

## 多工位在线包装质量呼叫与互控系统设计

蔡培良<sup>1</sup>, 孙成顺<sup>1</sup>, 何邦贵<sup>2</sup>

(1.红云红河烟草(集团)有限责任公司曲靖卷烟厂, 曲靖 655000; 2.昆明理工大学, 昆明 650500)

**摘要:** **目的** 为解决卷烟生产中卷包机组和装封箱机组操作人员进行质量检测时发现产品存在质量缺陷而不能及时提醒沟通、停机处理、缺陷产品分流, 导致产生大量废品, 造成人力、物力巨大浪费的问题, 设计一种新型多工位在线包装质量呼叫与互控系统。**方法** 该系统通过对条烟提升机、条烟输送系统、垂直排包机控制系统的控制, 建立各工位人机交互平台及质量报警系统, 实现卷包机组和装封箱机组操作人员的实时信息互通。**结果** 该系统在卷烟厂实施后取得了良好的经济效益, 卷包机组生产的缺陷产品数量同比降低了35%; 设备有效作业率提升了0.5%。**结论** 研究成果可推广应用于烟草生产企业的卷包设备与装封箱机设备上。

**关键词:** 卷包机组; 装封箱机组; 在线质量呼叫; 互控系统

**中图分类号:** TB486<sup>+</sup>.3; TS43 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2017)15-0087-05

## On-line Quality Call and Mutual Control System in Multistation

CAI Pei-liang<sup>1</sup>, SUN Cheng-shun<sup>1</sup>, HE Bang-gui<sup>2</sup>

(1. Qujing Cigarette Factory, Hongyun Honghe (Group) Co., Ltd., Qujing 655000, China;

2. Kunming University of Science and Technology, Kunming 650500, China)

**ABSTRACT:** To design a new on-line quality call and mutual control system in multistation to prevent a quantity of defective products and a great loss of manpower and material resources caused by that operators of packaging units and case sealing units could not communicate with each other and remind to stop the equipment in time when they found defective products. This system realized real-time information interoperability between the operators of packaging units and case sealing units though controlling carton elevator, carton transportation system, vertical packing machine system and establishing man-machine interactive platform and quality alarm system in every station. The system achieved good economy benefit after being implemented in the cigarette factory. Defective product of packaging units was decreased by 35 percent on year-on-year basis and equipment effective operation efficiency was increased by 0.5%. This technology can be applied to packaging equipment and case sealing equipment of tobacco industry.

**KEY WORDS:** packaging units; case sealing units; on-line quality call; mutual control system

在卷烟包装生产过程中, 烟丝经过卷烟包装机加工成成品条烟, 成品条烟经过条烟提升机、条烟输送系统<sup>[1]</sup>、条烟垂直排包机、条烟外观检测系统后进入装封箱机装箱, 包装后输送到高架仓库, 完成整个卷包工序。在整个卷包加工工序中, 由于受多种因素的影响, 卷包过程中易出现烟支空松、烟支漏气、小盒外包缺陷、小盒透明纸包裹不良、条盒外包缺陷、条盒透明纸包裹不良等诸多质量缺陷。针对以上缺陷,

企业一方面对设备进行技术改进和优化, 安装烟支质量检测<sup>[2-5]</sup>装置以及小包外观<sup>[6-8]</sup>、条烟外观视觉检测<sup>[9-12]</sup>等装置对缺陷产品进行检测和剔除; 另一方面对产生缺陷的各种因素进行探讨和改进。事实上卷包缺陷产品的产生具有偶发性、突发性、间断性等特点, 卷包设备操作工无法控制, 卷包设备又不能杜绝该类不合格烟包的产生。为此, 在各操作工位安装人机交互平台<sup>[13-14]</sup>, 通过修改条烟提升机、条烟输送系统、条

收稿日期: 2017-01-20

基金项目: 2017年云南中烟工业有限责任公司科技项目(2017GY06)

作者简介: 蔡培良(1972—), 男, 工程师, 主要研究方向为烟草卷包设备。

烟垂直排包机的控制程序,建立卷包机组与封箱机组的通讯连接,实现自动对话、自动关停条烟输送系统、声光报警提醒、文本信息提醒、相互信息确认等功能,从而使卷包机组和装封箱机组操作人员能够跨生产线、跨不同设备进行信息交互和相互控制,缺陷产品出现时卷包机组可及时停机维护,封箱机组可及时防止缺陷产品进入下一步工序,降低缺陷产品量和物耗。

