

工业机器人应用与维护专业校企合作开发系列教材

主 编 杨永忠 甘梓坚
副主编 吴 阳 岑勇军 宁业林

工业机器人 基础应用教程



工业机器人应用与维护专业校企合作开发系列教材

工业机器人 基础应用教程

主 编 杨永忠 甘梓坚

副主编 吴 阳 岑勇军 宁业林

图书在版编目 (CIP) 数据

工业机器人基础应用教程 / 杨永忠, 甘梓坚主编; —南宁: 广西科学技术出版社, 2017.7

ISBN 978-7-5551-0789-7

I. ①工… II. ①杨… ②甘… III. ①工业机器人—教材 IV. ① TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 159766 号

GONGYE JIQIREN JICHU YINGYONG JIAOCHENG

工业机器人基础应用教程

主 编 杨永忠 甘梓坚

副主编 吴 阳 岑勇军 宁业林

策划/组稿: 陆媛峰

责任编辑: 丘 平

责任校对: 袁 霞

装帧设计: 苏 畅

责任印制: 韦文印

出 版 人: 卢培钊

社 址: 广西南宁市东葛路 66 号

网 址: <http://www.gxkjs.com>

出版发行: 广西科学技术出版社

邮政编码: 530022

经 销: 全国各地新华书店

印 刷: 广西大华印刷有限公司

地 址: 南宁市高新区科园大道 62 号

开 本: 787mm × 1092mm 1/16

字 数: 173 千字

版 次: 2017 年 7 月第 1 版

书 号: ISBN 978-7-5551-0789-7

定 价: 22.00 元

邮政编码: 530007

印 张: 7.75

印 次: 2017 年 7 月第 1 次印刷

版权所有 侵权必究

质量服务承诺: 如发现缺页、错页、倒装等印装质量问题, 可直接与本社调换。

服务电话: 0771-5842790

编委会名单

主 任：卢森专
副主任：罗宗叶 杨永忠 辛相宁 黄庆燕
委 员：徐海波 李晓晖 谢 威 陈毅波
 陈科川 甘梓坚 文福林 杨万叶
 刘先黎
策 划：杨永忠 甘梓坚 文福林

本册编写人员名单

主 编：杨永忠 甘梓坚
副主编：吴 阳 岑勇军 宁业林
参 编：文福林 李 进 陈科川 欧 山
 朱啸明 秦鸿翔 李小玲 庞莉莉
 陈基容
主 审：杨万叶 刘先黎

前 言

2015年，国务院审议通过了《中国制造2025》，并正式印发了该文件。随着《中国制造2025》的出台，基于信息物理系统的智能装备和工业机器人的智能制造正在引领制造方式的变革。打造具有国际竞争力的制造业，是我国提升综合国力、保障国家安全、建设世界强国的必由之路。为了弘扬工匠精神，打造技能强国，国家大力推进制造过程智能化，在重点领域试点建设智能工厂和数字化车间，推进人机智能交互、工业机器人、智能物流管理等技术和装备在生产过程中的应用，促进制造工艺的仿真优化、数字化控制、状态信息实时监测和自适应控制。近几年来，各职业院校为满足智能制造发展的需要，都在积极开展工业机器人应用与维护专业的人才培养工作，并不断探索工业机器人应用人才的培养方法，广西玉林技师学院在这方面取得了良好的效果。由于起步较晚，教材建设相对滞后，课程体系、教学模式都还有待完善和提高，因此，开发一套体系完整，特色鲜明，适合理论实践一体化教学，反映智能制造业最新技术与工艺的工业机器人应用与维护专业系列教材，以满足配套教学培训的需要，就成为学院高级技工教育亟待解决的课题。

为确保高效有序地推进系列教材的建设工作，广西玉林技师学院成立了“工业机器人应用与维护专业校企合作开发系列教材”编审委员会。

在教材编写过程中，编者参阅了大量相关的资料和文献，并得到了广西玉柴机器股份有限公司、广东三向集团等企业专家的大力支持，在此表示感谢。

由于编者水平和经验有限，书中错漏在所难免，敬请广大读者批评指正。

编者

2017年3月

内容提要

本书结合一体化教学模式，以学习任务组织教学内容，主要介绍工业机器人示教器的使用、I/O信号的配置、工业机器人典型应用等常用的知识。全书内容分为四大学习任务：学习任务一——ABB机器人概述；学习任务二——ABB机器人的基本操作知识；学习任务三——ABB机器人软件的基本应用；学习任务四——ABB机器人的应用实例。每个学习任务下设置具体的学习活动。

