



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定  
工业机器人应用高技能人才培养系列精品项目化教材

# 工业机器人 工作站系统集成

汪励 陈小艳 主编



 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

赠电子课件等



“十二五”职业教育国家规划教材  
经全国职业教育教材审定委员会审定  
工业机器人应用高技能人才培养系列精品项目化教材

# 工业机器人工作站系统集成

主 编 汪 励 陈小艳  
副 主 编 冯显俊  
参 编 赵文兵 管小清 叶 晖 刘 锐  
主 审 王振华



机械工业出版社

本书以工业机器人最典型的搬运、弧焊、点焊、自动生产线应用系统为出发点,以销量世界领先的安川 MH6、MA1400 和 ES165D 机器人为例,通过项目式教学方法,介绍每一种工作站系统的组成、工业机器人的选型、外围系统的构建、机器人与外围系统的接口技术等典型应用,将相关的原理与实践有机结合,使学生在实际操作中学会机器人的基本应用。全书共 4 个项目,每个项目包含 3~6 个工作任务,项目内容包括学习目标、知识准备、任务实施和考核与评价。每个项目的安排由浅入深,循序渐进。工作任务的完成基于工作过程,注重学生职业能力、职业素养和团队协作等综合素质的培养。

本书既适合作为高等职业教育工业机器人技术、电气自动化技术等相关专业的教材或企业的培训用书,也可作为高职院校机电及相关专业各类学生的实践选修课教材,同时可供从事工业机器人系统开发等工程技术人员参考。

为方便教学,本书配有免费电子课件、模拟试卷及答案等,凡选用本书作为授课教材的教师,均可来电免费索取。咨询电话:010-88379375; Email: cmpgaozhi@sina.com。

## 图书在版编目 (CIP) 数据

工业机器人工作站系统集成/汪励,陈小艳主编. —北京:机械工业出版社,2014.8

“十二五”职业教育国家规划教材 工业机器人应用高技能人才培养系列精品项目化教材

ISBN 978-7-111-46922-3

I. ①工… II. ①汪… ②陈… III. ①工业机器人-工作站-系统集成技术-高等职业教育-教材 IV. ①TP242.2

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2014) 第 115844 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:于宁 责任编辑:于宁

版式设计:常天培 责任校对:张征

封面设计:陈沛 责任印制:乔宇

北京机工印刷厂印刷 (三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014 年 11 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 16.75 印张 · 412 千字

0 001—3 000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-46922-3

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

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 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

# 前 言

2010年10月10日，国务院发布《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》（以下简称《决定》），明确指出要加大培育高端装备制造产业等七大战略性新兴产业的力度，并将智能装备产业列为高端装备制造产业的重点方向。《决定》的出台对加快推进我国智能装备产业发展，进一步带动整个制造业的产业转型升级带来前所未有的机遇。到2025年，全球机器人产业可达每年500亿美元的规模，智能装备的水平已成为衡量当今一个国家工业化水平的重要标志。

2008~2011年，中国工业机器人的市场需求量增长很快。据国际机器人联合会统计，2006年，中国机器人装机量为17 327台，当年机器人销售量为5 770台。中国多用途工业机器人装机量从2008年的31 787台，增加到2011年的74 867台。3年时间，实现了136%的增长。中国已经成为了世界上增长最迅速的机器人市场。2011年，中国工业机器人销售量达22 577台，相比2010年，实现了50.7%的增长。

工业机器人应用非常广泛，而孤立的一台机器人在生产中没有任何应用价值，只有给机器人配以相适应的辅助机械装置等周边设备，机器人才能成为实用的加工设备。

本教材针对工业机器人产业发展对工业机器人应用人才培养的要求，以工业机器人搬运工作站、弧焊工作站、点焊工作站和自动生产线工作站四个工作站为载体，介绍工业机器人工作站的组成、机器人与外围系统的接口技术等典型应用。

本书由常州机电职业技术学院、浙江亚龙教育装备股份有限公司和苏州博实机器人技术有限公司等校企联合开发，常州机电职业技术学院的汪励、陈小艳任主编，浙江亚龙教育装备股份有限公司的冯显俊任副主编，苏州博实机器人技术有限公司的王振华任主审，汪励统稿。汪励编写了项目一和项目四中的任务一、二，陈小艳编写了项目二、项目三和项目四中的任务三，冯显俊编写了项目四中的任务四、五、六，常州机电职业技术学院的赵文兵、北京电子科技职业技术学院的管小清、上海ABB工程有限公司的叶晖、安川电机（中国）有限公司的刘锐分别参与了弧焊工作站、点焊工作站和自动生产线工作站的项目设计。

工业机器人是一门发展十分迅速的技术，“工业机器人工作站系统集成”对职业教育来说是一门新课程，相关教材的编写没有成熟的经验可以借鉴，加之编者水平有限，书中难免有错漏之处，恳请广大读者批评指正，提出宝贵意见，并将意见和建议反馈至E-mail: wanglixww@sina.com，不胜感激。