### 1 企业现场质量控制现状

卷包生产线中设备安装受到设备布局、生产场地、环境温度等诸多方面的限制,因此卷包设备与装封箱机设备不在同一生产区域。卷包设备生产的条烟经过条烟提升机、条烟输送系统、垂直排包机、条烟存储器等设备送入装封箱机进行箱装,从而实现多台生产设备生产的多品种的产品通过条烟传输系统(混合)及条烟垂直排包、装封箱机进行同品种产品分拣包装。在此过程中,卷包机组或装封箱机组操作工在自检过程中发现在线产品存在质量缺陷,双方机组操作工之间(发生质量事故的卷包机组操作工与对应装封箱机组操作工之间)不能及时沟通、停机处理、缺陷产品分流,导致大量缺陷产品产生极有可能流入下一道工序,给产品质量和生产成本控制带来困难。

#### 1.1 质量信息统计分析

在正常生产的12个月时间内,对车间产品质量事故进行随机抽样统计,结果见表1。生产中装封箱机和卷包操作工由于沟通不及时,不能控制相应设备,导致大量不合格品流入下一道工序,致使不合格条烟数量较多。

表1 卷包车间不合格产品统计

Tab.1 Statistics of defective products of packaging workshop

月份	不合格品发生次数	不合格品总条数
二月	2	275
四月	2	291
七月	0	0
十一月	1	119
平均值	1.25	171.3

#### 1.2 现有卷包设备与条烟输送系统的对接

卷包设备与条烟输送系统控制模型见图1,卷包设备生产的成品条烟通过其出口的条烟输送带及条烟缺包检测(1条烟由2×5排10包烟组成,为防止生产中条烟内缺失烟包,在包装机出口加装了条烟缺包检测)后到达条烟提升机,条烟提升机将成品条烟提升到空中的条烟输送带上,由条烟输送带运送到垂直排包机。在整个控制系统中,卷包设备出口的条烟堵塞信号控制卷包设备的运行,条烟提升机入口利用堵塞检测及条烟输送系统运行信号等来控制提升机

的运行。卷包设备与提升机系统完全隔离,提升机系统只能显示入口条烟堵塞及条烟输送系统故障,卷包操作人员无法对条烟输送系统、条烟排包系统、装封箱机系统进行控制。

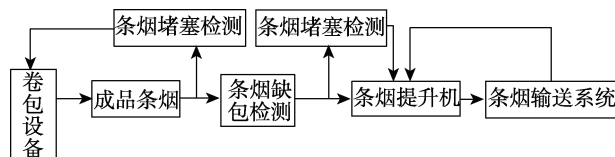


图1 卷包设备与条烟输送系统控制模型

Fig.1 Control model of packaging equipment and carton transportation system

#### 1.3 现有装封箱机与条烟输送系统的对接

装封箱机与条烟输送系统控制模型见图2,条烟输送带上的成品条烟到达程序设定的垂直排包机时,通过垂直排包机的条烟推进器及条烟输送带将空中输送带上的条烟输送到地面的条烟输送带上,经过条烟外观检测(对条烟的外包质量进行检测)、条烟存储器后进入装封箱机进行装箱。在整个条烟输送过程中,条烟输送带系统、垂直排包机受控于条烟存储器信号,而条烟存储器运行与否受控于装封箱机入口的条烟堵塞检测及装封箱机运行信号。当装封箱机运行时,若其入口条烟输送带上的条烟堵塞检测传感器未检测到条烟堵塞,整个条烟输送系统、垂直排包机正常运行,当条烟堵塞检测和装封箱机运行信号的任一信号未发出时,条烟存储器工作,进行条烟的存储。条烟存储器检测到存储完成时,立即停止条烟输送系统及垂直排包机运行,而装封箱机运行只受其入口的条烟存在检测控制,与条烟输送系统无关。封箱机操作人员只能通过条烟垂直排包机系统对条烟输送系统进行控制,但其控制方式较为复杂。

