

黄山品牌专线制丝线防差错控制技术的研究

冯泉 高洁* 胡林胜 吴群 程道胜

安徽中烟工业有限责任公司蚌埠卷烟厂制丝车间, 安徽 蚌埠 233000

[摘要]为提高黄山品牌专线制丝生产线控制系统防控质量风险的能力,提升制丝线柔性化加工能力,项目组结合老生产线的经验,基于黄山品牌专线制丝线的生产路径和加工工艺设计,利用自动控制、图像识别和计算机信息技术开展防差错控制技术的研究,主要研究内容包括,定路定柜控制模式、加香加料系统的防差错技术、人员设备视频监控的集成、霉变烟叶检测和报警、花片和工艺质量超标物料剔除功能的设计,从而实现制丝全线主要防差错功能。

[关键词] 防控质量风险; 柔性化; 防差错; 控制技术

DOI: 10.33142/sca.v7i8.13055

中图分类号: TS43

文献标识码: A

Application Research on Error Prevention Control Technology of Mount Huangshan Brand Special Line

FENG Quan, GAO Jie*, HU Linsheng, WU Qun, CHENG Daosheng

Bengbu Cigarette Factory Silk Workshop of China Tobacco Anhui Industrial Co., Ltd., Bengbu, Anhui, 233000, China

Abstract: In order to improve the quality risk prevention and control capability of the control system of the Mount Huangshan brand special line silk production line, and enhance the flexible processing capability of the silk production line, the project team, based on the experience of the old production line, and based on the production path and processing process design of the Mount Huangshan brand special line silk production line, uses automatic control, image recognition and computer information technology to carry out research on error prevention control technology. The main research contents include the control mode of route and cabinet setting, the error prevention technology of the flavoring and feeding system, the integration of personnel and equipment video monitoring, the detection and alarm of moldy tobacco leaves, and the design of the removal function of flowers and materials with excessive technological quality, so as to achieve the main error prevention functions of the whole silk production line.

Keywords: preventing and controlling quality risks; flexibility; prevention errors; control technology

1 问题分析

根据黄山品牌专线制丝线的实际生产情况,分析可能出现差错的风险点,并提出针对专线制丝线的防差错功能新要求:(1)专线制丝线的生产路径更加复杂、储柜更多,不同路径之间存在较多交叉的情况,存在路径错误、重复进柜和混牌的风险;(2)霉变烟叶是原料风险的重要因素,常规方法是在开包和切片后,通过人工识别霉变烟叶,但难以及时发现和剔除;(3)在加料和加香的过程中,依靠人员操作和识别料液是否正确,缺少智能化的防错功能,存在混香、错香的巨大风险;(4)中控操作人员无法实时观测到现场实际的设备和人员状况,启动设备则存在安全风险;(5)切丝过程中难免存在花片的情况,专线引进了Garbuio的EVO型切丝机,花片情况显著改善,但还需要进一步地实现花片自动识别、剔除的功能;(6)制丝加工过程中,主机设备加工过程的料头料尾阶段,存在产生超标物料的风险。

以上六点风险,同时也是黄山品牌专线防差错需求的关键点。

2 系统设计与实施

项目以专线制丝线的防差错需求为导向,以现有的控

制系统软件和硬件为基础,针对新制丝线的差错隐患点,利用自动控制、图像识别和计算机信息技术,开展防差错控制技术的研究^[1]。主要研究内容包括:定路定柜控制模式、加香加料牌名锁定制模式的设计、人员设备视频监控的集成、霉变烟叶检测和报警、花片和工艺质量超标物料剔除功能的设计,见图1。

