

火力发电厂燃煤质量对发电效率与环境影响的研究

王彬

大唐南京发电厂 江苏 南京 210000

摘要：本文围绕火力发电厂燃煤质量展开多方面探讨。构建了包含物理、化学和工业分析指标的燃煤质量指标体系，深入分析了燃煤质量对发电效率的影响，涵盖锅炉燃烧效率、汽轮机热效率及整体发电效率。同时，阐述燃煤质量对环境的诸多影响，如大气、废水和固体废弃物排放。最后提出了提高燃煤质量以提升发电效率与降低环境影响的策略，包括采购、预处理、燃烧优化和污染物治理等方面，旨在为火力发电厂的可持续发展提供理论支持与实践指导。

关键词：火力发电厂；燃煤质量；发电效率；环境影响；提升策略

1 火力发电厂燃煤质量指标体系

1.1 燃煤的物理性质指标

燃煤的物理性质指标是衡量其基本特性的重要方面。粒度是关键指标之一，不同粒度的燃煤在燃烧过程中表现差异显著。较细的煤粉具有较大的比表面积，能与氧气充分接触，加快燃烧速度，提高燃烧效率，但过细的煤粉在储存和输送过程中易产生扬尘，造成损失且污染环境；而粒度过大的煤块则难以充分燃烧，导致燃烧不完全，增加机械不完全燃烧热损失。密度指标反映了燃煤单位体积的质量，它影响着燃煤的储存和运输成本，密度大的燃煤在相同体积下质量更大，储存和运输效率更高^[1]。硬度指标关系到燃煤的破碎难度，硬度较高的煤在破碎过程中需要消耗更多的能量，增加生产成本，同时也会影响磨煤机的使用寿命。此外，燃煤的湿度也不容忽视，湿度过大会降低煤的发热量，影响燃烧稳定性，还可能导致锅炉结焦、受热面腐蚀等问题；湿度过小则易产生煤粉飞扬，增加火灾和爆炸风险。准确掌握这些物理性质指标，有助于合理选择燃煤、优化燃烧工艺，提高火力发电厂的经济效益和运行安全性。

1.2 燃煤的化学性质指标

化学性质指标对于燃煤的燃烧特性和污染物排放具有决定性影响。碳含量是燃煤发热量的主要来源，碳含量越高，燃煤的发热量通常越大，燃烧时释放的热量也就越多，能够为火力发电提供更充足的能量。氢含量也是影响发热量的重要因素，氢在燃烧时能释放出大量的热量，且燃烧产物为水，对环境相对友好。硫含量是燃煤中需要严格控制的有害元素，硫在燃烧过程中会生成二氧化硫和三氧化硫等硫氧化物，这些硫氧化物不仅会腐蚀锅炉设备，降低设备使用寿命，还会在大气中形成酸雨，对生态环境造成严重破坏。氮含量同样不容忽

视，燃煤中的氮在高温燃烧条件下会转化为氮氧化物，氮氧化物也是大气污染物之一，会导致光化学烟雾和酸雨等环境问题。氧含量会影响燃煤的燃烧过程，氧含量较高的煤相对容易燃烧，但过高的氧含量可能会降低燃煤的发热量。通过精确分析燃煤的化学性质指标，可以预测其燃烧性能和污染物排放情况，为采取针对性的污染控制措施提供依据。

