

# 双碳背景下能源结构现状与火电发展前景

张昊\*, 罗勇#

国家能源集团宁夏电力公司, 国能宁夏鸳鸯湖第一发电有限公司, 宁夏 银川

收稿日期: 2026年1月2日; 录用日期: 2026年1月26日; 发布日期: 2026年2月2日

---

## 摘要

2020年“双碳目标”目标: 力争于2030年前达到碳排放峰值, 并努力争取在2060年前实现碳中和的提出, 让中国能源结构发生了历史性的变革。本文结合当前太阳能发电、风力发电及火力发电等三种主要的发电技术现状、发展特点及存在的问题, 系统性分析了现行政策下的能源结构变化趋势。研究表明, 截至2024年底, 全国发电装机容量达3348.62 GW, 其中太阳能、风能等新能源装机容量迅速增长, 太阳能发电新增装机容量278 GW, 同比增加28.18%, 占到全国新增总装机容量的82.6%。本文详细介绍了关于太阳能发电、陆上风电与海上风电的技术发展。同时, 针对新能源发电存在的前期投资成本高、装机地域限制大、不能稳定持续电力供应等问题深入分析探讨。并在此基础上, 重点论述了火力发电在新能源时代的战略地位, 从电力供应的主力军转变为能源保障压舱石, 从单一发电企业发展为综合能源供应商; 充分激发火力发电长流程技术路线潜力, 积极开发各个流程环节工业副产品, 结合周围企业工业需求, 打造属于自己的“十供五回”综合能源服务模式, 为“双碳”目标下的火电行业的可持续发展提供了参考。

## 关键词

能源结构, 太阳能发电, 风力发电, 火力发电, 综合能源服务

---

# Current Status of Energy Structure and Development Prospects of Thermal Power under the Dual Carbon Goals

Hao Zhang\*, Yong Luo<sup>#</sup>

CHN Energy Ningxia Yuanyanghu No. 1 Power Generation Co., Ltd., State Energy Group Ningxia Electric Power Co., Ltd., Yinchuan Ningxia

Received: January 2, 2026; accepted: January 26, 2026; published: February 2, 2026

\*第一作者。

<sup>#</sup>通讯作者。

## Abstract

The proposal of China's dual-carbon goals in 2020—peaking carbon emissions by 2030 and achieving carbon neutrality by 2060—has initiated a historic transformation in the nation's energy structure. This paper systematically analyzes trends in energy structure evolution under current policies, integrating the status quo, developmental characteristics, and existing challenges of three primary power generation technologies: solar, wind, and thermal power. Research indicates that, by the end of 2024, the total installed power generation capacity nationwide reached 3348.62 GW. Within this, the installed capacity of new energy sources, such as solar and wind power, exhibited rapid growth. Specifically, newly added solar power capacity amounted to 278 GW, a year-on-year increase of 28.18%, accounting for 82.6% of the total newly installed capacity nationwide. This study elaborates on technological advancements in solar power generation, onshore wind power, and offshore wind power. It also provides an in-depth analysis of issues associated with new energy power generation, including high initial investment costs, significant geographical constraints on installation, and the challenges in ensuring stable and continuous electricity supply. On this basis, the paper emphasizes the strategic role of thermal power in the new energy era, highlighting its evolution from a primary power supplier to a cornerstone of energy security, and the transformation of thermal power enterprises from singular electricity producers into comprehensive energy providers. By fully leveraging the potential of the long-process technological pathway inherent in thermal power, actively developing industrial by-products at various stages of the process, and integrating with the industrial demands of surrounding enterprises, the industry can establish its own “Ten Supplies and Five Recycles” comprehensive energy service model. This offers a valuable reference for the sustainable development of the thermal power sector under the dual-carbon objectives.

