

风电光伏并网储能容量优化配置研究

靳对来

信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司河北分公司, 河北 石家庄 050011

[摘要]随着可再生能源的迅速发展, 风电和光伏发电已成为全球能源转型的重要组成部分。然而, 风电和光伏能源的间歇性和波动性问题使得其并网运行面临诸多挑战。储能技术的应用为解决这一问题提供了重要的技术手段。文中基于风电和光伏并网的背景, 探讨了储能系统的容量优化配置问题。通过分析影响因素, 提出了储能容量优化配置的策略, 并对未来发展趋势进行展望。

[关键词]风电; 光伏; 并网; 储能; 容量优化; 配置策略

DOI: 10.33142/aem.v7i3.15976

中图分类号: TM614

文献标识码: A

Research on Optimization Configuration of Wind and Photovoltaic Grid Connected Energy Storage Capacity

JIN Duilai

Hebei Branch of the IT Electronics Eleventh Design and Research Institute Scientific and Technological Engineering Co., Ltd.,
Shijiazhuang, Hebei, 050011, China

Abstract: With the rapid development of renewable energy, wind power and photovoltaic power generation have become important components of the global energy transition. However, the intermittency and volatility of wind and photovoltaic energy pose many challenges to their grid connected operation. The application of energy storage technology provides an important technical means to solve this problem. Based on the background of wind power and photovoltaic grid connection, this article explores the capacity optimization configuration of energy storage systems. By analyzing the influencing factors, strategies for optimizing the configuration of energy storage capacity were proposed, and future development trends were discussed.

Keywords: wind power; photovoltaic; grid connected; energy storage; capacity optimization; configuration policy

引言

随着全球能源结构的转型, 风能和太阳能作为绿色、清洁能源, 得到了广泛应用。然而, 风电和光伏发电的间歇性和波动性导致其在并网过程中容易影响电力系统的稳定性和可靠性。储能技术作为一种有效地平抑波动、提高电力系统稳定性的手段, 已成为研究的热点。如何通过优化配置储能系统的容量, 使其更好地与风电和光伏发电协同工作, 是当前亟待解决的问题。

1 风电光伏并网与储能系统概述

1.1 风电光伏并网的挑战

风电和光伏发电出现并网问题, 很大程度上归因于其发电过程体现出的波动性和不稳定性, 传统的火电或核电能够提供稳定的电力输出, 风电和光伏发电却不能, 而是受气象条件变动的制约, 尤其是风速与光照在持续性上的变化, 风电发电量的变化与风速的波动存在关联, 光伏发电量受昼夜的交替以及天气状况(像阴天或者雨天)制约, 短时间内极容易出现发电量的大幅波动状况, 这种波动性把较大压力带给了电网, 尤其在风电与光伏发出的电量超出正常水平时, 有概率引发电网里电力供应呈现过剩局面; 反之若风速显示出不足态势或光照表现为匮乏之时, 电网

又有概率陷入电力不足的困境^[1]。

1.2 储能系统的作用

在风电及光伏发电的并网环节中储能系统起到了核心的调节作用, 主要借助调节电能的时间范畴的分配以平衡电网供需关系, 鉴于风电以及光伏发电所存在的不稳定性和间歇性情形, 储能系统可以凭借有效途径吸收过剩的电力, 并在用电高峰时段或者发电产出不足时释放电力, 以此达成对电网负荷的平衡, 达成电网稳定运行这一目的, 储能技术渐进式的发展成果, 为新能源应用给予了强劲有力的支撑。

2 风电光伏并网储能容量优化配置的影响因素

2.1 风电和光伏的发电特性

由于多种环境因素影响风电和光伏的发电特性改变, 造成其发电能力表现出随机与波动的情形, 风速变化情况影响着风电发电量, 若风速处于过低数值发电量差不多为零, 若风速过高发电机存在超出发电机自身最大承载能力的可能性, 而太阳光照强度对光伏发电起着依赖作用, 受到地理位置、季节变化以及诸如阴天、雾霾等气象条件的作用太阳辐射会出现变动, 造成发电量存在较大规模的起伏变化。尤其是冬季期间或者夜间, 通过光伏发电来供应

电能近乎无法达成,缘于这种不稳定情形,传统发电方式可持续稳定地输出电力风电和光伏发电却无法达成此效果,正因如此于系统接入这些可再生能源期间,得特别顾及其发电量表现出的波动性,为更高效地挖掘风电和光伏所蕴含的潜力,成为优化配置储能系统容量这一十分关键的手段,以便让电网在发电不稳定的时候依然维持供电平衡状态^[2]。

2.2 储能系统的技术性能

优化配置的关键要素是储能系统的选择以及性能水平,各类储能技术在诸如储能容量、充放电效率、响应时间等方面展现出不同的优劣态势,例如响应迅速、充放电效率高的特点被电池储能系统所具备,适合迅速回应电网负荷的起伏波动,不过其储能容量跟使用寿命有被限制的可能性。大规模储能容量地提供可依靠抽水蓄能,然而其建设所需周期较长,而且在地理条件限制方面表现得较为明显,较快的能量释放能力在飞轮储能技术上得以体现,适合被应用于短时高功率需求的场景中,除了关联到这些技术的基础性能要点,储能系统的经济性在选型中也是关键考虑点。即便在技术领域电池储能成熟,但该技术初期开展的投资成本高昂,同时要将电池的生命周期以及维护成本纳入考量,因此在进行储能容量的优化配置事宜时,需对各类储能技术的特点充分认知,对其适应性、经济性以及技术可行性展开综合考量。

