

HWM-280型雪茄条盒透明纸包装机的设计与应用

贺韧, 王剑, 尹亮, 闫爱华, 张宁, 何钱*, 张宏铭, 浮浩
(湖北中烟工业有限责任公司, 武汉 430050)

摘要: **目的** 解决传统手工包装雪茄条盒透明纸时工作效率低、人工成本高等问题。**方法** 经过研究, 设计一种雪茄条盒透明纸的自动包装机, 该包装机主要由进料机构、透明纸储存机构、透明纸输送机构、折叠热封机构、美容机构等组件组成。**结果** 以某品牌的雪茄烟为对象, 对该包装机进行测试, 结果表明, 设备运行平稳可靠, 条盒透明纸的包装由手工业的1条/min提升到机械化包装的4条/min, 包装效率提升400%, 同时降低了人工成本, 保证了产品的均质化要求。**结论** 该包装机实现了雪茄条盒透明纸的机械化包装, 符合雪茄条盒透明纸包装的工艺要求, 具有较高的推广应用价值。

关键词: 雪茄; 条盒; 透明纸; 透明纸包装机; 机械化包装

中图分类号: TB48

文献标志码: A

文章编号: 1001-3563(2025)05-0141-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2025.05.018

Design and Application of HWM-280 Packing Machine for Transparent Paper of Cigar Stick Box

HE Ren, WANG Jian, YIN Liang, YAN Aihua, ZHANG Ning, HE Qian*, ZHANG Hongming, FU Hao

(China Tobacco Hubei Industrial LLC, Wuhan 430050, China)

ABSTRACT: The work aims to solve the problem of low work efficiency and high labor costs in traditional manual wrapping of transparent paper for cigar box. After analysis and research, an automatic packing machine for transparent paper of cigar box was designed and made. The machine was composed of a feeding mechanism, a transparent paper storage mechanism, a transparent paper conveying mechanism, a folding and sealing mechanism for edges and corners, and a cosmetic mechanism. With a specific brand of cigar as the object, the packing machine was tested, demonstrating that the equipment operated smoothly and reliably. The packing efficiency of the transparent paper for the cigar boxes increased from 1 box per minute (manual operation) to 4 boxes per minute (mechanized packing), representing a 400% improvement in packaging efficiency, reducing the labor costs and ensuring the homogenization of the products. The automatic packing machine for transparent paper of cigar box meets the process requirements for packing and has a high value for promotion and application.

KEY WORDS: cigar; box; transparent paper; transparent paper packing machine; mechanized packing

近年来, 随着雪茄烟消费市场呈不断上升态势, 国内雪茄烟生产企业遇到有史以来最好的发展时机。由于雪茄烟呈现规格多、批量小的特点, 国内外雪茄烟生产厂家多以手工包装为主, 导致产能严重不足,

市场上出现供不应求的现象^[1-5]。目前, 普通烟条的透明纸包装机条盒包装尺寸为275 mm×85 mm×40 mm, 雪茄烟作为非常规烟支, 规格种类较多, 其中某品牌雪茄条盒尺寸为94.5 mm×103 mm×115.9 mm, 无法

收稿日期: 2024-11-21

基金项目: 湖北中烟工业有限责任公司2022年度科技研究与技术开发项目(2022JSGY4SX2C055)

*通信作者

实现机械化包装,其透明纸包装一直采用传统的手工作业,生产效率低,产能不足,难以实现雪茄烟的高质量、健康发展。

针对烟草机械化包装已经有较多的改进和研究,施忠兵等^[6]通过传统 ZB45 硬盒包装机上改进烟包堆叠工艺路线并重新计算传动比、设计提升器和双联输出推手装置,实现异型烟的自动化包装;邓梅东^[7]提出用螺钉限位取代原限位环、以外挂式拉簧取代原扭簧的复位方式,解决了 ZB45 型包装机小盒商标纸供给系统不向纸库输送商标纸或送料堵塞等问题;贺韧等^[8]利用钢珠压簧的结构重新设计一种拉线卷筒的快速定位装置,使拉线的更换时间由 90 s 缩短到 24 s,并有效解决拉线卷筒锁紧不到位的问题;刘永宾等^[9]通过改进条包透明纸拉带输送防跳轱轮的设计安装,有效解决拉线在输送过程中跳出滚轮槽而引起的拉线错位问题;李宇飞等^[10]重新设计小盒商标纸在线压痕装置,通过正交试验获得最佳的压痕件半径、刃缘弧长和包装机速度,成功解决中支双铝包小盒商标纸因模切压痕不稳定出现的烟包小盒侧边弹开翻折的问题;刘贺阳等^[11]采用可编程自动控制技术设计铝箔纸自动拼接系统,提高设备的有效作业率,降低操作人员的劳动强度;李正伟等^[12]通过分析变速系统的运动特点和铰链连接的磨损情况,引入双行星轮结构,增加受力零件数量,以提升零件寿命,解决 GDX1 包装机组烟包输出转盘变速系统故障率高等问题;李家贵等^[13]通过改进设计双槽式吸风板和凹凸式加速辊,有效解决内衬纸切割后输送不稳定的问题。

