

转向总量控制为主，其对“十五五”期间我国能源转型的影响将更为复杂多变。

二、未来我国能源转型与低碳发展的主要方向

在上述“5个半圈层”的复杂国内外大环境影响下，我国未来能源转型和低碳发展存在着若干确定性与不确定性。

能够确定的是高比例（近）零排放能源为主的转型发展方向，未来将以高温气冷堆、快堆等新一代核能技术为主，核聚变能否在碳中和目标年之前实现商业化仍存在诸多未知数。与之配套的将是风电、光伏等可再生技术大规模应用，特别是以过氧化物光伏和钙钛矿为主的第三代光伏技术在2030年前后将进入商业化发展阶段，届时不仅我国能源结构将迎来新一轮巨变，新型储能、煤电调峰等配套产业也将面临新的发展机遇与挑战。

在第三代光伏技术市场化的基础上，结合碱性电解水（AEM）、管道输氢等技术的商业化可能，氢这一新型液体燃料的使用成本也将迎来新的发展机遇，与传统的燃料乙醇等生物质液体燃料相比是否具有市场竞争力，将基本决定其未来市场前景，也将决定我国未来能源结构及液体燃料发展方向。

车网互动同样是一个重要方向，随着新能源汽车技术的进步，汽车作为智能终端和储能单元的作用将日益凸显，充电后的行驶里程也将由目前的三四百公里增长至1千公里左右，95%以上的电池容量将成为储能与车网互动的重要资源，随着我国相关试点示范项目的进行，未来将发挥越来越重要的作用。特别是在第三代光伏技术市场化后，家庭与企业都将成为重要的车网互动场所，储能与煤电调峰的压力也将大大减轻。

智能社会对产业发展的要求是生产的柔性化和灵活化，个性化生产与定制也是重要方向之一。而生产的柔性化和灵活化也正是新一代光伏

技术发展对负荷侧的更大要求，更加注重在数字化智能化基础上的“荷随源动”，并采取各种政策加以推动，特别是新技术新工艺的柔性化和灵活化发展，将成为我国负荷侧应对能源转型与低碳发展的重要举措。

另一个重要问题是：2030年前我国实现碳达峰后，省市两级与重点高耗能行业碳排放总量控制与考核。地方与企业在制定“十五五”规划时必须充分考虑这一重大转变的潜在影响与冲击，否则将会严重影响“十五五”规划的质量与可行性。

此外，绿色供应链的发展也是一个重要方向，产业链下游企业对中上游配套产品的碳减排将逐步有所要求，不仅有绿电直供、PPA等不同程度要求，而且对第三方核查认证机构也有不同要求，因此，我国在能源转型与低碳发展进程中，必须对此予以高度重视，特别是在电网改革发展中，要以支持经济和产业发展为第一要务，加快绿电直供等试点示范，为未来转型发展提供必要的支撑。^[1]

作者简介：崔成，民革中央人口资源环境委员会委员，国家发改委能源研究所研究员。

（编辑：蒋天玲）