

同步检测系统在预制盒卷烟包装设备中的应用

杨松, 李军, 张松宇, 李红林, 杨善回

红塔烟草(集团)有限责任公司玉溪卷烟厂, 云南 玉溪

收稿日期: 2022年7月26日; 录用日期: 2022年8月26日; 发布日期: 2022年9月2日

摘要

新型卷烟预制条盒包装没有现成的包装设备, 主要依靠手工包装, 不仅效率低, 成本高、周期长, 而且很难实现产品的均质化发展。本文介绍了一种新型卷烟预制条盒的自动化包装方式, 以及同步检测系统在其中的运用。通过同步检测系统的运用可以有效降低包装设备的改造难度, 缩短改造周期, 在快速实现新型预制条盒自动化包装的基础上有效地保障了产品的包装质量和设备的运行效率。

关键词

卷烟预制条盒自动化包装, 同步检测系统

Application of Synchronous Detection System in Preformed Box Cigarette Packaging Equipment

Song Yang, Jun Li, Songyu Zhang, Honglin Li, Shanhui Yang

Yuxi Cigarette Factory of Hongta Tobacco (Group) Co., Ltd., Yuxi Yunnan

Received: Jul. 26th, 2022; accepted: Aug. 26th, 2022; published: Sep. 2nd, 2022

Abstract

There is no ready-made packaging equipment for the new cigarette preformed strip box packaging, which mainly depends on manual packaging. It not only has low efficiency, high cost and long cycle, but also is difficult to realize the homogenization development of products. This paper introduces a new automatic packaging method for cigarette preformed box and the application of

synchronous detection system in it. The application of synchronous detection system can effectively reduce the transformation difficulty of packaging equipment, shorten the transformation cycle, and effectively ensure the packaging quality of products and the operation efficiency of equipment on the basis of quickly realizing the automatic packaging of new prefabricated strip boxes.

Keywords

Automatic Packaging of Cigarette Preformed Strip Box, Synchronous Detection System

Copyright © 2022 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

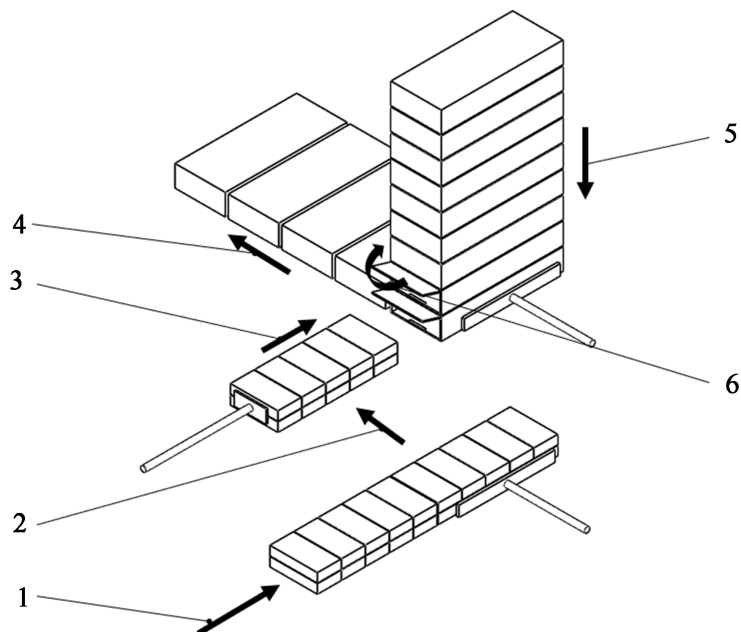
传统卷烟包装方式通常采用二五平包方式,采用预切式条盒进行在线折叠包装,有较为成熟的包装设备。随着烟草行业的高质量发展,以及卷烟包装方式的不断创新,新型预制条盒包装逐渐成为了高端、高质卷烟的包装主流[1][2]。目前,由于各烟草生产厂家的预制条盒包装方式、尺寸规格、包装创意等方面存在较大差异,在国内和国外并无现成的预制条盒包装设备可以选择,因此,预制条盒的包装基本采用人工手动包装的方式,主要为卷烟机设备先生产出合格烟支,然后将烟支转移到手工包装车间,借助一些模具或者直接进行手工包装,不仅包装周期长,耗费成本高,而且保障过程中的产品容易产生质量波动且难以把控[3]。因此,为提高生产效率,确保产品质量一致性,实现产品连续性生产,红塔集团玉溪卷烟厂根据市场需要,充分利用旧设备进行技术改造,实现异型规格预制条盒的自动化生产。

