

# Existing Problems and Countermeasures of the Blending Combustion of the Coal from East Junggar Basin

Jintao Li

Datang Hutubi Energy Development Co., Ltd., Changji, Xinjiang, 831200, China

## Abstract

At present, the situation in the coal market is becoming increasingly severe, and fuel prices continue to rise. In order to reduce the cost of power generation and resolve the contradiction between coal supply and demand, coal blending combustion of thermal power generating units are an active strategy to resolve the contradiction between supply and demand of coal. The price of the coal from east Junggar Basin is lower than the average price of coal in Xinjiang. The blending combustion of the coal from east Junggar Basin can effectively reduce the cost of coal-fired power generation. However, the coal from east Junggar Basin is a high-alkali metal content and high-moisture coal with strong coking and staining characteristics, based on the actual experience, this paper summarizes the problems of blending combustion and coking of the coal from east Junggar Basin stove and the drying output of the milling system, and proposes countermeasures. It is hoped to provide reference for the readers.

## Keywords

the coal from east Junggar Basin; alkali metal; coking; blending combustion

## 掺烧准东煤存在的问题及应对措施

李锦涛

大唐呼图壁能源开发有限公司, 中国·新疆 昌吉 831200

## 摘要

当前, 煤炭市场形势日趋严峻, 燃料价格持续攀升, 为降低发电成本, 化解煤炭供求矛盾, 火电机组燃煤掺烧是解决电煤供求矛盾的积极策略, 而准东煤价格低于疆内煤炭的平均价格, 掺烧准东煤可有效降低燃煤发电成本, 但准东煤属于高碱金属含量、高水分煤种, 具有较强的结焦、沾污特性, 本文根据实际经验, 对掺烧准东煤炉结焦、制粉系统干燥出力等问题进行总结并提出了应对措施, 希望为广大读者提供参考。

## 关键词

准东煤; 碱金属; 结焦; 掺烧

## 1 准东煤特性

“准东”是指准噶尔盆地东部从阜康市到木垒哈萨克自治县的一条狭长地带, 东西长约 220 公里。准东煤田资源预测储量达 3900 亿吨, 目前累计探明煤炭资源储量为 2136 亿吨, 是中国目前最大的整装煤田。新疆能源资源分布图见图 1。



图 1 新疆能源资源分布图

由于准东煤矿的历史成因和当地不同的自然条件,该地区的煤质也是沿着煤矿分布带而变化的。但准东煤碱金属氧化钠的含量总体都在3%以上,与其他地区动力用煤相比(中国国内动力煤氧化钠的含量都在1%以下)是极其高的,而且其氧化钠的含量多时高达10%;三氧化二铝的含量则整体维持在15~25%区间内;其次,在部分煤矿(五彩湾和木垒煤矿)的灰分中,发现三氧化硫的含量也是非常高,达到了20~35%。具体见表1。

表1 典型准东煤煤质分析(天池能源)

项目名称	符号	单位	煤质数据
收到基碳	$C_{ar}$	%	56.11
收到基氢	$H_{ar}$	%	2.58
收到基氧	$O_{ar}$	%	9.82
收到基氮	$N_{ar}$	%	0.47
干燥基硫	$S_{t,ar}$	%	0.43
收到基硫	$S_{t,d}$	%	0.41
干燥无灰基挥发分	$V_{daf}$	%	30.41
收到基灰分	$A_{ar}$	%	3.39
全水分	$M_t$	%	27.2
空气干燥基水分	$M_{ad}$	%	11.7
收到基低位发热量	$Q_{net,v}$	$MJ/kg$	20.75
可磨性系数	$HGI$	/	120
变形温度	$DT$	°C	>1200
软化温度	$ST$	°C	>1200
流动温度	$FT$	°C	>1200
氧化硅	$SiO_2$	%	1.07
氧化铁	$Fe_2O_3$	%	5.38
氧化铝	$Al_2O_3$	%	5.57
氧化钛	$TiO_2$	%	0.59
氧化钙	$CaO$	%	35.29
氧化镁	$MgO$	%	12.16
氧化钠	$Na_2O$	%	4.72
氧化钾	$K_2O$	%	0.57
氧化硫	$SO_3$	%	33.95
其他	/	%	0.069

