

# 燃煤机组掺烧劣质煤及配风方式对锅炉运行经济性的影响

王炯

国能锦界能源有限责任公司

**摘要:**随着我国燃用煤价格的不断攀升,优质煤的供应出现紧张局面,一些劣质煤被用在了锅炉机组的运行之中,导致锅炉频繁灭火,影响到火电厂各设备的安全运行。随着电力工业的快速发展,作为供电主体的火电公司的地位也是毋庸置疑的。通过对燃煤机组燃用劣质煤种、调整配风模式等因素对其运行经济性的影响进行了深入的研究,并通过试验数据对二者的经济效应进行了探讨,从而为我国火电企业的全面改造、促进煤炭行业的优化发展提供了思路。

**关键词:**燃煤机组;掺烧劣质煤;配风方式

【DOI】10.12252/j.issn.2096-627X.2022.06.071

近年来,随着电力行业的迅速发展,一些发电商为了抢占市场,纷纷采取了多种手段来削减成本。在这样的心态下,往往会采取向煤机组中掺入低等级煤种,或者改变配风模式,从而降低生产中的资源投入。掺烧低质燃煤和改变配风方式,都会在一定程度上影响到锅炉的操作经济性,所以,要根据实际情况,进行多次试验,才能选出合适的节能方法。

## 一、燃煤机组掺烧劣质煤对锅炉运行的经济性影响

### 1. 降低锅炉内部燃烧热量,叠加燃烧不稳定性

一般来说,由于劣质煤的加入,电厂内的运转都会受到一定程度的影响。当劣质煤与其他优质煤或普通煤掺烧时,由于其含有大量的杂质,导致煤的总热量减少,同时也会使煤灰成分增多。对于电厂来说,这两种情况都将导致锅炉无法发挥应有的作用,而且,飞灰还会降低锅炉内的温度,增加不稳定的燃烧,严重时还会发生火灾事故,因此必须引起足够的关注。劣质煤粉掺入导致正常运行的锅炉在多种因素作用下,其本身的稳定性与安全性显著下降,从而为火灾的发生带来了严重的安全隐患。

### 2. 增加锅炉流焦、结渣反应整体可能性

劣质煤是由黏土、页岩、各种硫化物等多种成分混合而成的煤炭,在掺烧后,由于自身成分的影响,使得煤的灰熔点显著降低,在高动力负荷下,可能会发生软化或者熔化。为防止煤热降低造成的供电中断,需加大负荷以增大磨煤机通风量。但是,当风压太高时,当煤粉冲刷或者流到水冷壁时,锅炉就会立即发生结焦、结渣等现象,从而使得锅炉的内部稳定性不断下降,甚至要用维修产品才能解决。结焦、结渣形成的焦炭凝结

物冷却后,将严重影响机组正常运转,需要通过人工清除,给机组人员带来一定的安全隐患。

### 3. 燃煤机组煤炭堵塞、断煤的概率显著上升

资料表明,由于劣质煤中含有较多的黏性物质,因此原设计的原煤仓已不能满足低质煤的要求。有些电厂在掺入劣质煤后,仅春节七天长假期间,就发生了多达300多起的切煤事故,给煤矿企业带来了巨大的经济损失。由于掺烧低质煤,燃煤机组必须消耗更多的动力才能达到原来的燃烧效果,而且由于含有大量的杂质,会严重影响到煤机的进粉和煤灰的出库,从而增加了机组失效的概率。

### 4. 煤粉加工细度不均,制粉设备负荷能力下降

一般来说,在进行煤矿采掘的过程中,经常会混入铁丝、木屑、塑料等物质,通过对其进行一系列的处理,可以有效地避免球磨机中的分离器出现堵塞的情况。在劣质煤中,因其所含煤矸石量较大,磨粒周期较长,易导致球磨机内煤矸石积聚,钢球提升高度下降,严重影响了煤粉的出粉效率。劣质煤的掺入会迫使球磨机的筛分周期变长,承载能力降低,同时工作负荷也会逐步增加,使其必须研磨,这就会导致机械加工部分的磨损,所处理的煤粉粗细不均,以及燃烧稳定性降低。在这样的条件下,在对后续的煤块进行处理之前,需要对原煤和矸石进行磨碎,这很容易造成煤粉生产设备的载荷容量逐步下降,从而使得整个工作陷入停顿或受阻。

### 5. 锅炉整体受热面积灰严重,增加磨损、爆管的发生概率

通过对实验资料的分析可知,当劣质煤按照不同的

比例混合后，生成的煤灰将会比原来多出10%以上，而质量差的量相加，生成的煤灰重量也会增加。掺入劣质燃煤后，锅炉内燃烧生成的灰量显著增加，烟气含尘量也随之升高，使得受热面与烟气的接触程度不断增加。此外，燃煤电厂燃煤锅炉的多个受热面都有显著的积灰现象，为保证锅炉换热不受影响，需要加大吹灰次数及频次，这将使由于吹灰引起的爆管和磨损加剧。