根据企业工艺质量标准,条盒透明纸不能出现折皱、热封不牢、泡松及拉线错牙等质量缺陷,但是对于雪茄条盒透明纸机械化包装的改进方法鲜见报道。本文以某雪茄烟为例,研发设计符合工艺要求的条盒透明纸包装机,实现雪茄条盒透明纸包装的自动化,提升包装质量和企业的生产效率。

1 结构设计

1.1 整体结构

该雪茄透明纸包装机主要由进料机构、透明纸储存机构、透明纸输送机构、折叠热封机构、美容机构等组件构成,如图 1 所示。工艺流程简述如下:成型的条盒通过进料机构的输送通道推送到固定位置,同时透明纸储存机构提供条盒透明纸经过供给机构与拉线汇合,然后由旋转切刀切割某一固定长度,再由输送机构的吸风带将透明纸输送到固定位置后与烟条接触,通过折叠热封等机构将烟条包裹、折叠、热封,最终实现烟条透明纸的包装。透明纸包装工艺流程如图 2 所示。

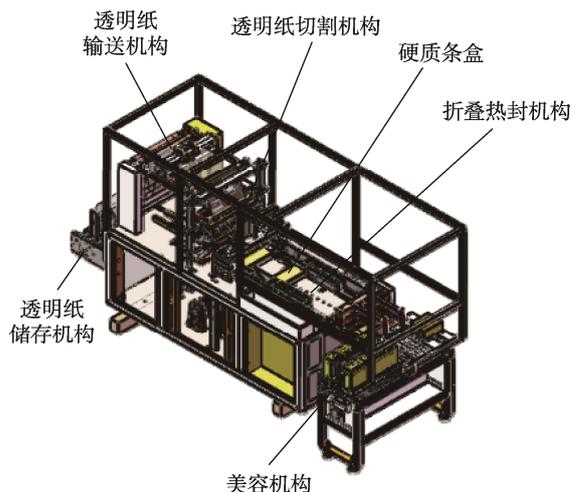


图 1 HWM-280 型条盒透明纸包装机结构示意图
Fig.1 Structure diagram of HWM-280 transparent paper packing machine

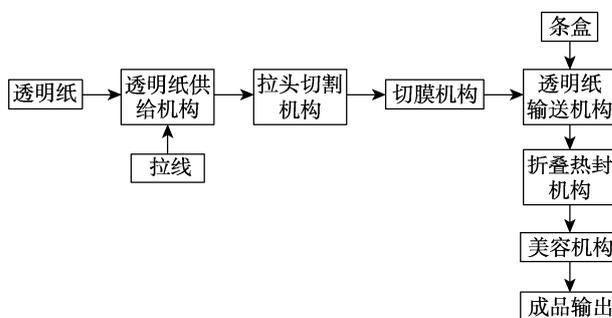


图 2 透明纸包装工艺流程
Fig.2 Transparent paper packing process

1.2 传动系统的设计

该包装机系统传动原理^[14-15]如图 3 所示,主电机带动链轮 1,链轮 1 通过链条带动链轮 2、同步轮 1 和凸轮 1~3 转动。凸轮 1 转动带动连杆滑块上下往复运动完成透明纸下折叠动作,凸轮 2 转动带动连杆滑块上下往复运动完成透明纸的上折叠动作,凸