在编写过程中，编者参阅了国内外相关资料，在此向原作者表示衷心的感谢！

编 者

# 目 录

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| 前言                           |     |
| 绪论                           | 1   |
| 项目一 工业机器人搬运工作站系统集成           | 2   |
| 任务一 工业机器人搬运工作站的认识            | 3   |
| 任务二 搬运工作站工业机器人的选型            | 13  |
| 任务三 搬运工作站 PLC 系统的设计          | 32  |
| 任务四 搬运工作站外围控制系统的设计           | 69  |
| 任务五 工业机器人搬运工作站的系统设计          | 93  |
| 项目二 工业机器人弧焊工作站系统集成           | 105 |
| 任务一 工业机器人弧焊工作站的认识            | 106 |
| 任务二 弧焊机器人的选型                 | 113 |
| 任务三 弧焊工作站焊接系统的设计             | 121 |
| 项目三 工业机器人点焊工作站系统集成           | 141 |
| 任务一 工业机器人点焊工作站的认识            | 141 |
| 任务二 点焊机器人的选型                 | 152 |
| 任务三 点焊工作站点焊系统的设计             | 157 |
| 项目四 工业机器人自动生产线系统集成           | 175 |
| 任务一 工业机器人自动生产线工作站的认识         | 175 |
| 任务二 NJ PLC 的基本使用             | 185 |
| 任务三 自动生产线伺服控制系统的设计           | 205 |
| 任务四 伺服系统 NJ 控制的设计            | 218 |
| 任务五 数控机床接口电路的设计              | 229 |
| 任务六 工业机器人自动生产线工作站的系统设计       | 235 |
| 附录                           | 253 |
| 附录 A DX100 通用用途 I/O 信号定义、接线图 | 253 |
| 附录 B DX100 弧焊用途 I/O 信号定义、接线图 | 257 |
| 附录 C DX100 点焊用途 I/O 信号定义、接线图 | 261 |

# 绪 论

工业机器人是一台具有若干个自由度的机电装置，孤立的一台机器人在生产中没有任何应用价值，只有根据作业内容、工件形式、质量和大小等工艺因素，给机器人配以相适应的辅助机械装置等周边设备，机器人才能成为实用的加工设备。

## 一、工业机器人工作站的组成

工业机器人工作站是指使用一台或多台机器人，配以相应的周边设备，用于完成某一特定工序作业的独立生产系统，也可称为机器人工作单元。它主要由工业机器人及其控制系统、辅助设备以及其他周边设备所构成。

工业机器人工作站是以工业机器人作为加工主体的作业系统。由于工业机器人具有可再编程的特点，当加工产品更换时，可以对机器人的作业程序进行重新编写，从而达到系统柔性要求。

然而，工业机器人只是整个作业系统的一部分，作业系统包括工装、变位器、辅助设备及周边设备，应该对它们进行系统集成，使之构成一个有机整体，才能完成任务，满足生产需求。

工业机器人工作站系统集成一般包括硬件集成和软件集成两个过程。硬件集成需要根据需求对各个设备接口进行统一定义，以满足通信要求；软件集成则需要对整个系统的信息进行综合，然后再控制各个设备按流程运转。

## 二、工业机器人工作站的特点

(1) 技术先进 工业机器人集精密化、柔性化、智能化、软件应用开发等先进制造技术于一体，通过对过程实施检测、控制、优化、调度、管理和决策，实现增加产量、提高质量、降低成本、减少资源消耗和环境污染的目的，是工业自动化水平的最高体现。

(2) 技术升级 机器人与自动化成套装备具有精细制造、精细加工以及柔性生产等技术特点，是继动力机械、计算机之后出现的全面延伸人的体力和智力的新一代生产工具，是实现生产数字化、自动化、网络化以及智能化的重要手段。

(3) 应用领域广泛 机器人与自动化成套装备是生产过程的关键设备，可用于制造、安装、检测、物流等生产环节，并广泛应用于汽车整车及汽车零部件、工程机械、轨道交通、低压电器、电力、IC 装备、军工、烟草、金融、医药、冶金及印刷出版等行业，应用领域非常广泛。

(4) 技术综合性强 机器人与自动化成套技术集中并融合了多项学科，涉及多项技术领域，包括工业机器人控制技术、机器人动力学及仿真、机器人构建有限元分析、激光加工技术、模块化程序设计、智能测量、建模加工一体化、工厂自动化以及精细物流等先进制造技术，技术综合性强。

# 项目一 工业机器人搬运工作站系统集成

搬运机器人 (transfer robot) 是指可以进行自动化搬运作业的工业机器人。最早的搬运机器人出现在 1960 年的美国, Versatran 和 Unimate 两种机器人首次用于搬运作业。

搬运作业是指用一种设备握持工件, 从一个加工位置移到另一个加工位置的过程。如果采用工业机器人来完成这个任务, 整个搬运系统则构成了工业机器人搬运工作站。给搬运机器人安装不同类型的末端执行器, 可以完成不同形态和状态的工件搬运工作。

目前世界上使用的搬运机器人逾 10 万台, 被广泛应用于机床上下料、冲压机自动化生产线、自动装配流水线、码垛搬运集装箱等的自动搬运。

工业机器人搬运工作站一般具有以下一些特点:

- 1) 应有物品的传送装置, 其形式要根据物品的特点选用或设计。
- 2) 可使物品准确地定位, 以便于机器人抓取。
- 3) 多数情况下设有物品托板, 或机动或自动地交换托板。
- 4) 有些物品在传送过程中还要经过整型, 以保证码垛质量。
- 5) 要根据被搬运物品设计专用末端执行器。
- 6) 应选用适合于搬运作业的机器人。



## 【学习目标】

知识目标:

- 1) 熟悉工业机器人搬运工作站的组成。
- 2) 掌握工业机器人与外围系统的接口技术。
- 3) 掌握工业机器人远程控制的原理。

技能目标:

