

# 新形势下助力内蒙古新能源高质量发展的思考与建议

■ 苏和<sup>1</sup> 白伟<sup>2</sup>

**摘要：**随着能源转型深入推进和新能源的快速发展，内蒙古能源结构正在发生重大变化。在能源转型背景下，本文分析了新能源发展现状和趋势，以及在构建以新能源为主体的新型电力系统过程中的关键问题和解决途径。根据蒙西电网现状及“十四”规划，结合中长期发展目标，分析提出了满足新能源高质量发展的主网架思路，并对蒙西电网为构建新型电力系统所采取的行动措施进行了总结。

**关键词：**碳达峰 碳中和 新能源 供给消化体系 电力转型 新型电力系统

党的十九大明确指出“建设生态文明是中华民族永续发展的大计”。内蒙古地区作为国家重要能源和战略资源基地，走好现代能源这条路是优化国家能源布局的客观要求，也是内蒙古的优势所在、机遇所在、责任所在。为推动绿色低碳转型，构建新能源供给消化体系，践行“双碳”目标，助力内蒙古新能源高质量发展，本文结合我国新能源发展现状和趋势，对能源转型背景下新能源发展面临的挑战进行分析，总结国内促进高比例新能源接入电网的措施及其可借鉴之处，提出适应自治区能源转型的新能源高质量发展的思路、关键问题以及解决途径。

## 一、我国新能源发展基本情况

在“四个革命、一个合作”能源安全新战略指引下，我国坚定不移推进能源革命，全面推进能源消费方式变革，建设多元清洁的能源供应体系，发挥科技创新第一动力作用，全面深化能源



体制改革释放市场活力，全方位加强能源国际合作，在能源生产和利用方式发生重大变革，能源发展取得历史性成就，能源高质量发展中迈出了新步伐。

能源供给能力和质量显著提升。近十年间，我国可再生能源发电总装机达到 11 亿千瓦，占比 46%，水电、风电、光伏发电、生物质发电装机规模稳居世界第一。其中，风电光伏并网装机合计 6.7 亿千瓦，是 2012 年的近 90 倍。

截至 2021 年底，全国发电装机总容量 23.77 亿千瓦，内蒙古发电装机容量 1.55 亿千瓦，总装机容量位居全国第三。其中：全国火电装机容量 13 亿

千瓦，内蒙古火电装机容量近 1 亿千瓦，近 9834 万千瓦，在全国排第四；全国风电装机容量 3.3 亿千瓦，内蒙古风电装机容量 3996 万千瓦，在全国排第一；全国太阳能装机容量 3.1 亿千瓦，内蒙古太阳能装机容量 1412 万千瓦，在全国排第九。

立足资源禀赋优势，能源工业已成为自治区六大支柱产业之首。新形势下，确保能源安全稳定供应和能源结构调整平稳过渡，推动自治区绿色能源转型和产业结构优化，新能源高质量发展是基础，也是抓手。

## 二、发展目标及思路

在“双碳”目标下，能源系统转型至关重要。电网作为能源转型的关键环节，随着工业、交通、建筑等终端部门再电气化水平的提高，未来电力在能源结构中的占比将进一步提升，其在能源系统中的支柱作用不断加强。

为实现“双碳”目标，加快电网发展，推动能源电力清洁低碳转型。根据自治区“两率先

两超过”目标，到2025年新能源装机规模超过火电装机规模、2030年新能源发电总量超过火电发电总量。届时，新能源将代替火电，蒙西新型电力系统初步建成，电力工业实现碳达峰，高比例新能源将成为内蒙古电网的重要特征。

目前，蒙西电网已基本形成“三横四纵两出口”500千伏的主干网架。蒙西电网覆盖范围内共有500千伏变电站34座，变电容量7605万千瓦，500千伏线路总长度6796千米。

根据国网及南网的运行经验，特大同步电网在无限扩大的过程中，电网安全问题更加复杂化，通过加大投资成本，可以解决技术问题，但是会导致付出高昂电价，不利于自治区经济社会发展。

而优化电网分区规模（包括适当缩小同步电网），实行分而治之，不仅可使问题简单化，有助于梳理网架结构与运行方式，有利于因地制宜和精准施策，还能有效限制事故的影响范围，减小可能发生的损失，以最小的成本获得最好的效果，做到事半功倍（南网的技术路线）。

基于此，根据蒙西地区“十四五”及中远期地区用电与新能源外送需求，研判蒙西电网内部电力交换和支撑电力外送的规模。即网内继续延伸与加强500千伏交流主网架，形成覆盖范围更广、输电能力更强的坚强



