

# 中国燃煤工业锅炉现状

余洁<sup>1,2</sup>

(1. 煤炭科学研究总院 北京煤化工研究分院,北京 100013;

2. 煤炭资源高效开采与洁净利用国家重点实验室(煤炭科学研究总院) 北京 100013)

**摘要:**介绍了中国工业锅炉现状,锅炉平均容量逐年增加,燃煤锅炉的容量和台数占工业锅炉总容量、总台数的65%左右。对近年来锅炉产品进行了统计分析,结合国家节能减排工作的实施,对在用燃煤工业锅炉存在的问题进行分析。结果表明:锅炉总体技术水平落后,单机容量小;除尘与脱硫技术水平低,燃煤锅炉污染物排放高;自动控制水平低;锅炉用煤质量不稳定,不能满足锅炉设计要求;锅炉节能工作监督和管理体系不完善。提出在城市中心区采用燃油、燃气锅炉或电加热锅炉,推广新型高效煤粉锅炉,对燃煤工业锅炉节能减排改造给以投融资扶持等措施,以提高燃煤工业锅炉效率,减少污染物排放。

**关键词:**工业锅炉;燃煤;优质煤;减排;排污费;投融资

中图分类号:TK229.6

文献标识码:B

文章编号:1006-6772(2012)03-0089-03

## Status and transformation measures of industrial coal-fired boiler in China

YU Jie<sup>1,2</sup>

(1. Beijing Research Institute of Coal Chemistry, China Coal Research Institute Beijing 100013, China;

2. State Key Laboratory of High Efficient Mining and Clean Utilization of Coal Resources

(China Coal Research Institute) Beijing 100013, China)

**Abstract:** The average boiler capacity has been increasing year by year in China, especially the coal-fired boiler, whose capacity and quantity have accounted for around 65 percent of the total capacity and quantity. Based on the national standards of energy saving and emission reduction, analyzed the problems of boiler, especially the coal-fired boilers. The results show that the overall boiler technology is backward, single-boiler capacity is lower and the dust extraction and desulfuration technology is unadvanced. The coal-fired boilers discharge large amounts of pollutant and the automatic control system also can't work well. The quality of feed coal is so instable that it can't meet the demand of boiler designment. The supervision and management systems for boiler energy saving are faulty. In order to resolve those problems, put forward some methods, which are as followed. Encourage the use of oil-fired, gas-fired or electrically heated boiler in urban centers. Extend new types of high efficient pulverized coal boiler. Transform current energy saving and emission reduction technology with venture capital, which would improve the efficiency of industrial coal-fired boiler and reduce pollutant emission.

**Key words:** industrial boiler; coal-fired; high-quality coal; emission reduction; emission charge; venture capital

表1 在用工业锅炉统计

### 1 工业锅炉基本情况

工业锅炉是重要的热能动力设备,在国民经济发展、居民生活中起着不可或缺的作用,同时工业锅炉在使用过程中对环境造成的污染也日趋严重。据统计,截止2009年底,中国在用锅炉59.52万台,其中工业锅炉58.48万台,占锅炉总台数的98.25%,工业锅炉总量呈逐年上升的态势,统计数据见表1<sup>[1-5]</sup>。

年份	在用锅炉总数量/ 万台	工业锅炉数量/ 万台	工业锅炉占总量 百分比/%
2005	55.38	54.60	98.59
2006	54.31	53.35	98.23
2007	53.41	52.44	98.18
2008	57.82	56.88	98.37
2009	59.52	58.48	98.25

收稿日期:2012-03-27 责任编辑:孙淑君

作者简介:余洁(1960—),女,四川青神人,高级工程师,从事洁净煤技术、环境影响评价、节能评估等方面的工作。

引用格式:余洁.中国燃煤工业锅炉现状[J].洁净煤技术,2012,18(3):89-91,113.

中国每年锅炉用煤约 21.5 亿 t, 电站锅炉用煤约 15 亿 t<sup>[6]</sup>, 工业锅炉用煤约 6.5 亿 t。电站锅炉的特点是单台锅炉容量大, 锅炉台数占总台数比例小于 1% 经过多年研发, 电站锅炉的污染控制技术成熟, 污染控制较易实现。

工业锅炉量大面广, 单台锅炉容量较小, 安装污染控制系统的经济投入相对较高, 目前真正安装、运行污染物减排系统的锅炉很少, 因此需加强燃煤工业锅炉节能减排技术的推广应用。

