



电气自动化技能型人才实训系列

DIANQIZIDONGHUA
JINENGXINGRENCAI
SHIXUNXILIE

工业机器人程序控制 技能实训

肖明耀 程 莉 编著

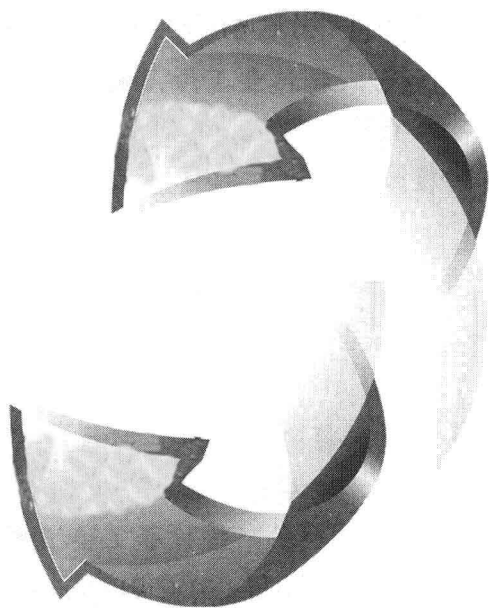


电气自动化技能型人才实训系列

工业机器人程序控制

技能实训

肖明耀 程 莉 编著



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本书是以 FANUC 工业机器人 LR Mate 200iC 为例,介绍工业机器人系统的组成及其控制方法。主要内容包括认识工业机器人、设置坐标系、程序管理、程序设计、执行程序、信号、自动运行、复归零点、文件备份与加载、宏指令及其应用。本书突出技能训练,安排了十个技能训练项目,通过实训,可逐步提高学生操控工业机器人的能力。

本书贴近教学实际,可作为大专院校、技工学校、技师学院电子、电工专业学生学习工业机器人原理与应用的教材,也可用于社会培训机构、企业对工人进行工业机器人技术培训的教材。

图书在版编目(CIP)数据

工业机器人程序控制技能实训/肖明耀,程莉编著. —北京:
中国电力出版社,2010.6

(电气自动化技能型人才实训系列)

ISBN 978-7-5123-0230-3

I. ①工… II. ①肖…②程… III. ①工业机器人-程序控制
IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 047356 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2010 年 7 月第一版 2010 年 7 月北京第一次印刷

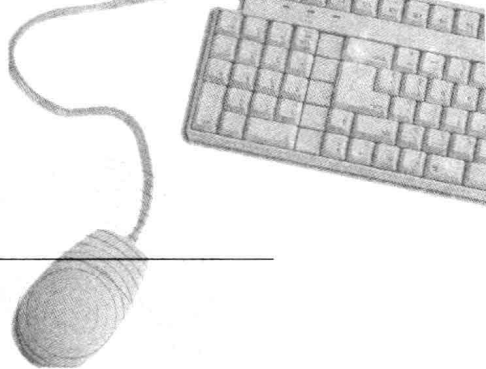
787 毫米×1092 毫米 16 开本 6.75 印张 175 千字

印数 0001—3000 册 定价 14.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版 权 专 有 翻 印 必 究



前言

《电气自动化技能型人才实训系列》为电气类高技能人才的培训教材，以培养学生实际综合动手能力为核心，采取以工作任务为载体的项目教学方式，淡化理论，强化应用方法和技能的培养。

工业机器人是综合了计算机、控制论、机构学、信息和传感技术、人工智能、仿生学等多学科而形成的高新技术产品，应用日益广泛。它是为了适应制造业规模化生产，解决单调、重复的体力劳动和提高生产质量而代替人工作业产生的。工业机器人主要应用于危险、恶劣环境的防暴、高压带电清扫、星球检测、油气管道清理，应用于装备制造业、汽车制造业。工业机器人在减少人工用量、减少机床损耗、加快技术创新速度、提高企业竞争力方面的效益也是十分明显的。

本书是以 FANUC 工业机器人 LR Mate 200iC 为例，介绍工业机器人系统的组成及其控制方法。主要内容包括认识工业机器人、设置坐标系、程序管理、程序设计、执行程序、信号、自动运行、复归零点、文件备份与加载、宏指令及其应用。本书安排了十个技能训练项目，突出技能训练，通过实训，可逐步提高学生操控工业机器人的能力。