网架，满足网内东部地区的用电需求。进一步优化蒙西与与华北电网联络方式。中远期根据负荷、电源分布及增长情况，进一步加强内部交流/直流网架建设。

通过该规划方案，最终形成既可满足自治区产业发展的用能需求，又能兼顾大型风光基地新能源外送的网对网输电格局，可有效限制宽频振荡等事故的影响范围，彻底解决短路电流、动态稳定、电压频率稳定等问题，进一步释放电网输电能力，为新能源灵活输送、消纳提供平台。最终构建清洁低碳、安全可靠、经济高效的蒙西新型电力系统。

### 三、形势与面临的挑战

“十四五”期间，伴随着直流输电和新能源的快速发展，电网将包含大量电力电子设备，系统特性发生深刻变化。

风光等可再生能源发电具有明显的随机性和间歇性，且不具备常规电源的转动惯量特性、稳定的频率支撑和动态无功支撑能力，抗干扰能力弱。传统电力系统已无法适应大规模利用新能源发展的需求，未来高比例新能源电力系统将面临电网安全控制、电力供应保障、新能源高效消纳等方面的巨大挑战。如何保持电网稳定运行、电力可靠供应是重大课题。

提升新型电力系统对高比例可再生能源的适应能力，是确保大电网安全稳定运行的重要保障，也是实现能源电力领域绿色低碳转型的必由之路。

目前需要做的是对现有电源、电网的形态进行挖潜、改造、升级，让电力系统尽可能地调动系统内部的调节能力和资源，为新能源发展服务，形成一个源、网、荷、储融合互动的新型的电力系统。

#### 四、构建新型电力系统的重要措施及蒙西电网的行动

在构建以新能源为主体的新型电力系统的过程中，首先要做好电力系统向适应大规模高比例新能源方向演进，稳步推进实现新能源对化石能源的有效可靠替代。

在这方面，蒙西电网全力配合自治区做好四大沙漠大型风光基地规划布局及支撑大型风电光伏基地建设目标网架规划研究工作，积极推进国家第一批、第二批以沙漠、戈壁、荒漠地区为重点的大型风电光伏基地项目配套电网工程建设，助力自治区清洁能源的开发利用，按照自治区下发的蒙西新型电力系统建设行动方案 1.0 版，积极推进实施九大任务。

在保证新能源并网规模不断提高的前提下，势必需要统筹规划源、网、荷、储各个环节，推动各侧充分挖掘、充分发挥各类资源的特点，以灵活、高效、经济的方式共同推动系统建设，优化系统运行，保障电网的平稳运行，促进清洁能源供给消化。

（一）电源侧，增强电源协调优化运行能力

1. 提高风电和光伏发电功率预测水平，完善并网标准体系，推广系统友好型新能源场站建设经验。目前蒙西电网已经建设完成三套独立主站新能源预测系统，年内实现新能源功率预

测中期（第 10 天）预测准确率不低于 75%，日前预测准确率不低于 85%，超短期（第 4 小时）预测准确率不低于 90% 的目标。同时依托三峡乌兰察布电网友好型电站项目，全面开展风光储电站支撑能力研究，提升新能源电力支撑水平，平抑新能源间歇性、波动性对电力系统带来的冲击。

2. 全面实施煤电机组“三改”，推进企业燃煤自备电厂参与系统调峰。根据《2021 年火电灵活性改造促进市场化消纳新能源实施方案可行性论证意见》，蒙西电网列入灵活性改造实施项目首批名单的机组共 19 台 862 万千瓦，后续将持续挖掘调峰潜力。

蒙西电力现货市场于 6 月 1 日启动运行，按照国家要求，现货市场运行期间，调峰辅助服务市场暂停，在现货市场内推动调峰服务。目前，全部用户侧市场主体参与现货市场结算，精准反映电力实时供需关系的现货价格信号，将有效激励拥有自备电厂的市场用户，通过调整自备电厂出力，参与电网调节和电力平衡，响应市场价格信号，形成良性双向互动，实现电网和用户“双赢”局面。

3. 加快推进抽水蓄能电站建设。根据国家能源局发布《抽水蓄能中长期发展规划（2021-2035 年）》，内蒙古电网范围内地区 7 座抽水蓄能电站被列入规划实

施项目或项目储备库，总装机容量为 790 万千瓦，力争到 2030 年网内抽水蓄能装机达到 1000 万千瓦。目前已开工建设乌海抽水蓄能电站，力争 2026 年建成投运。

（二）电网侧，创新电网结构形态和运行模式

1. 加快电网改造升级，推动智能电网建设。到 2025 年，全力补齐智能电网基础设施短板，积极推进电网数字化建设，加强电网数据的管理和应用，提升电网智能化运行效率，提高企业运营管理水平，创新电力服务模式，基本形成绿色低碳、安全可靠、经济高效、开放共享的智能电网发展形态。到 2035 年，全面建成绿色低碳、安全可靠、经济高效、开放共享的智能电网，打造开放兼容的智能电网发展形态，新技术、新理念、新模式不断迭代创新，形成系统完备的智能电网创新体系、产业体系和生态体系。