## Keywords

**Energy Structure, Solar Power Generation, Wind Power Generation, Thermal Power Generation, Integrated Energy Service**

---

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

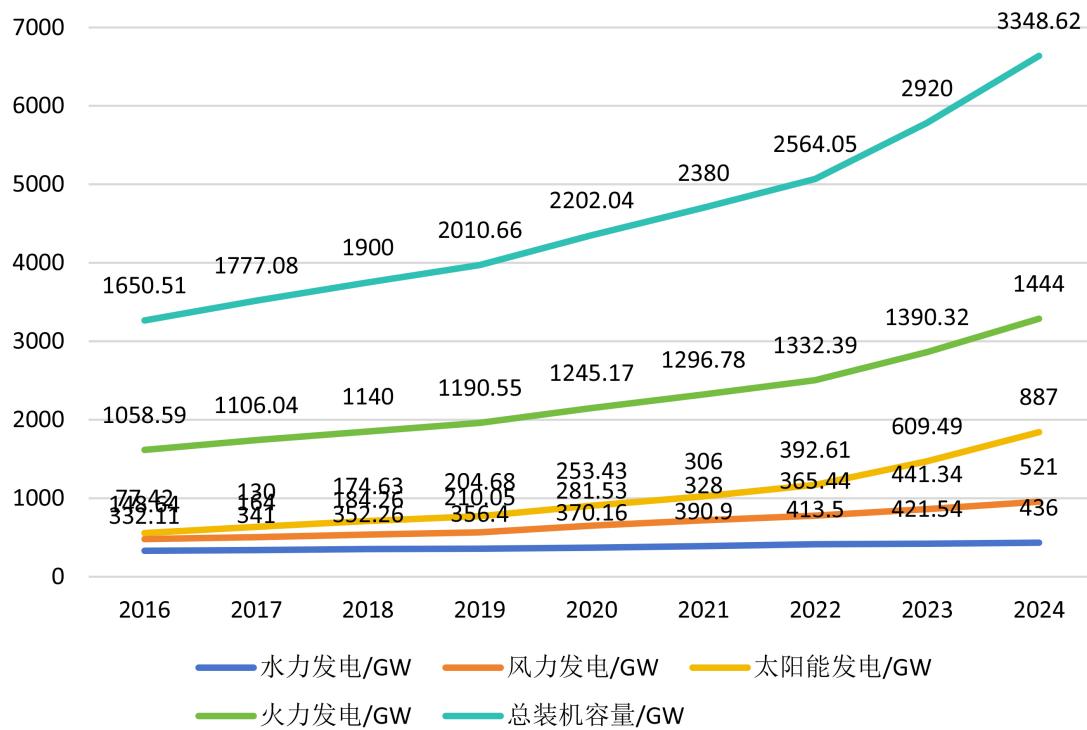


Open Access

## 1. 引言

随着 2020 年“双碳”目标的提出，对我国能源行业带来了新的发展机遇与挑战，以可再生能源为主体的绿色、低碳、清洁能源体系建设逐渐成为中国能源建设体系的首选。在能源消费清洁低碳化的进程中，电力占据着能源体系的主导地位，如图 1 所示，截至 2024 年底，全国全口径发电装机容量 3348.62 GW，同比增长 14.68%；其中，水力发电装机容量为 436 GW，同比增加 3.43%；并网的风力发电容量为 521 GW，同比增长 18.05%；并网的太阳能发电装机容量为 887 GW，同比增长 45.53%；火力发电的装机容量为 1440 GW，同比增长 3.86% [1]。

如表 1 所示，2024 年全国新增发电机组装机容量为 433 GW；其中：火力发电为 54.13 GW，同比下降 6.56%；水力发电 13.78 GW，同比增加 71.39%；同时已经并网的风力发电装机 79.82 GW，同比增长 6.91%；太阳能发电装机 278 GW，同比增加 28.18%，占到全国新增总装机容量的 82.6% [1]。以上的这些数据告诉我们，非化石类、绿色、清洁能源正在成为新增主体，中国新能源仍将保持高速发展态势。

**Figure 1.** National installed capacity**图 1. 全国装机容量****Table 1.** Newly added national installed capacity**表 1. 全国新增装机容量**

| 年份   | 水力发电/GW | 风力发电/GW | 太阳能发电/GW | 火力发电/GW | 总装机容量/GW |
|------|---------|---------|----------|---------|----------|
| 2020 | 13.23   | 71.67   | 48.2     | 56.37   | 190.87   |
| 2021 | 23.49   | 47.57   | 54.88    | 46.28   | 176.29   |
| 2022 | 23.87   | 37.63   | 87.41    | 44.71   | 202.98   |
| 2023 | 8.04    | 74.66   | 216.88   | 57.93   | 256.73   |
| 2024 | 13.78   | 79.82   | 278.00   | 54.13   | 433      |

