

石油石化

AI 如何变革能源化工行业？

AI 或助力上游油气降本

国内央企油气企业 AI 布局领先于民营企业，三桶油的 AI 布局思路目前主要在构建行业高质量的数据集，建立油气大语言模型，构建知识体系，打造计算平台；海外油气公司目前进展聚焦地层构建模型、钻井等工业流程自动化、预测性维护模型以及碳排放管理。

我们根据 EOG 的运营成本为基准简单测算合计 AI 大概会带来 7 美金/BOE 的降本空间，下降幅度大约 17.5%，这与国际能源署所估计的数字技术可以将油气成本降低 10% - 20% 接近。

AI 重塑煤炭智能矿山

国内目前智能矿山化进展比较成熟的应用聚焦在煤炭开采和洗选方面，打造智能化矿山，显著提升灾害预警、智能开采和管理效率。根据麦肯锡的相关调研，煤炭企业全面释放智能化潜力能够将利润提升 7%-12%，将投资回报率提升 2%-3%。

AI 赋能化工“从分子设计到智能工厂”

目前 AI 与化工行业结合主要在“赋能材料研发与合成”和“化工智能制造”两个大方向。AI 赋能材料研发合成领域的发展尚处在导入期，主要集中在高校科研院所或海外头部领军化工企业（eg. LG 化学、赢创等）。

AI 在工艺流程设计中应用比如流程模拟仿真监测，主要是化工设计院等高校研究所及模拟仿真软件企业比如中控技术。化工智能制造目前国内外均在加速布局，国内主要由央企及细分龙头牵头智能化工厂建设，海外企业布局更早，现阶段开始着力新材料创新研发。

AI 竞速赛，哪些能化企业才能突破重围？

我们认为 拥有大量高质量有效数据的主权、能将技术和业务深度融合、注重创新、具有强大资金实力的企业更有机会在 AI 军备赛中脱颖而出。

潜在受益标的：1) 拥有数据主权的头部企业具有先发优势；2) AI for science 方面，具有自主研发能力的催化剂公司；3) AI for operation 方面，“卖铲者”比如中控技术等工业流程模拟软件企业。

风险提示：1) AI 应用需求不及预期的风险；2) 企业布局 AI 进度不及预期的风险；3) 中美贸易摩擦加剧的风险；4) 行业竞争加剧的风险。

证券研究报告
2025 年 03 月 27 日

投资评级

行业评级	强于大市(维持评级)
上次评级	强于大市

作者

张樨樨	分析师
SAC 执业证书编号：S1110517120003	
zhangxixi@tfzq.com	
姜美丹	分析师
SAC 执业证书编号：S1110524090002	
jiangmeidan@tfzq.com	

行业走势图



资料来源：聚源数据

相关报告

- 1 《石油石化-行业深度研究:能源版图西移，新疆煤化工或迎来历史性发展机遇》 2025-03-17
- 2 《石油石化-行业专题研究:从发电成本看欧洲煤炭与天然气的价格关系》 2025-03-09
- 3 《石油石化-行业专题研究:能化中游——库存周期拐点，或先于产能拐点到来》 2025-01-01

内容目录

1. AI 助力油气勘探开发领域高效寻油	4
1.1. AI+物探	4
1.2. AI+测井采集	4
1.3. AI+钻完井技术	4
1.4. AI+油藏工程	5
1.5. 上游油气及油服企业 AI 布局进展	5
1.6. AI 或助力油气运营成本下降	6
2. AI 重塑煤炭智能矿山	8
3. AI 赋能化工“从分子设计到智能工厂”	10
3.1. AI for science 赋能机理端分子研发	10
3.2. AI for Design 最优化工艺端流程设计	11
3.3. AI for operation 智能化生产运营	11
3.4. 化工企业布局 AI 进展及现状	12
4. AI 竞速赛，哪些能化企业才能突破重围？	13
5. 风险因素	14

图表目录

图 1：井震结合智能建模流程	4
图 2：测井+人工智能主体应用文献发表数量 Top 10	4
图 3：中石油测井生产智能支持系统	4
图 4：油价 100 美金情境下，EOG 原油运营成本变化	6
图 5：EOG 历史对信息技术、人工智能领域布局	7
图 6：EOG 大数据系统	7
图 7：EOG 利用数据使用精准横向目标	7
图 8：上游勘探活动应用的 AI 方法及工具效果	8
图 9：AI 地震数据拥有更高分辨率	8
图 10：全面释放大模型智能化潜力，煤炭利润有望提升	9
图 11：传统范式下材料研发全流程 vs. AI 赋能后的研发全流程	10
图 12：AI+分子结构式创造	10
图 13：化工大模型实现流程自主设计、仿真和优化	11
图 14：化工领域供应链管理设计	11
图 15：油气化工 AI 智能巡视系统	11
图 16：AI 配置和优化安全仪表系统	12
图 17：化工厂风险预警处置流程	12
图 18：设备预警处置全生命周期闭环	12
图 19：IBM 调研能化企业布局 AI 的目标	13

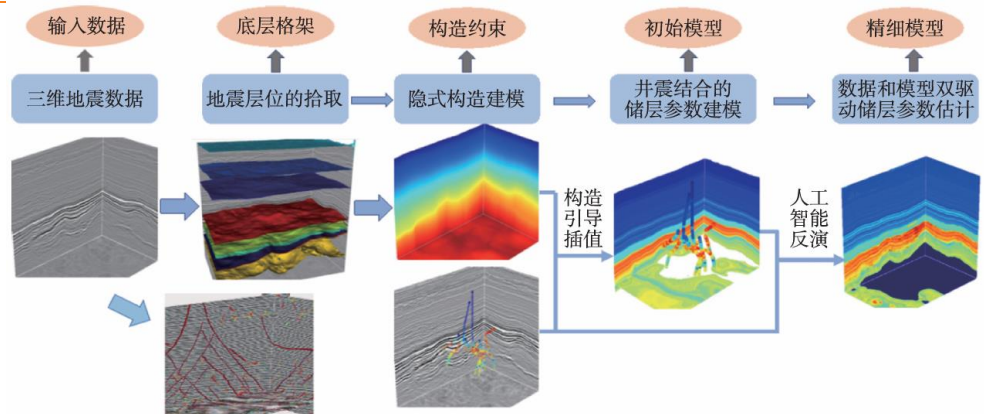
表 1：国内油气公司上游勘探 AI 应用布局进展	5
表 2：国内油气公司上游勘探 AI 应用布局进展	5
表 3：海外油气公司上游勘探开发方面 AI 应用布局进展	6
表 4：国内煤炭公司及设备公司 AI 进展	9
表 5：国内外下游化工企业 AI 进展	13

1. AI 助力油气勘探开发领域高效寻油

1.1. AI+物探

石油物理勘探一直是高性能计算、三维可视化、计算机网络等信息技术的重要应用领域，也是较早实现数字化采集、处理分析的领域。国际上“物探+人工智能”研究发展迅速，积极探索如何利用人工智能进行地震数据处理与解释，尤其是利用深度学习方法进行智能化数据处理与解释，但总体处于起步阶段，尚未大规模推广应用。Geophysical Insight、Emerson、Schlumberger、CGG、PGS 等公司日前已经形成了相关的软件产品；中石油旗下也有东方物探 Geoeast 软件。

