

[控制系统]

橡胶包装机典型故障分析及优化改进

文/姜仁刚
北京中燕建设工程有限公司

合成橡胶经后处理装置脱水干燥、挤压造粒等工序后，作为成品产品出厂，其中成品包装是合成橡胶出厂的最后一道工序，包装机的运行稳定性直接影响着合成橡胶产品的产量和质量。而缝口单元作为包装机最后一个步骤，其能否正常美观地完成橡胶产品的包装对于合成橡胶的销量和利润产生极大的影响。

随着各地合成橡胶装置的不断扩容改造，对于橡胶后处理自动线运行稳定性要求越来越高。后处理包装机，是后处理的关键设备之一，它能否稳定、长周期运行，直接影响着成品橡胶的质量及产量。后处理包装机主要由输送单元、取袋套袋单元和缝口单元等部分组成。各种成品橡胶尺寸及重量的不同，导致所需的包装袋尺寸的变化，因此在包装机缝口单元部分故障频出。通过技术攻关发现，产生此类故障的主要原因在于缝口单元内部逻辑存在缺陷。本文主要讨论近期包装机缝口单元出现的故障现象及原因，并在此基础上提出对设备的改进。

包装机的电气控制系统

电控系统组成如图1所示，由可编程序逻辑控制器（PLC）、检测元件（接近开关、光电开关和压力开关）；操作界面（触摸式人机界面、操作开关、指示灯和报警器）、控制元件（变频器、电磁阀和接触器）以及执行元件（气缸、电动机）等组成。

操作面板作为操作人员与设备之间的界面，接收操作人员的指令并将设备运行状态反馈于界面上。PLC依据控制程序，通过对检测元件反馈的信

号进行逻辑判断，从而控制电磁阀，并通过电磁阀控制气缸完成自动装袋及自动缝口的全过程。

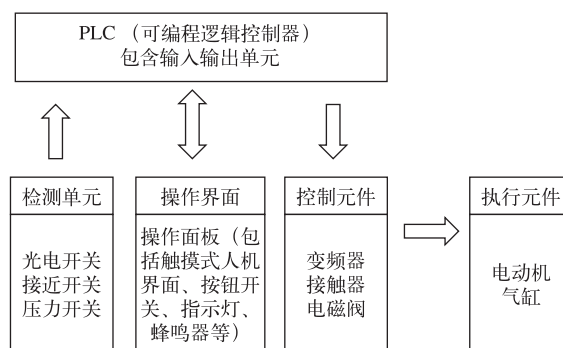


图1 包装机结构框图

各组成部分的作用：

1) PLC是自动包装机的控制核心，依据控制程序，通过对传感器反馈的信号进行逻辑判断，控制接触器、变频器和电磁阀，从而驱动电动机、气缸等执行件，完成自动装袋的全过程。

2) 检测元件。光电开关、接近开关和压力开关将胶块位置、气缸压力等信息转化为电信号，输入PLC中。

3) 操作界面。装袋机操作界面上配有触摸屏。带有10.4"的TFT显示屏，具有操作简单，显示直观的特点，可直接触动屏幕进行操作。触摸屏内置

通用端口，可通过串行通信电缆直接与计算机及其他含有RS-232C端口的设备实现互联。

4) 控制、执行机构。主要为变频器、电磁阀、气阀和电动机等执行PLC的指令，驱动包装机循环动作。

工作原理及控制过程

包装机控制原理如图2所示。由输送机运送来的胶块，先经斜坡输送机、弯道输送机送入橡胶装袋机，由橡胶装袋机的水平输送装置进入垂直输送装置，然后到达装袋位置，胶块装入已自动套在夹袋器上的包装袋中，装袋结束后，胶块进入缝口单元，缝口单元将袋口缝好。缝好口的料袋经立袋输送机由斜坡输送机1送出。

