

我国油气田勘探开发与新能源融合发展的实践及挑战

袁 舒^{1,2}

¹中国石油大学(北京)地球科学学院, 北京

²中国石油大学(北京)中葡气候与能源联合研究院, 北京

收稿日期: 2025年7月1日; 录用日期: 2025年7月23日; 发布日期: 2025年7月30日

摘 要

在“碳达峰、碳中和”战略目标指引下, 传统油气企业向综合能源服务商转型已成为行业发展的必然趋势。本研究系统分析了我国油气田企业可再生资源开发的现状、优势及挑战, 提出相应发展对策。研究发现: 首先, 国家政策体系持续完善, 三大石油公司积极响应, 确立了清晰的减排目标和转型路径, 推动油气与新能源融合发展进入快车道; 其次, 油气田企业凭借资源禀赋优势(可再生资源丰富、消纳能力强)、基础设施优势(管网体系完善)和管理技术优势(资金实力雄厚、管理体系成熟), 为新能源业务发展奠定了坚实基础; 实践表明, 光伏、风电、地热、氢能等新能源项目已实现规模化发展, 多能互补的综合能源供应体系正在形成。然而, 当前仍面临核心技术储备不足、专业人才短缺、管理机制待完善、市场竞争压力大等发展瓶颈。为此, 建议从突破关键核心技术、完善体制机制、深化战略合作、创新人才培养体系四个维度系统推进, 为油气田企业低碳转型提供有力支撑。

关键词

勘探开发, 低碳转型, 新能源, 油气田企业, 碳中和

Practice and Challenges of the Integration of Oil and Gas Field Exploration and Development with New Energy in China

Shu Yuan^{1,2}

¹College of Geosciences, China University of Petroleum, Beijing

²China-Portugal Joint Research Institute of Climate and Energy, China University of Petroleum, Beijing

Received: Jul. 1st, 2025; accepted: Jul. 23rd, 2025; published: Jul. 30th, 2025

Abstract

Guided by the strategic goals of “carbon peaking and carbon neutrality”, the transformation of traditional oil and gas enterprises into integrated energy service providers has become an inevitable trend in the industry’s development. This study systematically analyzes the current status, advantages, and challenges of renewable energy development by China’s oil and gas field enterprises, and proposes corresponding development strategies. The research reveals that: First, the national policy framework is continuously improving, and the three major oil companies have actively responded by setting clear emission reduction targets and transformation roadmaps, propelling the integration of oil, gas, and new energy into a fast development track. Secondly, oil and gas field enterprises possess strong resource endowments (abundant renewable resources and strong consumption capacity), infrastructure advantages (well-developed pipeline networks), and managerial and technical strengths (robust financial capacity and mature management systems), laying a solid foundation for the development of new energy businesses. Thirdly, practical experience shows that renewable energy projects such as solar, wind, geothermal, and hydrogen have achieved large-scale development, and a multi-energy complementary integrated energy supply system is taking shape. However, the industry still faces development bottlenecks, including insufficient reserves of core technologies, a shortage of specialized talent, underdeveloped management mechanisms, and intense market competition. Therefore, it is recommended to systematically promote the low-carbon transformation of oil and gas field enterprises from four dimensions: breakthroughs in key core technologies, improvement of institutional mechanisms, deepening of strategic cooperation, and innovation in talent development systems.

Keywords

Exploration and Development, Low-Carbon Transformation, New Energy, Oil and Gas Field Enterprises, Carbon Neutrality

Copyright © 2025 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

随着覆盖近 200 个国家和地区的《巴黎协定》正式达成，全球就本世纪下半叶温室气体减排目标达成共识，能源转型加速推进[1]。作为传统化石能源代表和主要碳排放源之一，油气行业面临巨大减排压力。国际能源署(IEA)数据显示，2022 年全球能源相关碳排放总量约 368 亿吨[2]，其中油气生产、运输和加工环节贡献约 51 亿吨[3]。为应对气候战略、能源变革及多方压力，国内外大型石油公司纷纷制定碳减排目标与业务转型路线[4] [5]，发展低碳油气与新能源业务已成为其向综合能源企业转型的必然选择。

2020 年以来，国际大型石油公司加速低碳转型，纷纷制定碳减排目标并更新发展战略，通过顶层设计将低碳目标融入组织架构和管理体系。例如，bp 提出“重塑 bp”计划，壳牌推出“赋能转型战略”，部分公司如 bp、Equinor 和 Eni 将新能源业务提升至与油气同等或更高地位，而 ExxonMobil 和 Chevron 则增设新能源管理部门[4]-[7]。多数公司将环保指标纳入高管考核，并设立风险投资机构聚焦可再生能源、移动出行等新兴领域。2023 年五大国际石油公司低碳业务投资达 110 亿美元，较 2021 年增长 53%，远超总投资增幅，凸显低碳业务成为转型核心[8]。

我国于 2020 年正式提出“双碳”目标[9]，并持续出台政策推动新型能源体系构建与产业绿色化发展

[10]。在此背景下，传统油气行业面临减排压力与消费量下降的双重挑战，但也为发展新能源新技术提供了机遇。国内三大石油公司(中国石油、中国石化、中国海油)均已确立“净零”目标，制定绿色低碳战略，推动产业链低碳化改革与负碳化创新[7][8]。通过大力发展新能源业务，促进其与传统油气业务融合，油气企业正加速向综合能源公司转型，以实现价值最大化[11]。

