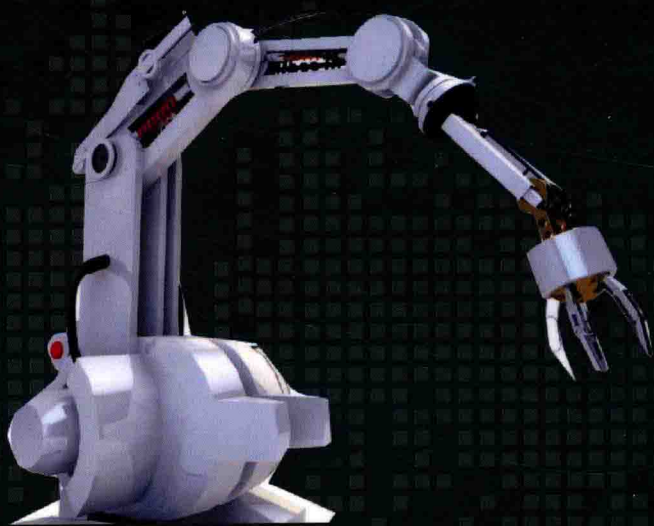


黄风 编著

工业机器人与 自控系统的集成应用

Industrial
Robots



化学工业出版社

黄风 编著

工业机器人与 自控系统的集成应用

Industrial
Robots



化学工业出版社

· 北京 ·

本书从实用的角度出发,对工业机器人与 PLC 控制系统的综合应用、触摸屏与机器人的联合应用、机器人与视觉系统的综合应用,特别是机器人视觉追踪功能的实际应用做了详细的说明,提供了视觉追踪的实用机器人程序和案例。为了使读者掌握机器人的高级应用的基础知识,本书对机器人的特殊功能、快速编程指令、状态变量、参数功能及软件应用等方面也做了深入浅出的介绍,提供了大量的程序指令解说案例。

本书可供工业机器人设计、应用的工程技术人员,高等院校机械、电气控制、自动化等专业师生学习和参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

工业机器人与自控系统的集成应用/黄风编著. —北京:
化学工业出版社, 2017. 1
ISBN 978-7-122-28590-4

I. ①工… II. ①黄… III. ①工业机器人-自动控制
系统 IV. ①TP242. 2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 287861 号

责任编辑: 张兴辉
责任校对: 王素芹

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 三河市延风印装有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 18 $\frac{3}{4}$ 字数 507 千字 2017 年 2 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 89.00 元

版权所有 违者必究

20世纪60年代,在桂林的一个小人书摊前,一个小孩坐在小凳上看一本科幻的小人书,书中讲述了一个机器人冒充足球队员踢球的故事,这个冒名顶替的“足球队员”又能跑,又能抢,关键是射门准确,只要球队处于劣势,把他换上场就无往而不胜。这个故事太吸引人了,小孩恨不得自己就是那个机器人。这个小孩就是当年的我。50年过去了,有些科幻成了现实,有些现实超越了科幻。

机器人在人们的生活中越来越多地出现。而工业机器人是机器人领域中的重要分支,是智能制造的核心技术。近年来,工业机器人在制造领域的应用如火如荼。工业机器人行业是国家和地方政府大力扶持的高新技术行业。据国际机器人联合会估计,2014年全球工业机器人销量约为225000台,较2013年增长27%。工业机器人销量在全球所有主要市场均出现增长,其中亚洲市场增长过半。中国市场表现尤为耀眼,2014年工业机器人销量约为56000台,中国地区工业机器人销售量同比增长54%,这表明中国正在加快工业机器人普及速度。2016年中国安装的工业机器人数量将位居全球之首。

本书从实用的角度出发,对机器人与PLC控制系统的综合应用、触摸屏与机器人的联合应用、机器人与视觉系统的综合应用、特别是机器人视觉追踪功能的实际应用做了详细的说明,提供了视觉追踪的实用机器人程序和案例。

为了使读者掌握机器人的高级应用的基础知识,本书对机器人的特殊功能、快速编程指令、状态变量、参数功能及软件应用等方面也做了深入浅出的介绍,提供了大量的程序指令解说案例。

本书第1章是机器人的基本功能介绍,是机器人应用的理论基础,主要介绍了机器人的选型、特殊功能。工业机器人实质上也是一种运动控制器,机器人具有的特殊功能其他运动控制器所没有的。

第2章介绍了机器人在现场应用中与控制器等外围设备的连接及配线,介绍了输入输出信号的定义方法,这对于机器人的使用而言是最基础的第1步。

第3章介绍了工业机器人的特殊功能。虽然工业机器人实质上也是一种运动控制器,但是机器人具有多轴联动功能,这是一般的运动控制器所难以达到的,所以机器人有很多不同于一般运动控制器的功能,这些功能必须预先加以说明。

