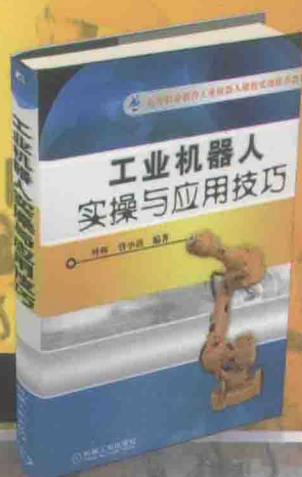




高等职业教育工业机器人课程实操推荐教材

# 工业机器人 典型应用案例精析

叶晖 主编



姐妹篇

ISBN 978-7-111-31742-5

- ★ 采用图解讲解操作步骤，清晰，明了。
- ★ 轻松掌握ABB工业机器人在搬运、码垛、弧焊和压铸行业应用中的参数设定、程序编写及调试。



机械工业出版社  
MACHINE PRESS



工业机器人课程实操推荐教材

# 工业机器人典型应用案例精析

主 编 叶 晖

编 者 何智勇 黄桃军 黄江峰

主 审 高一平



机械工业出版社

本书以工业机器人4个典型应用为出发点,通过项目式教学的方法,对工业机器人在搬运、码垛、弧焊和压铸行业应用中参数设定、程序编写及调试进行详细的讲解与分析。让读者了解与掌握工业机器人在4个典型应用中的具体设定与调试方法,从而使读者对工业机器人的应用从软、硬件方面都有一个全面的认识。

本书适合从事工业机器人应用开发、调试与现场维护的工程师,特别是使用ABB工业机器人的工程技术人员,以及高职院校自动化相关专业学生使用。

## 图书在版编目(CIP)数据

工业机器人典型应用案例精析/叶晖主编. —北京:机械工业出版社,2013.6

高等职业教育工业机器人课程实操推荐教材

ISBN 978-7-111-42359-1

I. ①工… II. ①叶… III. ①工业机器人—应用—案例—高等职业教育—教材  
IV. ①TP242.2

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第091042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

版式设计:霍永明 责任校对:张 力

封面设计:陈 沛 责任印制:杨 曦

北京富生印刷厂印刷

2013年6月第1版 第1次印刷

184mm×260mm·11.25印张·278千字

0001—3000册

标准书号:ISBN 978-7-111-42359-1

定价:38.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

策划编辑:(010)88379733

电话服务

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工微博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

# 前 言

生产力的不断进步推动了科技的进步与革新，建立了更加合理的生产关系。自工业革命以来，人力劳动已经逐渐被机械所取代，而这种变革为人类社会创造出巨大的财富，极大地推动了人类社会的进步。时至今日，机电一体化、机械智能化等技术应运而生。人类充分发挥主观能动性，进一步增强对机械的利用效率，使之为我们创造出更加巨大的生产力，并在一定程度上维护了社会的和谐。工业机器人的出现是人类在利用机械进行社会生产史上的一个里程碑。在发达国家中，工业机器人自动化生产线成套设备已成为自动化装备的主流及未来的发展方向。国外汽车行业、电子电器行业、工程机械等行业已经大量使用工业机器人自动化生产线，以保证产品质量，提高生产效率，同时避免了大量的工伤事故。全球诸多国家近半个世纪的工业机器人的使用实践表明，工业机器人的普及是实现自动化生产、提高社会生产效率、推动企业和社会生产力发展的有效手段。

本书以全球领先的 ABB 机器人为对象，使用 ABB 公司的机器人仿真软件 RobotStudio 创建 4 个现在工业机器人应用中的典型案例，包含了机器人搬运、码垛、弧焊、压铸机取件。利用软件的动画仿真功能在各个工作站中集成了夹具动作、物料搬运、周边设备动作等多种动画效果，使得机器人工作站高度仿真真实工作任务与工作场景情况，从而令学习者能全面掌握相关工业机器人应用的安装、配置与调试方法。让读者通过工业机器人典型应用的学习，掌握工业机器人应用的方法与技巧。