图 1：井震结合智能建模流程



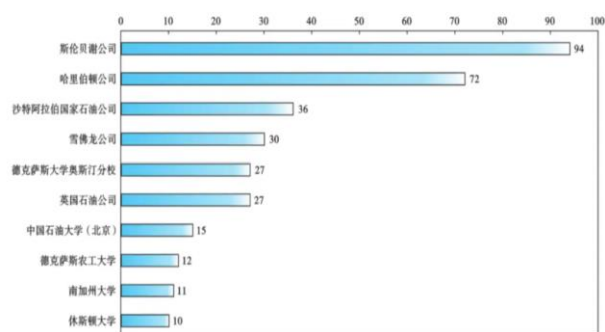
资料来源：《测井人工智能应用场景及实现》石玉江等，天风证券研究所

1.2. AI+测井采集

海外油企在数据采集、远程测井等方面已商业化，比如斯伦贝谢的远程测井中心、智能地层测试、具备智能处理解释能力的井筒软件 Techlog，20%的测井作业由远程测井中心完成，已完成上万井次作业。

国内部分石油企业和科研机构已经针对网络化地面、智能绞车、远程测井等相关核心技术进行攻关，并开始小批量应用，智能化井下机器人已经启动研发。

图 2：测井+人工智能主体应用文献发表数量 Top 10



资料来源：《人工智能在测井地层评价中的应用现状及前景》李宁等，天风证券研究所

图 3：中石油测井生产智能支持系统



资料来源：《测井人工智能应用场景及实现》石玉江等，天风证券研究所

1.3. AI+钻井完井技术

中国在人工智能的研发和商业化应用方面位居全球第二，仅次于美国。国际油气公司和油服公司正在积极布局人工智能技术，主要应用于智能油田建设、油气储层识别、油气采收率提升和生产设备维护等领域；国内大型石油公司在人工智能技术的研究上也取得了显著进展，重点集中在油气勘探与地质分析、钻井与完井技术优化以及智能

油田建设等方面。

表 1：国内油气公司上游勘探 AI 应用布局进展

	国内	国外
钻完井地面装备	我国自主开发的自动化钻井设备已能够较为自主地完成管柱控制，井控钻机装备虽已趋近于自动化，但其工控系统在井内状态感知和地质层面的识别能力尚存提升的空间； 国内针对旋转导向技术有所突破，但尚未能实现自动化、高效化和多样化的综合运用	智能钻完井装备的研究和应用已相对成熟。SLB 开发的 DELFI 平台利用实时数据分析和地质建模，在钻井过程中精确控制井眼轨迹； HAL 发布了名为 CerebroForce™ 的钻头位内传感技术模块； SLB、HAL 和威德福等，均拥有自己的一系列先进旋转导向系统。
钻完井软件	国内在智能化勘探程序软件开发上仍处于萌芽期，功能已覆盖勘探规划设计与施工监测的优化等基础作业。	较为成熟并商用化。HAL 建井工程 4.0 版本，SLB 的勘探与认知一体化智能平台(DELFI)中的 Drill Plan 一体化钻井设计方案，康菲的钻井数据分析平台(IDW)，缩短钻探时间、优化完井计划以及加深对地层特征的了解

资料来源：《人工智能在油气钻井工程中的应用》 邹文彬等，天风证券研究所

1.4. AI+油藏工程

国外方面，如 SLB 为代表，以 Petrel、Techlog、Eclipse 等 10 多项软件为核心，构建了数字化协同智能工作流程，降低了勘探开发的不确定性与风险。勘探开发认知一体化平台(DELFI)建立了智能处理解释工作流程，支持数据标准化、数据清洗、智能解释、成果提交等功能。并筒软件 Techlog 包括曲线敏感因素分析、预测与分类、曲线重建等系列智能化功能模块，支持智能解释。

国内方面，建成中国石油梦想云协同平台、测井处理解释一体化软件 LEAD 与全新一代多井评价软件 CIFlog 等应用平台，油藏描述与模拟、测井多井解释等方面的智能化应用初见成效，水平井地质导向系统初步形成。

1.5. 上游油气及油服企业 AI 布局进展

国内央企油气企业 AI 布局领先于民营企业布局，三桶油的 AI 布局思路目前主要在构建行业高质量的数据集，建立油气大语言模型，构建知识体系，打造计算平台，应用于油气勘探过程中的地震解释、开发过程中的油藏开发优化、测井处理解释领域，以及较为通用的客户服务和内部行政系统。

表 2：国内油气公司上游勘探 AI 应用布局进展

公司	AI 布局进展及影响
中国石油	2024/1 中国石油勘探开发研究院发布自主研发的 AI 大语言模型 PetroAI(勘探开发领域迄今上线最早、规模大、功能强的油气行业大语言模型) 2024/8 昆仑大模型建设正式启动，是中国能源化工行业首个通过备案的大模型,基于昆仑大模型，打造了地震解释大模型应用、测井处理解释大模型应用、员工助手应用、行业大家应用等应用 - 中国石油携手华为共同打造认知计算平台——E8，利用知识图谱、自然语言处理和机器学习等人工智能技术进行知识体系的构建、计算和应用，为油气勘探开发科研、生产管理提供智能化分析手段，支撑油气勘探开发增储上产和降本增效，提高决策效率、提升管理水平
中国海油	2025/2 “海能”人工智能模型平台正式接入 DeepSeek-R1 671B 完整版本以及蒸馏版本模型，并通过私有化部署方式面向全集团提供开放服务。将通过 API 接口面向海油 ERP 系统、海油商城等多个应用系统开发服务，全方位、多层次满足不同业务场景的智能化需求
中国石化	- 中国石化完成 DeepSeek 在国产化算力环境下的部署，并接入长城大模型应用系统，在企业内部分批推广使用。并编制《石油化工行业大模型测试题集（推理思考版）》，对模型进行全面深度测试 - 中国石化利用 DeepSeek 大模型对数百个行业标准和规范进行智能解析，探索行业数据集的高质量构建，提升地震资料处理、油藏开发优化、化工产品研发、客户服务等专业模型的开发效率
洲际油气	与斯伦贝谢签署谅解备忘录，探讨数字技术在能源行业的最新进展，特别关注人工智能（AI）、数据分析、工业物联网（IIoT）、边缘计算和云解决方案等领域，体现了对数字化转型的重视（尚在布局，未落地）
新潮能源	尚未公开披露与 AI 相关的具体业务布局或技术应用

资料来源：中国海油公众号，新华网等，天风证券研究所

海外油气公司目前进展主要聚焦在几个方面：1) 将 AI 和庞大的传感器网络和机器学习软件结合，上游勘探开发方面主要建模地层构造，加深对地质结构的认识和理论突破，提高勘探钻井的成功率及效率；2) 钻井等工业流程倾向于自动化、实施预测性维护模型，减少停机时间；3) 注重碳排放管理；4) 新材料研发和模拟试验；5) 市场营销运营优化；6) 供应链管理；7) 客户服务售后管理；8) 内部员工管理、安全管理等。其中难度最大的是上游勘探开发地质构造建模，需要处理巨大的不确定性，需要手动处理，并依赖于专业知识和经验，而不只是实际数据。

