

[制造·使用·改进]

DOI:10.3969/j.issn.1005-2895.2014.06.030

柜式喂料机电子秤系统防堵料改进

邵柱, 戴宇昕

(厦门烟草工业有限责任公司, 福建 厦门 361022)

摘要:为解决柜式喂料机电子秤这一定量喂料系统频繁堵料问题,通过对设备结构及控制匹配进行研究,分析了堵料原因。堵料主要发生在尾料阶段的柜式喂料机出口处,这是由松料辊反转导致出料的楔形空间过小所致;爬坡输送带与计量管间的落料口处堵料,这是由计量管料位光电管与喂料机底带和爬坡带的匹配不当,以及高料位光电管与落料缩口间的缓冲空间不足导致。通过重新调整松料辊轴承座位置、设定新的喂料机底带、爬坡带调速模型,以及调整高料位光电管位置等方法进行了改进。应用效果表明,改进后定量喂料系统较好地解决了堵料问题,堵料频次由原来的18.7次/月减少到0.3次/月,保证了物料流量稳定性。

关键词:柜式喂料机;电子秤;堵料;料位光电管;定量喂料

中图分类号:TQ172.6 文献标志码:A 文章编号:1005-2895(2014)06-0116-04

Analysis and Improvement of Tobacco Blocking in the Cabinet Feeder Electronic Scale System

SHAO Zhu, DAI Yuxin

(Xiamen Tobacco Industrial Co., Ltd., Xiamen, Fujian 361022, China)

Abstract: In order to solve the frequent tobacco blocking problems of the quantitative feeding system, the reasons for electronic scale tobacco blocking were analyzed by studying the equipment structure and control matching. Tobacco blocking mainly occurred at the outlet of the cabinet feeder in the tailing stage, which was caused by a small wedge-shaped tobacco discharge space formed by the reverse rotation of the tobacco-releasing rollers; and in addition, tobacco blocking occurred at the blanking outlet between climbing conveyer belt and metering tube were caused by the improper matching between the tobacco level photocells at the metering tube, and the bottom belt of the feeder and the climbing conveyer belt; as well as the insufficient buffer space between the high tobacco level photocell and the blanking necking portion. Improvements have been made by readjusting the position of bearing pedestal of tobacco-releasing rollers, setting a new speed regulation model for the bottom belt of feeder and climbing conveyer belt, and adjusting the position of the high tobacco level photocell, etc. The application effect shows that tobacco blocking problem can be well solved by improved quantitative feeding system; tobacco blocking frequency is reduced from the original 18.7 times/month to 0.3 times/month, and the stability of material flow can be ensured.

Key words: cabinet feeder; electronic scale; tobacco blocking; tobacco level photocell; quantitative feeding

柜式喂料机可实现物料的连续输送以及生产工序间的缓冲和调节^[1-2]。由于能有效减少传统仓储式喂料机定期更换提升带旁链的工作量^[3-5],因此柜式喂料机逐步应用于各烟厂,并常与计量管、电子秤组合成为定量喂料系统^[6]。在实际使用过程中,该系统存在堵料、流量不均等问题^[7-8],各烟厂也对其做出了相应的

改进。巫海鹰^[9]通过PLC设置提升带积料解决了料头流量不足的问题,底带提速及松料辊反转降低了料尾时间。戴宇昕等^[10]通过优化喂料机松料辊与底带速比配置,改造侧面弧形板等措施,降低了出料结团、流量骤降及堵料频次,减少了平均尾料时间。上述改进在一定程度上解决了出料不均以及其他出料问题,

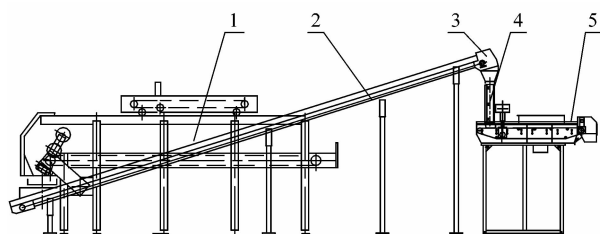
收稿日期:2014-04-17;修回日期:2014-08-01

作者简介:邵柱(1968),男,福建厦门人,工程师,主要从事卷烟设备管理和改进等工作。E-mail:woshidaiyx@163.com

但并未解决整个定量喂料系统的堵料问题。为此,从柜式喂料机自身储柜结构、以及后续的储柜—电子秤匹配控制等方面入手,对定量系统进行改进,以解决实际生产中的问题。

1 存在问题

定量喂料系统主要由柜式喂料机、爬坡输送带、控制计量管、电子秤等设备组成,具体布局如图1所示。定量喂料系统在使用过程中连续发生堵料,统计多达18.7次/月,堵料主要发生在尾料阶段的柜式喂料机出口处,以及爬坡输送带与计量管间的落料口处,导致后续的加料、烘丝等工序出现停机断流现象,影响工艺质量以及生产进度。