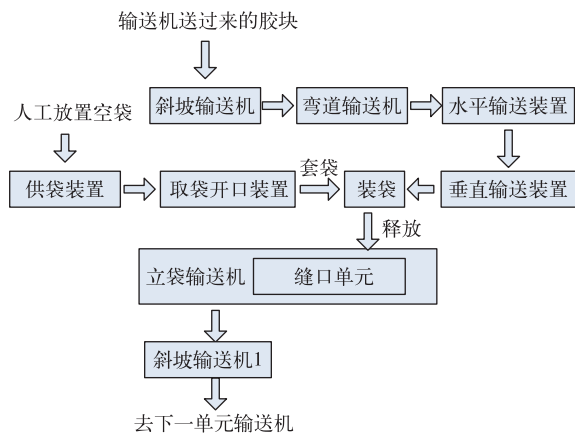


图2 包装机控制原理

包装机典型故障

后处理包装机主要由输送单元、取袋套袋单元和缝口单元等部分组成。在日常运行维护中，出现的问题主要集中在缝口单元上。

1. 包装机缝口单元的工作原理

料袋由立袋输送机和夹口整形机送入缝口位置，当料袋遮挡缝口入端光电开关，缝口电动机启动，电动机带动缝纫机运转缝合袋口。当缝口出光电由ON变为OFF时，缝口电动机停止，同时切线电磁阀通电0.5 s，切刀动作将缝线切断。料袋由立袋输送机送入下游输送单元。

2. 典型故障

1) 2022年5月11日，某橡胶装置后处理包装机出现问题。包装机缝口单元在完成料袋缝口后仍

持续工作一段时间，导致余留在料袋上的包装线过长，影响产品美观且存在材料浪费的现象。经现场检查确认，主要原因是本次使用的料袋比25 kg标准料袋窄5 cm左右，且未对缝口单元进行相应的调整导致问题发生。经对缝口单元进行调整后，解决问题。

2) 2022年8月6日，某橡胶装置后处理包装机缝口单元出现故障。故障现象为缝口单元在未将料袋完全缝合后即启动切刀切断包装线，因此导致料袋被切刀损坏，无法使用。经现场检查确认主要原因是本次使用的料袋比25 kg标准料袋宽8 cm左右，且未对缝口单元进行相应的调整导致故障发生。本次故障发生后按照以往经验调整缝口单元的针脚大小调整螺栓（如图3所示）以及缝口单元变频器（如图4所示）的参数使其加快缝纫速度确保料袋可以正常缝合，但经过多次努力尝试仍无法彻底消除故障，仍时不时出现料袋被切坏的现象。经与包装机厂家沟通确定此情况需调整缝口单元缝纫机运行时间以适用不同尺寸的料袋，保证包装正常进行。但该时间只能在程序内部改动，无法在操作界面上进行实时改动，因涉及程序保密等问题，经与厂家沟通，将料袋更换为原小尺寸料袋，暂时消除故障。



图3 缝口单元针脚调整螺栓



图4 缝口单元变频器

改进方案

1. 方案提出

通过典型故障可以确认，缝口单元存在对不同尺寸的料袋无法做到完美适用的缺陷。而在以往的维护经验中，可以通过调整针脚大小调整螺栓和调整缝纫电动机变频器的参数来控制缝口单元的缝纫时间。经过实际统计，这种方法所适用的料袋宽度只

能在25 kg标准料袋宽度基础上浮动 ± 5 cm, 超出则无法完美适用。要解决这个缺陷则必须可以实时调整缝口单元缝纫时间, 要实时调整缝纫时间必须对PLC内部程序进行改进, 并对操作界面进行优化。

