

# 火力发电厂锅炉运行控制的节能策略研究

张成斌

中国石化荆门石化公司 湖北 荆门 448002

**摘要:**目前,火力发电是确保人民生活质量一个重要的因素,同时也是推动经济发展的主要动力。与其他各种形式的发电项目,火力发电有着资源储量丰富、分布广泛的燃料。目前,我国发电厂主要以燃煤机组为主,容量约占70%左右,由此可见,火力发电厂无论是对国民经济的发展,还是人民生活水平的提高,保障电力、供热供应,都发挥了重大积极作用。但是,火力发电带来燃煤依赖、环境污染也将摆在我们面前。为了让火力发电这个资源能够得到更多的经济及环境效益,其中的锅炉节能就变得十分重要。

**关键词:**火力发电厂;锅炉运行;节能策略

火力发电的工作原理较为简单,其借助煤炭燃烧释放热量,将给水加热成一定温度和压力的过热蒸汽,高温高压蒸汽驱动汽轮机得以正常运行,带动发电机进行工作。锅炉作为火力发电厂的核心单元,对于锅炉进行能源耗损方面的管理,既可以提高锅炉本身的工作效率,让汽轮发电机组得以更好的运行,又能够减少企业在生产方面所需要的成本,完成对能源消耗的总控制<sup>[1]</sup>。

## 1 火力发电厂锅炉运行控制存在的问题

### 1.1 燃料问题

我国大部分火力发电厂在开展煤炭燃烧这个环节时,通常并没有经过加工,就直接运用原煤,为了能够确保煤炭的质量,并让其能够更好的燃烧,并让火力发电拥有更为稳定的热能,需要注重采购环节所具有的作用。该环节在选取所用燃料需要从总体上对煤炭的各项数据加以分析,保障其在操作当中能够做到快速的燃起,并且能够规避因产生热量过小而限制工作效率的不良状态。此外,煤渣的处理始终是火力发电厂所关注的问题,假如在采购能够质量好的煤炭,那么其所产生的煤渣都相对较低,这就能够减少因为煤渣粉末飘出对于空气所造成的污染<sup>[3]</sup>。在煤炭采购、储存堆放、以及掺配过程中,未严格落实相关要求,那么在实际燃烧的时候,不会对锅炉水冷壁管、排渣系统造成某种程度的破坏,还会形成众多的煤渣,并且这些煤渣本身有一定的粘性,会粘在锅炉上,导致锅炉本身的运行成效受到影响。此外,在锅炉点炉期间,通常需要某种燃料来进行助燃提升炉膛温度,假如燃料的质量较差,那么所使用的燃料就会越多,就可能会造成燃料的增加,进而影响到能源的效率,根据运行经验入炉煤水分过高,不但降低炉膛温度,而且会造成排烟热损失增加,燃料水分增加1%,热效率约降低0.1%。

根据锅炉实际运行经验,燃料特性对锅炉效率有着重要影响,飞灰含碳量与燃料煤挥发分有着直接的变化关系,降低锅炉飞灰含碳量,可有效提高锅炉热效率。另外,煤粉过粗,燃料燃烬时间延长,炉膛火焰中心上移,排烟温度上

升;煤粉过细,燃烧火焰中心下移,对汽温调整产生影响,所以要控制合理的入炉煤颗粒度。

表1 飞灰含碳量C与燃料煤挥发分V的变化关系

V	V < 6	6 ≤ V < 10	10 ≤ V < 15	15 ≤ V < 20	20 ≤ V < 30	V ≥ 30
C	20 ~ 10	10 ~ 4	8 ~ 2.5	6 ~ 2	5 ~ 1	3.5 ~ 0.5

### 1.2 锅炉运行问题

锅炉运行是整个火力发电的关键环节之一,其运行时长与产热成效同时锅炉本身的质量具有很大的关系。在煤炭加热的时候,就能够运用燃料加热来获得想要的热能,锅炉转动也能够获得相对较高的效率,燃料也能够完成更为充分的燃烧。而质量相对偏差的锅炉在具体运行当中也会经常间断的情况,在间断这个过程当中就需专业的质检从业者来对其进行维修,在该过程当中不只损耗了人力,还会付出很多的时间,进而影响到最终的发电<sup>[4]</sup>。所以,火力发电厂锅炉在炉膛温度控制、风量配比、脱硫脱硝运行、尾部排烟温度等方面都应该严格运行参数调整。合理控制锅炉的过剩空气系数或入炉风量,氧量过大造成空气预热器漏风增加、烟气流增大和排烟温度升高,排烟热损失增大;低氧含量运行造成飞灰可燃物升高或受热面积灰,降低机组运行经济性。锅炉的运行问题是整个发电当中最为重要的问题,需要经常检验锅炉相关设备是不是正常,有没有得到预想的运行效率。

