

The KPMG logo, consisting of the letters 'KPMG' in a bold, white, sans-serif font, with each letter enclosed in a white square outline.

毕马威

智能能源

人工智能驱动转型与价值重塑

毕马威 创见不同·智启未来

kpmg.com/cn

前言

当前，技术正以令人难以置信的速度迅猛发展。本报告于2025年年初撰写，我们将基于当时的情况进行阐述。我们所处的现实是一个创新层出不穷、持续加速的世界。曾经未来感十足的技术，如量子技术和智能体技术，如今正迅速进入能源行业的战略规划版图。

从短期来看，我们调研的行业领导者将智能体视为一种变革力量。尽管传统自动化已能提升效益，但是随着人类在此方面的专业知识不断见顶，其发展正面临瓶颈。

智能体为此提供了一个突破口。它们可以自主管理整个工作流程，模拟人类专家进行细致判断，在没有直接监督的情况下做出复杂决策，并在必要时寻求人类专家的帮助。其影响非常显著：在第29届联合国气候变化大会上，一家企业宣称通过部署智能体，他们已成功将一个原本需要21天才能完成的流程缩短到了18分钟。

对于能源企业而言，忽视这一趋势的代价正在不断攀升——行动迟缓的企业可能仍固守于陈旧的基础设施、人才模式和运营假设，而这些到本十年末可能将无法发展需求。

扩展人工智能的应用需要重塑企业并直面三大能源困境，应将人工智能嵌入整个价值链以确保供应、脱碳和成本控制。本报告为应对挑战迈向未来提供了指引。



能源行业中的人工智能应用已从试点扩大到规模应用，助力企业在运营效率、资产优化、安全性、可持续性和预测性维护等领域取得显著成效。引入人工智能技术需在硬件升级、软件采购、数据基础设施转型及专业人才招募等多方面大量投资，对大型企业来说是笔不小开支，需谨慎行事。许多企业通过推行成本削减计划，利用人工智能优化运营流程，实现效率提升和较高投资回报，进而将节省下来的资金用于再投资，形成自我提供资金支持的人工智能转型模式，推动数字化创新。”



蔡忠铨

毕马威中国董事

亚太区及中国能源及天然资源行业

主管合伙人

目录

02 前言

04 概要

05 简介

08 调研结论

10 能源行业人工智能现状

14 打造智能能源企业

18 阶段一：利用人工智能为员工赋能

25 阶段二：将人工智能融入各项工作

30 阶段三：发展能源企业自身生态系统

32 主要考虑因素

36 结语

40 生成式人工智能助力中国能源行业实现“双碳”目标

概要

能源企业开始扩大其人工智能试点项目

56%

已在试用人工智能，但仅13%设立了人工智能卓越中心

部分企业已获得初步成果

79%

已实现效率改善

60%

已获得10%以上的投资回报

效率和增长均获重视

65%

正在设法提升效率

74%

希望能实现增长

能源创造与环境影响的双重性是关键考量

63%

努力在人工智能应用与可持续发展目标之间寻求平衡

71%

将可持续发展视为比人工智能更重要的战略目标

突破性试验是一个重要的投资领域

92%

能够积极拥抱人工智能的企业，将在行业内建立竞争优势

96%

正着眼于未来开展投资，不期待立即获得回报

能源行业正在迎接人工智能的未来

63%

已经对自动数据编制、混合云、跨平台及数据集成等技术进行投资

64%

已经部署了覆盖整个企业的云或混合云IT基础设施

扩展应用面临重大挑战

58%

存在数据格式不一致问题，从而影响数据质量

38%

面临道德和监管问题

简介

在能源行业，人工智能的应用不仅局限于采用新技术，还涉及能源生产、配送以及智能化管理方式的转变，从而提高效率，减少浪费，并对实时需求和系统状况作出动态响应。

能源行业的管理者已经不能对此无动于衷。客户、监管机构和合作伙伴都期望利用新型智能系统实现低成本、可靠且可持续的能源供给。到2030年，行业将发生显著变化，而实现这一过程企业需要具备灵活性、远见卓识以及在充满不确定的时期采取行动的勇气。