1—柜式喂料机;2—爬坡输送带;3—落料斗;
4—计量管;5—电子秤

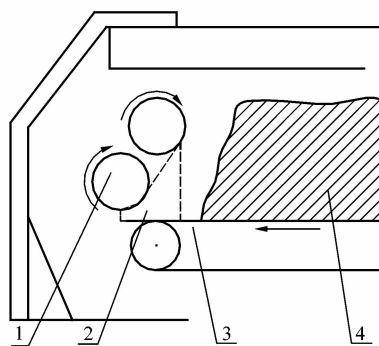
图1 定量喂料设备布局

Figure 1 Lay out of cabinet feeder-electronic scale system

1.1 柜式喂料机

柜式喂料机的出料主要由底带和松料辊配合完成,在出料过程中,松料辊不断地反向回拨,达到松散物料的目的。在尾料阶段,为了避免出现尾料过长的问题,大部分的烟厂实施松料辊反转,底带全速的尾料控制模式^[10],而堵料常出现在该阶段。

通过观察发现,尾料阶段松料辊反转时,沿物料前进方向,松料辊拨钉的运转与底带主辊的运转方向一致,这造成物料在离开底带的过程中所通过的高度呈楔形减小,如图2所示。物料逐渐被拨钉挤压并压实。此时由于底带全速送料,很容易造成物料在楔形缩口处卡死从而形成堵料。即便该位置未发生堵料,被压实的物料也容易结成烟饼,对后续工序尤其是烘丝工序造成影响。倘若降低尾料阶段的底带转速,或者取消该阶段的松料辊反转,由于该阶段的物料量少,物料高度降低且不再有后续物料的推进力,物料将会不断被逆向的松料拨钉扫倒,并在慢速的底带运转中造成尾料过长。因此,调整松料辊与底带间隙,增大楔形缩口空间是改善尾料阶段物料出柜堵料的关键。



1—松料辊;2—楔形空间;3—底带;4—物料

图2 柜式喂料机尾料物料出柜楔形空间示意图

Figure 2 Wedge-shaped tobacco discharge space of cabinet feeder

1.2 底带及提升带

爬坡带与计量管间的落料斗频繁堵料主要出现在落料斗缩口处,料斗的缩颈导致大块的烟叶和成堆的烟丝难以通过,尤其以卷烟薄片的频次最高。通过观察发现,这主要由柜式喂料机出料断续、波动导致爬坡带上存在物料扎堆造成。而由于出料不均属柜式喂料机的先天结构缺陷,要进行改进弥补,所费成本过高,因此只能通过对下游的计量管、爬坡带及柜式喂料机底带的控制搭配来进行补偿改进。

在原有计量管与输送带的搭配控制方式中,设置40 s为1个区间,在这个区间当中,如果计量管的低、中、高料位光电管都被遮住,那么计数1次,如果计数超过2次则同时降低喂料机底带和爬坡输送带的频率2 Hz;相对的,如果料位过低导致低料位光电管露出,那么一次性增加底带和提升带频率4 Hz。

这种控制方式的弊端在于:当料位过高时,需要遮住2次高料位光电管,即底带和提升带停机2次才会降低二者频率,这样一方面导致上游爬坡带、底带的降速反应过慢,造成物料堵塞的情况下仍然在加速往计量管进料;另一方面则造成爬坡带、储柜底带的频繁停机,对喂料机布料的均匀性有很大影响。与此相对应的,当料位低于低料位光电管,底带和提升带频率一次性增加4 Hz,如果这时来料过少或者处于尾料状态,就不足以提升计量管中的料位,会造成电子秤流量跟不上,影响后续工序的工艺质量。

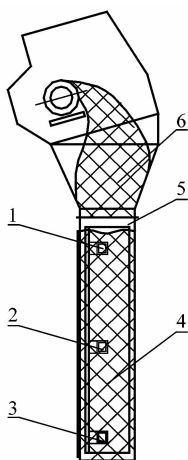
1.3 计量管与电子秤

如前文所述,造成爬坡带与计量管间落料斗缩口堵料主要由于柜式喂料机出料不均,而对其的补偿改进除了计量管及输送带的控制搭配还包括光电管位置的设置。

计量管是为缓冲物料波动而设置,当来料流量稳定时,物料基本稳定在计量管的中料位光电管附近,此时前后的输送带以设定速度平稳运行。当来料流量波动较大时:若料位低于低料位光电管,计量管的低料位光电管导通,上游输送带相应提速,使上游物料快速输送到电子秤上,稳定电子秤带速;反之,若料位高于高料位光电管,高料位光电管导通,上游输送带相应减速,使电子秤带面物料量稳定。因此对于物料扎堆导致的落料斗堵料,其计量管的控制关键在于高位光电管的触发能否反应来料量大小^[11]。