当前，我国油气与新能源融合发展尚处初期，相关转型进展研究较少。尽管已实施大量光伏、风电、地热等项目，油气企业仍面临核心技术难题，如供电质量波动、地热资源高效开发路径不明、制氢路线经济性不足等[12]。同时，人才短缺、管理经验欠缺及市场竞争能力薄弱等挑战并存。因此，亟需梳理现状、识别问题并提出对策，以有效推动油气行业低碳转型。

综上，本文立足国内政策背景，分析油气田可再生资源开发优势与进展，总结其对油气企业向综合能源企业转型的关键影响，进而剖析融合发展面临的挑战并提出对策，助力传统油气田企业稳步迈向综合能源企业。

2. 油气田勘探开发与新能源融合发展进程

Table 1. Selected national-level policies supporting oil & gas enterprises in the development of new energy [10]
表 1. 国家层面支持油气类企业发展新能源的相关政策(节选) [10]

序号	时间	政策名称	发文部门	政策要点
1	2021 年 10 月 21 日	《“十四五”可再生 能源发展规划》	国家发展改革 委、国家能源局 等九部门	在油气矿区及周边地区，积极推进风电分散式开发。推进光伏电站开发建设，优先利用采煤沉陷区、矿山排土场等工矿废弃土地及油气矿区建设光伏电站。
2	2021 年 11 月 27 日	《关于推进中央企业 高质量发展做好碳达 峰碳中和工作的指导 意见》	国务院国有资产 监督管理委员会	鼓励油气企业利用自有建设用地发展可再生能源以及建设分布式能源设施，在油气田区域建设多能互补的区域供能系统。鼓励传统加油站、加气站建设油气电氢一体化综合交通能源服务站。
3	2021 年 12 月 22 日	《能源领域深化“放 管服”改革优化营商 环境实施意见》	国家能源局	支持煤炭、油气等企业利用现有资源建设光伏等清洁能源发电项目，推动天然气发电与可再生能源融合发展项目落地，促进化石能源与可再生能源协同发展。
4	2022 年 1 月 30 日	《关于完善能源绿色 低碳转型体制机制和 政策措施的意见》	国家发展改革 委、国家能源局	完善油气与地热能以及风能、太阳能等能源资源协同开发机制，鼓励油气企业利用自有建设用地发展可再生能源和建设分布式能源设施，在油气田区域内建设多能融合的区域供能系统。
5	2022 年 3 月 22 日	《“十四五”现代能 源体系规划》	国家发展改革 委、国家能源局	因地制宜建设天然气调峰电站和发展储热型太阳能热发电，推动气电、太阳能热发电与风电、光伏发电融合发展、联合运行。积极推进地热能供热制冷，在具备高温地热资源条件的地区有序开展地热能发电示范。
6	2023 年 2 月 27 日	《加快油气勘探开发 与新能源融合发展行 动方案(2023~2025)》	国家能源局	大力推进陆上油气矿区及周边地区风电和光伏发电，统筹推进海上风电与油气勘探开发，加快提升油气上游新能源开发利用和存储能力，积极推进绿色油气田示范建设。

近年来，我国密集出台多项政策引导油气与新能源融合发展(见表 1)[10]，有力推动了油气田企业的绿色低碳转型。中共中央、国务院《关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见》明确指出，能源绿色低碳发展是实现碳中和的关键[13]。鉴于传统能源仍占我国能源总消费 70%以上[14]，实现能源行业绿色低碳发展不仅需要大力发展新能源，也要求传统能源产业加速绿色转型。自 2021 年起，国家政策明确将油气与新能源融合发展列为重要方向，且政策力度持续强化：从最初“鼓励油气企业利

用自有建设用地发展可再生能源” [15]，到“优先利用油气矿区建设光伏电站” [16]，再到明确要求“大力推动油气勘探开发与新能源融合发展，积极扩大油气企业开发利用绿电规模” [17]。2023 年国家能源局印发的《加快油气勘探开发与新能源融合发展行动方案(2023~2025)》更对融合发展做出具体部署，并要求相关部门协同支持。这一系列政策为油气企业低碳转型提供了坚实支撑，显著加速了融合发展进程，油气田企业迎来发展新能源产业的关键机遇期。

国内三大石油公司(中国石油、中国石化、中国海油)均制定了清晰的低碳转型战略，公布了转型路径与阶段性目标(见图 1) [18]-[20]，并进行了深刻的业务与组织重构：中国石油将新能源提升至与油气并列的第一大业务，致力于从油气供应商向“综合能源服务商”转型；中国石化定位为“世界领先洁净能源化工公司”，重点发展氢能，目标打造“中国第一大氢能公司”；中国海油发布《“碳达峰、碳中和”行动方案》，目标建成“世界一流清洁低碳综合能源产品和服务供应商”，力争 2028 年碳达峰、2050 年碳中和[20]。同时，为支撑转型，三大公司均成立了多家新能源研发机构及子公司，并积极投资新能源产业链。据统计，其全资、控股或参股的新能源相关公司及研发机构已超 30 家，业务覆盖光伏、风电、地热、氢能及 CCS/CCUS 等领域[21]。新能源投资在资本支出中的占比也快速提升，例如中国海油规划“十四五”期间新能源投资占比达 5%~10%， “十五五”进一步提升至 10%~15% [20]。