1.3 燃煤的工业分析指标

工业分析指标是评估燃煤质量的重要手段，主要包括水分、灰分、挥发分和固定碳。水分含量与前面提到的物理性质中的湿度相关，但工业分析中的水分测定更为精确和规范。水分过高会降低燃煤的有效发热量，影响燃烧温度和燃烧稳定性，增加锅炉的排烟热损失。灰分是燃煤中不可燃的矿物质成分，灰分含量越高，燃煤的可燃成分相对越少，发热量越低。同时灰分在燃烧过程中会形成灰渣，增加锅炉的清灰工作量，还可能导致锅炉受热面结焦、磨损等问题，影响锅炉的安全运行。挥发分是燃煤在特定条件下加热分解产生的可燃气体和蒸汽，挥发分含量对燃煤的着火和燃烧稳定性起着关键作用。挥发分高的煤容易着火，燃烧初期火焰传播速度快，有利于锅炉的快速启动和稳定燃烧。固定碳是燃煤中除去水分、灰分和挥发分后的可燃部分，固定碳含量越高，燃煤的发热量通常越大，燃烧时间也越长。综合分析这些工业分析指标，可以全面了解燃煤的质量状况，为火力发电厂的燃煤采购、储存和使用提供科学依据。

2 燃煤质量对火力发电厂发电效率的影响

2.1 燃煤质量与锅炉燃烧效率的关系

锅炉是火力发电厂的核心设备之一，燃煤质量对锅炉燃烧效率有着直接且显著的影响。优质的燃煤具有合适的粒度、较高的挥发分和固定碳含量以及较低的水分

和灰分含量。这样的燃煤在进入锅炉后，能够迅速着火并稳定燃烧，释放出大量的热量。挥发分首先析出并燃烧，为固定碳的燃烧提供良好的条件，使固定碳能够在充足的氧气供应下充分燃烧，减少机械不完全燃烧热损失。同时，较低的水分和灰分含量减少燃烧过程中水分的蒸发吸热和灰渣的形成，降低了排烟热损失和灰渣物理热损失，从而提高了锅炉的燃烧效率^[2]。相反，劣质燃煤由于粒度不均匀、挥发分低、水分和灰分高等问题，会导致着火困难、燃烧不稳定、燃烧不完全等现象，增加各项热损失，降低锅炉燃烧效率，影响火力发电厂的经济效益。

2.2 燃煤质量对汽轮机热效率的影响

汽轮机是将锅炉产生的蒸汽的热能转化为机械能的关键设备，燃煤质量通过影响锅炉产生的蒸汽参数，进而对汽轮机热效率产生影响。优质的燃煤在锅炉中能够充分燃烧，产生高温高压的蒸汽，使蒸汽具有较高的焓值。当高温高压蒸汽进入汽轮机时，能够推动汽轮机叶片高速旋转，将更多的热能转化为机械能，提高汽轮机的热效率。而劣质燃煤燃烧不充分，产生的蒸汽温度和压力较低，焓值较小，蒸汽在汽轮机中做功能力减弱，导致汽轮机热效率降低。燃煤质量还会影响蒸汽的品质，如蒸汽中的含盐量等，如果蒸汽品质不佳，会在汽轮机通流部分形成积盐，影响汽轮机的正常运行，进一步降低汽轮机热效率。

2.3 燃煤质量对发电厂整体发电效率的影响

火力发电厂的整体发电效率是锅炉燃烧效率、汽轮机热效率以及发电机效率等各个环节效率的综合体现，而燃煤质量贯穿于整个发电过程，对各个环节效率都有着重要影响，从而决定了发电厂的整体发电效率。优质的燃煤能够提高锅炉燃烧效率，为汽轮机提供高温高压的优质蒸汽，进而提高汽轮机热效率，最终使发电厂的整体发电效率得到提升。相反，劣质燃煤会导致各个环节效率下降，整体发电效率降低。据相关研究表明，燃煤质量的变化可能会使火力发电厂的整体发电效率产生数个百分点的波动，这对于大型火力发电厂来说，意味着巨大的能源损失和经济成本增加。

3 燃煤质量对火力发电厂环境的影响

3.1 大气污染物排放

燃煤质量对火力发电厂大气污染物排放具有决定性作用。如前文所述，燃煤中的硫、氮等元素在燃烧过程中会转化为硫氧化物和氮氧化物等污染物。高硫煤燃烧会产生大量的二氧化硫，二氧化硫在大气中经过氧化和催化作用会转化为三氧化硫，三氧化硫与水蒸气结合

