

# Application Research of New Energy Storage System in Thermal Power Plant

Yinghui Mao

Shanghai Energy Technology Development Co., Ltd., Shanghai, 201100, China

## Abstract

To meet the growing demand for large-scale renewable energy integration and enhance operational flexibility and energy efficiency in thermal power plants, the deployment of renewable energy storage systems has become a pivotal pathway for energy transition. This study investigates the fundamentals, configuration selection, operational control, and optimization of energy storage systems in thermal power plants. It elucidates the operational characteristics of thermal power plants and storage system types, analyzes the core value of thermal-storage synergy, clarifies selection principles and interface requirements for energy storage systems, explores collaborative operation strategies and stability considerations, establishes a performance-economy evaluation framework, and proposes optimization directions. The research demonstrates that proper configuration and management of energy storage systems can effectively address thermal power plants' regulation limitations, facilitate low-carbon and efficient energy system operations, and provide theoretical references for thermal-storage synergy applications.

## Keywords

Thermal power plant; Renewable energy storage system; Thermal-storage synergy; Configuration selection; Operational control

# 火电厂配套新能源储能系统应用研究

毛英慧

上海能源科技发展有限公司, 中国·上海 201100

## 摘要

为适配新能源大规模并网需求,提升火电厂运行灵活性与能源利用效率,火电厂配套新能源储能系统成为能源转型关键路径。本文围绕火电厂与新能源储能系统基础、选型配置、运行控制及应用效果优化展开研究,阐述火电厂运行特性与储能系统类型,分析火储协同核心价值,明确储能系统选型配置原则与接口要求,探讨协同运行控制策略及稳定性要点,构建性能与经济评价体系并提出优化方向。研究表明,合理配置与管控储能系统可有效弥补火电厂调节短板,助力能源系统低碳高效运行,为火储协同应用提供理论参考。

## 关键词

火电厂; 新能源储能系统; 火储协同; 选型配置; 运行控制

## 1 引言

我国对电力行业的规范化管理正在落实阶段,为更多不同规模的电力公司提供了公平竞争的机会,电力市场的局面也因此打开。火电厂发电是我国电力市场的重要组成部分,中国十几亿人口能否有稳定充足的电力供应是保持社会稳定和经济发展的重要前提<sup>[1]</sup>。火电厂是传统能源的支持者,它存在调节速度迟缓、深度调峰能力短缺等情况,无法满足新能源上网之后的电网调节需求。新能源储能系统能够达成电能的储存,并做到灵活释放,很好地抑制住新能源发电的波动,同火电厂产生协同互补的效果。基于此,本文

聚焦火电厂配套新能源储能系统应用,从基础特性、选型配置、运行控制及效果优化等方面展开探讨,为火储协同模式的推广应用提供技术支撑,助力能源系统向低碳化、高效化转型。

## 2 火电厂与新能源储能系统基础

### 2.1 火电厂运行核心特性

火电厂把化石燃料当作能源,通过燃烧来发电,从而形成起完整的能量转换体系。它的运行核心特征表现在稳定性和调节性这两个方面。火电厂机组的启动和停机过程比较复杂,历时也长,但在正常运行时,可以守住稳定的出力电压频率,给电网给予基本负荷的支持<sup>[2]</sup>。不过,因为机组热力循环本身的特点所限,火电厂的调峰速度比较慢,最低的稳燃负荷又比较高,所以很难立即应对电网负荷急剧起伏的情况。而且,火电厂的运行效率同负荷率紧密相关,

【作者简介】毛英慧(1989—),男,中国山东济南人,本科,工程师,从事建设工程施工、发电、输电、供电业务研究。

处于低负荷状况下时,很容易产生效率下滑、污染物排放增多等现象。

## 2.2 新能源储能系统主要类型

新能源储能系统按照能量存储形式可以划分出许多种类型,不同类型的系统在技术特点和合适的应用场景方面均有所差别。电化学储能系统具有响应快速、充放电效率较高以及安装较为灵活等优点,在火储协同机制中有全面的应用,能够立即抑制负荷的波动,并跟随调度指令执行操作。机械储能当中的抽水蓄能技术已经比较成熟,但是其容量很大,而且受到地理条件的限制非常突出,适应能力较差。电磁储能的响应速度极为快捷,比较适用于短时间内调节功率,但是其储能容量小,成本又比较高。热能储能可以同火电厂的热力系统相融合,用来回收多余的热量并且做到灵活地释放出来,从而加强能源的利用率。

