

浅析电厂锅炉混煤掺烧技术研究与实践

陶庆矛

广西广投能源有限公司 广西 来宾 546100

摘要：在中国，燃煤发电仍占及其重要的地位，由于煤资源地域差异和燃煤电厂煤炭供应的限制，煤炭的质量发生变化时，燃煤发电企业的燃料成本就会持续走高。而混合不同种类的煤炭是解决这个问题的简单而有效的方法。因此近年来，许多燃煤电厂在锅炉的日常运行中都使用混煤掺烧来降低成本。在未来，混煤掺烧的方法将更加普遍。煤燃烧的过程是一个复杂的物理化学过程。燃煤的混合更加复杂。在燃煤的混合过程中，不同种类的煤相互作用，相互限制，混合煤的种类，混合煤的比例，煤种特性等因素，是影响燃烧煤混合效率的重要因素。此外，发电厂混煤掺烧的选择，必然与维护安全、经济效益、环境影响等问题有关。因此，混合方法的先进性质和燃煤计算的准确性尤其重要。

关键词：电厂锅炉；混煤掺烧；技术

引言：

中国煤炭资源的地理分布非常不平衡，分布结构西多东少、北富南贫。煤炭资源的分配与消费区域的分配不一致，不同地区的煤炭品种和质量发生了重大变化，经济增长、交通限制以及其他因素导致煤碳资源紧张，最终致使燃煤电厂燃用煤种从锅炉设计的煤种转移。为了确保最大限度的稳定、经济、安全、符合国家排放标准，混煤掺烧已成为燃煤电厂难以逃避的选择，预计在未来很长一段时间内混煤掺烧将更加普遍

一、课题研究意义

发电厂的锅炉是根据特定燃煤类型来设计和制造的，不能随意地混合不同种类的燃煤燃烧。当特殊市场经济阶段下，可用煤种类型的煤种变化时，可能会导致锅炉功率不足、热损耗增加、效率降低和煤耗增加，也可能导致燃烧不稳定、炉内结焦渣、受热表面腐蚀和其他影响锅炉安全的问题。因此，研究混煤掺烧燃烧技术对于提高发电厂锅炉的效率和安全、降低煤耗和缓解资源供应的紧张至关重要。混煤掺烧是不同性质的煤种按一定比例混合，搭配出挥发性、热量、熔点、可磨系数等各项性质接近设计煤种，或者综合经济指标以达到不同市场行情下成本与安全最优。混煤燃烧技术的优势：可以缓解由于煤炭资源分配不均，煤炭价格巨大波动或其他原因，导致锅炉燃用煤种偏离设计煤种而带来的安全和经济风险；混煤掺烧技术作为燃煤电厂转型节能降低成本的方法，与其他方法相比，其灵活且效益立竿见影，无需大投大改就能快速响应市场调节从而降低成本。大型燃煤电厂也在更广泛地运用在实际的生产中。因此，掺烧研具有重要意义。

二、混煤掺烧对锅炉机组的影响

煤对锅炉效率的影响与煤品质和工作条件有关，主

要取决于煤的品质。煤炭品质对燃烧条件的影响不能仅通过普通的煤炭分析来判断，即工业和元素分析的结果结合非传统分析。煤炭的种类是发电厂锅炉设计的基础，锅炉运行在适合煤种燃烧时效率较高。在燃煤电厂中混煤掺烧经济性受煤炭质量影响最大。

对于混合不同燃烧特性和可磨特性的煤炭种类，可以消除燃烧偏差，提高锅炉对煤炭种类的适应性。高挥发煤种与可磨系数高煤种的优势：炉渣和飞灰中的碳含量可以减少。当磨碎系数下降时，如果保持磨出力机和煤粉细度保持不变，风机的能耗就会增加，风机的寿命就会减少。从发电厂的实际运作来看，大多数发电厂的煤炭性质变化不只是影响了制粉系统。因为不同的煤种的添加，其可磨系数、着火性、灰熔点、内水、外水等与设计煤分析结果大不相同，必然会对煤存储；制粉系统的运行；燃烧条件的制约；环保排放等有个不同的影响。如由于可磨系数小于而需增加制粉系统电耗，挥发份高使存储时自然风险的增加和制粉爆炸的几率增加，热值不达标影响锅炉出力甚至灭事故，硫份大而增加脱硫成本等。因为燃煤，因此合理的配比应多次结合运行效果综合。

