

## 烟箱分拣自动控制系统研究

李银华<sup>1</sup>, 赵凡<sup>1</sup>, 姜克森<sup>2</sup>, 王博<sup>3</sup>

(1. 郑州轻工业学院, 郑州 450002; 2. 河南中烟工业有限责任公司新郑卷烟厂, 新郑 451100;  
3. 河南中烟工业有限责任公司郑州卷烟厂, 郑州 450000)

**摘要:** **目的** 针对烟箱的入库人工分拣强度大、效率低、误差率高等问题, 结合生产实际, 设计烟箱入库自动分拣控制系统。 **方法** 系统硬件由PLC、条码扫描器、光电开关、网络交换机、气缸、码盘和触摸屏等部件组成。通过读码器将读取到的条码信息经过网络传递给PLC, PLC接收条码信息并与设置的条码信息进行比较, 确定烟箱类型, 利用码盘产生的同步信号实现精确定位及分拣, 采用脉冲区间算法降低分拣的误差率。 **结果** 该系统已经应用于卷烟厂, 分拣正确率由92%提高到100%。 **结论** 系统运行可靠, 减轻了分拣人员的压力, 提高了生产效率和系统的可靠性。

**关键词:** 烟箱分拣; PLC; 读码器; 光电开关; 脉冲区间修正算法

**中图分类号:** TB486<sup>+</sup>.3 **文献标识码:** A **文章编号:** 1001-3563(2015)03-0094-04

## Automatic Control System for Smoke Box Sorting

LI Yin-hua<sup>1</sup>, ZHAO Fan<sup>1</sup>, JIANG Ke-sen<sup>2</sup>, WANG Bo<sup>3</sup>

(1. College of Electric and Information Engineering of Zhengzhou University of Light Industry, Zhengzhou 450002, China;  
2. Tobacco Henan Industrial Co., Ltd. Xinzheng Cigarette Factory, Xinzheng 451100, China;  
3. Tobacco Henan Industrial Co., Ltd. Zhengzhou Cigarette Factory, Zhengzhou 450000, China)

**ABSTRACT:** To design an automatic control system for sorting smoke boxes based on the production practice, in order to solve the problems of high labor-intensity, low efficiency, high error rate and other issues in the manual sorting of smoke boxes. The system hardware consisted of the PLC, bar-code scanners, photoelectric switches, network switch, cylinders, encoder, touch screen and other components. The barcode values read by bar-code scanners were passed through the network to the PLC, and the PLC received the barcodes and compared them to the stored barcodes to determine the smoke box types. Specific sorting and positioning were realized by the synchronization signal generated by the code disc. The sorting error rate was reduced by the pulse interval algorithm. This system was used in the cigarette factory. The correct rate of sorting was increased from 92% to 100%. The system was reliable and it reduced the working intensity of the sorting staff. The production efficiency and the system reliability were improved.

**KEY WORDS:** sorting of smoke boxes; PLC; bar-code scanner; photoelectric switch; pulse interval algorithm

随着卷烟生产自动化水平的不断提高, 成品烟的种类和产量随之增加, 使得卷烟分拣作业任务量加重, 对分拣要求越来越高。成品烟的分拣入库是生产过程的重要环节, 分拣作业的速度和质量直接影响生产效率和经济效益。传统烟箱的分拣主要依靠人工来完成, 普遍存在分拣强度大、效率低和误差率高等

问题<sup>[1]</sup>。尤其在夜间工作问题更加突出, 不能确保分拣正确率为100%, 致使企业出现A类质量缺陷, 造成极其严重的损失<sup>[2]</sup>。自2000年以来, 半自动、自动烟箱分拣系统在各地烟草公司投入使用, 在烟草物流中应用非常广泛<sup>[3-4]</sup>, 并且出现了多种分拣方法。如红塔卷烟自动分拣系统采用传统时间公式来计算分拣时间<sup>[5]</sup>,

收稿日期: 2014-08-14

作者简介: 李银华(1964—), 湖北应城人, 郑州轻工业学院教授、硕士生导师, 主要研究方向为嵌入式系统的开发、智能仪表应用及自动化控制系统。

但其未考虑摩擦等原因造成的分拣误差;方泳<sup>[6]</sup>提出的基于网络图法的分拣排程算法,只见其仿真建模,未见实际应用效果。根据生产实际要求,自动化分拣系统需要实现以下功能:采用先进的分拣信息识别技术,分拣误差率低;依据计算机管理系统发出指令自动进行烟箱的分拣;分拣方式多样化,依据不同的分拣要求,进行模块化自由组合;智能化、集成化程度高,实现对烟箱连续、大批量的分拣<sup>[7-8]</sup>。在此,采用脉冲区间算法进行分拣,提高了分拣正确率和生产效率。