## 2 工业锅炉生产情况

### 2.1 锅炉平均容量逐年增加

通过对部分锅炉生产企业的调查数据来看, 近年来, 企业所生产的锅炉台数变化不大, 但总容量增幅较大, 平均单台锅炉容量逐年增加。

近年来随着城市集中供热规模的扩大及环保政策的实施, 工业锅炉平均容量还将继续提高, 小容量燃煤工业锅炉数量将会退出城市市场, 但在城镇和农村将继续使用。从市场需求来看, 不大于 20 t/h 的中小型燃煤工业锅炉仍将是主流产品, 约占总台数的 94%。表 2 为部分锅炉企业工业锅炉生产情况<sup>[7]</sup>, 不同容量锅炉产品数据(台数、蒸吨数)统计见表 3、表 4<sup>[7]</sup>。

表 2 部分锅炉企业工业锅炉生产情况

年份	数量/台	容量/(万 t·h <sup>-1</sup> )	平均容量/(t·h <sup>-1</sup> )
2005	10152	5.59	5.51
2006	14159	8.49	6.00
2007	15285	10.16	6.65
2008	10331	8.82	8.54
2009	14540	10.49	7.21
2010	15592	13.49	8.65

表 3 不同容量锅炉产量(台数)及占总量比例

年份	锅炉总数量/台	≤20 t/h		20~35 t/h		>35 t/h	
		数量/台	占总量百分比/%	数量/台	占总量百分比/%	数量/台	占总量百分比/%
2009	14540	13667	94.00	416	2.86	457	3.14
2010	15592	14643	93.91	403	2.59	546	3.50

表 4 不同容量锅炉产量(蒸吨)及占总量比例

年份	锅炉总蒸吨数/(t·h <sup>-1</sup> )	≤20 t/h		20~35 t/h		>35 t/h	
		蒸吨数/(t·h <sup>-1</sup> )	占总蒸吨数百分比/%	蒸吨数/(t·h <sup>-1</sup> )	占总蒸吨数百分比/%	蒸吨数/(t·h <sup>-1</sup> )	占总蒸吨数百分比/%
2009	104909	60880	58.03	11640	11.10	32389	30.87
2010	134862	82974	61.53	11196	8.30	40693	30.17

### 2.2 燃煤锅炉分析

据统计, 目前在用锅炉中燃煤锅炉约占总容

量、总台数的 80% 以上。锅炉产品中, 燃煤锅炉占总容量、总台数的 65% 左右, 统计数据见表 5<sup>[7]</sup>。

表 5 工业锅炉产品和燃煤锅炉数据统计

年份	工业锅炉		燃煤锅炉			
	数量/台	蒸吨数/(t·h <sup>-1</sup> )	数量/台	占工业锅炉台数百分比/%	蒸吨数/(t·h <sup>-1</sup> )	占工业锅炉蒸吨数百分比/%
2006	15872	108967	10916	68.78	90486	83.04
2007	15285	101612	10531	68.90	65894	64.85
2008	10331	88228	6407	62.02	58909	66.77
2009	14540	104909	8790	60.45	61560	58.68
2010	15592	134862	8846	56.74	88558	65.66

注: 不计余热锅炉。

燃煤锅炉所用的燃料基本以烟煤为主, 在烟煤中又以 II 类烟煤(A II) 居多。在城市中心区以及对环境要求严格的地区, 所用锅炉基本采用燃油、燃气锅炉或电加热锅炉。

锅炉产品中, 燃用烟煤锅炉的生产量占总产量(台数)和总蒸吨数的 50%~60%; 燃用无烟煤锅炉

的生产量占总产量、总蒸吨数的 1% 左右; 燃用劣质煤、褐煤、贫煤的锅炉数量很少, 主要为循环流化床锅炉。

## 3 燃煤工业锅炉存在的问题

自 20 世纪七八十年代以来, 国内曾先后通过自

主开发和国际合作,开展过许多燃煤工业锅炉的技术提高工作,组织过不少燃煤技术的攻关研究。近几年国内燃煤工业锅炉技术已得到发展和进步,已成功开发出小型煤粉燃烧技术系统,回燃式抛煤机锅炉及关键技术,链条锅炉分层给料和变负荷控制技术,全程优化配风及运行自动诊断控制技术,燃煤工业锅炉烟气除尘、脱硫一体化技术等。大力发展了集中供热和区域供热技术,提高了工业锅炉的燃烧效率,同时减少了污染物排放。

但总体来看,目前中国燃煤工业锅炉的运行状况仍低于国外同类产品的水平,锅炉房整体系统的效率较低,小型燃煤设备污染物排放超标严重,燃煤工业锅炉的节能减排工作任重道远。