书中的内容简明扼要、图文并茂、通俗易懂，适合从事工业机器人应用开发、调试、现场维护工程技术人员学习和参考，特别是已掌握 ABB 机器人基本操作，需要进一步掌握工业机器人应用开发与调试的工程技术人员阅读参考。同时，本书还适合高等职业院校选作工业机器人典型应用的学习教材，配合 RobotStudio 软件中的工业机器人典型应用虚拟工作站使用效果更佳。

在这里，要特别感谢 ABB 机器人自动化和机器人产品技术部经理高一平、ABB 机器人市场部给予此书编写的大力支持，为本书的撰写提供了许多宝贵意见。尽管我们主观上想努力使读者满意，但在书中肯定还会有不尽如人意之处，热忱欢迎关心爱护它的读者提出宝贵的意见和建议。

# 目 录

## 前言

<b>第 1 章 开始学习前的准备工作</b> .....	1
1.1 工业机器人项目式教学 .....	2
1.2 工业机器人典型应用工作站介绍 .....	3
1.3 RobotStudio 知识准备 .....	5
1.3.1 工业机器人典型应用工作站的共享操作 .....	5
1.3.2 为工作站中的机器人加载 RAPID 程序模块 .....	5
1.3.3 加载系统参数 .....	7
1.3.4 仿真 I/O 信号 .....	9
1.3.5 RobotStudio 版本界面区别 .....	10
1.4 工业机器人典型应用相关资源 .....	13
1.5 本书学习注意事项 .....	13
<b>第 2 章 工业机器人典型应用——搬运</b> .....	15
2.1 任务目标 .....	16
2.2 任务描述 .....	16
2.3 知识储备 .....	17
2.3.1 标准 I/O 板配置 .....	17
2.3.2 数字 I/O 配置 .....	17
2.3.3 系统 I/O 配置 .....	17
2.3.4 常用运动指令 .....	18
2.3.5 常用 I/O 控制指令 .....	19
2.3.6 常用逻辑控制指令 .....	20
2.3.7 注释行“!” .....	21
2.3.8 Offs 偏移功能 .....	21
2.3.9 CRobT 功能 .....	21
2.3.10 常用写屏指令 .....	22



22	2.3.11 功能程序 FUNC.....	22
22	2.4 任务实施.....	23
23	2.4.1 工作站解包.....	23
23	2.4.2 创建备份并执行 I 启动.....	25
23	2.4.3 配置 I/O 单元.....	27
23	2.4.4 配置 I/O 信号.....	27
23	2.4.5 配置系统输入/输出.....	28
23	2.4.6 创建工具数据.....	29
23	2.4.7 创建工作坐标系数据.....	29
23	2.4.8 创建载荷数据.....	30
23	2.4.9 导入程序模板.....	31
23	2.4.10 程序注解.....	33
23	2.4.11 程序修改.....	40
23	2.4.12 示教目标点.....	41
23	2.5 知识拓展.....	43
23	2.5.1 LoadIdentify: 载荷测定服务例行程序.....	43
23	2.5.2 数字 I/O 信号设置参数介绍.....	44
23	2.5.3 系统输入/输出.....	45
23	2.5.4 限制关节轴运动范围.....	46
23	2.5.5 奇异点管理.....	48
23	2.6 思考与练习.....	48
	<b>第 3 章 工业机器人典型应用——码垛</b> .....	<b>49</b>
23	3.1 任务目标.....	50
23	3.2 任务描述.....	50
23	3.3 知识储备.....	51
23	3.3.1 轴配置监控指令.....	51
23	3.3.2 计时指令.....	52
23	3.3.3 动作触发指令.....	53
23	3.3.4 数组的应用.....	54
23	3.3.5 什么是中断程序.....	54