本书具有以下特点：

- （1）理论学习和实践运用相结合，让教学内容更直观更具体化。
- （2）内容丰富，既涵盖了工业机器人硬件和软件的知识，同时介绍了工业机器人的基本操作和维护知识。
- （3）难易结合，由浅入深、循序渐进地介绍工业机器人的基础知识。



学习任务一 ABB机器人概述	1
学习活动1 机器人的发展史	1
学习活动2 ABB机器人的结构组成	7
学习活动3 ABB机器人的安全操作知识	13
学习活动4 ABB机器人开关机流程	21
 学习任务二 ABB机器人的基本操作知识	 29
学习活动1 ABB机器人示教器的设定	29
学习活动2 ABB机器人数据备份与恢复	35
学习活动3 ABB机器人手动操纵	40
学习活动4 ABB机器人转数计数器更新操作的方法	46
 学习任务三 ABB机器人软件的基本应用	 52
学习活动1 ABB机器人软件的安装方法	52
学习活动2 ABB机器人软件的应用	60
学习活动3 ABB机器人I/O的配置	71
学习活动4 ABB机器人程序数据的备份	82
 学习任务四 ABB机器人应用实例	 89
学习活动1 用示教器创建轨迹运动程序	89
学习活动2 用RobotStudio 6.0软件创建轨迹运动程序	108

学习任务一 ABB机器人概述



学习目标

- (1) 通过阅读相关资料，了解机器人的发展历程及发展方向。
- (2) 正确识读工业机器人基本技能工作站CSET-JD08-06、应用技能工作站CSET-JD08-05的铭牌数据，了解ABB机器人的结构组成。
- (3) 正确了解ABB机器人的安全操作知识。
- (4) 正确掌握ABB机器人的开关机流程。
- (5) 根据任务要求和实际情况，合理制订工作计划。



学习任务描述

在工业机器人基本技能工作站CSET-JD08-06上，观察机器人的基本结构、组成，了解安全操作注意事项，进行机器人的开关机训练，并按要求完成相关实训工作。

学习活动1 机器人的发展史



学习目标

- (1) 了解机器人的发展历程及发展方向。
- (2) 了解机器人在日常工作生活中的用途及常见型号。



任务准备

- (1) 有关机器人的各种图片、视频、实物、模型，以及机器人发展历程的资料。
- (2) 各种颜色的卡纸、白板和笔。



学习过程

机器人发展史介绍

1939年，美国纽约世博会上展出了西屋电气公司制造的家用机器人Elektro。它由电缆控制，可以行走，会说77个字，甚至会抽烟，不过离真正干家务活还差得远。但它让人们对家用机器人的憧憬变得更加具体（见图1-1-1）。

1956年，在达特茅斯会议上，马文·明斯基提出了他对智能机器的看法：智能机

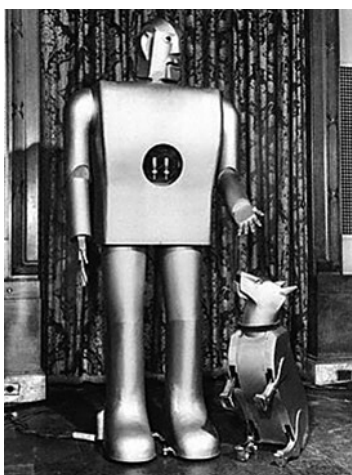


图1-1-1

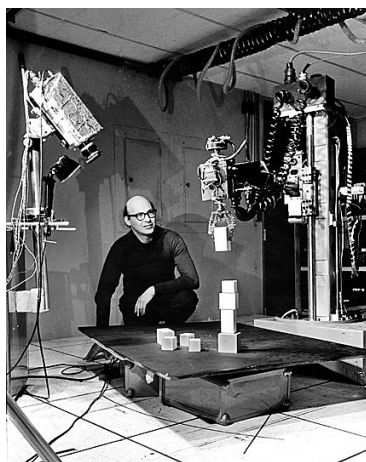


图1-1-2

器“能够创建周围环境的抽象模型，如果遇到问题，能够从抽象模型中寻找解决方法”（见图1-1-2）。这个定义影响了以后30年智能机器人的研究方向。

1962年，美国AMF公司生产出“VERSTRAN”（意思是“万能搬运”），与Unimation公司生产的Unimate一样成为真正商业化的工业机器人。这些工业机器人出口世界许多国家，随后掀起了全世界对机器人和机器人研究的热潮（见图1-1-3）。