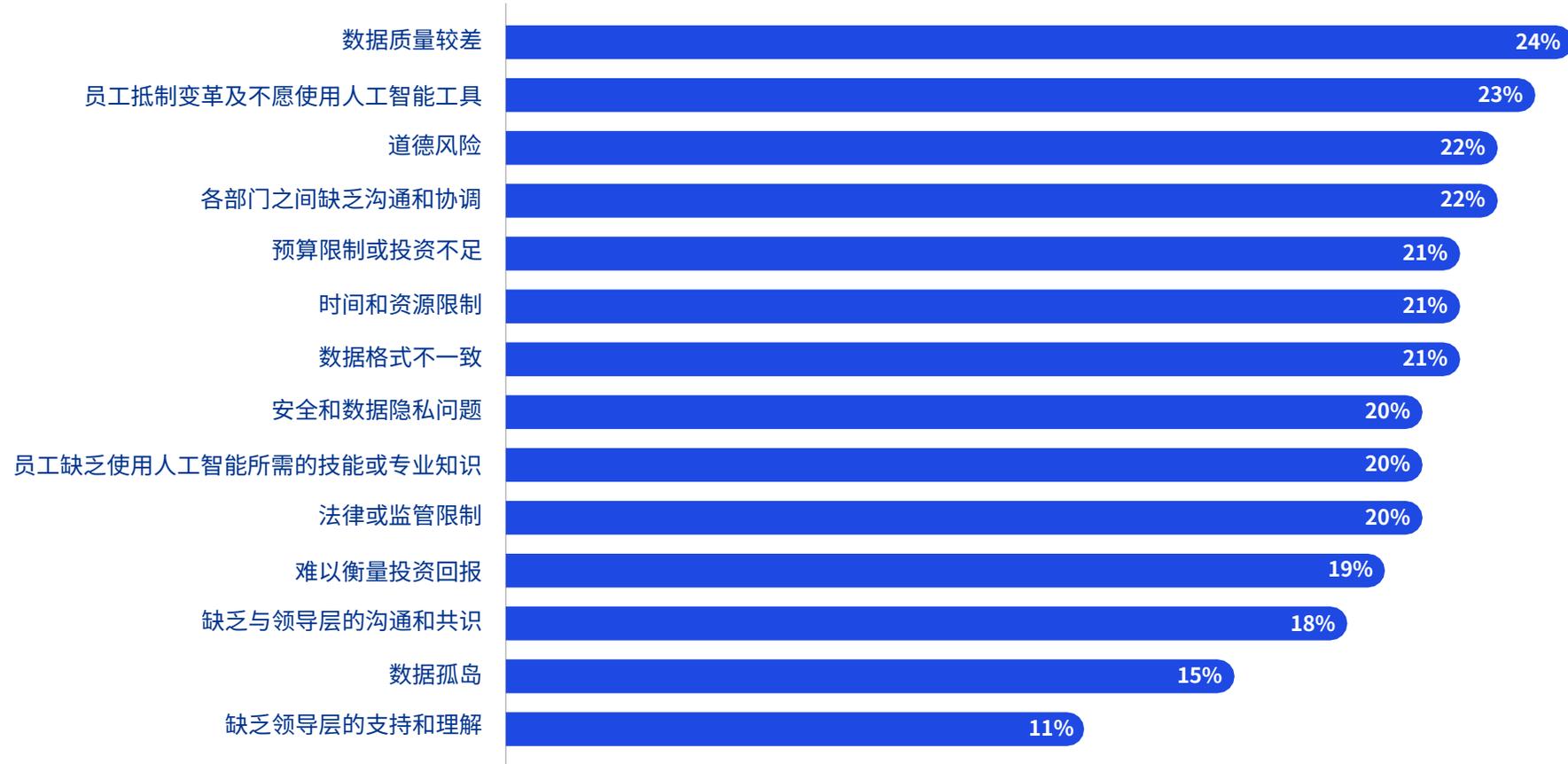
为了了解业界对此的准备情况，毕马威采访并调查了来自八个国家（澳大利亚、加拿大、中国、法国、德国、日本、英国和美国）的大、中型能源企业的163位高管。我们由此勾勒出能源行业的人工智能应用现状，深入探究了企业在人工智能战略、投资和实施方面的措施，并识别出企业可以采取哪些“坚定”的行动为自身未来发展做好准备，包括采用有助确保灵活性的企业架构。

本报告探讨了以下内容：

- 如何定义能源行业人工智能驱动的价值创造：理解人工智能如何提升运营效率，增强电网稳定性，支持可持续发展目标并推动商业成功。
- 如何应对围绕人工智能的监管合规、网络安全和跨职能整合等方面的挑战。
- 准备好实施人工智能的能源企业的特征：识别卓越企业的独特之处以及人工智能应用的关键推动因素，包括数据基础设施、劳动力准备和治理模式等。
- 人工智能成熟度模型：一个帮助能源企业通过三个关键阶段实现转型发展的框架，包括：
 - 利用人工智能为员工赋能和构建人工智能基础设施
 - 将人工智能融入各项工作
 - 发展运营模式和生态系统