2. 预制条盒成型设备包装原理

卷烟包装工序包括:小盒包装、小盒透明纸包装、条盒包装、条盒透明纸包装。常规条盒包装采用预裁切在线折叠成型,而预制条盒则是采用厚度更大、硬度更高、支撑性更强的包装材料预制成型,通过烟包装填完成包装。预制条盒在线装填包装原理为:在现有包装设备基础上拆除原 YB65 的条盒上胶及输送装置, YB55 输出的烟包由原 YB65 推烟杆将 10 包一组的烟组向前推动一段距离,再由横向烟包推杆将烟包推入预制盒;预制盒在料库内因重力自由下落,在料库末端由开盖机构将预制盒一侧盒盖打开,下落到料库最底端后完成烟包装填,由烟条推杆将烟条推出,同时由盒盖闭合机构完成侧开盖的闭合,输送至 YB95 条盒透明纸包装机,其工艺路线如图 1 所示。

3. 同步检测系统设计

预制条盒在线装填包装设备采用分步检测,集成控制的设计思路,应用技术较为成熟、控制性能稳定的 PLC 进行控制[4],该同步系统通过在不同的工位设置相应的检测装置可以较好的实现对产品质量的检测、设备故障的检测、协同上游机 YB55 与下游机 YB95 的同步包装作业。同步检测系统包括:检测系统电源、前端产品质量检测装置、设备故障检测装置、检测信号输入、PLC 控制、控制信号输出、末端执行装置等部分。通过对各功能部件进行检测和控制,改设备可以协同完成:烟条缺包检测、烟包阻塞检测,条盒输送到位检测、开盖到位检测、各运动功能部件向前推送与回退到位检测、故障停机控制等工作。



1. YB55 输出烟包；2. YB65 推烟杆将烟组向前输送；3. 横向推杆完成烟包装填；4. 烟条输出；5. 预制盒在料库内自由下落；6. 开盖。

Figure 1. Process route of prefabricated strip box packaging

图 1. 预制条盒包装工艺路线图

3.1. 同步检测系统电源电路

如图 2 所示，同步检测系统采用外接 220 V 交流电源对 PLC 控制器直接供电，并经过电源转换器输出 24 V 直流电源对前端检测装置与及末端控制装置供电。

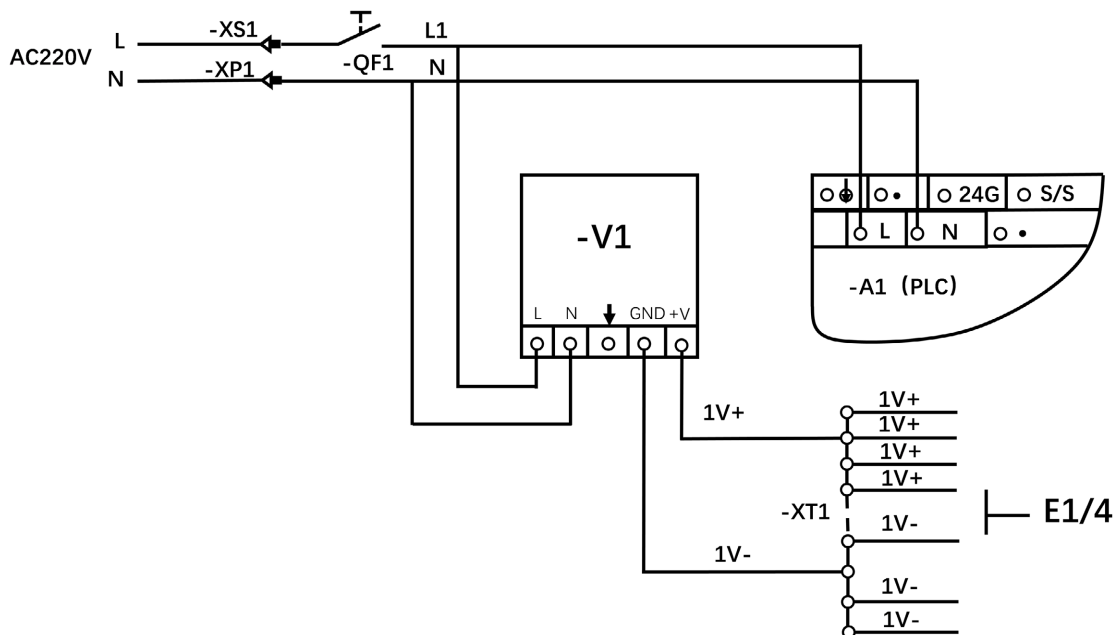


Figure 2. Power connection diagram of synchronous detection system

图 2. 同步检测系统电源连接图

3.2. 同步检测系统前端检测

3.2.1. 功能执行件检测

如图 3 所示, SQ1~SQ6 为接近开关检测器, SQ1 对原 YB65 推条器烟包推送到位进行检测; SQ2 对 YB65 推条器向前完成推烟动作后是否回退到位(初始位)进行检测; SQ3 对摆动气缸转到开条盒盖到位进行检测; SQ4 对摆动气缸转到关条盒端盖到位进行检测; SQ5 检测条盒侧挡气缸是否伸到位; SQ6 检测条盒侧挡气缸是否回退到位。

