

Analysis of Deep Peak Regulation Operating Costs for Coal-fired Power Plants and Optimization Path

Chunmiao Hou

Huadian Xinzhou Guangyu Coal Power Co., Ltd., Xinzhou, Shanxi, 034000, China

Abstract

Under the dual drive of the “dual carbon” goal and the construction of a new energy system, the power energy supply will gradually shift from mainly relying on traditional coal power to more reliance on low-carbon emission new energy power generation such as wind power and photovoltaic power. Energy production will shift from mainly relying on resources to more reliance on equipment. In this context, deep peak regulation of coal-fired power plants is conducive to ensuring the balance of power system supply and demand and absorbing new energy. Based on policy guidance, this article first elaborates on the core connotation of deep peak regulation, then analyzes the composition and influencing factors of the operating costs of coal-fired power plants for deep peak regulation, and finally deeply explores the implementation path for optimizing the operation of coal-fired power plants for deep peak regulation, hoping to provide support for the efficient and low-cost operation of coal-fired power plants for deep peak regulation.

Keywords

Coal-fired power plant; Deep peak regulation; Operating costs

燃煤机组深度调峰运行成本分析与优化路径

侯春苗

华电忻州广宇煤电有限公司, 中国·山西忻州 034000

摘要

在“双碳”目标与新型能源体系建设双重驱动下, 电力能源供给将由主要依靠传统煤电逐渐转变为更多依靠风电、光伏等低碳排放的新能源发电, 能源生产将从主要依靠资源转变为更多依靠装备。在此背景下, 燃煤机组深度调峰有利于保障电力系统供需平衡、吸纳新能源。立足政策导向, 文章首先阐述深度调峰的核心内涵, 接着分析燃煤机组深度调峰运行成本构成与影响因素, 最后深入探索燃煤机组深度调峰运行优化实施路径, 期望为燃煤机组深度调峰高效低成本运行提供支撑。

关键词

燃煤机组; 深度调峰; 运行成本

1 引言

当前, 电力系统正加速转型为清洁低碳, 新能源装机规模持续扩大, 电力供需格局阶段性、区域性波动特征明显。作为电力系统核心支撑电源, 必须突破常规运行边界, 通过深度调峰推动运行灵活性的进一步提升。然而, 深度调峰运行模式在实际应用中仍面临诸多现实挑战, 诸如运行成本持续攀升、机组工况适配难度显著加大等核心问题, 亟待予以系统性解决。因此, 燃煤机组深度调峰运行成本分析与优化路径研究具有重要的现实意义。

2 深度调峰的核心内涵

燃煤机组深度调峰是机组运行方式的一种调整状态, 聚焦于灵活适配机组负荷。该运行模式以机组自身的技术性

能与调控机制为依托, 助力负荷在更低区间内的稳定运行, 与电力系统的供需变化相契合。

3 燃煤机组深度调峰运行成本构成

3.1 燃料消耗成本

燃煤机组深度调峰过程中, 机组负荷运行持续处于较低水平, 燃烧稳定性显著下降, 为维持炉膛稳定燃烧需对配风配比与给煤节奏进行调整, 导致燃料燃烧效率降低。燃料消耗成本主要涵盖燃煤“采购—储存—输送”环节产生的费用, 负荷工况下提升煤种适配性要求, 为保障燃烧效果需选用热值稳定的燃煤, 而热值稳定燃煤的储备需维持更高存煤量, 同时为避免熄火风险需增加燃煤供应量, 导致燃料消耗相关支出进一步推高。在深度调峰运行总成本中, 该部分成本占比较高, 直接受燃煤市场价格波动与机组负荷调整幅度影响。

3.2 设备损耗成本

低负荷运行状态下, 机组主要设备长期处于非设计工

【作者简介】侯春苗(1990—), 女, 中国山西晋中人, 工程师, 从事发电厂安全生产研究。

况运行,加快设备磨损与老化速度。积灰、结渣现象容易在锅炉受热面出现,汽轮机叶片承受的应力分布不均,辅机设备频繁启停或低负荷稳态加剧部件损耗。设备日常维护、部件更换及检修服务等相关费用都属于设备损耗成本,长期深度调峰运行会使设备故障发生率逐渐增加,需投入更多资源监测与检修维护设备状态,以实现机组安全稳定运行,随着调峰深度与时长增加,该部分成本逐步上升。

