

港口输煤皮带机除铁器节能新技术应用

刘文英

(秦皇岛港股份有限公司, 河北 秦皇岛 066002)

摘要: 港口输煤皮带机在输送煤料过程中, 煤料中的金属杂质易造成皮带划伤导致撕裂整条皮带, 且有可能损坏下一级的关联设备, 给企业带来极大的经济损失。为避免金属杂质带来的损失, 在输煤皮带机的皮带上方安装除铁器, 用于除去金属杂质, 但其耗量较大, 增加生产成本。为此, 根据除铁器的运行方式, 在保持原有检测精度的基础上, 利用金属检测、信号处理等技术, 研究实现清理金属杂物又能大幅度降低电能的消耗、保证安全生产、延长设备使用寿命的节能控制系统, 该系统节能达到 60% 以上, 对在相关设备上推广节能新技术起到了重要的示范作用。

关键词: 港口; 皮带机; 除铁器; 节能技术

中图分类号: U653.93

文献标志码: B

文章编号: 2095-7874(2017)10-0070-04

doi: 10.7640/zggwjs201710015

Application of new energy-saving technology about the iron remover of port coal conveying belt conveyor

LIU Wen-ying

(Qinhuangdao Port Co., Ltd., Qinhuangdao, Hebei 066002, China)

Abstract: Port coal conveying belt conveyor in the conveying process of coal, the metal impurities in the coal easily lead to tear the whole belt, and may damage the next level of the devices, which brings huge economic losses for company. In order to avoid the lose cause by the metal impurity, we installed iron remover above the belt for removing metal impurities, but it will increase the cost of production and consumption. According to the function of the iron remover, using the metal detection, signal processing technology, basing on keeping the original precision, realizing the cleaning of metal impurities and greatly reducing the consumption of electricity. This controlling system ensures the safety of production and prolongs the life of the device, it will saving 60% energy or more, and playing an important role in the energy-saving technology of related devices.

Key words: port; belt conveyor; iron remover; energy-saving technology

0 引言

港口煤炭码头输煤皮带机在运送煤料过程中, 煤料中的各种杂质(如雷管、大铁块、铁棍等)极易将皮带划伤甚至撕裂, 还会影响到下一级的关联设备, 对正常生产造成很大影响, 给企业带来较大的经济损失。秦皇岛港的煤炭主要是运往南方电厂, 电厂对电力燃煤去除铁屑等杂质提出了很高的要求, 若对入炉煤中铁磁性金属的检测

精度不够, 将会大大提高碎煤机、磨煤机等设备的故障率, 因此, 煤炭从港口卸车到装船之前需要进行多次除铁、拣杂, 确保没有金属、雷管等杂物上船。

为避免金属杂质等带来的损失, 秦皇岛港各主要煤炭公司在煤炭装卸过程中在皮带上方共安装了 44 台电磁除铁器, 把混在煤炭中的铁磁性杂质清除^[1], 这些电磁除铁器投入运行更加有利于解决煤炭产品中分离铁磁性杂质的难题。但是煤炭中的铁磁性杂质并不是每时每刻都有, 而是随机出现的。由于目前采用的除铁器都是高功率的用电设备, 皮带运输机运行期间一直保持接通, 因

收稿日期: 2017-01-12

作者简介: 刘文英 (1966—), 女, 河北唐山人, 硕士, 高级工程师, 从事港口科技创新工作, 研究方向为港口电气自动化。

E-mail: liuwenying@portqhd.com

此会消耗大量的电能,增加了生产运行成本。为了降低装卸生产单耗,通过研究金属检测、信号处理等技术,使除铁器由原来的连续运行模式改变为间歇式运行模式,使其实现清除铁磁性杂质又能大幅度降低电能的消耗,保证生产安全,延长设备使用寿命^[1-2]。

1 技术的研究及实现

1.1 工作原理

金属探测器工作原理为非接触式电磁场检测方式(图 1),传感器为一个电感线圈,形状为封闭环型。线圈两端加上高频电流后,产生磁场。当被探测的导磁金属通过线圈时,切割磁场产生涡流,使电感线圈两端的电压下降,以此来检测出金属杂质^[3],其安装位置如图 2。

