

工业机器人在自动化生产线上的改造应用

文/施永刚
浙江娇阳生物医疗科技有限公司

自动化生产技术在生产线已经投入许久，可以保证产品连续可靠的生产与加工。其产线上设备有气缸、电磁阀、伺服电动机、传感器等基本零部件。随着产品生产工艺与技术的不断提高，工业机器人目前正大量投入使用到电气自动化设备生产线上。具有安全性高、可靠性好、高准确度、与其他设备通信便捷以及能在复杂、恶劣环境下持久耐用等优点。

随着国内电气自动化技术与应用越来越广泛，工业机器人在生产制造领域的应用如火如荼，工业机器人已经成为智能制造的核心技术。公司产品生产线因前期设计考虑不足导致成品合格率不高，进而影响公司整体效益。故拟对一条电气自动化设备生产线进行改造，在影响合格率的重要工位上增加使用工业机器人，用来提高成品合格率，达成改造目的。

改造前的自动化生产线

1. 产品简介

这条生产线生产的是注射类产品。部分产品生产流程为：原材料—成型—组装—成品，是组装生产线。

2. 原自动化生产线情况

原组装自动化生产线上零部件有伺服电动机、气缸、电磁阀、载具和执行器等。整条自动化生产线的生产过程：润滑、加装、组装、输送、取出合格品和不合格品。目前导致合格率不高的主要原因是顶料取出合格品和不合格品部分。因为原生产线的设计是利用气缸伸缩方式在两个工位上分别取出合格品与不合格品，产品在生产线上是放在载具内部经过输送流转至不同的工位上，当设备检测出该工位内有一个

或多个产品为不合格品时，在顶料取出不合格品工位上将其取出，这时载具内剩余的即为合格品，合格品在合格品工位顶料取出。

顶料取出机构动作原理为：气缸动作联动气缸伸缩杆，依靠伸缩杆伸缩取出产品。因为产品放置在载具内部，载具输送流转整体上有油脂存在的，油脂存在于载具底部，当载具分别流转至合格品与不合格品工位时，气缸在载具底部伸缩将产品以弹射的方式取出，气缸伸出过程中伸缩杆头部与油脂接触，伸缩杆头部带有油脂后碰到产品的底部，进而导致产品底部带有油脂污染产品。目前以这种方式运行，不合格品数量上升，合格率下降至90%左右（正常设备产出的标准合格率 $\geq 98\%$ ）。顶料取出机构如图1所示（合格品与不合格品顶料取出方式相同）。

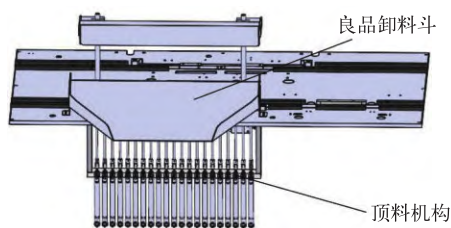


图1 顶料取出机构

改造方式

1. 确定改造方式

根据原电气自动化生产线顶料取出合格品和不合格品的方式,经调研该类设备使用情况,查找设备手册,并与设备厂家技术交流,确定改造方式为新增一台工业机器人投入到合格品与不合格品取出工位上,工业机器人直接在产品上部取料,产品不与载具底部油脂接触,从而避免了不合格品的产生,提高了产品合格率。根据产品与自动化生产线的实际生产情况,新增的工业机器人是目前使用较广的垂直型六轴工业机器人。机器人与抓手法兰夹具外观如图2所示。

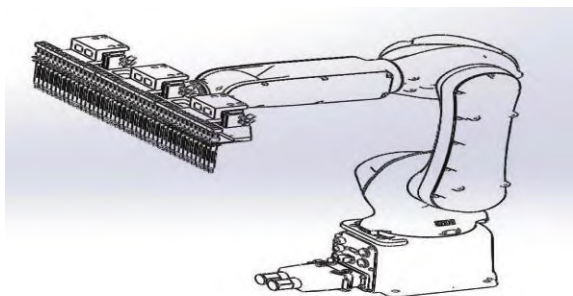


图2 机器人与抓手法兰夹具

位于J6轴的抓手法兰面上安装一组定做的夹具,该夹具制作为42个产品定型模具。夹具由数控车床做成仿形槽样式,产品上部可以放入仿形槽内,仿形槽与产品上部定位配合准确,用螺栓与抓手法兰固定安装,机器人运行至抓取、放开产品的位置后,气缸动作可以控制夹具的抓取与放开,从而可以抓取与放开产品。