3.3 能耗附加成本

深度调峰过程中,机组需消耗额外能源以维持正常运行参数,厂用电消耗、水资源消耗及其他能源消耗产生的费用都包含在能耗附加成本中。低负荷工况下,降低了辅机设备运行效率,风机、水泵等设备需维持较高出力为炉膛负压与汽水循环稳定提供保障,推高厂用电率;同时,需增加除渣、除灰系统运行频率来应对燃烧不稳定问题,该行为也导致水资源与电能消耗进一步增加,该部分成本密切关联机组调峰方式、运行参数调整,是深度调峰运行成本的重要组成部分。

3.4 环保治理成本

燃煤机组深度调峰运行时,燃烧工况波动易影响污染物排放浓度,需加强环保治理设施运行调控来满足环保排放标准,环保治理成本包括脱硫、脱硝、除尘系统运行消耗、环保药剂采购及污染物处置等相关费用。低负荷运行下,不仅烟量与烟气温度下降,同时也影响环保治理设施运行效率,这时,为控制污染物排放需增加药剂投放量或调整设备运行参数,同步投入资金维护与监测环保设施,确保排放指标达标,该部分成本在深度调峰运行中不容忽视。

4 燃煤机组深度调峰运行成本影响因素

4.1 机组自身特性

影响深度调峰运行成本的基础因素是燃煤机组自身特性,机组容量等级、服役年限及设备配置水平与运行成本高低直接关联。机组设计参数与深度调峰适配性差异显著,老旧机组部件老化、调控精度不足,低负荷运行时燃烧不稳、能耗上升等情况频发,拉高成本支出。新机组配备先进的调控系统与环保设施,提升负荷调节灵活性,运行稳定性更高,更好进行成本控制,机组核心设备的技术状态与性能水平,决定成本消耗在深度调峰过程中的基础水平。

4.2 调峰运行工况

影响成本的关键因素是调峰运行工况,负荷调整幅度、持续时长及升降速率均会影响成本。负荷调整幅度越大,机组偏离设计工况越远,燃烧效率与设备运行效率下降越明显,这时,也同步增加了燃料消耗与设备损耗。调峰持续时长过长,导致设备疲劳损耗进一步加剧,维护与能耗支出不断增加;负荷升降速率过快,易出现波动的系统参数,需要额外投入资源维持运行稳定,成本消耗进一步增加,运行工况的合理性对成本消耗的规模与趋势产生直接影响。

4.3 燃料品质特性

燃料品质特性直接影响深度调峰运行成本,燃煤部分指标,如热值、灰分及挥发分等,与燃烧效率、设备运行状态直接关联。若燃煤热值偏低需增加投放量才能维持机组出力,易导致燃烧不充分、能耗上升;灰分过高会使受热面磨损与积灰加剧,增加设备维护成本;挥发分含量不匹配,会对燃烧稳定性造成影响,应对时需调整运行参数,能源与药剂产生额外消耗。燃料品质的稳定性与适配性,决定了燃料消耗效率与设备损耗程度,导致整体运行成本直线上升。

4.4 外部运行环境

成本影响的重要外部因素是外部运行环境,电力系统供需格局、环保政策要求及资源供应状况均会产生作用。波动频繁的电力系统供需,会增加机组调峰频次、加大负荷调整幅度,直接推高运行成本;环保政策收紧对污染物排放控制提出更高要求,需强化环保设施运行调控,导致环保治理成本增加;不仅如此,燃煤、药剂等资源供应价格波动,也会对燃料采购与环保治理支出产生直接作用。通过多重路径,外部环境的变化传导至运行成本,形成显著影响。

5 燃煤机组深度调峰运行优化实施路径构建

5.1 升级设备硬件,夯实运行根基

以机组深度调峰宽负荷适配需求为依据,精准推进核心设备技术升级与结构优化。重点针对锅炉、汽轮机及辅机系统,将先进技术方案引入其中提升设备宽负荷运行能力,针对性改造锅炉受热面,优化炉膛燃烧空间布局,使低负荷工况下燃烧更加稳定;升级汽轮机调速系统,配套完善TSI监测模块,让负荷调节的响应精度与运行平顺性进一步提升;节能化改造风机、水泵等辅机设备,与宽负荷运行特性适配,降低无效能耗消耗。同步升级机组DCS系统,对控制逻辑进行优化,精准管控核心设备运行参数,从硬件层面为机组深度调峰运行奠定基础。兼顾设备改造经济性与运行可靠性,达成宽负荷区间高效适配。

建立设备全周期运维管理机制,强化深度调峰运行期间的状态管控与养护。构建设备在线监测体系,以TSI、振动监测等技术手段为依托,实现设备运行参数变化的实时捕捉,以便精准研判设备运行状态,提前排查潜在隐患。结合深度调峰运行特点,优化运维管理流程,制定专项运维方案;聚焦汽轮机转子、锅炉受热面等关键部件,强化巡检与养护力度;同时进一步规范设备启停操作流程,保障机组在调峰工况下的安全稳定运行。通过一系列精细化运维管理,设备使用寿命延长,故障停机频次逐步减少,为优化运行机组深度调峰提供持续支撑。

