

滤棒防差错监控系统的设计

Design of filter error prevention supervising system

李钰靓 朱立明 钱永安 张利宏 刘万里

LI Yu-liang ZHU Li-ming QIAN Yong-an ZHANG Li-hong LIU Wan-li

(浙江中烟工业有限责任公司, 浙江 杭州 310024)

(China Tobacco Zhejiang Industrial Co., LTD, Hangzhou, Zhejiang 310024, China)

摘要:为实现滤棒供给过程的实时监控,基于 WINCC 平台,通过集成 PLC、RFID、OPC 等关键技术,开发了滤棒防差错监控系统。通过对滤棒使用的全过程进行数据采集、处理、显示和监控,实现了滤棒交换中心配置状态与滤棒实物的实时比较和状态显示,并能将监控界面远程发布到各末端分布式节点。应用结果表明:该系统实现了生产车间滤棒发送工艺过程的实时防差错管理,对于提升卷烟企业的精益管理水平取得了较好的效果,也能为食品工业流程制造过程的防差错提供很好的借鉴。

关键词:滤棒;监控系统;交换中心;可编程控制器;无线射频识别;过程控制标准

Abstract: In order to realize the real-time supervising of filter supply procedure, a filter error prevention system was development, based on WINCC, which integrated the technology of PLC, RFID and OPC. This system could show and supervise the whole procedure by data collection and analysis, realize the comparison of the status between the filter exchange center and the filter in use and transfer the monitoring pages to all terminal distributed nodes. The result showed that this system had realized error prevention of the whole filter applying procedure, and enhanced the level of lean management.

Keywords: filter; supervise; filter exchange center; PLC; RFID; OPC

卷烟生产制造流程较为复杂,主要有烟丝制造、卷烟制造及烟支包装 3 个核心环节,因为生产线速度很快,过程中就需要辅以各种大大小小的系统来实现流程生产,其自动化水平普遍较高^{[1]119-143}。为满足市场需求,各工业企业往往会在卷烟制造环节采用多种规格的卷烟滤棒,而这些滤棒仅

凭借外观无法辨识,必须要借助仪器才能实现。因此,滤棒应用作为卷烟生产的主要过程之一,一旦发生差错,在高速的自动化生产线上将会无限放大,产生不可估量的损失。谭鹏飞^[2]提出了一种在滤棒交换站内部识别交换管道连通情况的方法;李哲^[3]提出了滤棒生产设备数据采集的方式;王文等^[4]提出了在滤棒发射环节利用 RFID 技术来实现防错、纠错,上述方法虽然能够起到一定的防错纠错作用,但是都无法覆盖滤棒应用的全过程。为此,在上述研究的基础上,基于 WINCC 平台,通过集成可编程控制器(PLC)、无线射频识别(RFID)、过程控制标准(OPC)等关键技术,开发覆盖整个滤棒应用环节管控一体化的滤棒防差错监控系统,实现全过程实时防差错。该种智能防差错系统也符合食品工业“智能”制造的发展趋势^[5]。

1 工艺流程

1.1 卷烟生产工艺流程

如图 1 是一个现代化卷烟工厂卷烟生产(不含烟丝生产)的基本流程框图^{[1]139}。

卷烟制造的基本工艺流程为:滤棒成型机生产卷烟制造所需的滤棒,滤棒经过发送机、滤棒交换中心、接收机供给至卷烟机,卷烟机生产卷烟,包装机将烟包装成小包直至大条,条烟输送线将大条输送至封箱机,封箱机将大条封装成大箱,大箱经过箱装输送线输送至高架库进行堆垛和存库。

1.2 滤棒应用工艺流程

为满足市场的不同需求,现代卷烟工业企业,往往需要实现柔性化生产。在滤棒的柔性化应用方面,工业企业一般会采用自产和外购相结合的方式实现滤棒货源保障,然后通过配置交换中心来解决其供给过程中柔性化问题^[6],其简要示意图见图 2。

交换中心滤棒入口部分是滤棒发送机的管道,滤棒出口部分是通往卷烟机组上的管道,它的主要功能是使滤棒发送机和卷烟机的连接柔性化,当卷烟机上所使用的滤棒规格发生变化时,可以快速做出调整。因此,滤棒的柔性化应用是

基金项目:浙江中烟工业有限责任公司科技项目(编号: ZJZY2014D002)