2.3 电网负荷和需求

储能系统容量配置受电网负荷变化的影响十分显著,时间跟季节的演变让电网负荷出现了波动情形,尤其是在日与夜这两个时段,负荷需求量的差异十分显著,白天尤其在夏季这样的时段,归因于空调开启、工业生产等造成的高峰用电需求,电网负荷往往呈现较高水平;于夜间时段还有冬季阶段,电网负荷表现出明显的大幅下降。为实现电网稳定运行的要求,要是负荷需求处于较高状态储能系统就得释放所储存的电能,在负荷需求处于低量阶段时开展充电进程,须依照电网负荷的波动性对储能系统的容量及响应能力做合理配置,目的是在电网负荷产生剧烈震荡时迅速开展调节,杜绝电力供应出现供应不足或过量的情形,开展容量优化时电网负荷的精准预测与需求分析极为必要,仅凭借科学合理的负荷预测,储能系统才会在关键之际把最大作用充分发挥,实现电网安全性与经济性的保障^[3]。

3 储能容量优化配置的研究策略

3.1 基于数学模型的优化策略

在进行储能容量的优化配置操作时,首先得创建一个兼具科学与合理性的数学模型,其目的是经由对各类因素的精准剖析,找出储能系统的最优配置规划,储能系统的优化配置除了涉及风电、光伏等可再生能源发电特性的甄别外,尚需顾及储能技术性能、储能设备投入与运行成本以及电网负荷波动等多维度因素,因此在实施优化行动时,

应当对这些关键因素进行深度剖析,从而保障储能系统可切实提升能源利用效率,降低系统运营阶段成本,且可提升电力系统稳定性以及可靠性的程度。

一般情况下储能系统优化配置的数学模型会把线性规划模型、非线性规划模型以及动态规划模型等囊括在内,针对具有明确线性关系的系统线性规划模型能发挥作用,可辅助化解储能容量与发电功率之间的关系矛盾,针对更为复杂的问题,非线性规划模型是合适的处理手段,好比储能设备充放电效率与电池寿命的非线性相关情形,同时涉及风电、光伏等可再生能源显现出的随机性与波动性等特质。动态规划模型能够在把时间维度纳入考量后,优化储能系统所采用的充放电策略,以应对电网负荷发生改变以及可再生能源出力出现波动等情形,除数学模型的筛选之外,优化算法的有效性同样需要纳入考量范围,诸如遗传算法、粒子群优化算法、蚁群算法等是较为常用的优化算法,借助这些算法可解决高维度且受复杂约束条件限制的优化问题,以此有效增进储能系统整体的经济性及运行效益,结合实际应用的各类情形,把优化模型与算法结合起来可以保证储能系统在不同运行环境中实现最佳配置,符合电网稳定性跟可持续发展要求^[4]。

3.2 考虑经济性和环境效益的优化策略

现代能源系统里储能容量的优化配置属于重要研究方向之一,尤其是在助力绿色低碳发展、推动能源结构转型的阶段里,呈现出极为关键的意义,在推进储能容量优化配置项目实施时,除了应顾及系统运行安全性、技术性能等方面的要求,还应将经济性与环境效益这两大关键事项予以综合评判。作为影响储能设备经济性的重要因素投资成本、运行维护成本以及回报周期不容忽视,尽管储能系统可增强电力系统的稳定性与调节能力,然而其在初期建设阶段的投资数额偏高,因此在开展储能容量配置时,应对投资回报期与整体经济效益开展综合评估,采用优化配置储能容量的举措,可以平抑电力需求跟供应之间所产生的矛盾,缓解对传统化石能源的依赖情形,减少能源历经长期后的消耗成本,由此实现更具市场竞争力的经济成效。

另一方面显著的环境效益还可借助储能容量的合理配置实现,为应对电力负荷波动传统化石能源电厂往往需要频繁进行启停操作,这会造成燃料消耗出现明显的增长,亦会导致大量碳排放的问题显现,以合理配置储能系统为途径,可高效实现电力负荷的平稳过渡,减少对传统化石能源的依赖水平。尤其当以风能、太阳能等为代表的可再生能源接入时,储能系统可高效应对其波动性与间歇性难题,助力绿色能源达成高效利用,由此极大降低碳排放量,助力低碳经济迈向新的发展阶段。因此,在推进储能容量优化配置事宜时,不但要思索其技术及经济上的可行性,亦应充分评判其对环境起到的积极影响,带动能源系统朝向绿色、可持续的方向迈进前行,实现经济效益与环境效

