

煤粉工业锅炉发展关键问题研究

李宏武

(朔黄铁路发展有限责任公司,山西 阳高 038100)

摘要:为减少燃煤工业锅炉在技术理念、技术定位、政策配套及商业模式等方面的认识误区,提出了煤粉工业锅炉发展的关键问题。通过对煤粉工业锅炉系统关键技术、燃料集中配置、政策配套及商业模式等的分析,认为关键技术突破主要应集中在煤粉安定储存、浓相供料及供料器、浓相燃烧及燃烧器、污染物联合脱除控制等方面;燃料应集中调配,统筹计划,提升效率;同时制定配套的财政和税收政策,引进先进的EMC商业模式,更加灵活地处理项目实施过程中的融资和投入问题。因此,应在关键技术、燃料配给、政策和商业模式等方面有所突破,才能有效地促进煤粉工业锅炉的推广应用。

关键词:煤粉工业锅炉;浓相供料;浓相燃烧;污染物联合脱除;EMC模式

中图分类号:TK229.63

文献标志码:A

文章编号:1006-6772(2016)03-0116-03

Development of industrial pulverized coal boiler

LI Hongwu

(Shuohuang Railway Development Co., Ltd., Yanggao 038100, China)

Abstract: In order to gain an insight into technical idea, technological orientation, supporting policies and business model of industrial pulverized coal boiler, its development process was introduced. The key technologies should focus on safe and steady storage of pulverized coal, dense phase supplement, dense phase combustion, and pollutant alien control technology. Fuels should be allocated in a unify way. A supporting financial and tax policies should be made to promote the extension. The advanced EMC mode should be utilized to solve the finance problem of the project.

Key words: industrial pulverized coal boiler; dense phase supplement; dense phase combustion; pollutant alien control technology; EMC mode

0 引 言

我国贫油、少气、相对富煤的资源特点决定了燃煤工业锅炉在可预见的将来仍然是我国工业锅炉行业最重要的部分。摒弃高能耗、高污染的传统燃煤工业锅炉,利用先进燃煤系统实现煤炭精细化利用,已成为工业锅炉行业的当务之急。煤粉工业锅炉系统^[1-2]通过采用先进的低氮燃烧、SCR(选择性催化还原)/SNCR(非选择性催化还原)脱硝、超细布袋除尘等,在污染物排放控制上取得了长足进步,能够满足国家最新的《锅炉大气污染物排放标准》。随着煤粉工业锅炉向高容量、高参数、清洁高效的方向逐步发展,煤粉工业锅炉在节能减排上的优势日益

明显。煤炭科学研究总院在2000年左右率先引进国外技术并自主开发工业锅炉煤粉燃烧技术和相关设备,最大单机容量80 t/h锅炉产品已全面推向市场。截至2014年底,煤科院已在20多个省市地区建成煤粉工业锅炉系统500余套,近万t/h等效容量。山西蓝天集团在省政府支持下,在各地大力推广2.8~91 MW和4~130 t/h系列化煤粉工业锅炉产品;杭州燃油燃气锅炉厂也生产了受用户欢迎的15、20 t/h角管式煤粉蒸汽锅炉。在对节能环保要求越来越严格的前提下,煤粉工业锅炉近年来在我国得到了快速的发展。但是由于煤粉工业锅炉生产厂家和用户大多由传统链条炉转变而来,生产厂家对技术认识不够,用户从业人员素质参差不齐,锅炉

收稿日期:2015-09-18;责任编辑:孙淑君 DOI:10.13226/j.issn.1006-6772.2016.03.025

作者简介:李宏武(1969—),男,山西阳高人,工程师,从事煤粉锅炉相关科研工作。E-mail:lhw920318@163.com

引用格式:李宏武.煤粉工业锅炉发展关键问题研究[J].洁净煤技术,2016,22(3):116-118,123.

LI Hongwu. Development of industrial pulverized coal boiler[J]. Clean Coal Technology, 2016, 22(3): 116-118, 123.