1965年，约翰·霍普金斯大学应用物理实验室研制出Beast机器人。Beast（见图1-1-4）能通过声呐系统、光电管等装置，根据环境校正自己的位置。20世纪60年代中期开始，美国麻省理工学院、斯坦福大学、英国爱丁堡大学等高等院校陆续成立了机器人实验室。美国兴起研究第二代带传感器和“有感觉”的机器人，并向人工智能进发。

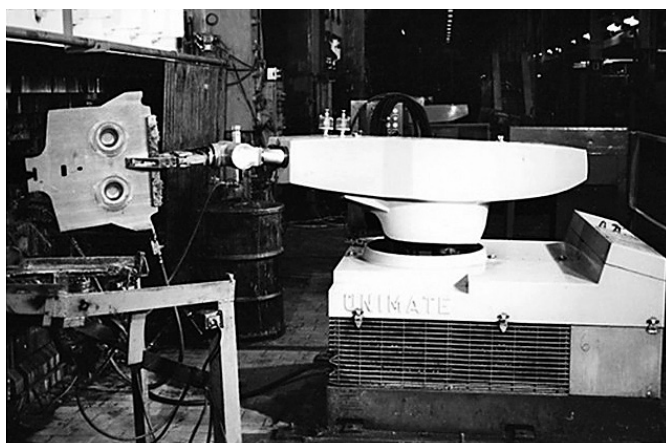


图1-1-3



图1-1-4

1968年，美国斯坦福研究所公布了他们研发成功的机器人Shakey（见图1-1-5）。它带有视觉传感器，能根据人的指令发现并抓取积木，不过控制它的计算机有一个房间那么

大。Shakey可以算是世界第一台智能机器人，它的出现拉开了第三代机器人研发的序幕。

1973年，世界上第一次实现机器人和小型计算机携手合作，诞生了美国Cincinnati Milacron公司的机器人T3（见图1-1-6）。

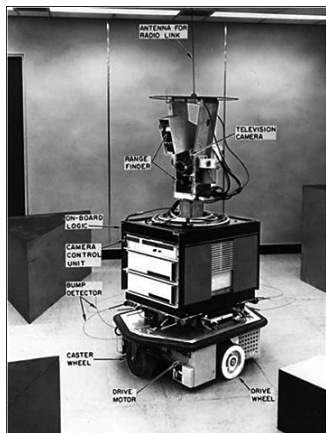


图1-1-5

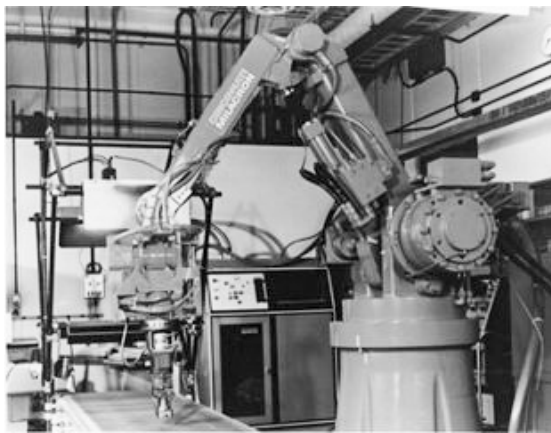


图1-1-6

1978年，美国Unimation公司推出通用工业机器人PUMA（见图1-1-7），这标志着工业机器人技术已经完全成熟。PUMA至今仍然工作在许多工厂第一线的生产。

1984年，英格伯格推出了机器人Helpmate（见图1-1-8），这种机器人能在医院里为病人送饭、送药、送邮件。同年，他还预言：“我要让机器人擦地板，做饭，出去帮我洗车。”



图1-1-7



图1-1-8

1998年，丹麦乐高公司推出机器人Mind-storms套件（见图1-1-9），让机器人制造变得跟搭积木一样，相对简单又能任意拼装，使机器人开始走入个人世界。

1999年，日本索尼公司推出犬型机器人爱宝AIBO（见图1-1-10），当即销售一空，从此娱乐机器人就走进普通家庭。

2002年，丹麦iRobot公司推出了吸尘器机器人Roomba（见图1-1-11），它能避开障



碍，自动设计行进路线，还能在电量不足时，自动驶向充电座。Roomba是目前世界上销量最大、最商业化的家用机器人。



图1-1-9



图1-1-10

2006年 6月，微软公司推出Microsoft Robotics Studio（见图1-1-12），使机器人模块化、平台统一化的趋势越来越明显。比尔·盖茨预言，家用机器人很快将席卷全球。