益的双重共赢^[5]。

3.3 适应不同区域特征的优化策略

各地区之间的风电和光伏资源条件差异十分显著,因此在对储能容量开展优化配置事宜时,地域差异应得到充分的考量,从而保障各地区能源资源得以高效利用以及储能系统实现最佳运行效率,风能和光伏资源于地域分布上展现出不均态势,说明不同地区在储能系统配置的策略选择上有差异。就风能资源富足的地区而言,应把储能系统配置的聚焦点落在电池储能系统的抉择和容量的优化事务上,风力发电呈现出显著的波动性与不稳定性特征,风速若出现变化将直接影响发电量,因此对这些地区实施电池储能系统配置,可实现对风电发电波动的有效平衡,实现对电网稳定性的维护。当风力发电量处于较高阶段电池储能系统能够把多余电能存储起来,于风力发电量呈现较低状态时把储存的电能释放,从而克服风电发电过程中的不稳定性缺陷。此外,电池储能系统的响应速度十分迅速,可迅速对电力供应进行调节,迎合突发负荷变化以及设备故障时的应急所需。

就光照条件处于良好状态的地区而言,要参照日照周期对储能容量的配置做优化处理,以便实现光伏资源利用效益的最大化,日间发电量呈现较高态势是光伏发电的主要特性,尤其是白天阳光充足的情形出现时,而当处于夜间和阴天时发电量就会相对较低。因此应重点思索光伏资源丰富地区的储能系统怎样在白天储存电能,供夜间时刻达成用电目的,此时以地区日照规律为依据配置储能容量,而后挑选合适的储能技术,能实现在无阳光的时段维持稳定的电力供给。此外,还应将季节性差异纳入光伏发电系统储能容量配置的考量范畴,若夏季和冬季日照时间出现的差异,进而优化能源存储和运用的效率。

3.4 结合智能化技术的优化策略

伴随着大数据及人工智能技术的急剧飞跃,正推动着储能系统优化配置从传统经验模式向智能化、数据驱动的方向逐渐过渡,采用智能化的算法策略,得益于智能化算法的储能系统可进行更为精准灵活的管理操作,实现能源利用效率的上扬,进而最大程度减少能源的过度耗费。该转变不仅使储能系统经济性得以优化,也拉动能源行业朝着更智能、绿色与可持续的方向前行,依托大数据技术的支撑,实时对风电、光伏发电量以及电网负荷的变化情况进行监测是储能系统能够做到的,天气状况和发电设备的实时运行数据被包含在这些数据的范畴内,亦涵盖如历史数据、预测数据这类多维度的信息。采用人工智能算法进行融合,系统具备对这些数据进行实时剖析与预判的能力,

准确把握未来某段时间内发电趋势及负荷的波动特征^[6]。

此外,可由智能化系统根据实时的发电量与负荷需求对储能容量的使用策略予以动态调整,在电网负荷处于较低水平时,系统可增添储能设备的充电负荷规模,把多余的电能予以储蓄;若电网负荷处于高峰这一阶段,系统能够把所储存的电能释放掉,为电网的高效运行给予辅助。经由它体现的动态调控能力,实现了储能系统的高效运转,还推动了电力资源调配的合理化,降低了电力能量的无谓损耗,采用这些反映智能化的技术手段,供需需求借助储能系统可以更精确地匹配,还可有效减少电网所承载的压力,让系统的整体可靠性及稳定性得到提高。同时智能化储能管理可对可再生能源的进一步普及和应用起到有力的支撑作用,拉动能源产业踏上数字化转型之路。

4 结语

随着风电和光伏发电技术的不断进步,储能技术将在能源系统中发挥越来越重要的作用。储能容量优化配置是提升风电光伏并网效率的关键,合理配置储能容量不仅可以保障电网的稳定运行,还能提高可再生能源的利用率。未来,随着技术的发展和政策的支持,储能技术将更加智能化、经济化,对风电光伏并网的支持作用将愈加显著。在未来的研究中,储能系统与风电光伏发电的协同优化问题将继续成为重要研究方向。通过结合先进的优化算法、数据分析和智能技术,有望为风电光伏发电的广泛应用提供更加高效的解决方案。

【参考文献】

- [1]张成志.基于ACO与CSO算法的风电光伏并网储能容量配置优化[J].电气时代,2025(2):46-49.
- [2]刘正婷,李翔.分布式风电光伏的储能容量优化配置[J].通讯世界,2024,31(10):76-78.
- [3]张永明.风电光伏并网储能容量优化配置方法[J].自动化应用,2023,64(21):72-74.
- [4]段树勋.面向分布式风电光伏的储能容量优化配置方法研究[J].自动化应用,2023,64(19):68-70.
- [5]郭尚文.含大规模风电光伏的弱送端系统电压特性分析及优化控制[D].北京:华北电力大学,2022.
- [6]魏远,张欢畅,黄正勇,等.面向风电光伏并网的储能容量配置频谱分析方法[J].南方电网技术,2019,13(3):12-17.

作者简介:靳对来(1986.5—),毕业院校:河北联合大学,所学专业:自动化,当前就职单位:信息产业电子第十一设计研究院科技工程股份有限公司河北分公司,职务:副总工,职称级别:中级。