### 1 系统结构

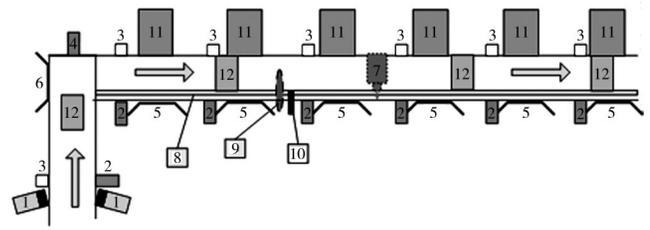
该系统是在原有系统基础上进行改造,改造后的系统在运行中不会对烟箱造成损坏。在系统输送部分,采用摩擦较小的传送辊结构或横截面中空的链板式结构<sup>[9]</sup>。在长达18 m的传送带上,对烟箱的磨损较小。在分拣道口,需分拣的烟箱可利用机构顶起,使烟箱与传送辊脱离接触,再用传输机械将已脱离主传送带的烟箱送入分拣通道。

系统主要功能是将各种不同种类的烟箱分开,即实现分拣功能。烟包传送机将生产线上的烟箱传送到分拣系统中,烟箱2侧面有条码,不同种类的烟箱其条码不同。在传送带2侧装有条码读码器和光电开关。烟箱先通过光电开关和读码器,由读码器读取条码信息,并将信息传送到PLC中,由PLC的中央处理单元分析条码信息,并确定香烟种类信息,将信息传给传输系统,将烟箱送到相应的位置。在具体每个分拣口都设置有光电开关,光电开关检测到有烟箱通过时,结合码盘产生的同步信号实现精确定位<sup>[10-11]</sup>,并且中央处理器发出分拣指令,此处烟箱即被推出传送装置。如果分拣过程中有条码不能识别或者条码扫描装置发生故障,就会将烟箱直接传递到传送带末尾,中间不会发生分拣行为。其系统布置见图1。

控制系统主要由图形监控系统(触摸系统)、报警系统、主控系统(S7-300)、驱动控制系统、条码扫描系统和推块控制系统等构成,其模块连接示意图见图2。

1) 图形监控系统(触摸系统)。采用中文界面,具有动态监控分拣系统运行状态、各功能模块显示等功能。可将分拣机的工作报表以图表形式显示,系统也能以图表画面显示分拣场地的各个部分。

2) 报警系统。各控制模块控制每个I/O点,采集各种故障情况反馈给主控系统。当分拣机有故障发生时,自动发出告警信号并显示在监控画面上。



1.读码器 2.光电开关 3.光电开关反射板 4.距离光电开关 5.分拣气缸推杆 6.转向气缸推杆 7.电动机 8.主传动轴 9.自制同步脉冲盘 10.接近开关 11.接烟箱台 12.烟箱

图1 系统布置

Fig.1 System layout

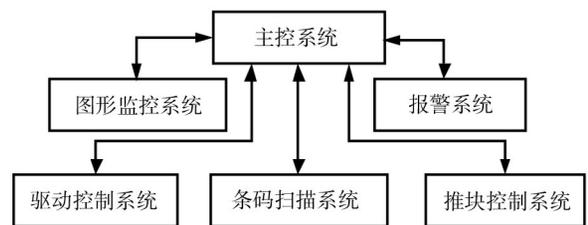


图2 模块连接示意

Fig.2 Diagram of connection of modules

3) 主控系统(S7-300)。具有桥接各功能模块、集中进行复杂计算、向各功能模块发出控制指令等功能。

4) 驱动控制系统。链板采用变频器驱动,控制主线体的运动速度在150~180块/min。

5) 条码扫描系统。具有烟箱条码信息扫描输入和判断烟箱分拣道口信号功能,为推块控制做准备。

6) 推块控制系统。当烟箱靠近相应道口时,打开道岔,推块按相应的轨道运动,将物体推入相应道口。

整个控制系统结构示意图见图3。

### 2 关键技术实现

#### 2.1 分拣脉冲修正算法

分拣系统成功与否的关键是对各类烟箱分拣时间的确定。一般的分拣系统其时间计算采用的是传统时间公式 $t=S/v$ 。其中, $S$ 为读码器与每个分拣道口的距离; $v$ 为传送带的运行速度<sup>[12]</sup>。由于此分拣系统中分拣轨道存在转向气缸,且烟箱与输送带之间存在摩擦,试验过程中采用传统的计时方法,因而存在分拣误差,不能达到零误差要求。为此,采用读取脉冲区