本书可以作为大专院校、技工学校、技师学院电子、电工专业学生学习工业机器人原理与应用的教材，也可用于社会培训机构、企业对工人进行工业机器人技术的培训。

本书由深圳技师学院电子通信系教师肖明耀、程莉编写，肖明耀为主要编写人。在编写过程中，参考了相关图书和资料，在此向原作者表示衷心的感谢。

由于编写时间仓促，加上作者水平有限，书中难免存在错误和不妥之处，恳请广大读者批评指正。

作者

目 录

前言

第一章 认识工业机器人

第一节 工业机器人概述	1
第二节 FANUC 工业机器人	3
第三节 控制器	4
第四节 点动控制机器人	11
第五节 安全注意事项	16
技能实训 1 认识 FUNAC 机器人	19

第二章 设置坐标系

第一节 坐标系的分类	22
第二节 设置工具坐标系	22
第三节 设置用户坐标系	31
技能实训 2 设置坐标系	35

第三章 程序管理

第一节 创建程序	39
第二节 选择程序	40
第三节 删除程序	41
第四节 复制程序	41
第五节 查看程序属性	42
技能实训 3 程序管理	43

第四章 程序设计

第一节 编程界面	45
第二节 运动指令	45
第三节 非运动指令	49
第四节 指令编辑	60
技能实训 4 设计控制程序	63

第五章 执行程序

第一节 启动程序	66
第二节 中断程序的执行	67
第三节 恢复程序的执行	69

技能实训 5 手动执行程序	70
第六章 信号	
第一节 信号分类	72
第二节 手动信号控制	72
第三节 系统信号	75
技能实训 6 信号控制	76
第七章 自动运行	
第一节 自动运行条件	78
第二节 自动运行方式	79
技能实训 7 自动运行	83
第八章 复归零点	
第一节 复归零点 Mastering 简介	85
第二节 复归零点方式	86
第三节 零点复位	86
技能实训 8 复归零点	89
第九章 备份与加载	
第一节 文件存储	91
第二节 文件的备份与加载	92
技能实训 9 文件备份与加载	95
第十章 其他功能	
第一节 设置安全点	96
第二节 宏指令	98
技能实训 10 宏指令及其应用	100

第一章 认识工业机器人

第一节 工业机器人概述

1. 工业机器人

工业机器人（英语：Industrial Robot，简称 IR）是广泛适用的能够自主控制动作，多轴联动、智能控制的机械设备。它在必要情况下配备有传感器，其动作是灵活的，转动是可编程控制的（即在工作过程中，无需任何外力的干预）。它们通常配备有机械手、刀具或其他可装配的加工工具，以及能够执行搬运操作与加工制造的任务。

FANUC 工业机器人是由伺服电动机驱动的机械机构组成的，各机械臂的每一个结合处是一个关节轴或坐标系，6 轴（J1~J6 轴）工业机器人如图 1-1 所示。

机械臂 1 是底座相连的机械臂，J1 轴控制机械臂 1 带动整个机器人绕与地面垂直的轴做旋转运动。

机械臂 2 通过 J2 轴与机械臂 1 连接，J2 轴控制机械臂 2 绕平行于地面的水平轴旋转。

机械臂 3 通过 J3 轴与机械臂 2 连接，J3 轴控制机械臂 3 相对于机械臂 2 绕平行于地面的水平轴旋转。

机械臂 4 通过 J4 轴与机械臂 3 连接，J4 轴控制机械臂 4 垂直于 J3 轴作旋转运动。

机械臂 5 通过 J5 轴与机械臂 4 连接，J5 轴控制机械臂 5 绕垂直于机械臂的轴作旋转运动。

机械臂 6 通过 J6 轴法兰盘与机械臂 5 连接，J6 轴控制机械臂 6 垂直于 J5 轴作旋转运动。

2. 工业机器人的用途

工业机器人在工业生产中能代替人做一些单调、频繁和重复的长时间作业，或是危险、恶劣环境下的作业，例如用于冲压、压力铸造、热处理、焊接、涂装、塑料制品成形、机械加工和简单装配等工序上，以及在原子能工业等部门中，完成对人体有害物料的搬运或工艺操作。