实际运行维护情况较差,影响了锅炉的实际效果。综合分析,我国的高效煤粉工业锅炉目前存在的问题主要有:系统工艺(送料、燃烧、污染物处理)还存在优化的空间;燃烧质量无法保证,燃料配置较紊乱;初始投资相对较大,私人用户融资较困难;缺乏相关的财政税收政策支持等。这在一定程度上制约了煤粉工业锅炉的发展。笔者对煤粉工业锅炉在关键技术问题、燃料配置、政策配套、商业模式等方面问题探讨,为煤粉工业锅炉的发展和进步提出相应的建议。

1 煤粉工业锅炉系统的关键技术

完整的煤粉工业锅炉系统需包括:煤粉密闭储存、煤粉浓相输送、高效低氮燃烧、锅炉本体、工质循环、灰钙循环脱硫除尘一体化、飞灰密闭储运、压缩空气、点火油气、惰性气体保护、测控等技术单元^[3]。以下关键技术问题是煤粉工业锅炉的核心问题,已取得不同程度的突破,但还需要新技术的持续开发。

1.1 煤粉安定储存

煤粉储存在煤粉塔内,主要需保证煤粉在相对长时间内安全存储。煤粉塔潜在危险主要有煤粉自燃、静电富集、施工明火等因素引发的“煤粉云”爆炸。因此,煤粉安定储存需考虑的问题有:① 储罐需按耐压薄壁容器设计,并确定所有部位的耐压等级;② 检测和报警系统如温度传感器和CO传感器等的设计;③ 制定完善的惰性气体保护机制;④ 防爆门的设计。

1.2 浓相供料及供料器

供料单元是高效煤粉工业锅炉系统的重要组成部分,供料单元的精确、稳定、连续、无脉动供料是保证锅炉稳定燃烧进而保证锅炉稳定运行的先决条件^[4-5]。浓相供料燃烧器点火区域较小,点火快速,特别适合于煤粉工业锅炉对锅炉启停灵活特点的要求。现有的浓相供料单元一般采用螺旋供料器+文丘里煤粉混合器的供料结构,由于供料螺旋自身结构、设备加工精度等方面的限制,在实际运行中尤其是在大容量参数煤粉锅炉系统上,易出现供料波动较大、螺旋抱死、文丘里喉部正压导致的下料不畅等问题,影响供料稳定性进而造成燃烧工况不稳定的现象。现有的重力式文丘里供料器已无法满足大容量、高浓度、高精度的供料要求,因此浓相供料器的问题主要是机械式均匀供料技术和装备的研发。

1.3 浓相燃烧及燃烧器

对于煤粉工业锅炉系统的燃烧器选择和布置形式,山西蓝天、杭州燃油燃气锅炉厂等厂均采用以电站锅炉燃烧器为主导思想的结构型式。其主要思想是通过钝体等遮挡措施的设置,在喷口局部形成煤粉富集区,利于着火,能够起到稳燃、防止脱火作用。

煤科院自主开发的煤粉燃烧器^[6-7],受德国Dr. schoppe燃烧器的启发,采用中心回燃逆喷原理,通过双锥预燃室结构和专门开发的径向导流叶片,形成“风包火、火包火”的燃烧空气动力场。煤粉浓相燃烧,逆喷的初级火焰与螺旋正喷的主火焰相互支撑,提高了燃烧稳定性。同时,由于双锥预燃室的存在,点火迅速,符合煤粉工业锅炉系统对快速启停的要求。

燃烧器的研究应集中在煤种适应性拓展和结合空气深度分级的低氮燃烧上,开发适合低挥发分半焦的燃烧器,可实现煤炭资源的有效合理利用。将燃烧器的独特结构与空气深度分级燃烧相结合,实现NO_x的有效控制。

