

# 工业机器人与CNC机床集成上下料工作站技术应用

■ 威海职业学院 （山东 264200） 韩鸿鸾

**摘要：**随着两化融化技术的发展，工业机器人的应用领域也越来越广泛，其应用一般是以工作站的形式出现的。在机械加工领域，基本上是以工业机器人与CNC机床集成工作站或自动化生产线为主的。本文从硬件的选择、工业机器人与CNC数控机床的接口定义等方面，介绍了两者集成的步骤，同时介绍了集成上下料工作站的种类与注意事项。

## 1. 硬件选择

（1）工业机器人上下料工作站的组成。典型的工业机器人数控机床上下料工作站系统如图1所示。主要的组成部分包括工业机器人、数控机床、工件、抓取手爪、周边设备及系统控制器等。工业机器人与数控机床之间的通信方式根据各系统的不同，也有所区别。对于信号较少的系统，可以直接使用I/O信号线进行连接，至少要包括门控信号、装夹信号及加工完成信号等。对于信号较多的系统，可以使用现场总线、工业以太网等方式进行通信。

（2）上下料机器人的选择：本实例所介绍的数控机床加工工件为圆柱体，如图2所示，重量 $\leq 2\text{kg}$ ，故机床上下料机器人可选用安川MH6机器人，如图3所示。机器人控制系统为安川DX100。

选择工业机器人末端执行器应考虑夹取对象的形状与质量，

本实例选择气动手爪，如图4所示，型号为HDS-20Y，控制手爪动作的电磁阀安装在MH6机器人

本体上。若工件质量大，可选用液压手爪。

考虑到失电安全，失电后夹

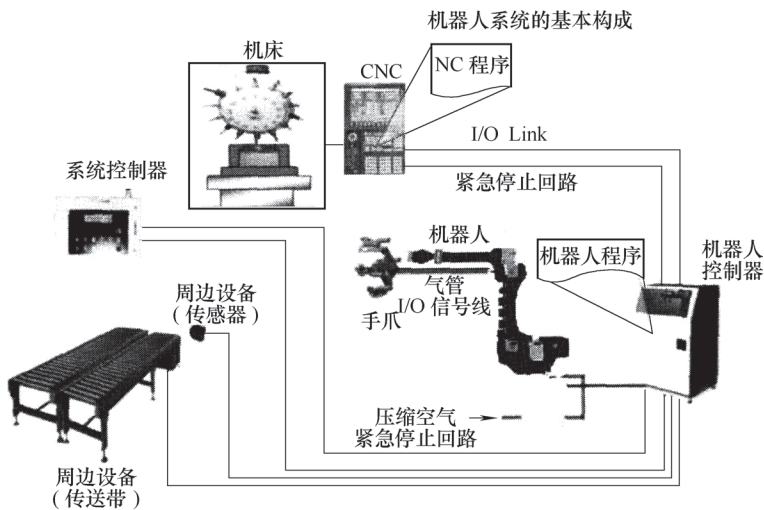


图1 工业机器人数控机床上下料工作站系统构成



图2 零件

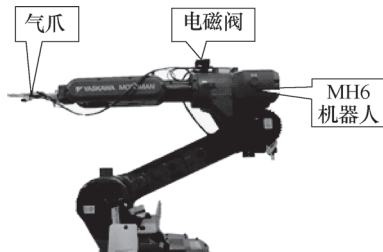


图3 安川MH6机器人

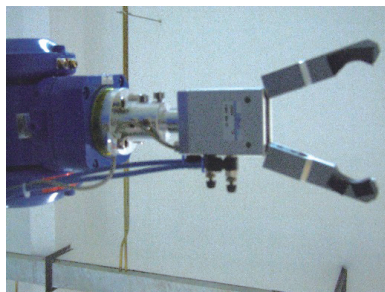


图4 气动手爪

紧的工件不应掉落，故电磁阀采用双电控。末端执行器气动控制回路如图5所示。当YV1电磁阀线圈通电时，气动手爪收缩，夹紧工件；当YV2电磁阀线圈通电时，气动手爪松开，释放工件；当YV1、YV2电磁阀线圈都不通电时，气动手爪保持原来的状态。电磁阀不能同时通电。

