

DOI:10.3969/j.issn.1674-1951.2019.06.008

正平衡供电煤耗升高原因分析及煤耗修正计算

Cause analysis and correction calculation on the positive balance coal consumption for electricity supply

苏攀, 沈阳, 于鹏峰, 韩静
SU Pan, SHEN Yang, YU Pengfeng, HAN Jing

(华电电力科学研究院有限公司, 杭州 310030)
(Huadian Electric Power Research Institute Company Limited, Hangzhou 310030, China)

摘要:对某燃煤电厂正平衡供电煤耗统计值同比异常升高的问题进行原因分析和修正计算。研究主要通过查验日耗煤量、日发电量、机组指标统计表等相关历史数据,基于机组能耗小指标数据对供电煤耗影响进行耗差分析。同时对机组月均供电煤耗进行采样、化验、计量及统计过程进行修正,得到了供电煤耗修正值的区间。对相近工况的2台机组月均能耗小指标同期数据进行耗差分析得出,炉侧影响供电煤耗约 $6.26\text{ g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$,机侧影响供电煤耗约 $1.83\text{ g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$;采样、化验、计量及统计过程影响供电煤耗约 $4.10\sim 4.80\text{ g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ 。正平衡月均供电煤耗同比异常升高的原因为炉侧及机侧小指标耗差、入炉煤热值计量及统计过程中的误差。对入炉煤采制化设备存在的问题提出了相关建议,确保入炉煤采制化的精度。

关键词:供电煤耗;煤耗修正;入炉煤采制化;小指标数据;正平衡

中图分类号:TK 267 **文献标志码:**A **文章编号:**1674-1951(2019)06-0038-04

Abstract:In view of the abnormal increase of the coal consumption for electricity supply in a coal-fired power plant, the causes and modification calculation for coal consumption are analyzed. Based on the historical data such as daily coal consumption, daily electric energy production, statistical tables of the unit and small index data of energy consumption of the unit, influence on power supply coal consumption is analyzed. At the same time, sampling, assay, measurement and statistical process correction are made for the monthly average coal consumption for power supply, and the interval range of the coal consumption correction is obtained. Comparing the monthly average energy consumption small index of 2 units with similar working condition for the same period, influence on coal consumption brought by furnace and machine side are $6.26\text{ g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ and $1.83\text{ g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$ roughly, and influence on coal consumption brought by sampling, testing, measurement and statistics is $4.10\sim 4.80\text{ g}/(\text{kW}\cdot\text{h})$. The reason for the abnormal increase of positive balance monthly average coal consumption for power supply is due to the small index data on machine side, errors in the calorific value measurement and statistical process of coal as fire. Related suggestions for the existing problems in the coal as fire are put forward, which ensures the accuracy of the coal sampling, sample preparing and testing.

Keywords:coal consumption for power supply; correction calculation of the coal consumption; sampling, sample preparing and testing of the coal as fire; small index data; positive balance

0 引言

燃煤电厂节能技术监督工作重点是保证机组的经济运行,供电煤耗作为一个重要的综合经济指标,直接反映了电厂的能耗水平。各电厂重视供电煤耗数据变化,并以此作为各部门生产考核的依据。在经济分析活动中,电厂可根据供电煤耗及能耗小指

标的变化分析机组设备及运行方面的问题,从而更好地提高电厂节能管理水平。燃煤电厂通常依据《火力发电厂技术经济指标计算方法》采用正平衡方法计算供电煤耗^[1],根据入炉煤煤量、发热量及供电量等数据计算得到日均、月均及年均供电煤耗,分析供电煤耗环比及同比变化趋势。

针对某电厂 $2\times 300\text{ MW}$ 机组正平衡月均供电煤耗升高的问题,查验入炉煤煤质化验报告、灰渣可燃物、掺配方案、日耗煤量、日发电量、机组指标统计表等相关历史数据,结合现场对供电煤耗同比异常

