

doi:10.3969/j.issn.1005-152X.2024.02.008

一种异型烟分拣线规划模型的研究与应用

杨永强,周传胜,李智聪,王 勇,韩小星
(贵州省烟草公司遵义市公司,贵州 遵义 563100)

[摘要]为解决基于原址异型烟分拣线规划过程中考虑不足而导致与原厂房匹配设施适应性差、分拣线出错率高、劳动强度大、工作效率低、生产成本高等问题,提出一种“6358”的异型烟分拣线规划模型,并利用“6358”模型对A烟草公司异型烟分拣线进行规划、设计、落地实施,结果表明采用6358规划模型,规划的异型烟分拣线在分拣错误率、工作效率、单条烟占场地面积和生产成本方面具有较高的优势,对规划异型烟年销量2万箱以上、分拣作业效率低、现有设备技术落后、现场空间难以扩展、品牌规格多、销量不均衡的单位进行自主设计规划应用时,具有一定的借鉴和现实意义。

[关键词]烟草商业企业;异型烟;分拣线;规划模型

[中图分类号]TS45

[文献标识码]A

[文章编号]1005-152X(2024)02-0066-08

0 引言

近年来,随着市场需求的个性化发展,消费者对异型烟的需求量越来越大^[1]。国家局在“十三五”期间明确提出全行业要大力发展异型卷烟。这使得行业异型烟的种类从几十种增加到两百多种,销量占总销量的比例达到5%且呈现逐年增长的趋势^[1],以A烟草公司为例,自2017年7月以来,异型烟销量同比增长253%,占总销量的7.31%。然而,行业原有的异型烟分拣线大多采用自主搭建的简易分拣线^[2]或者电子标签线。这些分拣线存在分拣效率低、劳动强度大等问题,迫切需要规划一套自动化、智能化的高效率异型烟分拣线。

2016年,在陕西西安召开的烟草行业异型卷烟自动化分拣工作现场会和北京市局(公司)的技改^[3],拉开了各地建设异型烟分拣线的序幕。谢明金,等^[1]从技术上通过对补烟装置、储烟柜、烟仓动力等核心部件进行研究,设计了新型异型烟分拣机,并对设计的分拣线进行效果验证;普天、兰剑、惠联等社会物流设备公司分别在原有的标准烟分拣线上进行了技术改造,研发出可以高效率分拣的异型烟分拣线,行业各商业物流中心通过合作,根据具体物流中心的实际情况,各自规划引进设备使用,未建立通用的规划模型。由于以往的经验不同,规划、设计思路不同,所关注的核心环节也不一致。在引进过程中所关注的核心点不同,导致分拣线设计层次不齐,存在建成后产能不足、效率不高、设备故障率高等问题。如

[收稿日期]2023-06-09

[作者简介]杨永强(1989-),男,陕西宝鸡人,贵州省烟草公司遵义市公司中级信息安全工程师,硕士,研究方向:卷烟物流信息系统、工业控制系统安全;周传胜(1972-),男,仡佬族,贵州遵义人,贵州省烟草公司遵义市公司助理工程师,研究方向:卷烟物流工艺流程;李智聪(1987-),男,广东兴宁人,贵州省烟草公司遵义市公司助理工程师,研究方向:卷烟物流设备;王勇(1971-),男,北京人,贵州省烟草公司遵义市公司助理政工师,研究方向:卷烟物流管理;韩小星(1977-),男,贵州遵义人,贵州省烟草公司遵义市公司助理政工师,研究方向:卷烟物流管理。

何根据异型烟的特点,基于原址,立足现有的设备、配电、供气等设施条件,合理规划出技术适度、作业流程配套、运行高效的异型条烟分拣系统,是目前重点研究的方向。

本文提出一种异型烟分拣线“6358”规划模型,为行业其他单位规划异型烟分拣线提供一个通用性和框架性的规划思路。利用该模型对A烟草公司异型烟分拣线进行规划、设计、落地实施,分拣线在分拣错误率、工作效率、单条烟占场地面积和生产成本方面具有较高的优势。