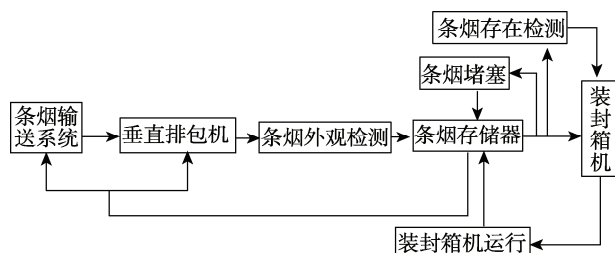


图2 装封箱机与条烟输送系统控制模型

Fig.2 Control model of carton sealing machine and carton transportation system

在整个生产中,卷包设备与装封箱机设备相互独立,卷包操作人员和装封箱机操作人员不能对相应设备进行控制,给质量控制和生产物耗带来困难。如果建立一套信息沟通及控制平台,操作工之间能够实时进行信息交流、自动停止设备、自动将质量缺陷产品进行分流,可极大降低缺陷产品数量,且杜绝缺陷产品流入下一道工序,提升设备的有效作业率。

## 2 多工位在线包装质量呼叫互控系统

### 2.1 系统构成

为了解决现存卷包机组与条烟输送系统、装封箱机与条烟输送系统之间的对接及控制难题,引入了多工位在线包装质量呼叫互控系统,其基本框架包含卷包设备触摸显示屏、条烟提升机 PLC 控制器<sup>[13-15]</sup>、条烟输送装置 PLC 控制器、垂直排包机 PLC 控制器、装封箱机触摸显示屏、声光报警装置、系统控制软件、触摸显示及操作软件等。卷包设备触摸显示屏及报警

装置安装在条烟提升机电控柜上,装封箱机触摸显示屏及报警装置安装在装封箱机入口操作工质量自检位置。卷包触摸屏及报警装置与条烟提升机 PLC 通过 MPI 连接,装封箱机触摸显示屏及报警装置与垂直排包机 PLC 通过 MPI 连接,条烟提升机 PLC、条烟垂直排包机 PLC 通过 Profibus-DP<sup>[16-17]</sup>、Profinet<sup>[18]</sup> 总线通讯与条烟输送系统主 PLC 连接,通过系统程序编写,实现卷包机组与装封箱机组的信息互联互通及条烟输送的自动控制。整个系统的设计框架见图 3。

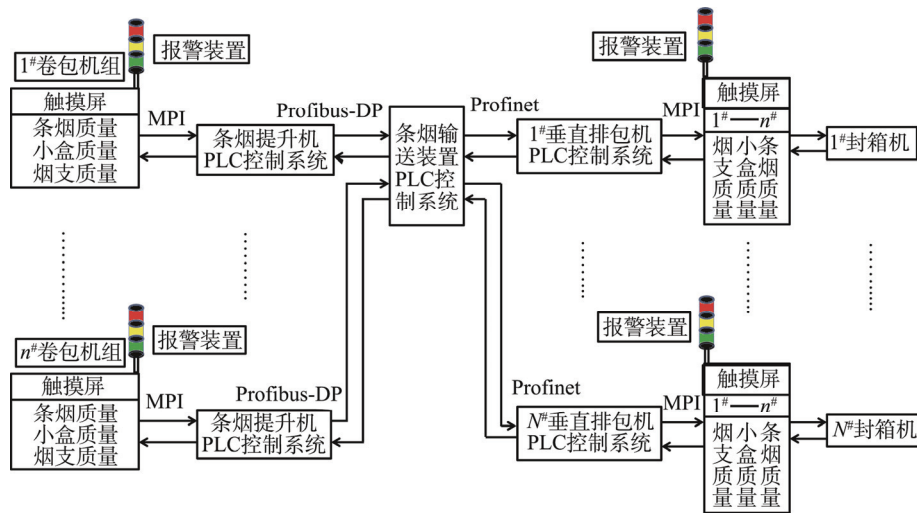


图 3 多工位质量呼叫互控系统设计框架

Fig.3 Design diagram of quality call mutual control system in multistation

### 2.2 多工位信息系统的转化

在生产运行中,每一组卷包设备生产的产品通过条烟提升机、条烟输送系统可进入任何一组条烟垂直排包机(装封箱机),同理,每一组垂直排包机(装封箱机)可以接收来自条烟输送系统的任何一组卷包设备生产的产品,每一组装封箱机对应多台卷包设备。当装封箱机或卷包机组操作人员自检发现产品存在质量缺陷时,如何快速让系统自动找到对应设备,即如何将多工位转化为一对一设备,成为设计的关键性难题。