20 世纪 50 年代末，美国在机械手和操作机的基础上，采用伺服机构和自动控制等技术，研制出有通用性的独立的工业用自动操作装置，并将其称为工业机器人；20 世纪 60 年代初，美国研制成功两种工业机器人，并很快地在工业生产中得到应用；1969 年，美国通用汽车公司用 21 台工业机器人组成了焊接轿车车身的自动生产线。此后，各工业发达国家都很重视研制和应用工业机器人。

由于工业机器人具有一定的通用性和适应性，能适应多品种中、小批量的生产，20 世纪 70 年代起，常与数字控制机床结合在一起，成为柔性制造单元或柔性制造系统的组成部分。

FANUC 工业机器人的用途：

- 弧焊：Arc welding。

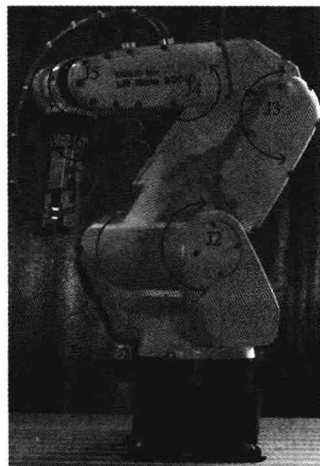


图 1-1 6 轴工业机器人

- 搬运: Handling。
- 点焊: Spot welding。
- 涂胶: Sealing。
- 喷漆: Painting。
- 其他用途: 切割、去毛刺、激光焊接、测量。

3. 中国的工业机器人

我国工业机器人起步于20世纪70年代初期,经过20多年的发展,大致经历了3个阶段:20世纪70年代的萌芽期,80年代的开发期和90年代的适用化期。

20世纪70年代是世界科技发展的一个里程碑:人类登上了月球,实现了金星、火星的软着陆。我国也发射了人造卫星。世界上工业机器人应用掀起一个高潮,尤其在日本发展更为迅猛,它补充了日益短缺的劳动力。在这种背景下,我国于1972年开始研制自己的工业机器人。

进入20世纪80年代后,在高新技术浪潮的冲击下,随着改革开放的不断深入,我国机器人技术的开发与研究得到了政府的重视与支持。“七五”期间,国家投入资金,对工业机器人及其零部件进行攻关,完成了示教再现式工业机器人成套技术的开发,研制出了喷涂、点焊、弧焊和搬运机器人。1986年国家高技术研究发展计划(863计划)开始实施,智能机器人主题跟踪世界机器人技术的前沿,经过几年的研究,取得了一大批科研成果,成功地研制出了一批特种机器人。

从20世纪90年代初期起,我国的国民经济进入实现两个根本转变时期,掀起了新一轮的体制改革和技术进步热潮,我国的工业机器人又在实践中迈进一大步,先后研制出了点焊、弧焊、装配、喷漆、切割、搬运、包装码垛等各种用途的工业机器人,并实施了一批机器人应用工程,形成了一批机器人产业化基地,为我国机器人产业的腾飞奠定了基础。

4. 工业机器人的结构与分类

工业机器人由主体、驱动系统和控制系统三个基本部分组成。主体即机座和执行机构,包括臂部、腕部和手部,有的机器人还有行走机构。大多数工业机器人有3~6个运动自由度,其中腕部通常有1~3个运动自由度;驱动系统包括动力装置和传动机构,用以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。

工业机器人按臂部的运动形式分为四种。直角坐标型的臂部可沿三个直角坐标移动;圆柱坐标型的臂部可作升降、回转和伸缩动作;球坐标型的臂部能回转、俯仰和伸缩;关节型的臂部有多个转动关节。

工业机器人按执行机构运动的控制机能,又可分点位型和连续轨迹型。点位型只控制执行机构由一点到另一点的准确定位,适用于机床上下料、点焊和一般搬运、装卸等作业;连续轨迹型可控制执行机构按给定轨迹运动,适用于连续焊接和涂装等作业。

工业机器人按程序输入方式区分有编程输入型和示教输入型两类。编程输入型是将计算机上已编好的作业程序文件,通过RS232串口或者以太网等通信方式传送到机器人控制柜。

示教输入型的示教方法有两种:一种是由操作者用手动控制器(示教操纵盒),将指令信号传给驱动系统,使执行机构按要求的动作顺序和运动轨迹示教一遍;另一种是由操作者直接驱动和控制执行机构,按要求的动作顺序和运动轨迹示教一遍。在示教过程的同时,工作程序的信息即自动存入程序存储器中。在机器人自动工作时,控制系统从程序存储器中检出相应信息,将指令信号传给驱动机构,使执行机构再现示教的各种动作。示教输入程序的工业机器人称为示教再现型工业机器人。