根据“二八原则”,可能只有20%的功能是最常用的。因此在第4章介绍了最常用的编程指令,便于读者的快速入门和应用。

第5章介绍了机器人专用输入输出信号的使用。作为自动化生产线上一个核心控制设备,机器人必须与PLC主控系统、外围检测信号有许多信息交流,为了便于机器人的使用,机器人系统配置了许多专用输入输出信号,正确地连接和使用这些输入输出信号是机器人正常工作的前提。

第6章介绍了机器人与PLC系统的联合应用。机器人控制器在整个控制系统中既可以作为一个独立的运动控制器,也可以作为三菱Q平台上的一个CPU通过总线控制运行。本章介绍了设置的方法和应用的案例。

第7章介绍了工业机器人直接与触摸屏连接使用的方法。在很多应用场合，为了简化控制方案，降低成本，需要工业机器人直接与触摸屏连接使用。

本章介绍了连接使用方法以及在触摸屏一侧所进行的设置和画面制作。

第8章介绍了机器人与视觉系统连接使用的方法。机器人与视觉系统的联合使用越来越普遍，也是工业机器人现场使用的重点之一。

本章介绍了视觉标定的方法，详细解释了视觉指令的使用方法，提供了视觉应用的程序案例。

第9章介绍了工业机器人的视觉追踪功能使用的方法。视觉追踪功能是机器人在流水线上工作时必须使用的功能，也是机器人应用的难点之一，本章用较多的篇幅介绍了视觉追踪功能的原理、视觉追踪专用指令和参数、现场操作、视觉标定，提供了实用的视觉追踪程序，也提供了故障排除案例。

第10~12章是机器人的工作案例，介绍了控制方案制定和硬件配置方案，提供了实用的控制程序。

第13章介绍了机器人编程软件的使用。该软件具有强大功能，深入地了解使用对工业机器人的现场应用有极大的帮助。

感谢林步东先生对本书的写作提供了大量的支持。

笔者学识有限，书中难免有不足之处，希望读者批评指教和交流。

笔者邮箱：hhhfff57710@163.com。

编著者

第 1 章 实用工业机器人的技术规格 / 1

- 1.1 机器人概述 / 1
 - 1.1.1 机器人基本知识 / 1
 - 1.1.2 机器人功能 / 1
 - 1.1.3 机器人型号 / 1
- 1.2 机器人技术规格 / 2
 - 1.2.1 垂直多功能机器人技术规格 / 2
 - 1.2.2 水平多功能机器人技术规格 / 3
- 1.3 技术规格中若干性能指标的解释 / 4
 - 1.3.1 机器人部分有关规格的名词术语 / 4
 - 1.3.2 负载重量及其他影响因素 / 5
 - 1.3.3 控制器技术规格 / 6
 - 1.3.4 控制器有关规格的名词术语 / 7

第 2 章 机器人及控制器的连接 / 8

- 2.1 机器人各部分名称及用途 / 8
- 2.2 控制器各部分接口名称及用途 / 8
- 2.3 机器人与控制器连接 / 9
 - 2.3.1 机器人与控制器连接 / 9
 - 2.3.2 机器人的接地 / 10
- 2.4 机器人与外围设备连接 / 10
- 2.5 急停及安全信号 / 11
- 2.6 模式选择信号 / 13
- 2.7 I/O 信号的连接及功能定义 / 14
 - 2.7.1 概述 / 14
 - 2.7.2 实用板卡配置 / 14
 - 2.7.3 板卡型 2D-TZ368(漏型) 的输入输出电路技术规格 / 14
 - 2.7.4 板卡型 2D-TZ378(源型) 的输入输出电路技术规格 / 16
 - 2.7.5 硬件的插口与针脚定义 / 17
 - 2.7.6 输入输出模块 2A-RZ361 / 19
- 2.8 实用机器人控制系统的构建 / 19

第 3 章 机器人特有的功能 / 21

- 3.1 机器人坐标系及原点 / 21
 - 3.1.1 世界坐标系 / 21
 - 3.1.2 基本坐标系 / 22
 - 3.1.3 机械 IF 坐标系 / 22
 - 3.1.4 工具(TOOL) 坐标系 / 23
 - 3.1.5 工件坐标系 / 25
 - 3.1.6 JOG 动作 / 26
- 3.2 专用输入输出信号 / 26
 - 3.2.1 机器人控制器的通用输入输出信号 / 26
 - 3.2.2 机器人控制器的专用输入输出信号 / 27
- 3.3 操作权 / 27
- 3.4 最佳速度控制 / 28
- 3.5 最佳加减速度控制 / 28
- 3.6 柔性控制功能 / 28
- 3.7 碰撞检测功能 / 28
- 3.8 连续轨迹控制功能 / 28
- 3.9 程序连续执行功能 / 28
- 3.10 附加轴控制 / 29
- 3.11 多机器人控制 / 29
- 3.12 与外部机器人通信功能 / 29
- 3.13 中断功能 / 29
- 3.14 子程序功能 / 29
- 3.15 码垛指令功能 / 29
- 3.16 用户定义区 / 29
- 3.17 动作范围限制 / 29
- 3.18 特异点 / 30