1 规划模型

该模型由精细“6”查、精准“3”算、聚焦“5”设计和完善“8”用组成。第一步,通过“6”查进行可行性分析;第二步,在可行性分析的基础上,通过“3”算进行分拣线的适用性、运行效率和投资效益的预测;第三步,在预测的基础上,通过“5”规划进行生产线的具体规划;最后,在生产线的应用过程中,通过完善“8”用,确保了分拣线的稳定运行,模型组成如图1所示。

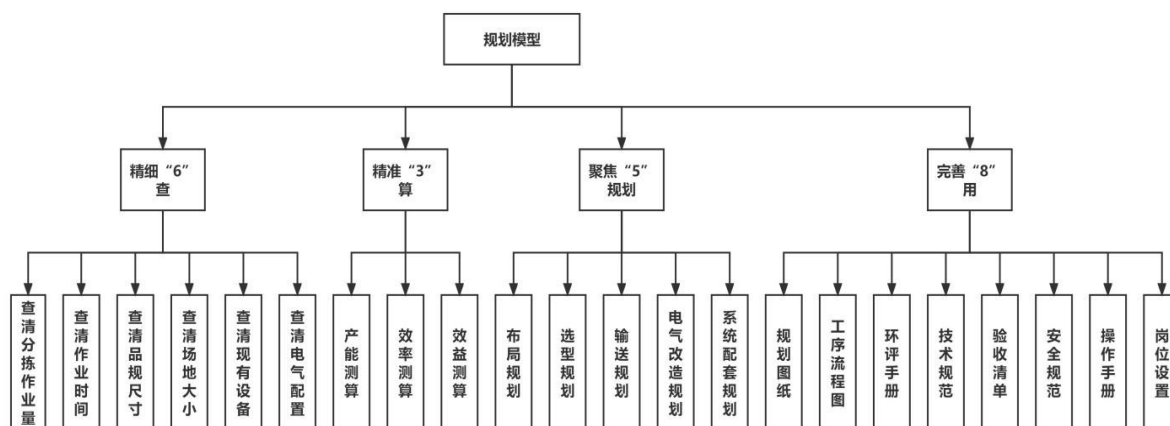


图1 “6358”规划模型组成

1.1 精细“6”查

对分拣作业量、作业时间、品牌数量和尺寸、场地大小、现有设备、电气配置6个方面进行数据收集统计、调研分析、逻辑推理和计算预测得到规划设计切入点。

(1)查清分拣作业量。主要目的是摸清任务增量,一般分析近4年的数据,计算出当前任务的增量和增长趋势,做到对当下和未来心中有数。采用最小二乘拟合,一次、二次平均值法,线性回归拟合等预测方法,摸清未来几年卷烟增量,采用比较方法对增长趋势进行统计。

(2)查清作业时间,目的是查清在当前所具备的分拣方式情况下分拣所需要的时间,从而可以摸清人工劳动强度,为新分拣线人工数量和人员劳动强度的设计提供数据依据。

(3)查清异型烟的品牌数量和尺寸。通过对数量和品规的统计和测量,为分析调研选择适合的烟仓、翻板机构^[4]、包装方式和拨烟机构等做准备,例如,参考ABC分类法,异型烟尺寸为 $255\text{mm}<\text{长度}<300\text{mm}$ 定义为类标异型烟,即可以利用现有的标准烟分拣线分拣的条烟;尺寸为长度小于 255mm 和大于 300mm 定义为非标异型烟,即不能利用翻板机构进行高速包装的卷烟;尺寸、形状均不符合规定的卷烟定义为极异型烟,即只能依靠人工对放置在卷烟皮带上的卷烟进行分类,方便按照不同卷烟品规合理安排相匹配的烟仓。

(4)查清场地大小。场地的大小会影响包装装箱效率,同时影响分拣效率,查清场地大小的目的是

方便分拣线布局,从而采取合适的分拣线布局形状,例如,若分拣场地较大就可以采用少层数、直线型布局,这种布局分拣效率高、分拣线稳定性高。若场地比较狭窄,采用多层数、U型或曲线型布局时,分拣效率相对较低、设备故障率高;采用少层数、直线型布局且带S型缓存布局设备时,就可以达到分拣效率高、分拣线稳定性高、设备故障率低等目的。

