



基于现代化基础设施体系政策要求的电网规模 预测及优化需求

田鑫, 王林钰, 冀星沛, 韩新阳

(国网能源研究院有限公司, 北京 102209)

摘 要: 现代化基础设施体系政策提出后, 对交通、水利、能源和以信息通信为代表的新型基础设施建设提出了新的要求。各行业从基础设施发挥的效能出发, 提出了布局结构功能和系统集成优化方向。从研究现代化基础设施体系的功能作用出发, 分析了电网基础设施在现代化基础设施体系中的重要角色, 采用皮尔逊相关系数研究了电网基础设施线路长度和变电容量规模与全社会用电量的关联关系, 并对 2025、2035 年东部、中部、西部、东北地区及跨区输电线路长度和变电容量规模进行预测, 在此基础上分析了电网基础设施在现代化基础设施体系框架内布局结构功能和系统集成优化的逻辑, 给出了构建现代化基础设施体系对电网布局结构功能和系统集成优化的需求, 为电网基础设施的投资和建设提供参考。

关键词: 现代化基础设施体系; 布局; 结构; 功能; 系统集成; 优化需求

DOI: 10.11930/j.issn.1004-9649.202310055

0 引言

2021 年 3 月, 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》首次提出建设现代化基础设施体系, 明确现代化基础设施体系主要包括新型基础设施、交通基础设施、能源基础设施、水利基础设施 4 个方面^[1-2]。现代化基础设施体系以系统完备、高效实用、智能绿色、安全可靠为主要特征。

在基础设施优化提升相关研究方面, 水利、交通基础设施基于自身特点开展“交通强国”“国家水网”等建设, 各行业与信息基础设施融合提升智慧化水平成为研究的热点。针对交通强国研究, 主要聚焦在战略路径^[3-4]、分析评价^[5-6]、智慧转型^[7]、投融资机制^[8]、运营模式^[9]等方面。针对水利基础设施, 研究方向主要针对水利基础设施的投融资模式^[10-12]、管护模式^[13]、对产业的影响^[14]、对农业的影响^[15]、基础设施韧性^[16]、数

字化转型^[17]等方面。在能源基础设施方面, 文献^[18]提出以错位竞合促互补、以梯度优化增效益、以软硬协同提韧性、以资源整合拓空间等 4 个方面的能源基础设施协同融合发展思路。中国电动汽车百人会发布的《2022 新型交通能源基础设施报告》中指出能源基础设施与城市设施、交通运输、能源系统的深度融合, 可以实现交通流、能源流和信息流双向互动, 为不同新能源汽车能源补给提供体系化的解决方案^[19]。

本文旨在研究现代化基础设施体系政策要求, 分析电网作为基础设施在现代化基础设施体系中的重要组成部分, 在布局、结构、功能和系统集成方面的优化需求, 并提出相关的工作建议。首先, 分析了现代化基础设施体系的要求, 其次, 对未来电网基础设施总量和分布情况进行预测, 之后, 提出了电网基础设施布局结构功能和系统集成的优化方向, 提出相关工作建议。

1 现代化基础设施体系政策要求

1.1 现代化基础设施体系政策要点

现代化基础设施体系的提出是针对当前中国基础设施体系仍不完善, 协调性、系统性和整体性发展水平不高, 服务能力、运行效率、服务品

收稿日期: 2023-10-20; **修回日期:** 2023-11-23。

基金项目: 国家电网有限公司科技项目(电力市场环境下的电力供需平衡综合风险防控关键技术研究及应用, 5108-202218280A-2-429-XG)。



质短板还比较明显的问题。自提出以来，多次在重要场合和文件中被强调。2022 年 4 月，习近平总书记在中共财经委员会第十一次会议上强调要全面加强基础设施建设，构建现代化基础设施体系。会议具体提出了网络型基础设施、产业升级基础设施、城市基础设施、农业农村基础设施、国家安全基础设施 5 个方面的重点建设任务。2022 年 7 月，住建部联合发改委发布实施《“十四五”全国城市基础设施建设规划》，进一步落实基础设施建设重点内容。2022 年 10 月 16 日，党的二十大报告中提出“优化基础设施布局、结构、功能和系统集成，构建现代化基础设施体系”。2023 年 2 月 15 日，《求是》杂志发表习近平总书记重要文章《当前经济工作的几个重大问题》，在着力扩大国内需求方面提出：“加强交通、能源、水利、农业、信息等基础设施建设，加强区域间基础设施联通。要支持城市群和都市圈建设现代化基础设施体系，实施城市更新行动、乡村建设行动。”