### 3.1 锅炉总体技术水平落后,单机容量小

燃煤工业锅炉数量多,尽管平均容量逐年上升,但单机容量仍然较小。容量 $\leq 35$  t/h的锅炉数量约占工业锅炉总台数的96%,其中容量 $\leq 10$  t/h的占80%。大多数锅炉为链条炉,总体工艺水平较差。

在燃煤工业锅炉中,层燃炉约占总容量的80%,不同容量的链条炉约占45%。由于高效、环保、节能的先进燃煤锅炉还没有得到推广应用,燃煤工业锅炉热效率较低,约62%左右,且自动化水平低、污染物排放超标。

目前锅炉存在的问题有:运行负荷较低、灰渣含碳量高、过量空气系数大、排烟温度高等。表6为燃用河北某矿区烟煤锅炉的热效率实测数据,从实测结果看,所测锅炉的平均热效率为57%,而2 t/h锅炉的平均热效率仅达到41%,远低于锅炉的设计热效率。

表6 燃用河北某矿区烟煤锅炉的热效率实测数据

项目	锅炉容量/(t·h <sup>-1</sup> )					合计
	2	4	6	10	20	
数量/台	6	138	47	57	8	256
平均灰渣含碳量/%	19.2	18.6	18.1	18.2	18.3	18.5
平均过剩空气系数 $\alpha$	5.54	5.54	3.79	5.28	3.15	4.66
平均排烟温度/℃	160	139	136	148	204	157
平均锅炉运行热效率/%	41	57	64	58	63	57

先进国家的燃煤工业锅炉运行热效率平均为80%~82%<sup>[8]</sup>,有些锅炉投运已20~30 a,其热效率仍然很高,如美国一台容量为24970 kg/h的蒸汽锅炉,投运已有23 a,其热效率仍达到82%。

3.2 除尘与脱硫技术低,燃煤锅炉污染物排放高  
工业锅炉以燃煤为主,年燃煤量约在6.5亿t

左右。多数燃煤工业锅炉的污染物排放控制技术水平低,所采用的除尘设施效率不到70%,烟尘排放超标。由于脱硫设备的投资和运行成本较高,目前工业锅炉基本没有配套脱硫装置,特别是小型锅炉SO<sub>2</sub>排放普遍超标。现有湿式除尘脱硫一体化装置实际脱硫效率一般为30%~60%,投资和脱硫成本都较高,用户不愿使用,环保部门很难监督。

近几年,政府大力推行燃煤优质化工作,强调使用低硫煤,这方面有了一定的改善,但从整体上来讲,SO<sub>2</sub>排放超标仍然是锅炉排放污染的一个重要问题。

### 3.3 自动控制水平低

许多锅炉缺少必要的仪器仪表配置,如炉膛温度显示仪表、排烟温度计、氧量计、流量计(含水和蒸汽)以及煤的计量等监测仪表。由于普遍未设热电偶温度计对炉膛温度进行检测,司炉工或管理人员无法确定在实际负荷状态下炉膛温度应控制的范围,鼓、引风量与燃料供应量如何配比;更无法确定在负荷变动情况下,炉膛温度的变化,鼓、引风量与燃料应做怎样的相应调整。造成运行管理不善,操作不当,排烟温度高,炉渣含碳量高、炉膛空气过剩系数偏大等不良状况,锅炉效率明显下降,煤耗量增加。

### 3.4 用煤质量不稳定

中国锅炉用煤品种多变、质量不稳定,且以散煤和原煤为主。一直没有像欧美国家那样,采用链条锅炉专用煤。中国燃煤工业锅炉以层燃锅炉为主,煤炭灰分和硫分普遍较高,煤的发热量与挥发分波动大,细末煤含量高,无法满足层燃锅炉设计要求(如要求粒度小于6 mm的细末煤含量不大于30%等),既降低锅炉热效率,也增加了锅炉的污染物排放。

### 3.5 锅炉节能工作监督和管理体系不完善

目前中国燃煤工业锅炉的安全、环保和节能监督严重分离。技术监督局负责安全监督,每年年检,工作较规范;环保部门负责污染物排放控制的监督与管理,按年抽查,全面规范管理难度大;一直没有建立完善的国家和地方节能管理体系和能源执法监督体系,各地节能中心只负责能效检测和技术服务,无人负责节能执法。缺乏完善的、与市场经济发展相适应的国家和地方节能政策及相关标准,已有的标准多属指导性的,未与设计规范、设备制造和实际应用相联系,实施效果差。导致技术落后,

(下转第113页)