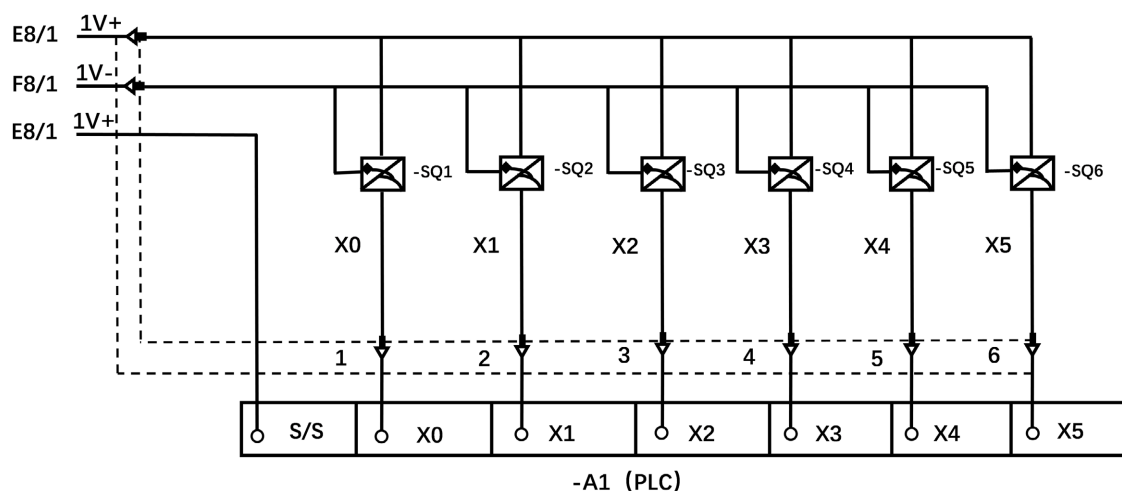


Figure 3. Functional actuator inspection

图 3. 功能执行件检测

3.2.2. 产品质量及故障停机检测

如图 4 所示, SQ7 为接近开关检测器, 对条盒推出到位进行检测; SQ8 接近开关检测器对条盒推杆回退到位进行检测; SQ9 为光电检测器, 对条盒端盖开盖到位进行检测; SQ10 接近开关检测器进行缺包检测; SQ11 接近开关对预制条盒料库中的条盒是否落到工作位进行检测; SQ12 接近开关对通道中的烟包是否发生跳动或阻塞进行检测; SQ13 对主机 CT 的烟包入口压烟毛刷是否掀开进行检测。

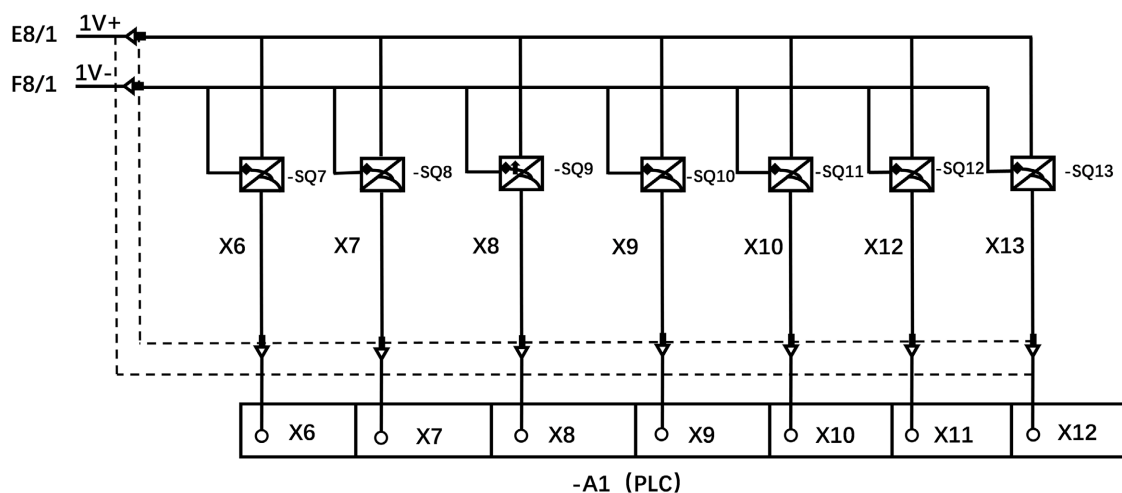


Figure 4. Product quality and fault shutdown detection

图 4. 产品质量及故障停机检测

3.3. 同步检测系统信号输出与控制

3.3.1. 功能执行件控制 1

如图 5 所示, 根据预制条盒在线包装成型设备的工艺特点, 同步检测系统 PLC 输出信号 Y10 为主机故障信号(长闭), 固态继电器 SSR1 控制 YV1 两位三通电磁阀打开负压真空吸取条盒端盖, SSR2 固态继电器控制 YV2 两位三通电磁阀驱动摆动气缸打开条盒端盖。