公司名称	绿色低碳转型路径/战略
中国石油	中国石油绿色低碳转型路径： (1) 清洁替代（2021—2015）： 力争2025年新能源产能占国内能源供应能力比例达到7%； (2) 战略接替（2026—2035）： 力争2035年外供绿色零碳能源超过自身消耗的化石能源，力争实现新能源、石油、天然气三分天下格局，基本实现热、电、氢对油气业务的战略接替； (3) 绿色转型（2036—2050）： 力争2050年左右实现“近零”排放，力争实现新能源新业务产能达到半壁江山。
中国石化	中国石化绿色洁净能源战略： (1) 油田企业：以“生产用能低碳化、能源消费清洁化”为目标，开发利用厂矿区域内的风能、太阳能等清洁能源，持续提高低碳化发展水平。 (2) 炼化企业：依托炼化基地，大力开展集中式风电、光伏项目开发，布局“大型可再生能源发电-储能-绿电制氢”项目，逐步实现绿电替代、绿氢炼化，实现炼化领域深度脱碳。 (3) 销售企业：打造氢能应用场景，完善氢能制取、储运、加注等环节布局，逐步扩大绿氢供应比例，同时积极推进分布式光伏发电项目建设。
中国海油	《中国海油“碳达峰、碳中和”行动方案》实施路径： (1) 清洁替代阶段（2021-2030年）：加大油气勘探开发力度，积极谋划并实施产业转型升级，提升节能减排能力，做好低碳、负碳技术发展的顶层设计。碳排放达峰、碳强度下降、产业结构调整取得重大进展、掌握负碳技术并具备产业化发展的条件。 (2) 低碳跨越阶段（2031-2040年）：继续发挥油气安全稳定供给的主力军作用，进一步夯实低碳、负碳技术研发成果转化应用基础，深入推进产业转型升级。以油气产业转型、新能源快速发展为主要手段，控制碳排放总量有序下降，负碳技术实现商业化应用。 (3) 绿色发展阶段（2041-2050年）：持续扩大天然气产量占比，传统炼化化工业务转型升级，新能源、新产业进入快速发展阶段，能源技术服务拓展服务领域并大幅提升能源使用效率以及清洁能源使用比例，大规模使用负碳技术，公司碳排放总量呈现持续下降的趋势。推进碳排放总量持续下降并实现碳中和，公司持续高质量发展，基本构建多元化低碳能源供给体系、智慧高效能源服务体系以及规模化发展的碳封存和碳循环利用体系。

Figure 1. Low-Carbon transition pathways/strategies of China’s three major oil and gas companies [18]-[20]
图 1. 国内三大石油公司低碳转型路径/战略[18]-[20]

3. 油气田可再生资源开发的优势及进展

我国油气田企业地域分布广泛，多位于风光资源富集区，且具备显著的基础设施、用能需求及经营管理优势，为发展风电、光伏、地热和绿氢等新能源产业提供了有利条件(图 2)。

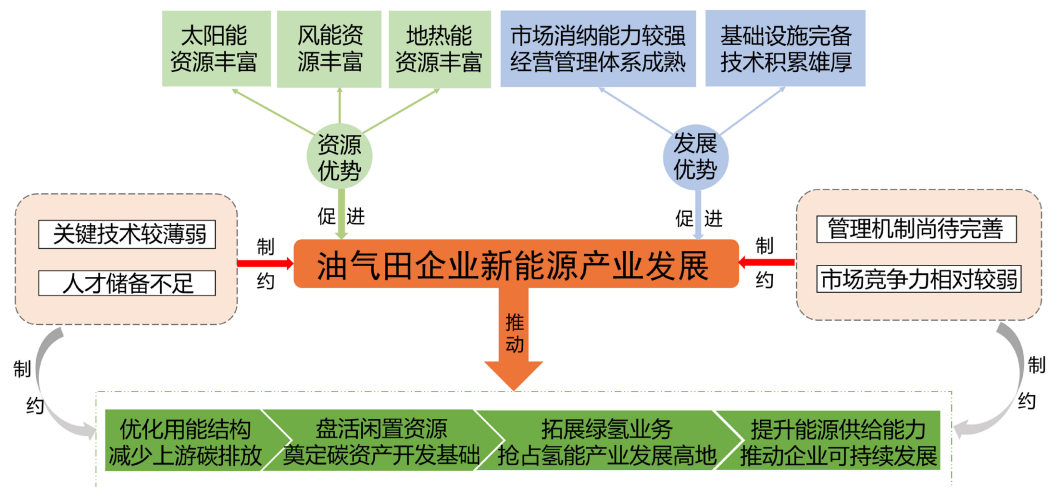


Figure 2. Logical analysis framework for new energy industry development by oilfield enterprises
图 2. 油气田企业新能源产业发展逻辑分析图

3.1. 资源优势

油气勘探与新能源融合发展具有突出的天然优势。一方面，主要油气盆地(如渤海湾、松辽、塔里木、鄂尔多斯、准噶尔等石油盆地，塔里木、四川、鄂尔多斯、柴达木等天然气盆地)同时也是陆上风能、太阳能及水力资源富集区，海上油气区与风能资源分布也高度重叠，这为油气企业开发新能源提供了优越的区位条件。另一方面，油气田矿区辽阔，尤其在西北地区拥有大量未利用的沙漠、戈壁等土地，为风电和光伏电站建设提供了充足空间。依托油区及周边资源，推动油气生产向综合能源开发转型，可有效提升单位用海用地面积的能源产出效率，促进资源集约高效利用。