- 1) 能够正确选用工业机器人。
- 2) 能够集成工业机器人工作站系统。
- 3) 能够设计、安装、调试工业机器人工作站。



## 【工作任务】

任务一 工业机器人搬运工作站的认知

任务二 搬运工作站工业机器人的选型

任务三 搬运工作站 PLC 系统的设计

任务四 搬运工作站外围控制系统的设计

任务五 工业机器人搬运工作站的系统设计

## 任务一 工业机器人搬运工作站的认识

工业机器人搬运工作站的任务是由机器人完成工件的搬运，就是将输送线输送过来的工件搬运到平面仓库中，并进行码垛。



### 【知识准备】

#### 一、搬运工作站的组成

工业机器人搬运工作站由工业机器人系统、PLC 控制柜、机器人安装底座、输送线系统、平面仓库、操作按钮盒等组成。整体布置如图 1-1 所示。

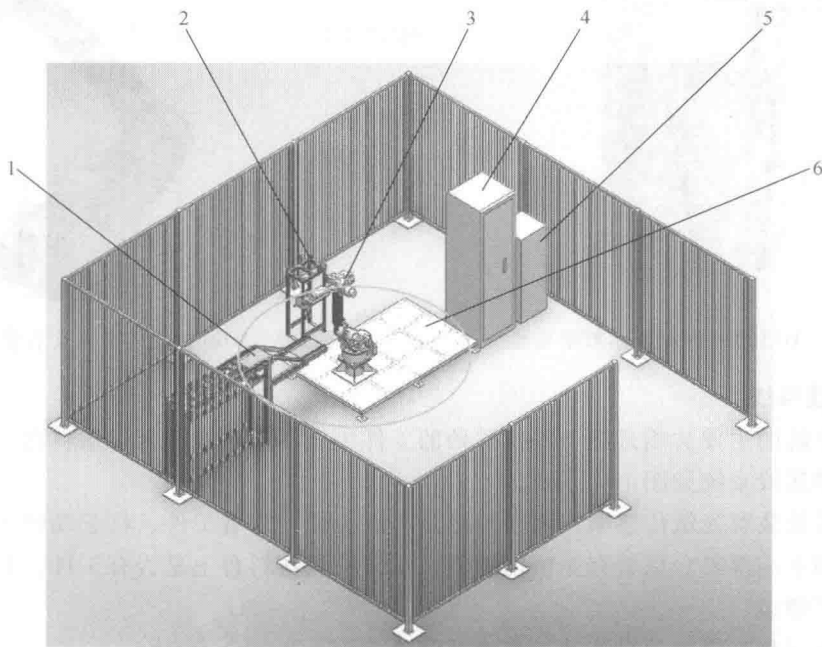


图 1-1 机器人搬运工作站整体布置图

1—输送线 2—平面仓库 3—机器人本体 4—PLC 控制柜 5—机器人控制柜 6—机器人安装底座

#### 1. 搬运机器人及控制柜

安川 MH6 机器人是通用型工业机器人，既可以用于弧焊又可以用于搬运。搬运工作站选用安川 MH6 机器人，完成工件的搬运工作。

MH6 机器人系统包括 MH6 机器人本体、DX100 控制柜以及示教编程器。DX100 控制柜通过供电电缆和编码器电缆与机器人连接。

DX100 控制柜集成了机器人的控制系统，是整个机器人系统的神经中枢。它由计算机硬件、软件和一些专用电路构成，其软件包括控制器系统软件、机器人专用语言、机器人运动学及动力学软件、机器人控制软件、机器人自诊断及保护软件等。控制器负责处理机器人工作过程中的全部信息和控制其全部动作。



机器人示教编程器是操作者与机器人间的主要交流界面。操作者通过示教编程器对机器人进行各种操作、示教、编制程序，并可直接移动机器人。机器人的各种信息、状态通过示教编程器显示给操作者。此外，还可通过示教编程器对机器人进行各种设置。

DX100 控制柜及示教编程器如图 1-2 所示。

由于搬运的工件是平板材，所以采用真空吸盘来夹持工件。故在安川 MH6 机器人本体上安装了电磁阀组、真空发生器、真空吸盘等装置。MH6 机器人本体及末端执行器如图 1-3 所示。

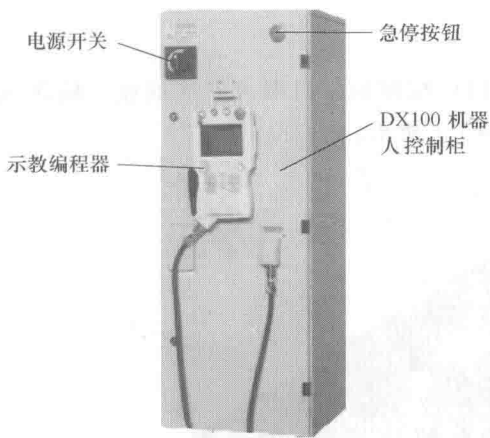


图 1-2 DX100 控制柜及示教编程器

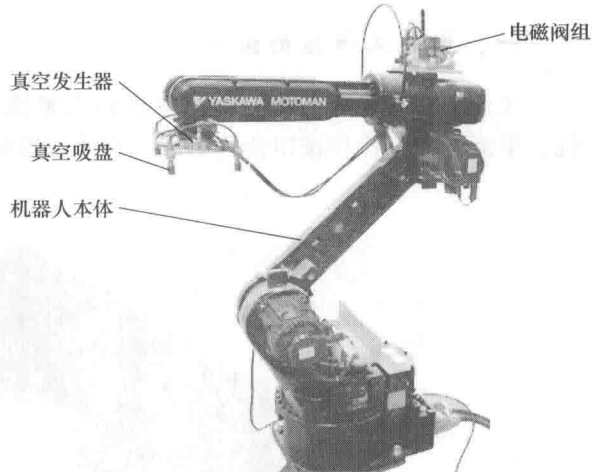


图 1-3 MH6 机器人本体及末端执行器

## 2. 输送线系统

输送线系统的主要功能是把上料位置处的工件传送到输送线的末端落料台上，以便于机器人搬运。输送线系统如图 1-4 所示。

上料位置处装有光敏传感器，用于检测是否有工件，若有工件，将起动输送线，输送工件。输送线的末端落料台也装有光敏传感器，用于检测落料台上是否有工件，若有工件，将起动机器人来搬运。

