

煤炭港口强迫油冷电磁除铁器的引进与创新

方海滨

(中国煤炭工业秦皇岛进出口有限公司, 河北 秦皇岛 066000)

摘要: 针对进口强油循环除铁器的结构及特点, 研究了国内同类产品的改进成果, 尤其是除铁器的一体化设计和散热方式的创新。研究表明: 强油除铁器的引进对中国电磁除铁器行业发展起到了重大的推动作用; 国内厂家通过学习强油循环除铁器先进的设计技术思想, 特别是主动循环散热技术, 加以完善和创新, 制造出有自主知识产权的产品, 新型国产强油除铁器温升在 40 ℃ 以下, 磁性能热态指标在 2500 GS, 远超过国家标准, 达到了国际先进水平。实践表明, 现阶段煤炭港口作业时, 应选用性能大于 2000 GS, 悬挂高度超过 800 mm 的除铁器才能满足现场需求。

关键词: 煤炭港口; 强油循环除铁器; 主动散热; 一体化结构

中图分类号: TD924.1

文献标志码: A

文章编号: 1006-6772(2014)02-0109-03

Introduction and innovation of forced - oil - cold - electromagnet

FANG Haibin

(China National Coal Industry Qinhuangdao IMP. & EXP. Co., Ltd., Qinhuangdao 066000, China)

Abstract: Based on the structure and features of forced - oil - cold - electromagnet, research the innovation of similar products in China, especially the integrated design and heat - dissipating methods. Automatic circulation heat - dissipating technology is the key technology. According to the technology, create the product with own intellectual property right. The temperature rise of new type product is below 40 ℃, the magnetic thermal index are 2500 GS, which is far more than the national standards. The practice shows that for coal dock, the forced - oil - cold - electromagnet whose magnetic thermal index are above 2000 GS, hanging height are over 800 mm can meet the demands.

Key words: coal dock; forced - oil - cold - electromagnet; automatic heat - dissipating; integrated structure

0 引言

20 世纪 80 年代到 21 世纪初, 中国煤炭大量出口。在煤炭出口中, 消除煤中所含各类金属杂物成为重要的工作, 煤炭港口则是关键环节之一。煤炭生产过程中混入杂铁是不可避免的, 而在大多数炮采过程中, 又有一部分雷管混到煤炭中。商品煤中一旦掺有铁器和雷管十分有害^[1]。港口除铁器用于在港口装卸作业中吸除煤炭中的杂铁如雷管、闸瓦、铁路销钉等, 对煤炭进行一次简单加工, 保证煤炭外在质量符合用户的要求。中国港口使用除铁器已有 30 a 的历史, 经历了电磁除铁器(风冷式、水冷式、油冷式、振动式、超导式等)和永磁除铁器等各种型号的除铁器^[2]。随着港口设备的进步与更新, 除铁器从小型化向大型化发展, 性能获得了提升。

随着中国煤炭港口建设发展, 为加快货物周转, 保证港口物流畅通, 新选用取料机、装船机、翻车机、带式输送机等呈现大型化、现代化、自动化趋势。其中带式输送机宽度都在 2 m 以上, 带速普遍超过 5 m/s。运煤能力达到 7000 ~ 8000 t/h, 最大煤层厚度达到 500 mm 以上。随着运输量的提高和煤层厚度的增加, 原先的除铁器已经不适应港口需要。中煤秦皇岛公司组织相关技术人员经过多方调研, 结合港口实际, 于 21 世纪初从国外引进了两台强迫油冷除铁器, 其先进的性能, 良好的设计理念, 运行的高可靠性引起了国内除铁设备厂家的关注。

1 强油循环除铁器

1.1 基本结构

强迫油冷除铁器由除铁器本体、电控系统、油循

收稿日期: 2013-12-18; 责任编辑: 孙淑君 DOI: 10.13226/j.issn.1006-6772.2014.02.028

作者简介: 方海滨(1975—), 男, 山东寿光人, 高级工程师, 主要从事煤炭港口设备管理工作。E-mail: samoer2002@aliyun.com

引用格式: 方海滨. 煤炭港口强迫油冷电磁除铁器的引进与创新[J]. 洁净煤技术, 2014, 20(2): 109-111, 59.