在太阳能资源方面，我国陆上油田多位于资源极丰富区或丰富区。西北地区油田(如青海、玉门、吐哈、新疆、塔里木及长庆油田内蒙古、宁夏区块)年有效利用小时数超 1475 小时；东北、华北及海南地区油田(如大庆、吉林、辽河、华北、大港、冀东油田等)年有效利用小时数超 1250 小时[22]。典型代表如青海油田(柴达木盆地)，年均日照时数高达 3200~3600 小时，属世界领先水平[23]；玉门油田年均日照时数达 3300 小时，光伏装机开发潜力巨大，约 20 亿千瓦[24]。

在风能资源方面，据《中国风能太阳能资源年景公报(2023)》，内蒙古中东部、黑龙江东部、河北北部、山西北部、新疆北部和东部、青藏高原及云贵高原山脊等地区 70 米高度平均风功率密度超 300 瓦/平方米[25]。位于上述资源较好区域的吉林、玉门、大庆、辽河油田整体风能丰富，吐哈、青海、新疆、长庆油田部分矿区资源禀赋同样优良。例如吉林油田主产区(松原、白城)，100 m 高度年平均风速达 7.26 m/s，风功率密度 399.78 W/m²，年等效满负荷发电时数超 3000 h [26]；玉门油田(河西走廊西端) 80 米高度年平均风速 6.6~7.8 米/秒，年有效风速小时数超 6300 小时，技术可开发风电装机容量高达 8000 万千瓦[24]。

在地热能资源方面，富含油气的沉积盆地通常也蕴藏丰富的地热能[27]。据估算，中国主要油田区 5 km 深度内地热资源总量折合标准煤约 6000 亿吨[28]。东部油区(如大庆、辽河、胜利、华北、吉林、大港、冀东、中原油田)地热赋存条件优越。其中，辽河油田地热能储量约 340 亿吨标准煤[29]；吉林油田探区属高热流盆地，地温梯度大于 3℃/100m [30]；华北油田则以优质的中深层古潜山碳酸盐岩岩溶热储为特色(温度高、水质好、易回灌)，如留北潜山初步勘察显示，其 44.85 km² 范围内蕴藏热水资源 3.93 亿 m³，地热能 1.75 EJ [31]-[33]。

3.2. 经营优势

油气田企业作为重要的能源生产与消耗主体,具备显著的清洁能源消纳潜力[12]。其庞大的自身用能需求——每年消耗相当于数千万吨标准煤的油气与电力资源,用于开采、伴热、管道清洗、采暖及农业等——为清洁能源提供了稳定的本地消纳基础[34]。同时,部分油田(如地处东部经济发展核心区的华北、冀东、辽河油田)拥有成熟的地热开发技术,可依托丰富的地热资源就近为周边城市提供供暖服务,拓展清洁热力消纳空间。

在推动新能源产业发展方面,油气田企业积累了深厚的组织管理底蕴与资金实力。其完善的管理机制、科研体系及风险控制能力,为培育新能源产业奠定了坚实的制度与组织基础[10]。尤为关键的是,作为资本密集型产业,新能源项目(无论是研发还是建设)均需长期稳定的资金投入。油气企业稳健的财务状况为其提供了充足保障[34]。此外,作为地方经济的重要支柱,油气田企业与地方政府长期保持着良好的协作关系,有助于在新能源项目审批、土地政策等方面获得有力支持。

3.3. 技术优势

数十年的油气勘探开发实践,为油气田企业积累了深厚的技术底蕴和完备的基础设施,为可再生能源开发奠定了坚实基础。首先,电力基础设施优势显著:多数企业拥有自建且完备的电网系统,部分配备自建电厂,具备便捷的电源接入条件,为发电、供电、供热以及废弃井余热开发利用提供了坚实的物质基础。其次,在应对风光发电波动性带来的电网调度挑战方面,油田凭借丰富的天然气储量,能够依托高安全性和可靠性的天然气发电提供优质调峰能力[12]。再者,大量现有专业技术与装备具有高度的可迁移性,可直接或改造后用于新能源开发。例如,海上油气装备技术与浮式海上风电存在较高相似度(约70%),其码头、仓储设施及运维支持船舶可实现共享利用;现有的天然气管道网络框架具备掺氢输送的潜力;利用为海上平台供电的岸电海缆进行反向输电,可有效降低新建新能源输配设施的投资。此外,长期油气勘探积累的海量地温观测和水文地质数据,为地热等新能源业务的发展提供了宝贵的研究基础。最后,油区现存的大量废弃钻井蕴含再利用价值,通过改造转型为“热井”或“油-热-电”联产井,不仅能有效盘活闲置资产,还能显著降低开发新能源过程中钻完井环节的成本与风险[32][35]。

3.4. 发展现状

当前,我国油气田企业可再生能源发展已实现从量变到质变的跨越式突破,整体进入规模化快速发展新阶段。以中国石油为例,其新能源业务呈现全方位、加速度发展态势:在风光发电领域,2022~2024年累计装机容量突破千万千瓦大关,年均增长率超过80%;发电量更是在2024年实现47.2亿千瓦时的突破,较2023年同比激增116.2%[36]-[38]。这种超常规发展态势充分表明,风光发电业务已完成从示范项目到规模化商业运营的战略转型。地热供暖业务同样表现亮眼,2024年新签合同面积达7512万平方米,是2022年累计供暖面积的3倍,标志着该业务已实现从辅助性能源向战略性支柱产业的跨越。新能源综合替代能力同步快速提升,2023年达到1150万吨标煤/年,较2022年增长43.8%,展现出强劲的能源结构优化动能。