形成硫酸雾，硫酸雾是大气中酸性污染物的主要来源之一，会导致酸雨的形成，对土壤、水体、植被等造成严重破坏，腐蚀建筑物和历史文物古迹。氮氧化物主要包括一氧化氮、二氧化氮等，它们不仅会参与光化学烟雾的形成，对人体呼吸系统和眼睛造成刺激和伤害，还会导致酸雨和温室效应等环境问题。燃煤中的灰分在燃烧过程中会形成可吸入颗粒物，这些颗粒物会携带多种有害物质，如重金属、多环芳烃等，对人体健康构成严重威胁，可引发呼吸道疾病、心血管疾病等。

3.2 废水排放

火力发电厂在燃煤处理和燃烧过程中会产生多种废水，燃煤质量对废水的水质和排放量有着重要影响。在锅炉化学清洗过程中，会产生含有酸、碱、重金属等污染物的化学清洗废水，燃煤中的某些成分可能会影响化学清洗的效果和废水的成分，增加废水处理的成本和复杂性。此外，燃煤中的硫元素在燃烧过程中会生成硫氧化物，部分硫氧化物会与水蒸气反应形成硫酸，随烟气排出后被脱硫装置吸收，产生脱硫废水，脱硫废水中含有大量的悬浮物、重金属和盐类等污染物，如果处理不当，会对水环境造成严重污染^[3]。

3.3 固体废弃物排放

火力发电厂产生的固体废弃物主要包括灰渣和脱硫石膏等，燃煤质量直接影响这些固体废弃物的产生量和性质。灰渣是燃煤燃烧后剩余的不可燃矿物质，燃煤中的灰分含量越高，产生的灰渣量就越多。大量的灰渣需要占用大量的土地进行堆放，不仅浪费土地资源，还会对周边环境造成污染，如灰渣中的重金属等有害物质可能会渗入土壤和地下水，造成土壤污染和水污染。脱硫石膏是脱硫过程中产生的副产物，虽然脱硫石膏可以在一定程度上进行综合利用，如生产石膏板等建筑材料，但如果燃煤质量不稳定，导致脱硫石膏的品质波动较大，会影响其综合利用效果，增加固体废弃物的处理压力。

4 提高燃煤质量以提升发电效率与降低环境影响的策略

4.1 燃煤采购策略

制定科学合理的燃煤采购策略是提高燃煤质量的首要环节。火力发电厂应加强与优质煤矿的合作，建立长期稳定的供应关系，确保能够采购到质量可靠、符合生产要求的燃煤。在采购过程中，要严格把控燃煤的质量指标，根据发电厂的实际需求和锅炉设备的特点，制定详细的燃煤质量标准，对燃煤的物理性质、化学性质和工业分析指标进行全面检测和评估，只采购符合标准的燃煤。同时，要优化采购渠道，降低采购成本，通过批

量采购、集中招标等方式，提高采购的议价能力，争取更优惠的采购价格。另外，还应关注燃煤市场的动态变化，及时调整采购策略，以适应市场价格的波动，确保燃煤采购的经济性和合理性。

4.2 燃煤预处理技术

燃煤预处理技术作为提升燃煤质量的关键途径，发挥着不可替代的重要作用。借助先进的破碎、筛分、干燥等设备与技术对燃煤展开预处理，能有效改善其物理性质，让燃煤的粒度更加均匀、水分含量契合燃烧需求。具体而言，高效破碎机的运用十分关键。它能将大块煤精准破碎成合适粒度，使煤与氧气接触更充分，进而显著提高燃烧效率。筛分设备则可去除燃煤里的杂质和大块物料，保障燃煤质量均匀稳定，避免因质量波动影响燃烧效果。干燥设备能降低燃煤水分，减少燃烧时水分蒸发导致的热量损耗，提升能源利用效率。除此之外，洗选技术可对燃煤进行深度加工。它能有效去除燃煤中的部分灰分和硫分，大幅提升燃煤品质。灰分减少可降低燃烧后灰渣的产生量，硫分降低则能减少燃烧过程中硫氧化物的排放，减轻对大气环境的污染。而且，经过洗选的燃煤，其燃烧特性更优，能为后续的燃烧优化提供良好基础，使燃烧过程更加稳定高效，同时也为污染物治理工作创造有利条件，助力火力发电实现清洁、高效生产。