作者简介:李钰靓(1983—),男,浙江中烟工业有限责任公司工程师,硕士。E-mail: liyuliang@zjtobacco.com

收稿日期:2016-06-25

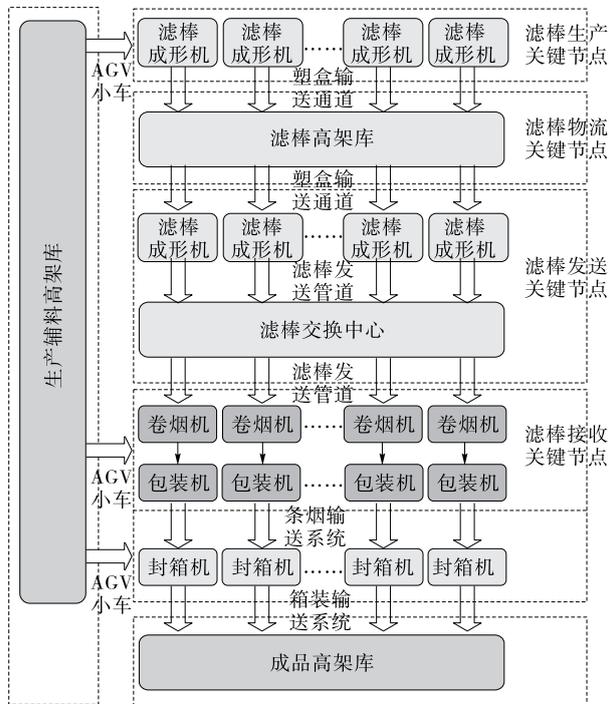


图1 卷烟生产工艺流程

Figure 1 Working flow of tobacco manufacturing

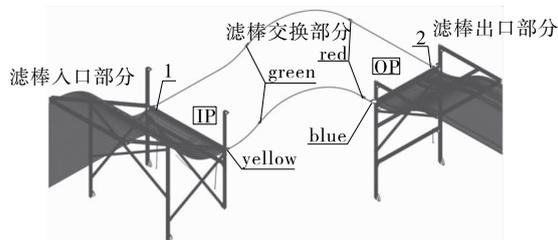


图2 滤棒交换中心示意图

Figure 2 Filter exchanging center

实现快速柔性化生产的关键之所在,但是也是卷烟生产过程的一个主要风险点所在。生产现场往往因为缺乏切实、有效的管控手段,滤棒错用的现象还是时有发生。为解决上述矛盾,提出了建立滤棒全过程实时防差错监控系统的设想。

2 系统设计

2.1 功能设计

根据各级人员的需求,防差错功能设计见图3。

功能设计的总体目标是:当滤棒发送机实际发送的滤棒不是卷烟机生产所需的规格滤棒的时候,就要及时停止滤棒发送机发送滤棒,并且实时监控系统推送通知当班中控操作人员;分布式终端客户端直接向发送机操作工报警,将最快