图1：能源企业应用人工智能时必须克服的战略挑战

在应用人工智能过程中，受访者所在企业遇到以下问题的占比情况如下



贵公司在应用人工智能时面临哪些挑战？（最多选五个），n=163

资料来源：《智能能源：以人工智能驱动转型并创造价值》，毕马威国际，2025年

主要建议

我们发现，企业要从人工智能中获取价值，必须采取整体战略。对此，我们基于调研结果提出了以下四项主要建议。



制定一个由商业战略驱动、符合核心竞争力并能够创造价值的人工智能战略

以人工智能为先的战略确保从基础设施投资到劳动力规划的所有决策都能得到智能系统和数据洞察的支持。这不仅仅是将人工智能附加到业务上，而是通过人工智能来重新塑造业务。人工智能应基于长期业务目标，助力改善企业的运营效率、预测性维护、安全性和可持续性。一个清晰的路线图应定义具有重大影响的人工智能用例，使短期成本节约与长期价值创造之间保持平衡，确保人工智能投资能够产生可衡量的商业和环境效益。



在转型计划的初期阶段就将建立信任作为重要的一环

在一个高度关注安全性、可靠性和合规性的行业中，信任至关重要。企业在应用人工智能之初就必须建立透明的治理框架，实施强有力的风险管理并遵循监管规定。能源企业应与监管机构、员工和外部利益相关方携手，解决数据安全、人工智能驱动决策以及伦理问题的担忧。通过将可解释性、责任制和公平性嵌入人工智能模型，可以赢得推广人工智能应用所需的信心。



为人工智能的应用创建可持续的技术和数据基础设施

可扩展的技术和数据基础对于在能源行业充分发挥人工智能的潜力至关重要。企业应加大对数据治理、数据编制、云平台 and 混合IT基础设施的投资，以实现人工智能的无缝集成。在分布式能源、传感器驱动的工业场所和实时电网运营中采用标准化数据，从而确保人工智能模型和自主智能体能够有效运行。此外，还应尽可能降低人工智能的能耗，以便在寻求创新与满足可持续发展目标及监管要求之间取得平衡。



建立一种利用人工智能提升人类潜能的文化

人工智能应帮助提升人类的专业能力，而非取而代之。企业应在工程师、技术人员、电网运营商和决策者中培养一种文化氛围，即利用人工智能增强洞察力、自动化日常任务和提高安全性。通过提升员工的人工智能素养并开展伦理培训，可以帮助他们准备好拥抱智能化的未来。

调研结论

“

人工智能等新技术逐渐成为能源行业战略规划的重要部分。短期来看，人工智能可自主管理流程、做出复杂决策，显著提升效率。为实现人工智能规模化应用和价值创造，企业需重塑运营模式，将人工智能融入整个价值链，解决供应、脱碳和成本控制等难题。这要求企业整合数据技术，培养员工队伍，使人工智能与商业战略紧密结合。如此，企业才可能在下一个能源转型时代脱颖而出，把握未来发展的主动权。”



张庆杰

数字化赋能及人工智能主管合伙人
毕马威中国

在市场动态变化、技术颠覆、监管压力以及全球推动可持续发展的影响下，能源行业正经历着深刻的转型变革。

这个曾建立在传统采掘和网络模式基础上的行业，现在正演变成一个数字互联生态系统。

从试点到规模应用

能源行业中的人工智能应用已经不仅仅停留在试点阶段。56%的企业正在扩大人工智能项目的规模，而44%的企业已将人工智能融入运营核心。尽管受监管实体和不受监管实体之间存在差异（个别子行业也存在细微差别），但人工智能带来的挑战和机遇大致相同。能源价值链上的企业普遍关注运营效率、资产优化、安全性、可持续性和预测性维护等领域的AI用例。

降低成本，为未来发展留出资金

许多企业正积极推行成本削减计划，以应对需求波动、地缘政治动荡以及日益增长的可持续发展要求。受访者认为，人工智能是运营流程优化的关键推动因素。79%的企业表示已利用人工智能实现可衡量的效率提升，60%的企业因此获得了超过10%的投资回报。这些由人工智能降低的成本被用于再投资，形成了一种“自我造血”的人工智能转型模式，将节省的资金用于进一步推进数字化创新。

