

基于PLC控制的卷制辅料剩余量精准控制的设计

李 恬, 李泓贤, 李 澄*, 陈红春

红塔烟草(集团)有限责任公司, 云南 玉溪

收稿日期: 2025年11月10日; 录用日期: 2025年12月12日; 发布日期: 2025年12月30日

摘 要

GDX6S为GD公司最新软包设备, 设计车速600包/分。该设备在实际应用过程中, 发现局部功能控制存在不足。主要表现为: (1) 辅料卷(商标卷、内衬卷)剩余量控制不精准, 消耗大, 剩余量调整麻烦、耗时; (2) 废烟收集带控制方式设计不合理(故障率高)。针对这些缺陷, 应用PLC控制技术, 依靠自身技术力量, 对设备进行技术攻关, 首次在国内独立、自主完成X6S辅料卷剩余量精准控制功能综合改造。该项目主要包括商标卷、内衬卷拼接后剩余量精准控制功能和废品烟支收集带智能控制两大功能。实施该项目改造, 可进一步提升了设备技术性能, 对降低辅料消耗, 提高设备运行效率提供可靠的技术保障。目前, 该项目已在B3#-X6S设备上设施改造, 至今已可靠、稳定运行一年多, 下一步将在其余设备上推广应用。

关键词

卷纸辅料, PLC控制, 余量控制, 废烟支收集带

Design of Precise Control of Residual Amount of Cigarette Rolling Material Based on PLC Control

Tian Li, Hongxian Li, Cheng Li*, Hongchun Chen

Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Yuxi Yunnan

Received: November 10, 2025; accepted: December 12, 2025; published: December 30, 2025

Abstract

GDX6S is the latest soft-pack equipment of GD Company, with a design speed of 600 packs/min. In

*通讯作者。

文章引用: 李恬, 李泓贤, 李澄, 陈红春. 基于PLC控制的卷制辅料剩余量精准控制的设计[J]. 仪器与设备, 2025, 13(4): 781-786. DOI: 10.12677/iae.2025.134094

the actual application of this equipment, some functional control deficiencies were found. The main manifestations are: (1) the control of the residual amount of auxiliary material rolls (trademark rolls, inner liner rolls) is inaccurate, the consumption is large, and the adjustment of the residual amount is troublesome and time-consuming; (2) the control mode of the waste cigarette collection belt is not reasonably designed (high failure rate). In response to these defects, PLC control technology was applied, and relying on its own technical strength, the equipment was technically tackled. For the first time in China, the comprehensive transformation of the X6S auxiliary material roll residual amount precise control function was completed independently and autonomously. The project mainly includes the precise control function of the residual amount after the trademark rolls and inner liner rolls are spliced and the intelligent control function of the waste cigarette collection belt. The implementation of this project transformation can further improve the technical performance of the equipment and provide reliable technical guarantee for reducing auxiliary material consumption and improving equipment operating efficiency. Currently, the project has been implemented on equipment B3#-X6S, and has been operating reliably and stably for over a year. The next step is to extend its application to other equipment.

Keywords

Paper Roll Auxiliary Materials, PLC Control, Balance Control, Waste Cigarette Collection Belt

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

GDX6S 为 GD 公司最新软包设备, 设计车速 600 包/分。国产型号为 ZB28。近几年内, 该机才陆续在国内推广应用。我厂引进的 GDX6S 为 Micro 控制, 辅料采用卷筒式供料。该设备在实际应用过程中, 发现局部功能控制存在不足。主要表现为: (1) 辅料卷(商标卷、内衬卷)卷盘直径采用接近感应式检测, 此检测方式存在剩余量控制不精准, 且调整麻烦、耗时。主要表现为卷盘纸不能够充分利用。平均每更换一个卷盘就要消耗四十多张辅料, 导致辅料消耗过大, 不利于最大限度地降低生产成本; (2) 废烟收集带控制方式设计不合理, 即废烟收集带设计为长时间运行模式, 从而导致此部分故障率高, 维修成本高; 每次故障处理时间长, 制约设备运行效率的提高。针对这些缺陷, 应用 PLC 控制技术, 依靠自身技术力量, 对设备进行技术攻关, 首次在国内独立、自主完成 X6S 辅料卷剩余量精准控制功能综合改造, 本文研究内容主要包括商标卷、内衬卷拼接后剩余量精准控制功能和废品烟支收集带智能控制两大功能[1][2]。通过技术升级改造, 提升了设备技术性能, 降低辅料消耗及设备维护成本, 为提高设备运行效率提供可靠的技术保障。