- 3.19 保持紧急停止时的运动轨迹 / 30
- 3.20 机器人的“形位(pose)” / 30

- 3.20.1 一般说明 / 30
- 3.20.2 对结构标志 FL1 的详细说明 / 31

第4章 编程指令快速入门 / 34

- 4.1 MELFA-BASIC V 的详细规格 / 34
 - 4.1.1 MELFA-BASIC V 的详细规格 / 34
 - 4.1.2 有特别定义的文字 / 35
 - 4.1.3 数据类型 / 36
- 4.2 动作指令 / 36
 - 4.2.1 Mov——关节插补 / 36
 - 4.2.2 Mvs——直线插补 / 37
 - 4.2.3 Mvc(Move C) ——三维真圆插补指令 / 38
 - 4.2.4 Cnt (Continuous)——连续轨迹运行 / 39
 - 4.2.5 加减速时间与速度控制 / 40
 - 4.2.6 Fine——定位精度 / 41
 - 4.2.7 Prec——高精度轨迹控制 / 42
 - 4.2.8 抓手 TOOL 控制 / 42
 - 4.2.9 Plt (Pallet) ——码垛指令 / 43
- 4.3 程序结构指令 / 46
 - 4.3.1 无条件跳转指令 / 46
 - 4.3.2 根据条件执行程序分支跳转的指令 / 46
- 4.4 外部输入输出信号指令 / 48
 - 4.4.1 输入信号 / 48
 - 4.4.2 输出信号 / 48
- 4.5 通信指令 / 48
 - 4.5.1 Open——通信启动指令 / 49
 - 4.5.2 Print——输出字符串指令 / 50
 - 4.5.3 Input——从指定的文件中接收数据,接收的数值为 ASCII 码 / 51
 - 4.5.4 On Com GoSub 指令 / 51
 - 4.5.5 Com On/ Com Off /Com Stop / 51
- 4.6 运算指令 / 52
 - 4.6.1 位置数据运算(乘法) / 52
 - 4.6.2 位置数据运算(加法) / 52
- 4.7 多任务处理 / 53
 - 4.7.1 多任务定义 / 53
 - 4.7.2 设置多程序任务的方法 / 53
 - 4.7.3 各任务区内的工作状态 / 54
 - 4.7.4 多任务应用案例 / 55

第5章 输入输出信号的功能与设置 / 57

- 5.1 输入输出信号的分类 / 57
- 5.2 专用输入输出信号详解 / 57
 - 5.2.1 专用输入输出信号一览表 / 57
 - 5.2.2 专用输入信号详解 / 60
 - 5.2.3 专用输出信号详解 / 70
- 5.3 使用外部信号选择程序的方法 / 81
 - 5.3.1 先选择程序再启动 / 81
 - 5.3.2 “选择程序号”与“启动”信号同时生效 / 83

第6章 机器人与 PLC 的联合运行 / 85

- 6.1 机器人控制器的型号分类 / 85
- 6.2 独立型机器人控制器与通用 PLC 的连接与编程 / 86
 - 6.2.1 独立型机器人控制器与通用 PLC 的连接 / 86
 - 6.2.2 机器人一侧专用输入输出功能的设置 / 88
 - 6.2.3 编程样例——操作面板功能的编程应用 / 88
- 6.3 机器人 Q 型控制器的应用 / 89
 - 6.3.1 连接 / 90
 - 6.3.2 参数设置 / 90
 - 6.3.3 CPU 共有内存与输入输出信号的对应 / 93
 - 6.3.4 编程样例 / 93

第7章 触摸屏在机器人上的应用 /96

- 7.1 概述 / 96
- 7.2 GOT 与机器人控制器的连接及通信参数设置 / 96
 - 7.2.1 GOT 与机器人控制器的连接 / 96
 - 7.2.2 GOT 机种选择 / 96
 - 7.2.3 GOT 一侧通信参数设置 / 96
 - 7.2.4 机器人一侧通信参数的设置 / 98
- 7.3 输入输出信号画面制作 / 99
 - 7.3.1 GOT 器件与机器人 I/O 地址的对应关系 / 99
 - 7.3.2 “输入输出点” 器件制作方法 / 101
- 7.4 程序号的设置与显示 / 102
 - 7.4.1 程序号的选择设置 / 102
 - 7.4.2 程序号输出 / 103
- 7.5 速度倍率的设置和显示 / 104
 - 7.5.1 速度倍率的设置 / 104
 - 7.5.2 速度倍率输出 / 104
- 7.6 机器人工作状态读出及显示 / 106
- 7.7 JOG 画面制作 / 107

