

环境友好型变电站选址策略与总平面布局优化研究

夏超 李艳元 彭凤姣 高颖 聂丹丹 李梦雨

中国电力工程顾问集团中南电力设计院有限公司 湖北武汉 430071

DOI: 10.12238/jpm.v6i3.7811

[摘要] 随着电力需求的不断增长，变电站作为电力传输和分配的关键设施，其建设和运行对生态环境的影响日益受到关注。本文选取已投入运营的户外变电站、半户内变电站以及全户内变电站作为典型代表，综合分析它们当前在法律政策、生态环境等方面的制约因素，旨在为后续变电站的选址和布局提供优化思路，促进输变电工程与生态环境的协调发展。

[关键词] 变电站；环境友好；选址；平面布局

Study on the site selection strategy and general plane layout optimization of environment-friendly substation

Xia Chao Li Yanyuan Peng Fengjiao Gao Ying Nie Dandan Li Mengyu

China Electric Power Engineering Consulting Group Zhongnan Electric Power Design Institute Co., Ltd.,
Wuhan, Hubei 430071

[Abstract] With the increasing demand for power, as the key facility of power transmission and distribution, the impact of substation construction and operation on the ecological environment has attracted increasing attention. This paper has been put into operation of outdoor substation, half indoor substation and all indoor substation as a typical representative, comprehensive analysis of their current in the legal policy, ecological environment, designed to provide optimization ideas for subsequent substation location and layout, promote the coordinated development of power transmission and transformation project and the ecological environment.

[Key words] substation; environment-friendly; site selection; plane layout

1 引言

随着经济发展和城市化进程的加速，电力需求不断增长，变电站作为电力系统的核心组成部分，其建设和运行对于保障电力供应具有重要意义^[1]。然而，随着民众对环境保护意识的日益增强，我国对环境保护工作也日益重视。传统的变电站选址和布局模式主要关注工程建设条件，忽视了生态环境制约及其影响，这在当前的社会背景下，已难以满足公众日益增长的环境质量需求，甚至引发了一系列社会矛盾和冲突^[2, 3]。本研究旨在分析现行变电站选址及布局存在的问题，并提出相应的优化建议。

2 研究对象和方法

本研究采用案例分析与实证研究相结合的方法，收集相关文献资料、政府公告、环保部门投诉和处罚案例等，特别选取了已投入运营的户外变电站、半户内变电站以及全户内变电站作为典型代表进行研究，分析变电站在法律政策、生态环境等方面的制约因素，揭示变电站选址和设计优化的方向。

3 结论

3.1 变电站面临的主要制约因素

通过对多个典型变电站选址及布局案例的分析，变电站面临的主要制约因素有以下三方面：

(1) 环境敏感区限制。部分老旧变电站，如湖北某110kV变电站、贵州某220kV变电站分别选址在风景名胜区、森林公园内，导致后期出线均将涉及环境敏感区，与《风景名胜区管理条例》等法律法规冲突，存在需办理涉及环境敏感区专项手续、工期延长，甚至因涉及其禁建区而取消项目的风险。

(2) 居民区距离限制。变电站与居民区的距离过近，容易引发公众对噪声和电磁影响的担忧，导致社会舆论压力增大，影响变电站的建设和运行，这类情形主要发生在城区^[4]。

(3) 噪声限制。变电站运行过程中产生的噪声对周边环境产生一定影响，需要采取有效的防护措施和控制措施，以降低对环境和居民的影响^[5]。

3.2 变电站选址优化方案

《输变电建设项目环境保护技术要求》（HJ 1113-2020）已明确要求，变电工程在选址时应按终期规模综合考虑进出线

走廊规划,避免进出线进入自然保护区、饮用水水源保护区等环境敏感区,对规范110kV~750kV变电站选址工作起到了积极作用。但考虑到环境敏感区在我国生态环境保护工作中居于首要地位^[6],且站址直接决定后期出线。因此,原则上应将《环境影响评价技术导则 生态影响》(HJ19-2022)明确的世界自然遗产地、自然保护区、风景名胜區、森林公园、地质公园、湿地公园、水产种质资源保护区、生态保护红线等环境敏感区全部列为站址的禁建区。

3.3 变电站总平面设计优化方案

变电站总平面设计优化主要从变电站布置方式、设备选型、平面布局形式、降噪措施优化4个方面提出措施,以期降低变电站运行产生的噪声污染影响。

3.3.1 变电站布置方式优化

变电站布置方案选择应考虑站址所处声环境功能区的噪声控制要求。总体而言,0类、位于城区的1类声环境功能区的

变电站应采用全户内布置方式;位于2类声环境功能区的城区变电站,宜优先采用全户内或半户内布置方式;乡村地区的变电站可根据周围噪声敏感建筑物的分布情况,在确保噪声达标的前提下,综合考虑生态环境影响、远期规划发展和经济投资等因素,相应选择户外、全户内或半户内布置方式。