图1-1-11



图1-1-12

2007年，德国库卡公司（KUKA）推出了有效载荷1 000千克的远距离机器人和重型机器人（见图1-1-13），它大大扩展了工业机器人的应用范围。

2008年，日本发那科（FANUC）公司推出了一个新的重型机器人AM-2000iA（见图1-1-14），其有效载荷达1 200千克，是当时世界上实力最强的六轴机器人。



图1-1-13



图1-1-14

2009年，瑞士ABB公司推出了世界上最小的多用途工业机器人IRB120（见图1-1-15）。

2012年，首台人形机器人宇航员被送入国际空间站，这位机器人宇航员被命名为“R2”（见图1-1-16）。



图1-1-15

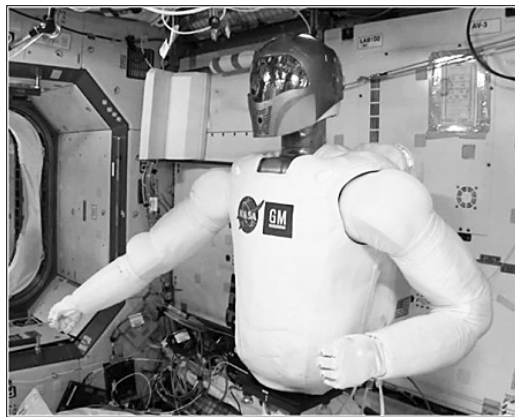


图1-1-16

2012年，内华达州机动车辆管理局（NDM）颁发了世界上第一张无人驾驶汽车（见图1-1-17）牌照。

2015年，大阪大学和京都大学等高校的研究团队开发出可使用人工智能流畅对话的美女机器人ERICA（见图1-1-18）。



图1-1-17



图1-1-18

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装置，它能自动执行工作，是靠自身动力和控制能力来实现各种功能的一种机器。

瑞士ABB公司是全球领先的工业机器人供应商。2005年，ABB公司开始在中国上海投产具有国际领先技术的机器人生产线，并设立了全球性机器人研究中心。ABB机器人主要服务于汽车、塑料、金属加工、铸造、电子、机械加工、医药和食品饮料等行业。随着中国制造业的迅猛发展，对工业机器人的需求也日益增加，目前ABB公司已开发出多种适应市场需求的机器人，以此来满足广大客户的特殊需求，帮助他们提高生产效率。



本书将以ABB公司开发的工业机器人（见图1-1-19）为例，对工业机器人的基础知识进行讲解和介绍。



图1-1-19



任务拓展

请写出在学习和生活中，你了解到的机器人名称、型号及应用领域。



总结评价

1. 学习总结

以小组为单位，选择演示文稿、展板、视频等形式，向全班展示机器人的发展历程、常见型号及发展方向。

2. 综合评价

表1-1 评价表

评价内容	分值	评分		
		自我评价	小组评价	教师评价
计划制订是否有条理	10			
计划是否全面、完善	10			
人员分工是否合理	10			
任务要求是否明确	20			
工具清单是否正确、完整	20			
材料清单是否正确、完整	20			
团结协作	10			
合计	100			

学习活动2 ABB机器人的结构组成



学习目标

- (1) 了解工业机器人基本技能工作站CSET-JD08-06的结构组成。
- (2) 了解ABB机器人示教器的作用及机器人本体的结构、关节原点。
- (3) 正确掌握CSET-JD08-06中ABB机器人控制器（I/O接口）的用途。



