

怀来1000千伏特高压变电站电器安装施工现场。 李峥 摄

京津冀将迎来亿千瓦级新能源时代



北倚风光资源富集的清洁能源基地，南接京津冀电力负荷中心，冀北是京津冀世界级城市群最重要的清洁电力保障基地 赵勇 摄

当环京区域风光新能源装机突破8000万千瓦，距离“亿千瓦级”关口只剩一步之遥，京津冀能源格局的质变节点已经到来。10月20日，国家发展改革委公布首批136个标志性重大应用场景清单，“冀北亿千瓦级新能源服务京津冀能源绿色转型和产业协同发展场景”成功入选，为整个京津冀产业体系注入全新的绿色动能。

从“跟随电网”到“支撑电网”：筑牢亿千瓦级绿电运行底座

截至2026年9月底，冀北地区风光新能源装机已达8365万千瓦，占区域总装机的73.6%，新能源发电量占比攀升至54.0%，新能源装机占比、发电量占比、绿电交易规模均居全国省级电网首位，率先步入“高比例新能源、高比例电力电子设备”的新型电力系统建设最前沿。这一数据的背后，是冀北地区连续8年保持新能源装机年均新增超1000万千瓦的建设节奏，远超全国省级电网平均新增规模。

面对亿千瓦级规模的绿电接入，传统“电网强、新能源稳”的运行逻辑已不再适用。过去的新能源设备更像电网的“跟随者”，只能被动适配电网的运行状态；而当新能源成为电力系统的主体，它必须转变为能在电压、频率波动时主动出手的“顶梁柱”。在张家口金阳风光储电站，一套构网型新能源全工况并网测试装置刚刚完成实测，按照统一标准完成了双馈、直驱两大主流风机技术路线构网型改造的性能对比，为不同技术路线的工程应用建立起统一评价依据。这套由国网冀北电力联合国内高校自主研发的测试装置，是国内首套可覆盖全工况场景的构网型设备验证平台，相关测试数据已纳入全国新型电力系统技术标准制定参考库。

在国家风光储输示范基地，加装构网型控制装备的风机和光伏设备，已经能够自主提供惯量支撑，甚至具备电网故障后“点火重启”的能力。这些在真实场站中完成的对标实测，正在推动构网型技术从单点技术突破走向全行业标准化应用。根据国网冀北电力2026年发布的《构网型新能源技术应用白皮书》，目前冀北区域已有超300万千瓦的风光机组完成构网型改造，改造后机组的电网故障穿越能力提升40%以上，完全满足高比例新能源电网的稳定运行要求。

外送通道的建设同步跟进，让大规模绿电真正实现“送得出”。世界首个柔性直流电网工程创造12项世界第一，破解了大规模新能源汇集、输送和消纳的核心难题，将张北的清洁电力高效送达北京负荷中心；该工程总投资125亿元，额定电压±500千伏，输电能力450万千瓦，线路总长666千米，年输送清洁电能约140亿千瓦时，占北京年用电量10%，每年可减排二氧化碳1280万吨。作为2022年北京冬奥会的重点配套能源工程，投运以来已连续安全稳定运行超1600天，累计向北京输送绿电超700亿千瓦时，是国内运行最成熟的跨区柔性直流示范项目。

已投运的张北—雄安1000千伏特高压交流工程，把坝上绿电源源不断送入雄安新区。这条全长638公里的特高压通道投运后，雄安新区外来绿电占比已提升至60%以上，完全满足新区起步阶段的绿色用能需求，为雄安打造“零碳新城”提供了核心电力支撑。正在建设的大同—怀来—天津南1000千伏特高压交流工程，投运后将成为“西电东送”全新通道，全面提升京津冀电网安全稳定水平。从柔直联网到多条特高压交流工程纵横成网，冀北多通道、多层级的清洁能源外送格局正在加快成型，目前已形成“两直四交”的跨区外送骨干网架，绿电外送总能力突破3000万千瓦。

网架延伸的同时，灵活调节资源也在同步布局。“新能源+储能+调相机”的规模化应用，为电网装上了随调随用的“稳定器”。截至2026年9月，冀北区域已投运新型储能装机超320万千瓦，规模居华北省级电网前列，其中位于张家口的200万千瓦共享储能电站是目前国内单体规模最大的共享储能项目，可实现2小时以上的连续充放调节，有效平抑新能源出力波动。依托大规模新能源实测模型搭建的电磁暂态仿真平台，可以在新设备正式接入前完成系统分析和风险校核，尽可能把运行隐患消解在工程实施阶段。这套平台目前已完成超200项新能源并网项目的前置仿真校验，避免了多起潜在的电网运行风险，为后续更大规模绿电并网、消纳和稳定运行，探索出可复制、可推广的全国性范式。

