

火电厂锅炉混煤掺烧技术及节能运行措施分析

●王 蓓



[摘要] 火电厂在一定程度上应归属于制造业的第二产业,其可以助力我国经济的发展。正是由于燃煤电厂的存在,人们的生活质量才得以改善。为促进火力发电厂可持续发展、顺应市场需求、降低成本,在燃煤机组中大量采用掺煤工艺,是一种常用的发电方式。此项工艺的核心在于将不同性质和种类的煤种按特定的比例进行掺混,然后投入锅炉中燃烧,从而实现高效节能的目的。然而,如果相关人员对掺煤特征不了解,比例控制不当就会起到相反的作用,从而降低燃煤机组掺煤工艺应用的稳定性。

[关键词] 火电厂;锅炉混煤掺烧;优势;节能运行;改进措施

锅炉是火电厂的重要装置,起着燃煤的作用。煤作为一种储量较大的能源,其产生的废弃物对生态环境造成了污染。因此,火电厂需要对锅炉进行必要的改进,以达到更好的经济效益和环保效益。锅炉的调试工作涉及主机组和有关的附属装置。为适应我国经济可持续发展的要求,火电厂需要对锅炉进行节能操作。

Q 火电厂混煤掺烧技术特点

火电厂混煤掺烧技术最重要的特征是易磨性,根据其可研磨程度可以将其划分为容易研磨与不易研磨两类。在制造煤粉的时候,相关人员必须知道煤的特性。若是使用难磨煤,那么制造出来的煤粉就比较粗,这种煤粉很难完全地燃烧,其在锅炉里的燃烧时间就会延长。使用容易研磨的煤,一般不会出现不完全燃烧的问题。

大多数时候,物质是在符合一定的温度条件下,才会发生化学反应。煤炭的燃烧也是在一定的温度下进行的,它在加热的过程中产生热量。决定煤能否完全燃烧的原因很多,如温度、加热效率、活化能等。混煤指的是不同煤质的混合物,他们在同一时刻投入锅炉中进行充分的燃烧。不同种类的煤燃烧的特点不同,它们的燃烧状态也会发生很大的变化。由于各种煤质的差别,它们的燃烧特征也会不一样。

耗竭度不同的煤在挥发分含量上存在一定的差别,有些煤的挥发分相近,有些则存在明显的差别。当两种煤的挥发分相近时,它们在燃烧时受的影响不大。其特点是:当两种煤进行混合后,易挥发分含量高的煤在短暂的时间里进行快速的燃烧,这个过程会耗费很多氧。而对于那些易挥

发分含量很少的煤来说,它对氧的需求很大,如果氧含量不够,就会造成燃料很难完全燃烧。此外,当两种煤具有不同燃尽性能时,若要进行掺混,需对其送气工况有更严格的要求。

Q 火电厂锅炉混煤掺烧理论分析

(一)可磨特性

按照可研磨的特性,可以将煤划分为容易研磨和难研磨两种。在制造煤粉时,要对煤的特性进行详细的分析。若选择难磨的煤,其生成的煤粉比较粗,这样的煤粉在燃烧的时候会因为太粗而难以充分地燃烧,从而使锅炉的燃烧时间大幅度延长。若选择易磨煤,则基本不会出现燃烧不充分的情况。电厂在使用煤粉时,要解决好难磨煤的燃烧问题。如果煤粉不能充分地燃烧,就难以实现二次使用,这样就会造成能量的浪费,也会加大发电的费用。

(二)着火特性

一般来说,只有在达到一定的温度条件下,燃料才会释放出热量。因此,在燃煤的时候,一定要保证燃料的温度达到一定的要求,这样煤炭就可以通过加热来释放热量。对煤来说,温度、加热效率和活化能是决定煤能否充分燃烧的重要因素。混合煤是将各种煤种类混合后送入锅炉中进行燃烧的一种基本形式。因为不同种类的煤具有不同的燃烧特征,所以它们在燃烧时表现出的特征也是不一样的。混合煤在燃烧的时候,对温度要求相对低的煤会先散发热量,并把这种热量传给其他的煤,以此来提高电站锅炉的温度。这会针对不同质量的煤对应的燃烧温度,减少燃煤持续时间,从而实现节能减排。从特定的生产情况来看,在锅

炉中混合的煤炭，大部分的温度都接近于组成中更易燃的煤炭，这也是混合燃料的优势。

（三）燃尽特性

当挥发性差异较大的两种煤进行混炼时，其在实际的燃烧过程中，由于煤质的不同，会产生“抢风”现象，从而对混煤的充分燃烧产生一定的干扰。因此，燃烧性质差异较大的混合煤，其在燃烧时，对工况要求十分苛刻，一台单独的锅炉难以满足两种煤所需的不同的燃烧工况。

