

陶瓷墙地砖分检机械手运动及控制系统的设计

聂陶荪¹, 程洪涛¹, 梁刚², 田锋¹, 黄金源¹

Movement and Control System Design of the Ceramic Tile Categorizing Manipulator

NIE Tao-sun¹, CHENG Hong-tao¹, LIANG Gang², TIAN Feng¹, HUANG Jir-yuan¹

(1. 景德镇陶瓷学院, 江西省景德镇 333001; 2. 景德镇高等专科学校, 江西省景德镇 333000)

摘要:对陶瓷墙地砖全自动检测生产线的均布三臂回转式分检机械手进行了运动及控制系统设计。其机座的回转及手臂的升降等运动采用气动驱动,手腕采用具有断电保护的真空吸盘吸附方式,控制运动的PLC系统采用了先进的模块化设计,具有可靠性高、抗干扰能力强和易于操控的特点。

关键词:陶瓷墙地砖;分检机械手;控制系统;可编程控制器

中图分类号:TB21 文献标识码:B 文章编号:1000-4858(2007)05-0065-03

1 前言

针对我国陶瓷墙地砖行业的迅速发展而检测技术却仍停留在人工随机抽检的现状,文献[1]提出了基于光纤传感器的墙地砖自动检测技术,该技术可以避免漏检,保证检测质量且实现自动分级码垛。该检测生产线中对被检测后的墙地砖进行分级码垛的机械手目前国内尚无现成的产品。因而为实现该检测生产线的功能,研制一种适用的分检码垛机械手是完全必要的。本文主要针对均布三臂回转式分检机械手的运动和控制系统进行了研究和设计。

2 检测生产线工作原理

该检测生产线采用反射式光纤传感器作测量头,对墙地砖表面进行多点检测。其工艺流程为:墙地砖由输送带输送,当墙地砖到达正确的检测位置时,被光线检测到,控制系统启动传感器对墙地砖进行测量,测量数据经过计算机处理,并按国家标准^[5]分为优、合格、不合格3个等级。根据处理结果,中央控制器控制分检机械手将不同等级的墙地砖输送至不同的方向,最后由码垛机将各等级墙地砖分别收集码垛。该检测生产线示意图见图1。

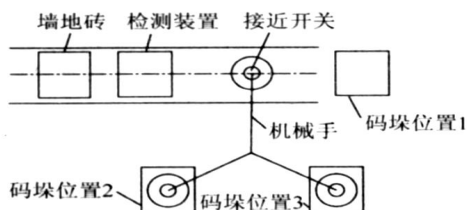


图1 检测生产线示意图

该机械手采取均布回转式结构,从而保证了机械手随时都有一手臂处于生产线取砖的位置。墙地砖按所检测的结果分为3个不同等级分别输送堆放在3个码垛位置,优等品有输送带送至码垛1,机械手不动作;合格品与不合格品分别有机械手取至码垛位置2,码垛位置3。

3 机械手运动及控制系统设计

3.1 气动回路系统设计

采用均布三臂回转式结构,其机械手的主要动作归纳为手臂的升降、吸盘的吸附与松开、机座的旋转,这3个动作分别由升降气缸、吸盘和双作用气缸来完成;其次,采用换向阀来实现动作的交替变化。气动回路系统原理图如图2所示。

真空吸盘的吸附动作由真空发生器和二位二通阀控制,升降手臂由三位四通阀控制,机座旋转通过双作用气缸的动作由三位四通阀控制,整个回路都采用行程开关控制信号。气源经空气过滤器、减压阀处理后,通过相应的电磁换向阀进入各个气动执行元件。电磁换向阀2YA、4YA、6YA通电时机械手手臂下降,吸盘对墙地砖进行吸附动作;电磁阀1YA、3YA、5YA在机械手完成吸附动作后通电,机械手手臂上升。此时根据所吸附的墙地砖被检测出的等级(合格或者不合格),对合格品电磁阀10YA通电手臂左转到达其码垛位子,对不合格品电磁阀11YA通电手臂右转到达其码垛位子。然后电磁阀2YA、4YA、6YA通电手臂下

收稿日期:2006-10-13

作者简介:聂陶荪(1946—),男,江西南昌人,教授,主要从事机电一体化方面的研究与教学工作。

降,最后电磁换向阀 7YA、8YA、9YA 通电,吸盘内被注入空气真空杯破坏从而释放墙地砖。需要说明的是 1 次分选只有 1 支手臂动作,其余手臂上的电磁换向阀不通电,手臂只有旋转动作而没有升降动作。