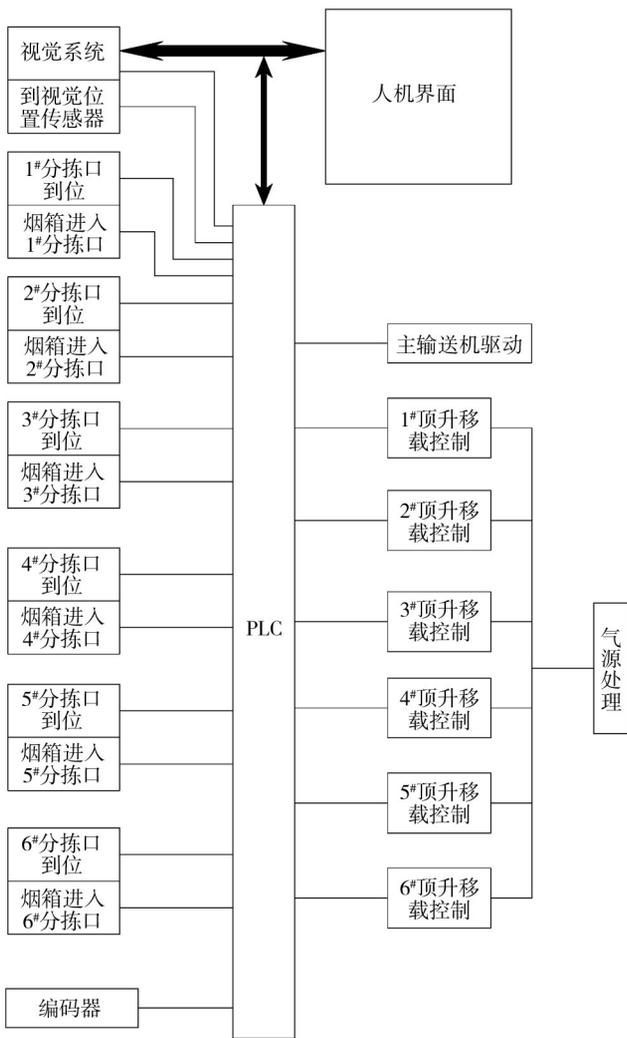


图3 控制系统结构示意图

Fig.3 Structure chart of the control system

间的方法实现分拣。脉冲区间的上限是采集分拣口的光电开关信号下降,沿持续时间结束时烟箱实际的脉冲值,然后叠加估值;下限是分拣口的光电开关信号下降,沿信号开始时烟箱的时间脉冲值,然后叠加估值。估值应保证烟箱叠加后的理论脉冲区间不干扰到下个烟箱的分拣动作。

每个分拣口的机械布置示意图如图4,经过现场多次测试,烟箱离开光电开关(信号下降沿),到分拣推杆的下游边沿与烟箱的中线基本重合时所用的时间即 $t_1$ ,然后取 $t_1$ 的平均值为60 ms。也就是说,烟箱走过光电开关后,PLC采集到光电开关的下降沿,然后给予60 ms的持续信号,在持续信号有效时间内,如果烟箱的实际脉冲值在该烟箱分配的理论脉冲区间内,那么分拣推杆就会将该烟箱分拣出去;如果到60 ms结束,实际脉冲都不在区间内,说明这个烟箱不是该分拣道口烟箱,继续去下一个分拣道口。光电开关信号会及