1.4 污染物联合脱除和控制

燃煤工业锅炉的排放问题是环保工作的重点,随着社会发展的需求及国家对环境整治力度的加强,污染物排放控制成为燃煤工业锅炉技改的核心之一^[8-9]。目前煤粉工业锅炉系统要实现烟气的超低排放,仍使用电站锅炉的烟气净化技术,如SCR脱硝、双碱法湿式脱硫等,受锅炉容量限制,烟气净化设备投资和运行成本较高,已经在一定程度上影响了煤粉工业锅炉系统的经济性。

燃煤锅炉烟气的污染物主要包括烟尘、SO₂、NO_x以及汞、砷等微量重金属。煤粉工业锅炉系统烟气污染物脱除方案主要包括:高效的袋式除尘器对烟尘的脱除效率可以达到99.9%;较低的燃烧温度及分级燃烧方式可以实现低NO_x排放;采用高倍率灰钙循环脱硫除尘一体化技术依托粉煤灰中的活性钙或添加脱硫剂可以控制NO_x的排放;通过加装小型活性炭过滤罐可以进一步达到脱除汞、砷等微量重金属的目的。

2 燃料质量控制及集中配送

煤粉工业锅炉由于供料方式和燃烧特点对煤粉的煤质有相对较高的要求:挥发分 $\geq 30\%$,灰分 $\leq 10\%$,水分 $\leq 5\%$,75 μm 过筛率 $\geq 90\%$,低位发

热量 ≥ 25.12 MJ/kg, 硫分 $\leq 0.5\%$ 。较高的煤质要求为高效的煤粉集中制备及配送提供了有利条件。

目前煤炭行业的资源细分利用基本维持传统的粗放式应用,煤炭资源的潜能并未充分挖掘,资源浪费现象较严重。因此,借助煤粉工业锅炉系统可以形成一套煤炭资源合理化利用规划方案,使燃料煤粉成为标准化的固态(粉体)燃料,并形成区域性物流配送网络,缓解各地的油、气压力,同时也是对多元化资源战略保障的有利推动。

除燃煤电厂的自用煤粉制备系统外,目前国内的煤粉生产厂家规模都不大,有些是为铸造行业提供煤粉,技术水平不高,生产设施简单,安全性不能得到保证。先进的技术工艺及装备,有效的安全措施是控制煤粉燃料质量的关键。锅炉运行优劣在很大程度上受燃料质量的影响,这就好比机动车对油品的要求,应当有其适用范围。因此加强燃料控制也是保证锅炉稳定运行的必要条件。燃料质量主要会对供料、燃烧组织、积灰结焦、烟气处理等有一定影响。

3 战略性新兴产业政策配套

高效煤粉工业锅炉系统涉及的产业链环节较多,除具有技术含量高、产品附加值高等特点外,还具有较强的产业带动能力,同时对提升我国锅炉基础技术和核心产业配套能力有实质性帮助,属于目前国家大力发展的战略性新兴产业。符合国务院在2010年10月下发的《关于加快培育和发展战略性新兴产业的决定》,可在财政和税收方面制定相关政策刺激产业发展。

财政方面,应整合已有政策和资金资源,同时设置相应专项发展资金,增加中央和政府的财政投入,重点支持煤粉工业锅炉相关关键技术的研发、创新成果的转化和重大工程示范等。

税收方面,在符合国家税制改革方向的前提下,研究制定煤粉工业锅炉相关税收政策,对煤粉工业锅炉产业给予适当的优惠政策,对煤粉工业锅炉相关高技术产业技术创新、成果转化、工程投资建设等方面提供支持。

4 EPC 合同能源管理商业模式创新

煤粉工业锅炉系统是一个技术密集型的复杂系统,工程建设初始投资较高、对系统运营管理专业水平要求也较高,同时也需要高品质燃料的清洁、稳定

供应,传统经营模式并不适用于煤粉工业锅炉系统。借鉴欧洲发达国家的成功经验,引入合同能源管理机制^[10],搭建适合煤粉工业锅炉的运营平台,创新节能服务新模式,能够促进煤粉工业系统健康快速发展。

