火电厂提高劣质煤掺烧的实践应用

--- 输煤系统筛分除杂设备改进提高燃煤掺烧性

吉耀伟（河南华润电力首阳山有限公司）

摘要：受煤炭市场供需关系变化和节能降耗的需要，火电厂需要掺烧发热量低、杂物多的劣质煤和高水分、高粘性、低热值的煤泥，对发电厂输煤、制粉、锅炉系统设备造成堵塞、磨损、冲击，增加能源消耗。为提升输煤系统掺烧量和降低能耗，对输煤系统筛分、除杂设备进行改造，保证输煤和制粉系统安全、节能运行，来提高全厂的运行经济性和降低运营成本。

关键词：掺烧 降耗 抛物线滚轴筛 钩齿除杂设备 多级除杂

一. 概述

河南华润电力首阳山有限公司装机容量为2*600MW，设计煤种为黄陵、铜川煤，校核煤种I为义马煤，校核煤种II为地方煤。实际掺烧煤种包含：义马低热值煤、义马煤泥、永华和巩义贫瘦煤、焦煤、地方无烟煤等。

制粉系统为正压直吹式，采用双进双出磨煤机，磨制设计煤种时，最佳钢球装载量下，煤粉细度200目通过75%，磨煤机分离器顶部装有可调整角度的调节挡板，风粉分配均匀、可调，细度调节范围70~95%（过200目）。

二. 掺烧劣质煤对系统造成的影响

1、来煤背景：

火电厂燃煤受煤炭市场行情变化和节能降耗、降低成本因素的需要，会掺烧了无烟煤、煤泥等“劣质煤”，这些煤源在生产和运输过程中，会含有大量石块、矸石、木块、麻绳、铁丝等纤维质杂物。受来煤影响，不仅增加了输煤系统筛分的工作量和难度，同时潜在影响锅炉制粉系统的安全经济稳定运行。

2、进厂煤特点：

煤量多，年平均320万吨。

煤种杂，进场煤源和煤种多，少则二十种，多则达四五十种。

杂质多，在生产和运输过程中，无烟煤有的矸石、大块、纤维质杂物掺杂其中。

粒度大，火力发电厂来煤大部分为没有筛分的原煤，粒度在1~300mm之间。

煤泥，煤泥是选煤厂的副产品，具有高水分、高粘性和低热值特性。

3、燃用劣质煤后带来的影响

火电输煤系统要将原煤经过筛分、破碎、除杂、除铁后在颗粒度控制在 30mm 以下后送入原煤仓，已保证制粉系统安全经济运行。掺烧劣质煤后带来的问题：

1) 对输煤系统的影响。煤中的纤维质杂物造成筛分除杂设备卡塞，效率降低；煤中大块和矸石加快了设备磨损；掺烧煤泥，煤质水分 (mt) 14~20，灰分(Aar) 30~40，造成输煤制粉系统堵塞，输煤破碎率低，入炉煤采样代表性偏差高于 60kac1/kg。

2) 对制粉系统的影响。分离器的调节挡板、回粉管堵塞，造成分离效果变差；炉渣含碳量增加，影响锅炉经济运行；频繁清理分离器和停运磨煤机，增大了运行、检修人员的工作量，同时增加了发电成本。

3) 炉渣中有明显的大碳粒，含碳量高；锅炉飞灰含碳量增加，降低了锅炉的运行经济性。

三. 筛分除杂设备效率分析：

1、 除杂设备

原齿板式除杂物机利用偏心轴带动齿板交替按回转曲线轨迹运行，由于齿板工作面 2 米较长，杂物在分离速度较慢；齿板上下交叉间距变大，杂物容易随煤流进入下级皮带，除杂效果较差。

2、 概率筛筛分效果差原因：

概率筛筛条水平自上而下呈 25° 布置组成筛面，激振装置做定向直线振动使筛面获得高频振动，物料受激振力而周期性向前跳动，小颗粒穿过筛孔，落到下一层筛面上。由于筛条长 2 米，杂物在筛面上通行速度较慢，造成筛透率降低；筛面条形布置，纤维质线性杂物易挂在筛条上，不能及时排除，造成筛面堵塞。

3、 效率统计

设备名称	正常运煤效率	掺烧劣质煤效率
除杂物机	80%	30%
除大块机	84%	46%
筛分设备	75%	35%

四. 筛分除杂设备结构选型比较

1、 除杂设备比较

1) 除大木器式除杂物机：利用装有旋转齿形盘的三级主轴同向转动除杂。缺点：多级分离交叉运行，大块容易在过渡区域随煤流进入皮带，降低除杂效果。

2) 振动除杂物机：利用偏心电机振动进行筛分。缺点：当煤中线性缠绕物多且煤湿时，容易造成堆积，筛孔堵塞失去除杂意义。

3) 滚轴式除杂物机：利用平行排列筛轴向同一方向转动，煤沿筛面向前运动，对杂物进行分离，该除杂物机应用较多，除杂效率在 85% 以上。缺点：落料点部位滚轴容易被大块卡死，造成跳闸，影响流程；筛轴上麻绳、破布等缠绕物难清理；

