

微小轴承表面缺陷检测中的自动分拣系统设计*

张振祥¹, 袁云龙², 陈廉清^{2*}

(1. 宁波工程学院 实验室与设备管理处, 浙江 宁波 315211; 2. 宁波工程学院 机械工程学院, 浙江 宁波 315211)

摘要:针对微小轴承人工目测效率低、漏检率高等问题,结合微小轴承表面缺陷计算机视觉检测系统控制的总体要求,对分拣系统的组成、可编程控制器(PLC)系统选择、I/O 点数确定、PLC 与上位机通信进行了研究,设计了基于 PLC 的软、硬件系统,分拣机构可实现微小轴承的自动输送、翻转及剔除等各种运动。多次实验结果均表明,该分拣系统达到了预期的功能要求,稳定性好,可以应用于实际生产中。

关键词:可编程控制器;轴承;自动分拣

中图分类号:TH228

文献标识码:A

文章编号:1001-4551(2010)05-0035-03

Development of automatic inspecting system for the defect on micro bearing surface

ZHANG Zhen-xiang¹, YUAN Yun-long², CHEN Lian-qing²

(1. Division of Laboratory & Equipment Management, Ningbo University of Technology, Ningbo 315211, China;
2. College of Mechanical Engineering, Ningbo University of Technology, Ningbo 315211, China)

Abstract: It has a low efficiency to find the defect on micro bearing surface by using manual method. Aiming at this problem, the inspecting setup, choice of programmable logic controller(PLC) system, I/O point quantity scheme, and the correspondence between PLC and upper computer were studied based on the whole requirement of computer vision detection system for micro bearing defect. Then an automatic inspecting system was developed, in which the sorting equipment controlled by a PLC can realize many actions, including automatic feed, turn and elimination. Several experiments were carried out to validate the effectiveness of the proposed inspecting system. The results show that it realizes the expected functions and has a high stability, and the system can be used for actual production.

Key words: programmable logic controller(PLC); bearing; automatic sorting

0 引 言

微小轴承在装配过程中,常会出现在少量轴承外表面产生压坑、划伤等缺陷。目前轴承企业普遍采用人工目测的方法来完成此项工作,工作量大、效率低,且漏检率高^[1]。由于微小轴承端面字符与缺陷两者的灰度值相差无几,视觉系统采用直接检测缺陷灰度值的方法难以正确识别缺陷特征,易造成误判。项目组开发了一套基于计算机视觉技术的轴承端面缺陷自动检测系统,以实现在线自动采集和处理轴承表面图

像,通过对图像的处理和目标识别,判断轴承是否存在缺陷,统计检测总量及不合格率,并实现不合格产品的自动分拣。

本研究主要探讨可满足检测速度要求的 PLC 软、硬件系统,实现对微小轴承输送、翻转及剔除等各种运动的自动循环控制。

1 控制系统的总体方案

微小轴承表面缺陷检测及分拣系统安装在自动化生产线上,被检测轴承在轴承传输子系统的自动控制

收稿日期:2009-12-24

基金项目:浙江省科技攻关计划资助项目(2007C31014);宁波市自然科学基金资助项目(2009A610098)

作者简介:张振祥(1971-),男,浙江宁波人,主要从事数控技术方面的研究. E-mail: zhangzhenx@126.com

通信联系人:陈廉清,男,教授. E-mail: nbclq@sina.com

下按照一定的节拍在输送带上运动,进入检测工序时,通过传感器向已经调整好位置的摄像头发送信号,结合图像采集卡,采集轴承表面图像并传送到计算机中进行图像处理,通过对处理结果的分析和比较,由 PLC 控制器控制传输机构按序工作,并通过剔除机构将有缺陷的轴承剔除,从而实现对轴承表面质量是否合格的自动分拣处理^[2]。系统总体技术方案如图 1 所示。