1.2 现代化基础设施体系功能作用

现代化基础设施体系以构建体系化的经济基础设施为目标，涵盖能源基础设施、交通基础设施、水利基础设施、新型基础设施。现代化基础设施体系按照服务国家战略的要求实现各类基础设施自身的优化，例如建设能源强国、交通强国、国家水网等，同时通过加强基础设施之间的融合创新实现效能整体提升。整体框架如图 1 所示。

现代化基础设施体系是一个融合了多类基础设施功能，通过本身以及相互协同实现功能作用

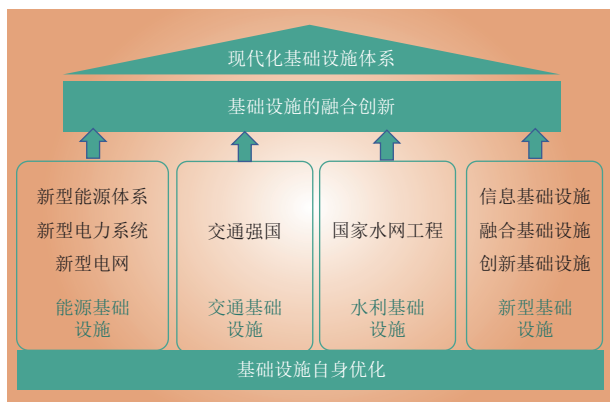


图 1 现代化基础设施体系的构成

Fig. 1 Composition of modern infrastructure system

最优化的体系，其内部关联主要体现为依存和促进的关系，如图 2 所示。依存关系体现在不同的基础设施本身功能作用的发挥依赖于其他基础设施的作用，为其创造条件或提供资源。促进关系体现在非强关联的基础设施通过技术手段提升已有基础设施的关联性和协同程度，为基础设施的功能升级提供可能。其中以新型基础设施对传统基础的数字转型、智能升级、融合创新最具有代表性。

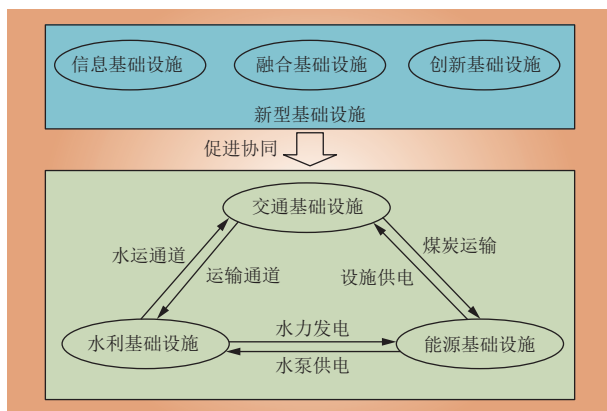


图 2 现代化基础设施体系内部关系

Fig. 2 Internal relations of modern infrastructure system

1.3 电网基础设施在现代化基础设施体系中的角色分析

现代社会对能源的需求情况如表 1 所示，可以看出，生产制造、生活电器、交通运输等方面对电能的需求和依赖程度越来越高，电气化已成为衡量社会现代化程度的重要标志，在能源清洁转型的趋势下，电力的优势作用更为明显。一是电力便于从多种途径获取，又便于转换为冷、热

表 1 现代社会对能源的需求情况
Table 1 Energy demand in modern society

对能源的需求	能源类别	途径	电力替代趋势
生产 制造	煤炭、石油、 天然气、电力	锅炉、内燃机、电动机、电控 设备等	中
生活 必需	天然气、液化 气、电能	灶具、电视机、电脑、手机	高
照明	电力	电灯	
食物 加工	火炉、电能	煤炭、电烤炉	中
交通 运输	汽油、柴油、 天然气、电力	内燃机、电动机驱动	强
温度	供热管道、电 力、天然气	供热管网、自采暖（空调、电 暖气、燃气炉、热泵等）	强



等能量形式以满足社会生产和生活的各种需要；二是电能在生产、传送、使用中更易于调控；三是电力系统已构成工业社会传输能量的大动脉；四是以电磁为载体的信息与控制系统组成了现代社会的神经网络。

电网作为能源基础设施中的一种，在现代化基础设施体系构建的要求下，应当充分发挥网络化优势，促进能源供应侧低碳转型，服务消费侧电气化，致力于服务基础设施一体化，同时注重电网效率和服务品质提升，加强智能智慧与低碳转型，保障能源安全和供电可靠。

