

[智慧配电]

智慧配电网可开放容量配置优化方法

文/杨东
国网高平市供电公司

为满足用户的动态用电需求，提高对电网资源的利用率，开展智慧配电网可开放容量配置优化方法的设计研究。实验结果表明：在用户需求功率一定的前提下，优化后的配置策略能够根据实时数据和负荷需求，动态调整发电站和变电站的输出功率，有效提高电力系统的可靠性和经济性。

随着社会经济的快速发展和能源结构的转变，电力系统的运行和管理面临着巨大的挑战，在此过程中，如何实现智慧配电网的建设与优化，成为电力行业优化发展的关键。可开放容量配置作为智慧配电网优化运行的关键因素之一，能够提高电网运行效率，降低运行成本。在深入此方面内容的研究中发现，保障电力系统在运行中的稳定性、安全性和连续性，对于促进企业发展、带动社会经济建设而言，具有重要作用。然而，由于各种因素的影响，电网运行中存在着一些安全稳定问题，需要采取有效措施加以解决。同时，随着清洁能源的推广和应用，传统能源结构正在发生转变，电力需求量不断增加，电网负荷压力加大，电力系统需要适应这种变化，提高清洁能源的消纳能力和稳定性。智慧配电网是指具备自动化、智能化和互动化特征的配电系统，能够实现对电力系统的实时监测、控制、优化和管理。可开放容量配置是指根据电网运行状态和负荷需求，动态调整发电站和变电站的输出功率，以实现电力系统的稳定运行和优化管理。在智慧配电网中，可开放容量配置对于提高电力系统的可靠性和经济性具有重要意义。为全面落实并推进此项工作，本文将在此次研究中，以某智慧配电网为例，开展可开放容量配置优化方法的设计研

究。旨在通过此次设计，使配电网能够根据实时数据和负荷需求，动态调整发电站和变电站的输出功率，有效提高电力系统的可靠性和经济性。

建立智慧配电网可开放容量配置优化目标函数

为实现对智慧配电网可开放容量配置的优化设计，明确目标函数的构建需要综合考虑多个因素，包括电力系统的稳定性、经济性和可靠性等。可开放容量配置优化的目标是在保证电力系统稳定运行的前提下，最大化地利用发电站和变电站的容量，以降低运行成本和提高电力系统的经济性。

在此过程中，综合考虑多种因素，包括设备的性能参数、负荷需求和运行状态等，将“发电站或变电站能够在保证设备安全和电力系统稳定的前提下，持续或间歇地提供电力的最大能力”作为配置优化目标，将智慧配电网在运行过程中的理想负荷分布作为前提条件，参照配电网的反馈分段转供特性，建立优化目标函数

$$\max D = \sum_i \sum_j (f_{ij} - f_{ij0}) \quad (1)$$

式中， $\max D$ 为将智慧配电网最大供电能力作为前提条件的可开放容量配置优化目标函数表达式； i 为智慧配电网中的第 i 根馈线； j 为智慧配电网中的第 j

个分段线路； f_{ij} 为智慧配电网中第*i*根馈线上第*j*个分段线路的最大负载能力； f_{i0} 为智慧配电网中第*i*根馈线上第*j*个分段线路的实际负荷水平。