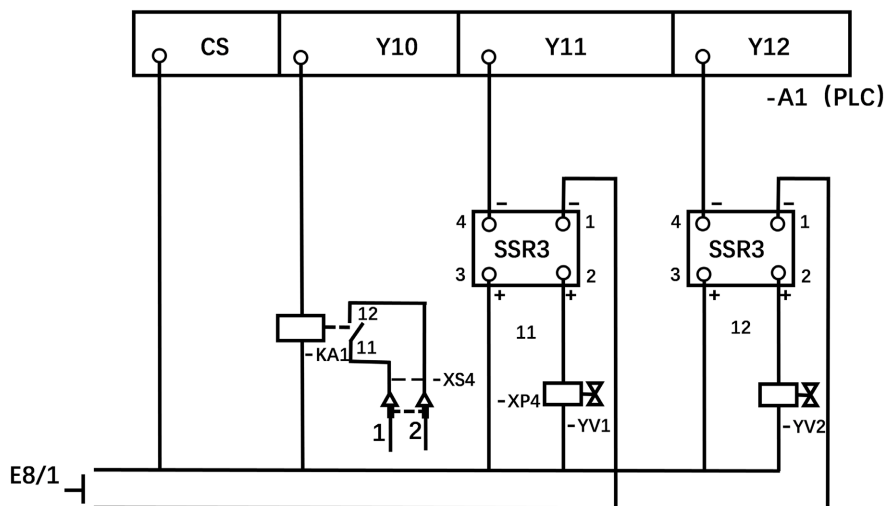


Figure 5. Function actuator control 1
图 5. 功能执行件控制 1

3.3.2. 功能执行件控制 2

如图 6 所示, 固态继电器 SSR3 控制两位三通电磁阀 YV3 驱动摆动气缸 D 逆时针方向转动, 关闭条盒端盖; 固态继电器 SSR4 控制两位五通电磁阀驱动小包推杆气缸将烟包进行横行推送装填紧预制条盒当中; 固态继电器 SSR5 控制两位五通电磁阀驱动条盒推杆气缸将已经装入烟包的条盒向前推送等待进入下一道包装工序; 固态继电器 SSR6 控制两位五通电磁阀 YV6 驱动条盒侧挡板气缸使挡板缩退。