合同能源管理 EPC,也称为 EMC (Energy Management Contracting),一种新型的市场化节能机制,实质是以节省的能源费用来支付节能项目全部成本的节能投资方式。

在煤粉工业锅炉系统和 EPC 合同能源管理商业模式的结合上,煤科院做了探索性的尝试,取得了明显的效果。目前在神东矿区的应用中,以能源服务公司雏形的身份开展工作,由于专业化运营团队的存在,在降低企业生产成本的同时,服务公司也能获得丰厚的收益。

合同能源管理在煤粉工业锅炉市场的推广是一个涉及多产业协同合作的复杂商业模式,能为项目各方(材料供应商、设备制造商、金融投资机构、工程安装公司、设计公司、项目招标公司、检测机构、律师事务所等)提供流畅的交流平台,提高项目建设和运行的工作效率。

5 结 论

1) 煤粉工业锅炉系统关键技术的发展,应以增强系统的节能环保特性为目标,从煤粉安定储存、浓相供料和燃烧、污染物联合脱除控制等方面开发新技术。

2) 加强燃料质量控制是保证锅炉稳定运行的必要条件,燃料品质应实现标准化,并形成区域性物流配送网络,集中调配,统筹计划,提升效率。

3) 应制定配套的财政和税收政策,重点支持煤粉工业锅炉相关关键技术的研发、创新成果的转化和重大工程示范,提供相应的税收优惠政策,促进煤粉工业锅炉项目的进程。

4) 引进先进的 EMC 商业模式,搭建适合煤粉工业锅炉的运营平台,创新节能服务新模式,更加灵活地处理煤粉工业锅炉项目实施过程中的融资和投入问题。

参考文献 (References):

- [1] 俞建洪,王善武. 煤粉工业锅炉及其发展前景[J]. 工业锅炉, 2014(1):1-5.

(下转第 123 页)