从能源供应的角度看, 能源低碳转型就意味着清洁能源的供给要不断提升, 来逐步改变以煤电为主的供给结构。但气候的不断变化, 特别是现在极端气候的频繁发生, 对于新能源发电有着极大的影响, 因此如何保证极端天气下安全稳定的电力供应是当下需要面对解决的技术难题, 而煤炭发电的优势就是稳定安全, 这为新能源发电消纳的灵活性提供了保障。本文从现在能源电力供应趋势出发, 梳理分析新能源发电现状及关键技术, 结合笔者所在能源企业, 寻找探索火电发展新道路。

## 2. 太阳能发电现状

太阳能发电主要分为光伏发电与光热发电两大技术路径, 同时在“双碳”目标的推动下, 太阳能发电装机规模快速扩张。2024年全国太阳能发电装机容量达887GW, 同比增长45.53%; 其中新增装机278GW, 占全国新增总装机的82.6%。虽然在各种因素的作用下, 太阳能发电规模不断扩张, 但在其技术应用在现实中仍面临多重瓶颈。

## 2.1. 光伏发电技术

光伏发电基本原理是基于光电效应来实现能量转换，主流技术包括晶体硅光伏发电、薄膜光伏发电、聚光光伏发电三类，其核心系统都是由光伏组件、逆变器、控制器等构成[2]。从光伏发电效率方面来讲，目前主流晶硅电池达 20%~25%，但受温度、光谱和角度影响，实际系统效率通常为 15%~20%，但通过多结电池技术可进一步提升至 30% 以上[2]；而以“薄、轻、柔性”为特色的薄膜光伏技术中商业化最成熟的碲化镉薄膜效率约 18%~22%，铜铟镓硒薄膜约 17%~21%，而非晶硅薄膜仅 6%~10%，整体效率上限低于单晶硅电池；聚光技术通过光学器件汇聚阳光，其商业化系统效率一般在 30%~35%，实验室效率可突破 40%，远高于传统晶体硅电池和薄膜电池。

## 2.2. 光热发电技术

光热发电是通过“太阳能 – 热能 – 电能”的热力循环来实现发电，典型系统包含集热器、蒸汽发生器、热电转换三大分系统[3]。按聚光形式分为塔式、槽式、线性菲涅尔式、碟式四类，其中商业化主流为塔式(熔盐传热)与槽式(导热油传热)技术[4]。塔式系统依赖定日镜聚光与熔盐储热循环，发电效率一般在 15%~25% (先进项目突破 28%)，通常适用于大型能源基地及多能互补电站[5]；而槽式系统则是采用抛物线反射镜与单轴跟踪的集热方式，集热温度在 300°C~400°C，效率则为 12%~18% 略低于塔式系统，但与塔式系统不同的是其具备模块化、可靠性高的优势。

## 2.3. 太阳能发电技术的缺点

### 2.3.1. 技术、成本过高

在太阳能发电领域，无论是聚光光伏、光热发电还是传统光伏技术，均存在显著的成本与投资类缺点。从初始投资来看，聚光光伏因需配备高精度跟踪与散热系统，塔式光热因要建设高塔及大规模定日镜阵列，二者初期设备与建设成本极高；即便技术成熟的槽式光热，其反射镜与吸热管阵列的规模化投入也高于常规光伏。在制造与耗材成本方面，晶体硅光伏中，单晶硅棒生长能耗和材料损耗大，多晶硅则因纯度要求推高原料成本；聚光光伏依赖昂贵的砷化镓等 III~V 族化合物电池，薄膜光伏的铜铟镓硒薄膜太阳能电池技术不仅耗材成本高，良率控制还会增加隐性成本。而运维成本同样居高不下，塔式光热的定日镜数量达数千至上万面，校准与检修工作量大，高温熔盐输送也需专业维护；槽式光热需定期检查反射镜清洁度与吸热管密封性，导热油的保温与更换进一步增加了运维开支。