(5)查清现有设备,不仅只是统计现有设备数量和仍可重复使用的设备,更重要的是对现有设备核心部件的性能、频发故障点、故障维修记录进行收集、统计和调研,从而便于对核心部件的选用、频发故障点的预防、设备分拣效率的提升和设备运行稳定性要求等做出均衡的选择。例如,随着向智能化的发展,设备自动化越来越高,在选择设备时不仅要考虑到设备自动化程度、设备的分拣效率,更要考虑到设备生产的连续性和人工可随时介入接管的需求。若设备是一个高度智能系统,但发生故障时维修时间和人工成本过高,则需考虑牺牲设备的高智能和高效率特性,以满足生产的连续性。

(6)查清电气配置。查清配电配置,通过对规划分拣线功率等的设计,预估未来分拣线的功率以及布线点,便于利用已有供配电设备,或增加供配电设备。查清气动配置可便于利用已有的空压机设备,或者重新升级空压机设备。

1.2 精准“3”算

(1)产能预算。根据国家局要求,卷烟物流配送中心按预测卷烟年销售量可划分为三种类型,按其分类采用相应的技术装备。卷烟物流配送中心分类见表1。

表1 卷烟物流配送中心分类表

一类 卷烟物流配送中心	二类 卷烟物流配送中心	三类 卷烟物流配送中心
$M_s \geq 20$	$10 \leq M_s < 20$	$M_s < 10$

注: M_s 表示卷烟年销售量,单位为万箱。

表1中,一类物流配送中心宜采用自动化仓储和备货、自动补货/人工补货、自动分拣设备;二类卷烟物流配送中心宜采用三层货架形式仓储,配置人工补货/自动补货、自动分拣设备;三类物流配送中心宜采用三层货架形式仓储,配置人工补货、自动分拣设备、电子标签分拣设备或其它分拣设备。

其中,预测卷烟年销售量 M_s 公式如下:

预测卷烟年销售量 $M_s = (1 + \gamma)M$ 。

M :基准年份的卷烟销售量,取项目申报前一年卷烟销售量,单位为万箱。

γ :未来五年销量增长系数, $\gamma = 5 \times (0.7 \times R_1 + 0.3 \times R_2)$ 。其中, R_1 表示历史年增长率, $R_1 = (\text{申报前一年卷烟销售量} - \text{申报前第四年度卷烟销售量}) / (3 \times \text{申报前第四年度卷烟销售量})$,当 $R_1 \leq 0$ 时, R_1 取0; R_2 表示基本年增长率,直辖市、省会城市、计划单列市取0.025,其他城市取0.012。

区域卷烟物流配送中心预测卷烟年销售量为服务范围内各地市或县区预测卷烟年销售量的总和。

其中,分拣设备的配置条数按照下列公式计算:

$$N = M_i \times \delta / C$$

N :分拣线数量; M_i :需该类设备分拣的卷烟平均日销量; δ :销量波动系数,取1.2; C :单套设备日分拣能力, $C = C_n \times \eta \times T$, C_n :设备单位时间公称能力, η :分拣设备的综合利用系数,取0.8, T :日作业时间,取8h。

(2)效率测算。基于当前的订货量、卷烟尺寸、品规数,根据收集到的市场现有设备的特性进行综合分拣效率的测算,相关参数计算公式如下:

$$\text{综合设计分拣效率} = E \times n \times D$$

其中,E为单层主线分拣效率, $E = [C / (A + B/n)] \times B/n$;n为分拣线子线层数,可向市场分拣线厂商询问参数;D为系统有效工作系数, $D = \text{系统有效工作时间} / (\text{开机时长度} - \text{故障停机} - \text{报警停机} - \text{合单等待时间})$;C为出烟速度,可向市场分拣线厂商询问参数;A为设备固有有效度; τ_i 为每次排除故障所需的时间; t_i 为每次故障之前的工作时间。

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n t_i}{\sum_{i=1}^n (t_i + \tau_i)} \geq 99\%$$

B为户平均订单,B=日均异型烟订货量/日均订烟户数。

(3)效益测算,预估设备使用周期为10年,利用投入产出法对分拣线的年度效益进行测算。其中,效益计算时包括分拣线建设期间过渡电子标签分拣线的成本摊销、新分拣线预算、设备折旧摊销、人工工资等相关参数都需要进行统计、测算,最终用来计算规划年限内设备的经济效益。