4.3 燃烧优化技术

燃烧优化技术堪称提高火力发电厂发电效率、降低污染物排放的核心关键举措。在火力发电的实际运行中，对锅炉燃烧过程展开实时且精准的监测与灵活调整至关重要。通过细致优化燃烧参数，像合理调配一次风和二次风的配比、精准控制风速以及科学调节煤粉浓度等，能够让燃煤在锅炉内部达成充分且稳定的燃烧状态，从而大幅提升燃烧效率，使更多的化学能转化为热能，为发电提供强劲动力。先进燃烧器技术的采用也是一大亮点，以低氮燃烧器为例，它能在燃烧环节有效抑制氮氧化物的生成。氮氧化物是大气污染物的重要来源，低氮燃烧器的运用从源头上减少了这类污染物的排放，对改善大气环境质量意义重大。同时，借助智能控制系统对锅炉燃烧实施自动化控制，能依据燃煤质量的波动以及负荷的变化，迅速且精准地调整燃烧参数，确

保锅炉始终维持在最佳运行状态，进一步提升发电效率并降低污染物排放。另外，积极开展锅炉燃烧试验和研究，持续探索适配不同燃煤质量的燃烧方式与参数，能够为燃烧优化提供坚实的理论支撑和丰富的实践依据，推动火力发电向更高效、更环保的方向发展。

4.4 污染物治理技术

尽管提高燃煤质量可以从源头上减少污染物的排放，但为了进一步降低火力发电厂对环境的影响，还需要采用先进的污染物治理技术。对于大气污染物，可以采用脱硫、脱硝和除尘一体化技术，对烟气中的硫氧化物、氮氧化物和颗粒物进行高效去除。例如，石灰石-石膏湿法脱硫技术是目前应用最广泛的脱硫技术之一，能够有效去除烟气中的二氧化硫，脱硫效率可达95%以上；选择性催化还原（SCR）脱硝技术可以在催化剂的作用下将氮氧化物还原为氮气和水，脱硝效率较高^[4]。对于废水，可以采用物理、化学和生物相结合的处理工艺，对不同类型的废水进行分类处理，实现废水的达标排放或回用。对于固体废弃物，应加强综合利用，如将灰渣用于生产水泥、砖等建筑材料，将脱硫石膏用于生产石膏板等，提高固体废弃物的资源化利用率，减少对环境的污染。

结束语

综上所述，火力发电厂燃煤质量对发电效率与环境影响重大。构建全面的燃煤质量指标体系，能深入了解燃煤特性。燃煤质量优劣关乎发电各环节效率及污染物排放。为此，需从采购、预处理、燃烧优化和污染物治理等多方面采取策略，提高燃煤质量，进而提升发电效率、降低环境影响，推动火力发电厂可持续发展，实现经济效益与环境效益的双赢。

参考文献

- [1]樊匀.火电厂煤质检测的质量控制[J].现代工业经济和信息化,2022,12(10):277-278+280.
- [2]朱伊囡,茅大钧,陈思勤.基于煤质分析的火电厂配煤方案寻优研究[J].湖北电力,2022,46(04):101-107.
- [3]苏航.火力发电厂燃煤验收及控制的相关探讨[J].中小企业管理与科技(下旬刊),2020,(08):140-141.
- [4]王荣昌,李洪泉,李正阳.火力发电厂燃煤优化的管理分析[J].电子技术,2020,(06):98-99.