### 2.3.2. 地域限制太大

太阳能发电对光资源，气象条件有着严苛的要求：一是光照强度与光照稳定性：光伏发电需要年有效光照小时达到 1000 h 以上，同时还要满足光伏板的发电阈值(通常  $\geq 200 \text{ W/m}^2$ )，而光热发电技术则要求更高，通常要求日照小时数超过 2000 h；二是天气整体稳定，不管是光伏发电还是光热发电，在阴天或者夜间均会导致发电效率显著下降，需要储能系统以支持发电；三是要求设备布置区域日照充沛且气候干燥、昼夜温差大有利于储能，在我国的西北地区、高海拔地区可以满足上述要求，是理想选址区域，在此区域内太阳辐射量一般大于 5400 MJ/m<sup>2</sup>；

### 2.3.3. 技术要求高，电力供应不稳定

对于光伏发电来说由于太阳能间歇性特点导致其电力供应不稳定，现在的主要解决办法就是大力发展战略储能技术，但储能技术存在着电池成本高，寿命短，能量密度低，无法高校长时间储能；同时光伏发电技术理论效率上限为 33.7% (Shockley-Queisser 极限)，实际的发电效率一般在 15%~20% 左右，两者差距巨大；而光热发电则是部分设备由于其工况要求严苛，技术参数要求高，需要依赖进口，同时光热发电的系统集成难度较大，国内缺少大型光热项目系统集成技术。

### 3. 风力发电现状

风力发电是利用风能驱动风力机的叶片旋转，将风的动能转化为机械能，再通过发电机将机械能转换为电能一种发电方式。风力发电系统通常包括风轮(叶片和轮毂)、传动系统(齿轮箱)、发电机和控制系统。现代风力发电机多采用永磁同步发电机或双馈感应发电机，结合变速控制技术以适应不同风速，提高发电效率和系统稳定性。变速运行可以使风机在不同风速下保持最佳转速，最大化能量捕获，同时通过切入风速和切出风速保护设备安全。

#### 3.1. 陆上风力发电技术

近年来全球风电行业快速发展，陆上风电凭借开发门槛低、技术成熟、产业链完善、投资成本相对较低的优势成为行业主流，装机容量持续高位增长：截至 2024 年底，全球风能累计装机 1136 GW，中国达 521 GW (陆上风电 480 GW)；2024 年全球新增风电 117 GW (陆上 109 GW)，中国新增 79.82 GW (陆上 75.79 GW)，稳居全球首位[6]。当前陆上风电发展逐渐向长叶轮、大兆瓦、高效率演进，单机容量达 5~7 MW，甚至一些优质风资源区可达 10 MW 级别，叶轮直径扩展至 200~230 m。多年的高速发展使得陆上风电已形成完整协同体系，构网型机组技术提升以加强并网稳定性，智慧化应用减少运维成本，且已形成覆盖设备制造、建设、运维全环节的完整协同产业链，关键零部件供应充足，为发展提供坚实保障[7]。

#### 3.2. 海上风力发电技术

全球海上风电呈现“由小及大、由近及远、由浅入深”的发展趋势，在大规模技术与关键设备领域进步显著，风电机组已进入 10 GW 时代，远海深海趋势明显[8]。我国凭借丰富的海上风力资源(海岸线 200 km 范围内开发潜力约 2250 GW)，自 2007 年示范项目成功后，相关海上风电技术与设备制造持续升级，已成为全球最大的海上风电市场[9]。现阶段国内风电发展与规划主要还是以近海、单桩及导管架项目为主，2025 年新增吊装机型单机容量集中在 16~20 GW，最大可达 26 GW，高功率大叶片风机的应用可以有效降低海上风电的单位成本，以进一步降低投资建设成本[10]。

#### 3.3. 风力发电技术的缺点

风力发电作为一种重要的可再生能源，虽然具有清洁、无碳排放等优点，但其在环境、经济和社会等方面存在系统性的缺点和挑战，具体可从以下几个方面系统阐述：

##### 3.3.1. 间歇性和不稳定性

风力发电的动力来源是人为不可轻易改变的风，这也就意味着风速、风量的大小变化将会导致发电输出具有比较大的波动与不确定，从而导致难以稳定供电。同时，这种自然的波动性将会对电网的同步稳定性造成影响，特别是大量不稳定的风电接入电网系统，一旦电力输出波动将会引起电网系统的频率和电压的巨大震荡，严重的甚至会对整个电网系统造成不可限量的打击，为解决此问题，风力发电会配备相应的储能系统以做调峰电源，但它的有限性将会进一步限制风电的发展，同时不仅增加了系统的复杂性，还增加了其建造成本。