总体来说,该地区的煤质具有以下特点:高水分、高碱金属含量、易结焦、强沾污性的特点。一旦燃用不当,将导

致锅炉严重结焦,制粉系统堵塞,受热面超温等问题,在燃用准东煤的电厂全都出现了类似的问题,且吹灰器对受热面上面沾污的东西吹扫不掉,锅炉结渣,尾部受热面结渣,爆管、高温腐蚀严重,而且掺烧准东煤比例越大,这种情况越严重。<sup>[1]</sup>

## 2 燃用准东煤存在的问题

大唐呼图壁能源开发有限公司热电厂一期工程2×300MW亚临界燃煤机组,锅炉为东方锅炉厂生产的DG1060/17.5-II 13型亚临界锅炉。锅炉为亚临界参数、四角切圆燃烧方式、自然循环汽包锅炉。单炉膛II型布置,一次再热、平衡通风、全钢构架、燃煤、固态排渣。锅炉送风、引风机、一次风机、空预器采用单列布置,一次风机为沈阳鼓风机厂制造,其余均为豪顿华公司制造。锅炉采用中速磨直吹式制粉系统,每台炉配5台中速磨,四角切圆燃烧方式(锅炉的燃烧器布置在炉膛水冷壁四角,水冷壁四角处燃烧器的中心线分别与炉膛中心的两个假想切圆,直径分别为Φ548mm和Φ1032mm),采用水平浓淡燃烧器低NO<sub>x</sub>燃烧器布置于炉膛下部四角,煤粉和空气从四角送入,在炉膛中呈切圆方式燃烧。A、B磨煤机为兼有等离子体点火及稳燃功能的等离子体燃烧器。锅炉不设置燃油系统,点火和助燃均采用等离子。供风系统上,锅炉燃烧设备采用大风箱送风结构。大风箱布置在燃烧器区域的两侧墙水冷壁上,与水冷壁刚性梁连为一体。煤质参数见表2。

表2 煤质参数

名称	项目	符号	单位	设计煤种	校核煤种一	校核煤种二	校核煤种三
工业分析	收到基低位发热量	$Q_{net,ar}$	$MJ/kg$	21.10	23.21	25.45	19.96
	收到基全水分	$M_{ar}$	%	14.10	8.00	9.00	21.10
	空气干燥基水分	$M_{ad}$	%	2.60	4.64	4.15	8.21
	干燥无灰基挥发分	$V_{daf}$	%	30.57	36.38	36.52	34.61
元素分析	收到基灰分	$A_{ar}$	%	18.49	17.66	10.48	10.98
	可磨度—哈氏	HGI		60	54	53	105
	收到基碳	$C_{ar}$	%	56.30	60.29	66.21	55.34
	收到基氢	$H_{ar}$	%	2.79	3.56	3.77	2.75
	收到基氧	$O_{ar}$	%	6.93	9.19	9.41	8.41
	收到基氮	$N_{ar}$	%	0.79	0.80	0.90	0.64
	收到基硫	$S_{ar}$	%	0.60	0.50	0.23	0.78

名称	项目	符号	单位	设计煤种	校核煤种一	校核煤种二	校核煤种三
灰成分分析	二氧化硅	SiO <sub>2</sub>	%	57.59	51.33	29.81	46.37
	三氧化二铝	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	19.48	21.10	14.22	14.62
	三氧化二铁	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	%	8.35	6.47	20.44	9.79
	氧化钙	CaO	%	4.73	7.92	18.56	10.14
	氧化镁	MgO	%	1.99	2.46	2.69	2.28
	氧化钾	K <sub>2</sub> O	%	2.95	5.89	8.15	1.24
	氧化钠	Na <sub>2</sub> O	%	0.99	0.94	1.14	3.41
	二氧化钛	TiO <sub>2</sub>	%	0.63	0.99	0.76	0.87
	三氧化硫	SO <sub>3</sub>	%	1.99	2.35	3.73	9.90
灰熔点	变形温度	DT	℃	1150	1180	1130	1090
	软化温度	ST	℃	1170	1200	1140	1110
	流动温度	FT	℃	1190	1220	1150	1140