表 3：海外油气公司上游勘探开发方面 AI 应用布局进展

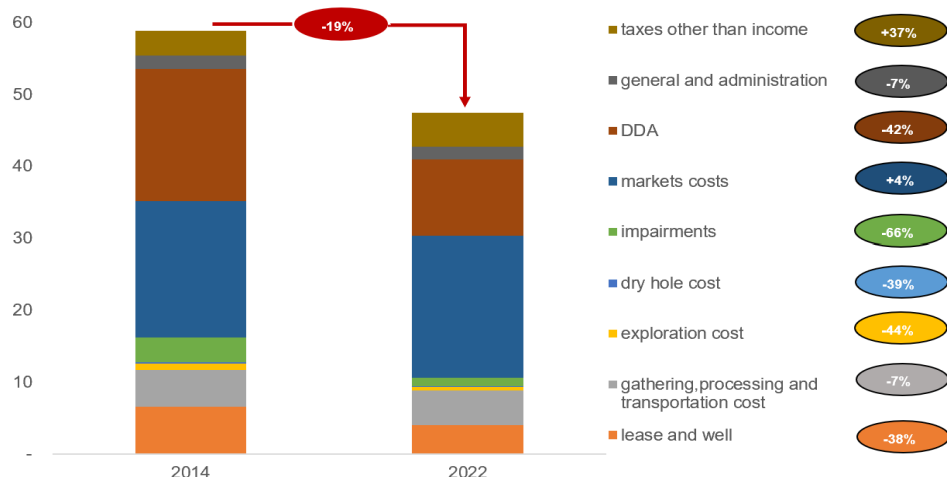
公司	AI 布局进展及影响
Shell	· 2021 年壳牌、贝克休斯、Microsoft、C3 AI 宣布推出 AI 能源计划，基于 AI 解决方案的开放生态系统，以预测能源行业的流程和设备性能风险。 · 储层模拟和地震处理：壳牌专有的人工智能算法，实现 4K 迭代图像重建，提高油气藏岩石流体性质估计的准确性
XOM	· 和 Microsoft 合作，二叠纪盆地运营中使用 LoT 技术监控和优化油田资产，从传感器网络中搜集数据并存储在云中供实时访问，实现性能优化和工作流程自动化，使用人工智能和机器学习等技术提高运营效率，实现闭环自动化 · 业内第一家利用深水自主钻井公司，XOM 开发了一个专用钻井咨询系统（将一个多世纪的钻井经验整合到一个自动化系统中，目前用于圭亚那），该系统利用人工智能来确定理想的钻井参数，允许闭环自动化，无需人工干预即可控制钻孔过程，以最大限度地提高钻井速度，减少技术问题，提高安全性
BP	· 2019 BP 投资 Belmont Technology 探索将机器学习和认知计算应用于其全球石油和天然气业务的机会，旨在加快从勘探到油藏建模的项目生命周期，旨在将数据收集、解释和模拟的时间缩短 90%
OXY	· 勘探生产优化+加强储层管理：利用机器学习算法分析地质数据更准确识别潜在勘探位置，将 AI 与地质模型集成，增强对地下构造的理解，获得更成功的勘探结果；采用先进的算法来评估油藏性能并优化生产策略，使用 AI 对油藏行为进行建模，预测压力温度等变化的影响 · 预测性维护：使用机器学习模型在设备故障发生之前进行预测，分析来自传感器和机械的历史数据，可以预测设备何时可能发生故障，并相应地安排维护，减少计划外停机时间并降低维护成本
CVX	· 2019 年 CVX、SLB 和 Microsoft 宣布合作加速数字化转型，为雪佛龙在 DELFI* 认知勘探与生产环境中构建 Azure 原生应用程序，大大改进和数字化的石油技术工作流程，利用人工智能来提高生产力、缩短周期时间并优化二叠纪盆地的勘探，提高石油开采效率、降低 60% 甲烷排放

资料来源：各公司官网，business wire 等，天风证券研究所

1.6. AI 或助力油气运营成本下降

AI 在历史上已经对油气的降本发挥了作用，目前已经看到了明显成果，AI 集成将运营成本降低了约 20%。比较典型的是 EOG resource 这家公司，我们将油价均为 100 美元的 2014 和 2022 年成本进行对比可见，EOG 原油运营成本从 59 美金下降到 47 美金(降幅为 19%)，其中仅市场营销费用(小幅上涨 4%)和除所得税以外的其他税费(上涨 37%)有所增加，其他成本项均明显下降，比如租赁和井费用-38%，收集处理运输费用-7%，勘探费用-44%，干井费用-39%，减值-66%，折旧摊销-42%，通用行政管理费用-7%。