##### 3.3.2. 环境影响

风力发电装置的安装一般情况下是在人员稀少，自然环境相对严峻的地方，尽管不会直接排放污染物，但在其建设与运营过程中仍然会对当地生态造成一定影响。主要包括：风机的建设对鸟类、地下生物等动物增加了其生存的风险，鸟类频繁撞击，破坏地下生物生活范围，可能会降低当地的生物多样性。

风机运行时产生的机械与气动噪音，会影响周围居民生活质量。风电场可能改变局部风场和微气候条件，影响土壤湿度和温度。

### 3.3.3. 经济成本和投资回报

风力发电项目在初期的建设成本很高，尤其是在环境极其恶劣的海上，其基础建设与设备安装将会花费大量的人力物力；在陆地风力发电涉及大量土地，这就牵扯到征地所带来的一系列问题：可能会与农业，保护区等用地范围产生冲突，增加社会经济成本。同时在整个风力发电设备生产过程中将会涉及制造、运输、安装、报废等一系列工作流程，在这期间所产生的碳排放，费用等也是一笔不小的花费。

## 4. 火力发电现状与发展前景

### 4.1. 火力发电现状

如表 2 所示，分析对比 2016 年~2024 年的火电机组平均利用小时数据可知：从 2016 年起至 2018 年火电利用小时数逐年增长，经过 2019 年小幅度回落至 4293 小时后，2020 年一年时间没有发生变化；2020 年是一个很重要的节点，由于“双碳”目标的提出：2030 年前实现碳达峰，极大地激励了电力需求使得 2021 年火电机组利用小时数达到了历史最高点 4586 小时。同时也是因为“双碳”目标的提出不仅激发了电力需求，更多的是促进了新能源发电的快速增长，2022 年之后，受到新能源发电的大量装机，火电机组利用小时数整体降低；火力发电的主体作用也在这期间发生了战略性的变化[11]。

**Table 2.** Average utilization hours of thermal power generation (2016~2024)

**表 2.** 2016~2024 年火力发电平均利用小时数

| 年份     | 火电平均利用小时数 | 同比变化    |
|--------|-----------|---------|
| 2016 年 | 4165 小时   | -199 小时 |
| 2017 年 | 4209 小时   | +44 小时  |
| 2018 年 | 4361 小时   | +152 小时 |
| 2019 年 | 4293 小时   | -68 小时  |
| 2020 年 | 4293 小时   | 持平      |
| 2021 年 | 4586 小时   | +293 小时 |
| 2022 年 | 4379 小时   | -207 小时 |
| 2023 年 | 4476 小时   | +97 小时  |
| 2024 年 | 4400 小时   | -76 小时  |

火电利用小时数下降的深层原因主要源于三方面驱动因素。一是因为新能源的挤占效应，2024 年水风光累计装机达 1844 GW 已超过煤电的 1444 GW，绿色能源发电政策逐步将火力发电从之前的发电主力军转向替补军；二是因为电力供需结构发生了变化，电力需求的增速变缓，进一步挤压火力发电的生存空间；最后则是因为在“双碳”目标的大背景下，能源转型已成为势不可挡的时代趋势，新能源发电将会逐步走向时代中心，从 2024 年火电新增装机容量为 54.13 GW，同比下降 6.56% 的数据中即可看出。

### 4.2. “双碳”背景下火力发电优劣势

#### 4.2.1. 火力发电优势

火力发电作为全球电力体系的传统支柱，其核心优势植根于逾百年的技术积淀与工程实践。技术成

熟度极高，从设备制造到运营维护均已形成标准化体系，使得火电机组能够实现全天候、高负荷的稳定运行，不受昼夜、季节或天气波动的影响，这是许多可再生能源难以比拟的可靠性基础。尤为关键的是其强大的调峰能力与电网支撑作用：火电可以灵活、快速地响应电网负荷变化，在几分钟到数小时内完成出力调节，从而有效平衡风电、光伏等间歇性电源的波动，成为维护电网频率和电压稳定的“压舱石”[12]。