按照上述方式，完成智慧配电网可开放容量配置优化目标函数的构建。

设计目标函数约束条件

完成目标函数的构建后，进行目标函数约束条件的设计。设计目标函数约束条件是智慧配电网可开放容量配置优化的重要环节之一，约束条件限制了可开放容量的取值范围和优化方案的选择。技术约束条件包括电力系统的稳定性、可靠性和安全性等方面的限制。例如，电网的电压和频率必须保持在一定范围内，设备必须能够在极端天气或故障情况下运行等。技术约束条件需要根据电力系统的实际情况进行设置，以确保优化方案满足技术要求。经济约束条件考虑的是电力系统的运行成本和经济效益。例如，优化方案必须考虑设备的维护成本、折旧成本和燃料成本等。经济约束条件需要根据电力系统的经济状况进行设置，以确保优化方案具有经济可行性。环境约束条件考虑的是电力系统的环境影响和可持续发展。例如，优化方案必须考虑清洁能源的使用、碳排放量和能源效率等因素。环境约束条件需要根据电力系统的环保政策和可持续发展目标进行设置，以确保优化方案符合环保要求。在设置约束条件时，需要考虑电力系统的实际情况和优化目标，以确保约束条件合理、可行。同时，也需要对约束条件进行动态调整和优化，以适应电力系统的变化和发展。根据上述内容，设计目标函数约束条件为

$$F = \sum_{m=1}^b f_m + \sum_m \sum_j f_{mj}, F \leq RF_m \quad (2)$$

$$f_{i0} \leq f_{ij} \quad (3)$$

式中， F 为馈线的最大负载能力（属于技术层面约束条件）； b 为馈线*m*的分段数量； f_m 为馈线的负载水平； m 为馈线； f_{nj} 为第*j*个分段线路的负载水平； RF_m 为馈线*m*的有效容量。

式（3）对应目标函数（1）中参数的约束条件。在实际工作中，根据配电网的具体需求，代入对应的约束条件，以此实现对目标函数约束条件的设计。

智慧配电网负荷接入决策与容量配置优化设计

完成上述内容的设计后，应明确智慧配电网中，负荷接入决策是实现可开放容量配置优化的关键。因此，将其作为切入点，进行容量配置过程的优化，以此实现电力资源的合理分配和高效利用。在此过程中，通过安装智能电表等设备，实时监测和分析用户的用电行为，为负荷接入决策提供数据支持。通过对用户用电数据的分析，了解用户的用电需求、负荷曲线和用电习惯等信息，为容量配置优化提供依据。

配电网应积极推广分布式能源接入，如太阳能、风能等。通过在用户端安装分布式能源设备，可以实现电力自给自足和余电上网，提高电力资源的利用效率。同时，分布式能源的接入也可以为配电网提供备用电源和调峰调频等辅助服务。同时，通过实施需求侧管理，可以引导用户合理用电和错峰用电，减轻电力系统的压力。例如，可以采取电价激励、能效诊断和用电咨询等措施，鼓励用户在高峰期减少用电，在低谷期增加用电。引进运用储能技术，解决电力供需不平衡问题，提高电力系统的稳定性和可靠性。例如，在用电高峰期，储能设备可以释放电能补充电力供应；在用电低谷期，储能设备可以吸收多余的电能储存起来备用。常见的储能技术包括电池储能、超级电容储能和机械储能等。通过此种方式，实现在智慧配电网负荷接入中进行容量配置的多方支持与协作，实现电力资源的优化配置和高效利用，满足智慧配电网负荷接入决策与容量配置优化设计需求。

实例应用分析

随着电力系统规模的扩大和复杂性的增加，传统的配电网管理方法已经难以满足现代电力系统的需求。同时，随着智能化技术的发展，智慧配电网逐渐成为电力系统的重要发展方向。智慧配电网具有自动化、智能化和互动化等特征，能够实现对电力系统的实时监测、控制、优化和管理。在智慧配电网中，可开放容量配置是指根据电网运行状态和负荷需求，动态调整发电站和变电站的输出功率，以实现电力系统的稳定运行和优化管理。可开放容量配置是智慧配电网优化运行的关键因素之一，对于提高电力系统的可靠性和经济性具有重要意义。

为发挥智慧配电网在市场内更高的效能与价值，本文开展了智慧配电网可开放容量配置优化方法的设计研究。

为了验证容量配置优化方法的有效性和可行性，选择某地区的配电网系统作为实验对象，收集该地区不同时间段的电网运行数据，包括负荷需求、发电站出力 and 变电站运行状态等。通过此种方式，掌握智慧配电网在运行中的基本参数，相关内容见表1。