FANG Haibin. Introduction and innovation of forced - oil - cold - electromagnet[J]. Clean Coal Technology, 2014, 20(2): 109-111, 59.

环冷却系统、除铁器移动平台系统等组成。卸铁方式为人工卸铁。强油除铁器本体采用全密封结构,内部励磁线圈完全浸渍于冷却油中。考虑到秦皇岛气候特点,冷却油采用25号变压器油,同时对绕组线圈起到绝缘和保护作用。上述设计使得励磁线圈具备了良好的防尘、防潮和防腐蚀性能。

1.2 全新散热设计

除铁器性能提高面临的最大问题是励磁线圈的散热问题,这是电磁除铁器发展受限的主要技术原因。励磁线圈是电磁除铁器的心脏,产生磁力的源泉^[3]。除铁器产生磁场要通过线圈和电流,即为安匝数 NI 生成磁动势。要求得更高的磁场强度需要提高安匝数。但线圈的匝数受到了除铁器本体空间的限制,增加有限。而电流值的增加,根据焦耳定律,意味着会产生更大的热量,影响到线圈的绝缘强度。焦耳定律

$$Q = I^2 R T$$

式中 Q 为热量, J; I 为电流, A; R 为电阻, Ω ; T 为时间, s。

焦耳定律表明,电流通过导体产生的热量跟电流的二次方、导体的电阻和通电时间成正比。如何消除线圈所产生的热量是除铁器发展的关键。强迫油冷除铁器采用了先进设计理念,变被动散热为主

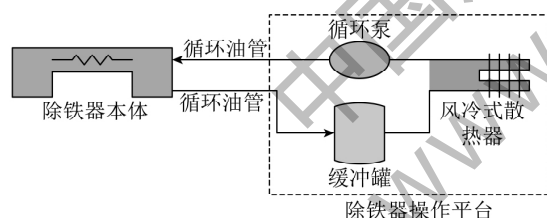


图1 强迫油冷除铁器冷却油循环系统结构

油循环系统由除铁器本体、循环泵、缓冲罐、风冷式散热器等组成。其中,循环泵、缓冲罐、风冷式散热器安装在除铁器操作平台上,之间通过管路进行联通。除铁器本体运行时,励磁线圈通电发热,将热量传给循环油,从除铁器本体流出经过加热后的循环油,然后进入缓冲罐,再进入散热器进行冷却。冷却完毕后,由循环泵后将循环油压入除铁器本体,周而复始,逐步将除铁器本体中热量散发出去。除杂作业时,除铁器本体与操作平台悬挂于一台天车上,卸铁时,两者一起移动。本体与操作平台之间的循环油管路采用软管连接,保证适当的柔软度,减缓两者之间错位对管路的影响。

上述组成部分由电控柜统一供电与控制,以保证各部分运行正常。循环油冷却系统控制部分包含冷却风扇传感器、流速计、温度计、风扇开关元器件。当油流速达不到设定值、油位过低时或冷却风扇没有运转时,循环油冷却系统无法开启。

冷却系统与除铁器本体供电系统进行联锁。如果油冷却系统没有正常运行,除铁器本体则无法开启;运行时,如果冷却油循环系统由于种种原因关闭时,除铁器本体也会同时关闭,保证本体不超温,防止线圈过热损坏。

1.3 除铁器性能指标

电磁除铁器一个很重要的指标是“冷态”、“热态”磁感应强度。“冷态”规定为除铁器刚运行时的磁感应强度。“热态”规定为运行稳定后,除铁器线圈温升为零时,即达到热平衡状态时的磁感应强度指标。应用中,热态磁感应强度指标更具有代表性。根据现场测定,强油除铁器冷态磁感应强度为:距除铁器下表面几何中心(垂直距离)550 mm处为1800 GS,热态指标为1500 GS。中国的悬挂式电磁除铁器性能最高标准为 >710 GS^[4]。强油除铁器的指标优于国家标准。

2 改进与创新

2.1 改进措施

国内厂家吸收了强油循环除铁器先进的设计思想,重新设计除铁器,生产出国产强迫油冷除铁器,成功应用于国内各大港口、矿山、电厂,并且有部分产品出口,获得外商的好评。

1) 参考强油除铁器主动散热的特点,做出一整套新油循环散热系统。新系统未将除铁器本体与散热系统分离,而是集成到一起,实现了一体化设计。消除了本体与散热系统移动不同步的问题,使除铁器结构紧凑,总体质量减轻,便于运输与安装。