3.3.6	复杂程序数据赋值	55
3.4	任务实施	56
3.4.1	工作站解包	56
3.4.2	创建备份并执行 I 启动	57
3.4.3	配置 I/O 单元	57
3.4.4	配置 I/O 信号	58
3.4.5	配置系统输入/输出	59
3.4.6	创建工具数据	60
3.4.7	创建工作件坐标系数据	60
3.4.8	创建载荷数据	61
3.4.9	导入程序模板	62
3.4.10	程序注解	64
3.4.11	示教目标点	82
3.5	知识拓展	86
3.5.1	I/O 信号别名操作	86
3.5.2	利用数组存储码垛位置	87
3.5.3	带参数例行程序	88
3.5.4	码垛节拍优化技巧	89
3.6	思考与练习	94
<b>第 4 章</b>	<b>工业机器人典型应用——弧焊</b>	<b>95</b>
4.1	任务目标	96
4.2	任务描述	96
4.3	知识储备	97
4.3.1	标准 I/O 板配置	97
4.3.2	数字常用 I/O 配置	97
4.3.3	系统 I/O 配置	98
4.3.4	虚拟 I/O 板及 I/O 配置	98
4.3.5	Cross Connection 配置	98
4.3.6	I/O 信号和 ABB 弧焊软件的关联	99
4.3.7	弧焊常用程序数据	100

141	4.3.8	弧焊常用指令	101
144	4.3.9	中断程序使用说明	103
144	4.4	任务实施	104
145	4.4.1	工作站解包	104
147	4.4.2	创建备份并执行 I 启动	106
147	4.4.3	配置 I/O 单元	107
148	4.4.4	配置 I/O 信号	108
149	4.4.5	配置 I/O 信号与焊接软件的关联	109
150	4.4.6	配置系统输入/输出	110
151	4.4.7	CrossConnection 说明	110
152	4.4.8	创建工具数据	112
153	4.4.9	创建工作坐标系数据	113
154	4.4.10	Torch Services 清枪系统	114
158	4.4.11	导入程序模板	115
160	4.4.12	程序注解	117
170	4.4.13	手动操纵转盘	127
170	4.4.14	示教目标点	129
171	4.4.15	程序运行说明	131
173	4.5	知识拓展	133
174	4.6	思考与练习	134
<b>第 5 章 工业机器人典型应用——压铸</b>			<b>135</b>
175	5.1	任务目标	136
175	5.2	任务描述	136
175	5.3	知识储备	137
175	5.3.1	机器人 Profibus-DP 适配器 I/O 配置	137
175	5.3.2	常用 I/O 配置	137
175	5.3.3	系统 I/O 配置	138
175	5.3.4	区域检测 (World Zones) 的 I/O 信号设定	138
175	5.3.5	与 World Zones 有关的程序数据	139
175	5.3.6	压铸取件应用常用程序指令	139