## 3 多工位在线包装质量呼叫互控系统的实现

构建卷包设备与装封箱机设备之间的多工位在线包装质量呼叫互控系统,使操作人员在自检自查时发现产品存在包装质量缺陷及时提醒对方操作人员进行停机处理,并自动控制条烟输送带,让存在包装质量缺陷的产品自动分流至应急通道,减少缺陷产品数量并杜绝缺陷产品流入下一道工序,且系统自动上传缺陷产品类别及分流数量,达到对缺陷产品的准确分析和统计。该系统在不改变原机控制系统的前提下,可实现信息交换、信息传递、信息处理及人机结合<sup>[19-20]</sup>功能。

### 3.1 人机交互的实现

人机界面是用户与机器之间的桥梁,文中系统人机界面采用西门子 Smart700 和 T1200 作为人机界面设备,使用 WinCC flexible 2008 编程软件进行界面设计<sup>[21]</sup>,包含选择产量统计、控制方式、运行方式、坏烟信息列表或者窗口等功能,通过 MPI 与对应的 PLC 通讯。触摸显示屏主要分为状态显示、历史曲线、操作参数、工程参数、系统帮助等几部分,工人利用触摸显示屏可以对不同生产线的不同机器设备进行控制,并对生产状态进行监测。

### 3.2 硬件组态

每组条烟提升机和垂直排包机通过网络与条烟输送系统主站进行数据交换,从而实现条烟提升机和排包机的通讯,条烟提升机和主站通过 Profibus-DP 总线通讯,垂直排包机和主站通过 Profinet 总线通讯,每台设备都有唯一的总线地址。在主站 PLC 的程序里设置了每台条烟提升机和垂直排包机与主站的交换数据量、数据地址和站地址。

### 3.3 用户程序设计

用户程序可实现主站与各子站的信息交换。主站



系统实时监控各子站状态,用户程序进行数据分析和处理,当接收到子站发来“坏烟信息”时,主站发出停机命令给相应的子站,同时在相应设备的人机界面上显示报警信息,提示操作人员进行处理。子站接收到停机命令时,控制相应的设备关停并自动将对应条烟输送系统切换到应急通道,杜绝缺陷产品流入下一道工序。

该系统程序可实现卷包机组条烟提升机系统和与其对应的装封箱机组条烟垂直排包机组的子站西门子 S7-300 PLC 通讯相通,每个子站与主站、子站与子站能够接收和发送数据,达到一对一的信息传输,实现从包装机组到封箱机组的信息交互和信息传递。通过该系统将卷包机组提升机与装封箱机有机连接在一起,任何一方发现产品存在质量缺陷时,同触摸屏功能键,快速准确将当前质量信息传输到对应设备的操作人员处,并控制相应设备的运行,使当前缺陷条烟分流到应急通道,以便对不合格品进行排查和处理。

#### 4 应用与效果

多工位在线包装质量呼叫与互控系统实施后,通过友好的人机界面,双方操作人员通过点击呼叫系统选择相应机组号,在机组根目录下选择包装质量缺陷项目,点击后对应机组可及时得到相关质量缺陷信息,并及时控制条烟输送带及条烟提升机,极大降低包装质量不合格品的产生及流入下一道工序的风险,见图4。

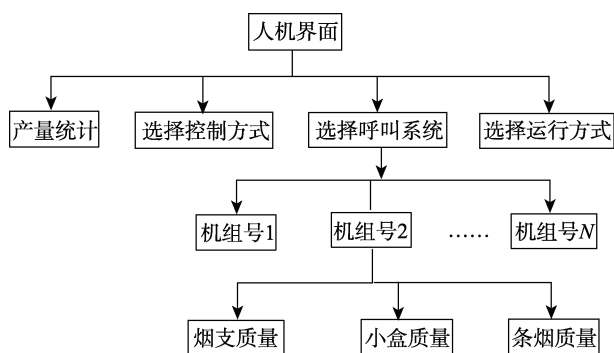


图4 人机交互界面

Fig.4 The man-machine interface

通过该包装质量呼叫及控制系统的安装运行,装封箱机与卷包机组操作人员发现产品存在质量缺陷时进行及时沟通,立即停止对应设备,并将存在质量缺陷的产品分流到应急通道,杜绝缺陷产品大量产生和流入下一道工序。控制系统安装后对生产车间产品质量事故进行为期4个月的随机抽样统计,见表2。