受煤源紧缺, 准东南煤价格昂贵且产量不足影响, 为降低燃煤成本, 拓宽机组燃煤适应性, 2017年公司开展深度掺烧准东煤工作, 但在掺烧准东煤后主要出现以下问题:

(1) 锅炉结焦严重。由于准东煤高碱金属含量、低灰熔点、易结焦的特性, 掺烧过程中, 燃烧器上部整个炉膛均有结焦, 在燃烧器附近、大屏受热面尤为严重。大量结焦后, 焦块脱落在冷灰斗处, 造成冷灰斗蓬焦, 严重时造成干燥机堵塞, 威胁机组安全运行。

(2) 受热面管壁超温。由于掺烧准东煤, 磨煤机出口温度降低, 导致火焰中心上移, 同时受锅炉结焦影响, 炉膛出口烟温升高, 锅炉受热面金属管壁温度升高, 主、再热汽温度大幅上升, 导致减温水量增加, 严重时导致受热面金属管壁频繁发生超温情况, 威胁机组安全运行。

(3) 制粉系统干燥出力严重不足。由于准东煤水分高, 其全水高达 27%, 内水高达 10%, 而制粉系统设计燃煤全水为 14.1%, 掺烧准东煤时, 入炉煤水分与一次风干燥能力矛盾日益凸显, 磨煤机出口温度和出力随着掺配比例的加大不断降低, 单台磨煤机出力达到额定出力的 60% (25t/h) 时, 磨煤机出口温度仅能维持 53℃, 造成煤粉流动性能降低, 易引发一次粉管道堵塞事件。<sup>[2]</sup>

(4) 设备磨损严重。由于掺烧准东煤导致锅炉结焦加剧, 锅炉渣量大幅上升, 且准东煤渣块较硬, 对除渣系统设备磨损严重, 造成除渣系统漏灰、设备损坏问题突显。同时受锅炉结焦影响, 为保证受热面清洁, 吹灰器投运频次增加, 尤其是炉膛短吹、大屏受热面区域的吹灰器投运更是频繁, 造成吹灰器磨损、卡涩、漏汽等情况频发。

### 3 大比例掺烧准东煤解决对策

针对准东煤高碱金属含量、高水分的特点, 为解决在掺烧过程中导致的锅炉结焦、制粉系统干燥出力降低的难题, 通过科学管理、技术优化、设备技改等方式, 实现准东煤大比例掺烧期间, 锅炉安全稳定运行。

#### 3.1 锅炉结焦解决对策

(1) 科学完善的配煤掺烧管理体系是配煤掺烧安全的基础。一是建立了以值长为核心的配煤掺烧调度体系, 按照煤场存煤结构、机组负荷, 合理安排配煤方式; 二是建立以锅炉主管为核心的技术保障体系, 制定和监督配煤掺烧措施落实, 跟踪分析锅炉运行状况, 优化配煤掺烧方案; 三是建立以输煤主管为核心的数字化煤场管理体系, 科学进行煤场堆放、配煤等工作, 实现配煤掺烧精细化管理, 在管理机制上保障了配煤掺烧准确性, 有效降低了配煤粗放造成的结焦事件。

(2) 科学管控, 从源头上降低准东煤结焦性。为解决准东煤碱金属含量高, 导致灰熔点偏低, 锅炉易结焦的问题, 通过开展配煤掺烧试验, 确定掺配一定比例的高灰分、高灰熔点、低碱金属含量高的低热值煤, 调整燃煤酸碱比, 控制燃煤酸碱比在 0.4 左右, 降低入炉煤混配后的结焦性, 并严格按照准东煤最大掺烧比例试验确定的掺烧比例进行掺烧。详见表 3。