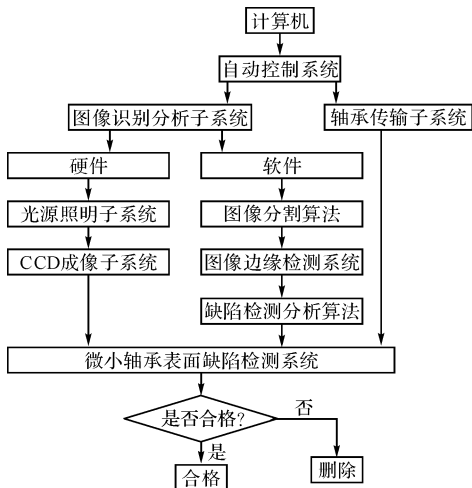


图 1 系统总体技术路线图

2 分拣系统的组成及工作原理

本研究开发的 PLC 控制系统主要是配合上位机控制轴承的运输、翻转和剔除。轴承自动输送分拣系统如图 2 所示。为提高分拣效率,配合检测系统的两个 CCD 同时工作,轴承输送分拣系统的工作台上配备 6 个工位卡料板,通过卡料气缸和送料气缸的协同工作,按序传输轴承,同时满足两个剔除气缸完成正反面缺陷轴承的剔除及翻转气缸对轴承翻转工作节拍的要求^[3-5]。

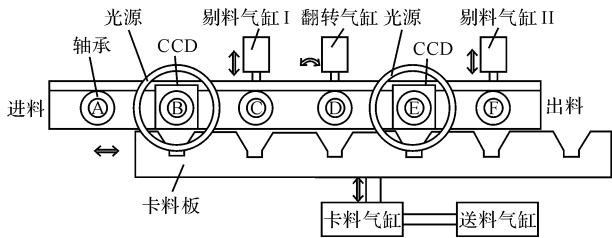


图 2 轴承输送分拣系统示意图

轴承输送分拣系统的工作原理:该系统在线工作于生产流水线中,待检轴承按照一定的节拍在输送带上传送,光电触发器检测到输送带上的检测工位有轴承即发出信号,CCD 摄像机采集图像,并把采集到的图像实时送到图像采集卡;图像采集卡对图像进行 A/D 转换后,把图像信息送到工控机;缺陷检测系统对图

像信息进行分析、判断处理,并把分析、判断结果(合格品/不合格品)信号发送给 PLC,PLC 根据接收到的(合格品/不合格品)信号作出相应的响应,如果是不合格品信号就驱动下一工位(剔除工位 C)的执行机构(气缸)动作,剔除该轴承;检测为合格品的轴承通过下一工位(剔除工位 C),在翻料工位 D 换面;然后,进入下一工位(检测另一端面工位 E,如已剔除,则此时 E 工位无轴承,也不影响后续工位的正确分拣),进行相同的检测处理。此控制机构实现了“正、反面同时检测并分拣”的高效处理。

3 PLC 控制系统的实现

3.1 PLC 系统的选择

机型选择的基本原则是在满足功能要求及保证可靠、维护方便的前提下,力求最佳的性价比。本项目选用市场占有率大、性价比较高的日本三菱公司生产的 FX2N 系列 PLC^[6-7]。

3.2 I/O 点数的确定

PLC 的 I/O 口价格比较高,因此合理选用 PLC 的 I/O 点的数量显得尤为重要,本研究在满足控制要求的前提之下力争使用的 I/O 点数最少。根据轴承传输控制子系统的控制要求,本研究选取输入点 8 个、输出点 8 个进行选配。具体输入、输出端子分配如表 1 所示。

表 1 PLC 地址分配表

输入端		输出端		中间继电器	
功能	地址	功能	地址	功能	地址
起动 SB1	X0	前后缸电磁铁 YA1	Y1	剔除 1 信号	M10
输送机构向前到位开关 ST1	X1	左右缸电磁铁 YA2	Y2	剔除 2 信号	M11
输送机构向后到位开关 ST2	X2	翻转缸电磁铁 YA3	Y3		
输送机构向左到位开关 ST3	X3	剔除缸 1 电磁铁 YA4	Y4		
输送机构向右到位开关 ST4	X4	剔除缸 2 电磁铁 YA5	Y5		
停止 SB2	X5				

3.3 PLC 与上位机的通信

PLC 的通信包括 PLC 之间、PLC 与计算机之间、PLC 和其他智能设备之间的通信。本项目采用的通信方式是计算机(上位机)与 PLC 之间的通信^[8-10]。因开发的通信系统传输速率较低、传输距离较短,本研究选用了经济、适用且能满足控制要求的 RS-232 口作为

