

煤粉工业锅炉的运行特点与经济分析

何海军^{1 2 3} 李小炯^{1 2 3}

- (1. 煤炭科学研究总院 节能工程技术研究分院 北京 100013;
2. 煤炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室 北京 100013;
3. 国家能源煤炭高效利用与节能减排技术装备重点实验室 北京 100013)

摘要:为了更好地利用煤粉工业锅炉,使其更加适应市场需求,从运行特点和经济效益两方面与传统链条锅炉进行了对比。从工艺设计、本体结构、系统布置以及生产管理等方面,对煤粉工业锅炉的运行特点进行说明。经济性分析方面,以某企业锅炉为例,分析了煤粉工业锅炉的燃料和运行成本。结果表明:煤粉工业锅炉经济性和市场适应能力均较强,有较强的竞争力,这为煤粉工业锅炉的市场推广提供了参考。

关键词:煤粉工业锅炉;链条锅炉;运行特点;经济性

中图分类号:TK229.6;TD849

文献标识码:A

文章编号:1006-6772(2013)04-0077-04

Operation characteristics and economic benefits analysis of pulverized coal industrial boiler

HE Haijun^{1 2 3}, LI Xiaojiong^{1 2 3}

- (1. Energy Conservation and Engineering Technology Research Institute, China Coal Research Institute, Beijing 100013, China;
2. State Key Laboratory of Coal Mining and Clean Utilization (China Coal Research Institute), Beijing 100013, China;
3. National Energy Technology & Equipment Laboratory of Coal Utilization and Emission Control (China Coal Research Institute), Beijing 100013, China)

Abstract: To better use pulverized coal industrial boiler and make it more adaptable to the market demands, compare it with chain-grate stocker from the aspects of operation characteristics and economic benefits. Gave a detailed introduction to its operation characteristics on the basis of process design, mechanical structure, system arrangement and production control. Taking an enterprise's pulverized coal industrial boiler as research object, analyse its fuel and operation cost. The results show that the pulverized coal industrial boiler has stronger adaptability and competitiveness, which provide reference for its market expansion.

Key words: pulverized coal industrial boiler; chain-grate stocker; operation characteristics; economic benefits

煤粉工业锅炉具有高效节能、环保排放、启停快速、操控简单、清洁生产、经济效益高等优点^[1-3]。在国内经过10余年的技术研发与市场推广,已在行

业内取得较大影响,并快速在市场上得到应用与认可。为了与传统链条锅炉对比,充分发挥其技术优越性与市场适应性,本文就煤粉工业锅炉的运行特

收稿日期:2013-04-16 责任编辑:宫在芹

作者简介:何海军(1979—)男,河南新乡人,硕士,工程师,从事煤炭燃烧与煤粉工业锅炉技术开发工作。E-mail: bricc_hhj@yahoo.com.cn。

引用格式:何海军,李小炯.煤粉工业锅炉的运行特点与经济分析[J].洁净煤技术,2013,19(4):77-80.

点与经济效益进行分析。

1 工艺流程

图1为煤粉工业锅炉系统工艺流程。来自煤粉加工厂的密闭罐车将煤粉注入煤粉塔,塔内煤粉按需进入中间计量仓后由供料器及风粉混合管道送

入燃烧器。煤粉在锅炉炉膛燃烧产生的高温烟气完成辐射和对流换热后进入布袋除尘器。经过处理后,布袋除尘器排出的洁净烟气经引风机排入大气,除尘器收集的粉煤灰经气力输送入密闭灰塔集中处理和利用。锅炉系统的运行由点火程序控制器和上位计算机监控系统共同控制完成。