2. 改进内容

1) 首先要确认控制缝口单元程序中控制缝纫机运行及运行时间的程序, 如图5、图6所示。

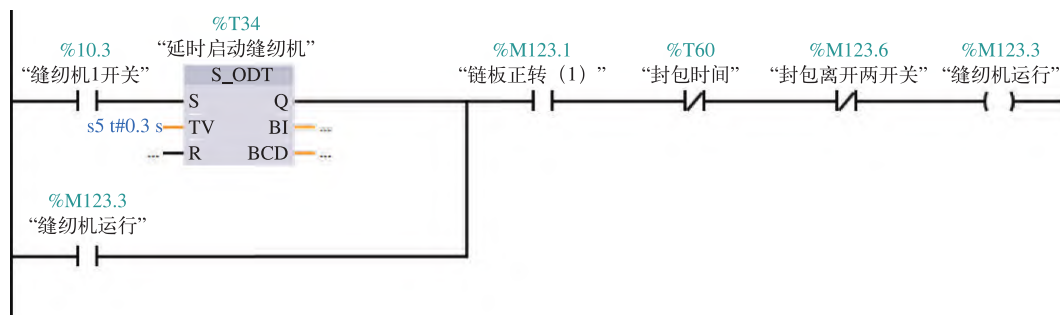


图5 缝口单元缝纫机运行程序

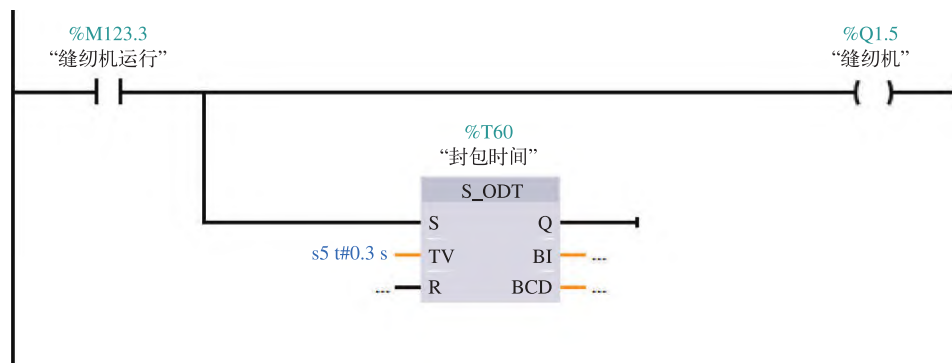


图6 缝口单元缝纫机运行时间程序

通过图5和图6的程序可以看出, 缝口单元缝纫机在开关触发后, 延时0.3 s开始启动, 其运行时间由时间继电器T6.0确定。而程序中T6.0的设定时间为固定的3.5 s, 经过3.5 s后缝纫机停止运行。

