

市场,通过“西电东送”、“北电南供”,实现能源资源在全国范围的优化配置。

#### 4.2 坚持以实现国际领先水平为追求

我国在新能源开发、大电网建设等方面的部分指标和技术已经达到国际先进水平。为推动实现能源转型背景下的新能源高质量发展,应当继续坚持以实现新能源发展国际领先为追求,在新能源并网技术、电力市场建设等方面,全面对标国际先进水平,助力实现新能源高质量发展。

#### 4.3 坚持以能源转型目标为发展指引

贯彻“四个革命、一个合作”能源安全新战略,是实现新能源高质量发展的最高指引;提升可再生能源发电量占比,是实现能源转型目标的关键。做好包括新能源在内的可再生能源及电力发展的顶层设计,科学合理制定发展目标和时序,做好开发、输送、利用各环节的协调工作。

#### 4.4 坚持以保障电力系统运行安全为首要前提

新能源作为整个电力系统的一个组成环节、电网安全运行的一个组成部分,必须从整体视角看待新能源自身和应具备的技术条件。新能源发展应与电网发展、电力技术进步相适应,保障电力系统稳定运行和可靠供应。电力系统中各类灵活性调节资源的配置,除了要应对用电负荷及电网故障造成的波动,还需承担新能源出力随机波动。

#### 4.5 坚持以市场配置资源为主要手段

随着我国电力体制改革加快推进,利用以市场发现价格、以价格引导电力资源配置的手段,逐步扩大新能源参与市场规模与范围,实现上网电价由市场决定,进而传导至用户侧,实现发用两侧的资源最优配置,依靠市场实现新能源与常规电源一起公平承担电力系统平衡责任,促进新能源消纳和社会福利最大化。

#### 4.6 坚持以全社会环境成本最低、系统整体最优为利用导向

“十四五”及中远期阶段,需要在保障新能源存量项目政策延续性和新能源企业合理收益的前提下,以全社会环境成本最低为目标,引导全社会形成以系统经济性最佳为利用导向,建立“新能源发电量占比+消纳责任权重”双占比为目标的引导制度。发电侧,不断提高新能源发电量占比,推动能源转型战略实施;用户侧,不断提高消纳责任权重指标,通过分省制定消纳责任权重,实现新能源在全国范围内的优化配置。

### 5 适应我国能源转型的新能源高质量发展关键问题及思考

“十三五”期间,我国新能源规模持续扩大,新能源发电利用水平逐步提高。“十四五”期间,我国进入由规模化增长向高质量发展的新阶段。

政策方面,为促进新能源布局优化和发电利用率提升,“十三五”期间提出的消纳保障机制、风光投资监测预警机制、竞争性配置,在“十四五”期间仍将继续实施。“十四五”期间,将继续加强灵活电源建设,加强跨省区通道建设,推进网源协调发展。

市场方面,在“十三五”电力市场初步建设的基础上,“十四五”期间全国统一电力市场建设将加快推进,通过市场优化配置作用不断提升新能源发电利用水平。

技术方面,“十四五”期间,为支撑高比例新能源接入,网源荷储一体化运作将发挥重要作用;依托能源互联网,加快“大云物移智链”等新技术应用,市场化商业模式将不断创新;新能源发电涉网性能逐步提升,新能源作为平等市场主体将公平承担系统调节和电力平衡的责任。

标准方面,随着新能源发电占比不断提升,“十四五”新能源并网、预测技术标准将持续完善,各类灵活性资源设计规范、技术标准也将加快制定。各方面措施对比如表3所示。

结合“十三五”新能源发展现状及未来新能源发展面临的形势与挑战,从政策、市场、技术、标准、指标体系等几个方面阐述新能源高质量发展的关键问题以及相关思考。

#### 5.1 加强适应新能源高质量发展的政策体系顶层设计

协调、贯通的政策机制是新能源健康发展的生命线。需要从规划建设、运行消纳、价格补贴等方面加强新能源政策体系顶层设计。

一是构建统筹协调的规划管理体系。在保障完成国家明确的全国利用率水平的前提下,统筹确定各省差异化利用率目标,基于各省消纳空间合理确定新能源新增规模;完善平价项目管理,推动新增项目实施竞争性配置,促进新能源平价甚至低价上网。逐步推动全面实施竞争性配置。给予地方政府一定自主权,各省区根据差异化的利用率目标及相应电网消纳能力,提出装机规模管理方案。