输送线由三相交流电动机拖动，变频器调速控制。

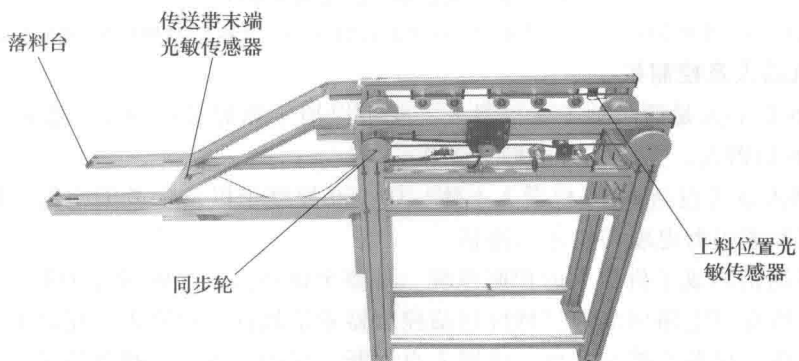


图 1-4 输送线系统

### 3. 平面仓库

平面仓库用于存储工件，平面仓库如图 1-5 所示。平面仓库有一个反射式光纤传感器用于检测仓库是否已满，若仓库已满，将不允许机器人向仓库中搬运工件。

### 4. PLC 控制柜

PLC 控制柜用来安装断路器、PLC、变频器、中间继电器和变压器等元器件，其中 PLC 是机器人搬运工作站的控制核心。搬运机器人的启动与停止、输送线的运行等，均由 PLC 实现。PLC 控制柜内部图如图 1-6 所示。



图 1-5 平面仓库

## 二、机器人末端执行器

工业机器人的末端执行器也叫做机器人手爪，它是装在工业机器人手腕上直接抓握工件或执行作业的部件。

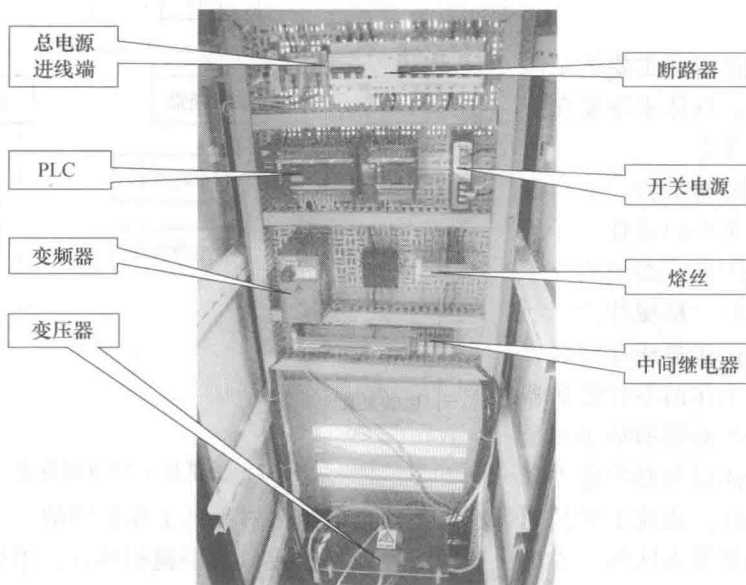


图 1-6 PLC 控制柜内部图

### 1. 末端执行器的分类

#### (1) 按用途分

1) 手爪：具有一定的通用性，它的主要功能是：抓住工件、握持工件或释放工件。

抓住——在给定的目标位置和期望姿态上抓住工件，工件在手爪内必须具有可靠的定位，保持工件与手爪之间准确的相对位置，以保证机器人后续作业的准确性。

握持——确保工件在搬运过程中或零件在装配过程中定义了的位置和姿态的准确性。

释放——在指定点上除去手爪和工件之间的约束关系。

2) 工具：是进行某种作业的专用工具，如喷漆枪、焊具等。



## (2) 按夹持原理分

图 1-7 所示为机械类、磁力类和真空类三种手爪的分类。机械类手爪包括靠摩擦力夹持和吊钩承重两类，前者是有指手爪，后者是无指手爪。产生夹紧力的驱动源可以有气动、液动、电动和电磁四种；磁力类手爪主要是磁力吸盘，有电磁吸盘和永磁吸盘两种；真空类手爪是真空式吸盘，根据形成真空的原理可分为真空吸盘、气流负压吸盘和挤气负压吸盘三种。磁力手爪及真空手爪是无指手爪。

## (3) 按手指或吸盘数目分

机械手爪可分为：二指手爪、多指手爪。

机械手爪按手指关节分：单关节手指手爪、多关节手指手爪。

吸盘式手爪按吸盘数目分：单吸盘式手爪、多吸盘式手爪。

## (4) 按智能化分

1) 普通式手爪：手爪不具备传感器。

2) 智能化手爪：手爪具备一种或多种传感器，如力传感器、触觉传感器、滑觉传感器等，手爪与传感器集成成为智能化手爪。

## 2. 末端执行器设计和选用的

### 要求

手爪设计和选用最主要的是满足功能上的要求，具体来说要在下面几个方面进行考虑。

(1) 被抓握的对象物 手爪设计和选用首先要考虑的是什么样的工件要被抓握。因此，必须充分了解工件的几何形状、机械特性。

### (2) 物料的馈送器或存储装置

与机器人配合工作的零件馈送器或储存装置对手爪必需的最小和最大爪钳之间的距离以及必需的夹紧力都有要求，同时，还应了解其他可能的不确定的因素对手爪工作的影响。

(3) 手爪和机器人匹配 手爪一般用法兰式机械接口与手腕相连接，手爪自重也增加了机械臂的载荷，这两个问题必须给予仔细考虑。手爪是可以更换的，手爪形式可以不同，但是与手腕的机械接口必须相同，这就是接口匹配。手爪自重不能太大，机器人能抓取工件的重量是机器人承载能力减去手爪重量。手爪自重要与机器人承载能力匹配。