1.3 聚焦“5”规划

(1)布局规划研究。①安装位置规划。规划小组人员需现场查看和测量可用于安装设备的位置,通过表2中维度综合平衡安装位置。

表2 安装位置规划维度

维度	原则	途径
造价成本	最低原则	选择对房屋结构、供电、供气改造最小的位置
施工难度	简单原则	选择安装空间大、面积大的位置
报批手续	简洁原则	选择的位置所需审批环节越少越好
安全管理	简易原则	风险点越少越好
位置湿度	干燥原则	尽量不选择地下库,以及易发生洪涝、低洼积水等潮湿的地方
后期运行成本	成本最低原则	后期损坏率低
后期扩容可能性	便于扩容	选择烟仓、分拣、打码、包装等关键环节易扩展的位置

②布局类型规划。规划小组人员需分析表3中的对比指标,确定合适的布局类型,最终决定分拣线布局类型规划。

(2)选型规划研究。根据标准烟分拣线经验,预测卷烟年销售量 M_s 确定的物流中心类型和与之对应的技术装备的要求,选型规划研究采用模块化方式,常规分拣线主要由分拣机、打码机和包装机3个核心模块组成。

分拣机目前有4种方式:卧式机、柜式机、电子标签和人工方式,分拣线选择分拣机组合模式见表4。

包装机的选型共有3种方式:第1种采用双入口的“翻版+抓烟机器人”,第2种采用双入口的“翻版+成推”模式,第3种采用双入口的“翻版+人工”模式。

表3 布局类型规划对比指标

布局方式	直线型(Ⅰ)	U型(Ⅱ)
通道数量	少	多
占用空间	小	大
条烟姿态	好	差
品牌增加后可拓展性	拓展性好	拓展性差
对月台使用影响	影响小	影响大
再增加分拣线需增加空间	小	大

表4 分拣机选型组合模式

分拣机选型组合模式	分拣品规分配	优点	缺点
卧式机+柜式机+人工放置	类表异型烟采用卧式机、非标异型烟采用柜式机、极异型烟采用人工放置	可在线合单,分拣效率高	维修能力要求较高,分拣强度较大
柜式机+人工放置	类表异型烟、非标异型烟均采用柜式机、极异型烟采用人工放置	可在线合单,分拣效率较高	占用场地较大,空间利用率低,分拣工作劳动强度大
卧式机+柜式机+电子标签线	类表异型烟采用卧式机、非标异型烟采用柜式机,极异型烟采用电子标签线	分拣效率较高,分拣工作劳动强度较小	无法实现在线合单,线下合单劳动强度大,需增加打码机设备

打码机的选型需注意以下事项:打码位置从上向下打码与从下往上打码的选择;打码光源二氧化碳和紫外线冷光源的选择。

(3)输送规划研究。在输送线路规划的过程中,根据分拣通道选型以及打码机打码方式,需要选择适合的输送线路层数,根据包装机配备个数考虑是否采用并行多条输送线路。

(4)电气改造研究。①气改造设计。一方面,需考虑梳理现有分拣线用气量,以及空压机的负载,估算增加异型烟分拣线后供气是否满足压力要求。另一方面,要考虑到空压机为核心设备,为避免单点故障,应采用主备模式,空压机一备一用、轮换运行。②配电改造设计。考虑新增异型烟分拣线电路铺设问题。现有配电设备负载、余留负载、异型烟分拣线设计负载、线路桥架等。

(5)系统配套研究。系统配套研究包括分拣管理系统规划、现场信息系统和PLC等关键部位。研究分拣管理规划采用的方式,比如C/S、B/S架构,程序流程、数据流向等分拣系统必备功能;研究信息系统,主要有网络拓扑架构,各工控机之间组网方式,工控机上位机、一号工程工控机、包装机工控机之间的组网和通讯模式等;研究PLC,包括控制流程图,上位机与PLC之间通信流程图,PLC程序的基本逻辑以及逻辑严密、是否复杂等特点。

1.4 完善“8”用

经过前期的规划,完善一张规划图纸、一张工艺流程图、一份环评手册、一套技术规程、一张验收清单、一本安全规范、一系列操作手册、一张岗位设置表,通过规划得出产出,为后续结合实际技术方案做