(3) PLC控制柜与安全防护装置的选择

PLC控制柜用来安装断路器、PLC、开关电源、中间继电器和变压器等元器件。PLC选择OMRON公司NJ301-1100控制器，上下料机器人的启动与停止、输送线的运行等均由其控制。

常用的安全防护如图6所示，有安全围栏与安全光栅。本工作站选用安全围栏。

## 2. CNC与机器人上下料工作站的接口

机器人上、下料时，需要与CNC进行信息交换、互相配合，才能有条不紊地工作。机器人上下料的工作流程如图7所示。

CNC与机器人上下料工作站PLC之间信号的传递路径如图8所示。CNC机床PLC与上下料工作站PLC之间进行信息交换，机器人控制系统与上下料工作站PLC

之间进行信息交换。

CNC与机器人上下料工作站的接口信号如表1所示。上下料工作站PLC向CNC机床PLC发出指令，如“请求CNC开门”、“请

求CNC关门”等，指令的执行由CNC机床PLC来完成。

机器人上下料工作站PLC的配置如表2所示，CNC与机器人上下料工作站的接口分配如表3所示。

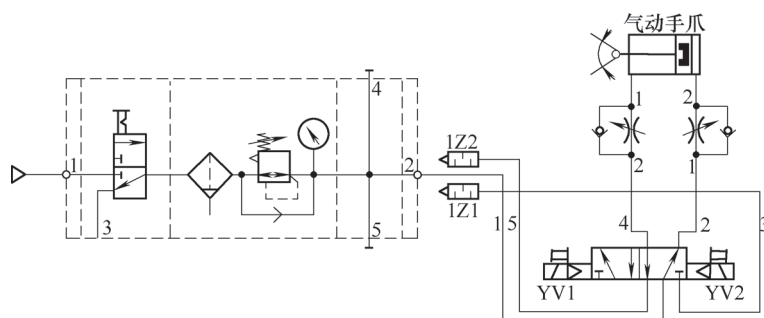


图5 末端执行器气动控制回路



(a) 安全围栏



(b) 安全光栅

图6 安全防护装置

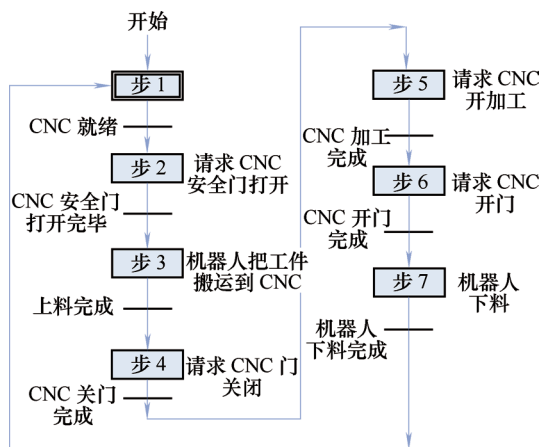


图7 机器人上下料的工作流程



图8 CNC与机器人上下料工作站之间信号的传递路径

表1 CNC与机器人上下料工作站的接口信号

| CNC机床 PLC输出信号→上下料工作站PLC输入信号 |         |                   | CNC机床PLC输入信号→上下料工作站PLC输出信号 |         |                |
|-----------------------------|---------|-------------------|----------------------------|---------|----------------|
| 序号                          | 名称      | 功能                | 序号                         | 名称      | 功能             |
| 1                           | CNC就绪   | CNC准备工作就绪，等待上料、加工 | 1                          | CNC急停   | 系统故障时，急停CNC。   |
| 2                           | CNC报警   | CNC出现故障报警，停止工作    | 2                          | CNC复位   | CNC故障报警后，复位CNC |
| 3                           | CNC门开到位 | CNC安全门打开到位，等待上、下料 | 3                          | CNC门打开  | 请求CNC开门        |
| 4                           | CNC门关到位 | CNC安全门关闭到位，开始加工   | 4                          | CNC门关闭  | 请求CNC关门        |
| 5                           | CNC加工完成 | CNC加工完成信号         | 5                          | CNC加工开始 | 请求CNC开始加工      |

表2 机器人上下料工作站PLC的配置

| 名称      | 型号         |
|---------|------------|
| CPU     | NJ301-1100 |
| 数字量输入模块 | CJ1W-ID23I |
| 输出模块    | CJ1W-OD23I |

