

# 电网限电对发电场运维成本影响分析

凌清

国能(湖南)新能源有限公司, 湖南长沙, 410000;

**摘要:** 为了分析电网限电对发电场运维成本的影响, 从设备损耗、运行人员工时、维护材料消耗等方面进行探讨。电网限电能够降低设备磨损程度, 减少运行中频繁启停带来的损失, 从而有效降低设备的长期运维成本。同时电网限电还减少了运维人员的工时投入, 优化了日常维护安排。限电还通过稳定负荷, 降低了维护材料的消耗。分析认为, 电网限电对发电场的运维成本具有复杂的双重影响, 需针对性优化管理策略。

**关键词:** 电网限电; 运维成本; 负荷波动

**DOI:** 10.64216/3080-1486.25.04.015

## 引言

随着电力需求的持续增长和电网运行压力的加大, 电网限电逐渐成为确保电力系统安全与稳定运行的必要措施。尽管限电在一定程度上优化了电网负荷和调度效率, 但其对发电场运维成本的影响却鲜有系统性研究。发电场在面对电网限电时, 其运维成本受多方面因素的交织影响, 既有积极作用, 也带来潜在的挑战。基于此, 深入分析电网限电对发电场运维成本的影响, 对于优化电力系统管理、提升发电效率具有重要理论意义。

## 1 电网限电对发电场运维成本的积极影响

### 1.1 降低设备损耗成本

电网限电对发电场的运维成本具有一定的积极影响。限制电网电力负荷的波动可以显著降低发电设备的磨损程度, 减少设备的长期运维成本。在正常情况下, 设备运行状态频繁变化, 尤其是在负荷波动较大的时段, 设备的启停操作和负载波动极易造成机械部件的过度磨损, 从而增加维护和更换部件的频次。而电网限电措施的实施, 将有助于保持发电机组的负荷稳定性, 降低频繁启停所带来的磨损风险。电网限电降低了过度运行和超负荷运作的现象, 从而减少了设备故障和维修的可能性, 降低了停机损失和维修时间, 进一步减少了运营成本。此外, 限制电网的运行负荷还可以减少不必要的备用电力投入, 提高设备的使用效率和寿命, 降低因设备老化导致的突发性维修费用<sup>[1]</sup>。

### 1.2 减少运行人员工时投入

电网限电措施不仅对设备运行产生了直接影响, 还对运行人员的工时投入产生了积极的影响。设备运行时的负荷波动和频繁的启停往往导致运维人员需频繁对

设备进行检查、调整和故障排除。而限电措施有效地限制了负荷波动, 减少了设备过载和故障发生的概率, 从而减少了运维人员在应急响应、修复故障以及进行临时调度的工时需求。在没有限电的情况下, 发电设备常常需要进行不必要的维护和调度, 尤其是在负荷波动较大时段, 人员的工作强度和加班频次显著增加。而电网限电所带来的负荷稳定性, 使得设备保持在较为平稳的工作状态, 显著降低了运维人员的应急响应时间和频繁调度的工时投入<sup>[2]</sup>。此外, 电网限电还帮助优化了工作安排, 减少了人员的冗余投入, 运维人员可以将更多的精力集中于日常的计划性维护和设备健康管理, 提升了工作效率和人员的整体利用率。

### 1.3 节约日常维护材料费用

发电设备在高负荷或频繁启停的运行状态下, 容易发生机械部件的过度磨损和电气元件的老化, 进而增加维护材料的消耗, 如润滑油、密封件、备件以及更换零部件的费用。限电措施通过稳定设备运行负荷, 减少了设备的频繁启停和过度负载, 从而降低了设备运行过程中的损耗, 显著减少了维护材料的使用频率。例如, 发电机组在稳定负荷下的运转减少了电机绕组的过热现象, 有效延长了电气元件的使用寿命, 减少了因过度磨损需要更换的材料。此外, 电网限电还减少了过度检修和急修情况下对零部件的临时替换需求, 从而进一步压缩了日常维护中不必要的材料采购和消耗<sup>[3]</sup>。

## 2 电网限电对发电场运维成本消极影响

### 2.1 设备频繁启停增加维护成本

电网限电对发电场设备频繁启停的消极影响主要体现在增加了设备的机械损耗和电气元件的老化。虽然电网限电可以在一定程度上减轻负荷波动, 但由于设备

的启停次数频繁,机械部件和电气组件的磨损依然加剧<sup>[4]</sup>。发电机组在每次启动和停止过程中,都会产生较大的冲击载荷,尤其是在低负荷或负荷突变的情况下,机械部件如轴承、转子等承受较大的应力波动,这直接增加了这些部件的疲劳损伤速度,缩短了使用寿命。频繁启停还会导致电气元件如电机绕组的热膨胀与收缩,进而加速绝缘材料的老化,增加了长期运行中更换元件的频次,进而提高了维护成本。