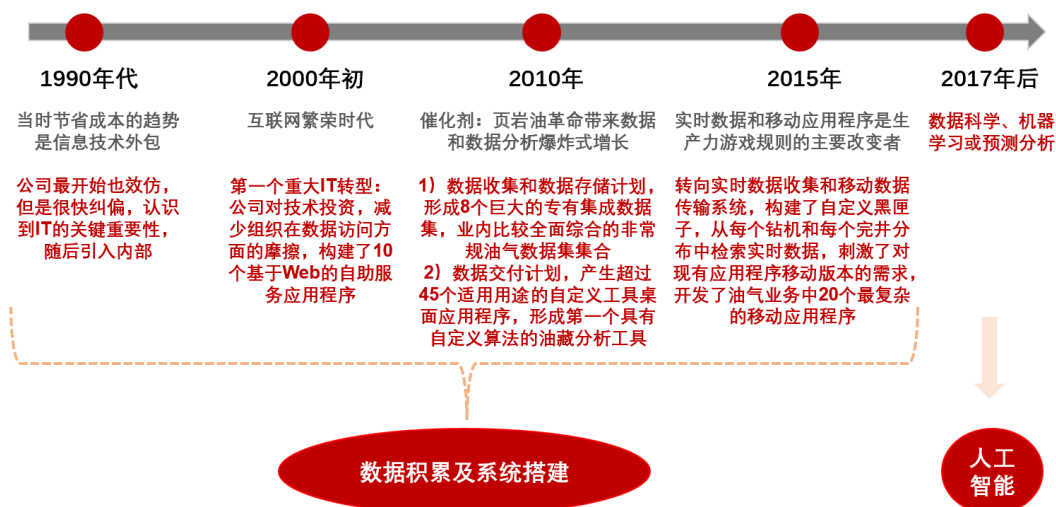
图 4：油价 100 美金情境下，EOG 原油运营成本变化



资料来源：EOG 公告，天风证券研究所

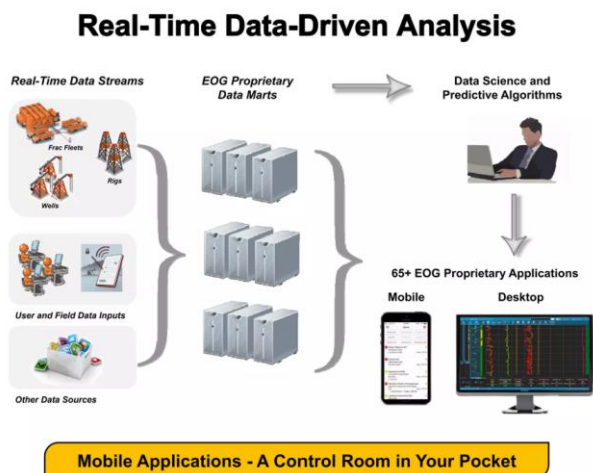
EOG 的降本有明显成效可能归功于公司一直处于数字化转型的最前沿,2017 年 EOG 就在电话会议里提到如何使用数据科学工具来加快公司的创新速度。当时 EOG 提到自身的三大竞争优势,1) 数据,全面集成且易于访问的数据集,并且拥有数据主权,不能外包收集、分析和交付;管理层认为 EOG 可能拥有所有非常规油田中较全面综合的数据集(从 5000 多口水平井中搜集);2) 数据传输交付,数据需要用易于使用的软件工具随时可用,构建了一代代的 fit for purpose 软件工具,而且拥有一套数据传输系统(由 65 个软件应用程序组成),几乎涵盖了业务的每个功能领域,为决策提供支持,随时随地全天候提供原始、分析和学习的数据;3) 公司创新和持续学习的文化与认知,公司已经坚持了 30 年,人工智能和业务的结合需要长期的投入和学习,形成良性循环,不能一夜之间建立起来。

图 5: EOG 历史对信息技术、人工智能领域布局



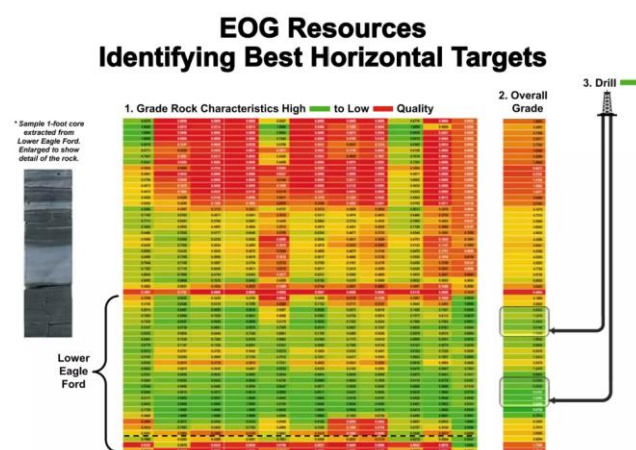
资料来源: EOG 公告, 天风证券研究所

图 6: EOG 大数据系统



资料来源: EOG 公告, 天风证券研究所

图 7: EOG 利用数据使用精准横向目标



资料来源: EOG 公告, 天风证券研究所

我们根据真实的案例来进行测算, 预计能受 AI 驱动降本的项目如下:

1) lease and well cost 包括运营和维护油气井的成本(泵送服务、生产水处置、设备

维修和保养、压缩费用、租赁维护、燃料和电力)、修复工作的成本、以及租赁和井管理费用。比如 Shell 在 AI 方面的真实结果是计划外停机时间减少 20%，并将维护成本削减 15%；此外还能缩短钻完井时间，降低设备服务等使用成本，比如 HAL 的 LOGIX® 自动化和远程作实现运营转型并提高钻井性能，性能和钻孔轨迹精度的持续改进使 ROP（穿透率）提高了 33%，套管和衬板运行速度提高了 15%-45%，实现的方向难度指数（DDI）与计划高度匹配，根据 Energy and AI 文献表明可能减少 15% 的钻井成本；我们根据 EOG 2024 年最新的 lease and well cost 4 美金/BOE 测算，假设相关成本降低 20%，预计能减少 0.8 美金/BOE。

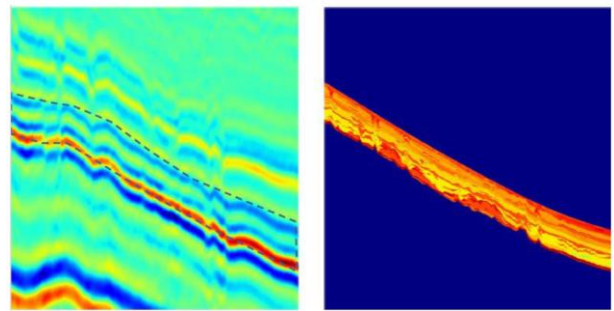
2) exploration cost 勘探费用和 dry holes cost 干井费用，例如在 Quantico 进行的一项案例研究中，Quantico Energy 首席执行官兼创始人 Barry Zhang 发现，与传统的反演数据相比，AI 检索的地震数据揭示了 Eagle Ford 的孔隙度更高。据 Barry Zhang 称，所示的 AI 数据包含更高的分辨率，将大约节省成本 50%。根据 EOG 2024 年勘探和干井费用 0.5 美金/BOE 测算，大概能减少 0.25 美金/BOE。

图 8：上游勘探活动应用的 AI 方法及工具效果

上游活动	开发的工具	AI 方法	主要效果	
			加速	降低风险
地质评估	用于自动绘制油区储层岩石特性的工具	无梯度优化 + 插值技术	将手动绘图过程从几周缩短到几秒钟	消除人为错误导致的错误映射，更准确地定义正确碳氢化合物目标
	从测井日志中提取地质信息的工具	梯度提升	加速100+倍	
	基于从井中提取的岩石样本图像进行岩石分类的工具	深度神经网络	加速约100万倍	
钻井	使用实时钻井遥测检测钻井岩石类型和潜在故障的工具	机器学习算法的组合	在建井时节省高达 20% 的时间和高达 15% 的资金	最大限度地增加井筒和产油层之间的接触
油藏工程	加速常规油藏模拟的工具	深度神经网络	加速 200 到 2000 倍	可以筛选更多油田开发方案，以选择最优方案
生产优化	数据驱动工具，用于客观预测并处理活动的效率	梯度提升+基于专家的特征选择	井处理效果评估速度提高 100 倍以上	投资活动的边际效益增长高达 20%

资料来源：《Artificial intelligence in oil and gas upstream: Trends, challenges, and scenarios for the future》Dmitry Koroteev 等，天风证券研究所

图 9：AI 地震数据拥有更高分辨率



资料来源：Quantico Energy Solutions, Hartenergy, 天风证券研究所（左边是传统，右边是 AI）

3) marketing cost 营销成本主要包括第三方大宗商品（油气、砂子等）的采购成本，AI 可能会减少生产过程中对燃料、砂子等材料的损耗/使用，从而减少采购成本，假设原料价格不变的情况下，使用量或下降 20-30%，根据 EOG 2024 年营销费用 15 美金/BOE 测算，大概能减少 3.75 美金/BOE。