设计提供依据,打好基础。

2 分拣线实施

(1)布局设计。A烟草公司物流中心共有3处可选择的地方:地下车库、现联合工房外东侧绿化带和联合工房内空纸箱存放区。根据模型中布局规划研究,指标对比,异型烟分拣线采用U型布局设计。

(2)选型设计。经过分拣选型研究,分拣通道选型采用“卧式机+柜式机+人工放置”方式,包装机采用双入口“翻版+抓烟机器人”模式,打码机采用从下往上打码,二氧化碳激光打码。

(3)输送设计图。根据分拣通道机选型,输送采用三层结构,柜式机走第一层输送、卧式机走第二层输送、人工放置隔带皮带走第三层输送。采用两台包装机设置内外线模式进行包装,包装机输送采用两条并行内外线方式。

(4)电气设计。①配电改造设计,铺设2条配电线路,设计负载110kw以上,其中包装机70kw以上,分拣设备15kw以上,其他设备25kw。用电设计,安装4面低压柜,其中2台改造,2台新建;新建420m1KV电缆2段,60m1KV电缆桥架。②气改造设计。利用原空压设备余量部分,以及2016年原提升机从气动升降改造为电动升降后的余量,总供气量需约1m³/min。其中2台包装机用气量0.8m³/min,分拣线除分流等必须使用气动的部件外,主要部件需采用电动控制。

(5)系统配套设计。信息系统采用层次结构体系,主要由6个部分组成,自下而上构筑了网络和硬件层、数据层、应用支撑层、应用层、用户认证层、用户层等。信息系统采用B/S和C/S相结合的体系结构,其中分拣管理系统B/S体系结构部分服务器端采用J2EE/.NET架构,应用服务器采用WEBLOGIC;系统DBMS采用大型关系数据库管理系统Oracle和SQL SERVER,系统与上游管理系统采用行业网组网方式,分拣线现场采用私有地址组网方式。

PLC基本逻辑严密,控制流程图如图2所示。

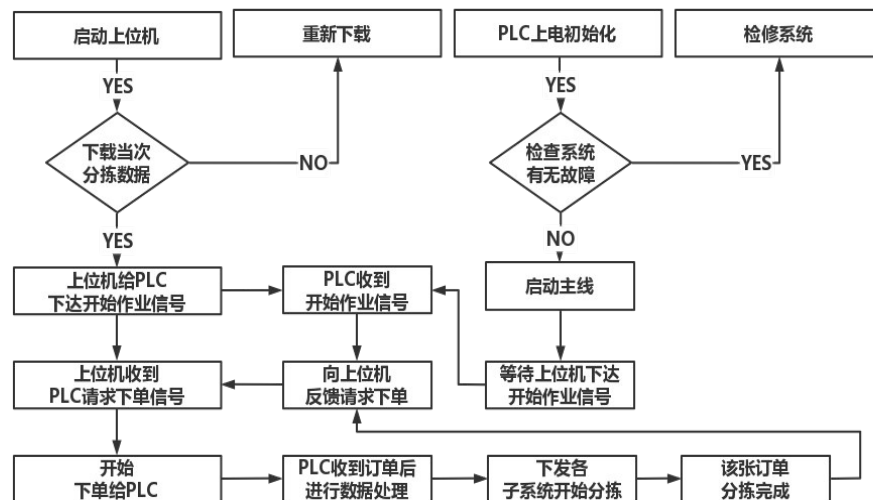


图2 PLC控制流程图

3 效果验证

小组统计安装调试6月底的的分拣数据,确认目标的达成。分拣效率统计表见表5。

表5 6月22日-6月29日分拣效率统计表

时间	分拣总量/条	户均订单/(条/户)	分拣时间/min	分拣效率/(条/h)
6月22日	17 080	5.45	181	5 662
6月25日	22 623	5.66	243	5 586
6月26日	24 272	5.87	269	5 414
6月27日	22 286	5.99	251	5 327
6月28日	27 479	6.4	286	5 765
6月29日	18 315	6.74	197	5 578
平均	22 009	6.02	238	5 555