2 电网基础设施总量和分布情况预测

2.1 电网基础设施总量关联性分析模型

本文采用皮尔逊相关系数度量2个变量的相关性。通过计算，2003—2021年中国全社会用电量与35 kV及以上输电线路长度、变电容量的相关性分别为0.9966和0.9941，相关性强正相关。分地区来看，东部、中部、西北、东北地区全社会用电和35 kV及以上输电线路长度、变电容量的相关性分别为0.9974、0.9945、0.9953、0.9869和0.9965、0.9900、0.9896、0.9841。具体相关性曲线如图3、图4所示。

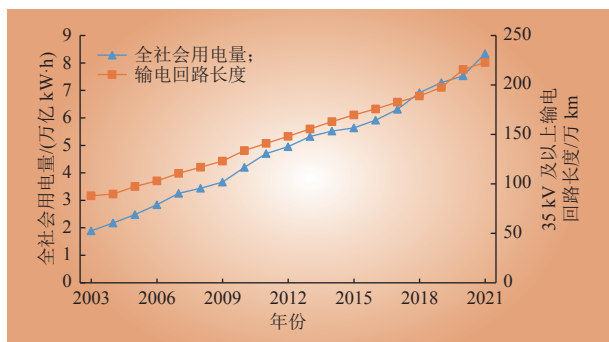


图3 中国全社会用电量与输电回路长度发展情况
Fig. 3 Development of electricity consumption and transmission loop length in China

2003—2021年，中国全社会用电量从1.9万亿kW·h增长至8.3万亿kW·h，增长了3.4倍，年均增长8.6%；同期，中国35 kV及以上输电回路长度从87.9万km增长至222.7万km，增长了1.5倍，年均增长5.3%，全国全社会用电量用电增长快于输电回路增长3.3个百分点左右。中国

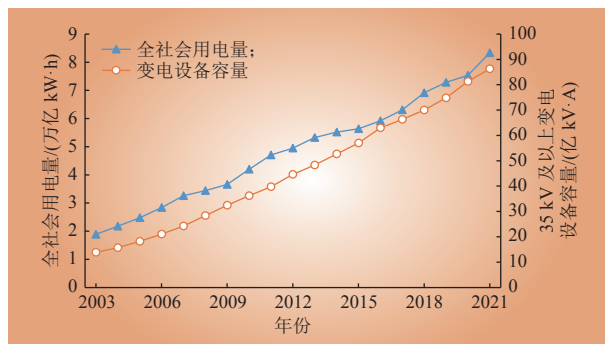


图4 中国全社会用电量与变电设备容量发展情况
Fig. 4 Development of electricity consumption and transformer capacity in China

35 kV及以上变电设备容量从13.9亿kV·A增长至86.3亿kV·A，增长了5.2倍，年均增长10.7%，快于全社会用电量增速2.1个百分点。

分地区看，西部地区输电回路长度占全国的比重逐步上升，东部、中部、东北地区输电回路长度比重有所下降；中部、西部地区变电设备容量占全国的比重逐步上升，东部、东北地区变电设备容量比重有所下降。2003—2021年，西部地区输电回路长度从31万km增长至89万km，累计增长1.9倍，年均增长6.1%，占全国输电回路长度的比重从35.0%增长至40.1%；同期，东部、中部、东北地区输电回路长度分别从27万、21万、9万km增长至63万、50万、18万km，分别累计增长1.3、1.4、1.0倍，年均分别增长4.8%、5.0%、3.9%，占全国输电回路长度的比重分别从30.8%、23.5%、10.0%下降至28.5%、22.5%、7.9%。同期，中部、西部地区变电设备容量分别从2.6亿、2.2亿kV·A增长至16.9亿、22.2亿kV·A，累计增长5.5、6.7倍，年均增长11.0%、12.0%，占全国变电设备容量的比重从18.8%、20.7%增长至19.6%、25.8%；东部、东北地区变电设备容量分别从7.0亿、1.3亿kV·A增长至40.6亿、40.9亿kV·A，分别累计增长4.8、2.8倍，年均分别增长10.3%、7.7%，占全国变电设备容量的比重分别从50.4%、9.3%下降至47.1%、5.7%。