任务准备

(1) 工业机器人基本技能工作站CSET-JD08-06、机器人本体、控制器（I/O接口）及示教器。

- (2) 各种颜色的卡纸、白板和笔。



学习过程

ABB机器人控制系统的组成及功能

ABB机器人控制系统主要由机器人本体、控制器和示教器等部分构成。

1. 控制器（I/O接口）

ABB提供了丰富的I/O接口，方便与外设进行通信（见图1-2-1）。

- (1) ABB机器人与PC机的通信接口及协议。

- ①RS232。
- ②OPC Server。
- ③Socket Message。

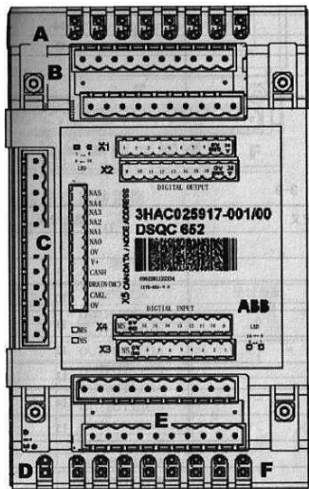
- (2) ABB机器人现场总线类

型。

- ①EtherNet IP。
- ②Profibus DP。
- ③Profibus。
- ④Device Net。
- ⑤Profinet。

- (3) ABB机器人I/O板标准（见图1-2-2）。

- ①对I/O接口的说明：



标号	说明
A	数字输出信号指示灯
B	X1、X2为数字输出接口
C	X5为Devic Net接口
D	模块状态指示灯
E	X3、X4为数字输入接口
F	数字输入信号指示灯

图1-2-1

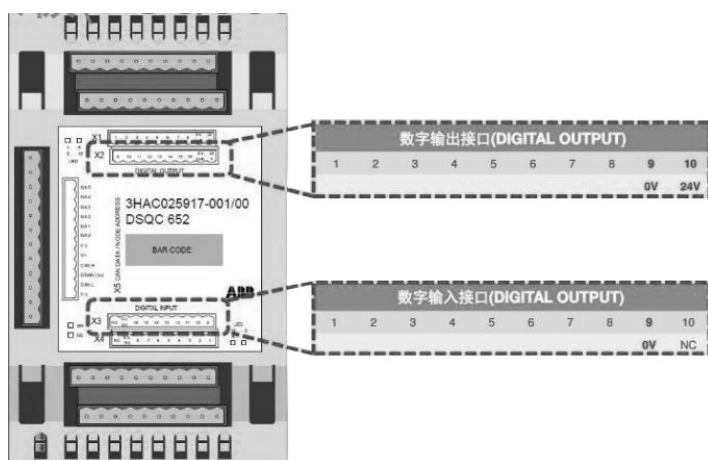


图1-2-2

ABB的标准外接板卡有数字信号I/O, 还有模拟信号I/O, 分别以数字信号输入di, 数字信号输出do; 以模拟信号输入ai, 模拟信号输出ao。

在本书中, ABB机器人与外部设备是通过西门子的PLC S7-200 SMART进行连接的。下面以ABB机器人的I/O板卡DSQC652为例子, 介绍相关的知识和操作。

DSQC652板卡是由16个输入和16个输出数字信号I/O进行数据处理的。

②ABB机器人常用的I/O控制卡。

a. DSQC651板卡。

带有8个数字输入信号和8个数字输出信号, 还有2个模拟输出信号。

b. DSQC653板卡。

带有8个数字输入信号和8个数字控制断路器输出信号。

c. DSQC355A板卡。

带有4个模拟输入信号和4个模拟输出信号。

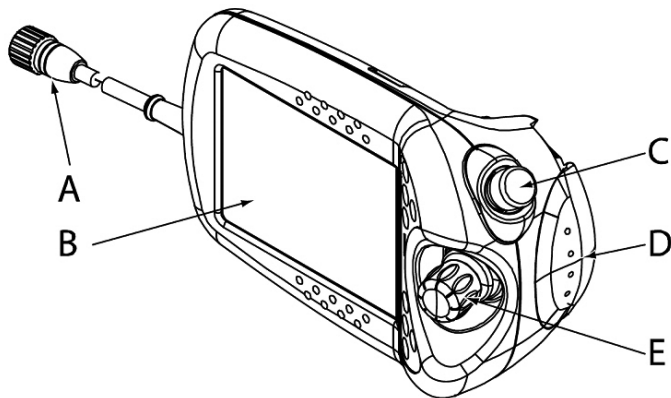
d. DSQC377A板卡。

带有主板输送链跟踪功能所要用的编码器同步开关信号。

2. 示教器

(1) 示教器(见图1-2-3)的定义。

示教器是进行机器人手动操作、程序编写、参数设定和监控的手持装置。示教器是人与机器人之间最常用的



A—连接器; B—触摸屏; C—急停按钮; D—使动装置; E—控制杆。

图1-2-3

联系装置。

(2) 手持示教器方法。

操作示教器时，通常需要手持该设备（见图1-2-4）。习惯右手在触摸屏上操作的人员通常用左手持该设备。习惯左手在触摸屏上操作的人员通常用右手持该设备。右手手持该设备时可以将显示器显示方式旋转180°，以便操作。