基于资源禀赋和区位特点,我国各油气田企业形成了特色鲜明的新能源发展格局。东部油田集群(如辽河、冀东、华北等油田)充分发挥地热资源丰富和市场需求旺盛的双重优势,打造了“地热+”清洁供暖产业集群。西北油田群(如玉门、塔里木、新疆、青海等油田)依托得天独厚的太阳能资源,光伏发电装机规模实现几何级增长,青海油田部分光伏项目年利用小时数超过1800小时,居全国前列[34]。东北及中部油田(如大庆、吉林、中原等油田)则重点布局风力发电,同时利用炼化产业基础积极培育绿氢产业链。这种差异化发展路径既体现了各油田的资源特色,也展现了我国油气行业绿色转型的多元化探索。

4. 可再生资源开发对油气田企业发展的影响分析

4.1. 能源供给能力提升与企业可持续发展

油气田企业开发可再生资源正在深刻改变其发展模式，推动企业向综合能源服务商转型(图 2)。在能源供给方面，融合发展显著提升了企业的多元化供给能力。目前我国油气生产过程中约 16% 的产量用于自身能耗，如辽河油田 2020 年生产能耗占总产量比例高达 19.8% [24]。通过发展可再生能源，企业构建了多能互补的新型供给体系：风光发电项目替代外购电力，吉林油田 15 万千瓦风光项目 2023 年上半年发电 1.3 亿度，降低油气自耗量显著；地热与余热利用减少燃料消耗；绿氢项目逐步替代工业用氢。这种转型特别为老油田带来新生，以玉门油田为例，该油田建成 50.6 万千瓦光伏项目，新能源产能占比超 20%，并建成包含 2100 吨/年制氢装置、输氢管道及加氢站的氢能综合示范项目，2023 年通过绿电交易实现显著收益。这种“油气 + 新能源”的双轮驱动模式，不仅解决了资源枯竭、效益下滑等发展瓶颈，更将闲置土地转化为新能源基地，开创了绿色低碳发展的新路径，为企业可持续发展奠定了坚实基础。

4.2. 用能结构优化与碳减排成效

油气与新能源的融合发展显著优化了企业用能结构，降低了上游生产环节的碳排放强度[39]。在全球石油公司上游业务温室气体排放强度平均达 21.2 千克二氧化碳/桶油当量的背景下[40]，我国油气田企业通过提升终端用能电气化率，采用光伏、风电等低碳能源(其度电碳排放仅为煤电的约十分之一[41])，实现了显著的减排效果[42] [43]。以吉林油田为例，其 15 万千瓦风光发电项目年发电量 3.6 亿度，可节约标煤 11.09 万吨，实现碳减排 28.2 万吨，清洁电力已覆盖全油田四分之一用电需求。特别值得注意的是，在资源劣质化和多井低产趋势导致能耗总量持续增长的背景下，新能源的应用有效遏制了碳排放的增长势头。

4.3. 闲置资源盘活与碳资产开发

新能源开发为油气田企业带来了显著的资源增值效应：一方面，通过利用矿区闲置土地开发光伏、风电等项目(截至 2023 年 10 月全国累计绿电交易量已达 878 亿千瓦时[44])，如玉门油田成功完成甘肃省首笔绿电交易(交易电量 300 MWh，均价 337.8 元/MWh [45])；另一方面，通过“电代油”等项目的实施，企业逐步建立起完善的碳资产管理体系，包括碳排放环节分析、碳资产识别和潜力评估等能力。这种资源盘活模式不仅降低了再电气化成本，更为企业参与碳交易市场、获取碳资产收益奠定了坚实基础，对构建区域碳达峰与碳中和技术体系具有重要战略意义。

4.4. 绿氢业务拓展与产业竞争力培育

油气田企业在绿氢领域展现出独特的发展优势：首先，通过电解水制氢实现绿电转化存储，如玉门油田的氢能综合示范项目；其次，依托天然气产业积累的储运技术(如中原油田储气库群年掺氢输送能力达 3 亿立方米)；再次，发挥油气田与化工基地的地理协同效应(如准东、宁东煤化工基地与克拉玛依、兰州石化基地的区位重叠)。典型范例中原油田建成了全国最大质子膜电解水制氢工程(日产高纯度绿氢 1.12 吨)，通过改造电网、利用废弃场地建设新能源设施，形成了完整的绿氢产业链。这些实践不仅提升了企业在氢能产业的竞争力，更为工业领域化石能源制氢替代提供了可行路径。

5. 存在的挑战与应对措施

5.1. 存在的挑战

当前，我国油气田企业新能源产业虽取得较大进展，但相较于五大发电集团等电力企业，油气田企

业在光伏、风电等电力相关业务起步较晚，且占据的市场份额也相对较小。同时，地热能开发尚未取得突破性进展，绿氢产业仍处于萌芽阶段。因此，油气田企业新能源产业目前整体上仍处于初期阶段，产业发展仍面临较大的挑战(图 2)：