(4) 环境条件 在作业区域内的环境状况很重要，比如高温、水、油等环境会影响手爪工作。一个锻压机械手要从高温炉内取出红热的锻件坯必须保证手爪的开合、驱动在高温环境中均能正常工作。

## 3. 不同末端执行器的应用场合

(1) 机械式手爪 机械式手爪通常采用气动、液动、电动和电磁来驱动手指的开合。气动手爪目前得到广泛的应用，因为气动手爪有许多突出的优点：结构简单、成本低、容易维修，而且开合迅速，重量轻。其缺点是空气介质的可压缩性，使爪钳位置控制比较复杂。液

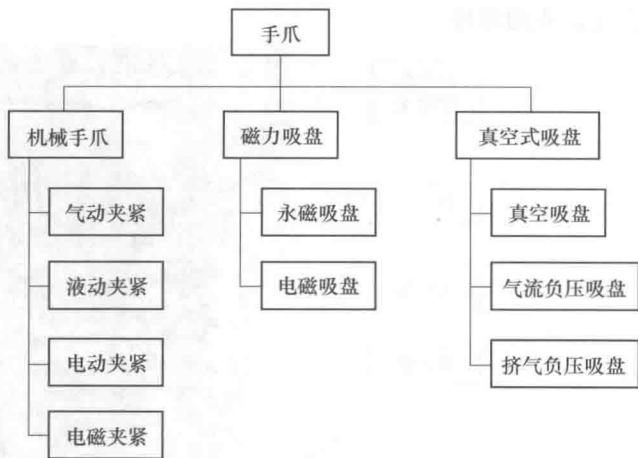


图 1-7 手爪按夹持原理分类

压驱动手爪成本稍高一些。电动手爪的优点是手指开合电动机的控制与机器人控制可以共用一个系统，但是夹紧力比气动手爪、液压手爪小、开合时间比它们长。磁力手爪控制信号简单，但是夹紧的电磁力与爪钳行程有关，因此，只用在开合距离小的场合。

(2) 磁力吸盘 磁力吸盘有电磁吸盘和永磁吸盘两种。磁力吸盘是在手部装上电磁铁，通过磁场吸力把工件吸住。电磁吸盘只能吸住铁磁材料制成的工件（如钢铁件），吸不住有色金属和非金属材料的工件。磁力吸盘的缺点是被吸取工件有剩磁，吸盘上常会吸附一些铁屑，致使不能可靠地吸住工件，而且只适用于工件要求不高或有剩磁也无妨的场合。对于不准有剩磁的工件，如钟表零件及仪表零件，不能选用磁力吸盘，可用真空吸盘。另外钢、铁等磁性物质在温度为  $723^{\circ}\text{C}$  以上时磁性就会消失，故高温条件下不宜使用磁力吸盘。

磁力吸盘要求工件表面清洁、平整、干燥，以保证可靠地吸附。

(3) 真空式吸盘 真空式吸盘主要用在搬运体积大、重量轻的如像冰箱壳体、汽车壳体等零件；也广泛用在需要小心搬运的如显像管、平板玻璃等物件。真空式吸盘对工件表面要求平整光滑、干燥清洁。

根据真空产生的原理，真空式吸盘可分为：

1) 真空吸盘。图 1-8 所示为产生负压的真空吸盘控制系统。吸盘吸力在理论上决定于吸盘与工件表面的接触面积和吸盘内外压差，实际上与工件表面状态有十分密切的关系，它影响负压的泄露。真空泵的采用，能保证吸盘内持续产生负压，所以这种吸盘比其他形式吸盘吸力大。

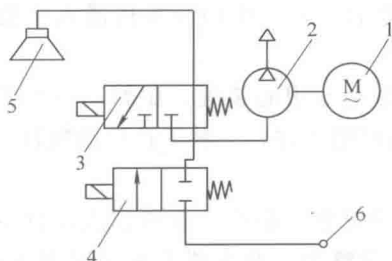


图 1-8 真空吸盘控制系统图

1—电动机 2—真空泵 3、4—电磁阀 5—吸盘 6—通大气

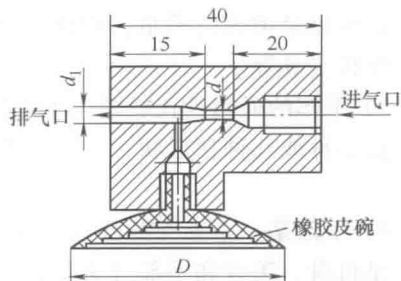


图 1-9 气流负压吸盘

2) 气流负压吸盘。气流负压吸盘的工作原理如图 1-9 所示，压缩空气进入喷嘴后利用伯努利效应使橡胶皮碗内产生负压。在工厂一般都有空压站或空压机，空压机气源比较容易解决，不需专为机器人配置真空泵，所以气流负压吸盘在工厂使用方便。

3) 挤气负压吸盘。图 1-10 所示为挤气负压吸盘的结构。当吸盘压向工件表面时，将吸盘内空气挤出；松开时，去除压力，吸盘恢复弹性变形使吸盘内腔形成负压，将工件牢牢吸住，机械手即可进行工件搬运，到达目标位置后，或用碰撞力  $P$  或用电磁力使压盖 2 动作，破坏吸盘腔内的负压，释放工件。此种挤气负压吸盘不需真空泵系统也不需压缩空气气源，是比较经济方便的，但可靠性比真空吸盘和气流负压吸盘差。