2. 问题分析

2.1. 原机 X6S 包装机的辅料供给

在 X6S 包装机上, 商标、铝纸等辅料采用卷盘式供料。盘纸耗尽采用接触式检测, 即通过检测臂压在卷盘上, 在检测臂连杆机构上装有金属感应片, 当卷盘直径减小时, 检测臂的位置就跟随卷盘直径减小而变化, 卷盘直径检测器通过检测感应片位置, 从而达到间接检测卷盘纸的用完情况见图 1。

这种接触式检测方式, 在实际应用过程中, 由于卷盘存在微椭圆形, 卷盘在旋转过程中因偏心导致检测臂上下跳动, 因此原机这种检测方式就存在以下缺陷: (1) 卷盘直径检测不稳定。(2) 卷盘剩余量可

控性差(剩余量过多)。(3) A、B 两卷剩余量调校比较麻烦, 且不稳定。由此, 导致辅料消耗过多, 生产成本高问题, 维护、调整麻烦。



Figure 1. Schematic diagram of auxiliary material supply for the original X6S packaging machine
图 1. 原机 X6S 包装机的辅料供给示意图

2.2. 原机 X6S 包装机废料输送带电机控制

在 X6S 包装机上, 废料输送带电机采用简单的电机运行控制模式, 控制电路见图 2。

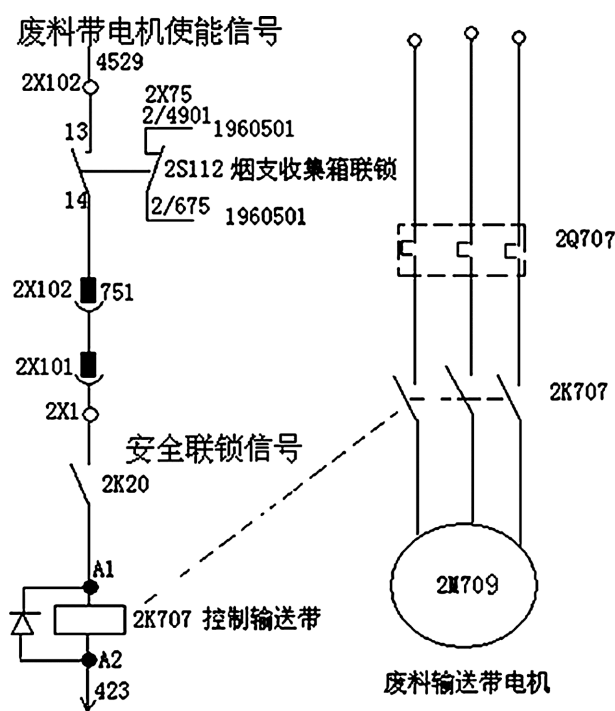


Figure 2. X6S waste conveyor motor control circuit
图 2. X6S 废料带电机控制电路

原机输送带电机控制原理设计为, 机器在运行或待机状态下, 控制系统就输出使能信号。此时, 若关闭废料带收集箱联锁, 废料带电机就一直运行(机器在运行过程中, 废料带收集箱联锁允许短时断开)。只有当机器停止时, 控制系统才断开废料带电机运行使能信号, 废料带才停止运行。由此可见, 废料带电机在设备运行过程中, 一直处于长期运行状态, 输送带易磨损, 跑偏, 甚至卡死, 导致废料带电机过载损坏, 此故障现象频繁, 既影响设备运行效率, 又增加设备维护成本。