串行通信接口,实现了把上位机的判别结果送至 PLC 的 M10、M11 中间继电器,作为剔除气缸 1、2 的动作依据。

3.4 PLC 控制系统软件实现

根据所选择的 PLC,编制的控制程序如图 3 所示。

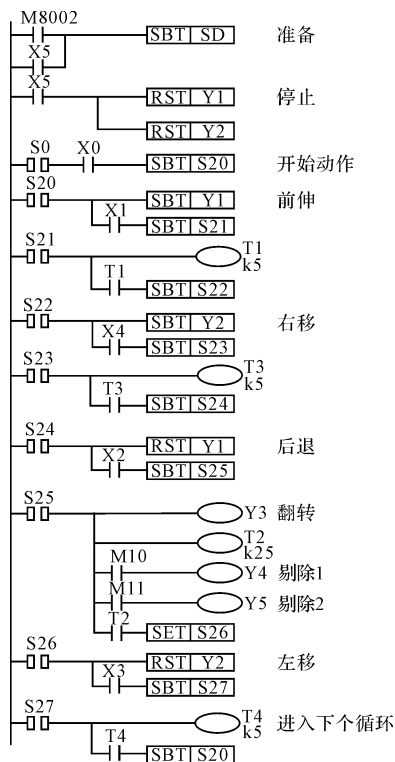


图3 PLC 控制梯形图

在轴承运输系统中,轴承的图像采集、翻转与剔除是在工作台循环移动的基础上完成的,为满足生产线的工作要求,完成一个循环的准确时间应为 4 s。结合表 1 可知:SB1 为启动按钮,当按下 SB1 时,系统启动,控制工作台前进气缸的电磁阀 YA1 接通,工作台向前运动到指定位置后撞击行程开关 ST1,随即延时继电器 T1 接通,0.5 s 后控制工作台右移的电磁阀 YA2 接通,工作台向右运动到指定位置后撞击行程开关 ST4,开始延时 0.5 s,然后工作台向后运动气缸的电磁阀 YA1 失电,工作台向后运动到位后撞击行程开关 ST2,随即延时继电器 T3 接通,进行 2.5 s 延时计时。此时轴承已经到位,光电触发器发送信号给工控机进行图像拍摄并启动识别程序进行识别,而上一轮的识别结果输出后通过 PLC 去控制剔除气缸 YA4 和 YA5 进行

动作,同时翻转气缸 YA3 进行翻转动作。时间到后,控制工作台向左运动,气缸的电磁阀 YA2 失电,工作台回到初始位置,压合行程开关 ST3,进行 0.5 s 延时,然后进入下一个工作循环,直到按下停止按钮 SB2,系统停止工作。

4 结束语

针对微小轴承人工目测效率低、漏检率高等问题,根据微小轴承表面缺陷检测中的轴承输送分拣系统的控制要求,本研究确定了所选择的 PLC 的 I/O 点数及 PLC 与上位机的通信方式,所编制的 PLC 控制程序实现了对工作台运动循环及剔除、翻转装置的控制。通过多次实验验证整个控制系统,达到了预先制定的功能要求,稳定性好,可以应用于生产实际。

参考文献(References):

- [1] 陈廉清,崔治,王龙山. 基于计算机视觉的微小轴承表面缺陷在线识别[J]. 农业机械学报,2006,37(5):132-135.
- [2] 陈永清,陈庆勇,徐金海. 轴承端面缺陷自动检测研究[J]. 制造业自动化,2009,31(10):199-202.
- [3] 张 扬,黄 琰,朱善安. 基于网络的 PLC 实验梯形图编辑器设计及实现[J]. 机电工程,2008,25(3):37-39.
- [4] 陈 铭,项占琴. PLC 在热钢坯端面打号机控制系统中的应用[J]. 机电工程,2008,25(9):77-79.
- [5] 任延明,候 力,赵学玲,等. 基于 PLC 的滚齿机控制系统设计的研究[J]. 机械,2008,35(4):46-48.
- [6] 黄 伟,胡青龙. 机械手 PLC 控制系统的设计[J]. 机电工程技术,2008,37(11):91-95.
- [7] 周昭亮. 三菱 PLC 编程口通信技术在机械手远程控制中的应用[J]. 内蒙古科技与经济,2008(9):116-118.
- [8] 官 平,谢守勇,祝诗平. 基于 Visual Basic 的 PLC 与 PC 机之间串行通信设计[J]. 机电工程,2007,24(1):50-52.
- [9] 徐华军,严 石. PLC 与上位计算机的串行通信程序设计[J]. 长沙通信职业技术学院学报,2006(1):51-54.
- [10] 谢少荣,罗 均. 基于 Visual C++ 6.0 的计算机与 PLC 通信在小型排险机器人中的应用[J]. 机械与电子,2005(10):39-42.

[编辑:张 翔]