升高的原因进行分析及煤耗修正计算,提出了相关建议。

1 设备简介

该电厂 #1, #2 机组配置上海锅炉厂设计、制造的 SG-1113/17.50-M887 型亚临界、一次中间再热、控制循环汽包炉;锅炉采用全摆动直流式燃烧器,四角布置、切圆燃烧;采用冷一次风正压直吹式制粉系统,配 3 台 MGS4060 双进双出钢球磨煤机;配置上海汽轮机厂设计、制造的 330 MW、亚临界、一次中间再热、高/中压缸分缸、单轴、三缸两排汽、双抽可调整抽汽冲动凝汽式汽轮机。

2 问题概述

该电厂 2018 年 4 月和 5 月,全厂月均供电煤耗统计数据同比升高了 12.51 g/(kW·h) 和 16.85 g/(kW·h)。2018 年 4—5 月, #2 机组连续运行,而 #1 机组启停机各 2 次,且停机时间较长,对机组供电煤影响较大。2017 年 4—5 月, #1 机组连续运行, #2 机组停运,且 2017 年 4 月入炉煤采样机进行了技术改革,部分时间段在煤仓落煤口使用人工采样,采样缺乏代表性。现选择 2018 年 5 月 #2 机组供电煤耗与 2017 年 5 月 #1 机组供电煤耗的统计值进行比较。

2018 年 5 月 #2 机组月均供电煤耗为 349.31 g/(kW·h),2017 年 5 月 #1 机组月均供电煤耗为 335.41 g/(kW·h),同比升高了 13.90 g/(kW·h),而这 2 个月的燃用煤煤质化验数据无明显偏差,因此可排除煤质变化对 2 台机组供电煤耗差异的影响^[2]。现对 2 台 300 MW 机组正平衡供电煤耗统计值的异常升高进行原因分析及煤耗修正计算。

3 耗差对比分析

3.1 锅炉侧指标分析

#2 机组与 #1 机组的月均能耗小指标同期数据见表 1。由表 1 可知,小指标影响供电煤耗合计约 6.26 g/(kW·h),其中主要原因为发电厂用电率和飞灰可燃物含量的增加^[3-4]。

3.2 汽机侧指标分析

两时间段内机组供热比接近, #2 与 #1 机组汽机侧数据见表 2。对 #2 机组与 #1 机组汽机侧月均能耗小指标进行同期数据耗差分析^[5],在 2 台机组负荷基本相同且循环水运行方式完全一致的情况下, #2 机组排汽压力比 #1 机组高 0.21 kPa,增加供电煤耗约 0.63 g/(kW·h)。利用现场测点计算 2 台机组缸效率, #1 高压缸效率比 #2 机高压缸效率高 5.87%,中压缸效率比 #2 机偏低 2.47%,整体考虑高/中压缸效率对煤耗的影响, #2 机比 #1 机煤耗将高出大约 1.20 g/(kW·h)。2 台机组汽机侧其他因素相差不大,影响供电煤耗约 1.83 g/(kW·h),其中主要原因为高/中压缸效率增加所致。

4 煤耗偏差分析

为使供电煤耗统计数据更接近真值,对 2018 年 5 月 #2 机组供电煤耗进行采样修正、化验修正、计量修正及统计过程修正后,得到供电煤耗修正值的区间范围。

4.1 入炉煤采样装置改造

入炉煤采样装置异常会引发煤耗数据的异常波动^[6]。因此对入炉煤皮带中部采样机进行了技术改造,由锤式破碎机改为立式破碎机,解决了采样机长期堵煤的问题。由于技术改造前采样机堵煤频繁,需停机进行清煤处理,无法保证全周期采样,影

表 1 #2 机组与 #1 机组小指标耗差分析数据
Tab.1 Small index energy loss analysis of No.2 unit and No.1 unit

项目	负荷率/	发电厂用	氧量/	排烟温	飞灰可燃物	炉渣可燃物	再热减温水量/(t·h ⁻¹)		合计
	%	电率/%	%	度/℃	含量/%	含量/%	A 侧	B 侧	
#2 机组(2018-05)	55.31	6.50	3.84	122.61	5.64	7.84	1.79	1.58	
#1 机组(2017-05)	56.63	5.86	4.11	120.92	3.37	8.05	1.08	0.69	
影响供电煤耗/ [g·(kW·h) ⁻¹]	0.83	2.14	-0.03	0.30	2.95	-0.06	0.05	0.06	6.26