4) DDA 折旧摊销是对已探明油气资产采用单位产量法计算，例如油田生产概况、新井的钻探或收购、现有井的处理以及主要与井表现、经济因素和减值有关的储量修订都可能导致其波动。AI 应用或能驱动更多不可动用的储量变成技术可采储量，提高 EOR，摊薄桶油 DDA，比如从尼日利亚的实际案例中可见 AI 协同可以使 EOR 提高 20%，ADNOC 最近宣布，通过基于人工智能的技术，将其海上萨布油田（SARB）的产量提高了 25%，以此假设 AI 能使 EOR 提高 20%，按照 EOG 2024 年桶油 DDA 成本约 11 美金/桶，DDA 相应可能下降约 2 美金/桶。

5) general and administration cost 和 GP&T cost 也能受益数字化、人工智能的驱动带来日常管理、处理、运输等成本下降，假设下降 5-10%，对应的桶油成本降幅大概是 0.5 美金/BOE。

6) tax other than income 主要与税收政策和油价相关，基本不受人工智能的影响。

我们简单测算合计 AI 大概会带来 7 美金/BOE 的降本空间，下降幅度大约 17.5%，这与国际能源署所估计的数字技术可以将油气成本降低 10% - 20%接近。

2. AI 重塑煤炭智能矿山

煤矿智能化发展仍处于初级阶段。AI 技术正加速赋能煤矿智能化建设，通过优化数据治理、构建行业大模型，推动煤矿从感知智能向认知/决策智能迈进，打造智能化矿山，显著提升灾害预警、智能开采和管理效率。像煤炭资源类企业中国神华、山煤国际、中煤能源、陕西煤业、兖矿能源，以及采煤机设备类公司如天地科技、郑煤机等均已

布局智能矿山项目，实现煤炭开采和洗选的全自动化，保障煤矿高效及安全的生产。

表 4：国内煤炭公司及设备公司 AI 进展

公司	AI 布局进展及影响
中国神华	· 神东煤炭全力投入到智能发展，融合 5G、大数据、人工智能等打造出智能化矿山的典型示范。在主运输胶带机皮带部署 AI 智能监测系统，实现了高速运行中皮带的所有接头的精准识别和自动定位 · 洗选中心深入分析在公司智能矿山建设全局的价值功能定位，充分利用激光雷达、测距传感器、AI 摄像头等硬件，联动给煤系统、装车塔楼，实现了全流程智能无人装车，显著提升装车效率
山煤国际	· 应用各种先进传感器、“天眼”系统、GPS 定位系统、AI 精准识别系统、电子围栏等技术，实时掌握井下的生产动态，保障煤矿安全生产 · 融合物联网、大数据、云计算和人工智能等组建而成矿井电子屏，在生产调度指挥中心显示实时更新的运行参数、生产场景、模拟动画
中煤能源	· 中国中煤“智控”项目技术平台通过华为昇腾算力底座正式接入 DeepSeek 大模型，发布了数智中煤 AI 助手应用，同步推进与产销平衡模型、安全生产管理、内部合规审计等系列应用场景深度融合，提升“智控”项目技术平台智能化水平。
陕西煤业	· 黄陵矿业一号煤矿持续加大 AI 安全领域投入，提高智能监管的云化、体系化、智能化、行业化、场景化水平，提升安全智能管理水平。“AI+NOSA”智能风险管控系统融合 AI 识别、物联网、云计算等多项技术，智能分析在煤矿生产运营中存在的安全问题，并进行超前预警，保障人员安全 · 矿山智脑 AI 人工智能平台对主煤流运输系统的输送带煤量、异物、堆煤及跑偏进行识别和分析，对危险区域闯入、输送带轴承及滚筒超温进行监测，提高系统响应速度，提升现场的安全管控水平。
兖矿能源	· 携手山能华为一联创打造 7 大专业 38 个人工智能 AI 应用标准化场景，通过 AI 图像模型 24 小时智能检索分析，实现了对岗位作业全过程的监督管控，发挥了人工智能安全检查的重要作用，推动了煤炭行业安全监管由人工监管向智能管理转变
天地科技	子公司天玛智控开发了 LongWallMind 智能开采系统软件平台，形成了薄煤层无人化控制系统软件技术等
郑煤机	2020 年，郑煤机推出国内首套由单一厂家提供采煤机、刮板输送机、液压支架和智能化控制系统的成套化智能综采工作面 国内首家实现全面智能化的煤机企业，智慧园区拥有 23 条自动生产线、150 台机器人、12 台智能行车设备以及 30 台 AGV（自动导向车），其工厂内部的制造流程几乎实现了全自动化的运作

资料来源：中国神华公众号，山西焦煤山煤国际公众号，郑州经济技术开发区管委会，铁甲工程机械网等，天风证券研究所

以山东能源集团为例，联合华为盘古矿山大模型，快速训练了 82 个应用场景，并在 28 个煤矿落地应用。其中，兴隆庄煤矿、李楼煤矿利用该技术对井下卸压钻孔施工质量进行智能分析，将原来人工审核的工作量降低了 80%，施工监管审核时间从 3 天缩短至 10 分钟。同时，通过将大模型应用于重介选煤分选密度智能控制，精煤产率提高了 0.2% 以上。