从“用绿电”到“靠绿电”：重构产业发展的底层逻辑

能源转型的最终成效，始终要落到产业发展的实际成效上。亿千瓦级新能源带来的最深刻改变，是让绿电从过去的“可选附加项”，变成了驱动产业升级的核心生产要素。2025年中国经济增长的新增能耗首次全部由绿电支撑，这一标志性趋势，在京津冀区域已经提前两年显现雏形——2024年京津冀区域新增用电量中，已有92%的增量由新能源发电量满足，绿电对区域经济增长的支撑作用已经从“辅助补充”转向“核心主导”。

京津冀产业协同的重点方向，正围绕绿电深度展开：绿电–绿氢–绿钢、绿电冶金、绿电–绿算、零碳园区、车–桩–网–储–荷等融合赛道不断延伸，从算力产业到绿色物流，从城市快充网络到乡村补能体系，绿电持续向下游产业渗透，不断催生新业态、新模式，把能源绿色转型的势能，切实转化为区域产业高质量发展的强劲动力。根据京津冀协同发展能源专项规划公开数据，到2030年，区域内绿电相关融合产业的总产值将突破2万亿元，成为京津冀产业协同发展的全新增长极。

算电协同是当前产业融合最具代表性的赛道。今年1至9月，冀北算力中心用电量达到186.3亿千瓦时，占地区全社会用电量的10.5%，是全国算力中心用电量占比最高的省级电网。经测算，到2030年这一占比将攀升至18%，算力产业有望在“十五五”末成为当地第一大用电产业。高速增长的算力负荷与高比例接入的新能源，正在同一张电网上加速交汇。针对这一趋势，区域内统筹规划怀来东、廊坊东等20余项220千伏及以上输变电工程，搭建起张承新能源基地直达张廊算力负荷中心的专属绿电通道，让坝上的风电光伏电力可以直接送入数据中心机房，相比传统输电路径，绿电传输损耗降低3个百分点以上。

基于电力大数据搭建的算电协同多维监测平台，实现了对域内117个算力中心用能曲线的实时监测分析，让绿电的供给节奏与算力的运行节奏实现精准匹配。目前已有超60家算力企业接入该平台，通过“绿电随风光走”的柔性调度模式，算力企业的绿电使用比例平均提升27%，用电成本降低12%左右。“张北的风扬起算力的帆”，绿色电力已经成为京津冀数字产业发展的核心动力，京津冀也成为全国算电协同落地场景最丰富、技术应用最成熟的标杆区域。

绿色电力重塑的不只是算力产业，随着交通运输电气化持续加快，它也在重构出行和物流领域的用能方式。在唐山港，电动重卡承担着港口核心的物流运输任务，全国首个电动重卡型虚拟电厂在这里建成投运，依托智能调控算法聚合分散的重卡充电负荷，引导车辆在用电低谷充电、在用电高峰参与电网响应，年可调节负荷超过70万千瓦，为港口绿色物流装上了“智慧大脑”。目前唐山港已有超1200台电动重卡接入该虚拟电厂，港口物流环节碳排放较燃油重卡时代降低75%，每年可减少燃油消耗超8万吨。

在廊坊，人工智能绿电超级充电站提供从扫码充电到电池健康检测的全流程智能服务，单站可同时为48辆新能源汽车提供快充服务，绿电使用比例达到100%，年可服务超20万辆次新能源车辆。在承德坝上，覆盖面积超1350平方千米的“一小时充电圈”，为全域绿色出行提供了稳定保障，所有充电设施均接入区域绿电交易体系，实现了“风光电直接充入新能源车”的全链条零碳闭环。从数据中心机房到港口运输场站，从错峰充电到车网互动，绿色电力已经从发电、输电环节，直接延伸到产业用能的全流程，成为推动产业升级的核心绿色动能。

产业融合的深化，离不开市场化机制的支撑。依托国内首个实现大规模连续运营的绿电市场体系，“十四五”以来区域内绿电交易量累计达到1267亿千瓦时，绿电交易规模连续5年保持全国省级电网领先。今年9月，首次冀北绿电送北京省间集中竞价交易成功成交，京冀两地60余家经营主体参与申报，新能源场站与北京电力用户之间建立起点对点直接交易的全新渠道，本次交易首次成交303.5万千瓦时，后续10月月内交易成交电量2500万千瓦时，为绿色电力跨区域市场化配置开辟了新路径，也让京津冀产业协同拥有了更直接的绿色纽带。北京市2026年绿色低碳转型行动计划明确提出，将逐步扩大外调绿电的使用比例，到2027年全市规模以上工业企业绿电消费占比将提升至30%以上，冀北绿电直供通道将成为北京实现这一目标的核心支撑。



国网香河县供电公司员工在华海云谷云计算数据中心，检查配电室高压设备系统。 王爱华 摄

从“单点攻关”到“生态共享”：构建可持续的协同创新体系

亿千瓦级新能源的稳定运行，离不开技术骨架的支撑，更离不开机制血脉的畅通。让分散的社会用能资源参与系统调节，让实验室的科研成果更快落地工程应用，让各类经营主体同台协作，是场景建设持续探索的核心方向，也是“生态开放共享标杆”的核心内涵。截至2026年10月，围绕该重大应用场景，京津冀区域已落地相关产学研合作项目超110项，参与的经营主体中民营企业占比超过65%，中小企业占比超70%，真正打破了能源领域传统的技术壁垒和市场壁垒。