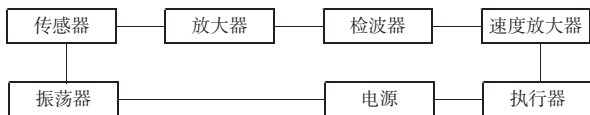


图 1 金属探测器原理方框图

Fig. 1 Metal detector principle diagram

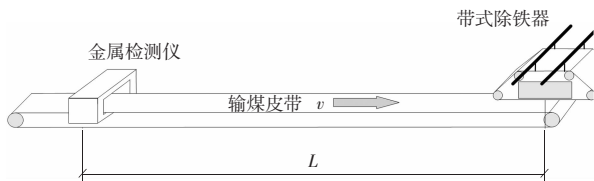


图 2 带式除铁器与金属探测器安装位置

Fig 2 Installation location of the belt type separator and metal detector

1.2 工艺流程设计

在除铁器前部安装金属检测设备,当金属探测器检测到有金属存在时,会发出检测信号,然后控制器检测除铁器启停状态。当除铁器处于运行状态时,保持除铁器继续运行,根据除铁器和金属探测器之间的距离,以及皮带的输送速度,延时时间 t_3 ,如没有再次发现金属,除铁器停止工作;如又再次发现有金属出现则继续运行,完成下一次的除铁任务。当除铁器处于停止状态时,根据除铁器和金属探测器之间的距离,以及皮带的输送速度,再结合带式除铁器从启动到达到最佳工作状态的时间,使带式除铁器延时时间 t_1 启动,在除去金属杂质后,再延时时间 t_2 ,如没有再次发现金属后,带式除铁器停止工作;如又再

次发现有金属出现则继续运行,完成下一次的除铁任务^[4]。检测工艺流程如图 3。

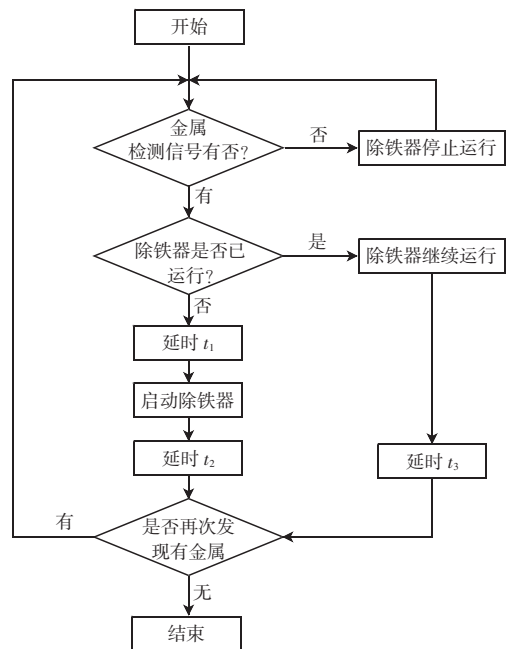


图 3 控制工艺流程图

Fig. 3 Control process flow diagram

2 需求分析与控制系统研发

以秦皇岛港九公司 T15 转接塔的除铁器系统为试点进行节能新技术改造,其实际使用工况:输煤皮带机的皮带(宽度 2 m,槽角角度 40°,底部宽度 750 mm),皮带内部弹簧钢丝约为 159 根、直径 5.5 mm、间距 50 mm,接头部分 300 根,皮带托辊为铁辊(间距 1 m,密集部分 500 mm);皮带高度(含物料)550 mm,皮带输煤速度为 5.5 m/s,用于支撑皮带的金属支架的间距为 1 m。改造后的除铁的精度不低于除铁器能够除去的最小金属杂质直径,即清除铁件的最大重量为 30 kg(相当于直径 200 mm 的铁球),最小重量为 0.1 kg(相当于直径 30 mm 的铁球)。

控制系统改造主要完成现场信号的采集、数据处理、除铁器启停控制、系统状态指示、故障诊断等功能。根据现场要求,控制系统由触摸屏、PLC 和金属探测器组成。图 4 为电气控制系统示意图。

为了提高除铁器去除铁磁性杂质的可靠性,对除铁器采用预控模式。即当铁磁性杂质穿过金属探测器检测线圈时,金属探测器输出检测信号至 PLC,PLC 内部做出逻辑判断后发出控制指令,



图4 电气控制系统示意图

Fig. 4 Schematic diagram of electrical control system

控制大功率电力切换元件动作，使除铁器的供电回路接通。由于除铁器和金属探测器之间的距离、输煤机皮带的输送速度、电磁铁磁场建立至最强的时间均为固定值，故可以计算出除铁器电磁铁延时启动时间 t_1 ，定时 t_2 完成后电磁铁启动。