根据麦肯锡的相关调研，煤炭企业全面释放智能化潜力能够将利润提升 7%-12%，将投资回报率提升 2%-3%。

图 10：全面释放大模型智能化潜力，煤炭利润有望提升



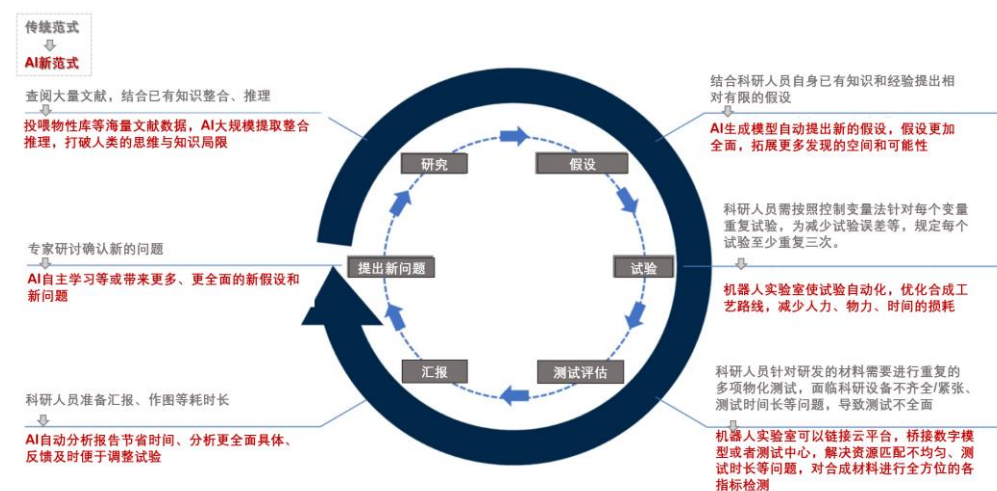
资料来源：Mckinsey，天风证券研究所

3. AI 赋能化工 “从分子设计到智能工厂”

3.1. AI for science 赋能机理端分子研发

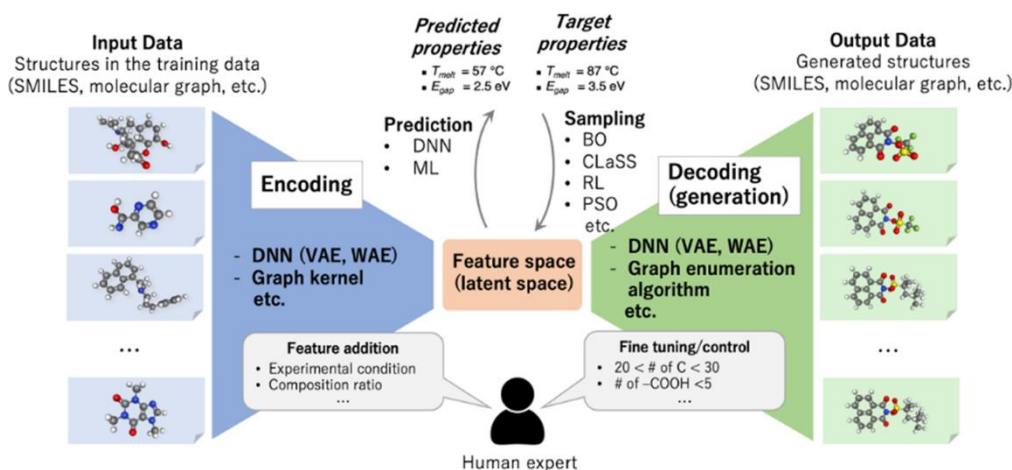
传统的材料研发依赖科研人员经验，通过不断试验筛选优化材料。而 AI 基于大量数据训练出机器学习模型，结合高通量计算技术，基于数理化等基础原理，整合隐层参数空间中的信息，预测物质性质以筛选候选材料，并快速迭代探索合成路径，推荐可行的合成方案，从而大幅节省信息搜索、专家研讨和人工试错所消耗的人力和物力。AI 技术或驱动更多新材料发现，同时发现周期大幅缩减。

图 11：传统范式下材料研发全流程 vs. AI 赋能后的研发全流程



资料来源：《Accelerating materials discovery using artificial intelligence, high performance computing and robotics》Edward O. Pyzer-Knapp 等，天风证券研究所

图 12：AI+分子结构式创造



资料来源：《Accelerating materials discovery using artificial intelligence, high performance computing and robotics》Edward O. Pyzer-Knapp 等，天风证券研究所

目前 AI for science 在科研领域（比如科研高校院所）应用比较多，主要用途为“快速合成识别候选新材料”：比如 Google DeepMind 发布深度学习工具 GNoME，短时间内就发现了 220 万种新晶体，其中 38 万种新晶体具备稳定的结构，可以成为研发的潜在材料。美国阿贡国家实验室发布生成式 AI 框架 GHP-MOF assemble，能够随机生成并组装新的 MOFs 结构，30 分钟生成 12 万种候选材料，筛选出高稳定性的 MOFs 结构。

而 AI 模型的有效性恰恰依赖于大量高质量的实验数据。在现实中，材料研发的相关数据往

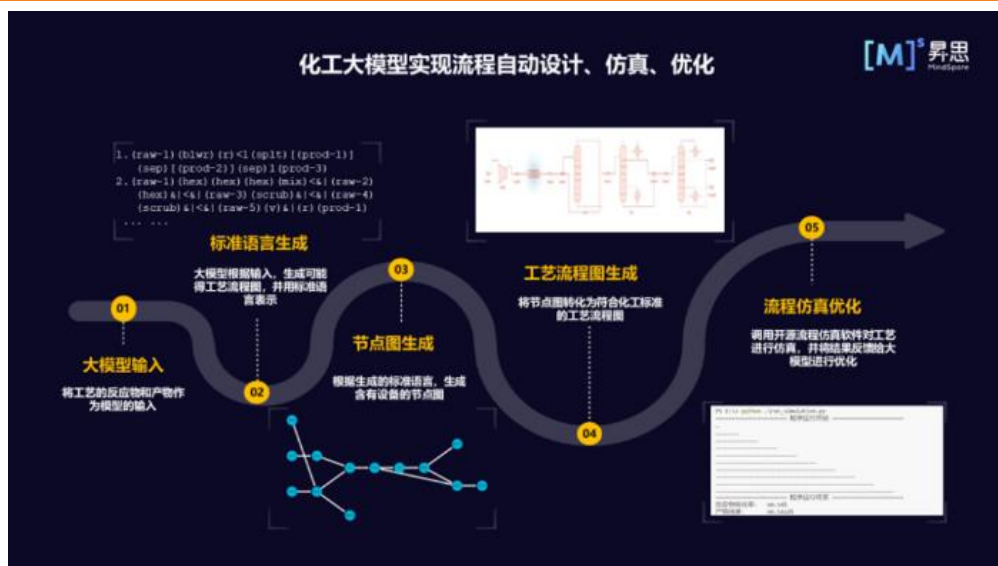
仍存在不完整、不规范、不准确等质量和数量不足的问题，导致模型的训练效果大打折扣。

3.2. AI for Design 最优化工艺端流程设计

传统化工生产工艺流程设计涉及合成路线选择、生产参数优化、设备选型和设计、流程模拟和仿真、安全与风险评估，化工设计行业专业性较高，并且设计过程复杂，因其在效率、成本、质量、安全等方面均有较高的要求。

目前 AI 在工艺流程设计中应用更多的在流程模拟仿真、流程监控预测和反馈优化方面，主要是化工设计院等高校研究所，还有一些模拟仿真软件企业比如中控技术等。

图 13：化工大模型实现流程自主设计、仿真和优化



资料来源：昇思 Mindspore 公众号，天风证券研究所

3.3. AI for operation 智能化生产运营

AI 在化工领域以及各行业中应用最广泛的主要在供应链优化、监控市场行情、质量控制、安全评估方面。我们认为目前企业在这一领域结合 AI 应用最为广泛，也最为成熟，主要受益“卖铲者”比如潜在标的有中控技术。

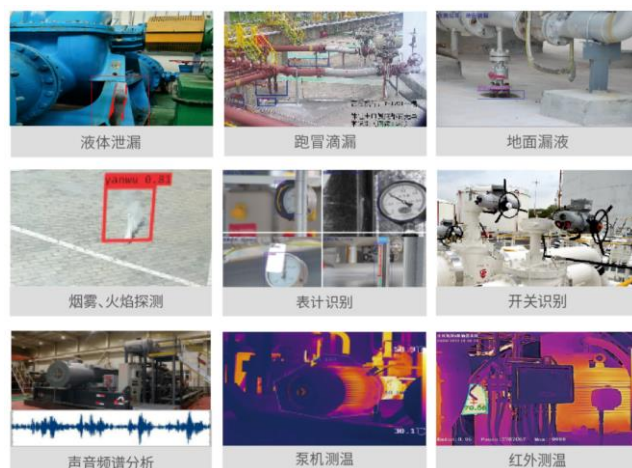
- 1) 供应链智能管理：AI 通过实时数据分析来预测供应链中潜在的问题，并提前预警和干预，确保供应资源、供应链条的稳定运行，避免过高的物料库存，也杜绝重要物料的短缺。