表 2 #2 机组与 #1 机组汽机侧数据
Tab.2 Machine-side data analysis of No.2 unit and No.1 unit

项目	机组负荷/MW	高压缸效率/%	中压缸效率/%	机组真空/kPa	合计
#2 机组(2018-05)	178.73	74.10	91.96	-91.06	
#1 机组(2017-05)	177.57	79.97	89.49	-91.27	
影响供电煤耗/[g·(kW·h) ⁻¹]	—		1.20	0.63	1.83

响采样代表性及入炉煤发热量准确性。

在燃煤机械化采制样装置性能试验中,使用入炉煤皮带中部采样机(乙侧)进行采样^[7]。机采样与参比样(人工对比样)干燥基灰分的差值为-0.34 百分点,结合煤种灰分变化与发热量的关系^[8],以及发热量变化与煤耗变化的关系可知,影响供电煤耗 1.50 ~ 1.70 g/(kW·h)。

入炉煤采样机缩分装置原为刮板式(如图 1 所示),易造成向两侧跑煤,不满足缩分装置全断面缩分要求,建议改为刮斗式。



图 1 入炉煤采样机缩分装置

Fig. 1 Divider of sampler for coal as fire

入炉煤采样机乙侧采样头切面离皮带间隙较大(如图 2 所示),无法取到皮带底部煤流的样本,不符合煤流全断面采样要求,建议采样机性能试验期间对其进行调整。



图 2 入炉煤采样机乙侧采样头

Fig. 2 Side B sample head of sampler for coal as fire

4.2 化验分析

改造后,量热仪用苯甲酸对煤样进行标定,查阅化验记录,2018 年 5 月共计标定 57 次,与标准值进行比较,正偏差达到 51 次,负偏差 6 次,无偏差 1 次。标定结果与标准值的变差虽在 ±50 J 的合格范围内^[9],但出现多次正偏差(正偏差均值达到 20.6 J),供电煤耗约高于真值 0.39 ~ 0.44 g/(kW·h)。

4.3 煤量计量分析

2018 年 5 月皮带秤校验偏差结果见表 3。3 次皮带秤校验结果平均偏差及最大偏差均为正值,皮带秤显示结果与链码或实物结果的最大相对偏差结果为 0.32%,皮带秤显示结果与链码或实物结果的平均相对偏差结果为 0.17%,影响供电煤耗约高于真值 0.51 ~ 0.96 g/(kW·h)。

表 3 2018 年 5 月皮带秤校验偏差结果

Tab. 3 Calibration deviation of the belt scale in May 2018			%
标定方式	最大相对偏差结果	平均相对偏差结果	
链码	0.32	0.12	
链码	0.40	0.16	
实物	0.25	0.25	
平均	0.32	0.17	

4.4 统计过程分析

日供电煤耗受煤仓煤位变化的影响,存在正常波动。2018 年 5 月, #2 机组供电煤耗统计值为 349.31 g/(kW·h),在统计月头和月尾的煤耗时,取前后两天供电煤耗的平均值进行计算,以此减少煤仓煤位变化对供电煤耗统计数据的影响,见表 4。重新计算后供电煤耗后数据由 349.31 g/(kW·h)降至 347.61 g/(kW·h),统计值降低了 1.70 g/(kW·h)。

表 4 跨月时间段供电煤耗均值

Tab. 4 Average coal consumption of power supply during the spanning period			g/(kW·h)
日期	供电煤耗	均值	
2018-04-30	326.80	357.62	
2018-05-01	388.43		
2018-05-31	347.61	325.43	
2018-06-01	303.24		

4.5 供电煤耗修正计算

为使供电煤耗统计数据更接近真值,对 2018 年 5 月 #2 机组供电煤耗的统计值(349.31 g/(kW·h))进行修正计算,修正计算结果见表 5,经采样修正、化验修正、计量修正及其他修正后,得到供电煤耗修正值的区间为 344.51 ~ 345.21 g/(kW·h)(机组负荷率为 55.31%,供热比为 4.41%)。