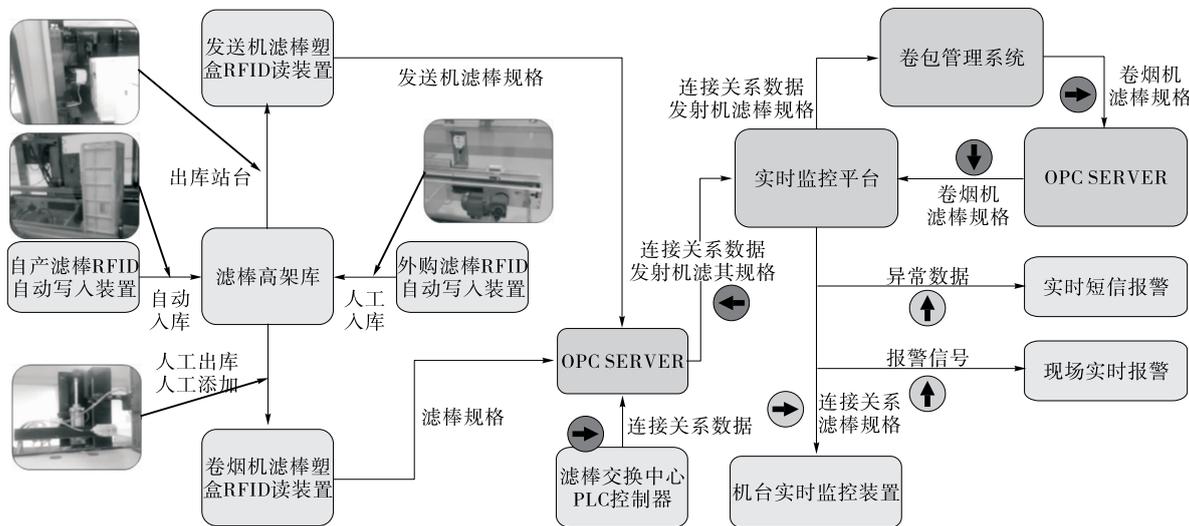


图3 滤棒防差错功能设计示意图

Figure 3 Filter error prevention function structure

地响应速度避免质量事故发生。

2.2 数据流转架构设计

为了实现上述功能,设计了系统的数据流转架构,见图4。

通过梳理滤棒使用整个流程,根据滤棒规格数据流向,针对关键节点,研发相应的系统和装置,以塑盒为单位利用高频RFID技术进行滤棒身份标识,在自产滤棒和外购滤棒进入高架库的环节,添加写码装置,在发送机前端和卷烟机人工添加滤棒处添加防差错装置,在发送机上开发交换中心管道的切换节点嵌入式实时监视装置,最终通过生产监控平

台来完成滤棒使用全部流程的防差错。

3 系统实现

3.1 滤棒关键数据的采集与比对

为实现滤棒防差错,首先需要根据滤棒使用流程^{[1]139-141},对滤棒塑格中的滤棒规格进行采集,通过研制固定式RFID信息写入及采集装置和相应的电子塑格,实现了从滤棒发送机入口通道快速进行电子塑格中滤棒规格信息的采集与感知。

3.1.1 读写装置开发 无论自产还是外购的滤棒,进入卷烟生产前都必须将滤棒装入特定的塑格,以便于进行滤棒固化

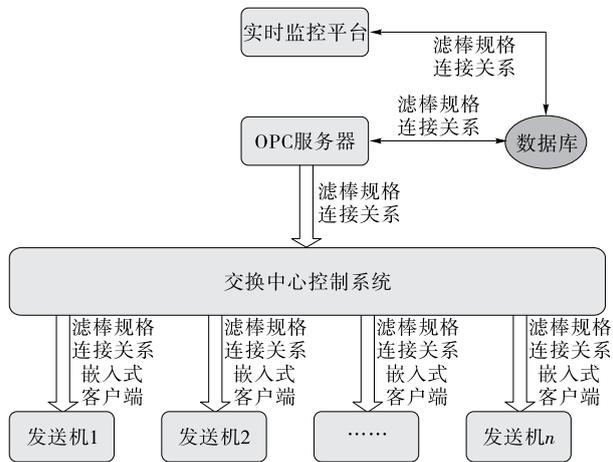
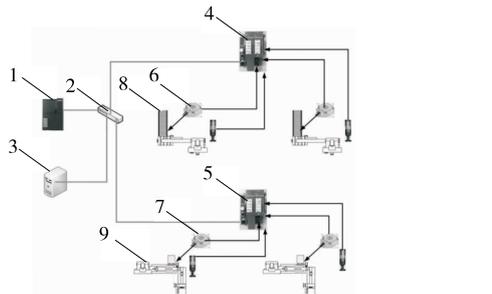


图 4 滤棒数据交换示意图

Figure 4 Filter data communication

与工艺条件的平衡。为了防止生产过程中误用、错用滤棒事故的发生,在每个塑格外侧粘贴 RFID 标签,并在其内写入滤棒规格、生产日期、班次、机台等信息,在投入使用时感知每个 RFID 标签的信息,并对 RFID 标签信息进行解析,通过与上位系统制定的生产任务中规定的滤棒信息进行校验,当发现实际投料与所需滤棒不一致时,立即停止滤棒发送工作,同时及时进行声光报警和短信推送,要求相关人员立即介入检查问题并进行适当的产品质量追溯。系统在进行校验的同量,真实地记录每个塑格的使用时间以及滤棒的去向(投入哪些卷烟机台生产),为产品跟踪与质量追溯提供真实的数据支持与系统支撑。读写装置的硬件设计见图 5。