第8章 视觉系统的应用 /109

- 8.1 概述 / 109
- 8.2 前期准备及通信设置 / 109
 - 8.2.1 基本设备配置及连接 / 109
 - 8.2.2 通信设置 / 110
- 8.3 工具坐标系原点的设置 / 112
 - 8.3.1 操作方法 / 112
 - 8.3.2 求 TOOL 坐标系原点的程序 TLXY / 112
- 8.4 坐标系标定 / 113
 - 8.4.1 前期准备 / 113
 - 8.4.2 坐标系标定步骤 / 113
- 8.5 视觉传感器程序制作 / 114
- 8.6 视觉传感器与机器人的通信 / 114
- 8.7 调试程序 / 115
- 8.8 动作确认 / 116
- 8.9 与视觉功能相关的指令 / 116
- 8.10 视觉功能相关的指令详细说明 / 117
 - 8.10.1 NVOpen (Network vision sensor line open) / 117
 - 8.10.2 NVClose——关断视觉传感器通信线路指令 / 118
 - 8.10.3 NVLoad——加载程序指令 / 119
 - 8.10.4 NVPst——启动视觉程序获取信息指令 / 120
 - 8.10.5 NVIn——读取信息指令 / 123
 - 8.10.6 NVRun——视觉程序启动指令 / 124
 - 8.10.7 NVTrg——请求拍照指令 / 124
 - 8.10.8 P_NvS1~P_NvS8——位置型变量 / 125
 - 8.10.9 M_NvNum——状态变量(存储视觉传感器检测到的工件数量的状态变量) / 126
 - 8.10.10 M_NvOpen——状态变量(存储视觉传感器的连接状态的状态变量) / 126
 - 8.10.11 M_NvS1~M_NvS8——视觉传感器的识别数据的数值型变量 / 127
 - 8.10.12 EBRead (Easy Builder Read) ——读数据指令(康奈斯专用) / 128
- 8.11 应用案例 / 130
 - 8.11.1 案例 1: 抓取-放置工件 / 130
 - 8.11.2 案例 2 / 133

第9章 视觉追踪 /137

- 9.1 概述 / 137
 - 9.1.1 什么是追踪功能 / 137
 - 9.1.2 一般应用案例 / 137
 - 9.1.3 追踪功能技术术语和缩写 / 138
 - 9.1.4 可构成的追踪应用系统 / 138
- 9.2 硬件系统构成 / 139
 - 9.2.1 传送带追踪用部件构成 / 139
 - 9.2.2 视觉追踪系统部件构成 / 139
 - 9.2.3 传送带追踪系统构成案例 / 140
 - 9.2.4 视觉追踪系统构成案例 / 141
- 9.3 技术规格 / 142
- 9.4 追踪工作流程 / 142
- 9.5 设备连接 / 143
 - 9.5.1 设备连接 / 143
 - 9.5.2 抗干扰措施 / 145
 - 9.5.3 与光电开关的连接 / 145
- 9.6 参数的定义及设置 / 146
- 9.7 追踪程序结构 / 147

- 9.7.1 传送带追踪程序结构 / 147
- 9.7.2 视觉追踪程序结构 / 147
- 9.8 A 程序——传送带运动量与机器人移动量关系的标定 / 148
 - 9.8.1 示教单元运行 A 程序的操作流程 / 148
 - 9.8.2 设置及操作 / 149
 - 9.8.3 确认 A 程序执行结果 / 151
 - 9.8.4 多传送带场合 / 151
 - 9.8.5 A 程序流程图 / 151
 - 9.8.6 实用 A 程序 / 151
- 9.9 B 程序——视觉坐标与机器人坐标关系的标定 / 152
 - 9.9.1 示教单元的操作 / 152
 - 9.9.2 现场操作流程 / 153
 - 9.9.3 操作确认 / 154
 - 9.9.4 实用 B 程序 / 155
 - 9.9.5 2D 标定操作 / 156
- 9.10 C 程序——抓取点标定 / 156
 - 9.10.1 用于传送带追踪的程序 / 156
 - 9.10.2 用于视觉追踪的 C 程序 / 158
- 9.11 1# 程序——自动运行程序 / 162
 - 9.11.1 示教 / 162
 - 9.11.2 设置调节变量 / 162
 - 9.11.3 1# 程序流程图 / 164
 - 9.11.4 实用 1# 程序 / 168
- 9.12 CM1 程序——追踪数据写入程序 / 175
 - 9.12.1 用于传送带追踪的程序 / 175
 - 9.12.2 用于视觉追踪的 CM1 程序 / 176
- 9.13 自动运行操作流程 / 182
- 9.14 追踪功能指令及状态变量 / 183
 - 9.14.1 追踪功能指令及状态变量一览 / 183
 - 9.14.2 追踪功能指令说明 / 184
- 9.15 故障排除 / 188
 - 9.15.1 报警号在 9000~9900 的故障 / 188
 - 9.15.2 其他报警 / 189
 - 9.15.3 改善样例 / 189
 - 9.15.4 调试故障及排除 / 190
- 9.16 参数汇总 / 193
- 9.17 传送带光电开关追踪程序汇总 / 194
 - 9.17.1 A 程序 / 194
 - 9.17.2 C 程序 / 195
 - 9.17.3 1# 程序 / 196
 - 9.17.4 CM1 程序 / 203
- 9.18 视觉追踪程序汇总 / 204
 - 9.18.1 A 程序 / 204
 - 9.18.2 B 程序 / 204
 - 9.18.3 C 程序 / 205
 - 9.18.4 1# 程序 / 207
 - 9.18.5 CM1 程序 / 214