2) 确定缝纫机工作时间的程序后, 改动时间需要通过改动时间继电器T6.0的设定时间。因此将图6程序改进成图7所示程序。

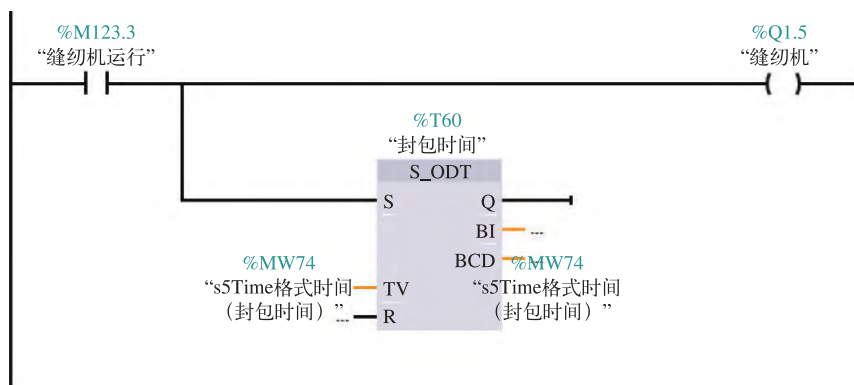


图7 改进后的缝纫机运行时间程序

新增一变量MW74, 用于替代T6.0原有的固定设置时间, 以实现缝纫机运行时间可实时调整。

3) 为了实现在操作界面上可以实时调整缝纫机运行时间, 将操作界面画面由图8改为图9所示。

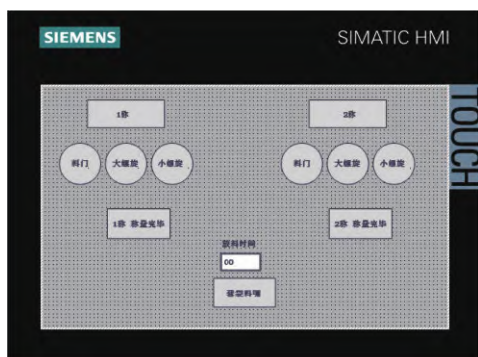


图8 原操作界面

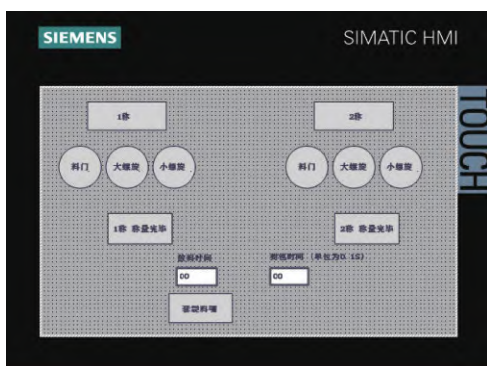


图9 改进后的操作界面

新增变量MW68用于设定缝纫机运行时间，并在操作界面增加了封包时间输入框与MW68对应，可在设备运行时通过在操作界面封包时间输入框中输入需要的数值从而修改MW68的值，实时对缝纫机运行时间进行调整。

4) 因为操作界面输入的值为INT格式，为十进制数字，而PLC中时间继电器的设定时间输入值的格式为s5Time格式，为16位二进制数字，因此在程序内部还需要进行转换。

图10中首先利用CONV公式将INT数字转化为16位二进制数字，但此时还无法直接为PLC中的时间继电器赋值，即未完成输入数字到s5Time格式的转化。原因为s5Time尽管也为16位二进制数字，但其第13位和14为用于表示时间基数，即为00、01、10、11时对应的的时间基数是0.01 s、0.1 s、1 s、10 s，只有0~12位用于设定时间数值，因此转化后的16位二进制数字还须进一步转化。在此次优化中设定的时间基数为0.1 s，因此又利用OR公式让转化后的16位二进制数字与16位二进制数字1 000比较，最后完成INT数字到s5Time数字的转化。

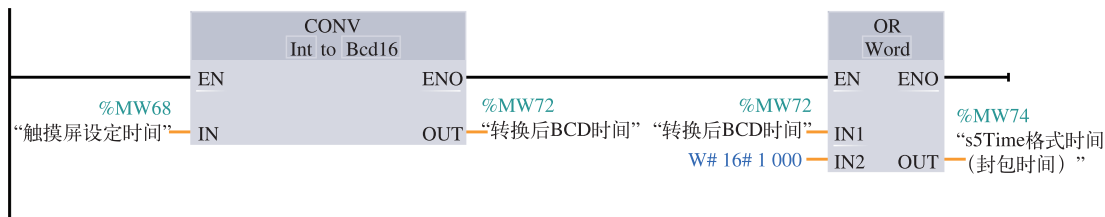


图10 数据格式转化公式

3. 实际改造实施

优化方案确定后，首先利用装置停车机会用工控机与缝口单元PLC连接，将其内部程序全部导出，程序导出后在工控机中对程序进行了相应的修改。修改完成后经仿真操作以及实物模拟操作成功后，正式将修改后的程序导入某橡胶装置后处理缝口单元。经过2个多月的实际运行，通过调整缝口单元运行时间，可完美适用于各类尺寸的料袋，未再出现损坏料袋的现象。

实际效果

由于通过修改内部程序的优化改进，而不是简单的机械调整，因此优化改进后的包装机缝口单元可完美适用于各类尺寸的料袋，未再出现损

坏料袋或者缝口不美观的情况，降低了故障发生的频率。不仅保证了装置长周期稳定的生产运行，也大大减少设备维护的成本和电气维护劳动强度。

结束语

通过橡胶装置后处理包装机缝口单元故障的分析，提出对应的改进方案，并实际应用于后处理包装机上，降低设备故障的频率，保证装置的长周期稳定生产，达到预期的优化改进目的。该方案通过PLC内部程序的优化，不需要更换或者额外增加设备，方便运用到同类设备上，是一项值得推广的技术。EA

(收稿日期：2024-05-13)