表 3 “十三五”、“十四五”期间促进新能源发展相关措施对比

Tab. 3 Comparison of measures to promote new energy development between the 13th the 14th five-year plan period			
维度	措施内容	“十三五”期间	“十四五”期间
政策	风光监测预警	实施风光监测预警机制，优化新能源项目布局	实施风光监测预警机制，优化新能源项目布局
	竞争性配置	推行竞争性配置，促进新能源发电成本下降	推行竞争性配置，促进新能源发电平价上网
	可再生能源电力消纳保障机制	实施可再生能源电力消纳保障机制，促进新能源发电利用率提升和能源转型推进	实施可再生能源电力消纳保障机制，促进新能源发电利用率提升和能源转型推进
	网源协调规划	加大跨省区通道建设，推进火电灵活性改造，新增发电项目以落实电力送出和消纳为前提	统筹新能源发电项目、灵活性电源、电网建设
	全额保障性收购	保障性收购小时数以内电量电网全额收购，保障小时数以外电量通过参与市场方式消纳	完善全额保障性收购制度，推动新能源参与市场
市场	电力市场建设	探索开展包括中长期交易和现货交易在内的新能源交易	按照“统一市场，两级运作”运作模式推进全国统一电力市场建设
		加快推进电力现货市场试点建设	加快促进新能源高效利用的现货市场建设
	网源荷储一体化	探索开展网源荷储试点建设	推动电力系统源网荷储各环节技术水平升级
技术	新能源发电涉网性能	提升新能源场站涉网性能，支撑大规模新能源接入	研究提升新能源场站故障电压穿越能力，推动新能源机组参与电力系统一次调频
	能源互联网	探索“大云物移智链”新技术的应用场景	推动能源互联网发展，加快“大云物移智链”等新技术在能源互联网中应用；依托能源互联网，探索商业模式创新
标准	新能源并网、预测技术标准	持续完善新能源并网、预测技术标准	加快新能源发电接入标准修订，完善新能源预测及对电力系统的支撑能力、网络安全等相关标准
	灵活性资源标准制定	完善储能技术标准	加快制定储能设计规范、技术标准、试验检测等标准
评价 指标	新能源发展评价指标	以新能源发展规模和新能源发电利用率提高为评价指标	新能源进入高质量发展新阶段，不再以单一追求提高新能源发电利用率为唯一衡量指标

二是完善新能源运行消纳机制。近期，在保障性收购相关政策要求下，全部电量作为优先发电量保障消纳，鼓励超出保障性收购利用小时数的新能源开展市场化交易；通过实施可再生能源电力消纳保障机制，深挖省内新能源消纳空间，同时不断扩大资源优化配置范围。长期来看，逐步降低保障性收购小时数，推动新能源全电量参与市场；逐步完善电力平衡责任管理，弃电责任由电网兜底转为市场补偿。

三是加快新能源补贴退坡，推动新能源平价上网。近期，对于存量国家财政补贴项目，保障存量项目政策延续性和合理收益，推行“价补分离、总额管控”模式；新建项目分类管理、以收定支、补贴退坡；长期来看，持续推动补贴退坡，全面实现平价、低价上网。

5.2 完善新能源参与市场机制实现大范围消纳利用

完善电力市场体系建设、推动新能源参与市场，发挥市场资源配置作用，是促进新能源消纳的重要手段。从市场顶层设计、适应新能源的市场建设、辅助服务市场建设三方面提出建议。

一是推进满足能源转型的电力市场顶层设计。

近期，采取“统一市场，两级运作”模式，明确省间、省内交易定位，处理好各市场成员在两级市场的衔接。中远期，随着发用电计划逐步放开，探索建立多省统一优化的区域级电量市场，实现一级运作的全国统一电力市场，并适时开展容量交易、输电权交易。建立完备的电力市场体系，做好碳市场、绿色证书市场和电力市场的衔接。

二是加快适应新能源消纳的电力现货市场建设。考虑新能源发电的间歇性和波动性，相比于中长期市场，新能源更适合参与短期现货市场，通过低边际成本优势在电力现货市场优先出清。电力现货市场对于促进新能源消纳具有重要意义。加快电力现货市场建设，推动新能源以报量报价或报量不报价方式参与现货市场，建立针对新能源的偏差考核机制，激励新能源提升预测准确性。完善省间与省内市场、现货与中长期市场衔接机制，通过多时间尺度、多市场空间的衔接最大程度促进新能源消纳。

三是完善电力辅助服务市场机制。完善电力调峰辅助服务市场建设，推动与现货市场的衔接并逐步融合；健全调频、备用辅助服务市场交易品种，

对各类市场主体按照权责对等原则对辅助服务成本和收益进行分配。扩大辅助服务提供主体范围,鼓励具备调节能力的需求侧资源等新兴主体参与辅助服务市场,提升系统平衡调节和新能源消纳能力。

