

科学规划视角下的电力网架扩展与升级改造策略

何愈慎

百源建设集团有限公司, 广西 南宁 530000

摘要： 本文针对新能源快速发展及电力需求增长, 深入探讨了电力网架扩展与升级改造的策略。开篇从科学规划理论出发, 为研究奠定了理论基础, 包括新能源电力接纳与消纳理论、电力系统优化与储能技术理论。接着, 分析了现有电力网架的结构特征和问题, 揭示了改造的紧迫性。提出了电力网架重新规划布局的策略, 包括指导思想、接纳能力提升和输配电网连接方案。此外, 总结了农网城网改造经验, 分析了大修技改成果, 并提出了光伏、风电等新能源电力的消纳方案。最后, 探讨了电力储能站的优化布局策略, 包括各类新能源发电站概述、储能站布局原则与方法, 以及最大化能源利用的储能站布局方案。

关键词： 电力网架扩展; 升级改造; 科学规划; 新能源接纳; 输配电网连接

Expansion and Upgrading Strategies of Power Grid from the Perspective of Scientific Planning

He Yushen

Baiyuan Construction Group Co., Ltd., Nanning, Guangxi 530000

Abstract: This article explores in depth the strategies for expanding and upgrading the power grid structure in response to the rapid development of new energy and the increasing demand for electricity. Starting from the theory of scientific planning, the opening lays a theoretical foundation for research, including the theory of new energy power acceptance and consumption, as well as the theory of power system optimization and energy storage technology. Subsequently, the structural characteristics and problems of the existing power grid were analyzed, revealing the urgency of the renovation. A strategy for the re planning and layout of the power grid has been proposed, including guiding principles, capacity enhancement, and transmission and distribution grid connection schemes. In addition, the experience of rural and urban power grid transformation was summarized, the results of major repairs and technological upgrades were analyzed, and new energy power consumption plans such as photovoltaic and wind power were proposed. Finally, the optimization layout strategy of power storage stations was discussed, including an overview of various new energy power generation stations, principles and methods for energy storage station layout, as well as energy storage station layout schemes that maximize energy utilization.

Keywords: power grid expansion; upgrading and renovation; scientific planning; acceptance of new energy; transmission and distribution grid connection

引言

随着全球能源需求的不断增长和环境保护的日益重视, 新能源的开发和利用已成为各国能源战略的重要组成部分。我国作为能源消费大国, 近年来在新能源领域取得了显著成果, 特别是在光伏、风电等可再生能源的开发上取得了重要突破。现有电力网架在长期运行过程中, 虽然经历了多次农网城网改造、大修技改等工程, 但仍存在诸多问题, 如电网结构不合理、输配电网连接不顺畅、新能源电力接纳能力不足等。这些问题不仅影响了电力系统的安全稳定运行, 也制约了新能源电力的消纳和电力供需的平衡。因此, 从科学规划的视角出发, 对现有电力网架进行重新调整规划布局, 加大对新能源电力的接纳, 已成为电力系统发展的必然选择。

一、电力网架扩展与升级改造的理论基础

在新时代背景下, 电力行业面临着前所未有的发展机遇与挑战。为了满足经济社会持续增长的电力需求, 推动能源结构转

型, 电力网架的扩展与升级改造显得尤为重要。以下三大理论基础, 为电力网架的优化发展提供了强有力的支撑。

(一) 科学规划理论概述

电力系统的可靠性评估是研究电力系统可靠性理论、分析电

力系统运行状况的基础，也是制定电网规划方案和提高电网运行经济效益的重要依据^[1]。电力网架的科学规划是保障电网安全、经济、高效运作的关键。这一理论涵盖了电网规划的多种方法、原则和策略，目的在于实现资源的优化配置，从而提升电网的整体运行效率。

科学规划理论着重于需求导向，全面考虑负荷特性、电源配置、电网结构等核心要素，以制定出合理的电网发展规划。通过精简和优化电网结构，提升供电的可靠性，从而为我国电力事业的持续发展构筑了坚实的基础。