## 2.3 火储协同应用核心价值

火电厂与新能源储能系统协同运行具备诸多核心价值,能够达成双方优势互补并改进整体运行效能。从电网角度看,储能系统可抑制新能源发电的波动,与火电厂一起调节电网电压及频率,从而加强电网运行的稳定性和抗干扰能力,为新能源大规模并入电网营造环境。对于火电厂而言,储能系统有益于火电厂执行深度调峰,削减最低稳燃负荷,缩减低负荷运行时长,改良机组运行效率并减小污染物排放量<sup>[3]</sup>。储能系统还可以参与辅助服务市场,通过峰谷套利、供应备用容量等途径增添火电厂的收入。而且,火储协同有益于改善能源资源调配情况,促使传统火电朝着清洁化、灵活化方向转变,利于“双碳”目标的达成。

## 3 火电厂配套储能系统选型与配置

### 3.1 储能系统选型原则

火电厂配套储能系统选型要依照适配性、经济性、可靠性这三项主要原则,使其同火电厂的运行特点以及电网需求相符合。适配性原则表明,储能系统的充放电功率、响应快慢、调节幅度应与火电厂机组特征、调峰需求相协调,这样才能较好地填补火电厂调节方面的不足。经济性原则须要全面考虑储能系统的初期投入、运维费用、使用年限以及盈利空间,按照满足功能需求来约束总体花费,从而加强项目的可行性<sup>[4]</sup>。可靠性原则重视储能系统要有稳定的运行表现,可以应对火电厂繁杂的运行状况,而且要有完备的故障防护和备用设置,防止由于储能系统出现问题而干扰火电厂正常生产以及电网稳定。

### 3.2 储能容量配置方法

储能容量的设置要联系火电厂调峰需求、新能源波动特点以及电网调度需求,用科学的办法找到最合适容量。首先要明确火电厂调峰深度、调节历时这些关键需求,然后按照这些需求去计算储能系统的最小功率和容量限度。还要考虑到新能源发电波动大小、持续长短,使得储能容量可以有

效地稳定波动,守住出力的稳定。设置的时候也要顾及储能系统的充放电效率、循环寿命这些技术指标,防止出现容量过多或者过少的情况。而且要依照电网调度方案来改善储能容量和火电厂机组出力之间的契合情况,做到储能资源的高效运用,协调好调节成果和设置成本的关系。

## 3.3 储能系统与火电厂接口要求

储能系统与火电厂接口应符合电气、控制、安全这三项关键需求,以保证协同运行既流畅又安全。就电气接口而言,储能系统要同火电厂厂用电系统或者主接线系统达成完美契合,其电压等级、频率以及相位参数都要相适应,从而做到功率在两个方向上稳定传递,减小对火电厂已有电气系统的冲击。控制接口要形成起统一的通讯准则和控制路径,使得火电厂和储能系统能够彼此传递信息、协调指令,促使储能系统迅速按照火电厂和电网的调度指示行动。安全接口则要有完备的隔离和防护设施,防止出现诸如过流、过压、短路之类事故,而且还要具有紧急停机和故障切除的能力,以此来保障人员和设备的安全,也要遵照环保、消防等方面的有关标准规定。

## 4 火储协同运行控制技术

### 4.1 协同运行控制目标

火储协同运行控制的关键目标在于达成电网、火电厂以及储能系统的协同改良,从而加强整体运行的效能及其稳定性。就负荷调节而言,要依靠储能系统立即弥补负荷波动,促使火电厂坚守在高效负荷区域内运行,以此减轻调节压力。从电网支撑方面来讲,应保证并网点电压和频率处于允许的范围内,以此来改善电网抵抗干扰的能力以及接纳新能源的能力<sup>[5]</sup>。从效益改进层面看,则是要改善储能系统充电和放电的顺序,并让火电厂参与到辅助服务当中,尽最大可能获取整体的经济效益。而且还要顾全设备的安全,防止火电厂的机组和储能系统发生过载、超温之类的异常状况,进而增长设备的使用寿命。

### 4.2 核心控制策略设计

火储协同运行的核心控制策略应依靠负荷预测和调度指令来达成火电厂与储能系统的精确协同。这种策略采取分层控制架构,其中,上层为全局改良控制,它会综合负荷预测数据、新能源波动趋向以及调度需求,制订出火电厂的出力方案和储能系统的充放电策略,从而做到整体效益的最大化。下层则是本地追踪控制,火电厂的机组依照出力方案去调整燃烧效率和负荷输出,储能系统随时监测功率偏差,并迅速应对负荷波动,填补火电厂调节存在的迟缓现象。

### 4.3 运行稳定性控制要点

火储协同运行稳定性控制重点在于功率平衡、设备协调以及故障应对这三项。功率平衡控制要随时监测火电厂出力、储能系统的充放电功率以及电网负荷的变化情况,并通过动态调节来保证它们相互适应,防止因功率冲击而给电网

和设备带来不良影响。设备协调控制要看重火电厂机组和储能系统的运行状况,不能让其中任何一个出现问题进而影响到另一个问题。譬如,储能系统一旦发生故障,就要立即调整火电厂的出力以维持稳定;而在火电厂机组执行检修的时候,则要改良储能容量的设置从而满足调节的需求<sup>[6]</sup>。故障应对控制应当形成起快速判断和解决的体系,尽早察觉故障部件并将其隔离,启用备用计划,最大限度降低故障对整体运行的影响,保障系统持续稳定运行。