(1) 关键技术较为薄弱。在风电、光伏方面，目前主要依靠外部合作，内部缺乏关键核心技术体系，同时也存在诸如谐波治理、供电质量波动等技术难题[12] [42]；在地热资源开发方面，目前对地热富集规律、成因机制及优质资源分布情况认识仍存在不足，对于地热资源开发利用的适宜方式仍不明确[27]；在氢能产业方面，可再生能源制氢路线仍缺乏经济性，储氢瓶、输氢管道等材料仍需进一步攻关。

(2) 相关专业人才较为缺乏。由于此前新能源业务占比相对较小，从事相关业务的人员较少，各油气田中只有少数电力员工了解风电、光伏发电等相关内容，且普遍缺乏新能源项目实际建设及运营管理经验[10] [24]。受制于招聘指标不足、在职人员培训转岗需要一定时间等因素，新能源产业相关人才质量和数量无法匹配发展需求。

(3) 相关管理机制尚待完善。虽然油气田企业在多年发展中建立了完善的管理体系，但其在新能源业务方面的管理经验仍相对欠缺。一方面缺乏开发管理大规模新能源项目的经验，尚未建立有效的成本控制和风险分担机制[10] [12]；另一方面，相关技术的迭代机制以及油田各能源之间的协同供给机制尚未形成。

(4) 市场竞争力相对较弱。随着新能源产业规模的扩大，除了满足油田自身的清洁能源需求外，还需将多余的电力上网销售。然而，随着新能源开发建设竞争日益激烈，受国家政策和行业保护等因素的限制，获取新能源发电上网指标变得较为困难[24]。如果无法获得上网指标，企业将面临电力无法消纳的困境。此外，油气田企业与电力行业的跨界交流不足，项目运营管理经验也不足，直接参与新能源项目资源配置等市场竞争面临诸多挑战。

5.2. 应对措施与发展对策

(1) 加强油气田勘探开发与新能源融合发展的统筹规划，发挥资源优势，努力构建“清洁低碳、安全高效、多元互补”的能源供给新格局[10]。一方面，油气田企业应以“油气电热氢”协调发展为构想，依据自身资源优势及有利条件，从战略视角出发，规划新能源产业的发展轨迹，并加速相关产业布局。另一方面，依托油气与新能源的融合发展，逐步推进油气生产清洁替代及碳资产开发，规划油气田企业碳减排路径，推动实现企业“碳达峰、碳中和”目标及可持续发展。

(2) 努力营造良好的新能源发展环境，对内构建新能源项目的开发及管理体制机制，对外积极争取新能源发展的政策支持，为发展新能源产业提供有利条件。一方面，推动建立新能源项目开发建设的评价标准体系、新型能源技术的储备体系、内部协作机制，提升项目开发效率及收益；另一方面，加强与当地政府能源主管部门的交流对接，积极争取低碳发展相关政策支持。例如获取清洁电力并网指标、土地使用和税费优惠政策等，探索地热、氢能产业开发补贴激励政策，为油气田企业发展新能源提供更好环境[46]。

(3) 加强新能源产业关键技术的创新，对内建立专门的科研机构或部门，对外加强技术交流与合作，搭建适应油气田企业可持续发展的新能源开发技术体系。一方面，围绕企业着重发展的优势新能源业务，例如地热、氢能等领域，要建立自主研发体系，加强核心技术攻关，建设示范项目，并积极参与技术标准体系建设，以谋求在未来的竞争中赢得技术优势；另一方面，在非核心竞争领域加强与其他企业、高校及科研院所的合作，引入成熟技术，降低开发成本。

(4) 加强与其他新能源优势企业的交流合作，吸收可借鉴的成熟技术和商业模式，降低投资成本和风险，推进新能源产业稳健发展。一方面，加强与新崛起的光伏、风电、储能等新能源龙头企业的合作[24]，

例如隆基绿能、金风科技、宁德时代等，引进其先进技术，降低部分业务的自主研发成本；另一方面，加强与电力央企的交流合作，例如国家电网、国家电投等，借鉴其新能源转型经验以及先进的电力技术，进行优势互补、协同升级。

(5) 加强新能源产业相关人才的培养，建立创新的人才培训培养机制，早日形成健全的新能源产业人才队伍。一方面，要建立新型关键人才的引进机制以及更为有效的激励机制和考核机制，吸收外部新能源产业“高精尖”人才加入油气田企业，为企业注入创新活力；另一方面，要为内部技术人员提供更加优质的系统培训，与国内高校、企业建立合作，提升其理论素质，促进产学研相结合；同时要深化技术研发的融合创新，推进适应新形势下的跨学科人才培养。

6. 结论

(1) 油气田企业向低碳转型已成为必然趋势。在国家“碳达峰、碳中和”战略目标推动下，政府部门出台多项政策，要求传统能源行业向绿色化方向发展，大力促进油气与新能源融合发展。国内三大石油公司积极响应，均制定了明确的降碳目标和发展路径，展现出构建“清洁低碳、安全高效、多元互补”能源供给体系的决心。

(2) 油气田企业在发展新能源方面具有显著优势。首先，油气资源与风光热等可再生资源分布高度重合，且矿区分布广泛，为新能源开发提供了资源基础。其次，油气田企业自身用能需求大，部分位于经济发展核心区域，为清洁能源消纳创造了有利条件。此外，经过多年发展积累的企业文化、管理体系、基础设施和技术储备，以及雄厚的资金实力，都为新能源产业发展提供了有力支撑。