2.2 电网基础设施总量和分布情况预测

考虑到输电回路长度与全社会用电量之间的关联关系、变电设备容量与全社会用电量之间的关联关系以及拟合效果，分别建立分区域的一次



拟合和二次拟合公式。根据拟合公式,在 2025 年东部、中部、西部、东北地区全社会用电量分别为 4.6 万亿、1.9 万亿、3.2 万亿、0.5 万亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$, 2035 年上述地区全社会用电量分别为 5.8 万亿、2.8 万亿、4.8 万亿、0.7 万亿 $\text{kW}\cdot\text{h}$ 的边界条件下,预计 2025 年东部、中部、西部、东北地区及跨区输电回路长度分别为 72 万、60 万、116 万、20 万、2.9 万 km 左右,变电设备容量分别为 49 亿、23 亿、32 亿、6 亿、2 亿 $\text{kV}\cdot\text{A}$ 左右。2035 年东部、中部、西部、东北地区及跨区输电回路长度分别为 87 万、81 万、167 万、30 万、3.6 万 km 左右,变电设备容量分别为 66 亿、32 亿、51 亿、10 亿、3 亿 $\text{kV}\cdot\text{A}$ 左右。

综上,预计 2025、2035 年全国输电回路长度分别为 270 万、368 万 km 左右,较 2020 年分别增长 37%、86%。全国变电设备容量分别为 113 亿、153 亿 $\text{kV}\cdot\text{A}$ 左右,较 2020 年分别增长 39%、88%。具体增长趋势如图 5、图 6 所示。

3 电网基础设施布局结构功能和系统集成的优化需求

3.1 电网基础设施布局结构功能和系统集成的逻辑关系

在现代化基础设施体系下,电网基础设施建设需要实现电网基础设施体系内部,电网基础设施与其他能源基础设施,电网基础设施与信息基础设施、电网与交通、水利等其他基础设施在空间上和时间上的协同发展。并在此基础上从布局、结构、功能和系统集成方面实现优化,如图 7 所示。电网作为体系化的重要组成部分需要统筹基础设施协同、耦合,使基础设施的经济效益、

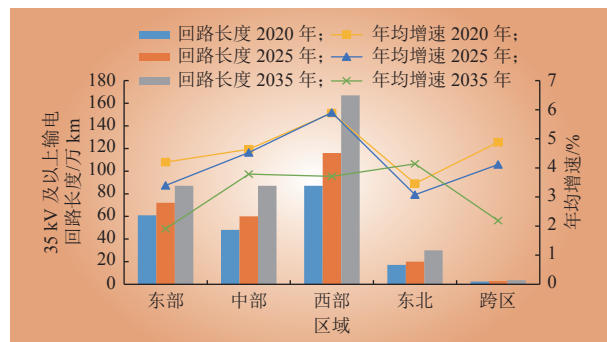


图 5 分区域输电回路增长趋势
Fig. 5 Growth trends of transmission loops in different regions

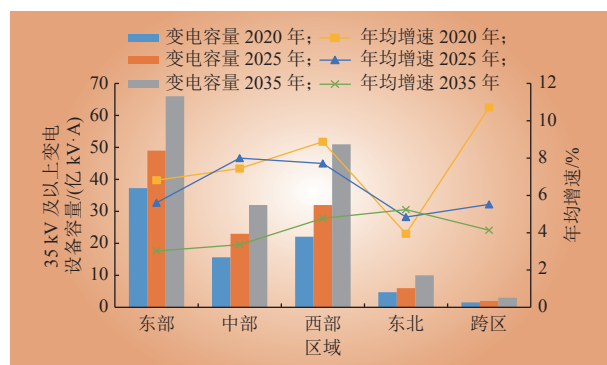


图 6 分区域变电设备容量增长趋势
Fig. 6 Growth trend of transformer capacity in different regions

社会效益、生态效益、安全效益“四个效益”相统一。

其中,布局优化主要解决电网基础设施的空间布局问题,包括电网与其他基础设施、送端和受端地区、电网调节型资源的布局优化。结构优化主要解决电网基础设施形态结构问题,即通过输电网、配电网、微电网等电网形态优化实现电网与能源结构、产业结构、城乡结构相匹配。功

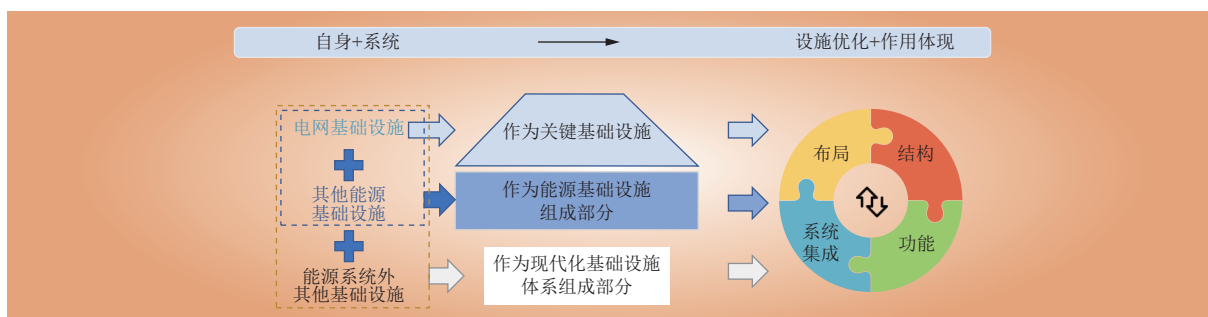


图 7 电网基础设施布局结构功能及集成优化逻辑
Fig. 7 Layout, structure, function, and integration optimization logic of power grid infrastructure