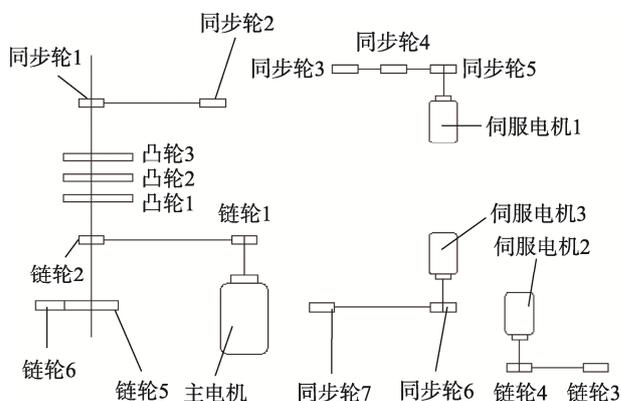


图 3 条盒透明纸包装机传动系统
Fig.3 Transmission system of transparent paper packing machine

轮 3 转动带动连杆滑块左右往复运动完成推条动作, 同步轮 1 通过同步带带动同步轮 2, 同步轮 2 转动带动连杆滑块前后往复运动完成下推条任务。

伺服电机 1 转动带动同步轮 3~5, 同步轮 4 转动带动透明纸输送辊完成输送任务, 同步轮 3 转动带动定位吸风带完成透明纸定位任务。伺服电机 2 转动带动链轮 3、4, 链轮 3 转动带动透明纸储存卷轴完成透明纸输送任务。伺服电机 3 转动带动同步轮 6、7, 同步轮 7 转动带动滚动刀轴完成透明纸剪切任务。

1.3 透明纸储存和输送机构的设计

透明纸卷通过机器内部的导辊和张紧装置进行调整, 确保透明纸的张紧度和轴向位置正确。该透明纸包装机中有单独的透明纸和拉线材料卷, 透明纸和拉线分别通过多个导辊后粘合在一起 (图 4), 然后经过由伺服电机独立驱动的拉线头旋转切刀切出 U 型口, 最后被送入一对压力辊的切割单元。当透明纸被送到切刀处时, 依靠伺服电机驱动旋转切刀将透明纸切割成包装盒所需的长度。

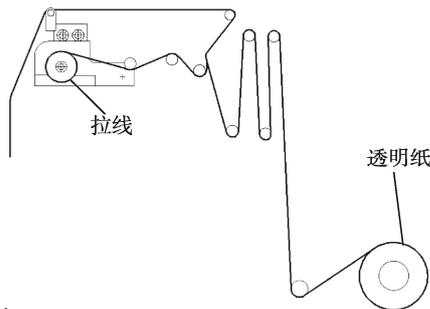


图 4 条盒透明纸、拉线穿行示意
Fig.4 Schematic diagram of transparent paper for box and drawstring conveying

透明纸切割系统由导纸辊、切纸刀、下纸辊、吸风带等部件组成, 主要完成透明纸的切割及输送, 如图 5 所示。透明纸从透明纸卷经过多个导纸辊输送到下纸辊, 下纸辊轮表面为橡胶类材料, 可以保证透明纸被切割时不产生回退现象。切割后的透明纸在负压吸风带的作用下被输送到指定位置, 便于后续条盒的包裹。

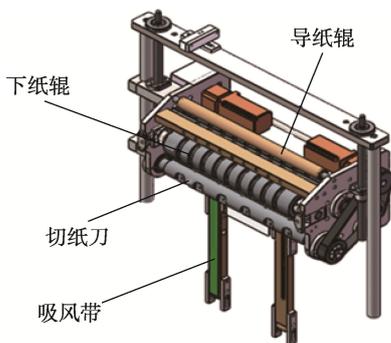


图 5 透明纸切割系统
Fig.5 Transparent paper cutting system

1.4 折叠热封机构的设计

图 6 为条盒透明纸折叠热封机构, 主要由推板、下折叠板、折角器、定位毛刷、烫板等部件组成。其工作原理如下: 当推板推动条盒前行碰触到透明纸时, 依靠惯性力将透明纸拉下并附在条盒上, 推板继续推动条盒与透明纸前行; 当推过下折叠板时, 推板回撤, 此时下折叠板向上移动, 使条盒下部透明纸向上折, 下折封板将透明纸完全折好后, 长侧封烫板开始向下动作; 当长侧封烫板下降动作到位后, 依靠顶杆将烫板摆动 10°~15°, 然后将透明纸下折部分与上折部分的重叠区域进行热封, 长侧封动作完成。机构整体的自动运行依靠触碰前挡板上的微动开关完成一个工作循环。