备注:分拣时间剔除了软件功能调试和网络模拟演练等因素造成的停机时间。

(1)分拣效率提升。统计实施前异型烟分拣效率为1 330条/h,实施后效率为5 555条/h。效率提升了317.67%。

(2)经济效益。经过计算本次异型烟分拣线规划实施节省设计费用19.16万元,节约工时费用47.512万元,共创造经济效益66.672万元。

(3)推广前景。该规划模型适合异型烟年销量2万箱以上、分拣作业效率低、现有设备技术落后、现场空间难以扩展、品牌规格多、销量不均衡的单位进行自主设计规划应用。实施过程中要结合本单位的实际情况,充分从“三性”即必要性、科学性、可行性进行研究,保证项目的顺利完成。

4 结语

本文提出了一种“6358”的异型烟分拣线设计模型,对规划模型中涉及的“6”查、“3”算、“5”规划、“8”用进行详细介绍,并利用“6358”模型对A烟草公司异型烟分拣线进行规划、落地实施,结果表明采用该规划模型设计的异型烟分拣线在分拣错误率、工作效率、单条烟占场地面积和生产成本方面具有较高的优势,对异型烟生产单位具有一定的借鉴和实际意义。

[参考文献]

- [1] 谢明金,杜国锋,蔡定刚,等.新型异型条烟分拣机的设计[J].烟草科技,2018,51(9):85-90.
- [2] 蔡永长.构建适用型异型烟分拣系统[J].电脑知识与技术,2018,14(12):229,232.
- [3] 江宏.北京烟草物流中心的升级改造[J].物流技术与应用,2020,25(1):70-72,74.
- [4] 张林,姚成刚,邹艳云.翻板机构的设计及其应用[J].包钢科技,2012,38(3):53-54,57.

Research and Application of a Unique-shaped Cigarette Sorting Line Planning Model

YANG Yongqiang, ZHOU Chuansheng, LI Zhicong, WANG Yong, HAN Xiaoxing
(Guizhou Tobacco Zunyi Company, Zunyi 563100, China)

Abstract: With the growth of the individualized cigarette market, the consumer demand for unique-shaped cigarettes continues to rise, making more prominent the problem of insufficient production capacity of the unique-shaped cigarettes. Usually, each logistics center will, according to its own actual situation and production facility, plan and design its own unique-shaped cigarette sorting line. Due to the difference in experience, planning and design conception, and priority, the sorting lines designed are often misaligned in function, giving rise to risks such as insufficient production capacity and low efficiency after completion. In this paper, based on the existing condition of a production facility, including its equipment, power distribution, and gas supply, etc., we proposed a general original-site-based unique-shaped cigarette sorting planning model to design a unique-shaped cigarette sorting system with appropriate technological sophistication, supporting work processes, and efficient operation. Based on past experience in sorting line design and planning, we put forward a "6358" original-site-based unique-shaped cigarette sorting line planning model to serve as a universal planning framework for other units in the industry. In the model, the digit "6" means detailed examination of the six items, which are sorting workload, operating time, brand quantity and size, site size, existing equipment, and electrical configuration, to collect data for statistical analysis, investigation, logical reasoning and forecasting; the digit "3" means production capacity budget, efficiency calculation, and benefit calculation, which are ultimately used to calculate the production capacity, economic benefits, and efficiency of equipment within the planning period; the digit "5" means layout planning research based on the original site, model selection planning research, transportation planning research, electrical transformation research, and system supporting research, etc.; and finally, the digit "8" means, on the basis of previous planning, perfecting the use of the planning drawing, process flow chart, environmental impact assessment manual, technical specification, acceptance checklist, safety specification, operation manuals, and job setting table, etc. Then the "6358" model is used to plan and implement the unique-shaped cigarette sorting line of the tobacco company A. The results shows that the unique-shaped cigarette sorting line so designed has better performance in terms of sorting error rate, work efficiency, site area occupied per cigarette and production cost. For tobacco companies with annual sales of more than 20,000 boxes of unique-shaped cigarettes, which suffer from low sorting efficiency, backward existing equipment and technology, difficulty in expanding on-site space, multiple cigarette brands and specifications, and uneven sales, the original site based independent design and planning method established in this paper has certain referential and practical significance.

Keywords: tobacco commercial enterprise; unique-shaped cigarette; sorting line; planning model