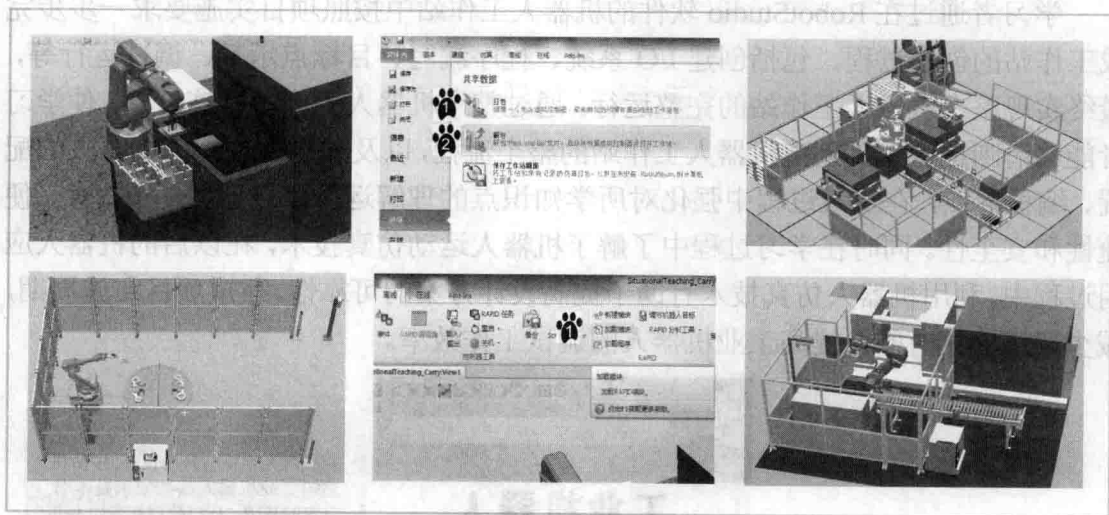




101	5.3.7	Event Routine 介绍.....	141
99	5.4	任务实施.....	144
101	5.4.1	工作站解包.....	144
101	5.4.2	创建备份并执行 I 启动.....	145
101	5.4.3	配置 I/O 单元.....	147
101	5.4.4	配置 I/O 信号.....	147
101	5.4.5	配置系统输入/输出.....	148
101	5.4.6	区域检测设置.....	149
101	5.4.7	创建工具数据.....	150
101	5.4.8	创建工作件坐标系数据.....	151
101	5.4.9	创建载荷数据.....	152
111	5.4.10	导入程序模板.....	152
111	5.4.11	程序注解.....	155
111	5.4.12	示教目标点.....	168
111	5.4.13	工作站程序运行说明.....	169
121	5.5	知识拓展.....	170
121	5.5.1	WZCylDef: 圆柱体区域检测设定指令.....	170
131	5.5.2	WZEnable: 激活临时区域检测指令.....	171
131	5.5.3	WZDisable: 激活临时区域检测指令.....	172
141	5.6	思考与练习.....	172

# 第 1 章

## 开始学习前的准备工作



1.1	工业机器人项目式教学.....	2
1.2	工业机器人典型应用工作站介绍 .....	3
1.3	RobotStudio 知识准备.....	5
1.4	工业机器人典型应用相关资源.....	13
1.5	本书学习注意事项.....	13



## 1.1 工业机器人项目式教学

项目式教学主张先练后讲，先学后教，强调学习者的自主学习，主动参与，从尝试入手，从练习开始，调动学习者学习的主动性、创造性、积极性等，学习者唱“主角”，而教学者转为“配角”，实现了老师与学生角色的换位，有利于加强对学习者自学能力、创新能力的培养。

基于项目式教学的优势，针对培养掌握工业机器人安装、配置与调试的应用工程师这个目标，在工业机器人典型应用教学中引入了此种高效的学习方式。

本书中利用 ABB 公司的机器人仿真软件 RobotStudio 创建 4 个现在工业机器人中应用的典型案例，包含了机器人搬运、码垛、弧焊、压铸机取件。利用软件的动画仿真功能在各个工作站中集成了夹具动作、物料搬运、周边设备动作等多种动画效果，使得机器人工作站高度仿真真实工作任务与工作场景情况，从而令学习者能全面掌握相关工业机器人应用的安装、配置与调试方法。

学习者通过在 RobotStudio 软件的机器人工作站中按照项目实施要求一步步完成工作站的创建过程，包括创建 I/O 系统、程序编写、目标点示教、调试运行等，最终实现整个机器人工作站的完整运行。通过整个机器人工作站实施过程，使学习者能够清晰地认识到创建机器人工作站的整个流程，以及各应用过程中机器人的配置、编程要点，在实践中强化对所学知识的理解运用，并且更具操作性、便捷性和安全性。同时在学习过程中了解了机器人运动仿真技术，在以后的机器人应用过程中，利用机器人仿真技术有助于提高设计方案的可靠性，缩短项目实施周期，减少现场调试时间，提高工业机器人的调试工作效率。



由机械工业出版社出版的《工业机器人实操与应用技巧》中所讲述的工业机器人基础知识是本书内容的基础。所以建议在开始本书学习之前先熟悉掌握《工业机器人实操与应用技巧》中的工业机器人基础知识要点。