4) 钩齿式除杂物机: 采用单组钩齿旋转, 提高煤流除杂能力, 钩齿滚筒变频调速, 控制煤流除杂时间和筛分速度, 利用煤流冲击和自身重力有效除去煤中杂物。优点: 该设备对块状杂物最小粒度大于有效分离间隔的杂物分离效率达到 92%以上, 且不发生堵煤。分拣线性缠绕物效率在 90%以上。

2、筛分设备比较

1) 振动筛: 利用振动电机激振作为振动源, 使物料在筛网上被抛起, 向前作直线运动同时进行筛分。缺点: 筛分效率不高, 出力偏小, 受煤质变化影响大, 频繁堵塞。

2) 概率筛: 利用概率筛分原理, 筛面是靠激振装置进行直线振动, 区别于振动筛而利用概率原理, 以很快的速度完成整个筛分过程, 使物料筛分所需的时间仅为振动筛的 $1/3 \sim 1/20$ 。缺点: 当煤中线性缠绕物多且煤湿时, 容易造成堆积, 筛透率不高。

3) 滚轴筛 (目前电厂多采用此型筛分设备): 利用平行排列筛轴向同一方向转动, 煤沿筛面向前运动, 对杂物进行分离, 筛片采用梅花型或多瓣型, 当煤质较好时, 设备运行稳定, 筛分效率在 85%以上。缺点: 当煤质较差 (含水量) 12%, 灰分) 28%, 煤中石块、草绳, 铁丝等纤维质软性杂质多), 滚轴筛存在易卡石块、易缠杂物、筛孔易堵塞等缺陷, 受煤质变化影响该缺陷不易解决, 一直困扰着滚轴筛的稳定运行。

4) 抛物线型滚轴筛: 抛物线型滚轴筛是由套在按变倾角布置的数根并列轴上的筛片, 做同向等速旋转, 形成一个滚动的筛面, 物料在此筛面上流动时, 筛分效率显著提高, 解决了传统滚轴筛堵、卡、缠绕等问题。

四. 筛分除杂设备改造方案

1、除杂设备改进方案

除杂设备选用钩齿式除杂设备。

特点:

- 1) 采用旋转钩齿滚筒、六排钩齿组 360 度安装。
- 2) 钩齿间距根据煤种特性设定。
- 3) 自动清除钩齿杂物。
- 4) 采用变频器控制旋转速度, 适应煤量和煤种变化。

2、筛分设备改进方案

筛分设备升级为抛物线型滚轴筛

特点:

1) 防卡塞改进:

根据煤流量、筛齿线速度、物料特性, 筛片改为抛物线型, 降低了对应的两组筛片之间因挤住石块而卡塞。

筛轴采用聚脂弹性基座, 杜绝石块在相邻两组筛片间卡塞。

2) 防缠绕改进:

筛片用耐磨板处理后做薄，在转动过程中煤流冲击可清除挂在筛片上的杂物。

清扫用刮板用弹簧钢制做配刀刃，倾斜布置在轴上，有效清除缠绕在轴上的软性杂物。

3) 防堵改进:

筛轴采用柔性基座，具有防堵措施，当煤中水分在 15%时，筛孔不易堵塞。

筛片采用抛物线式，两组交错布置，不易粘煤，适用于煤泥掺烧工作开展。

抛物线型滚轴筛出口装有防积煤的设施，具有自清功能。

4) 防漏粉

筛轴与机体相接处采用橡胶碗密封，和防卡装置结合有效杜绝漏粉。轴承座采用骨架密封和机械迷宫双重密封。

5) 筛透率

抛物线型筛片选用耐磨钢，热处理后提高硬度和耐磨性同时做最薄，增加筛面的有效筛分面积，提高了透筛率。

筛面采用变倾角布置，筛轴交错布置，控制筛分颗粒在 $< 30\text{mm}$ 同时，筛透率达到 90%以上。

滚轴筛如何能解决防堵、防卡、防缠绕问题是运行稳定关键。通过比较和实验，针对普通型滚轴筛存在问题进行改进，选用抛物型滚轴筛。

抛物线型滚轴筛在卡塞，堵煤，防缠绕、密封方面进行改造和优化，能解决普通滚轴筛存在的共性问题。

五. 筛分除杂设备改造实施

1、除杂改造

先对上煤线除杂物机改造，杂物由改造前的每天 0.3-0.5 吨，到改造后的每天 6-12 吨，特别是煤中石块和缠绕物大量分拣，大量减少了进入煤仓中的杂物，使磨煤机分离器的堵塞得到缓解。效果显著后，对堆煤线两台除大块机进行改造。