表 3 准东煤掺烧比例与负荷对应关系表

机组负荷 (MW)	150	180	210	240	270	300
主蒸汽流量 (t/h)	460	595	693	782	870	960
准东煤掺烧比例限值	< 85%	< 75%	< 70%	< 65%	< 60%	< 55%

(3) 最佳掺烧方案的选定。由于中国新疆电网容量较小, 电网总负荷受外部环境和时间影响较大, 且呼能源公司机组属调峰机组, 机组负荷变化幅度大, 结合锅炉燃烧安全情况、准东煤的煤质特性及煤场存煤情况, 制定了分仓掺烧 + 炉外混掺, 即准东煤上至锅炉 B、C 原煤仓, D 仓上准东煤与低热值煤的混配煤, 其余各仓均上淮南高热值煤, 通过调整给煤机煤量、磨煤机运行方式的方法对不同工况下准东煤掺烧比例进行微调, 严格控制准东煤极限掺烧比例, 防止因掺烧比例不当, 导致锅炉结焦。

(4) 优化运行调整、分析,降低锅炉受热面结焦、积灰。试验表明,准东煤在高于750℃时发生粘结,实际运行中,严格控制炉膛后屏出口温度不高于750℃,避免在尾部受热面发生积灰结渣情况;炉膛氧量控制在3.5%~5.0%,监视各受热面烟压力、烟气温度、受热面前后烟温、汽温等参数的变化;采取鼓腰配风、缩腰配粉的原则,及时调整锅炉配风方式;合理制定吹灰频次、部位,尤其要加强锅炉水冷壁及大屏区域吹灰频次及冷灰斗结焦情况检查,当发现同工况下炉膛出口温度明显升高或减温水量明显增大时,及时对水冷壁及大屏区域进行吹灰,控制各烟温低于限值,防止锅炉发生大面积结焦或掉焦导致的除渣系统蓬渣事件。定期通过降低机组负荷、改变制粉系统运行方式等措施促进受热面焦块掉落。

表4 各负荷下对应的烟温限值

名称	单位	BMC R	BRL	THA	75%	50%
中再出口	℃	885	880	886	841	718
低过出口	℃	429	428	428	418	397
省煤器出口	℃	383	381	379	364	341

(5) 加强堆煤、配煤管理。将准东煤和其他煤种分类堆放,严格按照试验确定的比例进行上煤,消除不可控的掺烧风险。由于煤场无混配煤装置且煤场较小,为实现燃料精准掺配,将斗轮机和汽车卸煤沟叶轮给煤机同时运行,分别取不同煤种,斗轮机和叶轮给煤机按下达的掺烧比例控制各自的最大和平均出力取料,经过4号皮带后将煤充分混合后进入煤仓,确保了燃煤入炉精细化掺配。

### 3.2 受热面管壁超温解决对策

受准东煤水分大影响,一次风率大幅增加,导致一次风速最高达到34m/s,一二次风配比严重偏离设计值,煤粉刷墙导致锅炉结焦进一步加剧,各受热面管壁温度频繁发生超温情况,为此优化一次风母管压力控制逻辑,降低磨煤机入口一次风压,降低风煤比至2.0~2.3%,避免金属管壁频繁超温情况,防止四管超温。通过试验,确定了锅炉一次风母管压力的最佳值,有效解决了锅炉四管超温情况。(表5)

表5 一次风压自动跟踪控制逻辑

	负荷(MW)	0	60	75	100	150	200	250	300
修改前	一次风压(KPA)	8	8	8.5	9	9.5	10	11	11.5
修改后	一次风压(KPA)	6.0	6.0	6.0	6.5	7.0	7.5	8.0	8.5