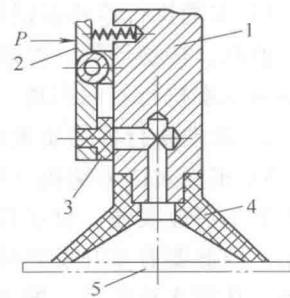


图 1-10 挤气负压吸盘

1—吸盘架 2—压盖 3—密封垫  
4—吸盘 5—工件



目前有两种真空吸盘的新设计：

① 自适应吸盘：如图 1-11 所示，该吸盘具有一个球关节，使吸盘能倾斜自如，适应工件表面倾角的变化，这种自适应吸盘在实际应用上获得良好的效果。

② 异形吸盘：图 1-12 所示是异形吸盘中的一种。通常吸盘只能吸附一般平整工件，而该异形吸盘可用来吸附鸡蛋、锥颈瓶等这样的物件，扩大了真空吸盘在工业机器人上的应用。

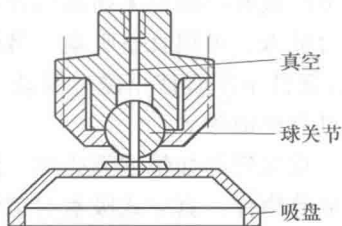


图 1-11 自适应吸盘

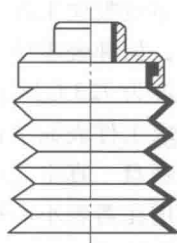


图 1-12 异形吸盘

#### 4. 工业机器人末端执行器的特点

1) 手部与手腕相连处可拆卸。手部与手腕有机械接口，也可能有电、气、液接头，当工业机器人作业对象不同时，可以方便地拆卸和更换手部。

2) 手部是工业机器人末端执行器。它可以像人手那样具有手指，也可以是不具备手指的手；可以是类人的手爪，也可以是进行专业作业的工具，比如装在机器人手腕上的喷漆枪、焊接工具等。

3) 手部的通用性比较差。工业机器人手部通常是专用的装置，比如：一种手爪往往只能抓握一种或几种在形状、尺寸、重量等方面相近似的工件；一种工具只能执行一种作业任务。

4) 手部是一个独立的部件。假如把手腕归属于手臂，那么工业机器人机械系统的三大件就是机身、手臂和手部（末端执行器）。手部对于整个工业机器人来说是完成作业好坏、作业柔性好坏的关键部件之一。具有复杂感知能力的智能化手爪的出现，增加了工业机器人作业的灵活性和可靠性。

#### 5. 末端执行器的设计原则

1) 末端执行器要根据机器人作业的要求来设计，尽量选用已定型的标准基础件，如气缸、油缸、传感器等，配以恰当的机构相联接，组合成适于生产作业要求的末端执行器。一种新的末端执行器的出现，就可以增加一种机器人新的应用场所。

2) 末端执行器的质量要尽可能地轻，并力求结构紧凑。

3) 正确对待末端执行器的万能性与专用性。万能的末端执行器在结构上相当复杂，几乎根本不可能实现。目前在实际应用中，仍是那些结构简单、万能性不强的末端执行器最为适用，因此要着重开发各种各样专用的、高效率的末端执行器，加上末端执行器的快速更换装置，从而实现机器人的多种作业功能。

#### 6. 搬运工作站机器人末端执行器的设计

工业机器人搬运工作站机器人搬运的工件是平板材，尺寸 380mm×270mm×5mm，重量≤1kg。所以采用真空吸盘来夹持工件，且断电后吸紧的工件不会掉落。

末端执行器的相关组件如电磁阀组、真空发生器、真空吸盘等装置安装在 MH6 机器人本体上,如图 1-3 所示。

末端执行器气动控制回路如图 1-13 所示(图中只画出了一组真空吸盘的控制气路,共两组)。

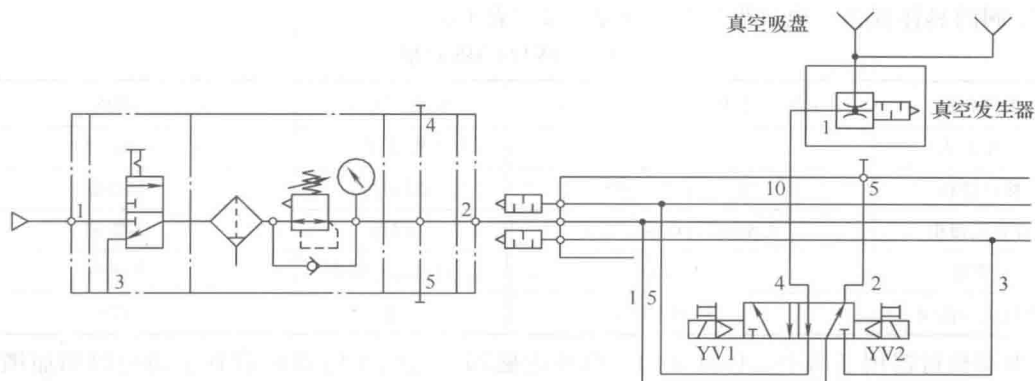


图 1-13 气动控制回路工作原理图

气动控制回路工作原理:当 YV1 电磁阀线圈得电时,真空吸盘吸工件;YV2 电磁阀线圈得电时,真空吸盘释放工件;当 YV1、YV2 电磁阀线圈都不得电时,保持原来的状态。电磁阀不能同时得电。