从经济性角度看，火电在燃料供应稳定的地区依然具备显著竞争力。其建设周期通常为2~4年，单位千瓦的初始投资低于核电、大型水电及部分海上风电项目。尽管燃料成本受市场影响，但成熟的全球煤炭和天然气贸易体系以及丰富的国内资源，有助于控制长期发电成本，从而提供相对低廉稳定的电价。此外，火电的选址灵活性构成了另一大优势。电厂可依据能源战略，就近布局在煤炭产区、港口交通枢纽或用电负荷中心附近，大幅减少远程输电损耗。在此基础上发展的热电联产模式，更能将发电后的余热用于工业蒸汽或城市供暖，使能源综合利用率提升至60%以上，实现了能源的梯级高效利用[13]。

对于化石燃料资源丰富的国家而言，火力发电还具有重要的能源安全战略价值。通过建立常态化的燃料储备，可在国际能源市场波动或极端天气导致可再生能源出力不足时，保障国内电力的自主可控供应，维护社会经济运行的稳定。

#### 4.2.2. 火力发电劣势

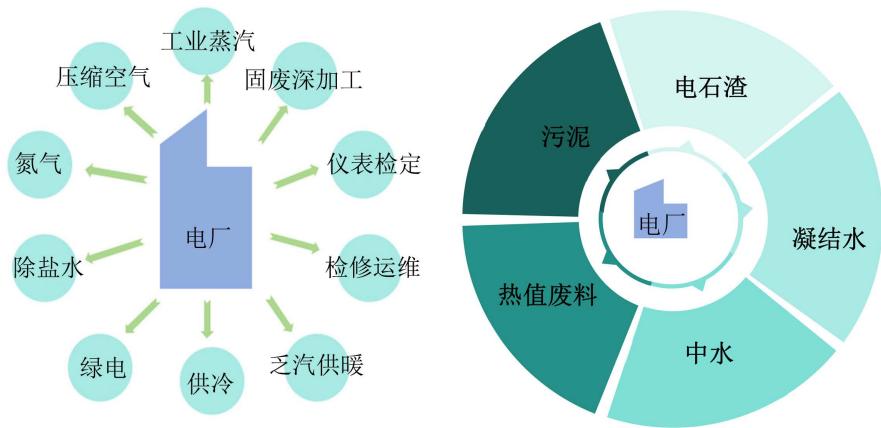
火力发电作为传统发电方式，在如今的“双碳”背景下，存在着碳排放大和环保压力大这两重压力。相对于其它发电方式来说，火力发电在燃烧煤炭等化石能源时不仅会产生大量的热能，而且还会伴随大量的二氧化碳释放；热能会接着转化为电能随着电网的流通进入千家万户，而二氧化碳则是直接排入了大气，这与现行的“双碳目标”背道而驰。另一方面，环保压力则是因为在煤炭燃烧提供热量的同时不仅产生了二氧化碳，还会因为煤炭中杂质等其他元素在高温下反应产生氮氧化物、硫氧化物等有害气体，这些气体的产生对环境有着极其严重的污染，同时也会间接的危害人们的身体健康。

### 4.3. “双碳”背景下火力发电前景

#### 4.3.1. 结合自身区域特性，积极探索转型升级新路径

“双碳”目标的提出，极大地促进了新能源的再次高速发展，在此背景下的火力发电厂，作为之前电力供应的主力军顺应时代发展需要，积极探索发展新道路。如图2所示，以笔者所在火电企业为代表，结合自身所处环境，积极发展区域能源互联新模式。在“双碳”战略目标下，公司着力建设成为“资源节约型、环境友好型、价值创造型”综合能源供应商，以“企业需要什么，我们就开发什么”的服务理念，向周围企业提供一企一策“定制化”服务，逐步形成了工业蒸汽、压缩空气、氮气、除盐水、供冷、绿电应用、乏汽供暖、检修运维、仪器仪表检定、固废深加工利用“十联供”，凝结水、电石渣、中水、热值废料、污泥“五回用”的能源高效循环利用模式。这种“火电+”战略不仅提高了综合能效，降低了运营成本，还为工业园区提供了定制化的能源解决方案，增强了火电企业的市场竞争力和可持续发展能力。