2、多级除杂

除了传统的除大块、除杂物两级除杂，在煤场下级皮带增加除杂设备，实现多级除杂。

3、筛分设备改造

将原振动概率筛改为抛物线型滚轴筛。

六. 效果验证

1、钩齿式除杂物机改造效果验证:

煤种类	代表性矿点	煤质参数				除杂效果
		发热量	挥发分	灰分	全水	
长焰煤	榆林、华亭	4600-6000	37	9~17	12	除杂效果好，主要是线性缠绕物
烟煤	千秋、耿村	3400-4700	10~30	10~35	10~12	除杂效果好，石块和杂物较多
烟煤	耿村 块煤	3200-3400	35	38	8	大块筛分明显，有 0.1% 撒煤
长焰煤	长村	3100-3400	40	36	12	除杂效果好，石块和杂物较多
贫瘦煤	湖北宏燃	4200-2600	15~20	37	8	石块和线性杂物较多，有 0.2%撒煤
无烟煤	济源	3300	11	40	11	石块、杂物居多
无烟煤	巩义	3600	9	43	8	石块、杂物居多
无烟煤	永华	3700	12	40	8	石块、杂物居多

2、抛物线型滚轴筛改造效果验证

杂物分离量天		筛分物统计		设备运行稳定性比较	
改造前	改造后	改造前	改造后	改造前	改造后
0.3 吨	1.6 吨	木块、大石块	破布、木块、木棍、 编织袋、绳头等纤维 质线性杂物和石块	频繁堵煤，失去筛分功能	稳定运行，入炉煤采样代表性提高，碎煤机的利用效率提高。
对湿煤的适应能力比较		入炉煤热值差		对锅炉及制粉系统减轻运行压力比较(16 台分离器清理)	
改造前	改造后	改造前	改造后	改造前	改造后
常发生堵塞现象，雨季上煤负荷在 600t/h 以下	无堵煤现象，瞬间负荷 2300t/h，雨季负荷 1500t/h	40kcal/kg	16kcal/kg	杂物数量 18 桶/1 亿 kwh	杂物数量 8.6 桶/1 亿 kwh
飞灰含炭量比较			对磨煤机的影响		
飞灰含炭量降低 0.54%			年减少钢球消耗 37 吨。		

七. 结论

1、通过对输煤系统筛分设备技术优化和改进，设备效率显著提升:

1) 输煤系统筛分设备效率和筛透率提高到 90%，增加了对大块和杂物的筛分力度，下级碎煤机利用率得到提高；避免大块矸石对设备和落煤管的冲击磨损，落煤管衬板寿命延长 2000 小时以上；上煤粒度满足≤30mm 的要求，提高了入炉煤采样的代表性，对减小热值差提供了依据；同时筛分设备适应煤种能力提升，有助于掺烧煤泥降低燃料成本。

2) 制粉系统分离器杂物减少 60%，清理次数减少 50%；筛分粒度控制到 30mm 满足了制粉系统经济运行；碎煤机利用率的提高减少了磨机钢球损耗；炉渣含碳量减少提高了锅炉运行经济性；减少停磨次数和检修人员工作量，降低了运营成本。

3) 锅炉飞灰含碳量降低 0.54%，磨机钢球年降低 37 吨。

2、劣质煤和煤泥掺烧提升

掺烧劣质煤能力到 223 万吨/年，占进厂煤比例的 70%，掺烧煤泥 10 万吨/年。仅煤泥掺烧节约燃料成本 1500 万元。

八. 结束语

通过对筛分除杂设备技术创新和改造，解决了通用火电厂输煤系统筛分除杂设备易卡、堵、缠绕、效率低、不节能的共性难题，输煤系统适应煤种能力和掺烧能力显著提升，提高入炉煤采样代表性同时为降低热值差提供可靠数据。

经过现场实践，多级钩齿除杂物机和抛物线型滚轴筛适应于矿点多、煤种变化大、煤质复杂（烟煤、贫瘦煤、无烟煤、褐煤、煤泥等）的电厂，为节能降耗、经济、安全可靠运行奠定了基础。

无烟煤等劣质煤和煤泥掺烧是首阳山实施多煤种掺烧的最佳实践案例，在煤炭市场变化较大环境下，通过创新思维模式，应对外界煤炭供应的变化，提高掺烧价值最大化，开展多煤种混配掺烧，为火力发电厂降低能耗和运营成本提供了借鉴经验。