一般的光电管被触发仅仅只是反应来料多少的趋势,为避免调整过频导致物料波动过大,调整不能立即做出,需要设置一定时间的延时^[12]。在这种控制条件下,一般的来料扎堆,在计量管的缓冲下,通过后续输送带的降速,可以顺利通过落料口缩颈。而当来料扎堆持续较长的情况下,物料快速布满整个计量管并触发高料位光电管,此时后续设备处于延时而并不会立即停止,如果这段时间后续又连续出现料量较大的烟堆落下,而高料位光电管与缩口的空间不足,那么物料就会在缩口处阻塞积压造成堵料,如图 3 所示。

因此调整好高料位光电管位置,使其与落料斗缩口保留足够的空间,即在被触发后,能使延时阶段的来料不会快速填满至颈缩处。同时,也应注意不能将高料位光电管位置调得过低,否则将可能导致其被频繁触发,令上游输送带不断启停。



1—高料位光电管;2—中料位光电管;3—低料位光电管;4—积压的物料;5—落料斗缩口;6—延时下落的物料

图 3 计量管料满延时堵料示意图

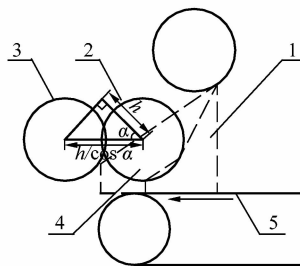
Figure 3 Blocking of over-capacity tobacco moving delayed in metering tube

2 改进措施

2.1 松料松料辊的间隙调整

柜式喂料机出料处的松料辊与底带形成楔形空间,在尾料阶段造成堵料的问题,主要通过调整松料辊轴承座的位置来解决。

由于尾料反转阶段松料辊拨钉与底带距离过近导致堵料,因此将松料辊所在轴承座垫高 h ,以加大松料辊轴与底带主动辊的距离。为避免松料辊在正常出料即正转阶段出现拨不到料的情况,将松料辊再沿出料方向移动。最终结果令松料辊轴承座水平移动,移动量为 $h/\cos \alpha$,通过试验,将 h 设定为 8 mm,楔形空间的斜度缓解,如图 4 所示。



1—原楔形空间;2—原松料辊位置;3—改进后的松料辊位置;
4—改进后的楔形空间;5—底带

图 4 松料辊轴承座位置调整示意图

Figure 4 Position readjusting of bearing pedestal of tobacco-releasing rollers

同时,对于叶丝段而言,松料辊轴移动后造成拨钉顶尖与底带的距离增大,这加大了烟丝被摁压卡滞在拨钉间与底带的几率,使出料的丝团数量增多。对此可以通过延长拨钉长度,使其顶尖与底带距离与改进前相同来解决。

2.2 底带出料频率调整

针对底带和提升带调速方案与计量管料位光电管不匹配,导致下游出料不均及堵料的问题,主要通过重新制定匹配方案来解决。

在新方案中,对储柜底带及爬坡带均设置调速频率上下限,2 者采用相同的调速方案,但是按照不同的调速数值同时进行调整。其共用的调速方案模型为

$$f = \begin{cases} f + \Delta f_1, & \text{当 } a = 0, b = 0, c = 0 \text{ 时} \\ f + \Delta f_2, & \text{当 } a = 0, b = 0, c = 1 \text{ 时} \\ f, & \text{当 } a = 0, b = 1, c = 1 \text{ 时} \\ f - \Delta f_3, & \text{当 } a = 1, b = 1, c = 1 \text{ 时} \\ f_{\min}, & f \leq f_{\min} \\ f_{\max}, & f \geq f_{\max} \end{cases}$$

其中, f 为底带或爬坡带即时频率/Hz, $f_{\min}$ 、 $f_{\max}$ 分别为频率上下限/Hz, Δf_1 、 Δf_2 、 Δf_3 分别为调整数值/Hz, a 、 b 、 c 分别为高、中、低料位光电管, 0 为无料位信号, 1 为有料位信号。

该方案不再通过区间及计数来调整底带及爬坡带速度, 而是着眼于即时性调整。

1) 当料位低于低料位光电管时, 瞬时增加底带和提升带频率, 并且为了快速响应料位的不足, 提升带频率增加值大于底带频率增加值, 如果经过延时后仍然料位不足, 就继续循环提升底带和提升带频率;

2) 若来料能且只能遮住低料位光电管, 则期待料

位能继续上升, 若一定延时后料位仍然没能上升遮住中料位光电管, 那么提升底带和提升带的频率;