（二）新能源电力接纳与消纳理论

新能源电力接纳与消纳旨在指导如何高效地整合新能源电力进入电网，并确保其被有效消纳。这一理论指出，随着新能源电力的快速发展，电力系统面临前所未有的挑战，如何接纳和消纳新能源电力成为关键。为了适应新能源电力的发展趋势，必须构建一套完善的接纳与消纳机制^[2]。这包括对电网结构的优化调整，制定灵活的调度策略，推广和应用先进的储能技术，以及建立健全的市场机制和政策体系。这些措施不仅关注技术问题，也考虑经济和社会因素，旨在推动新能源电力与传统能源电力的深度融合，实现电力系统的绿色、高效和可持续发展。

（三）电力系统优化与储能技术理论

电力系统优化与储能技术旨在通过优化电力系统运行方式、提高整体效率，以及应用储能技术实现电能时空转移，以增强电力系统的调峰能力和应对突发事件的能力。这一理论认识到，随着电力系统的持续发展和新能源电力的不断接入，系统运行面临更多挑战。因此，强调必须充分考虑负荷特性、电源布局和电网结构等因素，制定合理的运行策略，并通过储能技术实现电能的有效管理和转移，以提升电力系统的稳定性和效率^[3]。此外，电力系统的优化运行不仅涉及技术层面，还涉及经济和社会因素，因此需要从多角度出发，形成全方位的解决方案，以推动电力系统的绿色、高效和可持续发展。

二、现有电力网架现状分析

在深入研究电力网架的扩展与升级改造之前，需对现有电力网架的现状进行深入地分析。以下将从电力网架的结构特点、存在的问题以及新能源电力接纳与消纳需求三个方面，全面揭示当前电力网架的发展状况。

（一）电力网架结构特点

电力网架结构以高压、超高压输电线路为主，形成了跨区域、长距离的输电格局^[4]。同时，城市配电网逐渐向智能化、自动化方向发展，提高了供电质量和可靠性。此外，电网结构逐渐向分布式、多元化发展，以适应不同地区和不同用户的用电需求。

（二）电力网架存在的问题

在我国的某些地区，电网结构存在不合理之处，导致供电能力不足以应对日益增长的用电需求。这些地区的电网设备普遍老化，运行效率低下，这不仅加剧了电力损耗，还影响了供电的稳定性。此外，电力系统的调峰能力不足，使得在应对突发事件和

高峰负荷时，系统的灵活性和可靠性亟需提升^[5]。这些问题共同凸显了电力网架改造的紧迫性，要求采取有效措施，优化电网结构，更新老旧设备，提升运行效率，增强系统的应急响应能力，以确保电力供应的持续性和可靠性。

（三）新能源电力接纳与消纳需求

新能源电力的波动性、间歇性特点对电网运行提出了更高要求。电力网架需要具备更强的调峰能力和灵活性，以实现新能源电力的有效接纳。同时，提高新能源电力在电网中的消纳比例，降低弃风、弃光现象，是当前电力网架改造的重要任务。在此基础上，推动电力网架向更加清洁、高效、可持续发展的方向发展。

三、电力网架重新规划布局策略

面对新时期的挑战与机遇，电力网架的重新规划布局显得尤为重要。以下将从指导思想、新能源电力接纳能力提升策略以及输配电网合理连接方案三个方面，详细阐述电力网架重新规划布局的策略。

（一）重新规划布局的指导思想

坚持以人为本，服务经济社会发展大局，确保电网安全、经济、绿色、高效。贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念，推动电网与新能源、信息技术等领域的深度融合，实现电力网架的可持续发展^[6]。

（二）新能源电力接纳能力提升策略

为提高电网的整体性能，需优化电网结构，增加新能源电力接入点的数量并实现合理分布，从而增强电网的灵活性和调峰能力。此外，需加大技术创新力度，积极推广智能电网、储能等先进技术，以有效提升新能源电力在电网中的消纳比例^[7]。同时，市场机制也将得到完善，鼓励新能源电力积极参与市场竞争，通过这些措施，全面推动新能源电力的发展，实现能源结构的优化与升级。