5.2 精控燃料流程,提升适配效能

立足低负荷燃烧稳定需求,全链条构建燃料精细化管理体系,强化煤质适配性管理。燃料采购层面,建立严格的煤质筛选标准,与机组燃烧特性结合,挥发分适宜、热值稳

定的燃煤优先选用,配套开展煤质工业分析,确保燃料品质与深度调峰燃烧要求相符。加强燃料入厂检验管控,围绕煤质核心指标开展全面检测,规避入库不合格燃料,从源头为燃料品质可靠性提供保障。建立燃料供应商动态评估机制,对供应商结构进行持续优化,确保燃料供应的稳定性与适配性。通过煤质检验流程与指标判定的完善,可从源头规避燃烧适配风险。

优化燃料储存与配煤环节管理,以煤种特性为参照搭建适配性配煤体系,助力燃料供应经济性与适配性进一步提升。合理规划燃料储存区域,以分区分类储存为主,减少燃料水分流失与热值损耗,避免燃料变质。充分考量不同煤种燃烧特性、机组深度调峰负荷需求,完成科学配煤方案制定,通过煤种间优势互补使混合燃料燃烧稳定性不断提升,具体适配特性如下表所示。依据机组负荷动态变化,对配煤参数进行实时调整,确保进入炉膛的燃料能够实现与当前燃烧工况的精准适配,减少燃料消耗浪费。

表 1 燃煤机组深度调峰煤种适配特性表

煤种类型	燃烧特性	适配负荷区间	配煤要点
烟煤	挥发分高、燃烧快	宽负荷区间	平衡燃烧速率
无烟煤	热值高、燃尽慢	中低负荷区间	提升着火稳定性
褐煤	水分高、热值低	中高负荷区间	控制投放比例

5.3 协同环保治理, 筑牢合规防线

立足环保达标与调峰高效双重需求,升级环保治理设施,提升宽负荷适配能力。对于深度调峰低负荷工况下环保设施运行效率下降、参数波动等核心问题,技术升级脱硫、脱硝、除尘系统,优化 SCR 反应器流场设计,配套升级喷氨格栅与催化剂层布置,增设低负荷工况喷氨分区调节模块,使低负荷工况下脱硝效率逐步提升;升级 ESP 除尘系统,增强捕集细颗粒物的能力;优化脱硫系统运行参数,确保污染物排放始终与环保标准符合。同步建立环保设施与机组运

行参数联动机制,让环保运行精准适配调峰运行。

构建环保运行精细化管理体系,在深度调峰期间强化环保管控。建立全参数在线监测网络,覆盖污染物排放、环保设施运行,接入关键运行数据,即 NO_x、SO₂、烟尘实时监测数据及 SCR 喷氨量、脱硫浆液指标、设备振动参数等,以便实时预警、溯源分析与快速处置异常数据。优化环保药剂采购与投放管理,以高效环保药剂为主,根据污染物排放动态变化对药剂投放量进行调整,既能保障环保达标,同时也降低治理成本。另外,还应日常维护保养环保设施,定期开展性能测试与检修,便于及时排查整改运行隐患,赋予环保设施运行可靠性,协同保障机组深度调峰与环保合规。

6 结语

综上所述,燃煤机组深度调峰运行成本管控是系统稳定、环保达标与经济效益协同发展的核心抓手。通过升级设备硬件、精控燃料流程、协同环保治理筑牢合规防线,能够最大程度降低运行成本、提升调峰效能。展望未来,还需进一步加强多维度协同管控,为构建新型电力系统、燃煤机组深度调峰运行向高效、低碳、经济方向发展提供助力。

参考文献

- [1] 张亚昭.燃煤机组深度调峰运行优化方法及应用研究[J].电力设备管理,2025,(17):232-234.
- [2] 许建文,王少帅.燃煤机组深度调峰运行特性及优化策略研究[J].电工技术,2025,(S1):382-384.
- [3] 李智.燃煤机组深度调峰技术及运用探析[J].电力设备管理,2024,(20):95-97.
- [4] 张飞.深度调峰下燃煤机组运行方式对能耗的影响分析[J].中国设备工程,2023,(12):150-152.
- [5] 曲立涛,李超,于洪海,等.燃煤机组深度调峰对环保设施的影响分析及对策[J].东北电力技术,2016,37(10):38-40+44.