第 10 章 机器人在仪表检测项目中的应用 / 219

- 10.1 项目综述 / 219
- 10.2 解决方案 / 219
 - 10.2.1 硬件配置 / 220
 - 10.2.2 输入输出点分配 / 220
- 10.3 编程 / 222
 - 10.3.1 总流程 / 222
 - 10.3.2 初始化程序流程 / 223
 - 10.3.3 上料流程 / 224
 - 10.3.4 卸料工步流程 / 226
 - 10.3.5 不良品处理程序 / 228
 - 10.3.6 不良品在 1# 工位的处理流程 (31TOX) / 230
 - 10.3.7 主程序子程序汇总表 / 233
- 10.4 结语 / 236

第 11 章 机器人在同步喷漆项目中的应用 / 237

- 11.1 项目综述 / 237
- 11.2 解决方案 / 237
 - 11.2.1 硬件配置 / 238
 - 11.2.2 输入输出点分配 / 238
- 11.3 编程 / 239
 - 11.3.1 编程规划 / 239
 - 11.3.2 伺服电机的运动曲线 / 239
 - 11.3.3 主要检测信号的功能 / 240
 - 11.3.4 PLC 相关程序 / 241
 - 11.3.5 机器人动作程序 / 241
- 11.4 结语 / 243

第 12 章 机器人在研磨抛光项目中的应用 /244

- 12.1 项目综述 / 244
- 12.2 解决方案 / 244
 - 12.2.1 硬件配置 / 244
 - 12.2.2 应对客户要求的解决方案 / 245
- 12.3 机器人工作程序编制及要求 / 246
 - 12.3.1 工作流程图 / 247
 - 12.3.2 子程序汇总表 / 247
 - 12.3.3 抛光主程序 / 248
 - 12.3.4 初始化子程序 / 248
 - 12.3.5 电流判断子程序 / 249
 - 12.3.6 背面抛光子程序 / 249
 - 12.3.7 长边 A 抛光子程序 / 250
 - 12.3.8 圆弧倒角子程序 / 251
 - 12.3.9 空间过渡子程序 / 252
- 12.4 结语 / 253

第 13 章 RT ToolBox2 软件的使用 /254

- 13.1 RT 软件的基本功能 / 254
 - 13.1.1 RT 软件的功能概述 / 254
 - 13.1.2 RT 软件的功能一览 / 254
- 13.2 程序的编制调试管理 / 255
 - 13.2.1 编制程序 / 255
 - 13.2.2 程序的管理 / 262
 - 13.2.3 样条曲线的编制和保存 / 263
 - 13.2.4 程序的调试 / 264
- 13.3 参数设置 / 266
 - 13.3.1 使用参数一览表 / 266
 - 13.3.2 按功能分类设置参数 / 267
- 13.4 机器人工作状态监视 / 269
 - 13.4.1 动作监视 / 269
 - 13.4.2 信号监视 / 271
 - 13.4.3 运行监视 / 272
- 13.5 维护 / 273
 - 13.5.1 原点设置 / 273
 - 13.5.2 初始化 / 276
 - 13.5.3 维修信息预报 / 276
 - 13.5.4 位置恢复支持功能 / 277
 - 13.5.5 TOOL 长度自动计算 / 277
 - 13.5.6 伺服监视 / 277
 - 13.5.7 密码设定 / 278
 - 13.5.8 文件管理 / 278
 - 13.5.9 2D 视觉校准 / 278
- 13.6 备份 / 280
- 13.7 模拟运行 / 280
 - 13.7.1 选择模拟工作模式 / 280
 - 13.7.2 自动运行 / 281
 - 13.7.3 程序的调试运行 / 282
 - 13.7.4 运行状态监视 / 282
 - 13.7.5 直接指令 / 283
 - 13.7.6 JOG 操作功能 / 283
- 13.8 3D 监视 / 283
 - 13.8.1 机器人显示选项 / 284
 - 13.8.2 布局 / 284
 - 13.8.3 抓手的设计 / 285

参考文献 /288

第 1 章

实用工业机器人的技术规格

1.1 机器人概述

1.1.1 机器人基本知识

机器人实质上是一套“数控系统”，也可以说是一套运动控制器，是一台可以多轴联动的数控系统。机器人可分为：

- ① 机器人本体 包含机械构件(各关节)和伺服电机。伺服电机已经安装在本体上。
- ② 控制器 包括控制 CPU、伺服驱动器、基本 I/O、各种通信接口(USB/以太网)。
- ③ 示教单元 也称为“手持操作器”，简称“TB”，用于手动操作机器人运行，确定各工作点、JOG 运行、设置参数、设置原点、显示机器人工作状态。
- ④ 附件 抓手和各种接口板。