3. 新控制系统的设计思路

3.1. 总体方案设计

由于卷盘(商标、铝纸)剩余量精确控制和废料带电机智能控制三个系统都不大,检测和控制点少,为了便于集中控制,简化设备改造手续,降低改造成本;减少设备外挂控制单元,从而更好地保障原机设备的完整性,新设计控制系统能够集商标卷、铝纸卷剩余量精准控制和废料带智能控制两大功能。

(1) 卷盘剩余量精确控制设计

将原机卷盘直径检测由接触式检测升级为速度脉冲式检测,即在卷盘芯轴传动机构上,增加一套凸轮相位检测装置,卷盘旋转一周将产生一定数量的脉冲,单位时间内,卷盘旋转圈数与卷盘直径大小成反比。也就是说,单位时间内,卷盘直径越大,卷盘需旋转圈数少,相位盘产生脉冲数少;相反,卷盘直径越小,卷盘需旋转圈数多,相位盘产生脉冲数多。因此,通过控制器计数单位时间内脉冲数,可实现时时检测卷盘直径变化情况,从而判断卷盘是否即将耗尽,进行新旧卷盘拼接更换。这种检测方式有效杜绝了因卷盘偏心跳动或鼓轮定位差异对检测装置的影响,从而提高卷盘直径检测灵敏度和改善系统控制的稳定性,实现卷盘剩余量精确控制[3][4]。

(2) 废料带电机智能控制设计

设计依据:

设备在正常运行时,烟支剔出量不多,输送带上没有过多废品烟支存在,因此输送带就没有必要随机器运行而长时间运行。

设计思路:

- (1) 依据输送带上废品烟支存量控制输送带定时运行功能。
- (2) 机器每次启动时输送带定时运行功能。
- (3) 输送带定时清洁运行功能。
- (4) 输送带手动运行功能。
- (5) 输送带运行状态指示功能。
- (6) 安全连锁功能。

通过软件编程实现输送带智能控制,改进硬件连接电路实现人机安全连锁功能。

3.2. 新控制系统的技术方案

新控制系统主要由控制器、检测装置和执行机构三大部分组成。根据我们自身的技术条件及目前卷包设备上先进控制技术方案,选用主流 PLC 控制作为新系统的中央控制单元。取消原机卷盘直径接触式检测,增加一套凸轮相位盘,产生卷盘旋转时的速度脉冲信号[5][6]。纸拼接机构仍由原机机构完成,卷盘直径检测脉冲首先送至 PLC,经 PLC 计算后,产生拼接控制信号送原机系统控制系统,完成新旧卷盘自动拼接、更换。废料输送带电机控制继电器 2K707,由 2K20 控制改为 PLC 输出点控制。增加输送带运行状态指示灯。