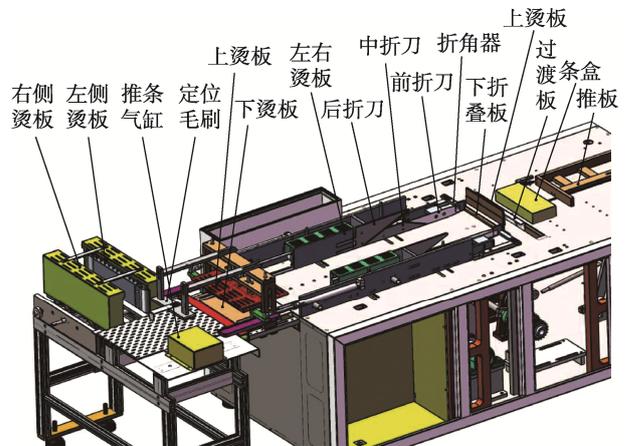


图 6 条盒透明纸折叠热封机构
Fig.6 Transparent paper folding and heat sealing mechanism

依次循环以上工作流程, 当下一条盒碰触当前条盒时, 依靠推板的推力使当前条盒继续前行移动。当前位置的条盒透明纸开始折角, 第 1 个折角依靠折膜板产生折痕, 第 2 个折角依靠折角器动作产生折痕。下一条盒依靠推板的推力使后面的条盒依次通过通道的折角模具产生折角, 并在两端折叠处点烫使其更加牢固, 依次完成透明纸的整个包装动作。一般透明纸包装机采用平直型入口, 高度较大的包装物会出现端部折皱的质量缺陷, 因此前折刀采用“八”字形折叠通道, 2 次折叠的形式有效解决了端部折皱问题。

1.5 条盒包装机条盒透明纸多面柔性美容的设计

以往烟条美容器采用对烟条四面同时热封的方式, 这种美容器一般结构设计较复杂, 零配件较多, 安装调试难度大, 工作状态不稳定, 并且使用四面美容器时一般需要将四面温度加热到 120 °C, 导致密封条盒透明纸内的空气因受热而产生体积膨胀的现象, 造成条盒鼓起, 影响烟条的外观质量。基于此, 该包装机采用条盒两端短侧面美容、条盒上下两面美容、条盒两长侧面美容的多次美容方式。

1.5.1 条盒两端短侧面美容的设计

两端短侧美容器组件如图7所示,在条盒包装机出口第一美容机构处,采用气缸驱动两侧加热板向中间移动进行条盒美容,其温度及美容力度均可调整。两短侧面美容采用两气缸作动力,带动2个工位烙铁进行美容。在两短侧面美容器内,两侧加热板固定,条包烟推进一次美容一次,输送下一个工位时再美容一次。后面无烟条推送或暂停时,两侧气缸回退保留一定间隙,避免条盒烟因受热过长影响产品质量。

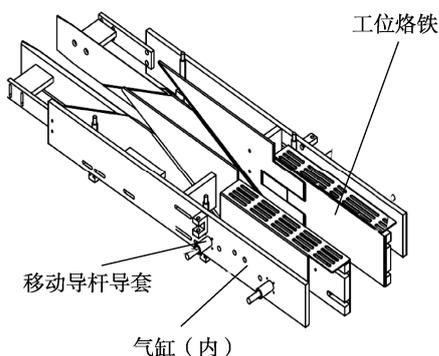


图7 两端短侧美容器组件
Fig.7 Cosmetic device mechanisms on both short sides

1.5.2 条盒上下两面美容的设计

采用固定下加热板和气缸驱动上加热板的形式对条盒上下两面进行美容,如图8所示。当设备发生工作性停机或突发性停机达到停机预设值时,由可编程逻辑控制器(Programmable Logic Controller, PLC)执行排空程序。排空机构两侧气缸夹持条盒烟通过两外侧输送气缸进行驱动,整体在导轨上移动排空部件,将上下烙铁间美容的条盒烟输送排空,避免条盒烟因受热过长影响产品质量。正常工作时,排空机构的夹持气缸和输送气缸处于打开状态,需要排空时,夹持气缸和输送气缸处于闭合状态。