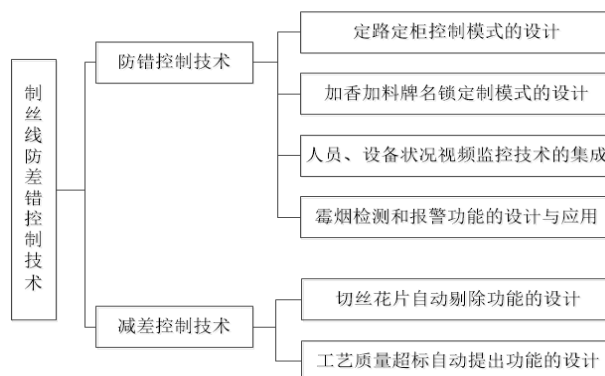


图1 课题技术路线图

2.1 定路定柜控制模式

既生产路径防差错,从进柜、出柜及关键节点三方面,

开展研究和设计实施。

2.1.1 进、出柜防差错功能的设计

以加香生产线为例，生产启动时，系统先将混配柜的批次牌号与加香段的批次牌号进行比对，若所选混配柜为柜空状态或批次牌号与加香段一致，则生产线启动；不一致，则发出报警，并禁止加香机前电子秤运行。混丝柜出料时，加香段和所选混丝柜的批次牌号进行比对，二者一致，则组合启动后混丝柜正常出料；不一致时，所选储柜的下耙为等待状态，不出料。

编写控制程序和人机界面：调用 CompType 指令，加香段与所选混配柜的批次牌号信息比对、加香段与所出混丝柜批次牌号比对，根据比对结果实现进柜和出柜的防错功能；编辑相应的中控画面，提示报警信息，提醒监控人员及时发现和纠正操作。

```

程序段 9：A线柜批次对比：
1 //:
2 A #selected_L1
3 A #l1ProdStart
4 JNB h08a
5 //:
6 O #Selln_N_I1
7 O #Selln_W_I1
8 JNB H08B
9 CALL CompType
10 EQ
11 IN1 :=#L1ID.BATCH
12 IN2 :=#GP.N.Gin.BATCH
13 OUT :=#CompID.L1BatchOK_N
14 CALL CompType
15 EQ
16 IN1 :=#L1ID.BRAND
17 IN2 :=#GP.N.Gin.BRAND
18 OUT :=#CompID.L1BrandOK_N
19 JU H0B1
20 H08B: NOP 0
21 SET
22 S #CompID.L1BatchOK_N
23 S #CompID.L1BrandOK_N
24 H0B1: NOP 0
25 //:

26 O #Selln_S_I1
27 O #Selln_W_I1
28 JNB H08C
29 CALL CompType
30 EQ
31 IN1 :=#L1ID.BATCH
32 IN2 :=#GP.S.Gin.BATCH
33 OUT :=#CompID.L1BatchOK_S
34 CALL CompType
35 EQ
36 IN1 :=#L1ID.BRAND
37 IN2 :=#GP.S.Gin.BRAND
38 OUT :=#CompID.L1BrandOK_S
39 JU H0C1
40 H08C: NOP 0
41 SET
42 S #CompID.L1BatchOK_S
43 S #CompID.L1BrandOK_S
44 H0C1: NOP 0
45 //:
46 JU h0a1
47 h08a: NOP 0
48 SET
49 S #CompID.L1BatchOK_N
50 S #CompID.L1BrandOK_N
51 S #CompID.L1BatchOK_S
52 S #CompID.L1BrandOK_S
53 h0a1: NOP 0
54 //:

程序段 11：北丰柜牌号对比报警：
1 AN #CompID.L1BatchOK_N
2 A #BatchEn
3 O(
4 AN #CompID.L1BrandOK_N
5 A #BrandEn
6 )
7 #GP.N.Gout_CTRL.empty
8 = #GP.N.Gin_CTRL.Alarm_Info_In_L1
9
10 AN #CompID.L2BatchOK_N
11 A #BatchEn
12 O(
13 AN #CompID.L2BrandOK_N
14 A #BrandEn
15 )
16 AN #GP.N.Gout_CTRL.empty
17 = #GP.N.Gin_CTRL.Alarm_Info_In_L2
18
    
```

图2 牌号信息比对和报警程序

2.1.2 生产线径关键节点防差错功能的设计和实现

生产路径的交叉点是生产线关键节点，决定着生产过程中物料运行路径的正确与否。以叶丝处理段为例，叶丝处理段分A线（气流烘丝）和B线（薄板烘丝），而叶片柜共有8组对顶柜，4组A线片柜和4组B线片柜，两组分别都可以出料至A、B两条烘丝线，路径存在交叉，存在走错路径的风险。所以，必须在生产执行过程中设置防差错的功能。