(3) 油气与新能源的融合发展已取得显著成效。目前，油气田企业已开展大量光伏、风电、地热、氢能等新能源项目，实现规模化发展。这不仅提升了企业的能源综合保障能力，优化了用能结构，还为碳资产开发奠定了基础。企业正逐步构建包含油、气、氢、电、热在内的多元化能源供应体系，向综合能源服务商转型。

(4) 尽管在关键技术、人才储备等方面仍面临挑战，但通过持续的技术攻关、完善管理机制、深化产业合作、加强人才培养等措施，这些问题都将得到有效解决。未来，油气田企业应坚定发展信心，按照既定战略路径，持续推进新能源产业发展，最终实现传统能源与新能源的协同发展。

参考文献

- [1] 邹才能, 马锋, 潘松圻, 等. 论地球能源演化与人类发展及碳中和战略[J]. 石油勘探与开发, 2022, 49(2): 411-428.
- [2] IEA (2023) CO₂ Emissions in 2022. <https://www.iea.org/reports/co2-emissions-in-2022>
- [3] IEA (2023) Emissions from Oil and Gas Operations in Net Zero Transitions. https://read.oecd-ilibrary.org/energy/emissions-from-oil-and-gas-operations-in-net-zero-transitions_317cbf59-en#page32
- [4] 余岭, 李春烁, 唐旭伟, 等. 国外石油公司能源转型的主要特点及其启示[J]. 国际石油经济, 2022, 30(3): 44-51.
- [5] 施雷. 碳中和目标下的石油公司转型之路[J]. 当代石油石化, 2021, 29(6): 13-19.
- [6] 施训鹏, 杨木易, 郑新, 等. 跨国石油公司的转型策略及其中国借鉴[J]. 中国石油大学学报(社会科学版), 2022, 38(4): 1-10.
- [7] 黄飞, 张慕真, 雷占祥, 等. 能源转型背景下国家石油公司动态与启示[J]. 中国石油勘探, 2022, 27(6): 80-87.
- [8] 赵益康. 能源转型背景下国际大石油公司新能源风险投资策略研究[J]. 国际石油经济, 2023, 31(6): 40-46.
- [9] 新华社. 习近平在第七十五届联合国大会一般性辩论上的讲话[EB/OL]. 2020-09-22. <https://baijiahao.baidu.com/s?id=1678546406645194845&wfr=spider&for=pc>, 2024-06-17.
- [10] 游双娇, 刘祥, 岳小文, 等. 中国“双碳”和新能源政策特点及石油公司低碳发展建议[J]. 国际石油经济, 2023, 31(7): 32-40.
- [11] 安艺, 刘俊龙, 戴耀华, 等. 国际油气公司数字化转型探析[J]. 油气与新能源, 2021, 33(4): 60-64.