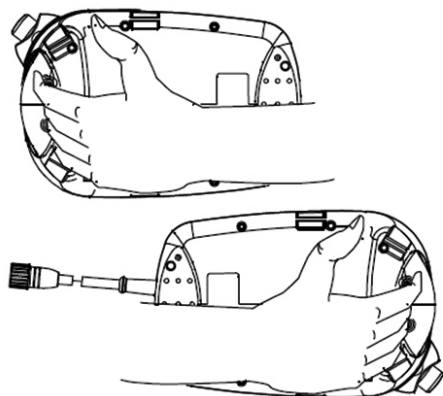


图1-2-4

(3) 示教器上的按键。

示教器上的按键见图1-2-5，各按键的功能见表1-2。

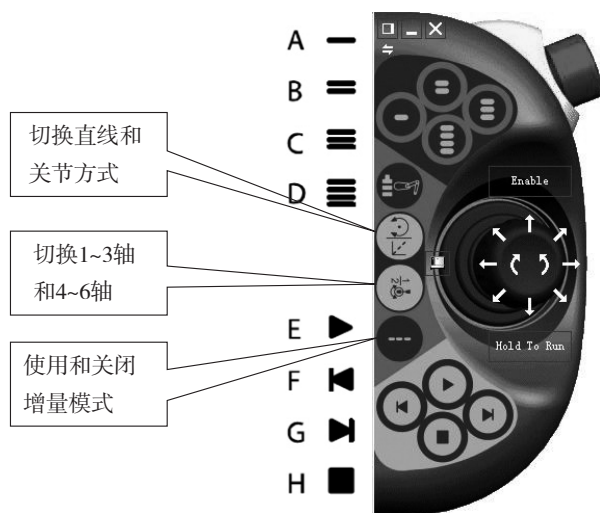


表1-2

按键	功能
A~D	自定义功能键
E	START（启动）按钮，开始执行程序
F	STEP BACKWARD（步退）按钮，使程序后退一步
G	STEP FORWARD（步进）按钮，使程序前进一步
H	STOP（停止）按钮，停止程序执行

图1-2-5



(4) 其他界面认识见图1-2-6、图1-2-7。



图1-2-6

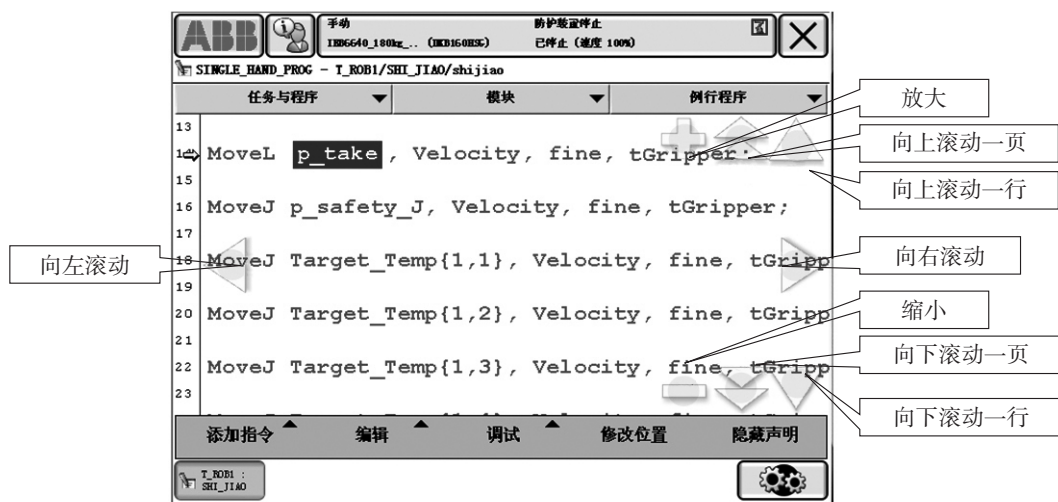


图1-2-7

3. 工业机器人（本体）的原点坐标系设置

工业机器人必须要设置原点坐标系（基准坐标系）。六轴的工业机械手一般要设置6个原点坐标系。通过原点坐标系设置，使6个关节的实际坐标系与设计（算法）坐标系的原点重合，这样才能保证准确的定位。例如，某个关节的理想转角位置是30°（相对于设