3.3.2 变电站设备选型优化

变电站主设备选型在技术经济许可的条件下应选用低噪声设备。各电压等级变压器噪声需满足JB/T 10088及DL 462标准。户外主变压器散热器宜用空气自然对流冷却,户内则需综合考虑噪声影响。通风风机应选大直径、低转速低噪声型,满足JB/T 8690、HJ/T 384要求,并采用自动温控启停。位于0类、1类或周围噪声敏感建筑物较多的2类声环境功能区等噪声敏感区的变电站,应严控主变压器、高压电抗器噪声,根据布置及周围声环境要求计算确定噪声水平,并留裕度。导体、金具选择需控制电晕噪声,表面工作电场强度不宜超气晕电场强度85%。

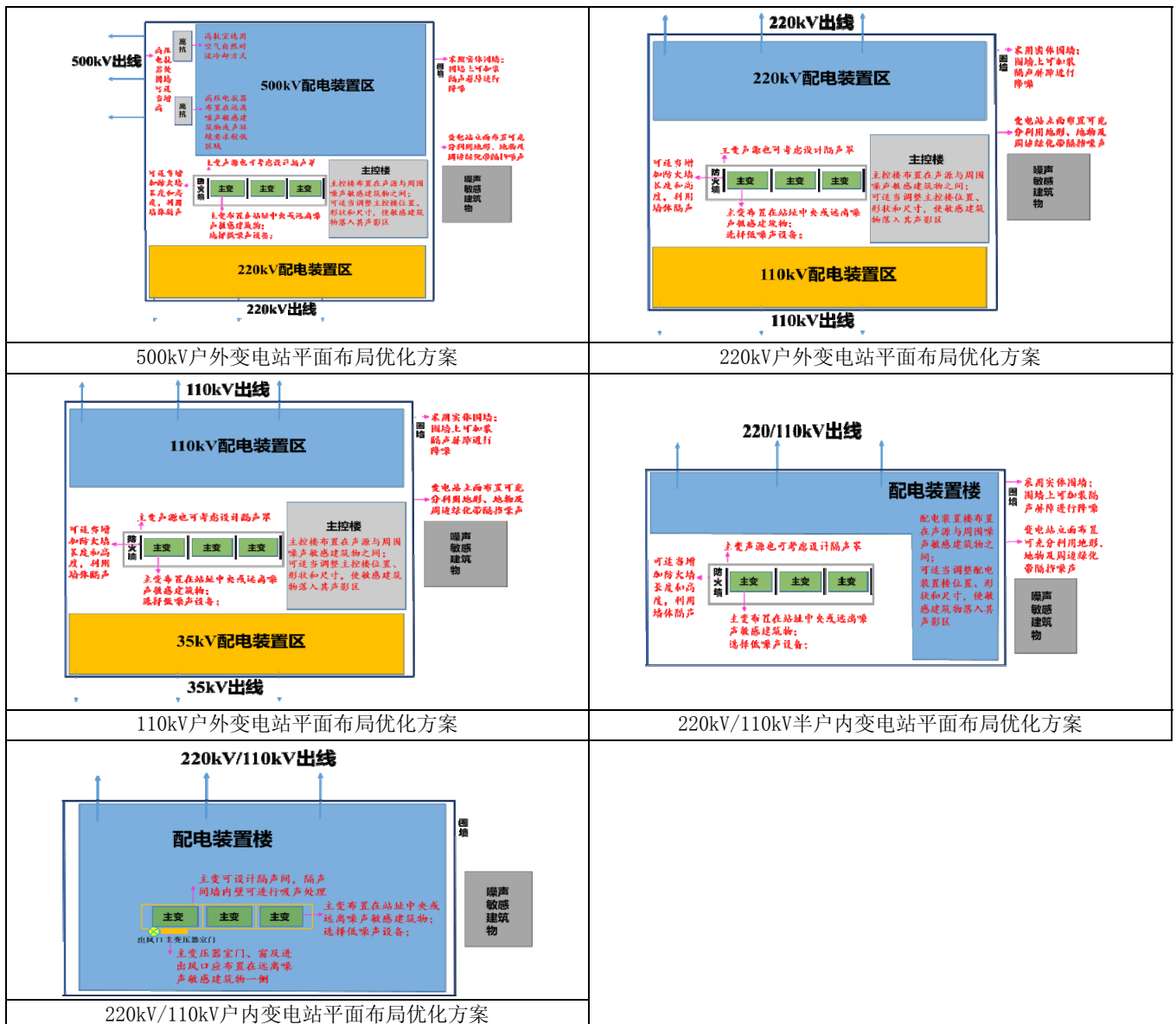


图1 变电站平面布局优化方案示意图

3.3.3 变电站平面布局优化

户外变电站宜将主变压器置于站中或远离噪声敏感区,利用建筑、构筑物及地形阻隔噪声,电抗器同理。户内、半户内站则应将主要噪声源远离敏感区布置。具体优化布局要求如下:

(1) 户外变电站

①利用建筑、构筑物及地形阻隔噪声,主控楼、配电楼等高建筑置于声源与敏感建筑间。

②调整建筑位置、形状和尺寸,使敏感建筑落入声影区。

③减小隔声建筑与声源距离。

④主变、电抗器靠近厂界侧设防火墙隔声。

⑤立面布置利用地形、绿化带隔挡噪声,噪声源低位布置。

⑥采用实体围墙,增高靠近电抗器处围墙。

(2) 户内变电站

①分体式主变压器散热器户外布置。

②一体式主变压器室合理布置散热风道,消声处理进风口。

③门、窗及进风口远离敏感建筑。

④充分计算通风量,解决隔声降噪与通风散热矛盾。风机及空调外机远离敏感建筑布置,出风口不朝向敏感建筑。主变压器室顶部风机设计降噪措施。

综上,为降低变电站运行期噪声对周边环境的影响,本研究针对不同电压等级和不同布置方式变电站设计了环境友好型的变电站布置优化方案示意图,详见图1。

3.3.4 变电站降噪措施优化

变电站专项降噪措施分为隔声、消声、吸声和隔振,应根据噪声源的具体情况选取适当的降噪措施,户外变电站降噪设计宜选用隔声、隔振措施,户内变电站降噪设计宜选用隔声、消声、吸声和隔振措施。具体措施及效果如下:

(1) 隔声屏障。设置声屏障是变电站主设备噪声控制最常用的一种措施,包括砖墙、钢、复合结构等多种类型。

(2) 隔声罩。隔声罩是通过将噪声源封闭起来以阻断噪声传播的降噪措施,其隔声效果较好。变电站主设备所采用的半封闭型隔声罩降噪量一般可达到10~20dB(A),而全封闭型隔声罩降噪量可达15~30dB(A)。

(3) 隔振。加装隔振装置对低频结构噪声具有较好的抑制作用。

(4) 消声。变电站的通风风机的空气动力性噪声可以通过在风机进(出)风口加装消声器的方法控制。消声器一般可取得10~25dB(A)的降噪效果。

(5) 吸声。户外变电站可不做吸声处理,在降噪要求高时,可对与主变压器相邻的防火墙及建筑物墙面作吸声设计。

变电站降噪可采用单一的措施,实现噪声达标排放;如贵

广直流输电工程某换流站在建立了16m直立声屏障后,取得5~8dB(A)的降噪效果。也可采用多种降噪措施组合,实现噪声综合治理;如广东东莞某变电站采用在变压器前设置Y型半包式隔声屏障,从下往上依次由通风消声板、复合降噪板和Y型吸声板组成,最高降噪量达到了10dB以上;北京某220kV变电站采用安装专用进风消声器、通风竖井内墙面布置吸声体、布设声屏障等措施,最高降噪量达到了8dB;广东佛山某变电站,通过更换隔声板,加装通风消声窗,最高降噪量达到了15dB以上。因此,降噪措施应在技术可行的基础上,采用多种措施组合,比较分析其经济可行性,选取最优措施。

4 建议

环境友好型变电站选址策略与总平面布局优化总体建议如下:

(1) 变电站选址时要避开环境敏感区和居民密集区。

(2) 从变电站建设方案(户内、户外或半户内布置方式)、平面布置(主变压器和高抗位置合理布置)和主要设备选型(主变、高抗、风机等噪声源满足设计要求)上进行优化,预测噪声是否能够达标。

(3) 若不能达标,则进一步采取专项降噪优化措施,结合经济技术分析,从安装隔声屏、隔声罩、吸声材料等方式中选择最适宜的专项降噪措施,确保运行期能够噪声达标。

(4) 运行期间,要进行设备维护和定期检测,一旦出现噪声超标事件,要及时进行噪声污染治理,进一步采取专项降噪措施。

[参考文献]

[1]李智,任牧,李艳元,等.500kV输电线路运行对周边居民区电磁环境影响研究[J].技术与市场.2022,29(7):71-73.

[2]陈鹏,郑跃,崔灿.变电站噪声影响及控制措施[J].电力与能源.2022,43(2):139-144.

[3]杨世栋.新发展理念背景下新型变电站建设研究[J].电力系统.2022(5):76-78.

[4]李尊,吴豫.直流系统换流变压器 BOX-IN 结构设计研究[J].高电压技术.2018,44(S2):1-7.

[5]李尊,吴豫,孙才华,等.直流输电系统换流站内电容器噪声治理研究[J].高电压技术.2018,44(S2):1-5.

[6]吴豫,李尊,彭凤姣,等.河南电网2035年500kV及以上主网架规划与国家湿地公园适应性研究[J].河南科技.2021(5):124-126.

作者简介:夏超(1989-),男,汉,湖北武汉,工程师,主要从事输变电工程设计、研究工作。