(4) 限位控制开关调整到正确位置后锁定。

### 3.2 安装要点

(1) 阀门与所连接烟道组合后,在进行吊装时的捆绑不得使阀杆承受外力,避免阀杆及执行机构受力而变形,从而影响阀叶的转动和密封性。

(2) 在烟道安装过程中,随时清理烟道内的杂物,确保烟道安装结束后内部无杂物,消除运行中对阀门造成的安全隐患。

(3) 当阀门在烟道安装后,先外观检查阀叶与阀体的转动间隙,后进行手动调节,检查阀叶转动情况,全过程应无异常。

### 3.3 调试要点

(1) 在烟气进入余热锅炉前,接通电源和自动控制回路,进行电动执行机构带动阀叶转动,动作信号正常,阀叶转动正常,全开和全闭动作正常,反馈信号能正确传递实时工况。

(2) SP 或 PH 锅炉、AQC 锅炉应先分别调试后,同时稳定运行,适时进行锅炉的烘炉、煮炉、吹管、发电调试等。

(3) 在水泥生产线正常运转的条件下,首先打开余热锅炉出口电动阀门的 50%,观察生产线有无异常。若无异常,逐步将出口电动阀门开至 100%,并随时观察生产线的运行情况。

(4) 以 10%~20% 阀叶开启量的速率逐步开启余热锅炉及进口电动阀门,同时观察锅炉入口烟气

温度,每增加电动调节门阀门的开启量,应稳定运行 30 min 左右,随时观察水泥生产线运转情况。

(5) 当余热锅炉进口电动调节阀门全开至 100%,水泥生产线运行正常。在调试过程中,可适当调节旁通电动调节门(尤其是 AQC 余热锅炉),待旁通电动调节阀门全关闭后,锅炉带满负荷工作,水泥生产线运行应正常。

(6) 在余热锅炉烘炉、煮炉及汽轮发电机组发电等调试过程中,自动控制系统投入,随机调整监控各电动调节门受热膨胀后的动作状况,动作应灵敏可靠。

(7) 通过调试各电动调节门的开启量,保证余热锅炉入口风温在 30 min 内由 300 ℃ 变化到 450 ℃ 左右。而汽轮机入口主蒸汽温度波动范围应控制在 35 ℃ 以内。

(8) 通过与水泥生产线高温风机、窑尾及窑头风机等的配合调试,使之达到最佳平衡运行状态。

## 4 结 语

通过分析电动调节门的作用、工作原理,把握安装调试要点,在河南省安装集团有限责任公司近年来承建的中信集团、中材节能、大连世达、海螺川崎等 60 多个水泥余热发电的施工项目中,逐步积累了成熟的安装经验,取得了良好的经济效益和社会效益。

(上接第 91 页)

高能耗、高污染的锅炉不断进入市场,严重影响高技术锅炉产品的推广与应用。

## 4 结 论

(1) 工业锅炉的效率随容量的增加而提高,因此要限制小容量锅炉的生产和使用,提倡集中供热。

(2) 燃煤工业锅炉污染物减排可以采取清洁燃料替代、燃用优质煤(洗选加工煤、配煤)、采用烟气脱硫与除尘技术、选用新型高效煤粉锅炉、旧锅炉的技术改造等手段实现。

(3) 从政策上应给予相应的支撑,如健全激励政策,对燃煤工业锅炉节能减排技术改造给以投融资扶持;加强对锅炉效率和污染物排放的监督和控制在;提高排污费征收标准、加大超标排放处罚力度;制定和完善相关的工业锅炉标准;推广先进的工业锅炉技术等。

### 参考文献:

- [1] 郭奎建. 2005 年特种设备统计分析[J]. 中国特种设备安全, 2006, 22(5): 34-37.
- [2] 郭奎建. 2006 年特种设备统计分析[J]. 中国特种设备安全, 2007, 23(5): 31-33.
- [3] 郭奎建. 2007 年特种设备统计分析[J]. 中国特种设备安全, 2008, 24(5): 33-35.
- [4] 郭奎建. 2008 年特种设备统计分析[J]. 中国特种设备安全, 2009, 25(5): 42-46.
- [5] 郭奎建. 2009 年特种设备统计分析[J]. 中国特种设备安全, 2010, 26(5): 69-74.
- [6] 国家统计局能源统计司. 中国能源统计年鉴 2011 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2011.
- [7] 吴立新, 陈贵锋, 余洁, 等. 工业锅炉高效燃烧与污染控制技术的跟踪研究[R]. 北京: 煤炭科学研究总院北京煤化工研究分院, 2010.
- [8] 吴立新, 余洁. 燃煤工业锅炉技术[J]. 洁净煤技术, 2009, 12(6): 53-56.