路径错误风险的防控，需在路径交叉处分配振槽活门开关状态的检测，既不同的路径选择对应活门开或关的状

态，若该开时检测为开，则路径检测正确，允许运行；若该开时未在开状态，则检测路径错误，发出报警，并连锁控制振槽，不允许其运行，避免路径错误。以叶丝处理线为例，对活门状态和动作时间是否正确进行判断，若活门不正常，且超出了设定的动作时间，则状态为错误并发出报警。控制流程见图3。

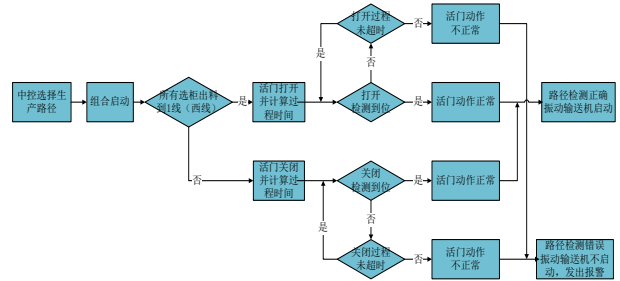


图3 路径关键节点防差错控制流程图

2.2 加香、加料牌名锁定控制模式的设计

加香、加料设备具有相似的设备结构和工作原理，一同研究防差错功能。以加香机生产中的香料防错为例，加香机的防错功能包括两部分，一是抽料阶段的防错，使用RFID识别技术，实现料罐牌号等信息的读取，保证料液与对应罐所需的料液一致；二是加香过程的防错，保证施加的料液与运行的烟丝牌号一致，避免加错香^[2]。

2.2.1 抽料系统防差错功能的设计和实现

安装RFID设备，读取料罐内料液信息，通过PLC控制程序实现牌号的比对功能，工作流程见图4。

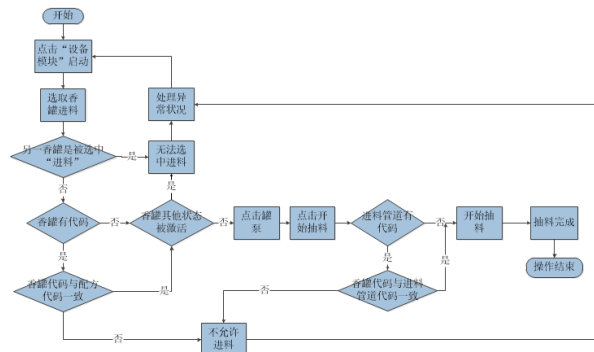


图4 抽料过程防差错控制流程图

控制程序的实现如下所示：

- （1）香料牌号防差错比对：抽料时所抽香料代码信息与现场罐内牌号代码信息以及进料管道代码信息进行比对，不一致时，禁止抽料操作；
- （2）罐状态防差错：当现场香料罐处于加香状态、罐内有物料或非抽料状态激活等条件下，禁止抽料选择和操作^[3]。

2.2.2 加香过程的防差错技术设计和实施

加香生产过程中，所选罐的信息与所过烟丝物料信息的比对，流程见图5。

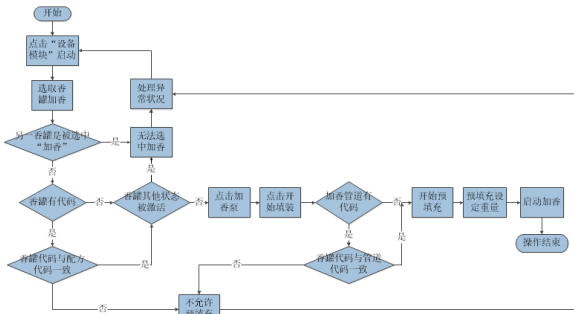


图 5 香料防差错控制流程图

通过控制程序实现具体的功能，步骤如下：

- (1) 加香系统防差错比对：加香机进行预填充时，配方中香料代码信息与现场罐内牌号代码信息以及加香管道代码信息进行比对，不一致时禁止预填充加香操作；
- (2) 罐状态防差错：当现场香罐处于进料状态等非加香状态激活的条件下，禁止预填充加香操作。

2.3 人员、设备状况视频监控技术的集成

视频监控能够有效实现现场监控人员位置和生产线物料、设备状态的功能。人员安全是顺利生产的首要保证。通过视频监控能够高效便捷地观察到各个需要检查的区域，及时发现生产线问题。视频监控系统与中控的监控画面是两个不同的系统，需编写软件来实现安防摄像头画面在制丝中控 WINCC 画面上的集成，如图 6 所示。