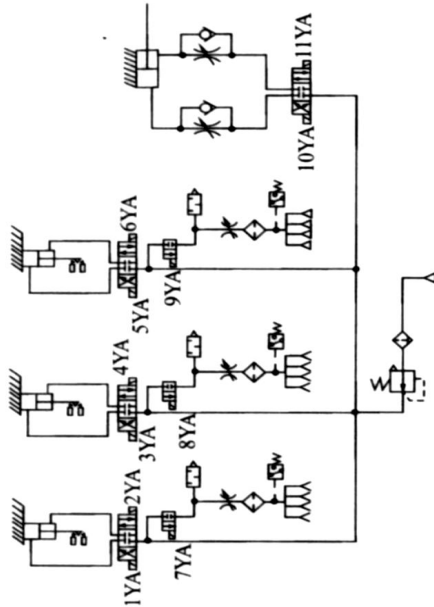
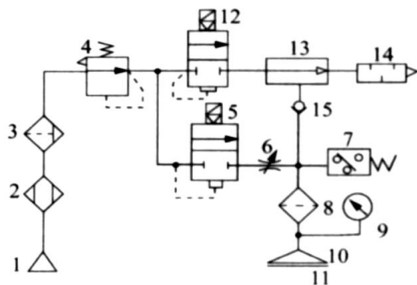


图2 气动回路系统原理图

3.2 机械手腕部气动回路设计

其工作原理如图3所示。在该机械手系统中,其具体的执行部分就是机械手的腕部,设计中考虑到所分选的工件是墙地砖,因而选用气吸式手腕,采用真空吸盘吸附墙地砖。当供气阀 12 电磁铁通电时,供气阀气路导通。净化后的压缩空气经供气阀 12、真空发生器 13、消声器 14 向外喷射。因真空发生器的最小喷管喉部直径很小,故设置了冷冻式干燥器 2 和空气过滤器 3 进行除水、除油、除尘,以保证空气净化度。当真空破坏阀 5 通电时,压缩空气经真空破坏阀 5、节流阀 6 进入吸盘,从而破坏了吸盘内的真空状态,使工件脱离吸盘。真空系统中的节流阀 6 用于控制真空破坏的快慢,节流阀出口的压力不得高于 0.5 MPa,以保护真空压力开关 7 和过滤器 8。图中真空压力开关 7 用于检测真空压力的大小。当真空压力未达到设定值时,开关处于断开状态;当真空压力达到设定值时,开关处于接通状态,发出电信号指挥真空吸附机构动作。若真空系统有泄漏,或其他原因影响到真空压力大小时,装上真空压力开关可保证真空系统安全可靠工作,以避免吸着不稳定。单向阀 15 的作用:一是当供气阀 12 停止供气

时,保持吸盘内的真空压力不变,可节省能量;二是 一旦停电,可延缓吸吊工件脱落的时间,以便采取安全对策即断电保护。真空发生器的排气口安装有消声器,不仅可以降低噪声,而且能起过滤作用,以提高真空系统工作的可靠性。



- 1.气源 2.冷冻式干燥器 3.空气过滤器 4.减压阀 5.真空破坏阀
- 6.节流阀 7.真空压力开关 8.过滤器 9.真空表 10.真空吸盘
- 11.被吸吊物 12.供气阀 13.真空发生器 14.消声器 15.单向阀

图3 真空吸附原理图

3.3 PLC 控制系统设计

通常,机械手控制系统主要采用以下 3 种方式:一是继电器控制系统;二是 PLC 控制系统;三是微机控制系统。继电器控制系统由于故障率高、控制方式不灵活及功率消耗大等缺点,目前已逐渐被人们所淘汰;微机控制系统虽然在智能控制方面有较强大的功能,但也存在一定的不足之处,即抗干扰性差,一般维修人员难以掌握其维修技术;而 PLC 控制系统是目前在机械手控制系统中使用最广泛的控制方式,由于其运行可靠、使用维修方便、抗干扰性强等优越性,以及具有功能完备、操作简便等优点,本机械手控制系统采用这种控制方式。为了保证机械手能够准确取砖,手臂上装有接近开关,当接近开关感应到墙地砖时,向 PLC 提供信号再由 PLC 根据检测信号发出机械手的动作命令指引机械手的动作。机械手的工作流程图如图 4 所示。在上位机的不同信号下,机械手做出不同的动作,简而言之就是机械手对优等品无动作,对合格品取砖后左转 120°,对不合格品右转 120°,到达指定位置卸砖同时离合器动作,下主轴迅速归位准备下一次动作。根据机械手的功能要求,机械手的控制系统设计成单级式以实现对机械手驱动器件的控制。根据工艺要求、控制功能等综合考虑,本系统选用某公司 3.5 FX2N-48MR 微型 PLC,其输入点为 24 点,该系统除了开关量的输入、输出外,没有其他方面的要求。根据机械手的气动系统原理及电磁铁的动作表可以确定输入点数为 11 个,其中行程开关 9 个,接近开关 1 个,操作