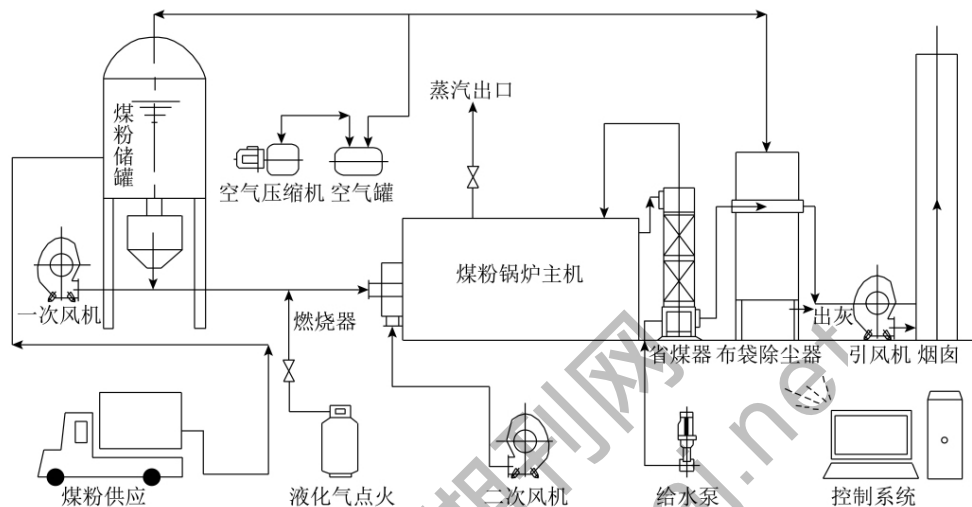


图1 煤粉工业锅炉系统工艺流程

2 运行特点

2.1 高效节能

与传统链条工业锅炉相比,煤粉工业锅炉节能效果显著,主要体现在节煤和节电两方面。节煤方面:对比实际运行结果,煤粉工业锅炉热效率一般可达88%以上,理想工况可达92%^[4],而传统链条炉排锅炉实际运行效率一般为60%~65%,煤粉工业锅炉可节煤30%左右^[5-6];节电方面:煤粉工业锅炉炉膛采用室燃结构,系统漏风系数小,空气过剩系数低,引风机负荷小。同时,煤粉工业锅炉系统为功率较大的风机、水泵等设备配备了变频器,通过变频调速节电效果更明显,与传统链条锅炉相比,煤粉工业锅炉节电能力一般在15%以上。

2.2 燃料稳定

锅炉设计使用燃料通常针对某种或某范围煤种。煤质不适应,导致运行效率下降,锅炉故障频发,甚至不能正常生产等^[7]。当前原煤散烧锅炉忽视设计煤种,使用燃料煤质偏离现象极为普遍。锅炉用户由于用量小、分散度大等特点对燃料煤种的重视和控制程度不足。煤粉工业锅炉通常采用“集中制粉+分散用户”模式,燃料煤粉在煤粉加工厂集中生

产,分散配送至一定区域内的锅炉房,该模式有利于原煤煤质的控制,消除了煤质变化对锅炉效率的影响,从源头上保障了锅炉运行效果,降低了设备故障率,提高了生产稳定性。

磨制煤粉的原煤可选用粉煤,较链条锅炉使用的级配粒煤单价低,市场供应量大,效益更好。煤粉储存、运输为全密闭系统,客观上不能散存放置,除作为煤粉锅炉的燃料外,难为他用,杜绝了锅炉房燃料煤丢失、调换等现象的发生。

2.3 操控便捷

煤粉工业锅炉测控水平高,全系统电控测点布置、中控室集中监控,工人劳动强度大幅度降低,可以实现无人值守,最大程度降低人为因素对锅炉运行的影响。

锅炉房运行数据可实现远传,多锅炉房可实现集中控制。锅炉房不再配置司炉工,而是在多锅炉房集中控制室设置监控人员,众多锅炉房设置公共巡检与故障抢修人员等,锅炉房人员配置大幅度减少。

由于实现煤粉、煤灰密闭储存,系统负压运行,实现前不见煤、后不见灰,整座锅炉房洁净如天然气锅炉房,为工人提供良好的工作环境。

煤粉工业锅炉启炉迅速。通常情况下,冷炉状

态 3 min 实现启动, 单次点火耗油不超过 5 L, 点火成本低且负荷提升快, 约 15 min 即可进入满负荷运行状态, 极大地满足了生产用户需求。煤粉工业锅炉停炉简单, 切断煤粉供给即可实现停炉, 同时可保障运行安全。

2.4 故障率低

链条炉排锅炉输煤设备、转动炉排、辐射炉拱等故障率高^[8-10], 维修量及维修成本大; 煤粉工业锅炉燃烧方式为室燃, 锅炉结构稳定, 故障率低、维修成本低。通常情况下, 煤粉工业锅炉只需做好空压机、布袋除尘器、测控传感器的维护保养工作即可保障锅炉的稳定、连续、高效运行。