具有触觉、力觉或简单视觉的工业机器人,能在较为复杂的环境下工作;如具有识别功能或更进一步增加自适应、自学习功能,即成为智能型工业机器人。它能按照人给的“宏指令”自选

或自编程序去适应环境，并自动完成更为复杂的工作。

第二节 FANUC 工业机器人

1. FANUC 机器人硬件系统

(1) 基本参数。

- 电动机：交流伺服电动机。
- CPU：32 位高速。
- 输入电源：R-J3IB 380V/3 相；R-J3IB Ma-

te380V/3 相。

- I/O 设备：Process I/O, Module A, B 等。

(2) 工业机器人系统构成。工业机器人系统构成见图 1-2。

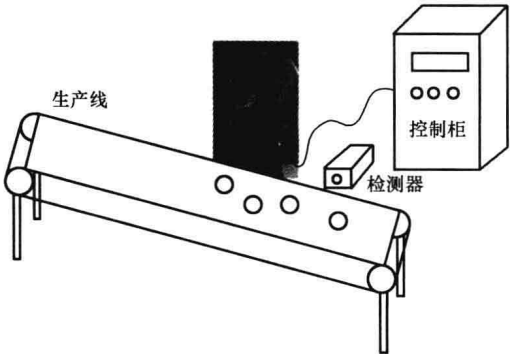


图 1-2 工业机器人系统

2. FANUC 机器人软件系统

- 用途：软件。
- 搬运：Handling Tool。
- 涂胶：Sealing Tool。
- 弧焊：Arc Tool。
- 点焊：Spot Tool。
- 油漆：Paint Tool 。
- 激光焊接和切割：Laser Tool。

3. FANUC 机器人的型号（见表 1-1）

表 1-1 FANUC 机器人主要型号

型 号	轴数	手部负重 (kg)	型 号	轴数	手部负重 (kg)
LR Mate 100iC/200iC	5/6	5/5	R-2000iB	6	210(165,200,100,125,175)
ARC Mate 100iB/M-6iB	6	6 (2)	M-900iA/M-410iB	6/4	600/450(300, 160)

4. FANUC 机器人的主要参数

- (1) 手部负重。
- (2) 运动轴数。
- (3) 2, 3 轴负重。
- (4) 运动范围。
- (5) 安装方式。
- (6) 重复定位精度。
- (7) 最大运动速度。

5. FANUC 机器人的安装环境

- (1) 环境温度：0~45℃
- (2) 环境湿度：
 - 普通：75%RH（无露水、霜冻）。
 - 短时间：85%（一个月之内）。
- (3) 振动： $\leq 0.5G$ ($4.9m/s^2$)。

6. FANUC 机器人的编程方式

- (1) 在线编程。在现场使用示教盒编程。
- (2) 离线编程。在 PC 计算机上安装 FANUC 编程软件的编程。

7. FANUC 机器人的特色功能

(1) High sensitive collision detector。高性能碰撞检测机能，机器人无须外加传感器，各种场合均适用。

(2) Soft float。软浮动功能，用于机床工件的安装和取出，有弹性的机械手。

(3) Remote TCP。通过网络，实现远程 TCP 控制。

8. 影响机器人运动的因素

机器人根据 TP 示教或程序中的运动指令进行移动。

(1) TP 示教。影响运动的因素：

- 1) 示教坐标系（通过 COORD 键切换）。
- 2) 示教速度（通过速度键切换）。

(2) 执行程序。影响运动的因素：

- 1) 运动类型。
- 2) 位置信息。
- 3) 运动速度。
- 4) 终止类型。

9. 附加轴

R-J3iC 控制器最多可控制 40 根轴，最多可控制 5 个组，每组最多可控制 9 根轴。每个组的操作是独立的。

每个单机机器人最多可以加 3 根附加轴（除了机器人的 6 根轴），附加轴类型：

- (1) 外部轴。控制时与机器人的运动无关，只能在关节运动。
- (2) 内部轴。直线运动或圆弧运动时，和机器人一起控制。

第三节 控 制 器

1. 控制器概述

控制器是机器人控制单元，由以下几部分组成：

- 示教盒。
- 操作面板及其电路板。
- 主板、主板电池。
- I/O 板。
- 电源供给单元。
- 紧急停止单元。
- 伺服放大器。
- 变压器。
- 风扇单元。
- 断路器、再生电阻。