滤棒从滤棒高架库输送到发送机站台,投入生产使用。系统在发送机的提升滤棒格子前的止盘器位置安装一只 RFID 读卡器,当塑格经过读卡器时,由 PLC 控制的读卡器启动工作,读取 RFID 中的信息。系统通过滤棒交换中心获取的发送机与卷烟机的连接关系,并从 SAP 获得卷烟机物料 BOM 清单中的滤棒物料编码,将解析出来的发送机的滤棒物料编码与卷烟机应该使用的滤棒物料编码进行校验,如果发现物料编码不一致,则向各终端机台挡车工进行报警提示。同时,系统记录读取的 RFID 的信息,包括:机台号、日



1. 读写装置 PLC 2. 交换机 3. 服务器 4. 发送机端控制器 5. 卷烟机端控制器 6. 发送极端读写器 7. 卷烟机端读写器 8. 发送机 9. 卷烟机

图 5 基于 RFID 的滤棒规格信息采集硬件设计

Figure 5 Hardware designing of filter data collection based on RFID

期、班次、班别、RFID 信息、读取时间,匹配标志。如果发生异常,则记录异常信息。

在卷烟机人工上滤棒的部位安装一只 RFID 读卡器,当人工拉动滤棒塑格时,RFID 标签经过读卡器,由 PLC 控制的读卡器启动工作,读取 RFID 中的信息。系统通过卷烟机机台当前正在执行的工单,获取该牌号的物料 BOM 清单中的滤棒物料编码,将解析出来的滤棒物料编码与卷烟机应该使用的滤棒物料编码进行校验,如果发现物料编码不一致,则报警提示。同时,系统记录读取的 RFID 的信息。如果发生异常,则记录异常信息。

3.1.2 信息采集 写入电子标签的信息由滤棒规格代码、生产机台、生产日期、班次、班别、写入时间和自动编码组成。滤棒来源为自产和外购两类,对于外购滤棒制定翻盘任务,翻盘工人将使用 PDA(无线手持读写器)获取任务并写入 RFID 标签,同时扫描滤棒大件码,判断写入的规格是否与滤棒大件码的规格一致,防止写入 RFID 标签的信息错误。对于自产滤棒则通过安装固定的 RFID 读写头自动写入信息。单一写入且成组后,通过滤棒物流系统的人工站台将滤棒按组送入滤棒高架库。

3.1.3 规格获取 如上所述,卷烟生产过程中主要通过交换中心为卷烟机提供滤棒,小批量的采用人工添加的方式。对于人工添加到卷烟机的滤棒直接从该机台的工单取得卷烟牌号,再通过牌号获取对应的工艺 BOM,从而获得滤棒的规格代码来进行防差错的控制;对于通过滤棒发送机自动发送添加滤棒,则先通过滤棒交换中心获取发送机对应的卷烟机台,然后卷烟机工单来获得滤棒规格代码。规格获取流程图见图 6。

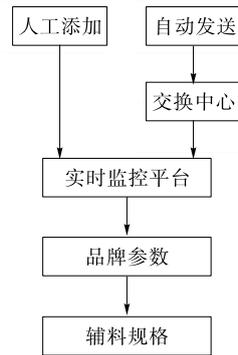


图 6 滤棒规格获取流程图

Figure 6 Type of filter gathering

3.1.4 规格校验 滤棒规格校验是滤棒发送机实现防差错的核心环节。对于自动发送的滤棒,在滤棒发送机塑盒进入通道上安装读写装置,将读到的电子标签 UID 信息和用户信息以及校验结果写入上报数据区,以确认进入该滤棒发送机的滤棒规格,主控 PLC 模块对多个读写头进行组态管理,接收服务器程序获取的卷烟机滤棒规格信息,与读取到的电子标签信息进行滤棒规格校验,如果发现数据异常,则通过主控 PLC 模块发送指令控制滤棒发送机停机,同时报警指示灯发出报警,提醒操作人员进行实物确认以及相应的处理,从而实现滤棒防差错功能。

对于人工添加的滤棒,在卷烟机人工添加滤棒处安装TURCK读写装置,将读到的电子标签UID信息和用户信息以及校验结果写入上报数据区,以确认人工添加的滤棒规格,通过与卷烟机工单获取的滤棒规格比对,发现异常则报警指示灯发出报警,提醒操作人员进行实物确认以及相应的处理,流程见图7。