### 6. 加剧厂内电力消耗，造成资源浪费

当燃煤电厂掺入劣质煤后，同等负荷下，锅炉消耗的煤量会急剧增加，与此同时，由于劣质煤的添加，造成了大量的煤矸堆积，需要加大球磨机的出力，以保证机组的高效运转。在这些情形下，锅炉用电的数量一直很高，为了保证负荷能够达到需求，在掺入低质煤炭后，需要通过增大风量来提高锅炉内的供热量，也会导致电能的损失。受各种因素影响，劣质煤掺烧后所需电能比普通煤增加了将近一倍，造成资源浪费严重。

### 7. 影响锅炉输煤、除灰系统的稳定运行

劣质煤掺混后，煤质整体质量下降，耗煤量增大，送煤到火电厂的频次显著增加。在这样的情况下，煤炭运输成本、运输成本和劳动力成本对于发电商来说都是一笔不小的开支。在掺入劣质煤后，煤灰的含量不断上升，要想保证锅炉的正常运转，就必须对生成的煤灰和煤渣进行及时的清理。然而，由于劣质煤粉等杂质的存在，脱灰系统的操作负荷越来越大，机械装备的磨损程度也越来越高，为了保证高强度工作条件下的高效运行，必须对其进行频繁的维修和更换。

### 8. 影响机组运行经济性

当煤质恶化时，各单元的生产都会受影响，送煤量、磨粉量和出灰量都会大幅度提高，相关设备的能耗也会随之增大。电厂为确保燃料的充分燃烧与输送，将加大一次风力发电及送风功率，同时也会使风机功率增大。另一方面，劣质燃煤在燃烧时，炉膛稳定性下降，如果不能及时地进行控制，就会导致燃烧不稳定，因此，必须要投入一些稳定燃烧的设备，才能保证锅炉的稳定，从而导致燃烧成本的增加。另外，由于燃煤锅炉的使用寿命短，运行成本高，低热值煤的燃烧经济效益并不理想。

## 二、减少燃煤机组掺烧劣质煤对锅炉产生影响的有效措施

### 1. 提高煤炭筛选力度，减少劣质煤的出现频率

考虑到燃煤机组燃用劣质煤对锅炉运行经济性所产

生的影响，要想从根本上解决这些问题，就必须进一步改善煤炭在生产和运输中的筛选，尽量选择普通煤或者优质煤，减少在发电企业中使用劣质煤的次数，这样才能更好地完成火力发电的工作目标。所以，要加强对煤炭的监督，防止出现以次充好等现象，降低由于使用质量差而引起的锅炉损坏和冲击，从根源上解决电厂锅炉损坏频率高、故障频发的问题。因此，要想提高电厂的经济效益，就必须对燃煤电厂进行合理的调节。

### 2. 对煤仓和煤机进行适当改造

传统的原煤料斗形状是双曲圆，而给煤机的闸板采用了齿条式的电动闸板，更接近于普通煤的输送。但是，随着煤炭品质的改变，由于劣质煤本身的黏性，在采煤的过程中，还会不小心混入了泥土、木材、石子等杂物，造成了供煤机在工作中的频繁失效。特别是在冬天，由于温度的原因，原煤会以结块的形式附着在仓壁上，使得给煤机的电动闸板门不能及时关闭或打开，只能暂时停止球磨机的工作，用人工的方法来清理和处理给煤机中堆积的粉尘，避免它影响到锅炉的整体稳定，从而导致发电量的减少和质量的损失。为此，有必要对其进行改造，根据煤质变化情况，将齿条式电动闸板改装为能够直接观察到切换的双向水力闸板，以适应低等级煤种的黏性效应，避免断煤和煤粉的堵塞。

### 3. 削减因磨损和耗电造成的经济消耗

针对劣质煤中存在的煤矸石硬度大、不易破碎等问题，采用高铬磨料磨损小球代替原球。此外，由于球磨机打磨煤矸石耗能较大，因此需对球磨机的内衬瓦进行改进，由波浪式改为节能式，用更少的电能，取得了较好的实用效果。通过改造，可以显著降低球磨机的负载量，降低功耗，降低电能损失，同时由于球的尺寸减小和硬度的提高，使得球磨机本身的粉碎作用显著增强，生产出的煤粉品质也有所提高。

### 4. 改造锅炉内部受热位置和受热面积

为了有效地解决积灰对受热面换热的影响，应根据电厂的具体条件，合理地增大省煤器的总受热面积，减少受热面的管圈数，对锅炉的烟气温度进行一定的降温，这样可以更好地避免增大的灰渣对受热面的冲刷与接触，减少由于担心积灰而影响锅炉换热效果而增加的吹灰次数。为了取得良好的使用效果，对锅炉的加热部位及受热面进行了改进与优化。