1.1.2 机器人功能

本书以三菱机器人为例，介绍机器人的功能及规格。以下不特别提及，均指三菱机器人。

- ① 机器人可以由一套控制器控制做单机运行。
- ② 机器人可以装在三菱 QPLC 平台上作为其中的一个运动 CPU 运行。类似于 C70 数控系统。
- ③ 机器人可以配置一个 CCLINK 卡，作为 CCLINK 总线中的一个站。
- ④ 机器人还可以连接附加“通用伺服轴”，控制 9 个伺服轴运行。
- ⑤ 机器人可以连接触摸屏，由触摸屏进行控制。

1.1.3 机器人型号

(1) 垂直多功能机器人型号标注的含义

三菱机器人的型号标注如图 1-1 所示。

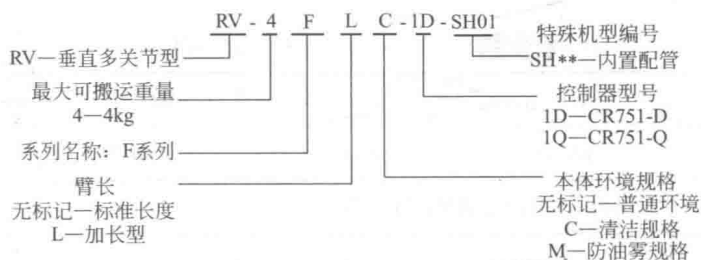


图 1-1 三菱机器人的型号标注规则

标注说明：

- ①【机器人型号分类】RV—垂直机器人；RH—水平机器人。
- ②【最大可搬运重量】4—4kg；7—7kg；13—13kg；20—20kg。
- ③【机器人型号系列】F系列。
- ④【轴数】示例：未标记—6轴型；J—5轴型。
- ⑤【机械臂长度】示例：未标记—标准机械臂；L或LL—长机械臂或加长机械臂。
- ⑥【环境规格/保护规格】未标记—一般环境(IP40)；M—油雾规格(IP67)；C—清洁规格(ISO等级3)。
- ⑦【控制器类型】D—独立控制器；Q—Q系列控制器。
- ⑧【特殊机号】限于订购了特殊规格的情况下。示例：SH××表示配线/配管内装规格。

(2) 水平多功能机器人型号标注的含义

水平多功能机器人型号标注如图 1-2 所示。

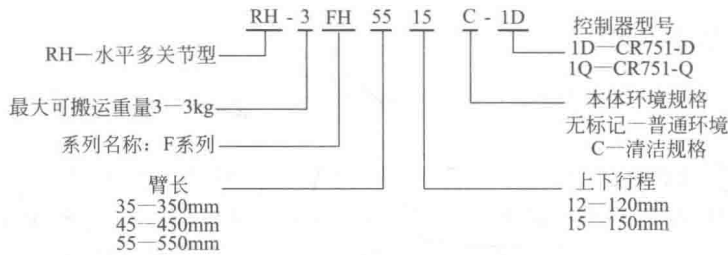


图 1-2 水平多功能机器人型号标注

- ①【RH】水平多关节型。
- ②【最大可搬运重量】3kg/6kg/12kg。
- ③【系列名称】FH。
- ④【臂长】35—350mm；45—450mm；55—550mm。
- ⑤【上下行程】12—120mm；15—150mm。
- ⑥【本体环境规格】无标记—普通规格；C—清洁规格。
- ⑦【控制器型号】1D—CR751-D；1Q—CR751-Q。

1.2 机器人技术规格

1.2.1 垂直多功能机器人技术规格

表 1-1 为垂直多功能机器人技术规格。在技术规格中，标明了伺服电机容量、动作范围、最大合成速度、搬运重量等，是选型的重要依据。

表 1-1 垂直多功能机器人技术规格

项目	规格			
型号	RV-4F	RV-4FL	RV-7F	RV-7FL
环境规格	未标注：一般；C：清洁；M：油雾			
动作自由度	6	6	6	6
安装方式	落地、吊顶、挂壁			

项目		规格			
结构		垂直多关节			
驱动方式		AC 伺服电机/带全部轴制动			
位置检测方式		绝对值编码器			
电机容量/W	J1	400		750	
	J2	400		750	
	J3	100		400	
	J4	100		100	
	J5	100		100	
	J6	50		50	
动作范围/(°)	J1	480			
	J2	240		-115 ~ 125	-110 ~ 130
	J3	0 ~ 161	0 ~ 164	0 ~ 156	0 ~ 162
	J4	± 200	± 200	± 200	± 200
	J5	± 120			
	J6	± 360			
最大速度/ [(°)/s]	J1	450	420	360	288
	J2	450	336	401	321
	J3	300	250	450	360
	J4	540		337	
	J5	623		450	
	J6	720			
最大动作半径/mm		514.5	648.7	713.4	907.7
最大合成速度/(mm/s)		9000		11000	
搬运重量/kg		4	4	7	7
位置重复精度/mm		± 0.02			
循环时间/s		0.36		0.32	0.35
环境温度/°C		0 ~ 40			
本体重量/kg		39	41	65	67
允许力矩/N·m	J4	6.66		16.2	
	J5	6.66		16.2	
	J6	3.90		6.86	
允许惯量/kg·m ²	J4	0.20		0.45	
	J5	0.20		0.45	
	J6	0.10			