此外,设备频繁启停还对发电场的调度与管理造成了额外负担。在电网限电情况下,发电场需根据电网的负荷需求进行灵活调度,这使得发电设备不能保持连续的稳定运行,而是需要频繁调整负荷或停机启机。这种频繁的启停不仅影响了设备的工作效率,还导致了频繁的检修和维护工作,特别是在高负荷或高负荷波动时期,设备经常处于高负荷运行状态,容易发生超载,进而增加了设备损坏的风险。电网限电对发电场的影响,虽然能够减轻某些情况下的负荷压力,但其带来的设备频繁启停问题,实际增加了设备的长期运维成本,尤其是在设备磨损和维护材料消耗方面,形成了长期的负面影响。

## 2.2 发电效率下降导致单位成本上升

电网限电导致发电效率的下降,进而直接推高了单位成本。当电网出现限电情况时,发电设备往往不得不在低负荷状态下长时间运行,或者需要频繁地调节输出功率。低负荷运行会导致燃料消耗效率降低,设备的热力学效率难以保持在最佳工作状态。对于电场而言,低负荷运行时,锅炉的燃烧效率和热交换效率都受到影响,燃料的利用率降低,导致单位发电量所需的燃料消耗增加,进而提升了单位成本。同样,对于风能或太阳能等可再生能源的发电场,限电也会影响系统的负载调节,导致电能存储和转换效率的下降,最终造成单位电量的成本上升<sup>[5]</sup>。

在电网限电的情况下,发电场为应对不确定的负荷需求波动,往往需要更多的备用机组处于待命状态,随时准备启动,这进一步增加了固定和变动成本。待机机组的燃料消耗、维护保养以及管理费用都会增加,这些成本都被摊派到每单位发电量上,导致整体单位成本的上升。此外,为了应对限电导致的发电波动,发电场的运维人员需要投入更多的调度和维护资源,设备运行的调节频繁也使得设备的故障率增加,维修与停机的时间也随之增加,从而在设备修复与停机损失方面产生了额外的运维成本。这些因素共同作用,导致了发电效率的下降,从而推高了单位发电成本,给电力生产带来了消极影响。

## 2.3 计划性检修难度加大引起额外支出

电网限电增加了计划性检修的复杂度和难度,进而引发了额外的支出。当电网受到限电调控时,发电场的负荷波动更加剧烈,这使得原本计划中的检修工作变得更加难以安排和实施。原定的检修时间往往需要根据电网负荷情况进行频繁调整,导致原本较为紧凑的维护计划受到干扰。在电网限电的环境下,发电设备处于频繁启停的状态,这不仅增加了设备故障的风险,也延长了故障检测和修复的时间。与稳定运行条件下的检修工作相比,设备在频繁负荷变化下的检查和修复需要更多的技术支持和额外的时间投入。由此产生的调度、技术支持及人工成本的上升,直接导致了检修成本的增加。

同时,电网限电使得发电设备的运行状态更加不稳定,这也使得检修计划的实施更加具有挑战性。设备长期在不稳定状态下运行,增加了设备的磨损和老化问题,往往需要进行更加全面和深入的检查,而这些检查通常超出了预期的修复范围。为确保设备的长期运行安全和效率,发电厂不得不增加额外的备件采购和更换工作。这些额外的备件采购和紧急维修支出,虽然是为了保证设备的稳定运行,但却大幅提高了原本计划性检修的成本。电网限电所引起的检修难度加大,给发电厂带来了更为复杂的成本结构,增加了维修和管理的负担,进而对发电场的整体运营成本产生了明显的上升压力。

## 3 降低电网限电对运维成本影响的优化策略

### 3.1 提升设备自动化与智能化水平

发电场可引入更先进的智能化控制系统,以优化设备的启停操作和运行调度。采用基于人工智能的负荷预测模型,结合大数据分析机器学习技术,能够更精准地预测电网负荷波动趋势,从而有效减少设备的非必要启停。当负荷波动较小时,系统可自动调整发电设备的运行参数,确保设备始终处于最佳工作状态,从而避免因负荷波动引发的频繁启停。进一步提升设备自动化水平,尤其是智能调度系统的引入,能够让发电场实时监控设备运行状态,并对设备的故障进行提前预警,减少突发性停机事故的发生。这种智能化的运行管理方式能够大幅降低设备频繁启停所带来的机械损伤与电气元件的老化问题,从而减少维护成本。

在计划性检修方面,优化设备自动化与智能化水平也同样能够带来显著改善。通过引入设备健康管理系,可以对设备的各项性能指标进行实时监测,包括温度、振动、压力等关键数据。这些数据通过大数据分析机器学习算法进行处理,可以提前预测设备潜在的故障点,