- [12] 汪艳勇, 彭会君, 庞志庆, 等. 大庆油田新能源产业发展对策探讨[J]. 油气与新能源, 2022, 34(2): 82-87.
- [13] 中共中央, 国务院. 关于完整准确全面贯彻新发展理念做好碳达峰碳中和工作的意见[EB/OL]. 2021-10-24. https://www.gov.cn/gongbao/content/2021/content_5649728.htm, 2024-06-17.
- [14] 国家统计局. 中华人民共和国 2023 年国民经济和社会发展统计公报[EB/OL]. 2024-02-29. https://www.stats.gov.cn/sj/zxfb/202402/t20240228_1947915.html, 2024-06-17.
- [15] 国务院国有资产监督管理委员会. 关于推进中央企业高质量发展做好碳达峰碳中和工作的指导意见[EB/OL]. 2021-12-30. <http://www.sasac.gov.cn/n2588035/n16549643/n16549900/n16550143/c22499825/content.html>, 2024-06-17.
- [16] 国家发展改革委, 国家能源局, 财政部, 等. “十四五”可再生能源发展规划[EB/OL]. 2022-06-01. <https://www.ndrc.gov.cn/xxgk/zcfb/ghwb/202206/P020220602315308557623.pdf>, 2024-06-17.
- [17] 国家能源局. 加快油气勘探开发与新能源融合发展行动方案(2023-2025) [EB/OL]. 2023-02-27. http://zfxgk.nea.gov.cn/2023-02/27/c_1310704758.htm, 2024-06-17.
- [18] 中国石油天然气集团有限公司. 2022 企业社会责任报告[EB/OL]. 2023-09-21. http://csr.cnpc.com.cn/cnpccsr/xhtml/PageAssets/2022csr_cn.pdf, 2024-06-17.
- [19] 中国石油化工集团有限公司. 2022 年可持续发展报告[EB/OL]. 2023-03-26. <http://www.sinopec.com/u/cms/gfzw/202411/2808461727vz.pdf>, 2024-06-17.
- [20] 石油 Link. 中国海油发布重大转型方案, 未来将重点发展这几种能源! [EB/OL]. 2022-06-29. <https://mp.weixin.qq.com/s/GSWTiFPojlH2B6UMiVJqCw>, 2024-06-17.
- [21] 石油 Link. 已成立超 40 家新能源公司!“四桶油”大规模进军新能源[EB/OL]. 2023-03-22. <https://mp.weixin.qq.com/s/VR3pTMGSAhW0zN6pZxE5HA>, 2024-06-17.
- [22] 中国气象局. 2022 年中国风能太阳能资源年景公报[EB/OL]. 2023-04-21. https://www.cma.gov.cn/zfxgk/gknr/qxbg/202304/t20230421_5454513.html, 2024-06-17.
- [23] 青海油田. 绿色转型发展 | 油田首个“光伏 + 储能”地面光伏项目日均发电破万度[EB/OL]. 2023-08-14. https://mp.weixin.qq.com/s/e1NvyNgLy60_i0oiK7Mesw, 2024-06-17.
- [24] 范旭强, 陈建荣, 吴谋远, 等. 油气田企业新能源产业发展现状及合作融资模式探析[J]. 国际石油经济, 2021, 29(10): 7-18.
- [25] 中国气象局. 2023 年中国风能太阳能资源年景公报[EB/OL]. 2024-02-22. https://www.cma.gov.cn/zfxgk/gknr/qxbg/202402/t20240222_6082082.html, 2024-06-17.
- [26] 贾雪峰, 薛国锋. 吉林油田风光发电项目探索与实践[J]. 石油科技论坛, 2024, 43(1): 115-121.
- [27] 汪集旻, 邱楠生, 胡圣标, 等. 中国油田地热研究的进展和发展趋势[J]. 地学前缘, 2017, 24(3): 1-12.
- [28] 李克文, 王磊, 毛小平, 等. 油田伴生地热资源评价与高效开发[J]. 科技导报, 2012, 30(32): 3-15.
- [29] 杨碧泓, 李洪雁, 林琳. 地热“很热”洼地“不洼” [N]. 中国石油报, 2018-12-06(004).
- [30] 贾雪峰, 李迎九, 徐小红, 等. 低渗碎屑砂岩地热储层开采潜力: 以吉林油田为例[J]. 世界地质, 2024, 43(1): 56-68.
- [31] 王佳部. 油田地热资源现状研究[J]. 云南化工, 2019, 46(1): 171-172.
- [32] 饶松, 高腾, 肖红平, 等. 中国油田地热开发利用进展[J]. 科技导报, 2022, 40(20): 65-75.
- [33] Jiang, G.Z., Hu, S.B., Shi, Y.Z., et al. (2019) Terrestrial Heat Flow of Continental China: Updated Dataset and Tectonic Implications. *Tectonophysics*, 753, 36-48.
- [34] 中国能源新闻网. 专访 | 中国石油余国: 油气行业发展新能源具备优势[EB/OL]. 2023-09-11. https://www.cpmn.com.cn/news/zngc/202309/t20230911_1633643_wap.html, 2024-06-17.
- [35] 多吉, 王贵玲, 郑克棣. 中国地热资源开发利用战略研究[M]. 武汉: 科学出版社, 2017.
- [36] 中国石油天然气股份有限公司. 中国石油天然气股份有限公司 2022 年度报告[EB/OL]. 2023-03-30. <http://www.cninfo.com.cn/new/disclosure/detail?orgId=9900003825&announcementId=1216263101&announcementTime=2023-03-30>, 2024-06-17.
- [37] 中国石油天然气股份有限公司. 中国石油天然气股份有限公司 2023 年度报告[EB/OL]. 2024-03-26. <http://www.cninfo.com.cn/new/disclosure/detail?orgId=9900003825&announcementId=1217737572&announcementTime=2023-08-31>, 2024-06-17.
- [38] 中国石油天然气股份有限公司. 中国石油天然气股份有限公司 2024 年度报告[EB/OL]. 2025-03-30. <https://www.cninfo.com.cn/new/disclosure/detail?orgId=9900003825&announcementId=1222962164&announcementTime=2025-03-30%2017:00>, 2025-06-17.

-
- [39] 马建国. 油气田业务碳达峰情景分析[J]. 石油石化节能, 2021, 11(12): 1-4, 68.
- [40] 刘殊呈, 粟科华, 李伟, 等. 油气上游业务温室气体排放现状与碳中和路径分析[J]. 国际石油经济, 2021, 29(11): 22-33.
- [41] UNECE (2022) Carbon Neutrality in the UNECE Region: Integrated Life-Cycle Assessment of Electricity Sources. https://unece.org/sites/default/files/2022-04/LCA_3_FINAL%20March%202022.pdf
- [42] 杨彩梅, 辛星志, 石福浩. 基于光伏/储能的油田机采电气系统的仿真分析[J]. 石油石化节能, 2021, 11(10): 19-23+8.
- [43] 中国石化报. 推进油气勘探开发与新能源融合吹响进军“零碳”油气田号角[EB/OL]. 2023-04-03. http://www.sinopecnews.com.cn/xnews/content/2023-04/03/content_7077528.html, 2024-05-17.
- [44] 证券时报网. 低碳转型“催热”绿电绿证交易[EB/OL]. 2021-01-04. <https://www.stcn.com/article/detail/1082799.html>, 2024-05-17.
- [45] 能源国字号. 玉门油田着力加强低碳能力建设[EB/OL]. 2023-09-27. https://mp.weixin.qq.com/s/X362JmWZ_b97DdG1Tp4cmw, 2024-05-17.
- [46] 孙海萍, 张胜军, 徐立昊, 等. “双碳”目标下中国油气行业低碳发展措施与路径探讨[J]. 油气与新能源, 2021, 33(6): 27-31, 45.