## 2 火力发电厂锅炉运行控制的有效措施

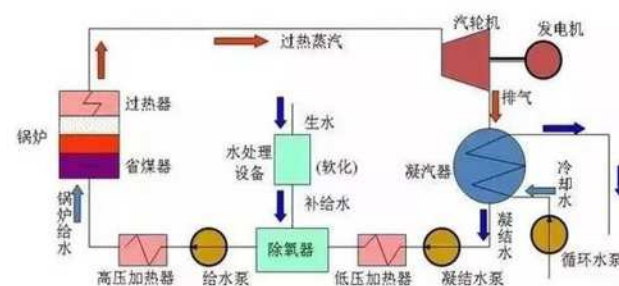


图1 锅炉运行流程

伴随我国经济的进步，火力发电厂作为一个重要的产业，也获得了一定的发展，而锅炉运行就是火力发电厂当中的关键环节，下面就锅炉整体的运行流程进行呈现（如图1所示），并就开展锅炉运行节能控制进行分析。

### 2.1 提升锅炉检修质量，消除锅炉漏风问题

锅炉本身漏风及其质量方面的问题对整个发电当中的锅炉节能有着很大影响，在发电厂具体的运行当中，必然会有一些问题造成所运用的锅炉本身不够环保，这其中锅炉本身漏风就是煤炭飘出污染环境的一个原因。该问题虽然比较小，但是还是会导致锅炉本身的节能成效受到影响，使得锅炉中的煤炭碎渣飘出锅炉。而煤炭又是二氧化碳这类污染的根源之一<sup>[5]</sup>，假如锅炉本身没有较好的密闭性，那么在燃烧的时候，锅炉本身就难以将煤炭所分解出来的粒子完全包裹。如果锅炉存在漏风的情况，并且锅炉上存在开口或人孔密封不严，那么这些粒子就会飘出同空气之中的氧气相结合，接着伴随空气的流动，这些数量较多、体积较小的粒子就会出现在整个空间当中，进而难以实现节能环保这个目标。同时锅炉漏风还可能造成煤炭的燃烧受到阻碍，使得锅炉中的燃烧温度不高，这时就需要比正常燃烧更多的时间，同时运用更多的煤炭。此外，大量的煤渣还有可能导致排灰渣系统运行不正常。目前锅炉大气污染物特别排放限值（如表2），所以，为了保障锅炉能够更好的节能减排，火力发电厂就需要把控好锅炉本身的漏风问题，并参照这个公式，根据经验公式，炉膛漏风与排烟温度近似成线性关系，一般漏风系数每增加0.01，排烟温度就会升高1.3℃左右，锅炉热效率降低0.045%~0.065%。所以说提高锅炉检修质量，对炉壁板、膨胀节、烟风道等处进行检查处理，在真正意义上让锅炉做到密闭。

另外，空气预热器漏风将使空气直接进入烟道被引风机抽走排入大气，由于排烟量增大，是引风机电耗增大，炉管磨损加剧，直接影响锅炉的安全经济运行。

表2 锅炉大气污染物特别排放限值

污染物项目	限值			污染物排放监控位置
	燃煤锅炉	燃油锅炉	燃气锅炉	
颗粒物	30	30	20	烟囱或烟道
二氧化硫	200	100	50	
氮氧化物	200	200	150	
汞及其化合物	0.05	-	-	烟囱排放口
烟气黑度（林格黑度级）	≤1			

### 2.2 改进与完善锅炉设施，合理调节燃烧操作

如果想要提升锅炉本身运行的控制成效，就需要进一步对锅炉相关设施加以优化，调节好燃烧操作。一方面，发需要考虑运用现代化的设备，比如锅炉燃烧调节控制系统，使得锅炉能够顺利运行。比如，某电厂机组借助锅炉燃烧