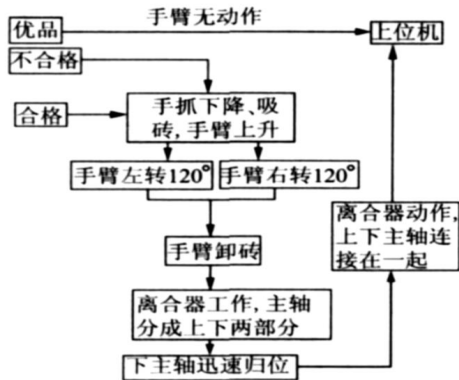


图4 机械手工作流程

按钮 1 个;输出点数为 14 个,其中电磁铁 11 个,电源指示灯 1 个,机械手手臂原限位指示灯 2 个。PLC 控制系统的赋值如表 1 所示。

表 1 PLC 控制系统的赋值表

操作数	符号标志	注释	操作数	符号标志	注释
10.0	1YA	手臂原位 a_0	11.1	8YA	上位机信号 2
10.1	2YA	手臂限位 a_1	11.2	9YA	上位机信号 3
10.2	3YA	手臂原位 b_0	12.0	SP	双作用缸原位 d_0
10.3	4YA	手臂限位 b_1	12.1	10YA	双作用缸限位 d_1
10.4	5YA	手臂原位 c_0	12.3	11YA	双作用缸限位 d_2
10.5	6YA	手臂限位 c_1	Q4.0	LE1	电源指示灯
10.6	SQ	接近开关	Q4.1	LE2	手臂原位指示灯
11.0	7YA	上位机信号 1	Q4.2	LE3	手臂限位指示灯

为增强本程序的可读性及简化程序,整个软件系统采用模块化结构,以方便指令中的 IST 状态初始化指令来进行设计。总软件系统包括初始化电路、故障报警程序、点动操作程序、归位程序及自动操作程序五大模块构成,分别解决单个问题,然后再进行综合。其系统模块图如图 5。其中归位程序是机械手在工作中突然断电后来点按下归位按钮可以使机械手自动返回原点。



图5 系统模块图

4 结论

机械手则是接受来自检测生产线中央控制器的分选信息实现不同级别产品码垛的搬运设备。其总体设计是采用由 PLC 控制器控制的气动回转式均布三臂机械手,执行系统采用具有断电保护的真空吸盘的吸附方式,机械手在结构上可以完成墙地砖的吸附、搬运、码垛的工作,具有效率高、工作可靠、新颖的特点。该机械手在墙地砖分检生产线上的应用可以保证工作的连续性并提高生产效率。可编程控制器作为运动控制,PLC 控制系统采用模块化设计,把整个设计任务按各自的功能分成多个互相独立的模块,每个模块都有特定的功能,有自己的信息入口和信息出口,可在不必了解模块内部结构时就能方便的应用。具有体积小、可靠性高、抗干扰能力强等特点。

参考文献:

- [1] 聂陶荪,等. 墙地砖表面平整度自动连续检测技术[J]. 北京:中国陶瓷工业,2004(2).
- [2] SMC(中国)有限公司. 现代实用气动技术[M]. 北京:机械工业出版社,1998.
- [3] 田玲. 气动组合台真空吸附机械手系统设计[J]. 真空,2001(5).
- [4] 袁任光. 可编程控制器应用技术与实例[M]. 广州:华南理工大学出版社,2003.
- [5] CB/T3810. 2 - 1999,陶瓷试验方法:第三部分:尺寸和表面质量的检验[S].
- [6] CB/T4100. 1 - 1999,干压陶瓷砖[S].
- [7] Cristina E. Costa, Maria Petrou. Automatic registration of ceramic tiles for the purpose of fault detection[J]. Machine Vision and Applications, 2000,11(5).

(上接第 64 页)

不给动作时,液压缸上腔油管也有压力,因此我初步判定:做上一工作循环的最后一个动作落钩时,落钩换向阀阀芯卡住或复位弹簧折断使落钩换向阀不能复位。当其他换向阀控制提门缸做相反的动作时,形成液压管路短接,液压油没有通过执行元件直接回油箱,造成

压力突降。更换落钩换向阀,液压系统恢复正常。

通过这几年的生产实践,我在处理液压故障时,一般先从现象入手,分析可能的原因并逐个检查、测试。只要找到故障源,故障就不难排除。而能否迅速地找到故障源,一方面决定于对系统和元件的结构、工作原理的理解,另一方面还有赖于平时工作实践经验的积累。