（三）输配电网合理连接方案

根据负荷特性、电源布局和电网结构，合理规划输电线路和配电网的连接方式。加强区域间电力互联互通，提高电力资源优化配置能力。注重城乡电网协调发展，提升农村电网的供电质量和可靠性。通过以上措施，构建一个安全、稳定、高效的输配电网体系。

四、新能源电力就近消纳与供需平衡策略

在推动能源结构转型和实现绿色发展的道路上，新能源电力的就近消纳与供需平衡成为关键环节。以下将从农网城网改造经验总结、大修技改成果分析以及光伏、风电等新能源电力消纳方案三个方面，探讨如何有效实现新能源电力的就地平衡与高效利用。

（一）农网城网改造经验总结

通过对农村电网结构的优化，显著提升了农村地区的供电能力，为新能源电力提供了更加广泛和便捷的接入点^[8]。这一改造不

仅改善了农村居民的用电条件，也为新能源电力的分散接入和就地消纳创造了条件。与此同时，城市电网的改造与升级工作也在同步进行，进一步增强了城市电网对新能源电力的接纳能力，确保了城市供电的稳定性和可持续性。

（二）大修技改成果分析

通过对电网设备的升级与改造，显著提升了电网运行的稳定性和效率，同时有效降低了线路损耗。这些大修技改的成果在分析报告中得到了充分展示，显示出所采取的措施有效提升了电网对新能源电力的接纳能力，进而促进了电力供需双方的平衡。具体来说，升级后的电网设备不仅提高了供电的可靠性，还增强了电网对新能源电力波动性的适应能力，为新能源电力的顺利接入和高效利用提供了坚实的技术支撑^[9]。此外，这些改造措施还有助于优化电力资源配置，减少能源浪费，为构建更加绿色、高效的能源体系奠定了基础。

（三）光伏、风电等新能源电力消纳方案

科学的调度策略已制定，优先利用当地新能源电力资源，以降低远距离输电的损耗。同时，大力推广分布式能源系统，鼓励在电力产生地直接消纳新能源电力，显著提高能源的整体利用率。此外，通过储能技术的广泛应用，有效平衡了新能源电力供应的波动性，确保了电网运行的持续稳定性。这些综合措施的实施，将为新能源电力的就近消纳和供需平衡提供强有力的推动力，进而促进我国能源结构的优化和电力系统的可持续发展。

五、电力储能站优化布局策略

随着可再生能源的迅猛发展和电力系统对灵活性的需求日益增长，电力储能站的建设与优化布局成为推动能源转型的重要一环。以下将从光伏、风电、潮汐发电、抽水蓄能电站的概述，电力储能站布局原则与方法，以及最大限度利用能源的储能站布局方案三个方面，深入探讨电力储能站的优化布局策略。

（一）光伏、风电、潮汐发电、抽水蓄能电站概述

光伏发电利用太阳能电池将光能直接转换为电能，具有清洁、无污染的特点。风电利用风力驱动发电机产生电能，是可再生能源的重要组成部分。潮汐发电利用海洋潮汐的涨落转换为电能，具有稳定性和可预测性^[10]。抽水蓄能电站则是通过上下水库的水位差来储存和释放能量，为电力系统提供调峰服务。

（二）电力储能站布局原则与方法

坚持以需求为导向的原则，根据电力系统的实际需求和可再生能源的地理分布特征，进行储能站的布局规划。在规划过程中，特别强调经济性，通过合理选择储能站的建设地点和规模，以降低建设和运营的整体成本。安全性始终是首要考虑，确保储能站的安全稳定运行，有效预防事故。为实现储能站布局的最优化，采用了包括地理信息系统（GIS）和各类优化算法在内的先进科学方法，这些工具的应用提升了储能站规划的精准度和效率，为电力系统的可靠性和可持续发展提供了坚实支撑。