### 5. 及时做好煤炭装配、输送及断煤处理工作

在掺烧劣质煤种的情况下，为确保锅炉运行中的

煤粉品质可靠、稳定性，尽量降低因品质突变而引起的锅炉内部熄火、负荷降低，必须对煤炭的组装、输送、断煤等进行相应的处理，持续地吸取经验教训，使各个部门相互配合，始终从煤块装配、输送、断煤等方面着手，及时做好沟通和汇报，尽可能减少能源消耗。

#### 6. 加强安全管理，提高劣质煤燃烧性能

当需要进行劣质燃煤时，应根据电厂企业制订的运行规范对炉膛及受热面进行吹灰，并采用适当的吹灰措施来降低受热面的污染，以避免炉内结焦、过热器爆管等问题。在一些设备上，可以做一些改进，例如在低温受热面增设和改进防磨瓦，降低劣质煤燃烧时产生的大量飞灰对受热面的冲刷，降低磨损，使各种设备的安全性得到有效保障。在条件许可时，可在较低的主燃区内增加燃区，并升高主燃区的温度，使煤粉更好地燃烧。另外，还需要对中央控制室内的各种燃烧参数进行调整，例如，针对劣质煤的燃烧特性，探索一种调节炉内负压的办法，并适当加大供气量等措施，以保证劣质煤的充分燃烧，改善其经济性。

### 三、燃煤机组配风方式对锅炉整体造成的影响

#### 1. 习惯运行方式与机组负荷方式

拟采用试验测试手段，以保持运行参数恒定的运行模式为起点，以实测数据为基础，运用现代信息技术，对其进行快速、准确的分析。实验结果表明，在保持操作参数不变的情况下，烟气排放造成了8%的热量损失，这与省煤器出口含氧量过高有关，同时也与通风方式的不合理有关。

在试验中，以单元负荷为变量，其他参数保持恒定。在仅改变单元负荷的情况下，通过试验得到的数据可以看出，当负荷继续增大时，锅炉内的热量和未完全燃烧引起的热量都会随之降低，而锅炉的总体工作效率也会随之提升，即机组的负荷与其工作效率呈正相关，而其与烟气热量呈反比。

#### 2. 省煤器出口含氧量分析

在对常规操作模式进行试验时，找出了造成这种现象的一个主要原因，即省煤器出口的含氧量较高，从而造成了热损失的增加。以其他参数为常数，通过对省煤器出口氧含量的变化进行了研究，得出了合理增大省煤器出口氧含量可有效地改善机组的运行效率。如果氧气含量达到一定的标准，尽管由于不充分燃烧而造成的损耗有所降低，但是总的烟气排放却会

增加，热量的损失会更加严重，因此，锅炉的工作效率也会随之下降。在不断提高省煤器出口氧含量的同时，由于掺气过量，造成了机组效率的不断降低，对发电造成了很大的影响。

#### 3. 二次风配风实践与改变燃尽风流量

二次风配风是指通过改变炉门打开或关闭的角度，来改变锅炉内的气流分布、风量与煤粉的配比，从而在一定程度上实现了对炉膛中部的火焰高度的调控，从而对烟气温度、飞灰量、炉渣组成等产生了直接的影响与调控。二次风配风结合的方法，以不充分燃烧产生的热量损耗为主，可以对含灰渣中的可燃物质进行二次燃烧，有助于提升锅炉的运行效率。

在保证其他参数不变的情况下，以燃尽风量为被控变量，通过调节各风门开度，观测并记录测试结果的变化。试验表明，在燃烧过程中，除燃烧风门开启量发生变动外，其他参量的变化非常微小，仅凭肉眼很难观察到，因此很容易得出，风门开启量对锅炉的整体经济性没有明显的影响。

### 四、结论

总之，燃煤机组在燃用劣质煤时，存在着燃烧热量不足，锅炉流焦结渣，断煤，煤粉添加异常，积灰严重，电耗增加，输煤和除灰稳定性下降，严重影响了锅炉的运行经济性。通过调整配风方式，结合常规运行模式、机组负荷模式、省煤器出口氧含量测定、二次风配风方式和改变燃尽风量等手段，为降低机组运行中的总能耗提供数据支持。

### 参考文献

- [1] 王月兰. 大型燃煤锅炉节能优化研究[J]. 浙江大学. 2017.
- [2] 李应保. 电站锅炉燃烧优化控制系统的开发[J]. 华北电力大学(保定). 2018.
- [3] 翟珂. 基于改进FCM算法的炉膛速度场图像分割[D]. 2020.
- [4] 陈南锟. 基于最小二乘支持向量机的燃煤锅炉燃烧优化研究[J]. 东南大学. 2016.
- [5] 刘飞明. 基于改进多目标粒子群算法的电站锅炉燃烧优化系统研究[J]. 东南大学. 2017. 66-67
- [6] 戴逸明, 陈舒舒. 国内火电厂 烟气脱硝技术发展 与产业分析[J]. 海峡科技与产业, 2013, 26(3): 78-82.