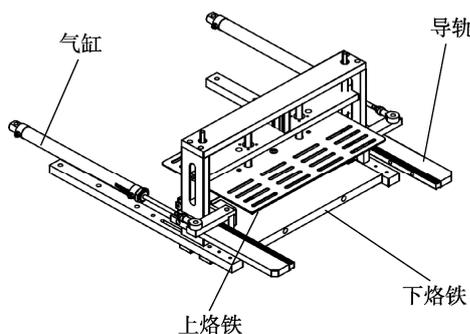


图8 上下表面美容器组件
Fig.8 Cosmetic device mechanism on upper and lower surfaces

1.5.3 条盒两长侧面美容的设计

两长侧面美容组件采用高温带(特氟龙输送带)输送方式达到美容效果,它主要由高温带侧烫、推烟板、可调板等组件组成,如图9所示。皮带式美容器采用调节组件调整高温带与包装膜之间的压力,防止在热封过程中出现皱褶等不美观现象。特氟龙输送带内贴合高温带侧烫组件,然后传热给收缩膜。对称输送带对条盒两长侧面进行美容,同时具备自动排空功能。

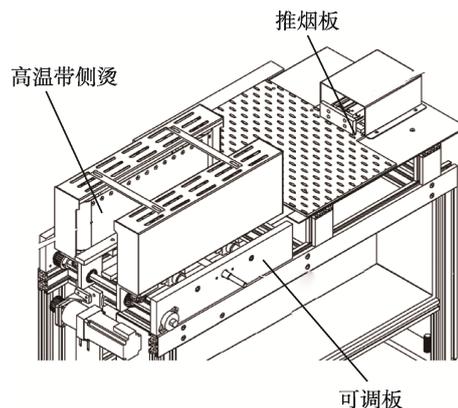


图9 长侧面美容器组件
Fig.9 Cosmetic device mechanism on long side

1.6 条盒包装机系统的电气设计

图10为系统驱动及控制电气原理。系统的进线电源为220V、50Hz,电流先送至配电柜,并由SA1控制电源开关,然后通过QF9~QF13分别向后续电路供电。图10中的4个电机从左至右分别为主电机(1kW)、后输送电机(400W)、透明纸切割电机(400W)、透明纸输送电机(400W)。当SA1被按下时,KM通电,此时系统发生如下动作:系统主电机通电,驱动设备完成下折叠、上折叠以及推板推条等动作;后输送电机通电,透明纸下纸辊转动完成下纸任务,同时带动定位吸风带转动完成透明纸的定位;透明纸切割电机通电带动滚动刀轴转动完成透明纸剪切工作,透明纸输送电机通电驱动透明纸卷轴转动完成透明纸展开任务。QF9-N回路通过电源开关模块将220V交流电整流、滤波成24V直流电输出,可为系统部分控制模块供电。

2 控制系统设计

为了保证系统的灵活和稳定性能,该系统设计手动、自动2种操作模式。其中,手动模式用于设备出现异常时的调试或维修;自动模式用于设备检测条盒、拉线、透明纸安装到位后,实现自动化生产。在自动模式下,系统增加报警和安全连锁保护功能,若检测到透明纸撕裂或者无透明纸达到3s时,机器处于停机状态,显示屏显示无透明纸报警信息。