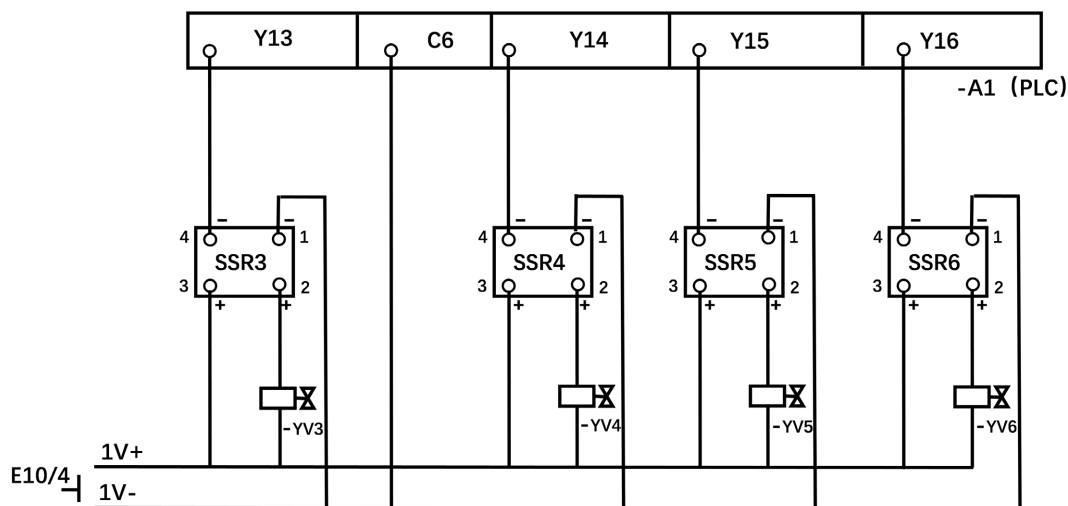


Figure 6. Function actuator control 2
图 6. 功能执行件控制 2

3.4. 检测控制系统程序设计

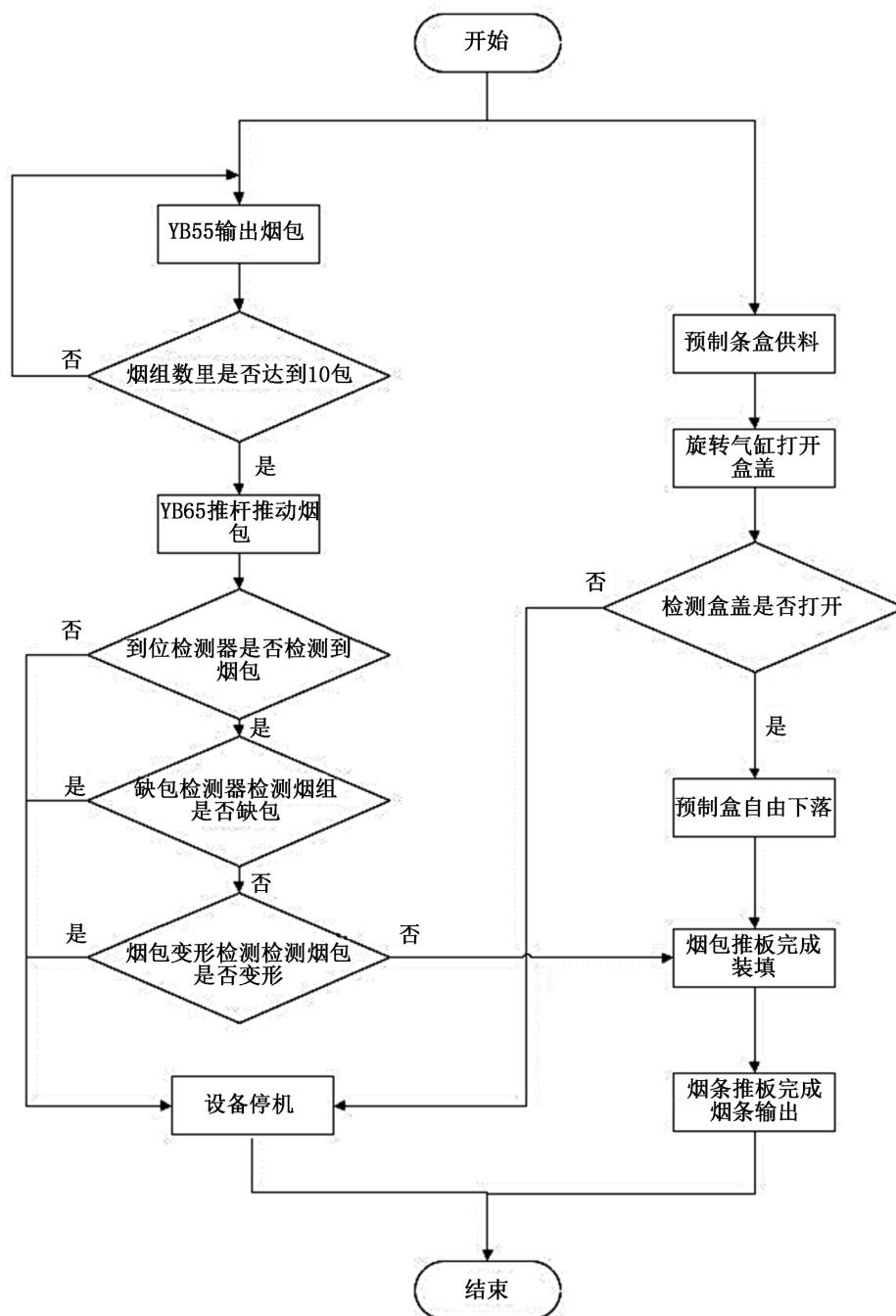


Figure 7. Program flow chart of synchronous detection system
图 7. 同步检测系统程序流程图

如图 7 所示为预制条盒在线包装设备的同步检测系统控制程序流程图[5], 该检测系统与主机控制系统相连, 当设备出现故障(包装通道堵塞、功能执行件运动出现故障等)或者产品质量检测不合格时由控制系统向主机发送故障信号, 使主机系统整机停机, 避免造成设备损坏, 并在电脑显示屏上显示相应的故障信息, 便于检查和排出故障。

3.5. 同步检测系统相位设定

预制盒卷烟装填设备安装于 YB55 小盒透明纸包装机与 YB95 条透明纸包装机之间，其主要的作用是将 YB55 完成小盒透明纸包装的烟包装进条盒中之后输入至 YB95 进行条包透明纸包装，YB95 的动力由主电机提供经 YB55 通过联轴器进行传递，预制盒卷烟在线装填包装设备为外置动力，要使整套设备正常工作就必须做到，YB55、YB95 与预制盒卷烟装填设备相位协调一致，密切结合。

