

“双碳”目标下天然气分布式能源发展现状及机遇

韩庆锦（费县中石油昆仑新时代燃气有限公司，山东 临沂 276000）

摘要：在全球“双减”倡议的背景下，我国能源领域正面临革新与转型的关键时刻，迫切需要重构能源格局。根本策略在于倡导绿色、高效、安全且可持续的能源模式，推动能源系统的低碳、电气化与智能升级，同时聚焦于低碳转换技术的研发及负排放解决方案的应用。能源转型的核心路径之一是重塑能源生产和消费模式，逐步实现“集中式”与“分布式”的均衡发展，大力发展多元化的分布式能源体系。天然气分布式能源系统作为一项高度成熟的综合能源解决方案，以其卓越的能源利用率和经济效益，以及其灵活性、分散性和高效能特性，能够深度融入配电网，通过参与电网的削峰填谷，显著增强电力系统的稳定性，蕴含着前所未有的市场潜力。

关键词：“双碳”；天然气；分布式能源；发展现状；机遇

1 “双碳”背景分析

随着经济的疾速扩张，生态平衡的维护似乎被置于次要地位，这引发了频繁的环境挑战，带来了深远的负面影响。深入探讨显示，众多环境难题的根源在于化石燃料的广泛应用，其燃烧过程释放出的废气，特别是二氧化碳，过度排放对大气层构成威胁，引发了一系列环境危机，对社会的长远发展构成阻碍。

为了纠正经济与生态失衡的态势，中国于2020年9月提出了雄心勃勃的碳中和与碳达峰目标，旨在减轻生态压力并推动消费模式的革新，以顺应时代潮流。在这个大背景下，能源结构的转型和升级显得尤为重要。现有的能源设施显然已不能满足现实需求，安全运行也面临挑战。

为了确保能源产业和社会的稳定，迫切需要对能源架构进行深刻的调整，以提升能源效率并降低化石燃料的依赖，充分挖掘清洁能源的潜力。构建符合当前社会和国家可持续发展目标的现代能源体系，是降低碳排放的关键途径。分布式能源是一种创新的能源供应方式，它通过电气装置为周边区域提供电力，消除了远程输送可能带来的负面影响，极大地便利了用户的能源获取，尤其在热能、冷能和电能方面。分布式能源不仅能满足个体需求，还能降低能源消耗，具有明显的梯级发展模式。

2 “双碳”背景下中国能源转型趋势

2.1 中国能源结构向清洁低碳化转型

中国的能源格局正在经历深刻的转型，以实现“双碳”目标为核心的战略导向已深入人心。据中国电力企业联合会的《2023年中国电力行业年度发展详报》所示，2022年非化石能源的发电量达到了惊人的

31,443亿千瓦时，这一比例从2012年的21.4%跃升至36.2%，反映出显著的清洁能源增长趋势。尽管众多研究机构对能源转型的共识在于其必要性，但在速度预测和化石能源峰值的时间点上存在微妙的分歧。中国石油天然气集团有限公司在其2021年的《全球与中国经济能源展望》中提出了一个参考框架：预计到2030年，中国的能源需求将达到峰值，大约在60亿吨油当量（tce），而到2060年，这一需求将稳定在45亿至55亿吨之间。

在此期间，非化石能源的比例将持续攀升，2030年预计将占据一次能源的26%，而到了2060年，这一比例将飙升至80%。煤炭作为传统能源的占比则呈现下滑态势，预估2030年会降至43%，到2060年仅占5%。石油的份额在短期内保持相对稳定，2030年约为18%，但到2060年将降至6%。天然气的比例在2030年有望达到12%，然而到那时可能会有所下降，降至9%。这些数据描绘出一幅清晰的能源结构转型画卷。

2.2 天然气需求仍将保持稳步提升

在“双碳”目标的驱动下，从长远视角审视，天然气作为关键的清洁能源载体，承载着双重使命——减排与保障供应。据中国海油集团能源经济研究院的内部预测，未来天然气消费将持续上升，预估到2040年前后将达到峰值，届时消费量将达到大约65亿吨立方米。

其中，工业领域的消耗将持续强劲，预计2040年左右工业天然气使用量将达顶峰，约为3亿吨立方米，而到2060年仍将保持在23亿吨立方米以上；电力生产对天然气的需求将在2040年前后见顶，峰值