2) 将卸铁方式由人工卸铁改为自动卸铁,提高了卸铁效率,实现了除铁器的不间断运行。

3) 对除铁器本体内部进行设计创新,尤其采用了全新的散热油路使线圈散热面积增大,散热效率升高,降低了除铁器的温升。

国产强油循环除铁器由机架、除铁器本体、油循环散热系统、自卸输送带系统组成。具有结构简单,效率高,维护方便等特点。电控系统在配电室内,采用远程控制和操作。一体化设计的强油循环除铁器示意如图2所示。

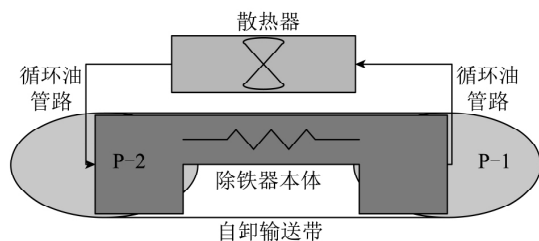


图2 一体化设计的强油循环除铁器示意

2.2 实施结果

国内厂家借鉴变被动为主动散热的先进技术理念,成功对除铁器进行了优化改造,形成了自己的品牌和专利技术。改造后,设备性能获得了提升,已全面超越国外同类产品,达到了国际先进水平。随着国内除铁器制造水平的提高和磁性能指标的增加,除铁器国家标准也做了相应的修订,新标准规定除铁器新的技术参数为 $>900\text{GS}\backslash 1200\text{GS}\backslash 1500\text{GS}^{[5]}$,较 1995 年的国标有较大的提升。

3 强油循环除铁器与其他除铁器的比较

国内港口使用除铁器主要分为两类。一类是永磁除铁器,另一类是电磁除铁器。而电磁除铁器又可分为自然冷却除铁器、风冷式、自然油冷、强油循环式除铁器^[6-12]。几种除铁器的比较如下:①永磁除铁器:运行费用低,稳定,能耗低,适应环境能力强,但运输安装不便,大铁件卸铁困难,制造成本高,有退磁现象。②强油循环电磁除铁器:一体化结构,质量小,安装使用方便,适应环境能力强,散热效率高,温升低,磁场稳定,但制造成本相对较高。③自然油电磁除铁器:一体化结构,使用方便,适应环境能力强,但散热效率一般,温升较高,质量大,安装不方便,制造成本高。④自冷式电磁除铁器:不用其他冷却设施,体积小,结构简单,易维护,但散热效率低,温升高,磁感应强度衰减严重,线圈易老化,寿命短。⑤风冷式电磁除铁器:直接冷却,温升较低,一体化结构安装使用方便,但适应环境能力不强,除铁器本体散热不均。

4 应用创新

国产强油循环除铁器的问世,带来了除铁设备行业的一次革命,但在应用中出现了新的问题。

煤炭港口除铁器大多安装在带式输送机上部,与带式输送机运动方向垂直,悬挂高度在 $500\sim 700\text{mm}$ 。悬挂高度是指从除铁器本体下表面到港口带式输送机上表面之间的垂直距离,包括自卸输送带

自然悬垂与除铁器下表面之间的距离,为 $100\sim 150\text{mm}$,而从带式输送机上表面到自卸输送带下表面之间只剩下 $400\sim 600\text{mm}$,这将会使煤炭进入自卸输送带与除铁器下表面之间的空隙内,造成自卸输送带停止运转,影响除铁器运行。当煤层非常厚时,大粒度煤块会与除铁器发生碰撞,使得除铁器输送带或本体受损。更严重的是,当自卸输送带停止运行时,除铁器本体依然通电,还有电磁场存在,当有大型铁器通过时,继续产生吸附作用,对除铁器自卸输送带、输煤输送带构成严重的威胁。为了保证带式输送机的正常运转,必须限制煤层高度或提高除铁器悬挂高度。在除铁器前方的带式输送机上安装一定高度的人字形分流器和挡煤板是限制煤层高度的主要方法。它能够使煤层均匀分布,并降低煤层高度。但实际运行时会造成大量的煤炭洒落,对带式输送机运行带来不利影响,因此不建议使用。如果将除铁器提升 $200\sim 300\text{mm}$,吊高为 $700\sim 900\text{mm}$,除铁性能将大幅度下降。当除铁器在额定吊高 550mm 处的磁感应强度为 1500GS ,而在 750mm 处是 $850\sim 900\text{GS}$, 900mm 处只有 $600\sim 650\text{GS}$ 。这种磁感应强度对于吸除煤中杂铁是不够的,必须寻找其他途径来解决。