### 5.3 适应高比例新能源接入的电力系统技术水平升级

推动电力系统技术水平升级,是实现高比例新能源接入和高效利用的关键支撑。

一是推动电力系统源网荷储各环节技术水平升级。在电源侧,基于我国未来一段时间内以煤电为主的基本国情,发展清洁高效煤电技术,保持煤电对电力系统运行的支撑能力,发挥电力安全可靠供应的“压舱石”作用。在电网侧,研究高比例新能源接入的大电网运行规律和安全机理,提高电网认知能力、仿真分析能力和调控能力。在负荷侧,大力发展需求侧响应技术。以国网 2019 年为例,各省负荷均转移 10%,可减少新能源弃电量约 57 亿 kW·h,占总弃电量的 1/3。加强源网荷储协调调度控制,提高电力系统灵活调节能力。

二是提升新能源发电涉网性能。按照主力电源的要求,研究提升新能源场站故障电压穿越技术,推动新能源机组参与电力系统一次调频,使其与常规电源一同承担支撑电网安全稳定运行的重要任务,以满足 2035、2050 年新能源成为主力电源时的系统运行需求。

三是推动能源互联网发展,加快“大云物移智链”等新技术在能源互联网中应用。能源互联网是未来能源系统发展的重要趋势,也是通过推动多能协调互补进而推动清洁能源消纳、实现能源绿色转型的重要手段。以建设中国特色国际领先的能源互联网为目标,完善能源互联网顶层设计,研究基于“大云物移智链”的能源互联网关键技术,构建实现电、热、气多类型能源的源-网-荷-储多环节互联互通、互济互动。依托能源互联网,探索商业模式创新,开展网、源、荷一体化运营示范。

### 5.4 完善新能源技术标准体系提升新能源对电网支撑作用

随着电力系统中新能源发电占比不断增加,应与时俱进,逐步完善并提高相关技术标准,这也是维持系统安全运行的必要手段。

一是完善新能源并网、预测等技术标准。近期,加快新能源发电接入系统技术规定的修订,完善新能源预测以及对电力系统的支撑能力、网络安全等

相关标准。中远期,按照主力电源的定位,引导新能源发电从单纯的电量消纳,向保障电力安全稳定、可靠供应转型。

二是开展新型储能等灵活性资源标准制定。加快制定电化学储能电站设计规范、技术标准、试验检测等标准。在物理储能领域,开展电力储能用飞轮系统、压缩空气储能电站的设计规范、运行维护规程等相关标准的制定。建立虚拟电厂等新型灵活性资源标准制定。

### 5.5 构建我国新能源高质量发展评价指标体系

“十四五”我国新能源进入高质量发展新阶段,新能源发展不再以单一追求提高新能源发电利用率为唯一衡量指标。为适应新能源高质量发展,亟需转变新能源发展评价方式,建立涵盖新能源发展指标、新能源利用指标、新能源安全运行指标、新能源政策机制指标、新能源技术经济性指标等在内的综合评价指标体系,实现新能源“又好又快可持续”发展,评价指标体系框架如图 11 所示。

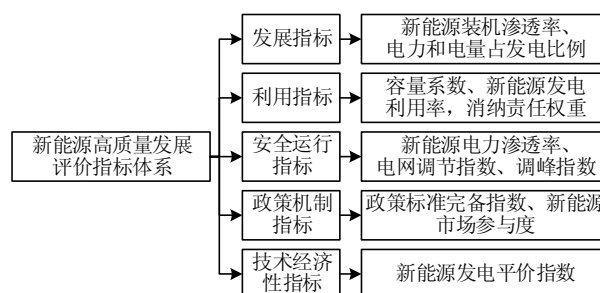


图 11 新能源高质量发展评价指标体系框架

Fig. 11 The systemic framework of new energy high quality development evaluation index

新能源发展指标,主要表征电力系统清洁化替代程度;新能源利用指标,主要反映系统中新能源利用效率水平;新能源安全运行指标,主要反映新能源对电力系统运行的影响程度、以及系统对新能源的调节能力;新能源政策机制指标,主要反映新能源政策完备程度和参与市场情况;新能源技术经济性指标,主要反映新能源发电技术进步程度和经济性,适应我国能源转型的新能源高质量发展评价指标体系如表 4 所示。

## 6 结论与展望

本文通过对我国新能源发展现状和趋势进行总结,分析了能源转型背景下新能源发展面临的顶层政策设计、新能源消纳、电力市场建设、电力系统运行安全、发展目标统筹、系统效益等方面的挑