预制条盒包装在于改变了条盒的包装方式(即将传统的预切条盒在线折叠包装变为预制条盒在线装填)，实现方式是通过对 YB65 包装设备的 CT 部分进行改造，改造方法根据预制条盒的包装工艺进行。通过对主机的相位进行设计，由同步检测系统进行相应的检测和控制可以确保各功能执行件的运动相互协调，不发生干涉。

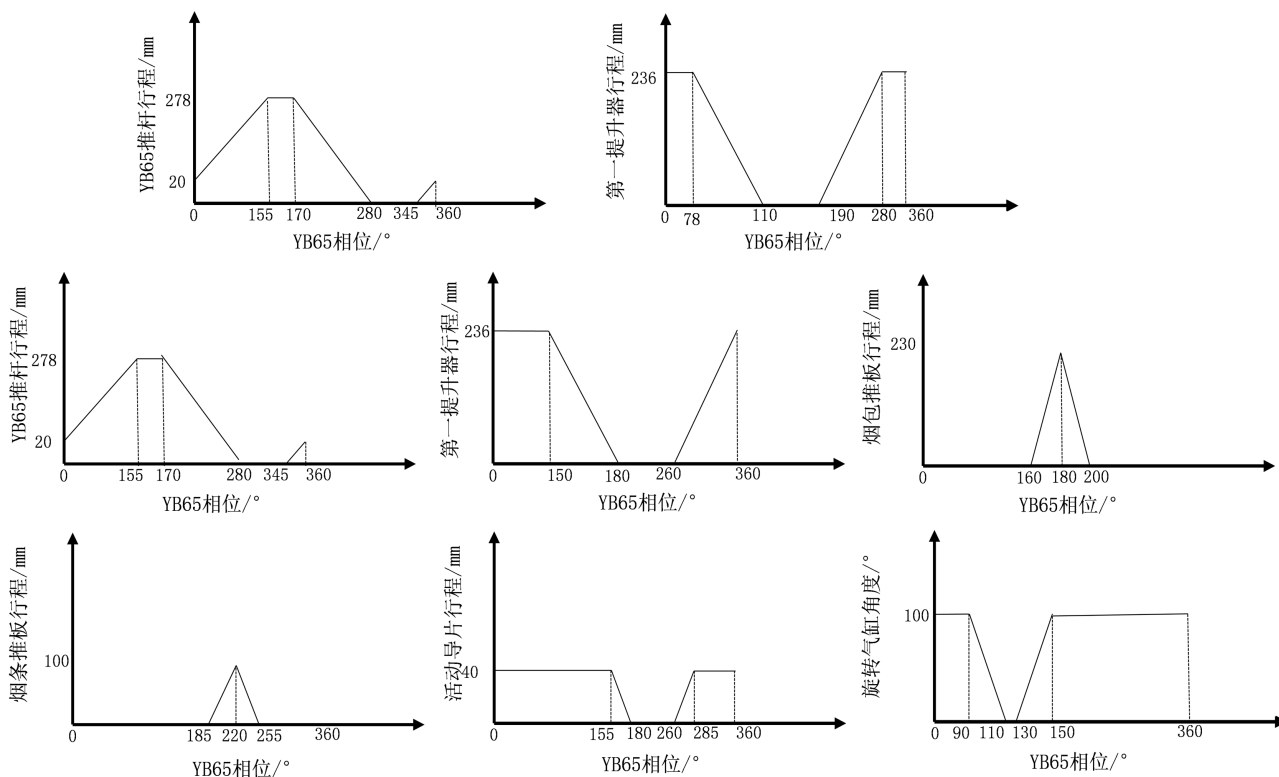


Figure 8. Operation phase diagram of each functional actuator

图 8. 各功能执行件运行相位图

同步检测系统相位设计如图 8 所示，烟包推板在烟组推送到位后开始运动，YB65 推杆在系统相位 155°时达到行程顶点，烟组推送到位后，YB65 烟包推板在相位为 160°时开始将五叠十包烟组推入预制盒，并且在 180°时完成烟组装填；之后烟条推板将烟条向前推送，烟条后端的条包烟相应的被推入第一提升器，输入到 YB95 条透明纸包装机，此时，推杆向前推送烟条的相位需在第一提升器静止相位 180°~260°之间，第一提升器处于最低位置且保持静止状态，且需在烟包横向推板完成烟组装填相位 180°之后，烟条推板的运动相位在 185°时开始向前推动烟条，在 220°时完成烟条推出到位，并在 255°相位时烟条推板返回起始点位置；活动导板在预制盒下落时起导向作用，但当烟条推板向前运动时需保持在最低点，防止导板与烟条推板发生干涉，活动导板在 180°~260°相位区间保持在行程最低点，转动气缸需在烟条推板完成烟条推出前完成预制条盒端盖开启，设定转动气缸在 150°时完成盒盖开启，且在 255°相位时负压断