2. 全面提升电网调节能力，优化电网调度管理。加强电网智能化转型，强化储能、多能互补等新兴项目的调度运行管理，建设适应以新能源为主体的新型电力系统的调度体系。完善网内互济和旋转备用共享机制，提高新能源消纳多级调度、协同响应能力。

3. 科学推进蒙西地区大型风光基地新能源电力跨省跨区输送，稳步推广柔性直流输电，加大技术创新应用，优化输电曲线



和价格机制，加强送受端电网协同调峰运行，提升电网整体运行效率，持续构建新能源供给消化体系。

（三）负荷侧，大力提升电力负荷弹性

1. 建立电力需求侧响应机制。建设统一的蒙西需求侧管理平台，推动完善峰谷电价机制，设计尖峰电价、可中断负荷电价等需求侧管理电价机制，激励各类电力市场主体挖掘调峰资源，引导可调节性灵活负荷主动参与需求侧响应，提升电力系统整体效率和效益，力争“十四五”期间电力需求侧响应能力达到最大负荷的5%，“十五五”末具备最大负荷8%的需求侧响应能力目标。

2. 引导大工业负荷参与辅助服务市场。鼓励电解铝、铁合金、多晶硅等电价敏感型高载能负荷改善生产工艺和流程，发挥可中断负荷、可控负荷等功能。通过对用户可调节负荷的深入了解逐步完善建立可调节资源库，下一步将开展新型负控系统的建设，实现对用户负荷的能控、在控。

（四）储能侧，加快新型储能技术规模化应用

1. 大力推进电源侧储能发展。合理配置储能规模，改善新能源场站出力特性，支持分布式新能源合理配置储能系统。优化布局电网侧储能，发挥储能消纳新能源、削峰填谷、增强电网稳定性和应急供电等多重作用。到

2025年，新型储能装机规模达到500万千瓦；到2030年，新型储能装机规模达到2500万千瓦。其中电源侧储能装机规模达到2000万千瓦，电网侧储能装机规模实现500万千瓦。

2. 积极支持用户侧储能多元化发展，提高用户供电可靠性。鼓励电动汽车、不间断电源等用户侧储能参与系统调峰调频。拓宽储能应用场景，推动电化学储能、梯级电站储能、压缩空气储能、飞轮储能、氢储能等技术多元化应用。推动长周期储能技术应用，积极推进自治区清洁能源制氢示范项目建设。

## 五、结论

总的来看，“十四五”时期是我国能源发展的重要战略机遇期，也是电力能源系统转型关键时期，必须坚持不懈推进电网发展，要坚持安全、清洁、协调、智能发展，统筹推进各级电网建设。

同时必须深刻认识新阶段保障国家能源安全、推动能源高质量发展面临的新情况、新问题、新挑战，“必须坚持统筹发展和安全，增强机遇意识和风险意识，树立底线思维”“注重堵漏洞、强弱项，下好先手棋、打好主动仗，有效防范化解各类风险挑战”。

“十四五”时期，能源发展必须落实总体国家安全观，立足

以煤为主的基本国情，坚持先立后破、通盘谋划，以保障安全为前提构建现代能源体系，协同推进低碳转型与供给保障，着力筑牢国家能源安全屏障。

能源发展必须坚定不移走生态优先、绿色低碳的高质量发展道路，稳中求进推动能源生产消费模式绿色低碳变革，助力经济社会发展全面绿色转型。最终让新能源的春天变成内蒙古的春天。■

### 参考文献：

[1] 陈国平,董昱,梁志峰. 能源转型中的中国特色新能源高质量发展分析与思考[J]. 中国电机工程学报,2020,40(17).

[2] 国家能源局:我国可再生能源实现跨越式发展——我国可再生能源发展有关情况介绍[J]. 中国电力,2021,(4).

[3] 舒印彪,陈国平,贺静波,张放. 构建以新能源为主体的新型电力系统框架研究[J]. 中国工程科学,2021,23(6).

[4] 郭剑波. 新型电力系统面临的挑战以及有关机制思考[J]. 中国电力企业管理,2021,(25).

[5] 张智刚,康重庆. 碳中和目标下构建新型电力系统的挑战与展望[J]. 中国电机工程学报,2022,42(8).

[6] 卓振宇,张宁,谢小荣,李浩志,康重庆. 高比例可再生能源电力系统关键技术及发展挑战[J]. 电力系统自动化,2021,45(9).

[7] 陈俊杰. 构建新型电力系统提升新能源电力支撑保障能力[J]. 新能源科技,2021,(10).

（作者单位：1. 内蒙古电力（集团）有限责任公司；2. 内蒙古电力经济技术研究院）

责任编辑：康伟