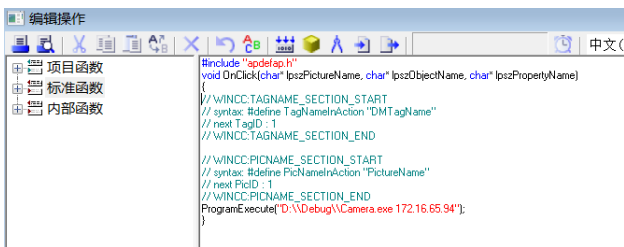


图 6 集成视频监控的脚本

2.4 质量超标检测和剔除技术研究与应用

质量超标（或不合格物料）的检测和剔除，主要考虑花片、霉烟，以及工艺质量超标物料（主要是烘丝后水分超标）的剔除功能。

2.4.1 花片烟的检测和剔除技术研究与应用

通过现场的图像采集和计算机软件进行计算处理，准确识别花片烟，通过控制后续输送设备，将其准确剔除，避免进入后续工序。花片检测设备主要由烟叶图片获取模块（相机、光源），图片分析模块（花片分析软件），及花片信号反馈控制模块（PLC 控制）组成^[4]。

2.4.1.1 花片检测方法的研究

因花片烟形状通常无定量，面积大于常规烟丝数倍，从而选择面积识别方法。取 100 张样品随机测试，其中花片烟 20 张，常规烟丝 80 张，下方是 100 张样品测试，准确识别常规烟丝 80 张，准确识别花片烟 20 张，合格率为 100%。

生产批次	品牌	罐号名称	照片拍摄机	是否成功
20190728162020003.Bmp	烟魁1	20190728162020003.Bmp	7934	成功
2019072816202110003.Bmp	烟魁1	2019072816202110003.Bmp	4022	成功
20190728162021174.Bmp	烟魁1	20190728162021174.Bmp	0	失败
20190728162021491.Bmp	烟魁1	20190728162021491.Bmp	0	失败
20190728162021114.Bmp	烟魁1	20190728162021114.Bmp	0	失败
20190728162021422.Bmp	烟魁1	20190728162021422.Bmp	0	失败
2019072816202119003.Bmp	烟魁1	2019072816202119003.Bmp	0	失败
20190728162021842.Bmp	烟魁1	20190728162021842.Bmp	0	失败
20190728162021810.Bmp	烟魁1	20190728162021810.Bmp	0	失败
20190728162021810.Bmp	烟魁1	20190728162021810.Bmp	168	成功
20190728162022055.Bmp	烟魁1	20190728162022055.Bmp	0	失败
20190728162022058.Bmp	烟魁1	20190728162022058.Bmp	0	失败
20190728162022024.Bmp	烟魁1	20190728162022024.Bmp	0	失败
20190728162022024.Bmp	烟魁1	20190728162022024.Bmp	0	失败
20190728162022050.Bmp	烟魁1	20190728162022050.Bmp	0	失败
20190728162023146.Bmp	烟魁1	20190728162023146.Bmp	0	失败
20190728162023198.Bmp	烟魁1	20190728162023198.Bmp	0	失败

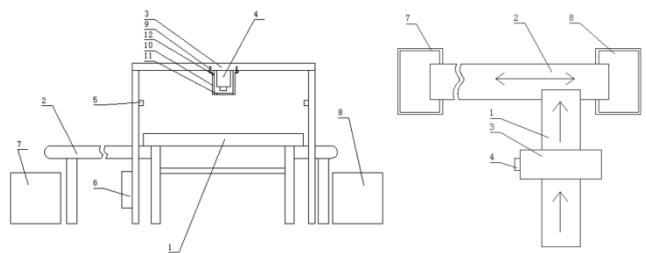


图 8 花片识别测试（花片识别画面，识别的花片红色，红色轮廓显示）

2.4.1.2 花片剔除功能的实现

(1) 花片剔除装置的整体设计

根据现场设备布局，将检测装置的下游输送带设置为双向输送带，当检测装置的花片信号产生时，通过延时和控制双向输送带反转动作及反转时间，将花片剔除到后部的收集箱内，然后控制双向输送带恢复正转^[5]。装置见图 7，花片剔除功能见图 8。