1.2.2 水平多功能机器人技术规格

表 1-2 为水平多功能机器人技术规格。在技术规格中,标明了臂长、动作范围、最大合成速度、搬运重量、位置重复精度等,是选型的重要依据。水平多功能机器人多用于水平搬运和垂直搬运。

表 1-2 水平多功能机器人技术规格

项目		规格		
型号		RH-6FH35 ** /M/C	RH-6FH45 ** /M/C	RH-6FH55 ** /M/C
环境规格		未标注: 一般;C: 清洁;M: 油雾		
动作自由度		4	4	4
安装方式		落地		
结构		水平多关节		
驱动方式		AC 伺服电机		
位置检测方式		绝对值编码器		
臂长/mm	No. 1 臂长	125	225	325
	No. 2 臂长	225		
		100		400
		100		100
		100		100
		50		50
动作范围	J1/(°)	340		
	J2/(°)	290		
	J3/mm	** = 20: 200 ** = 34: 340		
	J4/(°)	720		
最大速度	J1/[(°)/s]	400		
	J2/[(°)/s]	670		
	J3/(mm/s)	2400		
	J4/[(°)/s]	2500		
最大动作半径/mm	350	450	550	
最大合成速度/(mm/s)	6900	7600	8300	
搬运重量/kg	最大 6 (额定 3)			
位置重复精度/mm	± 0. 010			
循环时间/s	0. 29			
环境温度/°C	0 ~ 40			
本体重量/kg	36	36	37	
允许惯量/kg · m ²	额定	0. 01		
	最大	0. 12		

1.3 技术规格中若干性能指标的解释

1.3.1 机器人部分有关规格的名词术语

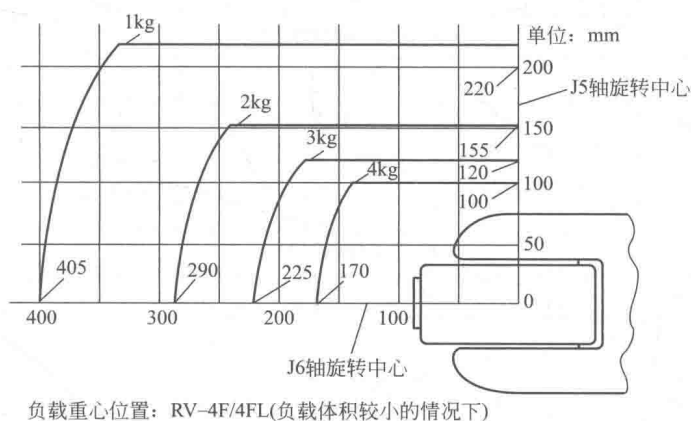
①【动作自由度】机器人的动作维度。有几个轴就有几个自由度。

- ②【安装位置】机器人的可安装方式。有落地、吊顶、挂壁。
- ③【驱动方式】机器人各轴的动力源。一般采用 AC 伺服电机。
- ④【位置检测】检测机器人各轴运行位置的器件。采用绝对位置编码器。
- ⑤【动作范围】J1~J6 轴以“(°)”为单位。
- ⑥【最大速度】J1~J6 轴以“(°)/s”为单位。
- ⑦【最大动作半径】在基本坐标系内，控制点的动作半径范围。以 mm 为单位(以机械 IF 坐标原点为控制点)。
- ⑧【最大合成速度】指控制点在 X-Y-Z 方向上的最大矢量速度。
- ⑨【可搬运重量】机器人能够搬运移动物体的重量，以 kg 为单位，是重要指标。
- ⑩【位置重复精度】多次反复定位的精度(0.02mm)。

1.3.2 负载重量及其他影响因素

(1) 负载重心的影响

在负载重心偏置过大时，可能会影响正常运行并报警。负载重心对搬运重量的影响如图 1-3 所示。选型时要查看规格手册的相关图表。



负载重心位置: RV-4F/4FL(负载体积较小的情况下)

图 1-3 负载重心对搬运重量的影响

(2) 负载重量与速度、加减速度的关系

机器人根据设置的负载重量自动设置最佳加减速速度、最大速度。因此，必须正确设置负载重量数据(抓手及工件的重量、大小)。根据动作模式、环境温度的变化，有可能会发生振动、误差过大、过载过热等报警。需要以+20%的范围为标准更改设置值。如果设置值低于实际负载，有可能会缩短机器人使用寿命。

① 负载重量、大小的参数设置(抓手条件)在最佳加减速设置参数: HNDDAT * 中设置抓手的重量、大小,在参数 WRKDAT * 中设置工件的重量、大小。各有 0~8 的 9 种设置可选。