机器人控制器包括动力单元、使用者接口电路、动作控制电路、存储器电路和输入输出电路。

使用者应该使用示教盒和操作面板操作控制单元。

操作控制线路控制伺服放大，通过主 CPU 电路，从而控制运行所有的机器人轴。

存储器电路可以存储由使用者设置在 CPU 电路板上的 C-MOS 存储器上的程序和数据。

输入输出电路通过 I/O 接口电缆和外围连接电缆，接受和传送信号，使控制器与外围设备互联。远程输入输出信号用于和远程控制器的通信。

2. 控制器部件

(1) TP 示教盒。TP 示教盒见图 1-3 所示。

(2) 伺服放大器、风扇等。伺服放大器、风扇见图 1-4。

伺服放大器用于控制工业机器人各轴的运动，风扇用于散热。

(3) 控制器操作面板。控制器操作面板见图 1-5。



图 1-3 TP 示教盒

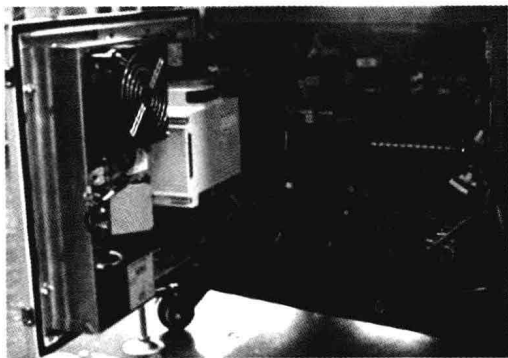


图 1-4 伺服放大器

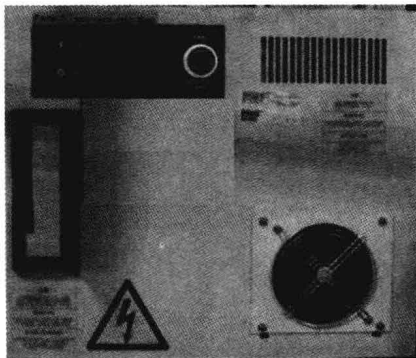


图 1-5 控制器操作面板

3. 示教盒 TP

(1) TP (Teach Pendant) 的作用：

- 1) 点动机器人。
- 2) 编写机器人程序。
- 3) 试运行程序。
- 4) 控制生产运行。
- 5) 查阅机器人的状态 (I/O 设置，位置)。

(2) 认识 TP 上的功能键。TP 上的键分布图见图 1-6。

1) 液晶屏。

液晶屏 (16×40)：显示程序、数据、对话信息等。

2) 操作键的名称、功能。

MENUS 菜单键：用此键设置菜单屏幕。

EDIT 编辑键：用此键显示程序编辑界面。

DATA 数据键：用此键显示程序数据界面。

SELECT 选择键：用此键显示程序选择界面。

← ↑ → ↓ 光标键：用此键移动光标。

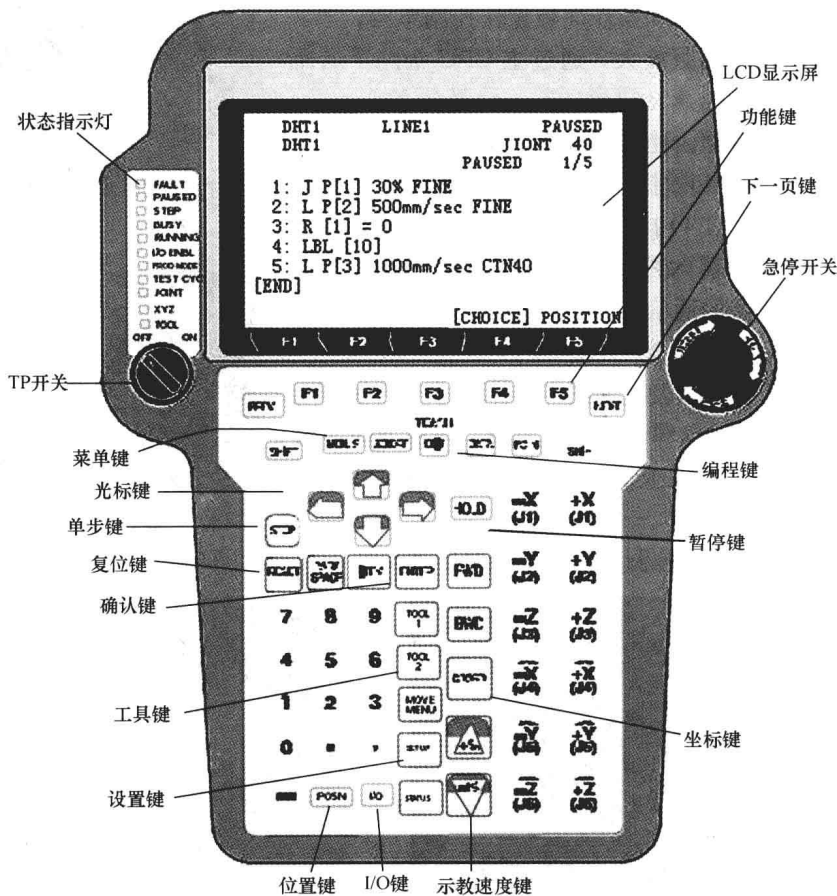


图 1-6 TP 上的键分布图

STEP 单步键：用此按钮开关选择是否单步运行。

RESET 复位键：通过此键解除警报。

BACK SPACE 退位键：用此键立即删除光标前的字符或者数字。

ITEM 项目键：选择项目。

ENTER 确认键：用此键确认输入一个数字量或者从菜单选择一个项目。

POSN 位置键：用此键调用位置（POSITION）屏幕。