三、电厂锅炉混煤掺烧技术

1. 主要来自两个方面预测混合

科学计算分析来实现炉前混合直吹燃烧，以及中储粉仓燃烧混合。科学煤质分析计算可以降低意外的可能性和燃烧偏差的发生，为安全高效的运行提供了一定的数据支持和指导方向。在工业分析煤种性质的前提之下预混配比，能大致清楚混合后燃煤是否符合发电厂锅炉安全运行且在不同负荷下的发电要求。如果任何指标不适应锅炉设计，可以相应调整。电厂燃料部门可以根据煤炭的相关特性，有选择的储存分类一种或多种煤炭作为煤的混合物。而在决定购买煤炭时，提供相应的参考依据，根据储存的煤数量确定购买的煤炭的合适数量，减少堆场库存。中储粉仓燃烧混合方案是将不同特性的煤种经研磨后存于中间粉仓中再通过燃烧器送入炉膛燃烧。此方案可将炉膛燃烧区域细化。在不同给粉机层给以不同的煤种燃烧。如最底层燃烧器可以用较细煤粉。以减少炉渣可燃物含量。对于不易结渣的煤粉，可放在适当的温度区域燃烧，减少结渣影响效率。混合方式的不同可按照机组先有条件下选择。如：直吹制粉系统应选择煤站混合后上至煤仓；设计多台磨煤机中储仓系统需可采用中储仓燃烧混合。

(1) 混煤方式执行过程

首先，燃料部门应对多种煤进行特性数据分析，其中包括元素分析、工业分析、可磨性系数、灰熔点、低位发热量等形成数据库，依据特性划分不同煤种进行堆放。依托数据库进行预掺配预案，并在实验室进行掺配后分析对比。评估成本以及对设备安全、环保的影响。

表 1 煤质指标对运行的影响及推荐值

指标	与机组运行的关系	控制值
干燥无灰基挥发分	防止爆炸或保证燃烧稳定	接近锅炉设计值
灰软化温 ST	防止结渣	ST ≥ 0 c+150
煤的收到基水分，发热量	保证锅炉带负荷能力及保证辅机在最佳状态下运行	接近锅炉设计值无较大偏移
硫份	环保与安全	脱硫能力
可磨系数	制粉出力	接近或大于设计煤

(2) 掺混基本要求

入炉混煤灰分应满足除渣系统、除尘系统能力的要求；入炉混煤水分应满足制粉系统干燥能力的要求；入炉混煤可磨性指数 HGI 应满足制粉系统制粉处理的要求；入炉混煤发热量应满足制粉系统制粉出力，锅炉带负荷能力的要求；入炉混煤含硫量应满足脱硫系统能力的要求。

2. 电厂燃料应多总结掺配比例对设备影响

形成最佳混合指标的多种比例的不同掺配方案，结合市场经济，不断的形成设计煤种的替代煤种。在某项指标有较大偏移时，应在锅炉运行中的调整参数以调高适用能力。某电厂掺烧部分印尼煤致使挥发分高于设计值 10%，实际运行中采用低氧制粉、低温送粉

可以有效的减少煤粉是自然和爆炸。

3. 燃煤发电厂可以自由地评估组合的利弊标准

这些指标包括安全、经济、环保和发电出力的。以确定配比方式。根据需求不同，配比方式会上升或下降。并根据配比后的性质进行参数调整。实际工作中电厂的运行需要经常变负荷或者调峰运行。这样就要求燃料部分应灵活调整配比方式。在锅炉负荷的变化下，煤的类型不会随着负荷而变化，但有了多种配比方式选择，和试验数据。结合电负荷的预计曲线灵活配比，更加科学、准确、高效。应对锅炉负荷的变化。假如煤仓煤位控制得当，甚至可以细化到适合锅炉某一负荷阶段下的某一种配比；长时间低负荷运行时段，采用高挥发低热值配比，节降燃料成本的同时也可以保证燃烧的稳定。

4. 在参数匹配方面

配比一旦形成并上入煤仓，电厂运行人员应对燃烧煤种有一点基础理解。制粉出力，一次风参数，二次风配风的模式要响应控制。煤在研磨时，需要根据煤的水分控制制粉温度，根据灰渣可燃物情况调整煤粉细度。挥发份不同应控制一次风的温度和流速。在中间层燃烧器送入燃尽时间较长的煤时增加二次配风量等。此后，技术部门在做配比试验得出调整方向的同时，经实际运行进行数据的修正和记录。将数据库的数据模块化。该模块一旦形成，只要输入有关当前煤炭的相关信息，包括相应类型的煤及其质量参数、工作温度、适合锅炉当前负荷和其他信息就可以直接生成。