围绕场景建设，区域内持续破除市场隐性壁垒，搭建起覆盖政产学研用的协同创新平台，民营企业、中小企业、科研院所共同参与到新型电力系统建设进程中，在要素开放、技术攻坚、市场培育的过程中，构建起多方共赢的能源创新生态。面向源、网、荷、储、数五大核心方向，全域科研力量集中开展攻关，依托智能配用电装备与系统全国重点实验室，持续深化校企合作，围绕柔性交流输电、工业绿色微电网等前沿方向开展联合科研，全力推进全自主可控新一代变电站、多类型储能实证试验等重点项目，推动电力核心装备实现自主可控，把能源领域的创新链牢牢掌握在自己手中。目前冀北区域已建成国内最大的多类型储能实证基地，覆盖液流电池、钠离子电池、压缩空气等12条主流技术路线，累计完成超80项储能产品的性能实测，相关测试数据已向全行业开放共享。

开放的市场机制，让过去沉睡的分散资源彻底“活”了起来。上个供暖季，国内规模最大的蓄热式电锅炉型虚拟电厂正式投入运行，张家口、唐山两地16处蓄热式电锅炉通过智能平台实现聚合，形成54.4万千瓦的调节能力，相当于一座中型火电厂的调峰规模，直接参与华北电力调峰辅助服务市场，既降低了居民用户的供暖成本，又帮助电网消纳了富余新能源，形成了可自我循环的市场化运营模式。根据运行数据统计，参与该虚拟电厂的居民用户供暖成本平均降低8%，电网侧新增消纳新能源电量超2.3亿千瓦时，实现了民生、企业、电网三方共赢。

在此基础上，虚拟电厂运营管理和聚合商服务平台持续迭代，引入人工智能大模型开展运行数据分析、电价趋势预测和调控策略优化，让分散的负荷资源能够更精准地参与电网调节。目前该平台已接入域内超230万千瓦的分布式可调负荷资源，涵盖工业负荷、商业楼宇、居民用电等多个场景，可调资源规模居华北区域省级电网前列。依托该平台，2026年夏季用电高峰期间，冀北区域累计调用虚拟电厂资源超120次，有效缓解了局部区域的供电压力，避免了有序用电情况的发生。

从新能源并网测试技术迭代，到绿电跨区域交易机制打通，从虚拟电厂聚合海量分散负荷，到算电协同实现双向动态调节，整个场景建设已经串联起能源生产、输送、消费、技术创新和市场机制的完整链条。它的价值早已不局限于解决某一个工程、某一项技术的具体问题，而是在真实的产业环境中检验技术、完善规则、带动产业，为高比例新能源条件下的全国能源转型，积累可复制、可推广的“冀北经验”。目前已有超过17个省市的能源管理部门和电网企业到冀北开展调研交流，相关技术标准和运营模式已经开始向全国其他新能源富集区域输出。

面向“十五五”，冀北风光新能源装机占比将超过75%，京津冀区域内的全部新增用电需求，都将由新增的新能源发电量来满足，绿电与算力、交通、工业等领域的融合应用还将持续拓展。入选国家首批标志性重大应用场景，为这场覆盖全域的能源革命提供了全新的政策契机。让更多绿色电力跨越山河、融入产业，京津冀的亿千瓦级新能源实践，正在为中国的能源绿色转型写下新的注脚。

（高晋 金雍奥 石佳 蔡建刚）

链接

“冀北亿千瓦级新能源服务京津冀能源绿色转型和产业协同发展场景”锚定环京亿千瓦级新能源开发利用、首都供电安全保障、雄安新区绿电稳定供应、京津冀产业协同升级四大核心目标，系统构建起高品质绿电供应、高可靠电力保障、高效率产业协同、高水平要素开放、高质量创新赋能五大支撑体系，布局22个重点工程，在真实产业环境中验证一批前沿技术与创新产品，着力打造能源绿色转型、产业融合发展、生态开放共享三大标杆。

从地理区位上看，冀北北倚风光资源富集的清洁能源基地，南接京津冀密集的电力负荷中心，是支撑京津冀世界级城市群运行的核心清洁电力保障枢纽。根据河北省能源局公开的环京新能源资源普查结果，冀北张家口、承德两地陆上风电可开发量超6000万千瓦，光伏可开发量超4500万千瓦，是国内为数不多同时具备大规模风光开发条件、又紧邻千万级人口负荷中心的区域。当新能源从补充电源成长为区域电力供应的主体力量，它带来的改变早已不局限于能源领域本身，而是沿着电网的脉络渗透到产业布局、生产方式、区域协同和创新生态的方方面面。



大同—怀来—天津南1000千伏特高压交流工程中，全国首次同塔双回特高压线路跨越同塔双回施工现场。 赵勇 摄