能优化主要实现基础设施的“四个效益”相统一，提出对电网基础设施的功能要求。系统集成的优化需求主要是实现基础设施协同产生的整体效益最优。

3.2 布局结构功能和系统集成优化需求

3.2.1 电网基础设施布局优化需求

1) 加强电网布局与极端灾害天气、微气象等因素协同考虑，提升电网基础设施灾害抵御和恢复能力。城市内涝灾害期间，地下布置供电设备设施平均恢复时间长，需要从防灾抗灾角度完善电网设施布局。新建设的配电室、箱变中装设发电车快速接入插口，提升负荷快速复电能力。

2) 加强电网与其他基础设施统筹规划，提升电网设施与交通运输、信息通信等基础设施的空间协同布局，提升对公共资源的利用效率。从基础设施长远发挥作用的角度出发，实现共同占用土地、廊道等资源的电网、交通运输、信息通信等基础设施协同布局，实现各级政府、发改、财政、自然资源、生态环境、农业农村等有关部门联合支持基础设施推进，最大化利用公共资源。

3) 送端地区兼顾电力送出和就地消纳2种需求，补强“只出不进”布局短板，提升本地支撑作用。从解决区域发展不平衡不充分的矛盾出发，在满足“西电东送”国家战略外送的基础上，提升对功率的受入和疏解能力，增强电网对本地负荷增长的支撑作用。

4) 受端地区充分预估新能源时空分布特性，提升电网布局整体化和覆盖密度，充分发挥网络化配置优势。考虑各类新能源在特定区域范围内分布的特点，充分预估不同时空状态下电力流向的大规模变化，增强骨干电网的覆盖面和密度，优化以省为实体的电网布局思路，增强省间互济能力。

5) 提升抽水蓄能、电化学储能等电网调节型资源与电网布局的协调性，保证设施投入产出效益。立足区域电网统筹优化抽水蓄能等调节性资源布局，充分考虑电网承载能力，项目落实前超前制定抽蓄电站投运后分电方案，保证抽水蓄能电站建成后的使用率和效益。加强清洁能源富集地区电化学储能电站统一配置，完善接入规范及有序充放电控制策略，提升清洁能源消纳能力。

3.2.2 电网基础设施结构优化需求

1) 电网形态将逐步从以集中式大电网为主的发展模式，转向集中式大电网与以分布式、综合能源利用为主的智能电网并重模式。通过提升电网的柔性化，加强源-网-荷-储的高效互动，提高系统运行的灵活性和适应性，满足新能源开发和多样互动用电需求。

2) 结合大型新能源基地建设和区域间互济需求补强省级网架结构。西北、西南、东北等送端电网需要加强超高压网架结构，支撑能源汇集送出，并兼顾本地消纳。华北电网需要继续加强和完善特高压骨干网架，保障京津冀鲁负荷增长及沙戈荒基地外送。华东、华中电网需要进一步发展和扩展特高压交流主网架，加强500 kV网架分区运行，提升直流多落点地区电压支撑能力和故障后电力支援能力，提高重要输电断面潮流疏散能力。

3) 考虑跨区域、长距离、大容量传输与相邻省间、短距离、中容量传输互补互济，应对极端灾难等非常规状态。华东、华中电网需要研究跨省跨区输电通道电力电量输送的替代性，防止非常规状态大容量功率缺额。

4) 分布式光伏发展迅猛地区优化县域配电网，探索采用分布式微电网运营，优化分时独立运行和外部馈入模式，兼顾多类电源和负荷就地接入和消纳需求。优化县域配电网网架结构，加强分布式资源监测和控制能力，提升城乡内部电力自平衡能力。优化分时独立功率运行和外部馈入运行特性，提升微电网自功率调节和外部功率交换能力。