约为 1.2 亿吨立方米，至 2060 年则会降至 1 亿吨立方米以下。

对于建筑业，天然气用量将在 2035 年前后触及高峰，峰值约为 1.25 亿吨立方米，随后将下滑至 650 亿立方米。交通领域的用气量受清洁能源如电力和氢能普及的影响显著，其发展前景受技术进步和能源结构调整的多变性制约，预计 2060 年的需求范围在 100 亿至 700 亿吨立方米之间，存在较大的不确定性。

2.3 未来天然气将实现与新能源融合发展

当前，中国正迈向一个全新的能源体系构建阶段。随着化石能源比例的逐步下降，特别是当非化石能源占据能源消费主导地位，超越 70% 的比例时，新能源的不稳定性和间歇性特征将引发新的挑战，即如何有效保证电力供应和消纳。

在这个关键时期，天然气凭借其独特的清洁、低碳和高效属性，将在能源结构的深度转型以及推动终端用电向“电气化”迈进的过程中扮演重要角色。它不仅能提升能源品质，确保电力生产的稳定性，还能促进多元能源的协同作用。

天然气发电因其卓越的灵活性，如快速启动和停止，以及高效的调节性能，成为未来应对风电、光伏等可再生能源电力波动，提供必不可少的调峰支持的重要途径。在新型能源体系构建过程中，天然气被确立为新能源的“协同能源伙伴”，它与新能源的融合将是推动中国能源系统转型的核心策略，共同塑造未来的能源格局。

3 天然气分布式能源发展的困境分析

3.1 天然气价格

天然气分布式能源项目较多分布在京津冀鲁、长三角、珠三角等区域，而天然气产地主要集中在中西部，天然气供需存在一定的空间错位，加上气源价格高，配网架构多，天然气分布式能源系统的生产成本大，对项目的投建运营造成了很大压力。

3.2 下游用户端能源消纳水平不稳定

尽管天然气分布式能源对环境保护效益效果较好，但受气价调整、冷热电价调整、税收优惠等多种因素影响，其价格核算往往比普通用电更为复杂，因而用户端对天然气分布式能源的接受度并不高。

与此同时，不同项目的用户对能源消纳的水平也不同。例如，学校用户在寒暑假期间对冷热源的需求量直线下滑，较之于其他类型用户，项目运营时间更短、空闲期更长；商业区用户通常只在白天部分时段

对能源有明显需求，夜晚需求量普遍较少；工业区用户的天然气分布式能源项目则需要对工业流程中的能源需求量进行具体分析才能进行经济性评估。

通常而言，为保证园区在满负荷运行时能有充裕的能源供应量，工业园区项目规模普遍较大，但产业链如因特殊原因停止，则会产生较大的能源空损并影响电网稳定运行。此类项目若遵循“自发自用，余电上网”，对电网而言将是不稳定的电能来源。

3.3 缺乏协调机制

天然气分布式能源横跨油气、电力、热力等多个行业，存在不同部门利益博弈、不相适应和协调问题，燃气供应商、电力公司、供热企业等直接相关方对项目开发与应用积极性不高，甚至有抵触情绪。另外，由于缺乏统一政策引导和规划支持，很多高能耗公共建筑在前期规划设计阶段没有考虑清楚天然气分布式能源在整个能源系统中的定位与价值，而在建筑空间布局上没有预留实施条件，导致天然气分布式能源项目无法顺利落地。

3.4 缺乏核心技术的

天然气分布式能源开发过程中燃汽轮机的核心技术，中国还存在着相对落后的局面，中国大部分的燃汽轮机都是依赖进口。在这样的情况下，无论是核心技术、配件、维修、服务都受到国外严重地制约，尤其是在大环境影响下，受到疫情的影响，一旦相关的技术出现问题。

无法得到及时有效的解决，会造成长时间的停机，只能被动地依靠外方人员进行维修，整个天然气分布式能源的建设维护带来巨大的影响，导致成本居高不下，如果疫情影响或者其他因素会直接造成能源安全受到限制，直接阻碍分布式能源发展。中国围绕着燃汽轮机的创新发展给予了高度重视，也开发了相关的示范项目，力争实现燃汽轮机关键技术的国产化，这样才能摆脱依赖进口的被动局面。

4 “双碳”目标下我国天然气分布式能源发展机遇与建议

4.1 政策支持有利于天然气分布式能源发展

一系列国家和地方行政机构陆续发布的法规与策略正强有力地驱动着天然气分散式能源的迅猛崛起。在《中国国民经济和社会发展第十五个五年规划及 2035 年远景目标大纲》中，明确强调了“实施能源转型，构建绿色、低碳且效能卓越的能源框架，增强能源供应保障的稳定性”，以及“推动化石能源，如煤炭，