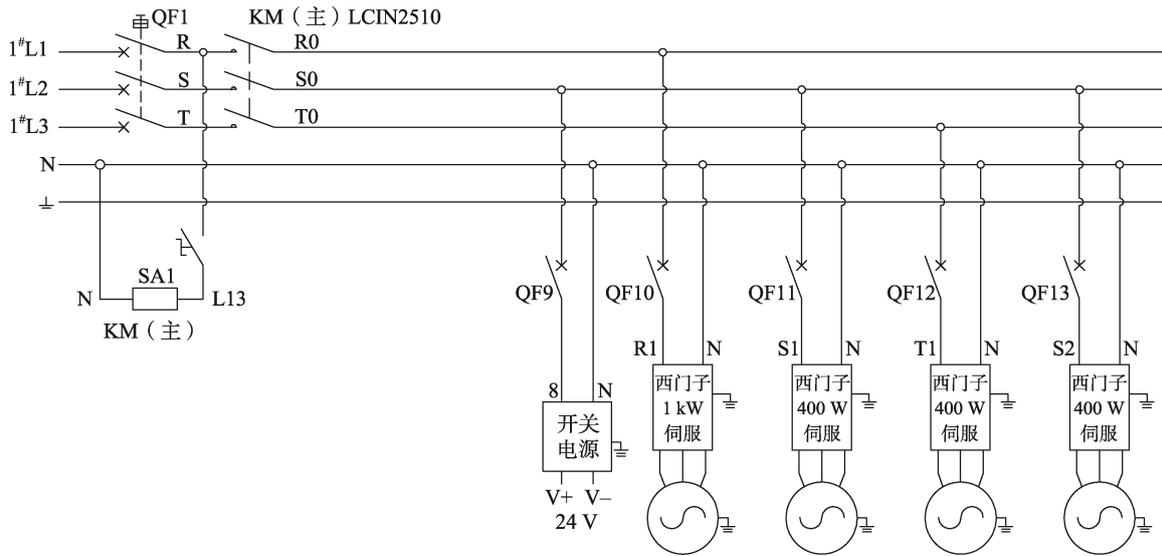


图 10 系统驱动及控制电气原理

Fig.10 Electrical schematic diagram for drive and control

根据全自动化条盒透明纸包装机的工艺流程和控制要求, 该控制系统结构主要包括 PLC 核心处理器、交流控制器、伺服电机驱动器、位置传感器、温度传感器、输入与输出模块、伺服电机、三相电机等, 具体 PLC 电路如图 11 所示。通过梯形图程序, PLC 能够依据预设的内部逻辑关系自动监测各输入点和输出点的实时状态, 然后通过人机界面动态更新相应

参数, 利用控制单元实现伺服电机的启停及协调控制, 从而完成条盒进料、透明纸输送与切割、折叠热封的整个包装流程。控制系统还可以与上位机集成, 实现关键参数的共享, 上位机进行复杂的控制算法, 并将控制参数传递给 PLC。

根据条盒透明纸包装的实际工作要求, 选择西门子 S7-300 系列 PLC。该 PLC 扩展性强, 可以扩展多

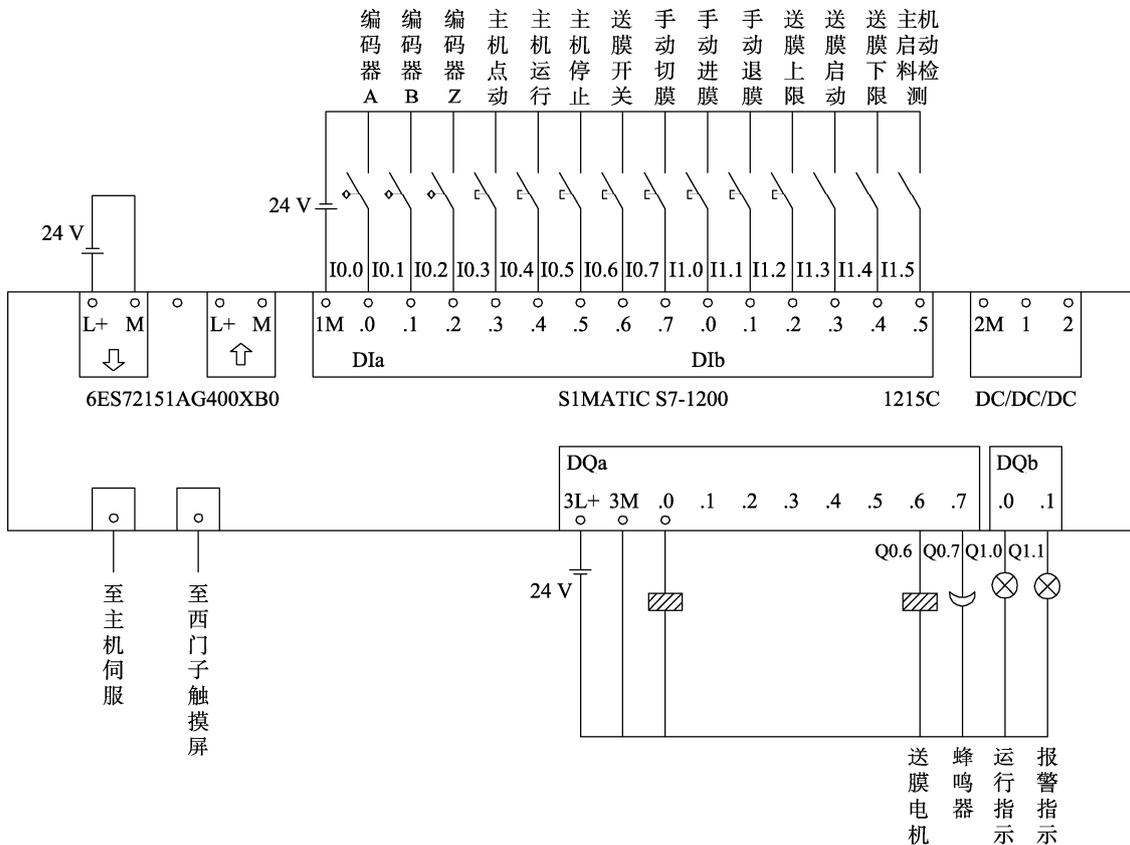


图 11 条盒透明纸包装机 PLC 电路

Fig.11 PLC circuit of packing machine for transparent paper of box

达 32 个模块；指令集多，拥有超过 350 条指令，能够处理复杂功能；接口丰富，包括数字量输入/输出模块、模拟量输入/输出模块、功能模块和通信处理器等；通信能力强，具备强大的通信功能，支持多点接口（Multi Point Interface, MPI）、PROFIBUS 和工业以太网等多种通信接口。