3.2.3 电网基础设施功能优化需求

1) 电网促进电力装备制造业高质量发展，支撑相关新能源、储能产业链持续高端化升级，构建现代化产业体系，建设制造强国。由传统制造优势产业向高端化、智能化产品制造发展，突出高端电力装备研发和整体解决方案打造；提升电网基础设施对现代化产业体系的支撑和保障能力，支撑新能源、储能相关产业固链强链补链塑链，提升产业竞争力，支撑中国制造强国建设。电网提升跨能源高效配置水平，促进电力技术创新应用，加强电力数据助力社会治理，优化电力营商环境，提升电力普遍服务水平。



2) 电网向能源互联网系统形态演变,提升源网荷储和跨能源系统协同运行。促进电力装备创新技术研发,助力关键核心技术攻关,提升关键技术自主可控能力;充分挖掘电力数据价值,完善数据治理体系;电力服务以客户为中心,加强多元化服务方式;加强大电网延伸,提升电力普遍服务水平。

3) 电网促进能源绿色转型,服务能源供应侧清洁化和消费侧电气化,作为能源流、信息流和碳流的循环平台,服务电碳交易;电网设施布置考虑生态多样性,助力生态保护。电网依托电能供应和需求枢纽平台优势,由能源资源配置平台向各类型关键新循环要素配置平台和载体演化。依托电网设施建立“候鸟生命线”“生命爱巢”“绿电方舟”等公益品牌。

4) 电网维持自身安全稳定运行,保障用户安全可靠用能,维护电力产业链供应链安全性,助力能源安全。强化电网基础设施的防灾减灾能力和应急体系和能力建设,提升对自然灾害和社会事件的应对能力,提升系统韧性;高度重视电力数据安全基础设施建设;保障在产业转移、区域发展中的能源电力安全保障能力。

3.2.4 电网基础设施系统集成优化需求

电网基础设施系统集成优化的需求主要包括能源体系内部“小集成”和现代化基础设施体系“大集成”,系统集成维度和方式如表2所示,目标是提升电网设施的协同高效和共享普惠能力。

表 2 电网基础设施系统集成的维度和方式
Table 2 Dimensions and methods of grid infrastructure system integration

集成类别	集成方式			
	维度1	维度2	维度3	维度4
小集成	大电网与新能源微电网集成	源网荷储集成	多能互补能源互联网	电网与抽水蓄能的集成
大集成	电网与交通融合发展	电网与节能建筑集成	电网与信息通信设施集成	电网与智慧城市集成

1) 电网基础设施在系统集成下主要目标是提升基础设施的运行效率。

电网肩负为其他基础设施提供动力、照明等功能,合理的协同规划和系统集成可以减少重复投资,提升既有基础设施的效率。尤其在当前不同基础设施对效率、空间以及其他基础设施辅助

能力不断丰富的前提下,需要在规划、建设和运行的不同阶段深挖通过基础设施协同带来的效率潜力。

电力基础设施应避免成为制约发展的瓶颈因素。其他基础设施对电力能源存在较强的依赖,当前不少城市中还存在多处关键用户共用一个电力站点提供电力能源的现象,需要优化系统层间的功能耦合关系,避免或分担特定电力站点失效可能造成的损失,在不新增节点的情况下减少灾害对城市的不利影响。

2) 电网基础设施功能发挥上的重点在防范衍生和输入风险。

从安全可靠运行角度看,主要的薄弱点在于输入性风险的防范,输入型风险的来源和风险的危害都呈现扩散特征,电网风险易向其他设施蔓延且可能反过来进一步扩大电网事故面,造成系统性风险,因此必须防范风险范围和程度。

从服务经济社会角度看,电力基础设施处于重要的基础地位,在整体先行的前提下,需要注意避免在部分环节和场景下,成为经济社会发展的制约因素,尤其是城市轨道交通、融合型新型基础设施升级等关乎民生和产业领域的领域。

从基础设施规划设计的角度看,要注重不同基础设施之间的衔接,尤其是在相互制约或支撑更为明显的领域。从电网的视角,未来需要通过大力建设抽水蓄能,以低成本解决调节能力不足的问题,而抽水蓄能一般涉及地方的水利问题,进而涉及更多的政府部门和地方利益,需要在规划阶段就综合考虑水利作用和发电作用融合,做好前期规划,统筹好抽蓄的建设时序和电网建设的节奏;设计好调度制度,平衡水利和发电、汛期洪涝灾害、水不足时候的应对策略。

3) 电力基础设施与其他基础设施的耦合协同关键场景在终端用户。

终端用户存在多种用能需求,对不同能源基础设施来说,是天然的耦合节点,应重点结合不同用户的用能需求和基础设施部署情况,提升终端能源的协同发展水平。

终端用户存在多种用能需求,对不同能源基础设施来说,是天然的耦合节点,应重点结合不同用户的用能需求和基础设施部署情况,提升终端能源的耦合利用水平。



4 结论

本文从现代化基础设施体系的政策要求出发,分析了现代化基础设施体系的功能作用以及电网作为基础设施在现代基础设施体系中的作用,基于电网基础设施总量与全社会用电量的关联关系预测了2025、2035年中国35 kV及以上输电回路长度和变电容量,分析了电网基础设施布局、结构、功能和系统集成的优化需求。形成如下结论。