实现绿色高效利用”。

观察各地对天然气发电的扶持政策，主要呈现出两大导向：

首先，通过直接财政支持来激励项目实施，如上海、青岛、长沙等地均给予了项目具体的经济补助额度。

其次，各地如重庆采取了更为细致的措施，通过《重庆市发改委关于天然气发电上网电价管理的通告》来规范，鼓励天然气发电设施参与电力市场运作，并允许其机组参与电力交易，电价制定不再是单一的政府决定，而是市场机制的一部分。

4.2 发展天然气分布式能源有利于协助能源调峰

在国家层面的发展战略中，《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》及后续的《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二零三五年远景目标纲要》均强调了加速能源结构的转型，特别侧重于提升天然气的使用比重。然而，这一进程伴随着天然气需求的显著增长，必然带来供气峰谷现象。

为了平滑这种供需波动，迫切需要推动天然气分布式能源等灵活应用天然气的项目的发展。这些分布式能源不仅具备调峰能力，还能辅助电力系统的稳定。尽管风能和太阳能等可再生能源在全球范围内发展迅猛，它们的间歇性和波动性使得电网调峰成为必要。国内部分地区，如水资源匮乏但天然气丰富的西部地带，传统的抽水蓄能方式并不适用，无法满足高需求时段的电力供应。

因此，在这些特定区域，天然气分布式能源项目的实施不仅有助于能源结构的多元化，还能有效填补能源供应的缺口，实现更加稳定和可持续的能源利用。

4.3 碳配额收益增加有利于提高天然气分布式能源经济性

碳排放权交易，作为应对气候变化的关键策略，其核心在于将温室气体排放权视为可交易的商品，以驱动实现“双碳”愿景的进程。自2011年起，中国政府依据国家发改委的指导，逐步在包括北京、天津等在内的多个省份实施碳交易试点，如湖北、广东等地。据数据显示，至2020年，八个试点区域的总交易量达到了惊人的5,885.07万吨，平均每日交易量为35.67万吨，平均交易价为每吨32.32元。这一年的7月16日，全国范围的碳市场正式启动，首个执行周期内的碳排放配额交易总量高达17,900万吨，交易总

额更是达到了766.1亿元人民币。

到了2022年底，我国碳交易累计量已膨胀至约23,000万吨，交易总额逼近1040亿元，最高价为每吨61.60元，最低价则是50.54元，相较于前一年，显示出显著的增长态势。然而，对比欧洲联盟，其碳交易市场的平均价格已突破每吨50欧元的大关，这表明我国的碳价格相对较低，这主要源于我们的国情及市场发展阶段。

4.4 技术发展更新有利于降低天然气分布式能源成本

在传统的天然气分布式能源部署中，主流的发电装置包括燃气轮机和燃油发电机，其发电效能受制于设备规格及品质，一般徘徊在15%至45%的范围内，每立方米天然气仅能转化为3到5千瓦时的电力。然而，新兴科技正致力于提升这一效率，以优化项目的经济效益。

例如，如若将固体氧化物燃料电池(SOFC)技术融入此类项目，其发电效率可达45%至68%，这意味着单立方米天然气潜在的电产能提升至6千瓦时。SOFC的独特之处在于它通过电化学反应产生电力，无需机械运作或产生振动，因此噪音低，安装位置灵活，无论是商业区、休闲空间、居民区还是屋顶，都具备良好的适用性。值得指出的是，SOFC的技术已经进入初级的商业化阶段。

5 结论

面对“双碳”战略的迫切推进，传统能源体系与应用方式显然已显得力不从心。为了抵消潜在的负面效应，现实路径的核心在于强化可再生能源的接纳，推动多维度的增长模式转型。展望未来新能源领域，应当强调风能与太阳能的同步发展，既要确保这些清洁能源能满足社会日常生活的实际能源需求，同时也要确保能源效益的最大化。我们需要在风力发电、水力发电、储能技术以及光伏等多元能源形式之间寻找最佳平衡，构建出相互补充、协同互动的新格局。

参考文献：

- [1] 李彪铭,孔令令.“双碳”背景下分布式能源发展前景[J].产业创新研究,2022(9):8-10.
- [2] 李雅芳.双碳背景下分布式能源发展前景[J].海峡科学,2021(8):32-34.
- [3] 李立新,周宇昊,郑文广.能源转型背景下分布式能源技术发展前景[J].发电技术,2021,41(6):571-577.
- [4] 李琼慧,叶小宁,胡静,等.分布式能源规模化发展前景及关键问题[J].分布式能源,2021,5(2):1-7.