时复位,以便分析下一个烟箱。

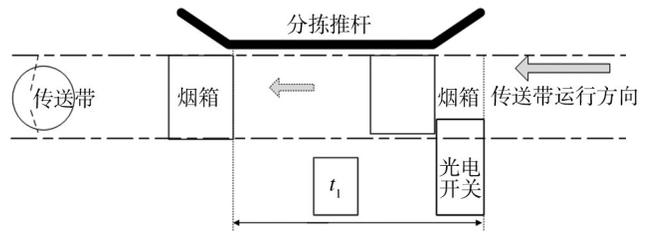


图4 分拣口机械布置示意

Fig.4 Mechanical structure chart of the sorting site

## 2.2 软件整体构架

根据硬件平台设计方案,综合分拣工艺要求,系统采用模块化设计方法<sup>[3]</sup>。自动分拣系统软件主要由程序主体、触摸屏人机接口程序、报警程序、光电开关检测程序、条码阅读程序、传送带与气缸运行控制程序等功能程序组成。其软件平台总体构架见图5。

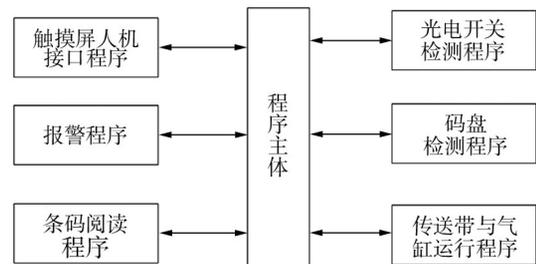


图5 软件平台总体构架

Fig.5 Overall structure of the software platform

由软件平台总构架与硬件组成可知:触摸屏部分主要负责条码库信息的输入,决定条码器应读取的条码信息,并实时监控系统的运行情况;读码器部分负责读取条码,并将读取的条码信息传送到CPU中;光电开关和码盘的结合使用,可精确定位烟箱,并将信息传递给CPU,使CPU能精确发出移出烟箱命令,完成分拣;报警部分负责收集不正确信息,并发出告警信号;传送带与气缸负责传送烟箱和根据CPU发出的命令将烟箱推入指定道口。

## 2.3 系统软件流程与组态步骤

总系统程序流程见图6。在编写程序前,需要对输入输出模块分配地址,将PLC所需要的各个模块进行组态和下载,才能使各个模块正常工作<sup>[4]</sup>。添加硬件组态的步骤为:添加导轨,添加PS307电源,添加CPU,添加DI模块,添加DO模块,添加2个读码器。