1) 现代化基础设施体系以构建整体化的经济基础设施为目标,按照服务国家战略的要求,通过各类基础设施自身的优化以及加强基础设施之间的融合实现基础设施效能整体提升。

2) 在新型能源体系和新型电力系统的建设框架下,与2020年相比,预计2025、2035年电网基础设施总量仍有约35%、85%的增长,2030年消纳的新能源容量将超过15亿kW,西部和中部地区基础设施预期增速最大。

3) 电网设施通过布局优化实现电网与其他基础设施的空间协同,通过结构优化完善电网形态,通过功能优化提升电网综合效益,通过系统集成优化提升协同高效和共享普惠能力。

4) 电网布局优化方向包括应当加强统筹规划,送端省份兼顾电力送出和就地消纳2种需求,受端省份提升电网布局整体化和覆盖密度,提升抽水蓄能、电化学储能等电网调节型资源与电网布局的协调性。

5) 电网结构优化需求主要解决电网形态优化问题,需要从以集中式大电网为主的发展模式向集中式大电网与以分布式、综合能源利用为主的智能电网模式并重的方向发展。电网功能优化应当实现经济效益、社会效益、生态效益、安全效益相统一。

6) 电网基础设施系统集成优化的需求主要包括能源体系内部“小集成”和现代化基础设施体系“大集成”,目标是提升电网设施的协同高效和共享普惠能力。

参考文献:

- [1] 中华人民共和国中央人民政府. 中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要 [EB/OL]. (2021-03)[2023-02-07]. http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm.
- [2] 中华人民共和国发展和改革委员会规划司. “十四五”规划《纲要》解读文章之8|建设现代化基础设施体系 [EB/OL]. (2021-12-25)[2023-02-07]. https://www.ndrc.gov.cn/fggz/fzzlgh/202112/t20211225_1309696.html.
- [3] 陈璟, 刘晨, 孙鹏. 新发展阶段交通强国建设理论探讨 [J]. 综合运输, 2022, 44(12): 23–27.
CHEN Jing, LIU Chen, SUN Peng. Discussion on theory of the construction of country with strong transportation network in a new development stage[J]. China Transportation Review, 2022, 44(12): 23–27.
- [4] 耿彦斌, 刘长俭, 孙相军. 新发展阶段加快建设交通强国的宏观特征与优化路径 [J]. 科技导报, 2022, 40(14): 31–40.
GENG Yanbin, LIU Changjian, SUN Xiangjun. Macro characteristics and optimization path of accelerating to build transportation power in China in the new development stage[J]. Science & Technology Review, 2022, 40(14): 31–40.
- [5] 秦韶阳, 赵德, 章国梁, 等. 交通强国背景下的城市群综合交通系统评价指标体系构建 [J]. 现代交通与冶金材料, 2022, 2(3): 10–17.
QIN Shaoyang, ZHAO De, ZHANG Guoliang, et al. Construction of comprehensive transportation system evaluation index system of urban agglomeration under transportation power[J]. Modern Transportation and Metallurgical Materials, 2022, 2(3): 10–17.
- [6] 交通强国建设评价指标体系 [J]. 中国水运, 2022(4): 12–15.
- [7] 司晨钟. 交通强国战略视角下交通运输信息化建设运营模式分析 [J]. 数字通信世界, 2022(11): 159–161.
SI Chenzhong. Analysis on the operation mode of transportation informatization construction from perspective of transportation power strategy[J]. Digital Communication World, 2022(11): 159–161.
- [8] 张峰, 魏天呈. 交通强国愿景下智慧交通投融资最优路径探讨 [J]. 公路, 2022, 67(9): 342–345.
- [9] 罗珏琪. 交通强国建设背景下城市轨道交通运营服务质量提升方法思考 [J]. 华东科技, 2022(4): 105–107.
- [10] 常存. 水利基础设施建设中灵活运用 REITs 模式的思考 [J]. 水利发展研究, 2022, 22(10): 21–24.
CHANG Cun. Reflections on the flexible use of REITs model in water infrastructure construction[J]. Water Resources Development Research, 2022, 22(10): 21–24.
- [11] 郝飞, 黄力辉. 金融活水推动水利基础设施项目建设提速 [N]. 农村金融时报, 2022-09-19(A01).
- [12] 水利部关于推进水利基础设施政府和社会资本合作 (PPP) 模式发