2.5 洁净排放

煤粉工业锅炉效率高, 节煤率达到 30% 以上, 节煤即减少了污染物的排放。系统配置高效布袋

除尘器, 烟尘排放小于 20 mg/m^3 ; 配置灰钙循环脱硫装置, 脱硫效率可达 90%。通过气力仓泵-灰塔系统, 密闭输送、集中储存粉煤灰。粉煤灰活性高, 是良好的建筑材料。

3 经济性分析

3.1 燃料单价

煤粉工业锅炉的运行经济性是决定其是否具备大面积市场推广的关键因素之一。煤粉工业锅炉因单体规模小, 通常情况下燃料来源于集中制粉厂。当前市场应用常规模式为集中制粉, 区域内(约 100 km 范围内) 罐车送粉至各锅炉房用户。

以北方某城市的大型企业为例, 23027.4 ~ 25120.8 kJ/kg 高挥发分烟煤到集中储煤场价格为 800 元/t。表 1 为煤粉加工成本。

表 1 煤粉加工成本

项目	折算量	单价	费用/(元·t ⁻¹)	备注
原煤	800.0 元/t	—	800.0	—
烘干损耗	70 kg/t	—	—	原煤水分 12% 烘干后水分 5%, 1 t 原煤剩余质量 0.926 t。
烘干煤耗	14 kg/t	911 元/t	12.8	1:70 烘干比, 燃用煤粉提供烘干热源
人工成本	180 万元/a	30 人、5000 元/月	2.8	年产煤粉 63.7 万 t
设备损耗维护	—	—	2.0	经验数据统计
电耗	27 kWh/t	0.8 元/kWh	21.6	主机采用立磨机
设备折旧	500 万元/a	—	7.9	130 t/h 制粉厂全投资约 5000 万元(不包含征地费用)
0.926 t 煤粉价格	—	—	847.1	—
吨煤粉价格	—	—	914.8	—

注: 规模 130 t/h 制粉厂, 年生产时间 7000 h, 70% 负荷出力, 年生产煤粉 63.7 万 t

该企业集中储煤场(制粉厂)到锅炉房平均距离为 60 km。

若使用煤粉锅炉, 则燃料煤粉到锅炉房价格为 1029.7 元/t(制粉厂利润 6%; 煤粉采用密闭罐车输送, 费用 1.0 元/(t·km) 计取)。另外, 制粉原煤发热量 24283.44 kJ/kg, 由于烘干出 7% 的水分, 吨煤粉的发热量提升至 26108.88 kJ/kg。

若使用链条锅炉, 原煤配送到锅炉房价格为 836 元/t(运输费 0.6 元/(t·km))。

3.2 经济性对比

以该公司 1 台 20 t/h 锅炉为例, 对煤粉工业锅炉与链条锅炉的运行成本进行对比分析。锅炉运行按 7000 h, 85% 负荷出力, 年产蒸汽 11.9 万 t 计算。表 2 为 2 种锅炉运行成本对比。

由表 2 可以看出, 采用煤粉工业锅炉比链条锅

炉年节约运行成本 314.52 万元, 比链条锅炉设备多投资的 150 万元用半年节约的运行成本就可收回, 综合效益显著。

该企业现用链条锅炉设计与采用的燃料煤质到场价约为 3.81×10^{-5} 元/kJ, 采用煤粉工业锅炉所用低变质程度、高挥发分烟煤, 到场价约为 3.33×10^{-5} 元/kJ; 若采用更低变质程度褐煤, 该煤种适合作为煤粉工业锅炉燃料, 且供应渠道广泛、供应量充足, 到场价约为 2.38×10^{-5} 元/kJ。因此, 原链条锅炉年燃用原煤 20237 t, 年燃料费用 1878 万元, 较之采用煤粉工业锅炉使用的高挥发分烟煤, 为获得同样的燃料热值每年需要多支付 235 万元, 若采用褐煤, 则节约程度更大, 将高达 704 万元。因此更换煤粉工业锅炉及采用更为廉价的燃料可为用户带来双重可观的经济效益。

