

# 煤质劣化后燃煤电厂安全及经济性评价方法探讨

王双童

(国电科学技术研究院,江苏 南京 210031)

**摘要:**阐述了燃煤电厂电煤劣化后对发电产生安全性和经济性的影响,提出建立电煤劣化后机组安全性和经济性影响的评价模型,建立安全预警机制并量化发电生产成本的影响,有助于科学合理指导电厂的安全生产和燃煤掺配工作,有效提升火电厂的安全性和经济性。

**关键词:**煤质劣化;安全性;经济性;评价

**中图分类号:** TM621.2

**文献标志码:** B

**文章编号:** 1009-0665(2012)05-0069-03

电力行业是国民经济发展的基础,火力发电作为电力行业的主要组成部分,目前普遍存在企业经营和运行环境恶化,亏损额、亏损面逐年扩大,资产负债率不断攀升等问题,主要原因是“计划电”和“市场煤”的矛盾长期得不到解决,煤炭价格不断攀升,煤电倒挂,为缓解经营压力,电厂纷纷采购低价劣质煤,以及采取混煤掺烧的方式来降低75%以上的发电煤炭成本,致使机组实际燃用煤质不断劣化,已严重影响火电生产的安全性和经济性。

## 1 煤质劣化后产生的问题及缓解之策

煤质劣化后,锅炉实际燃用煤质严重偏离设计值,从燃烧单一煤种变化为燃烧混合煤质,导致锅炉出力受限;燃烧稳定性差,助燃油量增加,严重时炉膛灭火;结渣、积灰加剧;蒸汽参数达不到设计值;受热面磨损、腐蚀、超温和爆管等加剧,设备寿命下降;制粉系统出力不足,安全性差;污染物排放量增加;锅炉运行经济性下降等。电厂虽采用技术改造的方法来应对实际燃煤偏离设计煤种的影响,但缓解矛盾有限,且电厂无法保证来煤煤质的稳定,随着燃煤变动,锅炉产生的问题多且严重。

目前,国内外都开展了煤质变化对锅炉经济性和安全性影响的研究,并相继推出了应用于火电厂的配煤专家系统<sup>[1]</sup>,一些专业研究院和综合性大学均开展了专题研究并开发了专业模型,且推广应用,对指导火电厂优化煤质结构,提高锅炉运行的安全性和经济性起到了积极作用。但煤质变化后对机组安全性和整体发电生产成本影响的量化分析不够<sup>[2]</sup>,未综合考虑安全可靠下降、燃料运输和煤场管理成本的变化、环保排放压力增加、电网侧负荷调度的影响、制粉系统电耗增加和维护成本上升、机组运行指标下降、磨损加大和维护成本上升等因素;甚至一些厂片面追求燃料成本最小化进入

燃煤掺配掺烧的误区;有必要进行定量分析配煤后对安全性和生产成本的影响,科学合理评价安全性、燃料成本的降低和生产运行成本的上升,找出三者之间的平衡点,即掺烧性价比较高的安全经济煤质,研究、开发煤质下降对生产成本影响的分析模型,科学合理指导电厂燃煤的掺配掺烧工作。

## 2 安全性和经济性评价方法

以影响机组安全和发电生产成本的因素为评价对象,将燃料采购及生产数据、机组运行数据、检修维护数据、计划经营及财务数据作为评价指标,运用组合概率、统计(回归)分析、优化方法、层次分析、多目标决策、神经网络、时间序列、综合评价等方法,建立各评价对象合适的数学模型,分析固定运行费用和变更运行维护费用之间的关系,将多个评价对象组合成为一个综合评价体系。

### 2.1 安全性评价模型建立

配煤后锅炉安全性评价模型如图1所示。

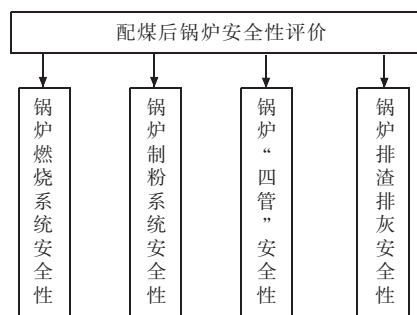


图1 配煤后锅炉安全性评价模型

#### 2.1.1 锅炉燃烧系统安全性影响评价

煤质劣化后造成锅炉燃烧不稳甚至灭火,为确保锅炉燃烧稳定,可根据机组不同负荷下,锅炉稳定燃烧所需煤的最低热值、挥发分等参数,建立相应的煤质数据库,设置燃烧安全预警模块。

#### 2.1.2 锅炉制粉系统安全性影响评价

当锅炉的设计煤种确定后,其制粉系统的选型

及参数也相应确定,煤质劣化后由于掺配掺烧的需要,一些原来按低挥发分煤质设计的制粉系统也掺混高挥发分的煤质,引起制粉系统爆炸,可根据不同的挥发分、掺配量确定相应的热风温度、磨煤机出口温度的安全预警模块,在保证制粉系统安全的基础上提高制粉出力。