研究表明,当除铁器悬挂高度在 850mm 时,煤层基本上不会与除铁器发生碰撞,自卸带式输送机与除铁器之间空隙也只有少量的煤炭,不会影响除铁器的正常运行。而额定磁感应强度指标为 2500GS 除铁器,在其正下方 850mm 处的磁感应强度值在 1100GS 以上,能够满足除杂需求。因此,使用高场强除铁器(2500GS),并使其悬挂高度在 850mm 左右,既保证港口带式输送机正常运行,又能取得良好的除杂效果。

5 结 语

强油循环电磁除铁器是国内目前运行稳定,性价比比较好的除铁器之一。其设计与生产是国内厂商打破传统思维,吸收国外先进设计制作经验,开拓创新的结果。中煤秦皇岛公司进口的强油循环除铁器推动了国内除铁器行业的发展,对于中国除铁器技术跻身世界先进行列具有不可替代的作用。电磁除铁器技术的设计与应用表明,技术进步需要与工程实践紧密结合,开拓思维,与时俱进,才能够满足设备运行的需要和用户的需求。

(下转第 59 页)

- [10] 宋 义, 郭 芬, 谷松海, 等. X 射线荧光光谱法同时测定煤灰中的 12 种成分[J]. 光谱学与光谱分析, 2008, 28(6): 1430 - 1434.
- [11] Aineto M, Acosta A, Ma J R, et al. Thermal expansion of slag and fly ash from coal gasification in IGCC power plant [J]. Fuel, 2006, 85(16): 2352 - 2358.
- [12] Karr Clarence. Analytical Methods for Coal and Coal Products [M]. New York: Academic Press, 1978: 278.
- [13] Starsinic M, Squires E, Davis A. Concerning the 1600 cm^{-1} region in the IR spectrum of coal [J]. Fuel, 1983, 62(6): 742 - 744.
- [14] Chadwick B L, Ashman R A, Campisi A, et al. Development of techniques for monitoring gas - phase sodium species formed during coal combustion and gasification [J]. International Journal of Coal Geology, 1996, 32(1/4): 241 - 253.
- [15] Schwenker R F, Garn P D. Thermal analysis [C]//Proceedings of the 2nd international conference of thermal analysis. Worcester Mass: Academic Press, 1969: 1377 - 1386.
- [16] Hill R, Rathbone R, Hower J C. Investigation of fly ash carbon by thermal analysis and optical microscopy [J]. Cement and Concrete Research, 1998(28): 1479 - 1488.
- [17] 戴正华, 方秋霞, 刘晓静. $\text{FeC}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 磁铁矿样品 FeC_2O_4 的物相分析 [J]. 陕西师范大学学报: 自然科学版, 1998, 26(4): 115 - 116.
- [18] 杨南如, 夏元复, 陈 刚, 等. 用穆斯堡尔谱效应研究粉煤灰中含铁相 [J]. 燃料化学学报, 1984(4): 375 - 381.
- [19] Cranshaw T E, Dale B W, Longworth G O, et al. Mössbauer Spectroscopy and Its Applications [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 1985: 119.
- [20] Bandyopadhyay D. Study of kinetics of iron minerals in coal by ^{57}Fe Mössbauer and FT - IR spectroscopy during natural burning [J]. Hyperfine Interactions, 2005, 163(1/4): 167 - 176.
- [21] Montano P A. Application of Mössbauer Spectroscopy to coal characterization and utilization [C]//Stevens J G, Shenoy G K. Mössbauer Spectroscopy and Its Chemical Applications. Washington D C: Am Chem Soc, 1981: 135 - 175.
- [22] Gracia M, Marco J F, Gancedo J R. Uses and perspectives of Mössbauer spectroscopy studies of iron minerals in coal [J]. Hyperfine Interactions, 1999, 122(1/2): 97 - 114.
- [23] 杨新萍. X 射线衍射技术的发展和应 [J]. 山西师范大学学报: 自然科学版, 2007, 21(1): 72 - 76.
- [24] 范 雄. 金属 X 射线学 [M]. 北京: 机械工业出版社, 1998.
- [25] 田志宏, 张秀华, 田志广. X 射线衍射技术在材料分析中的应用 [J]. 工程与试验, 2009, 49(3): 40 - 42.
- [26] Wrad C R. Analysis and significance of mineral matter in coal seams [J]. International Journal of Coal Geology, 2002, 50(1/4): 135 - 168.
- [27] Vassilev S V, Tascon J M D. Methods for characterization of inorganic and mineral matter in coal [J]. Energy Fuels, 2003, 17(2): 271 - 281.
- [28] Song Wenjia, Tang Lihua, Zhu Xuedong, et al. Fusibility and flow properties of coal ash and slag [J]. Fuel, 2009, 88(2): 297 - 304.
- [29] van Dyk J C, Melzer S, Sobiecki A. Mineral matter transformation during Sasol - Lurgi fixed bed dry bottom gasification - utilization of HT - XRD and FactSage modeling [J]. Minerals Engineering, 2006, 19(10): 1126 - 1135.
- [30] Vassilev S V, Vassileva C G. Methods for characterization of composition of fly ashes from coal - fired power stations: A critical overview [J]. Energy Fuels, 2005, 19(3): 1084 - 1098.
- [31] 朱 琳. 扫描电子显微镜及其在材料科学中的应用 [J]. 吉林化工学院学报, 2007, 24(2): 81 - 84, 92.
- [32] Barbara G, Kutchko, Ann G Kim. Fly ash characterization by SEM - EDS [J]. Fuel, 2006, 85(17/18): 2537 - 2544.
- [33] Kong L, Bai J, Li W, et al. Effects of operation parameters on slag viscosity in continuous viscosity [C]//3rd International symposium of gasification and its application. Vancouver [s. n.], 2012.
- [34] Huggins F E. Overview of analytical methods for inorganic constituents in coal [J]. International Journal of Coal Geology, 2002, 50(1/4): 169 - 214.
- [35] Goldstein J. Scanning Electron Microscopy and X - ray Microanalysis [M]. New York: Springer, 2003.
- [36] Marcio A, Kronbauer, Maria Izquierdo, et al. Geochemistry of ultra - fine and nano - compounds in coal gasification ashes: A synoptic view [J]. Science of the Total Environment, 2013, 456/457(7): 95 - 103.