接下来开始修改IP地址,最后点击“编译并保

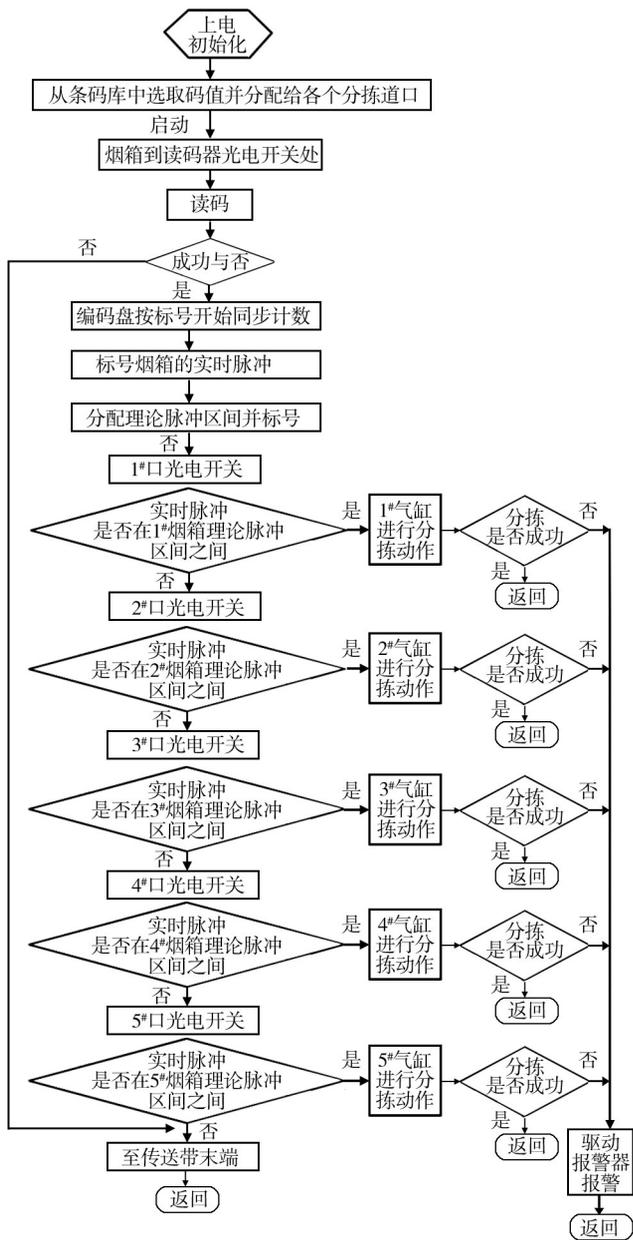


图6 程序流程

Fig.6 Flowchart of the program

存”。将触摸屏的组态集成到STEP7的项目中,在STEP7中进行网络组态,进行触摸屏的网络联接,修改触摸屏的IP地址,编译并保存,编译成功。至此,网络组态全部完成<sup>[15]</sup>。其中,主控程序的设计采用模块化的设计思想,进行分块编程和分块调试,从而增加程序的可移植性、可读性和可试性。主要包括:气缸位置检测与显示程序模块、满格及压力检测程序模块、开机自检程序模块、模拟上包程序模块、应急运行程序模块、光皮(光滚、遮光)计数程序模块、正常分拣程序模块、道岔光电故障检测程序模块、滚筒线控制程序模块、下线口计数程序模块、导向轴故障检测程序模块、故障处理程序模块和清计数程序模块等。

### 3 应用效果

为了检验系统的设计效果,在设备安装完成后,对系统设计的功能进行试验。试验开始时,让传送带先达到匀速运行状态。然后,烟箱在经过读码器时,对接近开关的信号变化开始计数,在烟箱到达分拣口1的光电开关时,计数停止,记下该次的数目。如此经过10次,对烟箱到达分拣口1的数目进行平均,然后将该值写入PLC内部的分拣口1的理论脉冲。按照如此步骤,将其他分拣口的理论脉冲都写入PLC内部数据存储区,以便为系统的准确运行提供数据。

在系统实际运行中,烟箱通过读码器光电开关后,系统将其条码信息传入PLC(条码对比,分析种类),并开始记录此烟箱的脉冲,并将实际脉冲与PLC内部存储的此种烟箱的理论脉冲相比较,实际脉冲在理论脉冲区间内,则所属分拣道口开始分拣。

系统改造完成调试后,在河南中烟工业有限责任公司郑州卷烟厂进行了验收,郑州烟厂年生产能力可达60万箱,依据当月烟厂生产的烟品情况,统计了9个品种共计51 759箱,其具体分拣统计结果见表1。

表1 某月产品分拣结果统计

Tab.1 Sorting result of cigarettes in a certain month

序号	烟箱品种	烟箱总量/箱	分拣总量/箱	分拣成功率/%
1	金满堂	3976	3976	100
2	红旗渠	8920	8920	100
3	黄金叶	5692	5692	100
4	上河图	10 023	10 023	100
5	黄金眼	5630	5630	100
6	世纪之星	4659	4659	100
7	软大金圆	1566	1566	100
8	盛世金典	7632	7632	100
9	天叶	3661	3661	100

从表1可以看出,分拣成功率为100%,实现了系统改造的预期目标,应用结果验证了方案的可行性,顺利通过了企业组织的相关专家的验收,该系统可在行业内进行推广应用。

### 4 结语

分析了现有烟箱分拣模式存在的不足,针对原有分拣方案所出现的问题和生产实际要求进行改进,提

(下转第118页)

像质量评价方法[J]. 华南理工大学学报:自然科学版, 2006, 34(9):22—25.

YANG Chun-ling, KUANG Kai-zhi, CHEN Guan-hao, et al. Gradient-based Structural Similarity for Image Quality Assessment[J]. Journal of South China University of Technology:

Natural Science Edition, 2006, 34(9):22—25.

[15] SHEIKH H R, WANG Z, CORMACK L, et al. LIVE Image Quality Assessment Database Release2 2004[EB/OL]. <http://live.ece.utexas.edu/research/quality>.

(上接第97页)

出了运用码盘和光电开关实现烟箱的精确定位,采用分拣脉冲修正算法,提高了烟箱分拣的正确率,系统已投入运行。实际运行结果表明:该系统运行可靠,分拣正确率可提高到100%,减轻了分拣人员的工作量,提高了生产效率,达到了方案设计的预期目的。

#### 参考文献:

[1] 付伟. PLC在材料自动分拣系统中的应用[J]. 制造业自动化, 2012, 34(6):136—138.