当磁场建立至最强时，铁磁性杂质随输煤机皮带移动至电磁铁正下方，电磁铁将其吸起后再延长时间 t_2 后结束励磁。如未再次发现铁磁性杂质，除铁器停止工作。

为了进一步提高系统的稳定性，将系统的工作方式分为非节能方式和节能方式，两种方式能够通过选择开关进行选择。非节能方式是指除铁器在输煤皮带运行期间一直保持接通状态，主要应用在节能方式出现问题的时候；节能工作方式是通过金属探测器与除铁器联动的间歇式工作方式。当系统工作在节能方式下出现故障时，会自动检测并给出故障信号，PLC 控制器收到故障信号后将自动切换到原系统，避免了设备的误动作和金属杂质的漏除，保证了系统的安全稳定。

对于除铁器的电源采用的是大功率高性能电源模块，为除铁器提供高质量的电源，同时避免除铁器的启停对电网的影响。

人机交互系统完成关键数据采集、记录、参数设定和报警指示功能，其中触摸屏和 PLC 是通过 MPI 通讯，软件采用 WinCC flexible 软件设计。

3 安装环境要求

距离金属探测器传感器 50 m 范围内不能有变频器、电磁阀、电焊机，1 m 范围内不能有抖动金属件。传感器距离托辊应大于 0.5 m。上、下托

辊偏心度要求小于 1 mm。调整传感器地脚与皮带架位置，基础振动幅度应小于 0.5 mm。若皮带机架振动幅度过大，应单独做地基，使振动减小到最低状态。

4 性能分析

影响系统正常稳定运行的干扰因素主要分为外部干扰和内部干扰。九公司 T15 转接塔的除铁器外部干扰包括机车通过、周围皮带运行等，而内部干扰包括 BF6 输煤皮带启停、运行和除铁器启停等。分类测试结果见表 1。对于内部干扰，BF6 生产线运行时，输煤皮带运行和启停、除铁器启停均无干扰。

表1 外部干扰测试结果

Table 1 External interference test results

外部干扰							
通过机车时				皮带运行时			
BF6	BF7	BF8	干扰	BF6	BF7	BF8	干扰
0	0	0	无	0	0	0	无
0	0	1	无	0	0	1	无
0	1	0	有	0	1	0	无
0	1	1	有	0	1	1	无
1	0	0	有	1	0	0	无
1	0	1	有	1	0	1	无
1	1	0	有	1	1	0	无
1	1	1	有	1	1	1	无
通过时：1，不通过时：0				运行时：1，停止时：0			

由此可以看出来，系统内部本身对测试结果没有影响，主要是 BF6 和 BF7 皮带经过的机车造成干扰，因此以下针对这个因素进行了数据统计，结果见表 2。

表2 BF6 与 BF7 一起运行时的数据统计表

Table 2 BF6 and BF7 runtime statistics

序号	信号个数	除铁器通电时间/s	节能率 $\mu/\%$
1	43	344	42.67
2	26	208	65.33
3	20	160	73.33
4	22	176	70.67
5	19	152	74.67
6	19	152	74.67
总计	149	1 192	66.89

当确认了线路连接正确无误，其他设备能够正常工作后，将新系统投入运行一段时间，并通过人机界面显示记录相关数据，见表 3。

表3 新系统投入后数据统计表
Table 3 Data statistics after the new system input

序号	信号个数	运行时间	通电时间	节能率 $\mu/\%$
1	1 087	8 h 15 min 20 s	2 h 35 min 9 s	68.00
2	835	6 h 55 min 29 s	2 h 2 min 59 s	70.40
3	199	1 h 27 min 7 s	26 min 12 s	69.90
4	204	1 h 22 min 33 s	29 min 59 s	63.70
5	876	7 h 16 min 4 s	2 h 9 min 4 s	70.40
6	198	1 h 24 min 34 s	30 min	64.50
7	179	1 h 21 min 48 s	26 min 28 s	67.60
8	162	1 h 21 min 53 s	24 min 8 s	70.50

除铁器通电时间： $T' = n \cdot t$

式中： n 为信号数； t 为电磁铁每次除铁通电时间（取9 s）。

节能率公式： $\mu = \frac{T - T'}{T} \times 100\%$

式中： T 为输煤机运行时间。

由表3数据分析可以看出在新系统投入生产后，电磁铁间歇性运行，通电总时间明显减少。由于原系统在皮带运行期间一直保持电磁铁通电，因此新系统达到了节能的目的。通过8个不同时间段的数据分析记录，计算出了节能率，其平均值约为68.13%。