使得发电场在电网限电情况下仍能进行精准的计划性检修。基于这些实时数据,维护人员可以在设备出现问题之前安排维修,避免因频繁启停而加剧设备磨损的问题。此外,实施远程诊断与修复技术,借助物联网与云计算平台,维护人员能够在不现场操作的情况下,通过网络实时查看设备运行状况,进行远程诊断和必要的调整,减少了传统检修模式下需要大量人工和物理资源的消耗。这不仅降低了因检修带来的额外支出,还可以使发电场的设备维护更加科学化、精细化,从而提高整体运行效率和经济效益。

### 3.2 优化电力调度和负荷管理

针对电网限电所带来的消极影响,提升电力调度和负荷管理至关重要。发电场需要引入先进的负荷预测模型和调度算法,以实现更加精确的负荷调配。运用大数据分析技术,实时监控电网负荷变化,并结合气象、季节性变化等外部因素,建立准确的负荷预测系统。利用机器学习算法,预测短期和中期的负荷波动趋势,从而为发电设备的运行调度提供精确的数据支持。基于这些预测结果,智能调度系统可以动态优化发电机组的负荷分配,避免在负荷波动时频繁启动备用机组,减少设备的频繁启停及相关的机械磨损。此外,调度系统应考虑实时负荷数据,结合电网负荷和发电场的实时状态,自动调整发电机组的输出功率,以最大化设备的运行效率和发电效益。

进一步优化电力调度和负荷管理,要求对电网的负荷波动进行灵活应对。发电场可以采用“需求响应”机制,根据电网需求变化灵活调整电量输出。具体来说,当电网负荷处于高峰时,发电场可以提前启动高效的发电设备,确保电网稳定;当电网负荷低时,则可以减少不必要的电力输出,避免不必要的燃料消耗和机械磨损。此外,电力调度系统还应加强与电网公司之间的实时信息共享和协调机制,确保发电场可以根据电网的实时负荷需求灵活调整发电量。这样不仅能够提高电力的利用率,还能有效减少因负荷波动带来的设备频繁启停问题,最终降低运维成本和能耗。

### 3.3 加强维修预测与设备健康管理

为了减少电网限电带来的设备损耗和维护成本,发电场必须加强设备的维修预测与健康管理。可以利用设备的实时监测数据,包括温度、振动、压力等关键性能参数,通过传感器和物联网技术进行在线采集。通过建立设备健康管理系统,利用数据挖掘技术对采集到的数据进行深入分析,及时发现设备潜在的故障风险。这一

系统不仅能够识别出设备存在的异常情况,还可以分析出设备故障的趋势,为后续的维护工作提供科学依据。基于这些预测结果,运维人员可以在故障发生之前进行有针对性的预防性维护,避免频繁的停机和紧急修复,从而减少设备运行过程中的非计划性停机时间和维护费用。此外,预测性维护还能确保设备长期处于健康状态,避免因设备过度使用而导致的提前老化或损坏,从而降低长期运维成本。

在具体实施过程中,设备健康管理还需要与发电场的日常运营紧密结合。应通过建立智能调度系统,将维修预测与设备的负荷管理进行有效协调。例如,当系统预测到某一设备即将出现故障时,可以通过调度系统自动调整该设备的负荷,延缓其使用时间,并安排相应的维护工作。运维人员可以根据设备的实际状态和预测的维护时间,制定合理的维修计划,并在低负荷或非高峰时段进行检修,从而减少对生产效率的影响。为确保预测模型的准确性,还需要定期对预测模型进行优化和调整,利用更多的历史数据和设备运行数据,不断提升预测的准确度。设备健康管理的深入实施,不仅可以减少设备故障的发生率,还能有效优化设备的使用效率,降低整体运维成本。

## 4 结论

电网限电对发电场运维成本的影响呈现出积极与消极的双重作用。虽然限电有助于减少设备的损耗与维护材料消耗,并降低运行人员的工时投入,但频繁的设备启停及低负荷运行却可能导致效率下降、维护成本上升。未来,提升设备自动化与智能化水平,优化电力调度与负荷管理,并加强维修预测与设备健康管理,将有效缓解限电带来的负面影响,进一步降低运维成本,并提高整体运营效率与经济效益。

### 参考文献

- [1] 周洋. 新能源光伏发电场运维安全防误控制技术[J]. 科学技术创新, 2024, (19): 1-4.
- [2] 李向小. 风力发电场运维管理的有效措施研究[J]. 电气技术与经济, 2023, (08): 224-226.
- [3] 李扬, 胡兆华, 梁誉镞, 等. 一种保障电网运行的限电技术应用[J]. 电子技术, 2023, 52(08): 298-300.
- [4] 李莉. 我国海上风电场运维成本管控途径的探讨[J]. 财经界, 2023, (05): 12-14.
- [5] 张洪, 翟鸿荣, 周肖锋, 等. 考虑配电网弹性负荷的错峰限电辅助决策方法[J]. 现代电子技术, 2023, 46(03): 182-186.