智能调节控制系统的运用，能够提升锅炉将近1%的效率，送、引风机电耗降低200到600kW，氮氧化物的排放量减少19.8%，过热器减温水用量减少了30%，进一步提升了汽轮发电机组的热交换效率。此外锅炉送引风机及给水泵进行改造，持续提高锅炉运行效率。并且发电厂还需要依据科技的力量，对锅炉现有的设施做出有效的创新及改进，引入更为节能设施<sup>[6]</sup>。像是把粉末吸收的通道放在鼓风机上，使得锅炉的燃烧能够在鼓风基础上，还能够把飘出的粉末都吸收，发挥出风机系统所具有的作用，同时在容器之中加以整理，接着放入锅炉之中作为燃料，进而提升环保的效果，有效的借助燃烧资源。另外一方面，在燃烧所用煤炭的质量出现改变时，就会造成炉中的能量来到炉壁，致使炉内燃烧动力场产生改变。所以，在燃烧的操作当中，应该运用较为有效的方式，让炉膛温度控制平稳。如果锅炉运行当中煤质产生变化，就需要明确一次风与二次风的配比，保持炉中的温度场，让炉中的燃烧工况变得更好。为了避免上方炉管存在温度太高的情况，调整一次风将控制火焰作为基础，做好改造工作（如图2所示），避免温度控制异常造成炉内结焦。

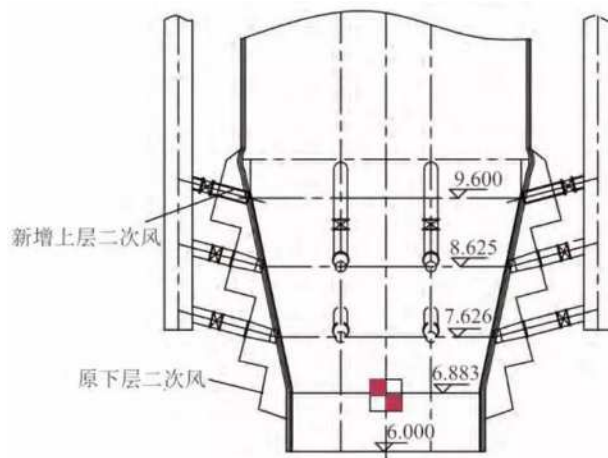


图2 改造后的二次口位置

### 2.3 科学调整锅炉燃烧，提升节能降耗效率

首先，在锅炉的燃烧当中，需要参照相应的规则与效率，并非是单纯的燃烧就能够发电，而锅炉在燃烧时所用的其他燃料，比如燃油、燃气等。同时锅炉的燃烧需一段时间歇息与加燃料，并不能一直都处在工作状态，这样锅炉会出现冷却情况<sup>[7]</sup>。那么在进行运用的时候，就需再次增加燃油或燃气，才可以做到再加热，这就造成燃料的运用次数变多，所耗能也会增多。所以，应该在升温加热锅炉与助燃油燃气运用之前做好计划，根据工况变化发挥锅炉节能效果。其次，在煤炭具体的运用当中，还需要依据相关情况来做有效的调节。由于煤炭来源的不确定性，在煤炭燃烧当中，做好煤炭区域划分、分类储存堆放、分炉分仓上煤、以存定耗，为了能够提升煤的运用率，在通常情况下，发电厂都会提前选用新煤，这就造成旧煤失去了原有的运用价值，使旧

煤变得更为陈旧。所以,正确的方式就是把旧煤和新煤一起进行掺配燃烧,如此不不仅可以提升锅炉发电的节能效率,还可以在浪费旧煤的情况下,提高煤炭的运用价值。

#### 2.4 强化节能意识,增加监管力度

在火力发电厂的锅炉运行当中,很多因素都有可能都会导致能源的浪费。所以,企业在重视技术改革的基础上,还需要重视提升员工专业水平的提升,制定出合理的培训制度,对于相关人员进行培训,强化其节能意识。多年运行实践证明,蒸汽热用户越多,机组抽汽量越大,冷凝损失越小,燃料利用率越高,综合运行经济性越好。通常是对煤质及掺配输送、锅炉的运行情况、相变换热器投用、乏汽回收装置、排灰渣系统及其污染的排放进行监督。结合煤在性质上的差异,依据对应的比例完成掺烧,让其能够和锅炉的设计煤种相吻合。在锅炉具体的运行当中,需要事先落实好锅炉运行的监管工作,在锅炉的运行发生异常的时候,快速进行处理,把损失减到最小。在满足锅炉给水运行情况下,适当降低给水压力,提高给水温度,一般情况下,在机组负荷不变情况下,给水温度的变化会影响炉膛热负荷和省煤器的传热量。另外,还应该对污水和废气的排放做严格的检测,在减少热损失的基础上,也需要防止对环境产生影响,实现节能减排。