经分析，条盒透明纸包装机控制系统采用 24 V 直流供电，包含的输入信号包括主机点动、主机运行、主机停止、送膜开关、手动切膜、手动进膜、手动退膜、送膜上限、送膜启动、送膜下限、主机启动料检测等，输出信号包括送膜电机、蜂鸣器、运行指示、报警指示等，具体输入/输出（Input/Output, I/O）地址分配如表 1 所示。

表 1 I/O 地址分配
Tab.1 I/O address assignment

序号	端口地址	器件名称
1	I0.0	编码器 A
2	I0.1	编码器 B
3	I0.2	编码器 Z
4	I0.3	主机点动
5	I0.4	主机运行
6	I0.5	主机停止
7	I0.6	送膜开关
8	I0.7	手动切膜
9	I1.0	手动进膜
10	I1.1	手动退膜
11	I1.2	送膜上限
12	I1.3	送膜启动
13	I1.4	送膜下限
14	I1.5	主机启动料检测
15	Q0.6	送膜电机
16	Q0.7	蜂鸣器
17	Q1.0	运行指示
18	Q1.1	报警指示

3 应用效果

为了验证雪茄条盒透明纸包装机机械化包装设备系统的性能，以某工厂的生产线为试验平台，对其有效性进行统计分析，设备实物如图 12 所示。试验中选取 3 个工作日（8 h/d）设备对某品牌的雪茄条盒透明纸包装进行测试，生产线速度设定为 4 条/min，测试结果如表 2 所示。



图 12 雪茄条盒透明纸包装机
Fig.12 Packing machine for transparent paper of cigar box

表 2 不同工作日雪茄条盒透明纸包装测试结果
Tab.2 Test results of transparent paper package for cigar box on different working days

时间	产量/条	有效运行时间/h	不合格烟条数目/条	不合格率/%	有效运行率/%
第 1 天	1 710	7	22	1.3	87.5
第 2 天	1 650	6.8	13	0.8	85
第 3 天	1 805	7.5	18	1	93.75

结果显示，生产速度为 4 条/min 时，3 个工作日内的条盒透明纸包装合格率达 98% 以上，有效运行效率 85% 以上（技术要求有效运行效率 > 80%），实际测试效果满足技术要求。因此，该包装设备符合设计要求，能够达到预定效果。

4 结语

本文设计的雪茄条盒透明纸包装机包括进料机构、透明纸储存机构、透明纸输送机构、折边折角热封机构、美容机构等组件。以某品牌的雪茄烟为例，对该包装机进行测试，结果表明其有效运行效率在 85% 以上，合格率在 98% 以上，满足设计要求。该设备自动化程度高，生产效率高，为雪茄的发展提供了强有力的技术支持。

参考文献：

- [1] 徐波, 张博, 王剑, 等. 国产雪茄烟感官质量评价方法的建立[J]. 烟草科技, 2024, 57(2): 54-60.
XU B, ZHANG B, WANG J, et al. Development of Sensory Quality Evaluation Method for Domestic Cigars in China[J]. Tobacco Science & Technology, 2024, 57(2): 54-60.
- [2] 陈世华, 望开奎, 张其勇, 等. 浅论手卷雪茄精益制造转型的机会与挑战[J]. 轻工科技, 2024, 40(5): 192-195.