Q 火电厂锅炉混煤掺烧技术的改进措施

（一）炉前掺配与炉内燃烧

这项工艺的实施要求通过运输装置将不同种类的煤炭根据对应的比例关系高效地进行混合，搅拌均匀后，再由磨机粉碎，再送到炉中进行燃烧。大部分时候，这种工艺对煤质的要求比较高。若选用的是不同种类的煤炭，煤炭则要达到相近的易磨性。对于某些操作状况比较好、经营状况比较好的燃煤机组来说，这一工艺得到了普遍地使用。若要对入炉煤的有关性能进行更好的调整，就必须对混合后的煤种进行适当的配比。混合煤与易燃煤的点火特征非常接近，它们都是易燃且稳定的。

（二）分磨制粉和炉内燃烧

过去的火力发电厂采用的是直接送粉方式。对于混合配制烧成的煤粉，要把各种煤种放在不同的磨煤机中进行粉磨，即采用分段式制粉技术。根据这种特性，工人可以根据各种煤的特性合理地选取碾磨时机，保证整个煤粉团都是均匀、平稳的，然后再通过一次风管送入锅炉中进行燃烧。通过这种改造，不仅可以减少燃煤电厂中的煤粉搅拌时间，减少对人员和场地的需求，还可以保证燃煤的颗粒分布更加均一，从而增强了锅炉的燃烧效果和稳定性。对于火力发电厂来说，若要使用储存型磨煤技术，应加大对磨煤的使用力度，并根据实际情况对磨煤进行粉碎。然后，将燃料分散开来，再通过燃料箱输送到燃烧室，进行燃料的混合和燃烧。经改造后，将具有各种特性的煤粉输送至相应温度区，使其在较大程度上改善燃料的燃烧状况，从而达到了增产的目的。例如，高负荷区域适用于某些低黏度煤。采用分段式和炉内式两种方式，可以确保煤粉粒径分布均匀，降低飞灰中的含碳量，从而达到节约劳动费用、提高生产率和确保生产稳定性的目的。

（三）分磨制粉、仓内掺混及炉内燃烧

通过一台磨煤装置将选定的煤炭进行粉碎，把它运送到相应的存储仓中，然后把各种煤粉在仓中进行混合，最终把煤粉送入到燃烧器中，这就是分磨制粉、仓内掺混和炉内燃烧的整个过程。由于不同的煤具有不同的燃烧特性，因此选择具有相近特性的燃煤品种可以消除其在燃烧过程中的不

良反应，从而达到高效利用煤炭资源的目的。这种工艺的运用，可以结合煤着火的特点，对容易着火的煤进行保护。此外，这种工艺的运用还可以降低燃煤的含碳量，尤其是利用燃煤的熔点较低的特性，有利于减小其对周边环境的不利影响，符合我国的节能和环保需求。

Q 火电厂锅炉混煤配比方案

（一）煤种工业分析

煤炭的化学组成测试指标包括水分、挥发分和固定碳含量等。根据有关指标，可以在确定燃煤特点的基础上，对燃煤进行合理的优化，改进实际工作条件，从而达到节能降耗的目的。火电厂利用全自动工业分析仪对1号煤、2号煤、3号煤的特征进行分析测试发现，混合煤的灰分比设计值要高得多。1号煤、2号煤的分析值不符合设计指标，3号煤的热值偏离较大，其热值偏高，火电厂需要进行调整以达到更好的效果。

（二）明确混合煤掺烧比例

在保证锅炉安全稳定运行的前提下，火电厂要重点研究如何在不同煤种的掺混比例下，实现锅炉的稳定运行。本项目以节能和环境保护为首要目的，开展混合煤掺烧过程中掺入比例的优化计算，构建多目标匹配数学模型，确定最佳掺烧方式，是一种切实可行的方法。在混合煤比例的测算过程中，多个指标之间缺少关联，使得决策过程非常繁琐，很难进行高效的优化调度。相关人员利用线性赋等方法将多准则决策转换成一种多准则融合的决策，建立多准则决策方程。在此基础上，利用相关的计算程序计算出1号煤、2号煤、3号煤的质量比例为4:4:3。

（三）混煤工业分析

相关人员通过对各煤系的煤质特征进行工业解析，建立多目标优化模型，确定最佳配比；通过对混合煤的成分进行工业试验，发现混合煤中的水分比设计值有显著提高，其余指标都在控制之内。

（四）明确混合煤掺烧方法

当前，有多种混合方式可采用，如炉前混合+炉内掺烧、分磨+炉内掺烧等。发电厂根据电站生产的具体情况，最后确定了分段磨粉+仓贮+炉内掺烧的方式。

Q 火电厂锅炉混煤节能运行措施

（一）改善炉内的燃烧效能

对于火力发电厂来说，采用节能措施的重点是如何改善其燃烧性能，然后采用掺烧的方式来达到节约能源的目的。当锅炉的燃烧效率较差时，势必会对发电系统的整体发电效果产生不利的影 响，燃煤所产生的热量不能完全转换成电力。这就会影响电厂的节能减排效果，不利于提升发电厂