#### (1) 电磁阀的选型

1) 形式选择。根据使用要求与使用条件,选择阀的形式:直动式还是先导式。

2) 控制方式选择。根据使用的控制要求,选择阀的形式:气控、电控、人控或机械控制。

3) 阀的机能选择。按工作要求选择阀的机能:两位两通、两位三通、两位五通、三位五通;或是中封式、中泄式、中间加压式等。阀的机能见表 1-1。

表 1-1 阀的机能

| 机能                | 控制内容                              | 符号(先导式为例) |
|-------------------|-----------------------------------|-----------|
| 2 位置<br>单线圈       | 断电后,恢复原来位置                        |           |
| 2 位置<br>双线圈       | 某一侧供电时,则阀芯切换至该侧的位置,若断电时,能保持断电前的位置 |           |
| 3 位置(中位封闭)<br>双线圈 | 两侧同时不供电,供气口及气缸口同时封堵,气缸内的压力便不能排放出来 |           |
| 2 位(中位排气)<br>双线圈  | 两侧同时不供电,供气口被封堵,从气缸口向大气排放          |           |
| 2 位置(中位加压)<br>双线圈 | 两侧同时不供电,供气口同时向两个气缸口通气             |           |

- 4) 型号规格选择。根据使用的流量要求选择阀的型号、规格大小。
- 5) 安装方式选择。根据阀的安装要求选择安装方式：管接式、集装式。
- 6) 电气参数选择。根据实际使用要求选择阀的电气规格：电压、功率和出线形式。

机器人搬运工作站选择的电磁阀型号是亚德客公司的 4V120-M5，二位五通，双电控电磁阀，阀的具体规格、电气性能参数见表 1-2、表 1-3。

表 1-2 4V120-M5 规格

|        |                                |                    |          |
|--------|--------------------------------|--------------------|----------|
| 工作介质   | 空气（经 40 $\mu$ m 上滤网过滤）         | 保证耐用力              | 1.5 MPa  |
| 动作方式   | 先导式                            | 工作温度/ $^{\circ}$ C | -20 ~ 70 |
| 接口管径   | 进气 = 出气 = M5                   | 本体材质               | 铝合金      |
| 有效截面积  | 5.5mm <sup>2</sup> (Cv = 0.31) | 润滑                 | 不需要      |
| 位置数    | 五口二位                           | 最高动作频率             | 5 次/s    |
| 使用压力范围 | 0.15 ~ 0.8MPa                  | 重量/g               | 175      |

末端执行器用了两个二位五通的双电控电磁阀。这两个电磁阀带有手动换向和加锁钮，有锁定（LOCK）和开启（PUSH）两个位置。加锁钮在“LOCK”位置时，手控开关向下凹进去，不能进行手控操作。只有在“PUSH”位置，可用工具向下按，信号为“1”，等同于该侧的电磁信号为“1”；常态时，手控开关的信号为“0”。在进行设备调试时，可以使用手控开关对阀进行控制，从而实现对相应气路的控制。

表 1-3 4V120-M5 电气性能参数

| 项目     | 具体参数    |
|--------|---------|
| 标准电压   | DC24V   |
| 使用电压范围 | 10%     |
| 耗电量    | 2.5 W   |
| 保证等级   | IP65    |
| 耐热等级   | B 级     |
| 接电型式   | DIN 插座式 |
| 励磁时间   | 0.05 s  |

两个电磁阀是集中安装在汇流板上的。汇流板中两个排气口末端均连接了消声器，消声器的作用是减少压缩空气在向大气排放时的噪声。这种将多个阀与消声器、汇流板等集中在一起构成的一组控制阀的集成称为阀组，而每个阀的功能是彼此独立的。

阀组的结构如图 1-14 所示。

(2) 真空吸盘的选择 选择真空吸盘应从以下几个方面考虑。

1) 了解所吸工件的重量，确定吸盘的面积： $S = F/p$ ， $S$  为吸盘面积（m<sup>2</sup>）；其中  $F$  为真空吸盘的提升力（N）； $p$  为真空压力（N/m<sup>2</sup>）。

2) 了解工件的面积，确定吸盘的数量。

3) 了解工件的材质和形状，确定吸盘的材料和形状。

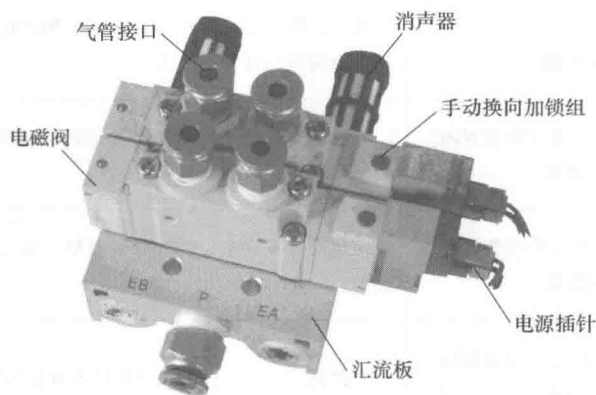


图 1-14 电磁阀组

真空吸盘有三种基本形状：扁平吸盘、波纹吸盘、具有特殊工作原理的吸盘。

机器人搬运工作站选择的真空吸盘为 SMC 的 ZPT25US-A6，盘径为  $\phi 25$ ，扁平型、硅橡胶、外螺纹 M6  $\times$  1。

真空吸盘如图 1-15 所示。

(3) 真空发生器选型 真空发生器就是利用正压气源产生负压的一种新型、高效、清洁、经济、小型的真空元器件，这使得在有压缩空气的地方，或在一个气动系统中同时需要正负压的地方获得负压变得十分容易和方便。