I/O 输入输出（I/O）键：用此键调用输入输出（I/O）屏幕。

STATUS 状态键：用此键调用状态（STATUS）屏幕。

FCTN 键：按此键调出辅助菜单。

HOLD 暂停键：用此键停止机器人运行。

FWD 前进键：（+SHIFT 键）通过此键由前至后执行程序。

BWD 后退键：（+SHIFT 键）通过此键由后至前执行程序。

COORD 坐标键：通过此键选择进给坐标系或其他部分。

$\Delta +\%$ 、 $\nabla -\%$ 进给示教加、减速键：用此键控制进给示教速度的增量，调整运动中的机器人进给速度。

TOOL 工具键：用此键调用工具 1（Tool 1）和工具 2（Tool 2）屏幕。

MOVE MENU 移动菜单键：用此键调用一个宏命令。创建一个移动到这个参考位置的程序，给它分配一个宏指令，通过这个键就可以达到目的。

SET UP 设置键：用此键调用设置（SETUP）屏幕。

F1 F2 F3 F4 F5 功能键：用这些键功能可选择界面最下面行的功能菜单。

PREV 前页键：此键功能切换到前一页屏幕。

NEXT 下一页键：此键功能是切换功能键菜单屏幕到下一页。

FCTN 辅助功能键：此键显示辅助功能屏幕菜单。

SHIFT 移动键：用 SHIFT 键执行机器人的进给，示教位置数据并运行程序。左右两个 SHIFT 键功能相同。

进给示教键：

-Z	-Y	-X	+Z	+Y	+X
(J3)	(J2)	(J1)	(J3)	(J2)	(J1)
-Z	-Y	-X	+Z	+Y	+X
(J6)	(J5)	(J4)	(J6)	(J5)	(J4)

当移动键（SHIFT）按下时，这些进给示教键有效。

(3) TP 上的开关。TP 上的示教使能开关、紧急停止开关、特殊手持开关见图 1-7。



图 1-7 TP 上的开关

TP 上的开关作用如表 1-2 所示。

表 1-2	TP 上的开关作用
TP 示教使能开关	Teach pendant enable switch, 此开关控制 TP 有效/无效，当 TP 无效时，示教、编程、手动运行不能被使用
特殊手持开关	只有当 TP 的 DEADMAN 开关被按下，机器人才能运动，一旦松开，机器人立即停止运动
紧急停止按钮开关	EMERGENCY STOP button 按钮被按下，机器人立即停止运动