气, 便于预制盒下落, 完成单次烟组装填。

3.6. 同步检测系统性能验证

3.6.1. 检测原理

基于端部侧开式预制条盒在线装填包装设备开发的同步检测系统, 所采用的检测器分为光电传感器和接近开关检测器[6]。

如图 9 所示, 光电传感器从发光部发出信号光(红外光)在受光部接受被测物发射回来的光量, 进而得出输出信号。光束发射方法为连续型发射, 光电传感器连续发出预设的光量, 虽然光电传感器发射元件的电流大小有限, 使得光束较弱, 此种光束发射方法不能提供长的检测距离, 但它的反应速度却高于脉冲发射法。

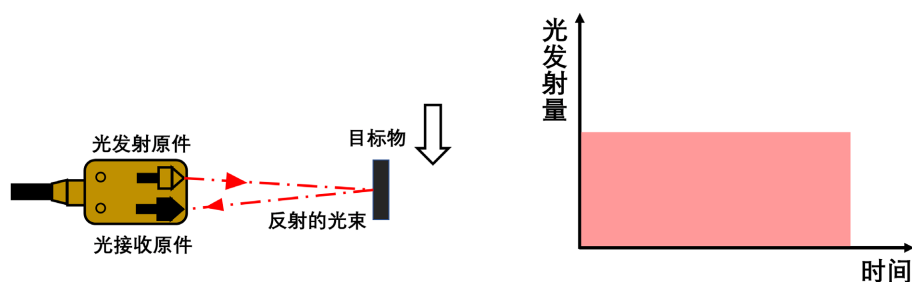


Figure 9. Diagram of detection principle and light source emission method
图 9. 检测原理与光源发射方法图

接近开关检测器采用电容式检测, 这种开关的测量构成电容器的一个极板, 而另一个极板是开关的外壳。这个外壳在测量过程中通常是接地或与设备的机壳相连接。当有物体移向接近开关时, 不论它是否为导体, 由于它的接近, 总要使电容的介电常数发生变化, 从而使电容量发生变化, 使得和测量头相连的电路状态也随之发生变化, 由此便可控制开关的接通或断开, 并向控制系统输出相应的信号, 由控制系统对包装设备进行相应的控制, 所用接近开关为欧姆龙 e2e-x8md1-z, 其检测性能曲线如图 10 所示。