## 1.2 工业机器人典型应用工作站介绍

本书一共提供了4个工业机器人典型应用案例。

### 1. 工业机器人搬运

工业机器人点到点搬运是生产线中最常见的应用，广泛应用于食品、饮料、包装、3C电子、太阳能等行业。以太阳光薄板搬运为例，利用机器人将流水线上的薄板拾取并放置在相应的储存装置中，如图1-1所示。

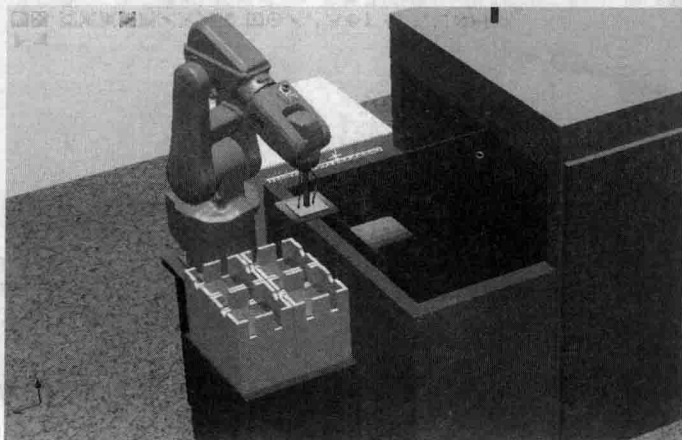


图 1-1 工业机器人搬运

### 2. 工业机器人码垛

以国内最为常见的一种工业机器人码垛工作站为例，此工作站中拥有两条产品输入线、两个产品输出位，机器人采用单夹板式夹具，一次夹取单个产品，将人从重复的重体力劳动中解放出来，如图1-2所示。