5 效益分析

实施改造后采用的除铁器节能运行方式，减

（上接第5页）

天、深埋、软基、节段构造以及回淤荷载，报告了施工期间隧道内大量冷凝水与5个月的持续期，总结了多年管节接头张开量的观测数据，对比了节段接头加载前后的沉降观测数据，综合判断原方案路面构造在该特殊项目环境下有可能出现反射裂缝并发生破坏，导致较高的维护与修补成本。对于超长跨海通道，隧道路面的修补会导致严重的交通不畅、较大经济损失以及不利的社会影响。从全寿命成本出发，提出了解决构想：用5 cm厚浇筑式路面结构层提高路面寿命，用排水性面层解决潮湿问题，进而降低水雾、防止打滑、降低路面早期损害概率；对于管节接头、节段接头，以及隧道暗埋段与敞开段的伸缩缝部位，采用无缝伸缩缝或防反射裂缝的路面构造来避免面层早期破坏。

参考文献：

[1] 尹海卿. 港珠澳大桥岛隧工程设计施工关键技术[J]. 隧道建设, 2014, 34(1): 60-66.

少了除铁器的无用功，降低损耗，从而在减低能耗的同时又有效地延长除铁器使用寿命，为企业节约了后续运行成本，既保证原有系统除铁能力，又克服改造前高耗能的缺点，使系统节能率达到60%以上，降低了生产成本，提高了经济效益，对在相关设备上推广节能新技术起到了重要的示范作用。

参考文献：

- [1] 周大峰. 电磁除铁器对提高煤炭产品质量的作用[J]. 煤炭加工与综合利用, 2003(4): 48-50.
ZHOU Da-feng. The function of an electromagnetic tramp-iron remover on quality of coal products[J]. Coal Processing and Comprehensive Utilization, 2003(4): 48-50.
- [2] 郝先耀, 戴惠新. 除铁器的研制现状及其发展趋势[J]. 矿山机械, 2006, 34(2): 107-109.
HAO Xian-yao, DAI Hui-xin. Research status quo and development trend of iron expeller[J]. Mining & Processing Equipment, 2006, 34(2): 107-109.
- [3] 王延高. 除铁器自检运行节能改进[J]. 港口科技, 2010(7): 44-46.
WANG Yan-gao. Energy-saving improvement of self-checking operation Fe-ironing separator[J]. Science & Technology of Ports, 2010(7): 44-46.
- [4] 岳小鹤, 王守城, 段璐璐. 基于单片机和触摸屏的电磁除铁器控制器设计[J]. 煤炭科学技术, 2007(2): 65-67.
YUE Xiao-he, WANG Shou-cheng, DUAN Rong-rong. Design on controller of electric magnetic iron remover base on micro processor and touch screen[J]. Coal Science and Technology, 2007(2): 65-67.
- YIN Hai-qing. Key technologies applied in design and construction of artificial island and immersed tunnel of Hongkong-Zhuhai-Macao Bridge(HZMB) Project[J]. Tunnel Construction, 2014, 34(1): 60-66.
- [2] JTG D50—2017, 公路沥青路面设计规范[S].
JTG D50—2017, Specifications for design of highway asphalt pavement[S].
- [3] 李哈汀, 胥新伟, 高潮, 等. 港珠澳大桥沉管隧道施工监测系统[J]. 中国港湾建设, 2015, 35(7): 49-52.
LI Ha-ting, XU Xin-wei, GAO Chao, et al. Construction monitoring system of immersed tunnel of Hongkong-Zhuhai-Macao Bridge[J]. China Harbour Engineering, 2015, 35(7): 49-52.
- [4] 林鸣, 林巍. 沉管隧道结构选型的原理和方法[J]. 中国港湾建设, 2016, 36(1): 1-5, 36.
LIN Ming, LIN Wei. Principles and methods for structural-type selection of immersed tunnel [J]. China Harbour Engineering, 2016, 36(1): 1-5, 36.
- [5] ASTM D 6297, Standard specification for asphaltic plug joints for bridges[S].
- [6] LAVIN Patrick. Asphalt pavements: a practical guide to design, production, and maintenance for engineers and architects[M]. London: Spon Press, 2003: 75.