由表2可知,卷包生产车间每月发生不合格品次数基本不变,但是每月不合格品数量大大降低,不合格产品数量降低了35%以上,且杜绝了不合格品流入

表2 质量控制系统改造后卷包车间不合格品统计

Tab.2 Statistics of defective products of packaging workshop after quality control system modified

月份	不合格品发生次数	不合格品总条数
七月	1	65
八月	0	0
十一月	3	213
十二月	2	147
平均值	1.5	103.8

下一道工序带来的其他生产成本上升的情况,达到了预期控制的目的。利用该控制系统,减少了操作人员劳动力,提高了操作人员对卷烟在线质量检测的控制能力和设备有效作业率,减少了缺陷产品发生频次、数量,达到了保证产品质量、降低物耗的目的。

#### 5 结语

针对卷包机组与装封箱机组在生产过程中操作人员自检自查发现产品存在缺陷时无法快速进行沟通的问题,通过对条烟提升机、条烟输送系统、条烟垂直排包机控制程序的编写,卷包机组与装封箱机组人机界面及声光报警装置的加装,实现了生产中双方操作人员的实时信息互通、信息提醒、条烟输送系统自动控制、缺陷信息自动保存等,降低了生产中缺陷产品的发生数量,达到了降低生产成本的目的。

#### 参考文献:

- [1] 何权,李诚,汤炼.条烟输送系统的优化改进[J].烟草科技,2012,45(10):28—30.  
HE Quan, LI Cheng, TANG Lian. Improvement of Carton Conveying System[J]. Tobacco Science & Technology, 2012, 45(10): 28—30.
- [2] 陈杰,李志敏,钟先信,等.烟草在线检测与异物剔除系统[J].光电工程,2003,30(5):51—54.  
CHEN Jie, LI Zhi-min, ZHONG Xian-xin, et al. Tobacco On-line Detection and Foreign Matter Eliminating System[J]. Opto-Electronic Engineering, 2003, 30(5): 51—54.
- [3] 吕金平,袁庆丰,王克胜,等.神经网络在在线产品质量控制中的应用[J].机械制造,2005,43(5):8—10.  
LYU Jin-ping, YUAN Qing-feng, WANG Ke-sheng, et al. Application of Artificial Neural Network in On-line Quality Control[J]. Machinery, 2005, 43(5): 8—10.
- [4] 缪晓丽,唐正宁.印刷品质量检测过程中的色空间转换方法研究[J].包装工程,2011,32(3):71—73.  
MIAO Xiao-li, TANG Zheng-ning. Development of Color Space Conversion Method for Printing Quality Inspection[J]. Packaging Engineering, 2011, 32(3): 71—73.
- [5] 唐向阳,张勇,黄岗,等. Tobacco Sorter 和 Tobacco