1 检测皮带、2 双向输送带、3 安装架、4 工业相机、5 照明灯棒、6 系统控制箱、7 后续输送设备、8 次品收集箱、9 螺栓、10 保护罩、11 玻璃护罩

图 7 花片检测和剔除装置整体示意图

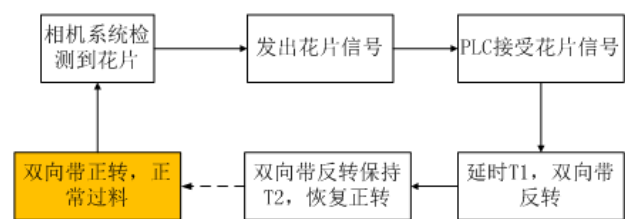


图 8 花片识别和剔除控制流程图

(2) 剔除装置的参数设置和优化

设置检测到花片信号到反转启动的延时时间 T1 和剔除带反转的保持时间 T2，且两者是相互制约和关联的，不同的组合能达到不同的剔除效果。根据生产的实际情况，两个时间需在实际生产中测试和优化。

测试物料从相机下通过，至刚好掉落到后面双向带上的时间 T1；测试双向带反转时，物料从掉落点到落到双向带后侧面收纳盒内的时间 T2，两个时间均精确到 0.1s。分别测量 5 次，求平均值作为带料测试的基础数据，数据见表 1。

表 1 花片剔除延时时间测试

测试序号 测试内容	1	2	3	4	5	平均值 (s)
T1 (s)	4.6	4.6	4.5	4.6	4.6	4.58
T2 (s)	3.3	3.5	3.4	3.6	3.5	3.46
结论	基础数据 T1= 4.6 S ; T2= 3.5 S					

在实际生产中，既要保证有效识别和剔除花片，又要尽可能地减少每次剔除烟片量。花片检测软件中设置了存储每次检测到的花片照片，记录每批次的花片烟照片数量 N。在每个批次生产结束后收集剔除的烟丝总重量 M(Kg)，从而计算出每次剔除的烟丝重量 (m=M/N Kg)。通过现场测试，在切丝流量不变的情况下，在原测试的时间附近进行微调测试，确定时间最佳设置为 T1=4.8 S、T2=3.5 S，实际的剔除量尽可能降到了最低，此时平均剔除量为 1.13kg，达到理想剔除效果。数据见表 2。

表 2 花片剔除量统计表

测试序号 测试内容	1	2	3	4	5
t1 (s)	4.8		t2 (s) 3.5		
有无花片残留	无	无	无	无	无
花片检测次数	3	2	2	4	2
剔除烟丝总重量 (Kg)	3.56	2.13	2.06	4.86	2.11
每批平均剔除重量 (Kg)	1.19	1.07	1.03	1.22	1.06

2.4.2 霉菌检测和报警功能的设计与应用

原料中遇到的霉菌，一般包括表面霉和苞芯霉。最佳的检测位置分别是切片前检测表面霉；而切片后皮带秤上的物料是切面朝上排布的，适合检测包芯霉。

2.4.2.1 硬件设备的搭建

在切片机前的进料输送带上和切片后的皮带秤适当位置分别设置一组摄像机、灯光等装置，用于采集图像数据。霉菌检测使用的装置及器件与花片检测完全相同，而且使用同一台计算机中的同一个软件进行霉菌信号处理，这里不做赘述。

2.4.2.2 霉菌报警的实现

图像处理系统将霉菌信号通过网络传输给线控 PLC，

通过监控画面和声光输出报警，提示操作人员及时剔除霉菌，同时检测出霉菌的输送设备会暂停运行，待人员处理完毕，报警复位后，设备恢复正常运行^[6]，流程见图 9。

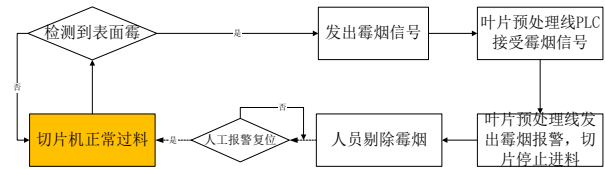


图 9 霉菌检测和报警控制流程图

2.4.2.3 专利成果

花片检测装置与霉菌检测装置结构原理基本相同，所以还申报了一项实用新型专利《一种卷烟厂烟丝花片、霉变烟叶检测装置》，且已获授权，专利号为 ZL201921877781.7。