利用停炉机会,对各层风门、燃烧器摆角开度进行标定,保证正常开度一致,对一次风进行调平,保证各层一次风速一致,偏差不大于5%,并对磨煤机入口风量、氧量、给煤机皮带秤等进行定期检测标定。

运行人员按照煤质、负荷,合理进行炉膛配风等燃烧调整工作,保证合格的二次风与炉膛差压,防止炉内动力场发生偏斜,控制炉膛出口温度偏差小于40℃,两侧汽温偏差小于10℃,制粉系统尽量采用下四台磨煤机组合方式,严格控制煤粉细度R90在18%~25%,加强四管壁温的监视,尤其是尾部受热面壁温的监视,发现壁温偏差大、温度高时,及时对炉膛及对应受热面进行吹灰,防止受热面因积灰、积渣形成烟气走廊,导致受热面管壁局部超温。

### 3.3 制粉系统干燥出力降低解决对策

我公司空预器为豪顿华公司生产的三分仓容克式空气预热器,型号31.5VNT2270,立式、三分仓结构。准东煤水分高,导致制粉系统干燥出力降低。为解决制粉系统干燥出力降低问题,通过调研、论证,确定了改变空预器转向,提高一次风温,提高制粉干燥出力的方案,即空预器转向由烟气→二次风侧→一次风侧改为烟气→一次风侧→二次风侧,从表6可以看出,负荷210MW,空预器反转前,给煤机煤量约35t/h时,磨煤机出口温度仅能维持约53℃,仅高于出口温度最低限3℃。空预器反转后,B磨煤机入口一次风温由286℃提高至308℃,提高约20℃,磨煤机出口温度达到67℃。通过这一改造,一次风温度提高约20℃,单磨全部磨制准东煤时,磨煤机出力由原25T/H,提高至37T/H,燃用准东煤导致制粉系统干燥出力降低问题得到解决,通过这一改造,实现准东煤掺配比例提高约8%,见表6。

表6 机组210MW负荷工况下空预器反转前后主要参数对比

性能指标	单位	原设计转向(实际值)	改变转向(实际值)
烟气入口温度	T/h	332	330
烟气出口温度	℃	115	118
一次风入口温度	℃	36	38
一次风出口温度	℃	296	315
磨煤机入口一次温度	℃	286	306
磨煤机出口温度	℃	58	67
给煤机煤量	吨	35	35

### 3.4 设备磨损治理对策

为降低除渣系统由于渣量大,磨损严重导致的漏灰、设

备损坏等异常突发情况,成立除渣系统专项治理小组,制定除渣系统定期检查项目表,对除渣系统进行精密电机,定期开展除渣系统预维护工作,发现问题提前处理,确保除渣系统运行稳定。

随着准东煤掺烧比例的不断提高,锅炉结焦严重,为保证受热面清洁,受热面吹灰器投运次数增加,吹灰器磨损、卡涩、漏汽等情况明显加剧,对此,吹灰器维护人员在吹灰投运时进行全程跟踪,及时发现吹灰器存在的问题,做到发现问题及时处理,避免吹灰器长时间未退出、漏汽导致受热面吹损及吹灰系统缺陷扩大等情况,同时缩短了吹灰系统检修退出时间,保证了吹灰系统稳定可靠运行。

## 4 结论

通过不断对准东煤掺烧的试验性探索,加强配煤掺烧

的过程管控,科学合理的掺烧,准东煤掺烧比例低负荷时达95%,高负荷时达到80%,锅炉未发生大面积结焦及除渣系统蓬渣情况,制粉系统干燥出力降低、锅炉四管超温等问题得到彻底解决,主烧煤种由淮南煤成功转变为准东煤,拓宽了机组燃煤适应性、提高经济煤种用量的目的,进一步降低了燃料发电成本,提高了企业的经济效益。

## 参考文献

- [1] 杜智华.350MW 机组锅炉掺烧准东煤结渣问题分析.西安热工院,2015,11.
- [2] 李彦林.煤粉锅炉结渣的研究现状及进展.电力安全技术,2000,01.