3) 而当计量管内物料能同时遮住低中料位光电管, 则认为这是最佳料位状态, 若能保持这种料位状态达到一定时间, 则保持底带和提升带频率, 不作调整;

4) 若料位过高遮住高料位光电管, 并且经过一定的延时仍然在高料位, 则认为料位过高, 来料速度过快, 那么停止底带和提升带的运行, 并且将 2 者下次运行时的频率降低, 使进入计量管的物料流量下降。

经过调试, 各调整数值及延时量设定如表 1 所示。

表 1 参数调整量设定

Table 1 Adjustment amount setting for parameters

设备	当 $a=0, b=0, c=0$ 时		当 $a=0, b=0, c=1$ 时		当 $a=1, b=1, c=1$ 时		$f_{\min}/\text{Hz}$	$f_{\max}/\text{Hz}$
	$\Delta f_1/\text{Hz}$	延时/s	$\Delta f_2/\text{Hz}$	延时/s	$\Delta f_3/\text{Hz}$	延时/s		
储柜底带	4	3	1	4	1	2	31	50
爬坡带	5	3	1	4	1	2	33	50

2.3 料位光电管位置调整

高料位光电管控制后续设备的启停, 因此当其被触发后, 由于延时的作用, 使得计量管内还未送走的物料托起后续持续送来的物料, 堆积在缩口处, 引发落料斗堵料。由于改变缩口等结构方式需要较大的改动成本, 同时效果也并不显著, 因此选择调整高料位光电管的位置。

改进后的高料位光电管位置由厂家默认的在缩口下方 120 mm 处, 下调至缩口下方 210 mm 处, 配合 2.2 节所述的控制方案, 能保证物料不会频繁将其触发导致上游设备停机。同时, 在超过高料位后的延时停机阶段, 此时爬坡带及底带尚未调整降速, 在这一阶段高料位光电及缩口间的有效空间增大, 足以缓冲继续跟进的物料, 降低堵料的几率。

3 结论

改进后的柜式喂料机电子秤定量喂料系统在使用过程中, 较好地解决了进料系统堵料问题, 保证了进料流量的稳定性, 提升了后续工序品质, 堵料频次由原来的 18.7 次/月减少到 0.3 次/月, 有效降低了生产能耗, 提高了设备生产效率。

对比其他专家此前对该设备系统做出的研究改进, 本文的改进侧重于单机设备结构与上下游设备控制的结合, 提出数学模型总结并得出如下结论: ①造成柜式喂料机在尾料阶段出料困难的原因不仅是松料辊的拨钉长短问题, 关键在于松料辊的

辊轴与底带主辊的间距; ②计量管控制的上下游设备不应设置为即时变化, 而应根据烟丝物料的多少设置相应的延时, 并根据延时期间的料位信号做出相应的频率变动; ③对于临界堵料情况应关注计量管缩口与高位光电管的位置关系。

后续的研究, 拟从柜式喂料机过程出料不均及造碎量降低的角度展开。

参考文献:

- [1] 贺万华. 烟草定量喂料机的改进[J]. 烟草科技, 2006(9): 18-19.
- [2] 胡晓军, 陈勇. 卷烟厂储仓式喂料机的改进[J]. 轻工机械, 2010, 28(4): 93-95.
- [3] 魏达. 浅谈制丝生产线旁链式喂料机自润滑链条的设计[J]. 科技创新导报, 2009(16): 73.
- [4] 金永富, 李壮, 丁伟, 等. 垂帘装置在仓式喂料机中的应用[J]. 烟草科技, 2010(10): 25-26.
- [5] 黄骧洪. 在链条设计和制造中应用工程塑料的探讨[J]. 江南学院学报, 1999, 14(3): 11-15.
- [6] 陈良元. 卷烟生产工艺技术[M]. 郑州: 河南科学技术出版社, 2002.
- [7] 王先桃, 陈建华. 烟丝喂料机漏料改造的技术分析[J]. 贵州大学学报, 2001(1): 75-78.
- [8] 章习. 喂料机提升带速度的自适应控制[J]. 上海烟叶, 2008(4): 41-43.
- [9] 巫海鹰. 柜式喂料机出料流量控制方式的改进[J]. 烟草科技, 2013(9): 33-38.
- [10] 戴宇昕, 李楠. 烟草柜式喂料机的改进[J]. 烟草科技, 2012(2): 19-22.
- [11] 陈良元, 刘其聪, 刘锋, 等. 不同送丝方式与烟丝质量关系的研究[J]. 烟草科技, 1999(3): 16-17.
- [12] 高卫. PLC 控制在烟草制丝新工艺中的应用[J]. 企业文化, 2013(3): 149.