- Scan 6000 烟草异物剔除系统的比较[J]. 烟草科技, 2004(2): 13—16.
- TANG Xiang-yang, ZHANG Yong, HUANG Gang, et al. Comparison between Tobacco Sorter and Tobacco Scan 6000[J]. Tobacco Science & Technology, 2004 (2): 13—16.
- [6] 董南萍, 于丽杰, 高宗余. 四色套印偏差视觉检测系统软件设计与实现[J]. 包装工程, 2012, 33(21): 108—112.
- DONG Nan-ping, YU Li-jie, GAO Zong-yu. Software Design and Realization of Four Colors Overprint Deviation Vision Inspection System[J]. Packaging Engineering, 2012, 33(21): 108—112.
- [7] 张向阳, 张进武, 覃志宏, 等. 基于机器视觉技术的卷烟小包封签直线检测算法[J]. 烟草科技, 2008(3): 22—24.
- ZHANG Xiang-yang, ZHANG Jin-wu, QIN Zhi-hong, et al. Straight Line Detection Algorithm in Cigarette Packet Stamp Inspection Based on Machine Vision Technology[J]. Tobacco Science & Technology, 2008 (3): 22—24.
- [8] 董浩, 荆熠, 王锦平, 等. 基于机器视觉技术的烟用包装膜磨损程度测定方法[J]. 烟草科技, 2012(7): 9—12.
- DONG Hao, JING Yi, WANG Jin-ping, et al. Method for Determining Abrasive Wear of Cigarette Packing Film Based on Machine Vision Technology[J]. Tobacco Science & Technology, 2012(7): 9—12.
- [9] 原志雷, 杜劲松, 毕欣. 基于机器视觉的烟箱缺条检测系统[J]. 机械设计与制造, 2012(6): 101—103.
- YUAN Zhi-lei, DU Jin-song, BI Xin. Carton-Missing Detection System Based on Machine Vision[J]. Machinery Design & Manufacture, 2012(6): 101—103
- [10] 王鹏. 烟箱品牌视觉检测分拣系统的设计应用[J]. 烟草科技, 2014(4): 35—38.
- WANG Peng. Design and Application of Visual Case Inspection and Sorting System[J]. Tobacco Science & Technology, 2014(4): 35—38.
- [11] BENTOUTOU Y, TALEB N, KPALMA K. An Automatic Image Registration for Application in Remote Sensing[J]. IEEE Transactions on Geoscience and Remote Sensing, 2005, 43(9): 2127—2137.
- [12] KANNALA J, BRANDT S S. A Generic Camera Model and Calibration Method for Conventional, Wide-angle, and Fish-eye Lenses[J]. IEEE Trans on Pattern Analysis and Machine Intelligence, 2006, 28(8): 1335—1340.
- [13] 王俊豪, 张亮亮, 刘园伟. 烟草移栽机器人接口的设计[J]. 湖北农业科学, 2013, 52(13): 3156—3159.
- WANG Jun-hao, ZHANG Liang-liang, LIU Yuan-wei. Man-Machine Interface Design of Tobacco Transplanting Machine[J]. Hubei Agricultural Sciences, 2013, 52 (13): 3156—3159.
- [14] 万陆洋. 人机交互原理在产品中的应用[J]. 包装工程, 2014, 35(14): 85—88.
- WAN Lu-yang. Application of Human-computer Interaction Design in Product Design[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(14): 85—88.
- [15] 刘学海, 韩东, 王斌, 等. 基于 IPC-PLC 的 PASSIM 卷接机组电控系统设计[J]. 烟草科技, 2010(11): 25—28.
- LIU Xue-hai, HAN Dong, WANG Bin, et al. Design of Electric Control System in PASSIM Filter Cigarette Maker Based on IPC-PLC[J]. Tobacco Science & Technology, 2010(11): 25—28.
- [16] 张鹏, 鞠镁隆, 沈敏德, 等. 基于 PLC 控制的卧式卷烟自动分拣机设计[J]. 机电一体化, 2008(5): 77—79.
- ZHANG Peng, JU Mei-long, SHEN Min-de, et al. The Design of PLC Control for the Horizontal Cigarette Auto-distributing Machine[J]. Mechatronics, 2008(5): 77—79.
- [17] 陈东青. 基于 PLC 与触摸屏的码垛工业机器人操作系统设计[J]. 包装工程, 2014, 35(23): 84—88.
- CHEN Dong-qing. Design of Stacker Industrial Robot Operating System Based on PLC and Touch Screen[J]. Packaging Engineering, 2014, 35(23): 84—88.
- [18] 杨绍胜. S7-300 PLC 和 PROFIBUS-DP 现场总线在 KDF2 滤棒成型机上的应用[J]. 烟草科技, 2007(7): 20—23.
- YANG Shao-sheng. Application of S7-300 PLC and PROFIBUS-DP in KDF2 Filter Rod Maker[J]. Tobacco Science & Technology, 2007(7): 20—23.
- [19] 张鹏, 沈敏德, 范维华. 基于 Profibus-DP 的塔式卷烟自动分拣机的设计应用[J]. 烟草科技, 2007(3): 23—24.
- ZHANG Peng, SHEN Min-de, FAN Wei-hua. Design of Tower Type Automatic Cigarette Picker Based on Profibus-DP[J]. Tobacco Science & Technology, 2007 (3): 23—24.
- [20] 姚栋. 基于 Profinet 的制丝线移动加香加料 RFID 控制系统[J]. 烟草科技, 2015, 48(3): 103—106.
- YAO Dong. Profinet-based Mobile RFID Control System for Flavoring and Casing in Primary Processing Line[J]. Tobacco Science & Technology, 2015, 48(3): 103—106.
- [21] LIPPMAN S B, LAJOIE J, MOO B E. C++ Primer[M]. Beijing: Posts & Telecom Press, 2006.