② 指令设置方法 可在机器人程序中,通过 LoadSet 指令,对使用的 HNDDAT *、WRKDAT * 进行指定。

③ 关于机器人低速动作中的机械臂前端的振动 随机器人的动作、抓手重量、抓手惯性的组合,在机器人低速动作中机械臂前端的振动有可能变大。这是由于机械臂的固有振动频率接近于机械臂驱动电机的运动频率所致,通过下述处理可以降低机械臂前端的振动。

- a. 通过 OvrD 指令将速度从高速向低速降低约 5%。
- b. 对示教点进行更改、移动。
- c. 对抓手重量、抓手惯性进行更改。

d. 慢速上升时, 也可能会报警。因此选型时要保证有较大的余量。

(3) 关于碰撞检测功能

本机器人装备有“碰撞检测功能”。出厂时的初始设置为“碰撞检测功能无效状态”。“碰撞检测功能”的有效/无效状态可设置参数 COL 及 ColChk。“碰撞检测功能”是通过机器人的动力学模型, 在随时计算动作所需的扭矩的同时, 对异常现象进行检测。因此, 当抓手、工件条件的设置(参数: HNDDAT *、WRKDAT * 的设置值)与实际相差过大时, 或速度、电机转矩急剧变动运行时, 急剧的转矩变化可能会被检测为“碰撞”, 在这种情况下, 根据实际对碰撞检测等级设置参数(COLLVL、COLLVLJG)可以使“碰撞检测”的灵敏度进行优化, 降低损坏风险。此外, 当在低温状态下或长期停止后开机运行时, 请先进行预热运行。

1.3.3 控制器技术规格

表 1-3 为控制器技术规格一览表。控制器技术规格有控制轴数、存储容量、可控制的输入输出点数、可使用电源范围、内置接口等。

表 1-3 控制器技术规格一览表

项目	规格	备注	
型号	CR751-Q、CR751-D		
控制轴数	最多 6 轴		
存储容量	示教位置数/点	39000	
	步数/步	78000	
	程序个数/个	512	
编程语言	MELFA-BASIC V		
位置示教方式	示教方式或 MDI 方式		
外部输入输出/点	输入输出	输入点/ 输出点	最多可扩展至 256/256
	专用输入输出	分配到通用输入输出中	“STOP” 1 点为固定
	抓手开闭输入输出	输入 8 点/ 输出 8 点	内置
	紧急停止输入	1	冗余
	门开关输入	1	冗余
	可用设备输	1	冗余
	紧急停止输出	1	冗余
	模式输出	1	冗余
	机器人出错输出	1	冗余
	附加轴同步	1	冗余
	模式切换开关输入	1	冗余
接口	RS-422/端口	1	TB 专用
	以太网/端口	1	
	USB/端口	1	
	附加轴接口/通道	1	SSCNET3 与 MR-J3-B, MR-J4-B 连接
	跟踪接口/通道	2	连接编码器
	选购件插槽/插槽	2	连接选购件 I/O

项目	规格	备注
电源	输入电源范围/V	RV-4F 系列: 单相 AC 180 ~ 253V RV-7F/13F 系列: 三相 AC 180 ~ 253V 或 单相 AC 207 ~ 253V
	电源容量/kV · A	RV-4F 系列: 1.0 RV-7F 系列: 2.0 RV-13F 系列: 3.0
	频率/Hz	50/60

1.3.4 控制器有关规格的名词术语

(1) 第 1 部分

- ①【存储容量】示教位置点数：39000。指用示教单元可以确认的位置点数量。
- ②【步数】指一个程序内的“步数”。例如 78000 步。
- ③【程序个数】512。指同时可以存放在控制器内的程序数量。
- ④【编程语言】MELFA-BASIC V。
- ⑤【位置示教方式】是用示教单元驱动机器人本体，对当前位置进行记录的方式。
- ⑥【MDI 方式】MDI 是“Manual Data Input”的缩写，是将数值直接输入的方式。
- ⑦【外部输入输出】指通过使用外部 I/O 单元或模块可扩展的输入输出点数量。例如：I265/O256。

⑧【专用输入输出】指由控制器内部已经定义的输入输出的功能。

⑨【抓手开闭输入输出】专门用于控制抓手的输入输出点。例如 I8/O8。

⑩【RS-422 通信口】控制器内置的串行通信口。TB（示教单元）专用。

(2) 第 2 部分

①【以太网端口】控制器内置的以太网通信口。10BASE-T/100BASE-Tx。

②【USB 接口】控制器内置的 USB 通信口。用于电脑与机器人连接。

③【附加轴接口】控制器内置通信口。用于 SCNET III 与 MR-J3-B、MR-J4-B 系列连接。

④【采样接口】控制器内置编码器信号接口。用于视觉追踪等场合。

⑤【选购件插槽】控制器内置的插口。用于安装外部 I/O 卡。

⑥【输入电压范围】控制器使用的电压范围。

a. RV-4F 系列：AC 180~253V。

b. RV-7F/13F 系列：三相 AC 180~253V 或单相 AC 207~253V。

⑦【电源容量 kV · A】

a. RV-4F 系列：1.0。

b. RV-7F 系列：2.0。

c. RV-13F 系列：3.0。