图 14：化工领域供应链管理设计



资料来源：数字石化公众号，天风证券研究所

图 15：油气化工 AI 智能巡视系统



资料来源：国自机器人公众号，天风证券研究所

- 2) 生产流程中 AI 用于自适应控制系统，对一些关键的生产参数进行实时监控与调节——包括温度、压力、流量、液位、浓度、酸碱度等。具体实施过程中，自适应控制系统首先通过传感器收集实时数据并进行分析；其次，将实时数据与既定参数标准进行对比、分析，并反馈至系统执行端；最后，控制系统根据反馈信息自动判断、决策并调整设备各部分的运行状态，以确保生产的持续、稳定和高效。

图 16：AI 配置和优化安全仪表系统



资料来源：歌略技术公众号，天风证券研究所

- 3) 智能生产调度和优化。通过对大量的工艺数据的分析和建模，实现对化工过程的优化。通过智能算法和机器学习方法，从大量数据的计算学习中建立优化过程模型，进行过程参数的预测和优化，从而实现化工生产过程的自动化和智能化。
- 4) 质量控制和检测：AI 可通过对产品的安全性、合格率等指标进行精准预测和实时监测，及时发现产品缺陷，降低质量问题带来的成本损失。

图 17：化工厂风险预警处置流程



资料来源：惟亚科技公众号，天风证券研究所

图 18：设备预警处置全生命周期闭环



资料来源：惟亚科技公众号，天风证券研究所

- 5) 安全评估预警与事故处置：AI 通过分析生产过程中的历史数据和实时监测数据，建立安全模型，并利用机器学习算法预测安全风险，及时发出预警提醒相关人员，同时还可通过对预警数据的分析和模拟，帮助相关工作人员制定应急预案和决策，提升事故处置速度，将安全风险降到最低。

例如浪潮智能生产化工厂融合 deepseek 大模型升级后，某化工生产企业应用该系统后，新员工的培训周期从 3 个月缩短至 6 周，实时的问答指导将产线人为操作错误率降低 70%，操作精准度和安全合规率均达到 100%。此外，系统还将历史经验数据转化为可复用的知识资产，高频问题的响应效率提升 90%。

3.4. 化工企业布局 AI 进展及现状

目前 AI 与化工行业结合的发展主要在“人工智能赋能材料研发与合成”和“人工智能赋能化工智能制造”两个大方向。

AI 赋能材料研发合成领域的发展尚处在导入期，我们认为主要集中在高校科研院所或海外头部领军化工企业（eg. LG 化学、赢创等）。海外美国微软公司推出利用人工智能和量子计算加速科学发现的 Azure Quantum Elements 平台，与西北太平洋国家实验室合作评估了 3269 万种材料作为电池固体电解质的潜力，不到一周就确定了 18 种最佳材料，如果使用传统方法需要花费 20 年。中科大研发的机器化学家系统“小来”，可完成从文献读取到合成、表征、性能测试、机器学习模型建立与优化的全流程任务。国内万华化学董事长廖增太也认为 AI 在材料设计和筛选方面会表现出巨大潜力，必将给材料行业带来颠覆性变革。

AI 赋能化工智能制造目前国内外均在加速布局，海外企业布局时间更早。国内化工企业布局 AI 智能制造项目表现为几大特点：1）央企牵头领先布局，主要得益于政策支持与资金实力；2）目前比较成熟的应用是智能化工厂建设，提供生产优化、质量控制、安全环保等多方面智能化解决方案，提升生产效率与质量，降低运营成本和能耗，比如中国石化建成了石化领域首个数字孪生智能乙烯工厂。海外企业开始更加着力 AI 加速新材料的研发。

表 5：国内外下游化工企业 AI 进展

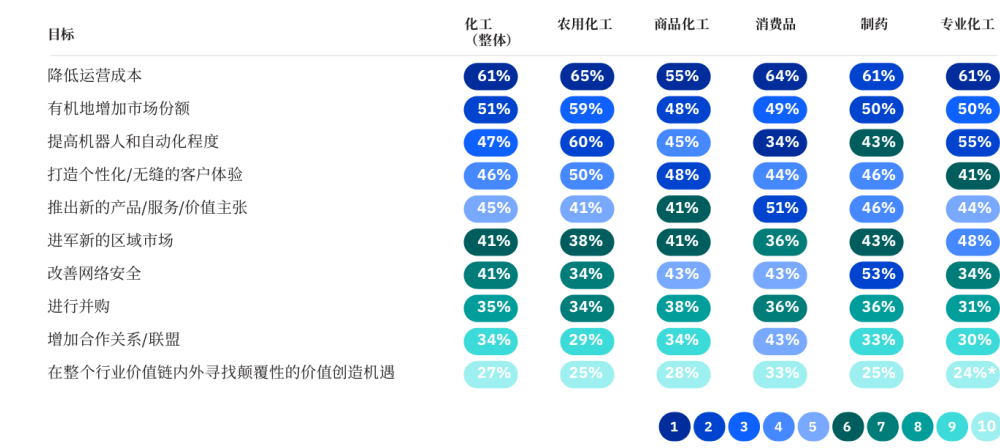
公司	AI 布局进展及影响
国内	
中国中化	2025/2 中国移动助力中国中化完成 DeepSeek R1 系列 671B 完整版以及多个蒸馏版本的全栈国产化推理适配和私有化部署，并实现中国中化人工智能平台全面纳管。提供九天基础语言大模型，探索化工、农业、采购供应链、办公智能体等场景化服务。
中国石化	智能化工厂建设，比如天津石化基于数字孪生的石化智能工厂、扬子石化基于 5G 专网的石化智能工厂、九江石化石化全流程一体化协同优化智能工厂、中科炼化安能环一体化管控炼化智能工厂（石化领域首个数字孪生智能乙烯工厂）、广州石化多维感知协同管控的炼化智能工厂、北海炼化炼化全流程一体化管控智能工厂和镇海炼化 AI 全过程深度应用的炼化智能工厂
万华化学	万华化学大模型优化废液处理过程，将原本 6 小时的处理时间压缩至 1 小时内，同时为石化产业提供生产优化、质量控制、安全环保等多方面智能化解决方案，提升生产效率与质量，降低运营成本和能耗。万华材料智能助手上线。
卫星石化	2025/2，卫星化学“基于 AI 的高端新材料柔性智造模型”利用人工智能的预测能力，自动优化配置生产要素，极大地提高了资源利用效率和生产效益。
宝丰能源	2024/08 在国内首创复杂煤种 AI 智能配煤算法模型，实现了智能科学精准配煤，成功研发行业领先 AI 智能配煤管理系统，多项核心功能处于同行业领先水平，大幅提升煤炭转化率与产品质量，显著降低原料成本和碳排放，实现了煤炭资源高效转化和清洁利用。
国外	
陶氏	2020/8 陶氏旗下聚氨酯业务部整合人工智能（AI）与预测分析能力来加速数字化转型进程，从而提高业务运营中的数字智商（Digital IQ）。并与微软合作，加速将机器学习和人工智能解决方案整合为一种新型智能预测分析能力，优化产品开发流程并加强客户协作。
LG 化学	2024/3 LG 化学宣布推出人工智能（AI）分析解决方案 CDS 平台，有效提升企业研发和生产效率。 2025/2 LG AI 研究已与首尔国立大学合作开发一种用于预测多态蛋白质结构的人工智能模型，以增强药物发现和疾病研究的能力
BASF	2020 年：启动针对供应链优化、客户体验增强和高级分析的大规模数字化转型项目。 2021 年：与 IntelliSense.io 合作实施 BrainSenseTM 平台旨在使用 AI 驱动预测分析优化工厂生产流程，提高运营效率降低能耗 2022 年：推出了数字客户平台 Connect+，以简化和数字化其欧洲客户的订单到现金流程，提高客户互动的透明度和效率 2023 年：巴斯夫扩大与 Microsoft 的合作，在其研发活动中利用 Microsoft 的 Azure 平台和 AI 功能来加速材料科学、催化和可持续发展等领域的创新。推出其数字化学实验室进行虚拟实验和模拟，以加速新材料和配方的开发。