（三）最大限度利用能源的储能站布局方案

在制定储能站布局方案时，应充分考虑区域资源的特点，优

先在风能和太阳能资源丰富的地区部署储能站，以实现能源的高效转化和利用。同时，需深入分析电网的结构和负荷特性，将储能站布局于电力需求和供应存在不平衡的区域，从而显著提升电网的调峰能力。通过实施多能互补策略，将不同类型的储能技术相互结合，不仅可以提高储能站的运行效率，还能增强其经济效益。这样的布局方案将有效保障电力系统的稳定运行，并促进可再生能源的全面利用，为构建可持续发展的能源体系提供坚实的支撑。

结束语

本文的研究成果不仅为电力网架的扩展与升级改造提供了理论支撑和实践指导，而且为我国新能源电力的消纳以及电力系统可持续发展提出了有益的思路。研究成果有助于推动电力市场的改革，促进能源结构的优化，加快清洁能源的广泛应用，从而为实现我国能源战略目标和生态文明建设提供有力支持。

尽管本文在电力网架扩展与升级改造策略的研究上取得了一定的进展，但仍存在一定的局限性。未来研究可以在以下几个方面进一步深化：一是对电力网架改造的经济性进行更全面的评估；二是探索更多先进技术在电力网架改造中的应用；三是结合不同地区的实际情况，制定更具针对性的改造策略。期望后续研究能够在此基础上，不断丰富和完善电力网架扩展与升级改造的理论体系，为我国电力事业的持续发展提供更加坚实的理论支撑和实践指导。

参考文献

- [1] 肖兴华, 汤真荣. 电力系统节点及线路评估与骨干网架规划[J]. 电器工业, 2023,(06):26-29.
- [2] 周建华, 孙蓉, 陈久林, 等. 基于改进 PSO 算法的含风电场电力系统网架扩展规划研究[J]. 江苏电机工程, 2014,33(05):28-31.DOI:10.19464/j.cnki.cn32-1541/tm.2014.05.008.
- [3] 季晨阳. 新型电力系统背景下基于灵活性资源协同调度的分区网架重构恢复[D]. 华北电力大学, 2023.DOI:10.27139/d.cnki.ghbdu.2023.000091.
- [4] 褚旭, 鲍泽宏. 综合能源系统电力网架继电保护原理综述[J]. 上海交通大学学报, 2023,57(04):379-392.DOI:10.16183/j.cnki.jsjtu.2021.492.
- [5] 黄镇宏. 电力系统网架结构规划优化方式分析[C]//中国电力设备管理协会. 中国电力设备管理协会第二届第一次会员代表大会论文集(2). 广东岭南设计院有限公司; ,2022:5.DOI:10.26914/c.cnkihy.2022.050055.
- [6] 张松磊, 陈小倩, 姚文杰. 电力通信光缆网架性能评价模型的实现[C]//中国电机工程学会电力通信专业委员会. 中国电机工程学会电力通信专业委员会第十三届学术会议论文集. 国网福建省电力有限公司信息通信分公司; ,2022:4.DOI:10.26914/c.cnkihy.2022.023510.
- [7] 耿俊琪. 电力系统重要节点与线路评估及骨干网架规划研究[D]. 哈尔滨工业大学, 2020.DOI:10.27061/d.cnki.ghgdu.2020.006515.
- [8] 邓创, 刘友波, 谭洋洋, 等. 考虑网架恢复过程的电力应急资源调度方法[J]. 电网技术, 2017,41(11):3582-3589.DOI:10.13335/j.1000-3673.pst.2017.0688
- [9] 宋坤隆, 谢云云, 殷明慧, 等. 电力系统网架重构优化中非连通方案的线路编码修正方法[J]. 电网技术, 2017,41(07):2300-2307.DOI:10.13335/j.1000-3673.pst.2016.2537.
- [10] 廖诗武, 姚伟, 文劲宇, 等. 电力系统恢复后期网架重构和负荷恢复的两阶段优化方法[J]. 中国电机工程学报, 2016,36(18):4873-4882+5111.DOI:10.13334/j.0258-8013.pcsee.151765.