- CHEN S H, WANG K K, ZHANG Q Y, et al. Opportunities and Challenges of Lean Manufacturing Transformation of Hand-Rolled Cigars[J]. *Light Industry Science and Technology*, 2024, 40(5): 192-195.
- [3] 黄凯. 推动国产雪茄烟叶高质量发展的思路和对策[J]. *安徽农业科学*, 2023, 51(11): 243-246.
- HUANG K. Ideas and Countermeasures for Promoting the High Quality Development of Domestic Cigar Tobacco[J]. *Journal of Anhui Agricultural Sciences*, 2023, 51(11): 243-246.
- [4] 丁杰, 陈斌, 韩晓萌. 基于市场需求的雪茄烟均衡供应模式研究与应用[J]. *物流工程与管理*, 2023, 45(9): 163-165.
- DING J, CHEN B, HAN X M. Research and Application of Cigar Balanced Supply Model Based on Market Demand[J]. *Logistics Engineering and Management*, 2023, 45(9): 163-165.
- [5] 杨长江. 新常态背景下国产雪茄营销策略探究[J]. *科技经济市场*, 2023(7): 104-106.
- YANG C J. An Inquiry into the Marketing Strategies of Domestic Cigars under the Background of the New Normal[J]. *Science & Technology Economy Market*, 2023(7): 104-106.
- [6] 施忠兵, 吴建军, 陆宇楨. ZB45异型硬盒硬条包装机组的设计[J]. *烟草科技*, 2020, 53(11): 97-102.
- SHI Z B, WU J J, LU Y Z. Design of ZB45 Packing Line for Cigarette Cartons of Special Size[J]. *Tobacco Science & Technology*, 2020, 53(11): 97-102.
- [7] 邓梅东. ZB45型包装机小盒商标纸叠供料离合器的改进[J]. *食品与机械*, 2015, 31(2): 161-164.
- DENG M D. Improvement on Box Trademark Paper Feeding Clutch of ZB45 Type Packing Machine[J]. *Food & Machinery*, 2015, 31(2): 161-164.
- [8] 贺韧, 田晶, 毕君宜, 等. YB55型卷烟包装机拉线卷筒定位装置的改进[J]. *食品与机械*, 2020, 36(8): 98-101.
- HE R, TIAN J, BI J Y, et al. Improvement of Tear-Tape Roll Positioning Device for YB55 Cigarette Packing Machine[J]. *Food & Machinery*, 2020, 36(8): 98-101.
- [9] 刘永宾, 李浩, 曾峰. YB95包装机拉带防跳辊轮的设计[J]. *包装工程*, 2022, 43(7): 204-208.
- LIU Y B, LI H, ZENG F. Design of Anti Jump Roller for YB95 Packing Machine[J]. *Packing Engineering*, 2022, 43(7): 204-208.
- [10] 李宇飞, 李建军, 卢良海, 等. 小盒商标纸在线压痕装置的设计与应用[J]. *包装工程*, 2024, 45(5): 151-156.
- LI Y F, LI J J, LU L H, et al. Design and Application of Online Indenting Device for Small Box Label Paper[J]. *Packaging Engineering*, 2024, 45(5): 151-156.
- [11] 刘贺阳, 张建勋, 孙天发, 等. GDX1包装机组铝箔纸自动拼接系统的设计应用[J]. *烟草科技*, 2010, 43(2): 20-22.
- LIU H Y, ZHANG J X, SUN T F, et al. Design and Application of Automatic Foil Splicing System in GDX1 Packer[J]. *Tobacco Science & Technology*, 2010, 43(2): 20-22.
- [12] 李正伟, 李功勋, 关宏量. GDX1包装机组烟包输出转盘变速系统的改进[J]. *烟草科技*, 2019, 52(8): 101-105.
- LI Z W, LI G X, GUAN H L. Improvement of Variable-Speed System of Cigarette Packet Discharger Turret in GDX1 Packer[J]. *Tobacco Science & Technology*, 2019, 52(8): 101-105.
- [13] 李家贵, 杨天, 孔臣, 等. YB45A硬盒包装机内衬纸输送装置的改进[J]. *烟草科技*, 2020, 53(12): 89-95.
- LI J G, YANG T, KONG C, et al. Improvement of Inner-liner Conveying Device in YB45A Hard Packer[J]. *Tobacco Science & Technology*, 2020, 53(12): 89-95.
- [14] 闻邦椿. 机械设计手册: 疲劳强度设计 机械可靠性设计[M]. 6版. 北京: 机械工业出版社, 2020.
- WEN B C. *Mechanical Design Manual: Fatigue Strength Design Mechanical Reliability Design* [M]. 6th ed. Beijing: China Machine Press, 2020.
- [15] 濮良贵, 陈国定, 吴立言. 机械设计[M]. 10版. 北京: 高等教育出版社, 2023.
- PU L G, CHEN G D, WU L Y. *Mechanical Design*[M]. 10th ed. Beijing: Higher Education Press, 2023.