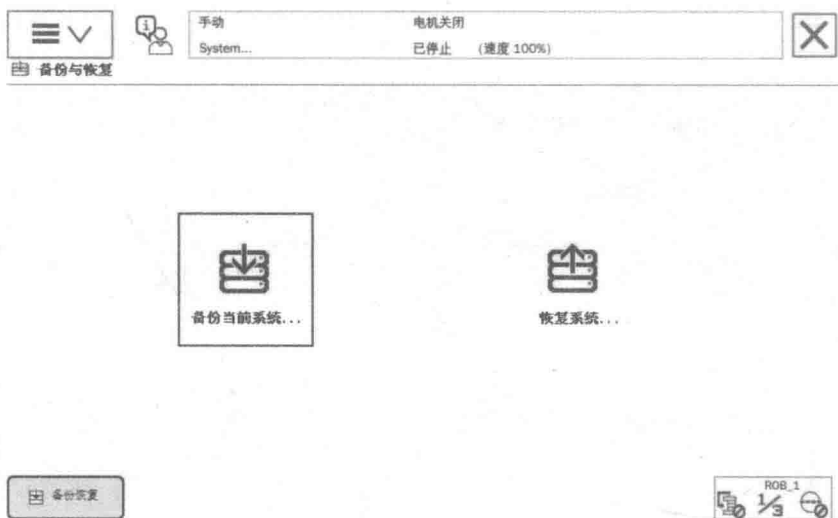


图 1-26 备份与恢复

步骤 2 在界面中点击【备份当前系统】，如图 1-27 所示。

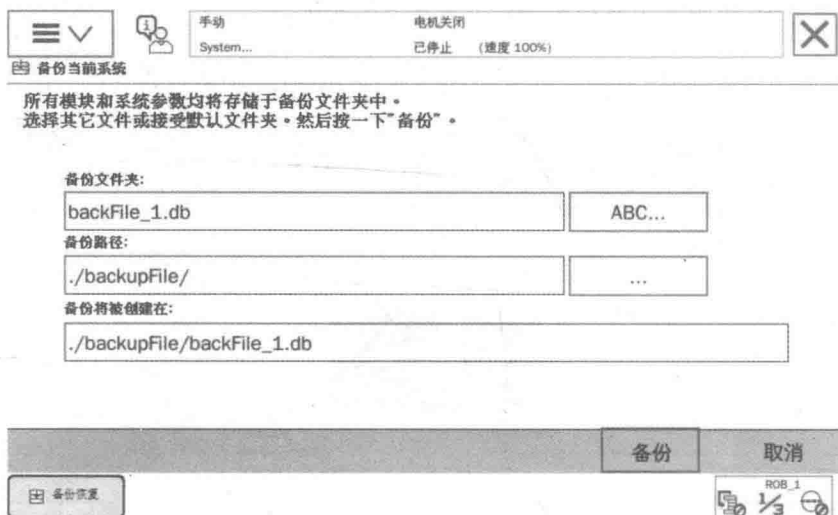


图 1-27 备份当前系统

步骤 3 选择合适的路径和文件夹名称，单击【备份】按钮，完成后返回主菜单窗口。

2. 系统恢复

步骤 1 在如图 1-26 所示界面，单击【恢复系统】。

步骤 2 选择合适的路径和文件夹名称，如图 1-28 所示。单击【恢复】按钮，恢复之前备份过的系统。

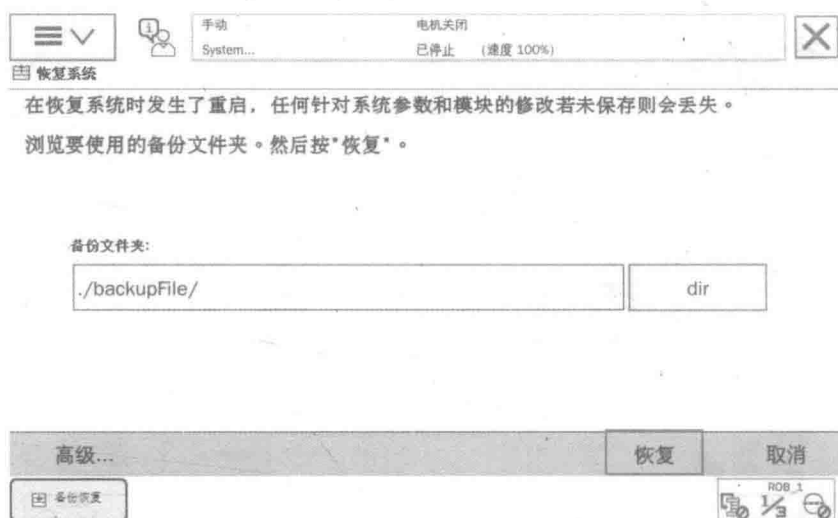


图 1-28 恢复系统

1.4.3 工具参数

本书所用 ABB 机器人工具类型和尺寸如表 1-1 所示。

表 1-1 ABB 机器人工具名称及尺寸

二级场景名称	工具名称	工具图片	工具尺寸		
			X	Y	Z
基坐标练习	TCP 工具 1		0	0	128
工件坐标练习	TCP 工具 1		0	0	128
运动指令	TCP 工具 1		0	0	128
偏移指令	TCP 工具 1		0	0	128
循环指令	TCP 工具 1		0	0	128
离线编程验证	TCP 工具 1		0	0	128
出入库	气爪 1		25	0	138
拼图	吸盘		0	0	126.5
分拣	吸盘		0	0	126.5