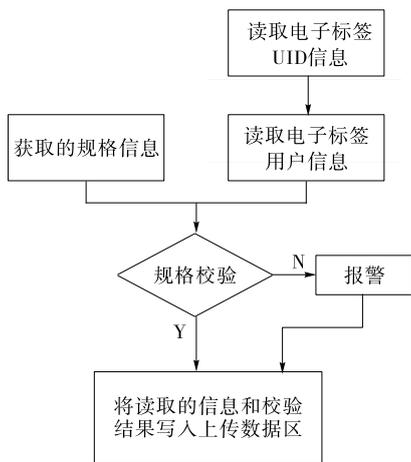


图7 滤棒规格校验流程图

Figure 7 Type of filter comparing

3.2 基于嵌入式组态技术的监控系统开发

WINCC 提供强大稳健的嵌入式 SCADA 引擎、开放式架构和具有高度扩展性和分布式特点的联网模式,提供了全面的主流设备的内置驱动和 OPC 驱动访问,并内置 OPC Client 插件可以直接访问第三方 OPC 服务器^[7]。结合功能需求、系统硬件,监控系统框架示意图见图8。

首先,OPC 服务器通过 KEPSEVER OPC 技术从交换中心控制系统 PLC 中采集滤棒发送机连接关系与滤棒规格信息,基于组态工具 WINCC,可以方便地对 OPC 服务器上的滤棒发送机连接关系与滤棒规格信息进行组态,并可以在实时监控平台方便地以图形方式展示的滤棒发送机每个发

送通道与卷烟机的连接关系以及发送滤棒的规格。通过 WEB NAVIGATOR 网页发布技术,将子画面发布到 WEB 上,结合 WEB UX 技术,可以发布到每台滤棒发送机的嵌入式终端上,同时利用该应用程序使得支持 WINDOWS/IOS/Android 移动终端,可以在任意网页浏览器及移动终端上完整运行而无需画面转换的工程画面,使操作工能实时监控相关信息,提供防差错的预防功能。当滤棒发送机实际发送的滤棒不是卷烟机生产所需的规格滤棒的时候,需要及时停止滤棒发送机发送滤棒,实时监控系统通知当班中控操作人员,嵌入式客户端直接提醒发送机操作工,可以以最快的速度避免质量事故发生。利用交换站与滤棒发送机的连锁信号,并通过 PLC 之间基于以太网的主-主通讯^[8],可以让滤棒发送机停止发送,在交换站 PLC 内增加一段程序,接收 OPC 服务器下达的卷烟机滤棒规格和滤棒发送机发送滤棒规格,判断是否一致,如果不一致则连锁信号置位,控制滤棒发送机停止发送;如果一致,则连锁信号复位,允许发送。图9是成果的部分系统界面图例。



图9 部分监控系统界面

Figure 9 System screenshot

4 应用效果

滤棒防差错监控系统,实现了滤棒应用全过程的实时防差错,消除了各种干扰(特别是人为因素)给生产一致性所带来的重大风险。系统上线以后,起到了较为明显的效果,差错截止率 100%,防差错效果见表1。

5 结束语

本文所述及的滤棒防差错监控系统,基于嵌入式组态技

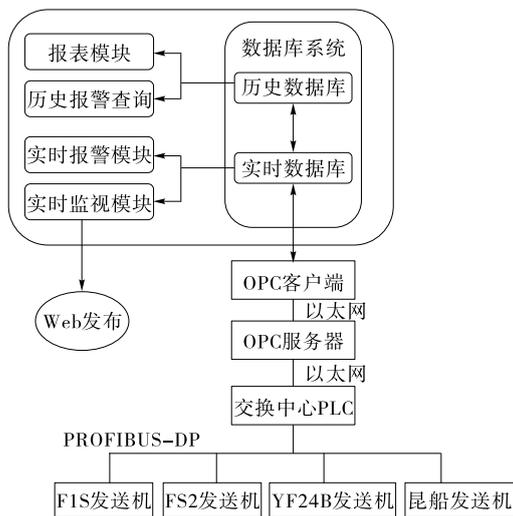


图8 监控系统框架示意图

Figure 8 Supervising System

表1 防差错案例表

Table 1 Error cases

序号	报警节点	报警信息	差错原因	防差错效果
1	发射机	滤棒规格错误	滤棒库出库排产发生差错	报警后 2 s 内,自动停止发射
2	交换中心	出入口区规格不一致	换规格时,滤棒交换管道差错	报警后 1 s 内,对管道交换停止
3	卷烟机	滤棒规格错误	人工添加了规格不符的滤棒	报警后 2 s 内,卷烟机停机
4	外购滤棒入库	滤棒规格异常	人工写入信息时规格输错	报警后 2 s 内,入库通道锁定