表3 CNC与机器人上下料工作站的接口分配

| 序号 | CNC PLC地址 |    | NJ PLC地址 |           | 信号名称(变量名) |
|----|-----------|----|----------|-----------|-----------|
| 1  | 输出        | A2 | 输入       | CH2-In02  | CNC就绪     |
| 2  |           | A3 |          | CH2-In03  | CNC报警     |
| 3  |           | A4 |          | CH2-In04  | CNC门开到位   |
| 4  |           | B1 |          | CH2-In05  | CNC门关到位   |
| 5  |           | B2 |          | CH2-In06  | CNC加工完成   |
| 6  | 输入        | C1 | 输出       | CH2-Out01 | CNC急停     |
| 7  |           | C2 |          | CH2-Out02 | CNC复位     |
| 8  |           | C3 |          | CH2-Out03 | CNC门打开    |
| 9  |           | C4 |          | CH2-Out04 | CNC门关闭    |
| 10 |           | D1 |          | CH2-Out05 | CNC加工开始   |

3. CNC与机器人上下料工作站的接口电路设计

CNC机床PLC的输出接口为源型输出，而NJ PLC的输入接口必须接为漏型，所以CNC机床PLC的输出信号通过中间继电器进行过渡。CNC输出与NJ输入接线图如图9所示。CNC输入与NJ输出接线图如图10所示。

4. 注意事项

(1) 如果缠屑不处理，将会导致装夹位置不准确，上下料困难等问题。面对此类问题，首先要建议客户改良工艺或车削刀具，有效断屑；此外还需增加吹气装置，每个工作节拍内吹气一次，减少切屑堆积。

(2) 机床的定位主要靠定位销。一般情况下，定位销会比定位孔小一些，不会发生工件难以装入现象；但遇到间隙配合特别小的时候，首先要亲自操作一下，看工件与定位销之间的配合，再结合机器人精度做预判，以防后期机器人工作站调试时无法装夹到位，如图11所示。