(4) TP 的状态指示灯。TP 上的状态指示灯的作用如表 1-3 所示。

表 1-3	TP 上的状态指示灯的功能
LED 指示灯	功 能
FAULT	显示一个报警出现

续表

LED 指示灯	功 能
HOLD	显示暂停键被按下
STEP	显示机器人在单步操作模式下
BUSY	显示机器人正在工作，或者程序被执行，或者打印机和软盘驱动器正在被操作
RUNNING	显示程序正在被执行
I/O ENBL	显示 I/O 信号被允许
PROD MODE	显示系统处于生产模式，当接收到自动运行启动信号时，程序开始运行
TEST CYC	显示程序正在测试运行
JOINT	显示示教坐标系是关节坐标系
XYZ	显示示教坐标系是通用坐标系或用户坐标系
TOOL	显示示教坐标系是工具坐标系

(5) TP 的显示屏。TP 的显示屏显示的内容见图 1-8。

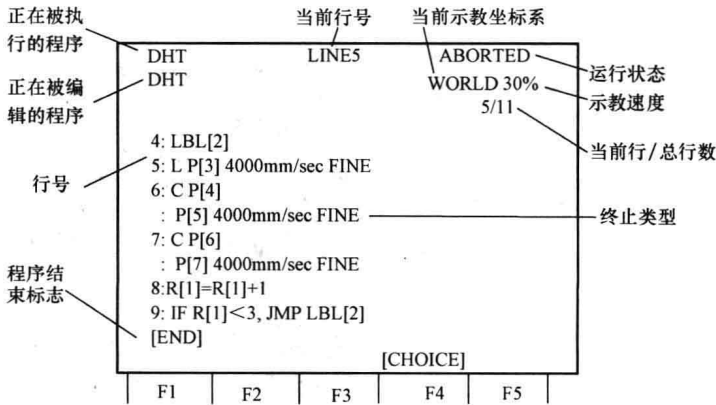


图 1-8 TP 的显示屏

- 1) 液晶屏（16×40），16 行，每行可显示 40 个字符。
- 2) 显示正在运行的程序。
- 3) 显示正在被编辑的程序。
- 4) 显示当前示教的坐标系。
- 5) 显示当前行。
- 6) 显示程序的总行数。
- 7) 显示行号。
- 8) 显示终止类型。
- 9) 显示运动状态。
- 10) 显示示教速度。

各种不同的运行、编辑模式、坐标系的不同，显示的内容不同。

(6) 屏幕菜单和功能菜单。

1) 屏幕菜单（MENU）。按下示教盒上的“MENUS”键，显示选项菜单。按示教盒上的数字键或按示教盒上的上、下移动光标键，可以选择相应的操作项目，进行相关的操作。

MENUS	1 UTILITIES	1 SELECT
	2 TEST CYCLE	2 EDIT
	3 MANUL FCTNS	3 DATA
	4 ALARM	4 STATUS
	5 I/O	5 POSITION
	6 SETUP	6 SYSTEM
	7 FILE	7
	8	8
	9 USER	9
	0 —NEXT—	0 —NEXT—

Page 1

Page 2

屏幕菜单功能如表 1-4 所示。

表 1-4 屏幕菜单（MENU）的功能

项 目	功 能
UTILITIES	显示提示
TEST CYCLE	为测试操作指定数据
MANUAL FCTNS	执行宏指令
ALARM	显示报警历史和详细信息
I/O	显示和手动设置输出，仿真输入/输出，分配信号
SETUP	设置系统
FILE	读取或存储文件
USER	显示用户信息
SELECT	列出和创建程序
EDIT	编辑和执行程序
DATA	显示寄存器、位置寄存器和堆栈寄存器的值
STATUS	显示系统状态
POSITION	显示机器人当前的位置
SYSTEM	设置系统变量，Mastering

2) 功能菜单（FCTN）。按下示教盒上的“FCTN”键，显示功能菜单。按示教盒上的数字键或按示教盒上的上、下移动光标键，可以选择相应功能的操作项目，进行相关的操作。

FCTN	1 ABORT	1 QUICK/FULL MENUS
	2 Disable FWD/BWD	2 SAVE
	3 CHANGE GROUP	3 PRINT SCREEN
	4 TOG SUB GROUP	4 PRINT
	5 TOG WRIST JOG	5
	6	6
	7 RELEASE WAIT	7
	8	8
	9	9
	0 —NEXT—	0 —NEXT—