新增的工业机器人内部具有计数、报警和通信等功能。机器人通过内部程序与外部接线实现与产品生产线的PLC控制器联合运转。

2. 工业机器人各部分名称与用途

垂直型六轴工业机器人由基座、各轴、抓手安装法兰面、示教器、工业机器人本体控制箱与外部控制箱组成。

1) 基座。基座是安装机器人的机械构件。基座的中心点就是机器人基本坐标系的原点。选用垂直型落地式安装。

2) 各轴的旋转方向。J1轴、J2轴、J3轴、J4轴、J5轴和J6轴各自在空间的旋转方向。

3) 抓手安装法兰面。抓手安装法兰面在J6轴

上,用于安装抓手。法兰面的中心就是机械接口坐标系的原点。制作了一个可以抓取产品上部的安装法兰夹具,由气缸控制上下夹具提起与释放。

4) 示教器(手操器)。在示教器里面编辑、修改、设定程序,起动、停止机器人,监控机器人运行情况,查看各点位信息等功能。

5) 控制箱(电控箱)。控制箱功能:①与机器人本体连接,给机器人提供各种信号;②控制线有接收外部的信号IO点位、USB端口和LAN端口等接口,用来与外部设备通信交互信号使用;③指示灯指示设备的运行情况,运行、停止等状态。

3. 使用工业机器人控制系统的搭建

机器人控制系统由主供电电源、控制电源、控制箱、操作器和内部外部交互信号等组成,如图3所示。主供电电源选用单相AC 220 V,控制电源选用DC 24 V,操作器上面设有手动、自动和点动等工作模式。

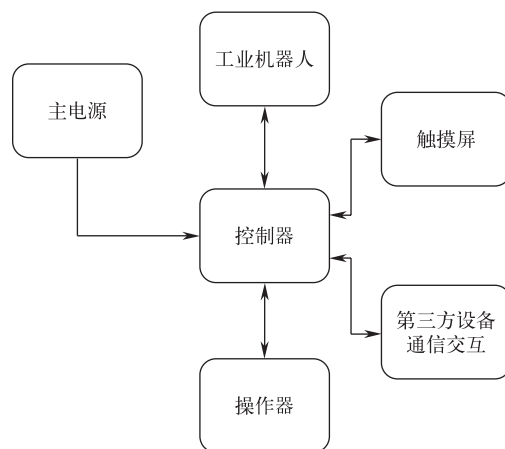


图3 控制系统

4. 工业机器人坐标系及功能

机器人与一般的数控机床和运动控制系统不同。以六轴机器人来说,六轴即代表有六个自由度,其运动的空间复杂性比一般的数控机床要大。机器人有许多自身特有的功能。

1) 世界坐标系。世界坐标系是表示机器人当前位置的坐标系,所有表示位置点的数据都是以世界坐标系为基准的。世界坐标系是以机器人的基本坐标系为基准设置的,只是确定世界坐标系基准时,是从新的世界坐标系观察基本坐标系的位置,从而确定新的世界坐标系本身。

2) 基本坐标系。基本坐标系是以机器人底座安

装基面为基准的坐标系，在机器人底座上有图示标志。实际上基本坐标系是机器人第一基准坐标系，世界坐标系也是以基本坐标系为基准的。

3) 机械IF坐标系。机械IF坐标系也就是机械法兰面坐标系，以机器人最前端法兰面为基准确定的坐标系。因为在机械法兰面要安装抓手，所以这个机械法兰面有特殊意义。需要注意的是，机械法兰面转动，机械IF坐标系也随之转动，而法兰面的转动受到J5轴、J6轴影响，特别是J6轴的旋转带动了法兰面的旋转，带动了机械IF坐标系的旋转。如果以机械IF坐标系为基准执行定位，影响较大。