FU Wei. Application of PLC in Automatic Sorting System[J]. Manufacturing Automation, 2012, 34(6):136—138.

[2] 邢军. 解析GB 5606.3—2005《卷烟包装、卷制技术要求及贮运》[J]. 烟草科技, 2005(11):45—48.

XING Jun. Analysis of GB 5606.3—2005《Cigarette Packaging, Rolling Technical Requirements and Transportation》[J]. Tobacco Science & Technology, 2005(11):45—48.

[3] 王燕庆. 卷烟厂物流库夹抱合分机控制方式的改进[J]. 烟草科技, 2013(7):20—23.

WANG Yan-qing. Improvement of Control Mode for Clamping Machine in Logistics Depot of Cigarette Factory[J]. Tobacco Science & Technology, 2013(7):20—23.

[4] JANE Chin-chia, LAIH Yih-wenn. A Clustering Algorithm for Item Assignment in a Synchronized Zone Order Picking system[J]. European Journal of Operational Research, 2005, 166(2):489—496.

[5] 杨启成, 袁国旺, 陈勇, 等. 红塔卷烟自动分拣系统的应用研究[J]. 烟草科技, 2007(5):18—21.

YANG Qi-cheng, YUAN Guo-wang, CHEN Yong, et al. Application of Hongta Automatic Cigarette Sorting-picking System[J]. Tobacco Science & Technology, 2007(5):18—21.

[6] 方泳, 袁召云. 基于网络图法的卷烟分拣排程的算法与应用[J]. 烟草科技, 2011(1):18—22.

FANG Yong, YUAN Zhao-yun. Algorithm of Cigarette Sorting Scheduling Basing on Network Graph and Its Application[J]. Tobacco Science & Technology, 2011(1):18—22.

[7] 姜克森. 烟箱分拣自动控制系统的的设计[D]. 郑州:郑州轻工业学院, 2013.

JIANG Ke-sen. The Design of Cigarette Packaging Box Sort-

ing System of Automatic Control[D]. Zhengzhou: Zhengzhou University of Light Industry, 2013.

[8] WU Yao-hua, ZHANG Yi-gong, WU Ying-ying. Compressible Virtual Window Algorithm in Picking Process Control of Automated Sorting System[J]. Chinese Journal of Mechanical Engineering: English Edition, 2008, 21(3):41—45.

[9] 孙大伟, 王晖, 赵举峰. 基于PLC的烟箱自动分拣系统[J]. 河南科技, 2012(11):78—79.

SUN Da-wei, WANG Hui, ZHAO Ju-feng. Automatic Control System for Smoke Box Sorting Based on PLC[J]. Journal of Henan Science and Technology, 2012(11):78—79.

[10] 胡向东, 刘京诚, 余成波. 传感器与检测技术[M]. 北京:机械工业出版社, 2009.

HU Xiang-dong, LIU Jin-cheng, YU Cheng-bo. Sensors & Testing Technology[M]. Beijing: China Machine Press, 2009.

[11] 金美华. 基于PLC的滑块自动分拣系统[J]. 制造业自动化, 2011, 33(11):138—140.

JIN Mei-hua. The Design of Based on PLC Logistics Sorting System[J]. Manufacturing Automation, 2011, 33(11):138—140.

[12] 杨启成, 袁国旺, 陈勇, 等. 红塔卷烟自动分拣系统的应用研究[J]. 烟草科技, 2007(5):18—21.

YANG Qi-cheng, YUAN Guo-wang, CHEN Yong, et al. Application of Hongta Automatic Cigarette Sorting-picking System[J]. Tobacco Science & Technology, 2007(5):18—21.

[13] 陈立兵. 基于组件模块化的数控折弯机控制系统研究[D]. 昆明:昆明理工大学, 2012.

CHEN Li-bing. Investigation of CNC Bending Control System Based on Component Modular[D]. Kunming: Kunming University of Science and Technology, 2012.

[14] 王永华. 现代电气控制及PLC应用技术(第2版)[M]. 北京:北京航空航天大学出版社, 2008.

WANG Yong-hua. Modern Electrical Control and the Application of PLC Technology (The Second Edition) [M]. Beijing: Press of BUAA, 2008.

[15] 廖常初. 大中型PLC应用教程[M]. 北京:机械工业出版社, 2004.

LIAO Chang-chu. Large and Medium-sized PLC Application Tutorial[M]. Beijing: China Machine Press, 2004.