表1 智慧配电网在运行中的技术参数	
项目	参数
配电网节点	IEEE 33节点系统
变压器数量/台	2
变压器容量/(MV·A)	15/16
系统的有功负荷峰值需求/MW	37
无功峰值负荷/(MV·A)	15.7
配网系统有功功率损耗/MW	2.4
系统电压稳定指标	0.61

按照上述方式，完成实验前的准备工作后，使用本文设计的方法，进行智慧配电网可开放容量配置优化。在此过程中，将可开放最大容量作为优化目标，建立智慧配电网可开放容量配置优化目标函数。根据目标函数，设计对应的函数约束条件，最后，通过对智慧配电网负荷接入决策，完成容量配置的优化设计。

在上述内容的基础上，将用户提出的配电网用电需求作为前提条件，进行优化配置前、配置后的电网输出功率情况。在此过程中应明确，用户用电需求变化是一个复杂的现象，受到多种因素的影响，包括经济状况、气候变化、季节性因素、生活水平等。一般来说，用户的用电需求会随着经济活动的增加和生活水平的提高而增加。此外，季节性因素也会对用电需求产生影响，例如夏季空调和电扇的广泛使用会导致用电量增加。近年来，随着能源结构的改变和清洁能源的发展，用户对电力的需求也在发生变化。例如，电动汽车的普及增加了电力需求，而太阳能和风能等可再生能源的使用则减少了电力需求。此外，随着智能家居和智能建筑的发展，用户对智能电表和能源管理系统的需求也在不断增加。

在已知用户需求功率的基础上，进行智慧配电网可开放容量配置优化，实验结果如图1所示。

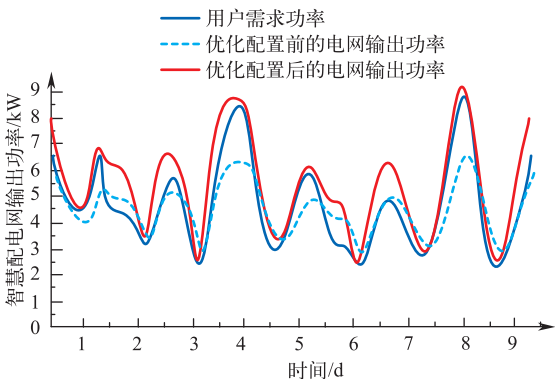


图1 智慧配电网可开放容量配置优化效果分析

从图1可以看出，在用户需求功率一定的前提下，优化后的配置策略能够根据实时数据和负荷需求，动态调整发电站和变电站的输出功率，有效提高电力系统的可靠性和经济性。而优化前的配置策略在应用后，无法确保电网输出功率达到用户需求标准。

实验结果表明，设计的智慧配电网可开放容量配置优化方法综合应用效果良好，可以根据用户需求，进行配电网输出功率的动态调整。在对此方法进一步的实践与研究中发现，该优化方法具有广泛的应用前景，可以应用于不同地区、不同类型和不同规模的配电网系统中。

结束语

为进一步提高电网运行的可靠性，本文以某智慧配电网为例，通过建立智慧配电网可开放容量配置优化目标函数，设计目标函数约束条件，配电网负荷接入决策，开展了可开放容量配置优化方法的设计研究。根据本次研究，明确优化可开放容量配置，可以实现对电力系统的实时监测、控制、优化和管理，提高电力系统的可靠性和稳定性，并最大化地利用发电站和变电站的容量，提高电力系统的经济性，降低运行成本。提高清洁能源的消纳能力和稳定性，促进清洁能源的发展和应用。然而，该优化方法仍存在一定的不足之处，例如数据收集和处理方面可能存在误差、优化算法的复杂度较高可能影响计算效率等。在今后的发展中，进一步完善数据收集和处理方法、优化算法的设计和应用、与其他先进技术的融合等。同时，随着现代化技术的不断发展，未来可以进一步探索新型技术在智慧配电网可开放容量配置优化中的应用前景。EA

(收稿日期：2024-06-24)