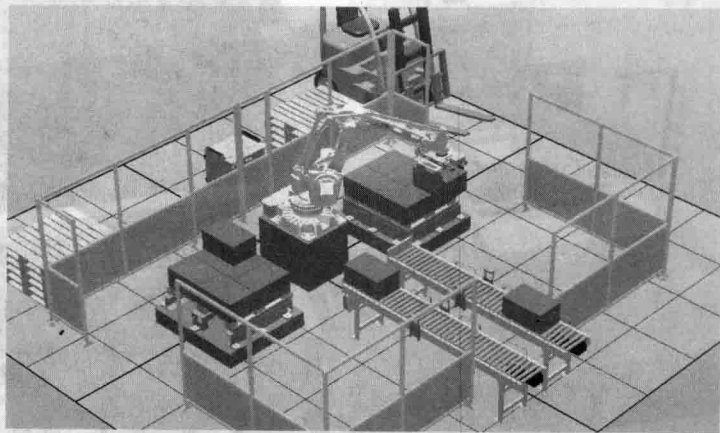


图 1-2





### 3. 机器人弧焊

工业机器人弧焊工作站拥有一台焊接机器人并配置一台变位机，对所需加工工件进行焊接工艺处理，实现高节拍，节约空间的高效安全的焊接，如图 1-3 所示。

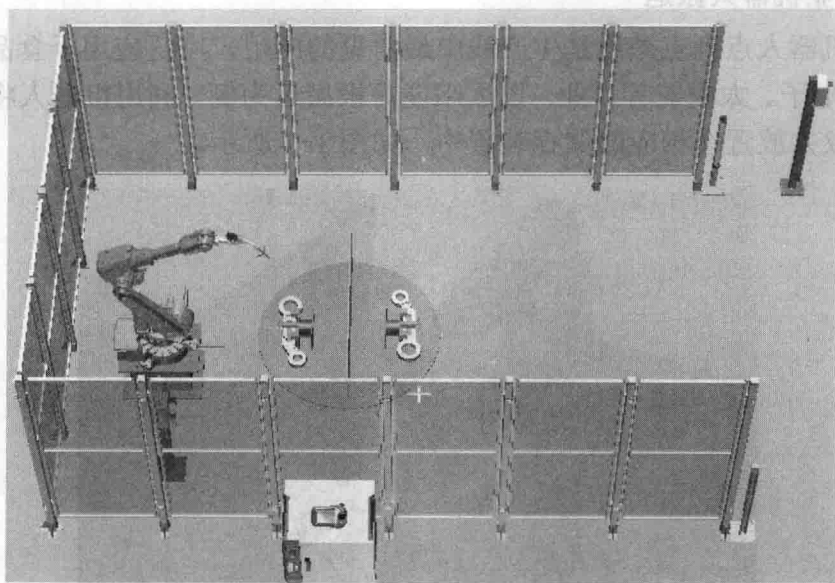


图 1-3

### 4. 工业机器人压铸机取件

工业机器人在压铸机开模后将压铸成形工件取出，并完成检测、冷却、输送等一系列操作，以实现压铸工艺全自动化，如图 1-4 所示。

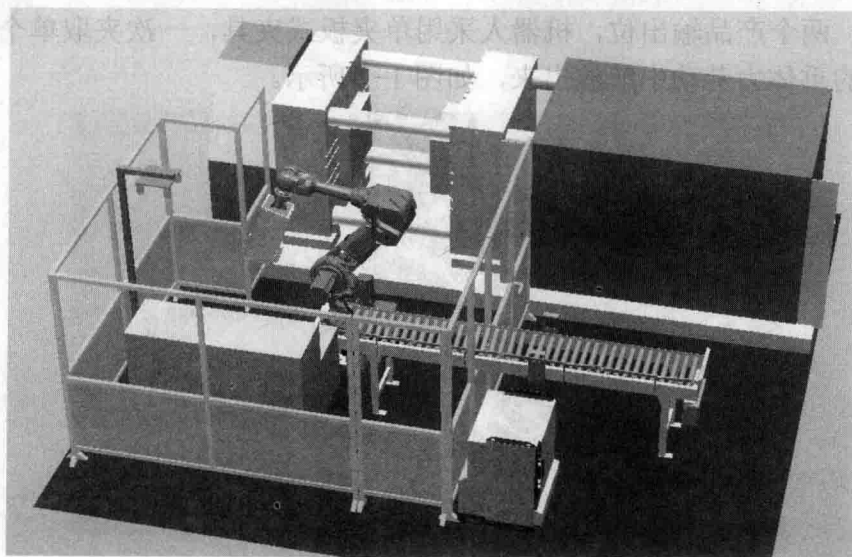


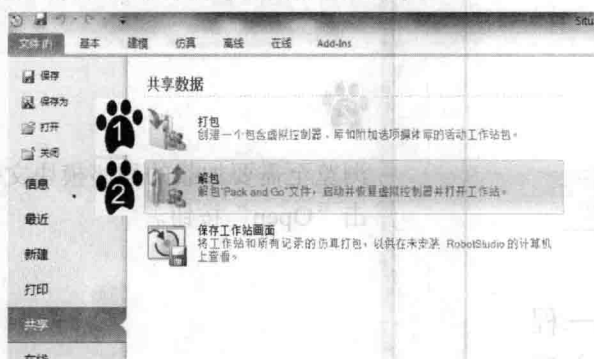
图 1-4



## 1.3 RobotStudio 知识准备

### 1.3.1 工业机器人典型应用工作站的共享操作

在 RobotStudio 中，一个完整的机器人工作站既包含前台所操作的工作站文件，还包含一个后台运行的机器人系统文件。当需要共享 RobotStudio 软件所创建的工作站时，可以利用“文件”菜单中的“共享”功能，使用其中“打包”功能，可以将所创建的机器人工作站打包成工作包（.rspag 格式）；利用“解包”功能，可以将该工作包在另外的计算机上解包使用。



### 1.3.2 为工作站中的机器人加载 RAPID 程序模块

在机器人应用过程中，如果已有一个程序模板，则可以直接将该模块加载至机器人系统中。例如，已有 1# 机器人程序，2# 机器人的应用与 1# 机器人相同，那么可以将 1# 机器人的程序模块直接导入 2# 机器人中。加载方法有以下两种。