### 2.1.3 锅炉“四管”安全性影响评价

煤质劣化后同负荷下锅炉的燃煤量大量增加,使锅炉各受热面的磨损增加,更为严重的是由于掺烧高挥发分、高硫和低熔点煤质后燃烧区域受热面产生严重腐蚀,降低了“四管”的安全可靠性,可根据不同的掺配煤质参数、检修记录及“四管”监测记录建立相应的“四管”安全预警模块,量化其影响量和预警范围。

### 2.1.4 锅炉排渣排灰系统安全性影响评价

煤质劣化后同负荷下锅炉的燃煤量大量增加,锅炉的渣量和灰量也相应大量增加,导致渣或灰设备发生事故,可根据不同负荷、不同煤质、煤量确定相应渣量和灰量的安全预警模块,确保相关设备安全运行。

## 2.2 经济性评价模型建立

### 2.2.1 燃料成本评价模块

以设计煤种或校核煤种单价为基础,与掺配掺烧煤种单价进行对比,可直接计算出燃料成本的变化情况,如图 2 所示。

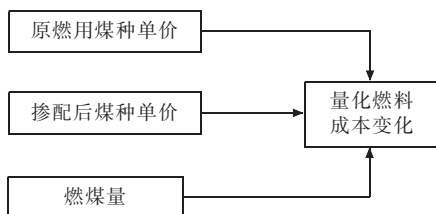


图 2 燃料成本评价模块

### 2.2.2 机组运行经济指标评价模块

借助于机组现有的 SIS 系统和运行优化软件等可以实现机组 DCS 数据的共享,通过对锅炉排烟温度、炉膛出口氧量、飞灰(灰渣)可燃物的分析,计算锅炉效率,确定炉效对机组煤耗的影响情况;根据辅机电耗数据确定生产厂用电率的变化对机组煤耗的影响情况;根据蒸汽参数、锅炉减温水量等数据计算对汽机热耗率的影响量,确定汽机热耗率对机组煤耗的影响情况;根据煤价和发电量将煤耗折算成发电成本。同时该模块中还有为稳定锅炉燃烧增加的燃油量费用及因煤质原因引起的锅炉灭火,机组再启动增加的费用等。运行经济指标评价模块如图 3 所示。

### 2.2.3 制粉系统的运行维护评价模块

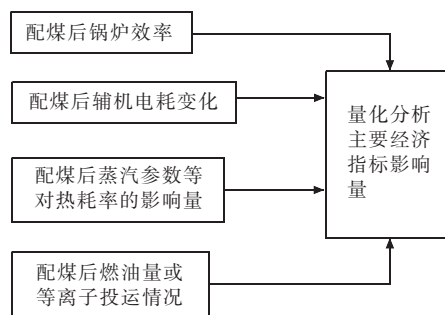


图 3 运行经济指标评价模块

制粉系统运行维护评价模块如图 4 所示。对比掺配煤后同锅炉负荷工况下需求的燃料量,分析制粉系统磨煤机的运行台数和运行时间的增加情况,确定增加的运行成本;根据制粉系统的维护量和备品件耗量确定增加的维护成本。

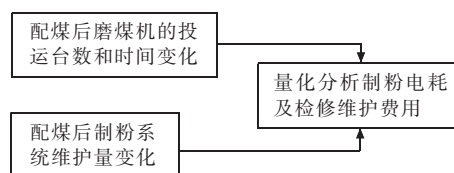


图 4 制粉系统运行维护评价模块

### 2.2.4 锅炉维护及寿命评价模块

电站锅炉“四管”寿命<sup>[3]</sup>的评估国内已有较成熟的模型<sup>[4]</sup>,根据金属蠕变、管壁减薄率及高低温腐蚀情况确定,掺配煤后可根据周期性的检修情况和受热面的安全运行情况进行对比分析,通过积累原始资料和现场参数,不断跟踪监测计算,确定由于磨损和腐蚀引起的受热面寿命下降,造成的检修维护成本上升;同时掺配煤后锅炉受热面吹灰、空预器吹灰次数和时间增加,造成运行费用增加。

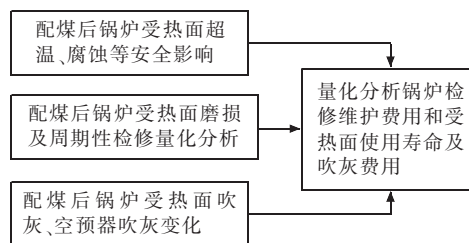


图 5 锅炉维护及寿命评价模块

### 2.2.5 电网调度电量考核评价模块

掺配煤后制粉出力不足影响机组高负荷的接带,使机组限出力造成电量损失;煤质劣化,机组运行参数达不到机组快速变负荷能力,影响 AGC 响应速度,产生电网《两个细则》中的一次调频考核、调峰考核、AGC 考核费用。电网调度电量考核评价模块如图 6 所示。