(下转第 182 页)

- [6] 王燕, 陈学森, 刘大亮, 等. ‘紫红1号’红肉苹果果肉抗氧化性及花色苷分析[J]. 园艺学报, 2012, 39(10): 1 991-1 998.
- [7] 王延玲. 新疆红肉苹果红色发育机理的初步研究[D]. 泰安: 山东农业大学, 2011: 29-31.
- [8] 汪晓谦. 红肉苹果酚类代谢及其对逆境响应研究[D]. 杨凌: 西北农林科技大学, 2015.
- [9] 玉江山·艾尼, 刘龙昌, 李文胜. 新疆古老栽培果树红肉苹果的分类、生物学特性与应用价值[J]. 林业实用技术, 2011(6): 63-64.
- [10] LIU Qin, QIU Yang, BETA T. Comparison of antioxidant activities of different colored wheat grains and analysis of phenolic compounds[J]. Journal of Agriculture and Food Chemistry, 2010, 58(16): 9 235-9 241.
- [11] LI Fu-hua, ZHANG Xiao-li, ZHENG Shao-jie, et al. The composition, antioxidant and antiproliferative capacities of phenolic compounds extracted from tartary buckwheat bran [Fagopyrum tartaricum (L.) Gaerth][J]. Journal of Functional Foods, 2016, 22: 145-155.
- [12] 赵二劳, 史淑美, 王迎进, 等. 黄芩多酚超声提取工艺优化及其抗氧化性研究[J]. 河南工业大学学报: 自然科学版, 2012, 33(5): 30-33.
- [13] 李珍, 哈益明, 李安, 等. 响应面优化苹果皮渣多酚超声提取工艺研究[J]. 中国农业科学, 2013, 46(21): 4 569-4 577.
- [14] 吴添文. 响应面分析优化临界 CO₂ 萃取红枣多酚及其在卷烟中的应用[J]. 食品工业, 2015, 36(8): 131-136.
- [15] 杜若源, 谢晶, 王婷, 等. 超声波辅助提取银杏叶中总黄酮的工艺优化[J]. 食品与机械, 2014, 31(1): 167-170.
- [16] 张小燕, 陈学森, 彭勇, 等. 新疆野苹果多酚物质的遗传多样性[J]. 园艺学报, 2008, 35(9): 1 351-1 356.
- [17] WANG Xiao-qian, WEI Zhi-wei, MA Feng-wang. The effects of fruit bagging on levels of phenolic compounds and expression by anthocyanin biosynthetic and regulatory genes in red-fleshed apples[J]. Process Biochemistry, 2015, 50(11): 1 774-1 782.
- [18] WANG Xiao-qian, LI Cui-ying, LIANG Dong, et al. Phenolic compounds and antioxidant activity in red-fleshed apples[J]. Journal of Functional Foods, 2015, 18: 1 086-1 094.
- [19] 李倩, 李俦, 徐金龙, 等. 响应面法优化南酸枣皮中多酚提取工艺[J]. 食品工业科技, 2012, 33(20): 251-254.
- [20] 刘婷, 欧阳梦云, 王燕, 等. 刺葡萄酒渣中白藜芦醇的超声辅助提取工艺优化[J]. 食品与机械, 2014, 30(6): 160-164.
- [21] 王贤萍, 张倩茹, 尹蓉, 等. 超声波辅助提取苹果多酚优化条件的研究[J]. 农产品加工, 2014(7): 12-15.
- [22] 李晓军, 潘宏利, 陈花, 等. 响应曲面法优化超声辅助提取金银花总黄酮[J]. 陕西师范大学学报, 2009, 37(2): 81-90.
- [23] 许先猛, 卢军, 宋武明. 苹果渣多酚超声提取工艺研究[J]. 食品与发酵科技, 2014, 50(3): 36-38.
- [24] 任文霞, 李建科, 仇农学, 等. 超声波辅助提取苹果渣多酚工艺[J]. 食品与生物技术学报, 2008, 27(4): 20-23.
- [25] 贺金娜. 苹果多酚的制备、成分鉴定及其抗氧化性研究[D]. 无锡: 江南大学, 2014: 52.