5. 仓储式制粉系统也是锅炉混煤掺烧技术常用的一个方式

不同的磨煤机对不同煤质进行磨制，其可以细化成“分磨制分，仓内掺混，炉内混烧”、“分磨制粉，炉内掺烧”对于可磨性差异不大的煤，可采用“炉前掺混，混合制粉，炉内混烧”的配煤掺烧方式。对于可磨性差异较大的煤，可采用运用“分磨制粉，炉内掺烧”。仓储式制粉系统锅炉掺烧技术在实际运用中可以根据锅炉内的燃烧情况输送不同比例的煤种。此种掺配方式是中储式制粉系统的优势，这样可以保证一下可磨性较差且难以燃尽的煤种送到适当的燃烧区域以达到充分燃烧的效果，这在一定程度上节省了煤质资源的浪费，并且在此基础上，还可以让燃烧质量得到了保证。

四、混煤掺烧技术存在的问题及解决措施

(1) 燃煤发电目前仍在我国占有很大比例，我国的煤炭消耗大国。在发电厂锅炉中使用煤炭技术对现代热能的可持续发展具有非常积极的影响，虽然技术相对成熟，但随着燃料市场的变化，掺烧方式也是一个动态调整的过程。锅炉在运行煤炭掺烧时存在许多问题和缺陷。燃料性质的变化，必然使实际空然比的变化，炉膛

里的煤尘燃烧速度也在变化。在炉膛的不同区域，影响混合物燃烧条件的因素与燃用单一煤炭的因素略不同。燃烧热分布又因混合分均匀程度而不一样。影响煤粉燃烧速度。在煤与分混合不稳定之后，锅炉运行安全不稳定。燃煤掺烧的调整，要求锅炉值班员多燃用煤种的特性应熟悉。对参数的调整方式不能单一，应结合煤种特性进行调整。

(2) 配煤方案要设备而异，因煤而异。不同设备考虑的重点不同，灰熔融性温度考虑，硫分考虑，结焦问题都会侧重关注。不同的煤种考虑的重点不同。掺烧中煤种特性偏移太大时，建议做好燃烧试验。而针对锅炉设计煤种，锅炉燃烧方式、燃烧布置、环保投入等设备性能，来确定掺配煤种煤质、掺配比例的上下限指标。

结 语：

综上所述，配煤掺烧从燃料的采购、煤场的存储、煤性质数据分析、生产运行的调整、维护单位的支持等，等诸多环节的严格管理和执行。这是一项系统性、全局性、复杂性的工作，更是一项长期的任务，涉及到生产、经营、燃料、维护等各个系统及部门。配煤掺烧工作中还存在诸多不足之处，为了正确合理地配进行配煤掺烧，就要坚持配煤掺烧的科学性、安全性、经济性、环保性原则，充分挖掘配煤掺烧的潜力，进一步使得配煤掺烧工作精细化、规范切实保障机组安全、经济、稳定运行。

总之，电力生产是我们国家的生计项目，煤炭是我国重要的发电能源，燃煤的掺配掺烧已是当前煤炭形势下的必然选择。合理的掺烧方案可以在保证设备安全性的前提下保持良好的经济性和环保性；保证煤质的稳定、

为防止锅炉燃烧不稳定而发生火灾事故做好先前保证条件。掺烧后的入炉煤热值，如低于机组最小技术出力下限时，对应对掺烧比例做适当的调整，避免热值与挥发分同时过低。掺烧煤种在配煤时，结合高挥发分、高热值的煤种掺配，高热值高挥发份煤配下层，保证着火稳定，掺烧煤种配上层制粉系统，进行掺烧，可有效防止锅炉燃烧不稳发生火灾。

(3) 通过多次参数数据的总结和优化，记入掺烧数据模块的数据越多，燃煤掺烧就更能细化。同时，热控人员可根据掺烧煤种的不同，将数据库模块的数据引入逻辑进行自动控制方面的优化，风量和煤粉量的自动调节中加入煤种性质的参考运算。提高自动化运算的智能化。减少人员操做不当带来的风险。

加强对燃煤的管理是增强企业竞争力、提高电厂效益的有效途径。发电厂作为我国能源部门的重要组成部分，锅炉燃烧效率和节能管理直接决定了发电效率。如何在节能减排方面做得好，一直是电力行业的首要问题。只有实现这两个方面，我们才能最大化发电厂发电的能源利用率，提高我国产业和经济的全球竞争力，实现碳达峰、碳中和，实现能源和产业的可持续化发展

参考文献：

- [1] 秦磊彬, 田伟, 等. 复杂煤质下锅炉燃烧精细化运行技术 [J]. 中国电力, 2018, 51(9): 39-45.
- [2] 刘峰. 电厂锅炉混煤燃烧技术应用现状及分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2018, (4): 2433.
- [3] 万超 富. 电厂锅炉运行中节能降耗技术的应用分析 [J]. 建筑工程技术与设计, 2019, (34): 3947.