如表3所示为笔者所在公司十供五回体系中外供蒸汽量。从表中可以看出全厂单日向外供应蒸汽量可达10万t，10万t蒸汽可以提供其百倍的经济价值，远超单纯发电所带来的收益。同时从表中可以直观的看到全年累计蒸汽量更是达到了280万t，所能带来的经济效益可想而知；且热量与售汽量的增长比例基本匹配，反映出企业外供蒸汽的品质基本保持稳定，生产工艺与能源转换环节的标准化程度较高，能够持续为下游企业提供符合质量要求的蒸汽能源。上述外供蒸汽量是笔者所在园区内32家用汽单位共同的努力，从用汽单位的数量上也可以反映出十供五回体系所带来的不只是自身利益的发展，同时也是整个工业园区共同的便利。



**Figure 2.** Enterprise's "Ten-Supply and Five-Return" system  
**图 2.** 企业“十供五回”体系

**Table 3.** Steam supply volume  
**表 3.** 蒸汽供应量

| 外供蒸汽统计 | 售汽量(t)     | 热量(GJ)     | 热电比(%) |
|--------|------------|------------|--------|
| 全厂日供汽  | 10056.81   | 23983.90   | 13.52  |
| 全厂月累计  | 312729.82  | 899510.54  | 21.09  |
| 全厂年累计  | 2819021.56 | 8258621.76 | 18.10  |

如表 4 所示为十供五回体系中外供工业用水供应量, 从外供水量的结构分布来看, 生水供应牢牢占据着主导地位, 年累计可达 700 万 t, 这表明生水是企业对外供水的核心产品, 承担着为周边企业提供基础生产用水的核心角色, 同时这表明了其下游合作厂商的生产环节对原生水资源的基础需求极高; 紧随其后的就是中水供应量, 年累计可达 80 万 t, 虽远低于生水, 但显著高于除盐水, 体现出企业已将处理后的再生水作为对外供水的重要补充, 既满足了下游厂商对低水质用水(如冷却、冲洗等环节)的需求, 也实现了水资源的循环商品化, 是工业水资源梯级利用的典型体现; 而作为特殊用水的除盐水其全年供应量仅为 9 万 t, 不过这是因为除盐水作为提纯处理后的特殊用水一般仅能满足高端制造、化工等对水质要求极高的工艺环节, 其使用场景的专业性决定了外供规模的有限。

**Table 4.** Industrial water supply volume  
**表 4.** 工业水供应量

| 水量统计    | 当日量(t) | 月累计(t)  | 年累计(t)    |
|---------|--------|---------|-----------|
| 生水供应量   | 19,735 | 631,156 | 7,185,619 |
| 中水供应量   | 625    | 43,192  | 814,793   |
| 除盐水外供水量 | 343    | 9321    | 99,082    |
| 冷凝水回用水量 | 868    | 25,402  | 159,688   |

各种资源的外供均践行了资源梯级利用的原则。蒸汽外供依托的热电联产模式, 实现了热能与电能的高效转换, 相较于分散式能源生产大幅提升能源利用效率; 工业水外供中水、冷凝水的规模化输送, 推动了水资源的跨企业循环利用, 减少了区域新鲜水消耗与废水排放。二者均积极响应国家节能减排、

水资源节约的政策导向，企业既能享受税收优惠、补贴等政策红利，又能塑造绿色生产的企业形象，实现环境效益与经济效益的双赢。同时，当前生水在工业水外供中的主导地位、蒸汽热电比的提升空间，也为后续资源利用技术升级与产业生态优化指明了方向，推动区域工业向更高效、更绿色的模式转型。

#### 4.3.2. 大力发展节能减排新技术

随着现在火力发电厂脱硫、脱硝、电除尘技术的改革更新，现已实现了火电厂污染物的超低排放标准。石灰石-石膏湿法脱硫技术不仅可以将脱硫效率保持在超 95% 的范围，同时其副产品石膏的产生将会进一步提高火力发电厂的经济指数[14]。同时，随着科技的不断发展碳捕集、利用与封存成为了可能，CCUS 技术一度成为火力发电厂实现“碳中和”的核心技术路径之一[15]。在“双碳”目标的背景下，火力发电厂正在通过科技创新与产业模式创新，来适应当下整个能源结构转变所带来的巨大变化，探索以新能源为主要发展背景下火电的求生之路。