资料来源：各公司官网，新浪科技等，天风证券研究所

4. AI 竞速赛，哪些能化企业才能突破重围？

目前以 deepseek R1 为代表的中国竞争对手已经基本复制了 open AI o1 级智能水平。虽然与美国相比，中国人工智能创新有差距、有短板，但也有相对优势，有突破超越机会。根据《中美人工智能创新比较研究》表明，中国和美国已分别成长为全球领先的人工智能创新超级大国和超级强国，组成了全球人工智能创新的“一大一强”发展格局，因此需要重视国内积极拥抱 AI 的企业。

图 19：IBM 调研能化企业布局 AI 的目标



资料来源：IBM，天风证券研究所

我们注意到目前能源化工企业布局 AI 的重心普遍在于供应链管理、营销、智能化工业流程制造比较通用的环节，主要思路是降本，门槛相对较低。但是对于技术知识密集且高度依赖经验的油气勘探、化工新材料领域，企业需要具备怎样的特征才能在 AI 军备赛中脱颖而出？

我们总结大概有以下几点：

- 1) **拥有大量高质量有效数据的主权。** AI 技术有效性的底层逻辑在于首先给大模型有效高质量的数据，这取决于企业在行业里深耕沉淀并且建立了完备的数据库，才能在训练模型中保持领先及独特性。
- 2) **将技术和业务深度融合，注重创新。** 根据 IBM 的调研我们注意到目前企业布局 AI 首要实现流程智能化降本增效，在产业价值链里寻找创新颠覆性机遇则是企业考虑的后者，这可能会让企业陷入经营陷阱，着力于低端简单产品的降本增效，成本曲线下落和生产周期缩短或导致价格战，因此对于化工企业来说，重视 AI+新材料的创新研发或才能带动化工企业开展第二成长曲线。
- 3) **具有强大的资金实力。** 央国企和一些细分龙头企业或更具备这样的特点。

潜在受益标的：

- 1) 拥有数据主权的头部炼化&化工公司，无论是在 for science/for operation 方面，都具有先发优势；
- 2) AI for science 方面，具有自主研发能力的催化剂公司；
- 3) AI for operation 方面，“卖铲者”比如中控技术等工业流程模拟软件企业。

5. 风险因素

- 1) AI 应用需求不及预期的风险，比如 AI 技术发展出现瓶颈或者 AI 技术实际应用出现明显幻觉导致 AI 普及应用需求不及预期。
- 2) 企业布局 AI 进度不及预期的风险。受限于资金或者技术人员不足的压力，企业或存在放缓布局 AI 技术的风险。
- 3) 中美贸易摩擦加剧的风险。目前 AI 技术底层的芯片等技术在国内外还处于卡脖子环节，在中美军备赛中或存在被美国卡脖子的风险。
- 4) 行业竞争加剧的风险。大规模应用 AI 技术后或导致成本曲线下移，产量大规模投放，陷入经营困境。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的所有观点均准确地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法。我们所得报酬的任何部分不曾与，不与，也将不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

一般声明

除非另有规定，本报告中的所有材料版权均属天风证券股份有限公司（已获中国证监会许可的证券投资咨询业务资格）及其附属机构（以下统称“天风证券”）。未经天风证券事先书面授权，不得以任何方式修改、发送或者复制本报告及其所包含的材料、内容。所有本报告中使用的商标、服务标识及标记均为天风证券的商标、服务标识及标记。

本报告是机密的，仅供我们的客户使用，天风证券不因收件人收到本报告而视其为天风证券的客户。本报告中的信息均来源于我们认为可靠的已公开资料，但天风证券对这些信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的信息、意见等均仅供客户参考，不构成所述证券买卖的出价或征价邀请或要约。该等信息、意见并未考虑到获取本报告人员的具体投资目的、财务状况以及特定需求，在任何时候均不构成对任何人的个人推荐。客户应当对本报告中的信息和意见进行独立评估，并应同时考量各自的投资目的、财务状况和特定需求，必要时就法律、商业、财务、税收等方面咨询专家的意见。对依据或者使用本报告所造成的一切后果，天风证券及/或其关联人员均不承担任何法律责任。

本报告所载的意见、评估及预测仅为本报告出具日的观点和判断。该等意见、评估及预测无需通知即可随时更改。过往的表现亦不应作为日后表现的预示和担保。在不同时期，天风证券可能会发出与本报告所载意见、评估及预测不一致的研究报告。

天风证券的销售人员、交易人员以及其他专业人士可能会依据不同假设和标准、采用不同的分析方法而口头或书面发表与本报告意见及建议不一致的市场评论和/或交易观点。天风证券没有将此意见及建议向报告所有接收者进行更新的义务。天风证券的资产管理部门、自营部门以及其他投资业务部门可能独立做出与本报告中的意见或建议不一致的投资决策。

特别声明

在法律许可的情况下，天风证券可能会持有本报告中提及公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。因此，投资者应当考虑到天风证券及/或其相关人员可能存在影响本报告观点客观性的潜在利益冲突，投资者请勿将本报告视为投资或其他决定的唯一参考依据。

投资评级声明

类别	说明	评级	体系
股票投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	买入	预期股价相对收益 20%以上
		增持	预期股价相对收益 10%-20%
		持有	预期股价相对收益 -10%-10%
		卖出	预期股价相对收益 -10%以下
行业投资评级	自报告日后的 6 个月内，相对同期沪深 300 指数的涨跌幅	强于大市	预期行业指数涨幅 5%以上
		中性	预期行业指数涨幅 -5%-5%
		弱于大市	预期行业指数涨幅 -5%以下

天风证券研究

北京	海口	上海	深圳
北京市西城区德胜国际中心 B 座 11 层	海南省海口市美兰区国兴大道 3 号互联网金融大厦	上海市虹口区北外滩国际客运中心 6 号楼 4 层	深圳市福田区益田路 5033 号平安金融中心 71 楼
邮编：100088	A 栋 23 层 2301 房	邮编：200086	邮编：518000
邮箱：research@tfzq.com	邮编：570102	电话：(8621)-65055515	电话：(86755)-23915663
	电话：(0898)-65365390	传真：(8621)-61069806	传真：(86755)-82571995
	邮箱：research@tfzq.com	邮箱：research@tfzq.com	邮箱：research@tfzq.com