## 5 火电厂配套储能系统应用效果与优化

### 5.1 应用性能评价指标

火电厂配套储能系统的应用性能评价要有立体度的指标体系,这样才能全方位表现出协同运行的效果。调节性能指标包含调峰速率、调峰深度、响应时间等等,这些指标用来考量储能系统辅助火电厂调节负荷的能力。运行效率指标覆盖储能系统的充放电效率、火电厂机组的运行效率以及整体的能源利用率,其显示能源转换和利用的水平。稳定性指标涉及电压频率偏差、功率波动幅度、设备故障发生率等,这些指标体现出系统运行的可靠程度<sup>[7]</sup>。环保指标重点在于火电厂污染物排放的削减状况,以此来表现协同运行所具有的低碳效益。通过多指标的综合评定,可以精确把握储能系统应用的实际效果,为后续优化提供依据。

### 5.2 经济性分析要点

火储协同应用经济性分析要从成本和收益两个方面来做,全面考量项目的可行性与盈利潜力。成本方面主要包含储能系统的最初投资、安装调试成本、运行守护成本,还有火电厂为了适应储能系统而实施改造所花费的费用,也要把设备折旧、能耗之类的隐性成本纳入考量范围<sup>[8]</sup>。收益方面则涵盖火电厂运行效率改良所带来的能耗节省收益、污染物减排所产生的环保收益,以及储能系统参与辅助服务市场得到的收益。在分析的时候要把项目的整个生命时段融合进来,算出投资回报率、静态回收期等关键指标,从而找出经济性存在的不足,为成本控制与收益提升提供方向。

### 5.3 应用优化方向

火电厂配套储能系统的应用若想改良,就要从技术、策略、成本这三个方面入手来改善协同运行的效能。技术方面的改良可以着重于加强储能系统的性能,去研发高效、低成本、长寿命的储能技术,并改良储能与火电厂之间的接口设计,从而加强它们的适配性和运行效率。在策略改良上,要完善协同控制算法,利用大数据、人工智能技术来加强负

荷预测的准确性,改良充电和放电的顺序以及调度策略,最大程度地获取经济效益<sup>[9]</sup>。而成本方面的改良则可以通过大规模的应用来缩减储能系统的采购成本,创建起科学的运维体系以削减运行和守护的费用,还要拓展更多的收益途径,增大辅助服务收益所占的比例。要加强政策引导,完善市场机制,给火储协同应用的改良营造良好的环境。

## 6 结语

火电厂配备新能源储能系统,这属于能源转型的必然趋势,也是解决新能源并网问题的关键之举,对于提升电网稳定性以及促使火电向灵活低碳方向转变有着重大意义。文章就火储协同的基本属性、选型安排、运行控制以及成果改善等内容实施探讨,理清各个阶段的主要方面,体现出储能和火电协同应用的价值及其可行性<sup>[10]</sup>。火储协同要统筹好技术适应性、安全性稳定性和经济合理性,依靠技术更新换代来填补当前存在的不足。未来,随着储能技术日益成熟、市场规则逐步完备,火储协同模式将会得到更大范围的推行,从而给能源系统的高效低碳发展提供坚实支撑。

## 参考文献

- [1] 官健.探讨火电厂能源耗用指标的管控策略及考核系统的构建[J].新型工业化,2022,12(08):34-37.
- [2] 李子巍.考虑新能源电源调峰的电网多能源储能规划方法研究[D].沈阳工业大学,2025.
- [3] 马杰,于振博,郝元钊,等.考虑动态频率响应的火电-储能调频优化控制[J].浙江电力,2025,44(03):10-21.
- [4] 刘海涛.面向高比例新能源电力系统的飞轮-火电一次调频控制策略[D].兰州理工大学,2024.
- [5] 宋金历.现货市场环境下的新能源电力系统日前优化调度研究[D].华北电力大学,2024.
- [6] 丁建博,周广利,刘志宝,等.新能源与火电联合技术研究[J].能源与环保,2024,46(02):184-190+197.
- [7] 范越,冯松杰,魏韡,等.基于频谱拆分的高比例新能源电力系统火电-多类型储能容量优化匹配[J].中国电机工程学报,2024,44(09):3518-3531.
- [8] 田福银,李欣然,甘友春,等.高比例新能源系统经济运行及储能配置分析[J].东北电力技术,2023,44(03):36-39+44.
- [9] 王帆.新型电力系统中煤电中长期发展与新能源结合储能的规模初探[J].煤炭经济研究,2023,43(02):12-17.
- [10] 盛举.含新能源系统中火电与电网侧储能调频方法研究[D].武汉大学,2022.