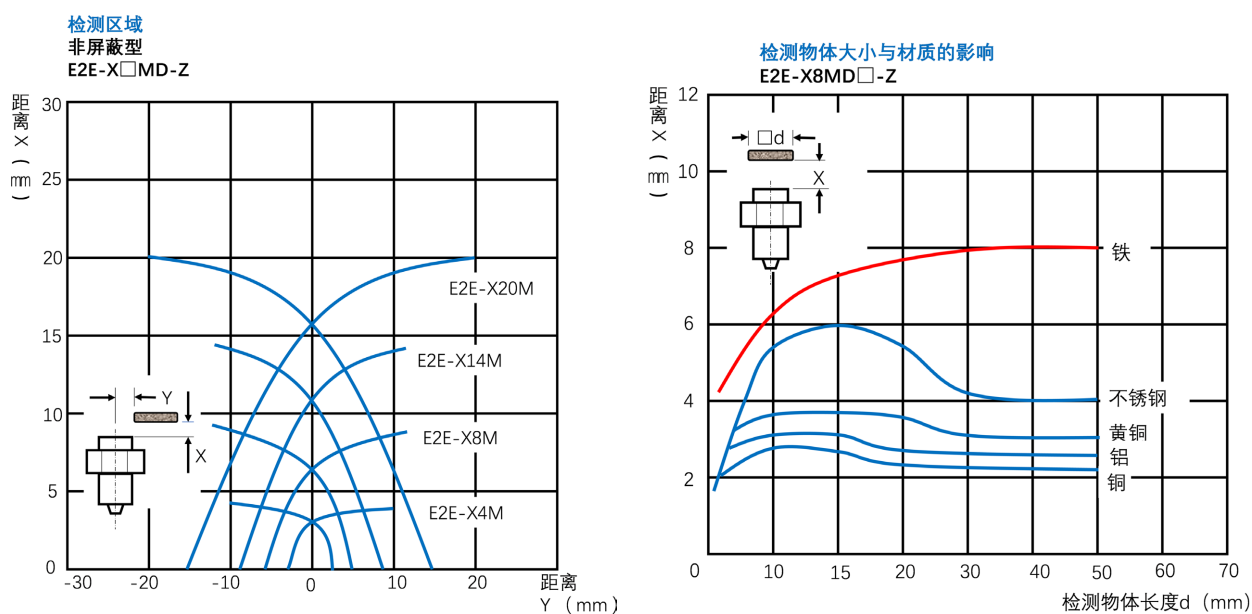


Figure 10. Proximity switch detection performance curve
图 10. 接近开关检测性能曲线图

3.6.2. 同步检测系统有效性验证

同步检测系统的检测包括：YB65 烟包推送到位检测、缺包检测、条盒添加到位检测、端盖开盖检测、条盒推杆回退到位检测、YB95 第一提升器回退到位检测、烟包跳动检测、烟包输送通道毛刷掀开检测、条盒侧挡杆到位检测。本节将通过人工模拟故障状态对同步检测系统的有效性及性能进行试验验证，试验中，各单项检测检出记为 1、未检出记为 0。

Table 1. Validation results of synchronous detection system

表 1. 同步检测系统有效性验证结果

类别	试验 1	试验 2	试验 3	试验 4	试验 5
YB65 烟包推送到位检测	1	1	1	1	1
缺包检测	1	1	1	0	1
条盒添加到位检测	1	1	1	1	1
端盖开盖检测	1	1	1	1	1
条盒推杆回退到位检测	1	1	1	1	1
YB95 第一提升器回退到位检测	1	1	1	1	1
烟包跳动检测	1	0	1	1	1
烟包输送通道毛刷掀开检测	1	1	1	0	1
条盒侧挡杆到位检测	1	1	1	1	1

同步检测系统调试完毕后根据上述试验验证方法对各检测器的检测有效性进行验证，如表 1 所示，从试验的结果可以看出，调试完毕后的各单项检测装置均能正确地检出，并向系统输入相应的故障信号，使得设备停机，检测准确性达到了 93% 以上，其检测有效性满足设计的要求。

4. 同步检测系统的应用

根据上文所述方法开发的同步检测系统，采用技术较为成熟的 PLC 进行编程控制，同时对预制条盒包装进行了全方位，多维度的检测，具有结构简单，性能可靠，运行高效的特点。基于端部侧开式预制条盒包装设备开发的同步检测该系统目前已下线应用，并且在设备以 250 包/min 的运行速度下实现了稳定可靠的运行检测与控制，该设备正常操作需要 3 名操作工，相比手工班单条产线需要 8 名操作工，平均单周产量约为 15.3 箱的产量的情况下，人工成本减少了 5 人，单周产量提升了 19.3 倍，且产品实现了连续性的在线生产，经检验产品质量符合标准。通过同步检测系统实现预制条盒在线成型包装，极大地提高了产品的生产效率，实现了产品的均质化管控，有效地保证了产品的包装质量和设备的运行效率。

5. 结束语

随着烟草行业的高质量发展，产品多元化、个性化已逐渐成为主流，国内各大中烟公司均开发了不同类型、不同规格的卷烟异型包装产品，其中以预制条盒包装最为广泛，其包装方式主要为人工手动包装生产，但在当前市场环境日益复杂，竞争日趋激烈的形式下，原有手工包装已经很难满足产品生产需要，不仅耗费成本高、周期长、产量低，而且很难实现产品的均质化发展。因此，运用同步检测系统开发针对不同样式预制条盒的包装设备，可以避免对包装主机进行大范围的机械改造，在实现卷烟产品自动化包装生产的基础上，有效缩短了改造周期，降低了改造成本。

参考文献

- [1] 陈涛, 李泓燊, 王朝富, 等. 烟条成型礼盒自动化装填生产线的研发[J]. 科技创新与应用, 2020(26): 10-14.
- [2] 施忠兵, 吴建军, 陆宇桢. ZB45 异型硬盒硬条包装机组的设计[J]. 烟草科技, 2020, 53(11): 97-102.
- [3] 杨可杰, 于永龙, 徐羽明, 等. 自动化装填设备的技术应用研究[J]. 现代工业经济和信息化, 2021, 11(12): 131-133.
- [4] 李玮, 陈隆道. 基于 DSP 的电压闪变同步检测系统[J]. 电测与仪表, 2005, 27(1): 1-8.
- [5] 卢玉宇. 小型同步发电机励磁控制器自动检测系统的研制[J]. 机电技术, 2020(6): 56-58.
- [6] 孙宏杰. X1 包装机组 PLC 控制系统的设计[D]: [硕士学位论文]. 安徽: 合肥工业大学, 2007.