表 5 #2 机组供电煤耗修正计算结果
Tab.5 #2 unit coal consumption for power supply
correction calculation results

类别	g/(kW·h)	
	上限	下限
供电煤耗统计值	349.31	349.31
采样修正	-1.5	-1.7
化验修正	-0.39	-0.44
计量修正	-0.51	-0.96
其他修正	-1.70	-1.70
供电煤耗(修正值)	345.21	344.51

5 结论

(1) #2 机组月均能耗小指标与 #1 机组月均能耗小指标同期数据进行耗差分析得出,炉侧近似影响供电煤耗约 6.26 g/(kW·h),其中主要原因为发电厂用电率和飞灰可燃物含量增加所致;机侧影响供电煤耗约 1.83 g/(kW·h),其中主要原因为高/中压缸效率增加所致。

(2) 采样、化验、计量及统计过程影响供电煤耗 4.10~4.80 g/(kW·h)。其中,采样过程影响供电煤耗高于真值 1.50~1.70 g/(kW·h),化验过程影响供电煤耗高于真值 0.39~0.44 g/(kW·h),煤量计量近似影响供电煤耗高于真值 0.51~0.96 g/(kW·h),统计过程近似影响供电煤耗高于真值 1.70 g/(kW·h)。

(3) 经修正后得到供电煤耗修正值的区间为 344.51~345.21 g/(kW·h) (机组负荷率为 55.31%,供热比为 4.41%)。

(4) 加强采制化设备维护,保证入炉煤计量及采制化准确性。建议将入炉煤采样机缩分装置由刮

板式改为刮斗式,建议采样机性能试验期间调整采样头切面离皮带间隙;开展采样机性能试验过程中,建议将机采样与参比样之差调整在合理范围且保持正偏差;调整量热仪精度,保证多次重复试验下正负偏差一致性较好。

参考文献:

[1]火力发电厂技术经济指标计算方法:DL/T 904—2015 [S].
[2]郝宏生.煤种变化对燃煤电厂综合经济性影响分析[J].锅炉技术,2018,49(2):8-11.
[3]刘瑞阳,于连海,邓立华,等.基于 GB 标准电站锅炉运行参数变化对供电煤耗影响研究[J].锅炉制造,2014(5):18-21.
[4]刘福国,蒋学霞,李志.燃煤发电机组负荷率影响供电煤耗的研究[J].电站系统工程,2008,24(4):47-49.
[5]王珏,薛恺.浅析火电厂供电煤耗影响因素[J].节能技术,2011,6(29):533-536.
[6]秦建柱.煤采样装置异常引发的发电煤耗波动分析及处理[J].热力发电,2012,40(12):102-105.
[7]煤炭机械化采样 第 3 部分:精密度测定和偏倚试验:GB/T 19494.3—2004[S].
[8]陈洪博,白向飞,罗隽飞.煤的发热量与水分、灰分的关系研究[J].煤质技术,2010(4):26-28.
[9]煤的发热量测定方法:GB/T 213—2008[S].

(本文责编:陆华)

作者简介:

苏攀(1986—),男,湖北武汉人,工程师,工学硕士,从事锅炉节能技术开发及节能诊断方面的工作(E-mail:supan0228@163.com)。

广 告 索 引

山东华建仓储装备科技有限公司	 (封面)	昆山菲萝环保设备有限公司	 (前插 5)
上海大田阀门管道工程有限公司	 (封二)	华电郑州机械设计研究院有限公司(跨版)	... (前插 6,7)
郑州科润机电工程有限公司	 (封三)	华电重工股份有限公司(跨版)	 (前插 8,9)
南通高欣耐磨科技股份有限公司	 (封底)	华电重工股份有限公司	 (目次页右)
天津市洪浩保温管有限公司	 (前插 1)	北京中电联发科技有限公司	 (中插 1)
深圳鹏锐智合科技有限公司	 (前插 2)	华电水务控股有限公司(跨版)	 (中插 2,3)
西派特(北京)科技有限公司	 (前插 3)	华电环保系统工程有限公司(跨版)	 (中插 4,5)
博纳斯威阀门股份有限公司	 (前插 4)	华电青岛环保技术有限公司	 (中插 6)