2.4.3 工艺(烘丝后水分)超标自动剔除技术的研究与应用

以烘梗丝机为例，对烘梗丝后的物料含水量进行考察，在其出口振动输送机设置气缸驱动的活门，当出口水分仪检测物料水分低于设定的下限时，控制系统延时 t1，物料到达翻板门位置时，翻板门自动打开，使水分超标的物料落入下部的接料盒内，而当检测到的物料水分恢复正常后，经过延时 t2，合格物料刚好到达翻板门前，翻板门关闭，物料正常输送到后续的过程中，保证了风选前的物料均在要求范围内，也保证了风选后的梗丝水分符合要求^[7]。控制流程见图 10。

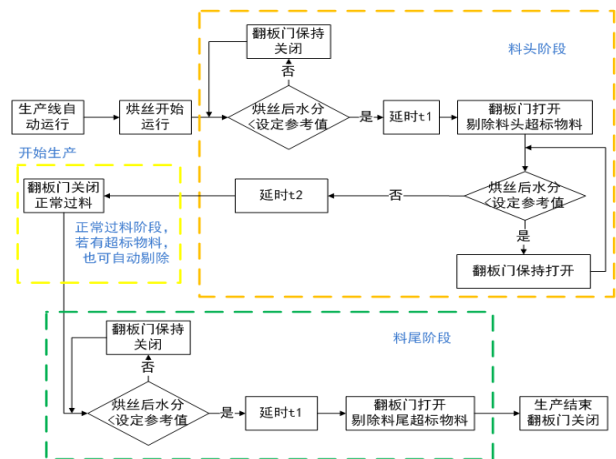


图 10 超标物料剔除流程图

3 研究成果及应用效果

对各个防差错功能进行综合测试，记录相关项目出现差错，或者运行效果不佳的情况和次数。防差错效果持续良好，调查统计结果见表 3。

项目组自主设计了制丝线防差错控制技术，并主要实现了定路定柜控制模式、超标剔除功能和花片剔除、霉菌报警功能，为企业节约了委外改造费用约 33.85 万元。

表3 防差错控制技术成效统计表

防差错项目	防差错(或监控)失效次数	说明
路径防差错	0	无路径错误发生
加香、加料	0	无错牌情况
霉烟检测	0	霉烟测试能够准确识别
人员监控	0	通过中控按钮实现各处视频监控
花片剔除	0	表面花片剔除率>90%
超标剔除	0	风选后水分合格率达到工艺要求
总结	各项防差错功能均运行良好,能够有效实现相关环节的差错风险的防控。	

4 结论

制丝线防差错控制技术的研究,设计并实现的一系列新的控制功能,六项防差错功能分别在相应的设备或者控制系统中,既单独具有完善的防差错功能,同时又融合进整个制丝线电控和中控系统中,形成一个有机的、相互关联的防差错系统,为保证制丝线准确高效运行提供了保障。

[参考文献]

- [1]张宗盛,张朝晖,侯小波.制丝车间真空回潮烟叶信息防错系统设计[J].自动化应用,2013(1):18-2.
 - [2]刘一佳.浅论RFID技术综述及其应用现状[J].山东工业技术,2015(23):276.
 - [3]姚栋.基于Profinet的制丝线移动加香加料RFID控制系统[J].烟草科,2015(18):25.
 - [4]李培茂.批次管理在制丝生产中的应用[J].科技创新导报,2019,16(4):90-93.
 - [5]邓晨曦.基于智能识别技术的烟叶分级技术研究[J].经济师,2020(3):291-293.
 - [6]张昕.电气自动化中的PLC控制技术应用[J].集成电路应用,2020,37(5):130-131.
 - [7]温静,刘建明,樊杰,等.基于信息化的制丝全流程智能防错系统研究与应用[J].中国烟草学报,2022(2):18.
- 作者简介:高洁(1990.5—),女,毕业于安徽财经大学商业管理专业,现就职于中烟菲莫合资有限公司(外派),品牌经理,中级经济师。