(上接第 111 页)

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.
- [2] 戴惠新, 郝先耀, 赵志强. 除铁器应用现状及其发展方向 [J]. 金属矿山, 2007(9): 90 - 93.
- [3] 周振鸿. 火电厂输煤系统的除铁和电磁除铁器的选配 [C]//全国火力发电厂锅炉优化燃烧与辅机节能技术研讨会论文集. 北京: 中国电力出版社, 2008.
- [4] JB/T 7689—1995, 悬挂式电磁除铁器 [S].
- [5] JB/T 7689—2004, 悬挂式电磁除铁器 [S].
- [6] 刘 正. 除铁器在出口煤炭加工中的应用 [J]. 煤质技术, 2003(5): 25 - 26.
- [7] 郝先耀, 戴惠新. 除铁器的研制现状及发展趋势 [J]. 中国非金属矿工业导刊, 2006(2): 46 - 49.
- [8] 董万江, 张文辉. 除铁器技术的发展及其在选煤厂的应用 [J]. 选煤技术, 2010(6): 78 - 80.
- [9] 陈建生, 杨 刚. 除铁器现状及发展趋势 [J]. 矿山机械, 2004(9): 83 - 84.
- [10] 吉学斌. 几种常用除铁器在秦皇岛港使用的比较和建议 [J]. 煤质技术, 2002(2): 48 - 51.
- [11] 杨军伟, 李桂华, 李红旭. 煤炭矿山中大型除铁器的选型及应用 [J]. 洁净煤技术, 2011, 17(2): 18 - 20.
- [12] 宋郁珉. 港口超强电磁除铁器散热方式的选择 [J]. 港口装卸, 2012(6): 32 - 34.