#### 1. 软件加载

在 RobotStudio 中，“离线”菜单的“加载模块”功能可以用于加载程序模块，“在



“打包”：创建一个包含虚拟控制器、库和附加选项媒体库的工作站包。



“解包”：解包所打包的文件，启动并恢复虚拟控制器，打开工作站。



线”菜单中也有该功能，前者针对的是PC端仿真的机器人系统，后者针对的是利用网线连接的真实的机器人系统。



单击“离线”菜单中“加载模块”。



浏览至需要加载的程序模块文件，单击“Open”按钮。

## 2. 示教器加载

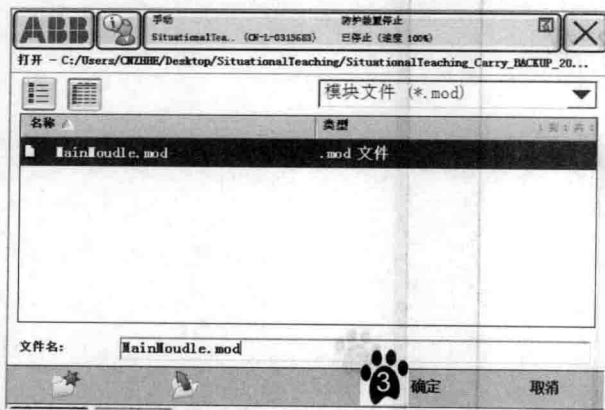
在示教器中依次单击：ABB 菜单—程序编辑器—模块—文件—加载模块，之后浏览至所需加载的模块进行加载。



在程序编辑器模块栏中单击“文件”。



单击“加载模块”。



### 1.3.3 加载系统参数

在机器人应用过程中，如果已有系统参数文件，则可以直接将该参数文件加载至机器人系统中。例如，已有 1#机器人 I/O 配置文件，2#机器人的应用与 1#机器人相同，那么可以将 1#机器人的 I/O 配置文件直接导入 2#机器人中。系统参数文件存放在备份文件夹中的 SYSPAR 文件目录下，其中最常用的是其中的 EIO 文件，即机器人 I/O 系统配置文件。系统参数加载方法有以下两种：

#### 1. 软件加载

在 RobotStudio 中，“离线”菜单的“加载参数”功能可以用于加载系统参数，“在线”菜单中也有该功能，前者针对的是 PC 端仿真的机器人系统，后者针对的是利用网线连接的真实的机器人系统。



浏览至所需加载的程序模块文件，单击“确定”按钮。

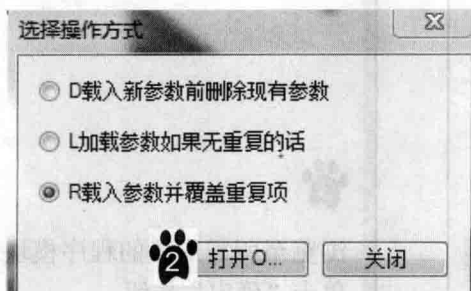


一般地，两台硬件配置一致的机器人会共享 I/O 设置文件 EIO.cfg，其他的文件可能会造成系统故障。若错误加载参数后，可做一个“I 启动”使机器人回到出厂初始状态。



在“离线”菜单中单击“加载参数”。

一般选用第三种加载方式，即“R 载入参数并覆盖重复项”。



勾选“R 载入参数并覆盖重复项”，之后单击“打开”按钮。

备份文件夹中的系统参数文件保存在“SYSPAR”文件夹下。浏览至“SYSPAR”目录后，若不能显示系统参数文件，则需要在“File name”（即“文件名称”）中输入“EIO”，则自动跳出“EIO.cfg”，单击“Open”按钮之后即可打开。



在“File name”（即“文件名称”）中输入“EIO”，单击跳出来的 EIO.cfg，之后单击“Open”按钮。

## 2. 示教器加载

在示教器中依次单击：ABB 菜单—控制面板—配置—文件—加载参数，加载方式一般也选取第三项，即“加载后覆盖重复项”，之后浏览至所需加载的系统参数文件进行加载。