### 5. 结论

本文通过对“双碳”背景下能源结构现状与火电发展前景的系统研究，得出以下主要结论：

一是能源发展新时代已经到来，新能源在逐步成为电力供应的中坚力量，装机主体，从 2024 年装机容量数据显示，水风光等清洁能源累计装机容量已达 1844 GW，远超煤电 1444 GW 的装机容量。但同时新能源发电技术同样存在着不可忽视的缺陷：太阳能发电由于会涉及大规模、高精度设备导致建设、运维成本较高，同时对地域自然条件有着严格的要求，光伏发电需要有效光照时数达 1000 h 以上，光热发电则要求在 2000 h 以上；风光发电两者均会因为自然条件变换而导致电力供应不稳定，需要配套储能系统，但现阶段的储能技术还未能达到成熟，难以实现高效长时间储能。

二是在现行“双碳”目标的影响下，新能源发电大力发展，从而导致火力发电从发电主力军转向了能源压舱石，战略地位、社会责任更加沉重。各火力发电企业用自身行动诠释创新精神，结合区域特性探索新模式，向周边企业提供工业蒸汽、压缩空气、氮气、除盐水、供冷、绿电、乏汽供暖等定制化服务，形成能源高效循环利用体系，提升综合能效和市场竞争力；同时大力研发节能减排新技术，通过脱硫、脱硝、电除尘技术改造实现超低排放，脱硫效率保持在 95% 以上；积极布局碳捕集、利用与封存技术，为火电实现“碳中和”探索核心技术路径。

### 参考文献

- [1] 中国电力企业联合会. 电力行业数据空间: 《中国电力行业年度发展报告 2025》[EB/OL]. <https://fw.cec.org.cn/mall/>, 2025-08-23.
- [2] 宝玉. 太阳能发电现状及发展策略探析[J]. 数字传媒研究, 2025, 42(2): 34-36.
- [3] 吴琴. 光热发电发展前景及问题对策研究[J]. 甘肃科技, 2025, 41(8): 83-86+91.
- [4] 常非凡. 我国光热发电产业发展特征、瓶颈及政策建议[J]. 中国能源, 2022, 44(5): 29-32+77.
- [5] 李广, 付一川, 余海存, 等. 光热发电储能熔盐研究进展[J]. 材料导报, 2025, 39(4): 10-19.
- [6] 电力工业网. 能源: 2024 年可再生能源并网运行情况[EB/OL]. <https://www.chinapower.org.cn/index.php/detail/441455.html>, 2025-02-26.
- [7] 杨翠兰. 陆上风电项目投资分析[J]. 水电与新能源, 2025, 39(5): 19-22.
- [8] 秦海岩. 我国海上风电发展回顾与展望[J]. 海洋经济, 2022(2): 50-58.
- [9] 曾桉, 王溥, 朱童. 海上风电与光伏发展现状、趋势与未来策略研究[J]. 科技促进发展, 2024, 20(Z1): 750-760.
- [10] 全球海上风电报告[EB/OL]. <https://www.gwec.net/reports/globaloffshorewindreport>, 2025-04-20.
- [11] 中电联发布《2023-2024 年度全国电力供需形势分析预测报告》[J]. 中国电力企业管理, 2024(6): 6-7.
- [12] 潘文富, 李逸璇. “双碳”背景下重污染企业环境绩效评价——以 20 家火力发电企业测试分析[J]. 工业技术经济,

- 2023, 42(6): 115-123.
- [13] 方力. “双碳”目标下火力发电行业转型发展研究[J]. 中国科技投资, 2023(1): 16-18.
  - [14] 张全斌, 周琼芳. 基于“双碳”目标的中国火力发电技术发展路径研究[J]. 发电技术, 2023, 44(2): 143-154.
  - [15] 姚洪亮. 双碳目标下火力发电现状与发展方向分析[J]. 中国战略新兴产业, 2024(18): 108-110.