真空发生器的工作原理是利用喷管高速喷射压缩空气，在喷管出口形成射流，产生卷吸流动。在卷吸作用下，使得喷管出口周围的空气不断地被抽吸走，使吸附腔内的压力降至大气压以下，形成一定真空度。

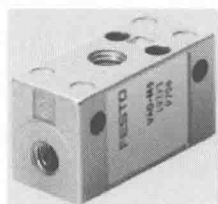
选择真空发生器应根据吸盘的直径、吸盘的个数、吸附物是否有泄漏性等几个方面考虑。

机器人搬运工作站真空发生器选择费斯托的 VAD-1/8，其主要技术参数见表 1-4。

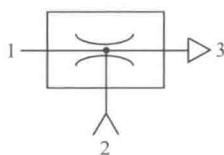
表 1-4 VAD-1/8 型真空发生器技术参数

| 喷射器特性     | 高度真空                                  |
|-----------|---------------------------------------|
| 气接口       | G1/8 (基准直径 9.728, 螺距 $\approx$ 0.907) |
| 拉伐尔气嘴公称口径 | 0.5mm                                 |
| 最大真空度     | 80%                                   |
| 工作压力      | 1.5 ~ 10bar                           |

真空发生器如图 1-16 所示。



a) 实物



b) 符号

图 1-16 真空发生器

### 三、搬运工作站的工作过程

- 1) 按启动按钮，系统运行，机器人启动。
- 2) 当输送线上料检测传感器检测到工件时启动变频器，将工件传送到落料台上，工件到达落料台时变频器停止运行，并通知机器人搬运。
- 3) 机器人收到命令后将工件搬运到平面仓库，搬运完成后机器人回到作业原点，等待下次的搬运请求。
- 4) 当平面仓库码垛了 7 个工件，机器人停止搬运，输送线停止输送。清空仓库后，按复位按钮，系统继续运行。

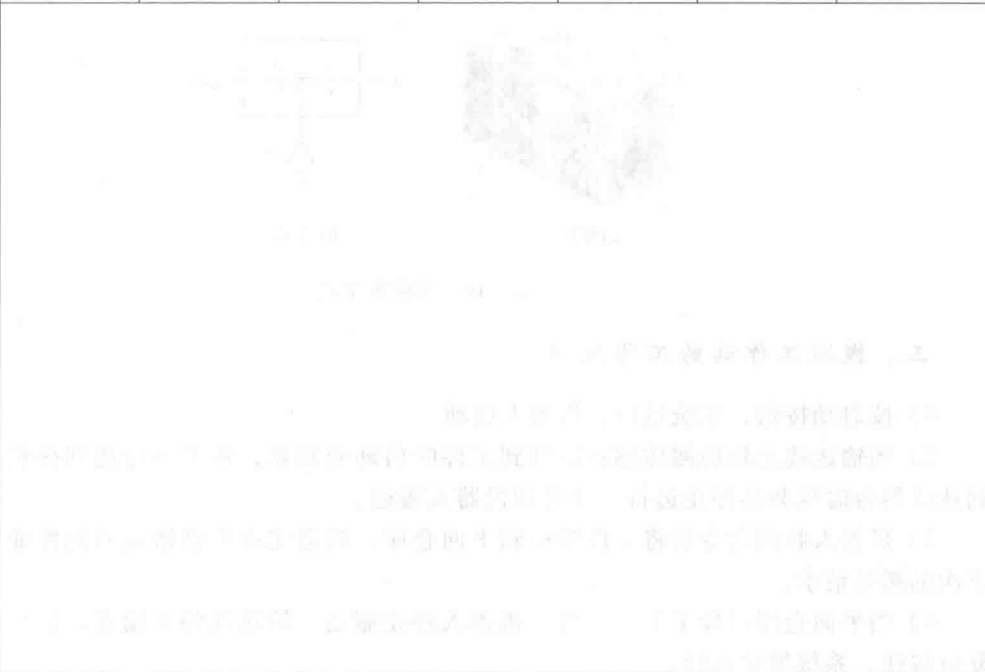


**【任务实施】**

任务书 1-1

|               |  |      |      |               |    |  |
|---------------|--|------|------|---------------|----|--|
| 项目名称          | 工业机器人搬运工作站系统集成   |      | 任务名称 | 工业机器人搬运工作站的认识 |    |  |
| 班级            |  | 姓名   | 学号   |               | 组别 |  |
| 任务内容          | 根据图 1-1 工业机器人搬运工作站布置图，找出真实工作站对应的设备，并写出其名称及其作用。   |      |      |               |    |  |
| 任务目标          | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 了解机器人搬运工作站的组成与特点。</li> <li>2. 熟悉机器人搬运工作站外围控制系统的作用。</li> <li>3. 熟悉工业机器人搬运工作站的工作过程。</li> <li>4. 了解机器人末端执行器的作用与分类。</li> </ol> |      |      |               |    |  |
| 资料            |  | 工具   |      | 设备            |    |  |
| 工业机器人安全操作规程   |  | 常用工具 |      | 工业机器人搬运工作站    |    |  |
| MH6 机器人使用说明书  |  |      |      |               |    |  |
| DX100 使用说明书   |  |      |      |               |    |  |
| DX100 维护要领书   |  |      |      |               |    |  |
| 工业机器人搬运工作站说明书 |  |      |      |               |    |  |

任务完成报告书 1-1

|      |  |    |      |               |    |  |
|------|--|----|------|---------------|----|--|
| 项目名称 | 工业机器人搬运工作站系统集成   |    | 任务名称 | 工业机器人搬运工作站的认识 |    |  |
| 班级   |  | 姓名 | 学号   |               | 组别 |  |
| 任务内容 |  |    |      |               |    |  |