### 2.2.6 环保排放评价模块

环保排放评价模块如图 7 所示。掺配煤后粉尘、

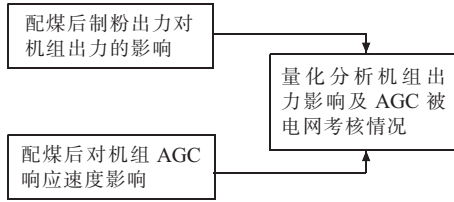


图 6 电网调度电量考核评价模块

SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub> 的排放量变化, 环保排放的缴费发生相应变化; 排放量增加后若超标, 则需增加环保设备的改造投资费用, 同时为降低环保排放量, 环保设备的运行、维护成本相应增加。对于灰渣, 若能再利用则生产成本出现正增长, 若不能再利用则需增加存放或再处理的改造投资费用。

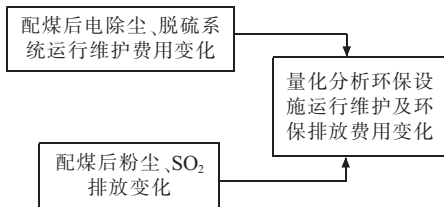


图 7 环保排放评价模块

### 2.2.7 燃料管理评价模块

燃料管理评价模块如图 8 所示。掺配后由于煤的热值下降, 煤的采购量增加, 检斤、检质量增加, 相应的管理费用增加; 卸煤、掺配煤机械设备增加, 机械投用时间增加, 机械维护量和备品件耗量增加, 配煤、输煤电耗增加以及人工费用加大, 煤场生产成本增加。

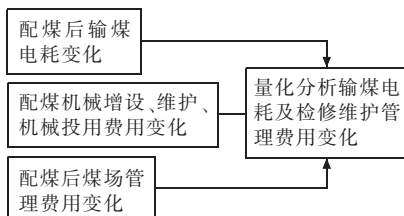


图 8 燃料管理评价模块

通过以上各分析模块的建立, 必须建立和完善

与成本相关的数据库<sup>[5]</sup>, 如: 电厂燃料信息管理、运行数据数据库、锅炉寿命管理信息、检修费用数据库、工程费用数据库、备品备件管理信息、人工成本管理、环保排放缴费数据库等, 对这些数据进行分析、积累, 数据越多, 分析越全面, 数学模型也完善, 为火电厂掺配掺烧的量化指导也越准确。

### 3 结束语

火电厂燃煤劣化后产生的影响较为复杂, 特别是对锅炉安全性和经济性影响的量化分析更为复杂, 需要经过一个较长周期的数据统计和分析, 同时要借鉴国内外已有的经验数据, 建模后还要通过实践进行验算。在当前火电厂普遍存在燃煤劣化的大环境下, 各厂非常重视并借助于相应的配煤专家系统开展燃煤的掺配掺烧, 尤其推行大比例配煤, 一些电厂掺配掺烧工作做得较好, 但其掺配后的安全性和经济性只作了简单的对比分析, 许多电厂仍以最大限度的降低燃料成本为主, 没有进行配煤后的综合性影响分析, 存在较大盲目性。如能建立该模型量化指导电厂的燃煤掺配掺烧工作, 确定性价比高的煤质, 提升火电厂的安全性和经济性, 缓解火电厂的经营压力, 将会起到积极的作用。

#### 参考文献:

- [1] 阮伟, 周俊虎, 曹欣玉, 等. 电厂优化配煤专家系统诊断知识库的开发[J]. 电站系统工程, 2000, 16(4): 195-198.
- [2] 熊友辉, 孙学信. 煤质特性对电站发电成本的影响[J]. 河北电力技术, 1999, 18(6): 6-10.
- [3] 李耀君. 火电厂重要部件的寿命管理技术研发与应用[J]. 热力发电, 2003, 32(5): 9-12.
- [4] 廖远东, 李耀君, 徐丑申. 锅炉水冷壁状态检验与风险评估[J]. 热力发电, 2004, 33(7): 7-9.
- [5] 郭红弟. 电厂燃料管理和煤质优化系统的开发[C]. 首届长三角能源科技分论坛论文集, 2004.

#### 作者简介:

王双童(1965), 江苏高淳人, 高级工程师, 从事火电机组的能耗诊断、节能评估工作。

## Analysis on Evaluation Methods for Safety and Economy of Coal-fired Power Plants Facing Coal-quality Degradation

WANG Shuang-tong

(Guodian Institute of Science and Technology, Nanjing 210031, China)

**Abstract:** Effects of coal-quality degradation on the safety and economy of coal-fired power plants are analyzed in this paper. It is advised that, along with the safety pre-warning mechanism, the evaluation model for the safety and economy of power plants facing coal-quality degradation should be developed. Besides, the quantification of these effects on production cost should also be carried out. It is believed that these advised measures will direct the mixture of coal and significantly improve the safety and economy of coal-fired thermal power plants.

**Key words:** coal-quality degradation; safety; economy; evaluation