Page 1

Page 2

功能菜单的功能如表 1-5 所示。

表 1-5 功能菜单（FCTN）的功能

项 目	功 能
ABORT	强制中断正在执行或暂停的程序
Disable FWD/BWD	使用 TP 执行程序时，选择 FWD/BWD 是否有效
CHANGE GROUP	改变组（只有多组被设置时才会显示）
TOG SUB GROUP	在机器人标准轴和附加轴之间选择示教对象
RELEASE WAIT	跳过正在执行的等待语句。当等待语句被释放时，执行中的程序立即被暂停在下一个等待语句处
QUICK/FULL MENUS	在快速菜单和完整菜单之间选择
SAVE	保存当前屏幕中相关的数据到软盘中
PRINT SCREEN	打印当前屏幕的数据
PRINT	打印当前屏幕的数据

3) 快速菜单（QUICK MENUS）。快速菜单的功能如表 1-6 所示。

表 1-6 快速菜单（QUICK MENUS）的功能

项 目	功 能	项 目	功 能
ALARM	显示报警	MANAL FCTNS	显示手动操作功能
UTILITIES	显示提示	I/O	显示输入/输出
TEST CYCLE	显示测试	STATUS	显示状态
DATA	显示数据	POSITION	显示位置

4. 远端控制器

远端控制器是和机器人控制器相连的外围设备，用来设置系统，包括以下形式：

- 1) 主控计算机（Host Computer）。
- 2) 可编程控制器（PLC）。
- 3) 用户控制面板。
- 5. 显示器和键盘

外接的显示器和键盘通过 RS-232C 与控制器相连，可以执行几乎所有的 TP 功能。和机器人操作相关的功能只能通过 TP 实现。

6. 通信

- 1) 一个标准的 RS-232C 接口（外部）。
- 2) 两个可选的 RS-232C 接口（内部）。

7. 输入/输出 I/O

输入/输出信号包括以下：

- 1) 模拟输入/输出 AI/AO（0 to 16383 15 位数字值）。
- 2) 数字输入/输出 DI/DO（512/512）。
- 3) 组输入/输出 GI/GO（0 to 65535 最多 16 位）。
- 4) 机器人输入/输出 RI/RO。

5) 操作者面板输入/输出 SI/SO。

6) 外部输入/输出 UI/UO。

输入/输出设备有以下 3 种类型:

1) Model A。

2) Model B。

3) Process I/O PC 板。

其中 Process I/O 板可使用的信号线数最多, 最多是 512 个。

8. 外部 I/O

外部信号是发送和接受来自远端控制器或周边设备的信号, 可以执行以下功能:

- 选择程序。
- 开始和停止程序。
- 从报警状态中恢复系统。
- 其他。

9. 急停设备

- 2 个急停按钮 (一个位于操作箱面板, 一个位于 TP 面板)。
- 外部急停 (输入信号)。
- 外部急停的输入端子位于控制器或操作箱内。

10. 附加轴

每个组最多可以有 3 根附加轴 (除了机器人的 6 根轴)。

附加轴有以下 2 种类型:

- (1) 外部轴。控制时与机器人的运动无关, 只能在关节运动。
- (2) 内部轴。直线运动或圆弧运动时, 和机器人一起控制。

第四节 点动控制机器人

1. 电源控制

(1) 通电。

1) 将操作者面板上的断路器置于 ON。

2) 接通电源前, 检查工作区域包括机器人、控制器等。检查所有的安全设备是否正常。

3) 将操作者面板上的电源开关置于 ON。

(2) 关断电源。

1) 通过操作者面板上的暂停按钮停止机器人。

2) 将操作者面板上的电源开关置于 OFF。

3) 操作者面板上的断路器置于 OFF。

注意: 如果有外部设备诸如打印机、软盘驱动器、视觉系统等和机器人相连, 在断电前, 要首先将这些外部设备关掉, 以免损坏。

2. 点动控制机器人

(1) 释放急停开关。

(2) TP 使能开关 ON/OFF 设为 ON。

(3) 按 RESET 复位键消除报警。

(4) 按住 DEADMAN 特殊手持开关中的任一开关。