表2 2种锅炉运行成本对比

项目	项目	煤粉锅炉	链条锅炉	备注
燃料成本	运行热效率/%	88	65	-
	燃料低位发热量/(kJ·kg ⁻¹)	26108	24283	-
	蒸汽热焓/(MJ·t ⁻¹)	2777.24	2777.24	表压 1.0 MP 饱和蒸汽
	给水热焓/(MJ·t ⁻¹)	84.48	84.48	给水温度 20 ℃
	蒸汽焓值-给水焓值/(MJ·t ⁻¹)	2692.76	2692.76	-
	燃料单价/(元·t ⁻¹)	1029.7	836	-
	吨蒸汽燃料消耗量/kg	116.83	170.06	-
	吨蒸汽燃料成本/元	120.30	142.17	-
耗电成本	吨蒸汽耗电量/kWh	12.60	15.30 ^[11]	-
	吨蒸汽电成本/元	10.08	12.24	0.80 元/kWh
耗水成本	吨蒸汽耗水量/t	1.2	1.2	-
	吨蒸汽水成本/元	3.84	3.84	水价 3.2 元/t
人工成本	人工标配数/个	12	20	5 万元/a 四班三倒
	吨蒸汽人工成本/元	5.04	8.40	-
	维修成本/元	0.80	1.10 ^[11]	-
设备折旧	年折旧费用/万元	60.00	45.00	煤粉炉全套投资约 600 万元,链条炉约 450 万元,按 10 a 折旧计
	吨蒸汽折旧费用/元	5.04	3.78	-
	吨蒸汽生产总成本/(元·t ⁻¹)	145.10	171.53	-
	年生产费用/万元	1726.69	2041.21	节省费用 314.52 万元

4 结 语

现有燃煤工业锅炉年消耗煤炭量巨大,接近 5 亿 t,而工业锅炉运行效率整体较低,平均为 50%~60%,与国外差距近 20%,节能潜力巨大^[12-14]。另外,工业锅炉系统污染严重,自动化程度低^[15],运行安全系数低等状况也亟待提高。煤粉工业锅炉系统经过 10 余年的开发、示范与商业推广,已经成熟,该系统技术先进、测控水平高、节能效果显著、环保排放低、日常系统管控与检修维护简便,通过与常规链条锅炉对比,其经济性也十分显著,市场适应能力强,具有较强的竞争力。当然,锅炉用户在进行具体决策时还需结合自身实际情况,例如燃料的可获得性、用热的均衡性与持续性以及企业的管理能力等进行综合权衡,以取得预期的效果。

参考文献:

- [1] 何凯. 新型高效煤粉工业锅炉系统简介[J]. 山西科技 2011, 26(6): 113-114.
- [2] 全胜录, 王晓雷, 霍卫东. 新型工业煤粉锅炉关键技术及节能效果分析[J]. 神华科技 2009, 7(3): 77-79.
- [3] 何海军, 纪任山, 王乃继. 高效煤粉工业锅炉系统的研发与应用[J]. 煤炭科学技术 2009, 37(11): 1-4.
- [4] 范玮. 煤粉工业锅炉产业发展现状及投资分析[J]. 洁净煤技术 2012, 18(4): 4-6, 12.
- [5] 严祯荣, 罗晓明, 时贵玉, 等. 燃煤粉工业锅炉的发展前景及节能减排技术创新[J]. 节能技术 2010, 28(1): 65-69, 71.
- [6] 方捷, 杜伯奇, 王德山, 等. 高效煤粉锅炉的推广与应用[J]. 现代制造技术与装备 2008(6): 55-56.
- [7] 李建波. 链条锅炉的运行管理与节能[J]. 山西冶金, 2002(1): 45-47.
- [8] 黄生琪, 周菊花. 链条炉及其设备常见故障的处理和预防[J]. 江西能源 2003(3): 18-22.
- [9] 范惠栋. 浅析链条锅炉常见故障及解决措施[J]. 工业技术 2011(34): 88.
- [10] 黄生琪, 周菊花. 链条炉常见故障的处理和预防[J]. 化工机械 2010, 37(3): 395-398.
- [11] 刘德想. 几种小型工业锅炉的技术经济分析[J]. 工业锅炉 2012(2): 40-44.
- [12] 赵忠敏, 张燃. 燃煤链条锅炉高效燃烧新技术的应用[J]. 中国煤炭地质 2009, 21(S1): 121-124, 133.
- [13] 解长旺. 中小型水煤浆锅炉综合效益分析[J]. 节能环保 2006(4): 53-54.
- [14] 纪任山, 王乃继, 肖翠微, 等. 高效煤粉工业锅炉技术现状及应用[J]. 洁净煤技术 2009, 15(5): 52-55.
- [15] 余洁. 中国燃煤工业锅炉现状[J]. 洁净煤技术, 2012, 18(3): 89-91, 113.