4) 工具坐标系。因为实际使用的机器人都要安装夹具抓手等辅助工具，所以机器人的实际控制点就移动到了工具的中心点，为了控制方便，以工具的中心点为基准建立的坐标系就是TOOL坐标系。由于夹具抓手直接安装在机械法兰面上，因此TOOL坐标系就是以机械IF坐标系为基准建立的。建立TOOL坐标系有参数设置法和指令设置法，实际上都是确定TOOL坐标系原点在机械IF坐标系中的位置和形位。

5. 工业机器人编程程序与使用

本次改造使用的常用指令功能有插补、速度、原点、夹具抓手动作（抓取与放开）和跳转程序等。流程如图4所示。

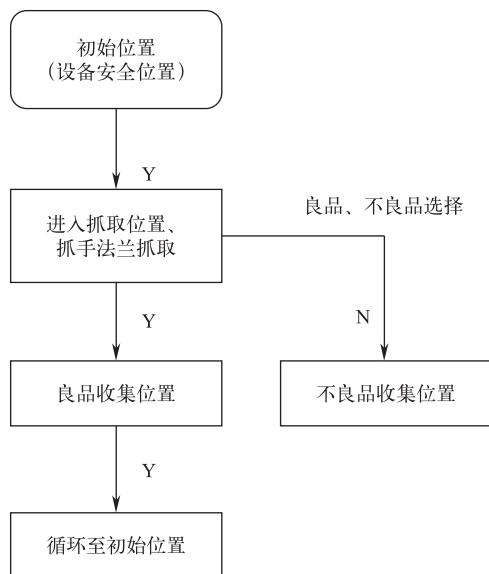


图4 流程图

结束语

改造前，载具内部的产品流转至合格品工位时，因取料方式为气缸底部伸缩杆伸缩将产品弹出。这一过程中，底部伸缩杆会沾染底部油脂，进而将油脂沾染至产品下部，导致产品沾染油脂后被判定成不合格品，这样不合格品数量升高，合格率下降至90%左右。合格率下降导致产品利润下降，另外人工分拣工作量也大幅升高，进而影响公司整体效益。

改造后，合格品取料工位取料方式改为工业机器人取料。工业机器人抓手从产品上部取料，可以避免底部油脂与产品下部沾染，不与底部油脂沾染就可以保证合格品数量升高，合格品率达到目标数值 $\geq 98\%$ 。

改造新增的工业机器人与生产线联合配套运转，经一周连续运行考验，机器人可以稳定地抓取与放开产品，杜绝了产品与下部油污接触的可能，产品良品率达到98%及以上。操作系统具有人员操作简单方便、界面显示计数与运行数据较为准确等优点。机器人与生产线上各设备可以按照程序准确运行，机器人运行定位位置准确度较高。本次改造成功并具有良好的实用性与创新性。EA

参考文献

- [1] 魏小林. 运动控制技术及应用[M]. 北京: 北京理工大学出版社, 2021.
- [2] 陈国栋. 工业机器人机械装调与电气控制[M]. 北京: 电子工业出版社, 2019.
- [3] 龚仲华. FANUC工业机器人应用技术全集[M]. 北京: 人民邮电出版社, 2021.
- [4] 王大伟. 工业机器人应用基础[M]. 北京: 化学工业出版社, 2018.
- [5] 季顺宁, 聂佰玲. 传感器与自动检测技术[M]. 北京: 机械工业出版社, 2018.
- [6] 黄风. 工业机器人实战应用及调试[M]. 北京: 机械工业出版社, 2022.
- [7] 苏静. 基于PLC的通风机监控系统设计[J]. 电气应用, 2021, 40(3): 66-72.
- [9] 李仁. 电气控制技术[M], 北京: 机械工业出版社, 2008.