(上接第 87 页)

术, 结合 PLC、RFID 及 OPC 技术, 利用现有的工厂自动化网络, 实现了滤棒应用的全过程实时防差错, 差错截止率 100%, 报警敏感度小于 2 s, 对于提高企业的精益管理水平起到了很好的示范作用, 具有较高的推广应用价值。也能为采用流程制造工艺的食品工业提供较好的借鉴。

参考文献

- [1] 浙江中烟工业有限责任公司, 张思荣. 现代卷烟工厂建设创新与实践[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 2014.
- [2] 谭鹏飞. 用于卷烟滤棒交换站的电信号自动交换系统: 中国, 200820202532.3[P]. 2008-10-29.
- [3] 李哲. 烟草行业滤棒设备数据采集方式初探[J]. 中国高新技术企业, 2011, 21(7): 135-136.
- [4] 王文, 刘剑锋, 张志远, 等. 基于 RFID 技术的滤棒输送环节纠错防错系统的设计与应用[J]. 自动化应用, 2013(10): 40-43.
- [5] 任毅, 东童童. “智能制造”对中国食品工业的影响及发展预判[J]. 食品工业科技, 2015, 36(22): 32-36.
- [6] 钱杰, 金振训, 朱立明, 等. 滤棒交换中心的数据分析与利用[J]. 科技通报, 2015, 3(11): 210-212.
- [7] 向晓波. 西门子 WINCC V7 从入门到提高[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012: 52-59.
- [8] 崔坚, 李佳, 杨光. 西门子工业网络通讯指南[M]. 北京: 机械工业出版社, 2008: 117-119.

(上接第 120 页)

- [5] 邓学良, 周文化, 付希. 甘薯食品产业发展概况与前景分析[J]. 粮食与饲料工业, 2009(1): 15-16.
- [6] 王新龙, 罗红霞, 王福海, 等. 甘薯酶解工艺条件优化研究[J]. 食品与机械, 2014, 30(1): 228-231.
- [7] 吴广辉, 毕韬韬. 红薯营养价值及综合开发利用研究进展[J]. 食品研究与开发, 2015, 36(20): 189-192.
- [8] 王丽娟, 王琴, 温其标. 我国甘薯产业的发展现状[J]. 粮食加工, 2008, 33(1): 12-14.
- [9] 赵凯, 许鹏举, 谷广焯. 3,5-二硝基水杨酸比色法测定还原糖含量的研究[J]. 食品科学, 2008, 29(8): 534-536.
- [10] 尹建雄, 卢红, 谢强, 等. 3,5-二硝基水杨酸比色法快速测定烟草水溶性总糖、还原糖及淀粉的探讨[J]. 云南农业大学学报, 2007, 22(6): 829-833, 838.
- [11] HU Qiu-long, TAN Lin, HENG Zhou, et al. Quantification of sugar compounds and uronic acids in enzymatic hydrolysates of lignocellulose using high-Performance anion exchange chromatography with pulsed amperometric detection[J]. Energy Fuels, 2012, 26(5): 2 942-2 947.
- [12] 孟庆勇, 王亚飞, 揭新明, 等. 粗江蓠多糖的提取及光谱分析[J]. 光谱学与光谱分析, 2006, 26(10): 1 903-1 906.
- [13] 柳建良, 黄桂颖, 舒永培, 等. 贡柑不同采收期果实可溶性糖红外光谱学研究[J]. 西北农业学报, 2009, 18(1): 234-237.
- [14] 邓一清, 童银洪, 陈小丽, 等. 翡翠贻贝多糖的分离纯化及单糖组成[J]. 农业研究与应用, 2013(2): 1-8.
- [15] 马齐, 秦涛, 张强. 柿子霜成份检测分析[J]. 食品研究与开发, 2005, 26(5): 143-145.
- [16] 夏延斌. 食品化学[M]. 北京: 中国农业出版社, 2004: 28-29.