程序编写采用结构化编程,整个程序由初始化程序、计数周期、商标拼接程序、废料带控制程序、结束程序五部分组成。如图 3 所示。

将编制好的控制程序下载到 PLC,并进行程序调试,直至满足系统控制要求。安装调试示意图如图 4 所示。

4. 实施效果验证

该成果首先在 B 区 3#GDX6S 设备上实施改造。改造前后效果对照如下表 1。

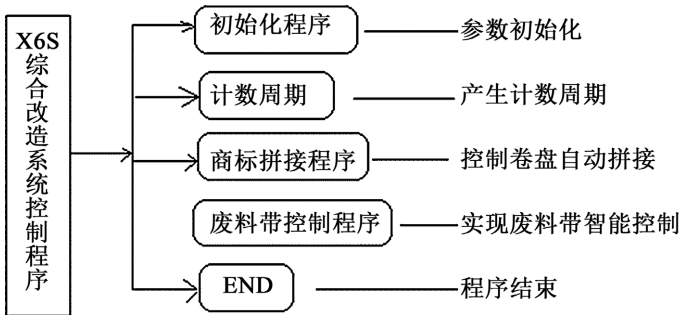


Figure 3. Control program architecture diagram
图 3. 控制程序架构图

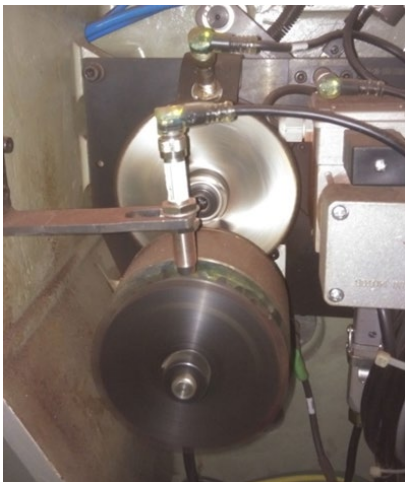


Figure 4. Schematic diagram of the improved installation and debugging
图 4. 改进后安装调试示意图

Table 1. Comparison of the control effect of roll forming auxiliary material surplus before and after improvement
表 1. 改进前后卷制辅料余量控制效果对比

	改进前	改进后
卷制辅料余量控制	卷盘直径检测不稳定	卷盘直径检测稳定、可靠
	卷盘剩余量可控性差(剩余量过多)	卷盘剩余量控制精度高(剩余量可按需调整)
	A、B 两卷剩余量调校比较麻烦，且不稳定	调校正常后，控制系统工作稳定、可靠，维护量大大降低，剩余量多少可通过显示屏上参数，及时按需调整

卷盘更换后剩余量情况。
改造前后，卷制辅料拼接剩余量对照调查统计见表 2。

Table 2. Statistical data on remaining amount of rolling auxiliary materials before and after improvement (unit: sheets)
表 2. 改进前后卷制辅料余量统计数据(单位：张)

项目 \ 剩余量	改造前	改造后	每个卷盘平均节约(张)
商标卷	55	8	47
内衬卷	50	6	44

改进后废烟收集带的实施效果对比如表 3 所示。

Table 3. Statistical data on the failure rate of the waste smoke collection belt before and after the improvement
表 3. 改进前后废烟收集带故障率统计数据

内容	项目	改造前	改造后
控制方式		简单启停控制 收集带长时运行	智能控制 收集带智能间隙运行
故障率		平均 2 次/周	0 次
维修费用		平均 2.8 万元/周	0 元
节能		3.42 度/每天	0.012 度/每天

5. 结论

GDX6S 设备在实际应用过程中发现：(1) 辅料卷(商标卷、内衬卷)卷盘直径采用接近感应式检测，此检测方式存在剩余量控制不精准，且调整麻烦、耗时。卷盘纸不能够充分利用，导致辅料消耗大，不利于最大限度地节约辅料，降低生产成本；(2) 废烟收集带控制方式设计不合理，即废烟收集带设计为长时间运行模式，从而导致此部分故障率高，维修成本大，每次故障处理时间长，制约设备运行效率的提高。针对这些缺陷，应用 PLC 控制技术，依靠自身技术力量，对设备进行技术攻关，首次在国内独立、自主完成 X6S 辅料卷剩余量精准控制功能综合项目改造，提升了设备技术性能，降低辅料消耗及设备维护成本，为提高设备运行效率提供可靠的技术保障。在同类设备中具有广泛的推广应用价值。

参考文献

- [1] 侯莹莹, 梁爽, 杨霞. 卷烟辅助材料质量控制探索[J]. 安徽农业科学, 2023(32): 12722-12723.
- [2] 杨常勇. 基于防差错理念的卷烟辅料全过程信息管理系统开发与运用[J]. 信息与电脑, 2017(2): 164-168.
- [3] 张树伟, 李培培. PROTOS 70 卷烟机卷烟纸剩余量节纸控制系统[J]. 环球市场, 2020(13): 365.
- [4] 邓春宁. 机器视觉技术在卷烟纸剩余量控制中的运用[J]. 机械制造与自动化, 2025(1): 214-216.
- [5] 严雪凤. PASSIM 卷接机组盘纸拼接控制系统电气改造[J]. 工业控制计算机, 2021, 24(9): 108-109.
- [6] 王建新. PASSIM 盘纸拼接功能优化设计[J]. 中国科技信息, 2025(2): 106-107.