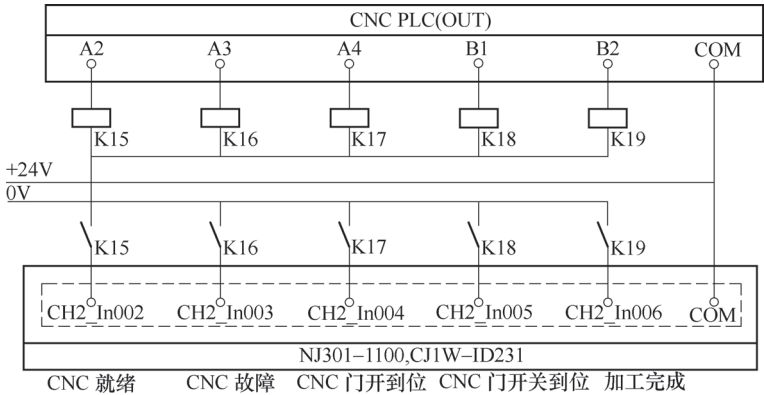


图9 CNC输出与NJ输入接线图

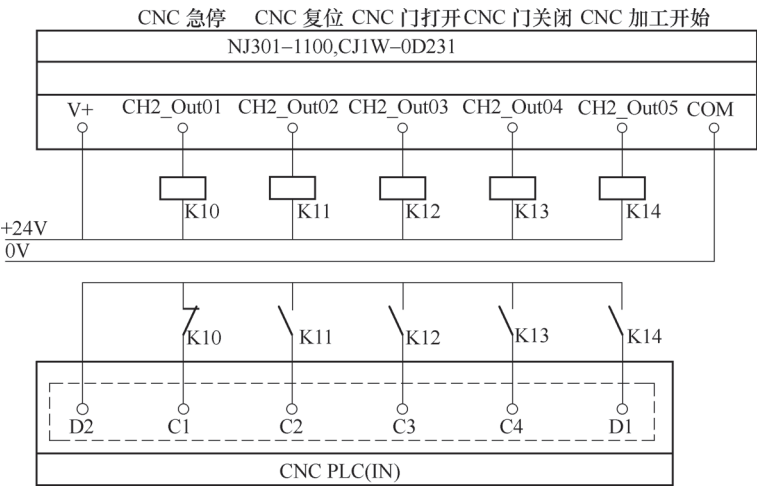


图10 CNC输入与NJ输出接线图

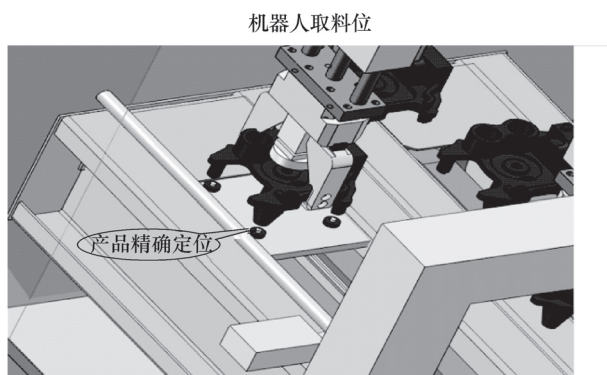


图11 装夹定位

(3) 装夹到位问题，有部分工件，在卡盘内部有一个硬限位，工件在装夹时，必须紧靠硬限位，加工出的零件才算合格，遇此类情况，建议选用特制气缸，含推紧压板，可以有效达到目的。

(4) 主轴准停问题，有的工件在装夹时认方向，主轴需有主轴定向功能，才可以实现机器人上下料。

(5) 切屑堆积问题，有部分数控车床不含废料回收系统，此时在技术协议或方案中需注明，要客户根据实际情况，定期清理切屑。

(6) 断刀是车床上下料中最头痛的问题，如没有断刀检测，只有通过定时抽检来判断此现象，如断刀现象频繁，建议研究该项目的可行性。

## 5. 结语

本文是以工业机器人与数控车床集成工作站的情况介绍的，对于工业机器人与数控铣床、加工中心等集成工作站同样具有借鉴作用，其步骤与注意事项是大同小异的。

### 参考文献：

- [1] 杨杰忠，王振华. 工业机器人操作与编程 [M]. 北京：机械工业出版社，2017.
- [2] 叶伯生. 工业机器人操作与编程 [M]. 北京：华中科技大学出版社，2016.
- [3] 韩鸿鸾. 工业机器人工作站系统的集成与应用 [M]. 北京：化学工业出版社，2017.
- [4] 汪励，陈小艳. 工业机器人工作站系统集成 [M]. 北京：机械工业出版社，2014.

MW (收稿日期：20171019)

## 海克斯康用户大会重磅来袭，引领行业塑造智慧变革

海克斯康作为信息技术解决方案的全球领导者，于近日正式宣布其年度旗舰盛会——“海克斯康新产品新技术发布暨用户大会”将于2018年9月10~12日在北京国家会议中心隆重举办。本次大会将以“塑造智慧变革”为主题，基于先进的信息技术和解决方案，致力于为“智能制造”和“智慧城市”领域的用户及合作伙伴带来前所未有的改变及优化，帮助他们做出更明智的决策。

海克斯康聚焦“工业4.0”和“中国制造2025”，凭借先进的

传感器获得关键数据，通过统计分析技术加以优化，将数据转化为可操作的信息，从而实现品质驱动生产力的目标：信息通信技术和资源管理系统将业务部门、生产部门形成了有机的整体，通过各个系统间的数据连接，让生产过程变得更加智能。

在大会中，海克斯康将为与会者全面展现离散行业智能制造（飞机制造、汽车制造、电子制造等）和流程型行业智能制造（石油化工、电力、海事等）的先进解决方案。

在本次大会中，参与者还

能够看到海克斯康技术针对城市建设相关行业提供的（测绘、地理信息、考古、数字城市、平安城市、电力、农业、水利、矿山等）完整详细智慧解决方案，所有这些方案最终形成了海克斯康智慧城市整体解决方案。

海克斯康希望能够借助本次大会的平台，使更多的行业用户及合作伙伴看到海克斯康是如何践行把感知世界变成可行的、可持续发展的未来世界，从而建立开放美好的生态体系。（欲了解更多详情，请参阅：2018.hexagonchina.com.cn）