#### 2.5 制定热控保护装置的应急预案

当前的发展状态下,我国逐步尝试从电气控制系统向热控保护系统中加以整合,但在实际运行中出现了电脑死机、黑屏或者是信号中断等各种情况,严重的时候还有很多可能会导致整个热控保护设备损坏的情况再次发生。所以我们在进行紧急过渡时候,就需要做出一个与之相应的事件紧急处置预案,针对热控设备及保护设施容易出现故障进行评估,对所得出的结果制定一个相对应的处理策略,从而能够在发生突发状况的时进行快速响应处理,让相关操作人员针对这些“故障”进行处置,提高自身的临时应变能力。

#### 2.6 科学化技术操作步骤

在日常工作中加强对操作人员的培训工作,提高人员面对故障时的处理能力,在进行热控管理的时候也能够更加高质量的进行。在当前的现状下,DCS控制系统的运用十分广泛,所以需要注意做好执行设备和动作信号的管控工作,分散其工作风险,提高自身操作的可靠性,为整体测量数据的准确奠定基础,在发生故障的时候也能够第一时间进行处理。积极发展热电冷三联供技术应用,应用液力耦合器改变

流量可比用定速泵节流收到很好的节能效果,利用梯级能量发电是热能工程中最有效提高能源利用率的措施。利用石化厂热媒水经泵送后进入锅炉尾部烟道相变换热器,充分吸收热量后回水进入除氧器,一方面可降低排烟温度,另一方面热媒水可重复利用。

采用多阶式防磨梁技术,在炉膛内部主动降低贴壁流的速度,达到降低磨损的目的,节约燃料消耗和检修成本。由于贴壁流的流速对锅炉水冷壁管磨损影响最大,在循环流化床锅炉中引入防磨梁技术,在炉膛水冷壁四周安装多道防磨梁(具体标高和尺寸依据水冷壁管焊缝位置确定),贴壁流受到防磨梁的阻挡,进一步减少磨损。通过提高工作人员自身的技术操作能力,就能够让其在日常工作中对于各种隐藏的风险进行监督,防止更大事故的发生。

结束语:总而言之,火力发电作为国内一个重要的能源供给产业,在科学发展观与可持续发展战略的作用下,火力发电厂锅炉节能不只需要有效运行,还需要对环境的可持续发展进行提升。火力发电厂需要掌握燃料和锅炉这两个重点,开展对运用方式的创新,让锅炉节能效果得以更加理想,让企业在可持续发展的背景之下做到长远发展。

#### 参考文献

- [1]赵磊.火力发电厂600MW亚临界机组锅炉节能降耗存在的问题及对策分析[J].数码设计(下),2021,10(1):104.
- [2]崔健.火力发电厂锅炉运行控制系统的节能对策解析[J].电子测试,2020(11):127-128.
- [3]王嘉婧.探讨火力发电厂锅炉水质常规化验方法及质量控制[J].清洗世界,2020,36(8):46-48.
- [4]丁勇.火力发电厂锅炉运行中燃料管理问题与管理方式分析[J].中国金属通报,2020(21):131-132.
- [5]李元炜.火力发电厂锅炉辅机振动、温度超标的相关研究[J].中小企业管理与科技,2020(18):169-170.
- [6]汤璇.试析火力发电厂锅炉检修运行与维护[J].内蒙古煤炭经济,2020(22):155-156.
- [7]成海军.火力发电厂锅炉水冷壁泄漏的原因分析及对策研究[J].商品与质量,2020(45):69.

作者简介:张成斌,男,1980年8月,民族:汉,籍贯:湖北武穴人,就职于中国石化荆门石化公司,职务:部门副经理,学历:本科,研究方向:锅炉设备及运行方向,邮箱:zhangcb.jmsh@sinopec.com。