- 展的指导意见[J]. 中华人民共和国国务院公报, 2022(21): 38–41.
- Guiding opinions of the ministry of water resources on promoting the development of public-private partnership model in water Resources infrastructure[J]. Gazette of the Ministry of Water Resources of the People's Republic of China, 2022(21): 38–41.
- [13] 侯巍巍, 胡向东. 农田水利基础设施建设与管护中多方主体参与机制研究: 基于对云南陆良恨虎坝模式的分析[J]. 价格理论与实践, 2021(10): 15–19, 39.
- HOU Weiwei, HU Xiangdong. Research on the mechanism of multi-participation in the construction and management of farmland water conservancy infrastructure: based on the analysis of Yunnan Lulianghen Huba model[J]. Price (Theory & Practice), 2021(10): 15–19, 39.
- [14] 华南. 区域水利基础设施建设对产业发展的影响机制研究: 以长江经济带为例[D]. 贵阳: 贵州大学, 2021.
- HUA Nan. Study on the influence mechanism of regional water conservancy infrastructure construction on industrial development -- taking the Yangtze River economic belt as an example[D]. Guiyang: Guizhou University, 2021.
- [15] 卜刚. 水利基础设施对农业经济发展的重要作用探究: 评《虚拟水战略与中国农业水资源配置研究》[J]. 人民长江, 2021, 52(4): 233.
- [16] 曾钟慧. 韧性视角下的城市水利基础设施景观化研究: 以靖州县河街段为例[D]. 西安: 西安建筑科技大学, 2022.
- ZENG Zhonghui. Research on urban landscape water infrastructure from the perspective of resilience— taking river street in Jingzhou County as an example[D]. Xi'an: Xi'an University of Architecture and Technology, 2022.
- [17] 成建国. 数字孪生水网建设思路初探[J]. 中国水利, 2022(20): 18–22, 10.
- CHENG Jianguo. Preliminary study on the construction of digital twin water network[J]. China Water Resources, 2022(20): 18–22, 10.
- [18] 王仲颖, 康艳兵, 姚明涛. “十四五”能源基础设施协同融合发展思路与举措[J]. 中国经贸导刊, 2021(7): 59–62.
- [19] 未来智库网站. 新型交通能源基础设施发展研究报告 2022. (2022-10-03)[2023-02-07]. <https://www.vzkoo.com/document/20221003d1e7f8c72f8f22c341b3bea3.html>.
- 作者简介:**
- 田鑫(1985—), 男, 硕士, 高级工程师, 从事电网投资效益评价、电力系统技术经济分析等研究, E-mail: tianxin@sgeri.sgcc.com.cn;
- 王林钰(1982—), 男, 通信作者, 博士, 高级工程师(教授级), 从事城市能源、城市电网等研究, E-mail: wangliny@sgeri.sgcc.com.cn.
- (责任编辑 许晓艳)

Power Grid Scale Prediction and Optimization Needs Based on Policy Requirements of Modern Infrastructure System

TIAN Xin, WANG Linyu, JI Xingpei, HAN Xinyang
(State Grid Energy Research Institute Co., Ltd., Beijing 102209, China)

Abstract: After the modern infrastructure system policy was put forward, new requirements were put forward for the construction of transportation, water conservancy, energy, and new infrastructure represented by information and communications. Starting from the effectiveness of infrastructure, various industries have proposed optimization directions for layout, structure, function, and system integration. This article starts from the study of the functional role of the modern infrastructure system, analyzes the important role of the power grid infrastructure in the modern infrastructure system, and uses Pearson's correlation coefficient to study the relationship between the power grid infrastructure line length and transformer capacity scale and the electricity consumption of the whole society. The article also forecasts the length of transmission lines and transformer capacity scale in the eastern, central, western, northeastern, and other regions in 2025 and 2035. On this basis, the layout, structure, and function of the power grid infrastructure within the framework of the modern infrastructure system are analyzed, and the logic of system integration optimization is given. In addition, the requirements for power grid layout structure function and system integration optimization in building a modern infrastructure system are put forward, providing a reference for the investment and construction of power grid infrastructure.

This work is supported by Science and Technology Project of SGCC (Research and Application of Key Technologies for Comprehensive Risk Prevention and Control of Power Supply and Demand Balance in the Power Market Environment, No.5108-202218280A-2-429-XG).

Keywords: modern infrastructure system; layout; structure; function; system integration; optimization needs