的整体效益。因此，在生产过程中，必须将混合煤的掺烧工艺进行有效的应用，根据锅炉的具体操作情况，确保其内部的煤粉能够完全地燃烧。

(二)做好锅炉受热面清理工作

在锅炉的工作中，锅炉的能耗损失是在运转过程中产生的热量损失，排出烟气时会损失很多热量。对此，在长时间的燃烧过程中，由于烟气等原因，使得其表面积灰增多。因此，工作人员需要做好锅炉受热面的清理工作，以降低热量损失。除此之外，还要对锅炉进行日常维护。

(三)做好锅炉漏风的检查工作

锅炉的工作效能是决定电站发电能的重要因素。若锅炉的工作效能失效，势必会造成容量损失。例如：锅炉的漏气、煤气的膨胀等，会使机组的容量损失显著增大，从而使机组在全过程中的电气负载超载。相关人员要仔细查看锅炉有无漏气现象，并进行经常性的维护。

(四)降低锅炉蒸汽损耗

锅炉蒸汽损耗主要是由于检测工作没有达到标准。要想降低锅炉蒸汽损耗，就必须采用下列方法：第一，要对锅炉给水的品质进行检测，确保给水的品质符合要求，从而降低排污量。第二，在实际生产中，要确保蒸汽分离装置符合产品的品质标准，并能确保其安全、平稳地工作。第三，要使蒸汽分离装置的有关参数符合要求，如水位、压力、负荷等，以保证蒸汽分离装置的平稳运转。第四，在施工过程中，要对锅炉排污系统、供水系统进行监控，一旦出现泄漏等不正常现象，要立即进行治理。

(五)合理选择运行设备

中速磨具有适应性好、使用方便、工作平稳等特点，是目前我国火力发电厂的主流磨煤装置。然而，该装置在操作时会造成大量的电力损失。因此，发电厂可以通过提高磨矿效率，降低磨矿的能量消耗，使其更好地利用现有装置达到节约能源的目的，同时也能够提升发电厂整体的经济效益。

(六)对再热器减温水量进行合理控制

在实际操作中，由于燃烧过程导致了大量的再热减温。再热器在受热时会生成大量的水蒸气，这些水蒸气进入涡轮内部构成压缸做功，但与进入高压缸的压力相比，其转化的能量要小得多。降低废气压力、提高初始压力、提高初始温度等是提高锅炉热效率的重要途径。发电厂要尽可能利用高热、高压力的环境调节锅炉热效率，对再热器注入减热水，这相当于提高了它的蒸汽量，用低压蒸汽代替了部分高压蒸汽，既能达到机组的负荷要求，又能保证它的热经

济性。

(七)对锅炉飞灰进行有效控制

锅炉的飞灰会导致电力消耗更大，从而提高了电力生产的费用，其调节方法如下：(1)选用高品质的燃料煤。煤炭质量的高低与其飞灰有很大的关系。一般来说，灰分越小，挥发分越高；灰分越大，挥发分越低。(2)空气流量大小对其飞灰有较大的影响。尤其是在低负荷时，如果空气流量越大，其颗粒的滞留时间就越短，从而影响了炉内的温度，增大了飞灰的数量。(3)通过调节磨煤的出风温度对锅炉飞灰进行有效控制。磨煤的出风温度对其飞灰状况也有一定的影响。当磨煤机组出风时，其烘干功率将增大。而加大机组的功率，则可实现对煤粉的高效控制，从而达到对飞灰的控制。反之，当空气温度较高时，则可降低炉内因过早点火导致的冷空气量，这时炉内的高温可利于点火。(4)煤的粒度对飞灰也有一定的影响。其影响因素是：旋流器的旋转速度和风压导致的燃烧不充分；在燃烧方面，细小的煤粉有利于充分燃烧。(5)要协调好干燥机、通风机、磨煤机等设备的输出，保证磨煤机不能超载。(6)要适当地选取过量空气系数。若空气系数太小，则会造成供氧不足，无法保障煤被充分的燃烧；如果空气系数太大，则会造成烟气流失，影响燃烧区的温度，从而使煤的燃烧效率下降。

Q 结束语

综上所述，发电厂是电力产业中最为关键的一环，其发电效率对发电厂的发展产生了重要影响。发电厂发电效率与锅炉的燃烧效率有着较大的关系。因此，燃煤发电厂要合理地应用混合燃煤发电技术，提高其发电能效，这是目前发电厂急需解决的问题。发电厂要加强对混煤掺烧工艺及其节能效果的研究，促进我国电力工业的可持续发展。

参考文献

- [1]宋小俊.电厂锅炉混煤掺烧技术研究与实践[J].石化技术, 2020,27(01):111,152.
- [2]苗莉.浅谈电厂锅炉混煤掺烧技术应用[J].科技创新导报, 2013(01):97-98.
- [3]秦磊.发电厂煤炭掺烧后锅炉燃烧优化调整[J].区域治理, 2018(40):282.

作者简介:

王蓓(1989-),男,汉族,安徽安庆人,本科,工程师,天津蓝巢电力检修有限公司,研究方向:能源动力工程。