- 143-234.
- [5] 沙兴中,杨南星.煤的气化与应用[M].上海:华东理工大学出版社,1995:3-68.
- [6] 路江鸿,赵麦玲.煤气化技术及应用现状综述[J].化肥工业,2010,37(5):8-11.
Lu Jianghong,Zhao Mailing. Summary of coal gasification technology and its application[J]. Chemical Fertilizer Design,2010,37(5):8-11.
- [7] 赵麦玲.煤气化技术及各种气化炉实际应用现状综述[J].化工设计通讯,2011,37(1):8-15.
Zhao Mailing. Summary of the actual application status of coal gasification technology and various gasifier[J]. Chemical Engineering Design Communication,2011,37(1):8-15.
- [8] 蔡国峰,刘 勇,安德成.煤气化技术的研究现状与发展[J].广州化工,2012,39(23):37-38.
Cai Guofeng,Liu Yong, An Decheng. Research and development of coal gasification technology[J]. Guangzhou Chemical Industry,2012,39(23):37-38.
- [9] 戴厚良,何祚云.煤气化技术发展的现状和进展[J].石油炼制与化工,2014,45(4):1-7.
Dai Houliang, He Zuoyun. Present situation and development of coal gasification technology[J]. Petroleum Processing and Petrochemicals,2014,45(4):1-7.
- [10] 齐亚平,徐延鹏.气化装置合成气洗涤塔的技术改造思路[J].煤炭加工与综合利用,2015(2):77-80.
Qi Yaping,Xu Yanpeng. Technological transformation of syngas washing tower In gasification plant[J]. Coal Processing & Comprehensive Utilization,2015(2):77-80.
- [11] 马志银,郭兴建,高 地.合成气出口文丘里洗涤器技改小结[J].化肥设计,2014,52(1):42-43.
Ma Zhiyin,Guo Xingjian,Gao Di. Technically brief summary of venturi scrubber at outlet of synthetic gas[J]. Chemical Fertilizer Design,2014,52(1):42-43.
- [12] 顾 进.德士古煤气化装置合成气洗涤的改进[J].安徽化工,2005,135(3):57-58.
Gu Jin. The improvement on syngas scrubbing of Texaco plant[J]. Anhui Chemical Industry,2005,135(3):57-58.
- [13] 苏 源,院建森.气化车间合成气洗涤系统技改方案汇报[R].银川:神华宁煤煤炭化学工业公司烯烃公司气化车间,2013:2-7.
- [14] 杨建荣,景寿堂,陈 杰.气化车间气化装置工艺技术规程[R].银川:神华宁煤煤炭化学工业公司烯烃公司,2012:48-55.
- [15] 张镓铄,李晓东,徐才福.气渣下行的干燥粉气化激冷流程洗涤系统运行情况与技改措[J].化肥设计,2014,52(6):46-49.
Zhang Jiashuo,Li Xiaodong,Xu Caifu. Operating situation and technical reformation measure of washing system in dry and pulverized coal gasification quenching process downstream of gas slag[J]. Chemical Fertilizer Design,2014,52(6):46-49.
- [16] 苏 源,院建森.气化车间激冷水/洗涤水运行与设计对比报告[R].银川:神华宁煤煤炭化学工业公司烯烃公司气化车间,2015:2-3.
- [17] 袁红年.气化项目部气化装置工艺技术规程[R].银川:神华宁煤煤制油公司,2015:37-40.
-
- (上接第 118 页)
- Yu Jianhong,Wang Shanwu. Pulverized coal fired industrial boiler and development prospect[J]. Industrial Boiler,2014(1):1-5.
- [2] 何心良.我国工业锅炉使用现状与节能减排对策探讨[J].工业锅炉,2010(3):1-8.
He Xinliang. The present situations of ib in use and strategy of energy-conservation and emission-reduction in China[J]. Industrial Boiler,2010(3):1-8.
- [3] 何海军,纪任山,王乃继.高效煤粉工业锅炉的研发与应用[J].煤炭科学技术,2009,37(11):1-4.
He haijun, Ji Renshan, Wang Naiji. Development and application of high efficient pulverized coal fired industrial boiler system[J]. Coal Science & Technology,2009,37(11):1-4.
- [4] 刘振宇.文氏管煤粉混合器的流体力学特性研究[D].北京:煤炭科学研究总院,2013.
- [5] 刘振宇,王乃继,纪任山.文氏管煤粉混合器的数值模拟[J].煤炭转化,2013,36(3):52-55.
Liu Zhenyu,Wang Naiji, Ji Renshan. Numerical simulation of venturi pulverized-coal mixer[J]. Coal Conversion,2013,36(3):52-55.
- [6] 韩崇刚,徐 尧,茹胜峰.煤粉工业锅炉燃烧器进展[J].化工装备,2013(5):16-22.
Han Chonggang,Xu Yao,Ru Shengfeng. Review of the burner in industrial pulverized coal boiler[J]. China Chemical Industry Equipment,2013(5):16-22.
- [7] 纪任山,王永英,李 婷.一种燃烧器的数值模拟研究[C]//第七届全国煤炭工业生产一线青年技术创新文集.北京:煤炭工业出版社,2012:599-610.
- [8] 李高亮.煤粉工业锅炉低 NO_x 技术数值模拟与实验研究[D].北京:煤炭科学研究总院,2015.
- [9] 梁 兴,王乃继.煤粉工业锅炉及其污染物联合控制现状[J].区域供热,2014(6):52-58.
Liang Xing,Wang Naiji. The Present Situation of industrial pulverized coal boiler and multiple pollutants control[J]. District Heating,2014(6):52-58.
- [10] 纪任山.合同能源管理在煤粉工业锅炉岛市场化中的应用[J].洁净煤技术,2014,20(4):94-97.
Ji Renshan. Energy performance contracting in marketization of industrial pulverized coal boiler[J]. Clean Coal Technology,2014,20(4):94-97.