业界着眼未来

92%的受访企业正在对未来的的人工智能项目进行投资，但并不期望立即获得回报。其中，76%的企业计划增加人工智能支出，63%表示增幅将超过10%。增幅最大的领域包括人工智能驱动的自动化、预测分析以及增强型产品和服务开发，80%的企业正在将人工智能嵌入其产品中。

扩展人工智能应用仍存在明显障碍

企业内部的障碍延缓了人工智能的大规模应用。受访者指出，数据管理、治理、投资和重点事项排序等方面的不足，带来了主要挑战，包括数据质量问题（58%）、监管复杂性（38%）和预算限制（37%）。此外，负责改善数据的团队与开发人工智能的团队之间缺乏联系和整合。

目前只有13%的能源企业拥有人工智能卓越中心，人工智能领导层分散在IT部门（20%）或者IT与业务部门兼有（34%）。

发展进步

能源行业人工智能的下一阶段将从承诺转向切实、持久的影响。受访首席执行官和高管均已认识到变革的必要性，但为了取得成功，该行业应超越增量采用，专注于以降低成本的方式扩展人工智能，同时提高可靠性并支持可持续性。

新兴趋势为行业提供了明确的前进方向。成功的企业很可能是那些能够简化运营模式、整合人工智能价值链与数据技术，并构建支持人工智能驱动增长所需基础设施的公司。



我们对人工智能的应用充满期待，但同时也保持谨慎态度。为了避免AI工具生成的信息在未经充分验证的情况下被内部员工或外部监管机构直接采纳，仍需对生成式人工智能的输出进行全面审核和把关，以确保其准确性和可靠性。”

某美国企业的首席风险官

能源行业 人工智能现状

能源行业的人工智能项目分为两类：一类是追求可衡量投资回报的价值项目，另一类是为践行行业价值观的驱动型项目。

价值项目：追求效率与投资回报的最大化

以明确可量化的成果为目标的价值项目，正在推动能源行业人工智能的应用。特别是在那些能够帮助企业提升效率、降低运营成本、缓解风险并改善能力的领域，智能工具和技术发挥着重要作用。

许多人工智能驱动的价值项目通过自动化或消除整个流程，显著提升了效率，从而助力企业极大地提升绩效。例如，预测性维护可以通过预测涡轮机、管道和炼油设备的故障，减少计划外停机时间并延长资产生命周期；供应链优化有助于实现更精准的库存预测和分配；智能需求模型则可以对各设施的电力消耗进行精细调整，以减少浪费并确保稳定的电力供应。



从短期来看，我们将主要受益于生产率的提高，从而减少对托管服务提供商的依赖。这将使我们能够用更少的资源完成更多的工作，从而立即对资产负债表产生积极影响。从中长期来看，我们将获得与资产相关的收益，例如资产故障减少、维护规划和调度能力增强等。此外，大语言模型能够检索过去四十年生成的资料，这在管理长达四十年积累的资产方面带来了真正的变革。”

某美国企业的企业服务高级副总裁兼首席风险官

驱动型项目：增强安全性、推动可持续发展和贯彻企业宗旨

在能源行业，人工智能正被引入到旨在增强安全性和达成可持续发展目标的驱动型项目中。这些项目不仅帮助企业通过节约成本、提升运营效率和改进风险管理来创造经济价值，还确保满足监管要求，减少环境影响，并符合责任标准。

例如，人工智能驱动的安全监控正在改变风险管理的方式，并已在预防工业事故、石油泄漏以及减少伤亡等方面发挥了关键作用。借助机器学习算法持续扫描环境状况，能源企业可以在事故发生前主动消除安全隐患。例如，智能系统可以通过分析钻井现场、发电厂和炼油厂的传感器数据，发现危险气体泄漏、结构缺陷或潜在设备故障。

在环境监测方面，人工智能也发挥了颠覆性作用。通过先进的卫星图像和传感器网络，可以跟踪排放量，检测采矿场地对附近野生动物的干扰，并标记非法活动，如未经授权钻探或管道改动。

在保障员工健康方面，人工智能也正发挥效用。人工智能疲劳监测系统通过可穿戴传感器、生物识别跟踪和实时视频分析，检测员工的疲劳迹象或认知压力。这些解决方案有助于防止工伤，确保劳动安全标准的遵守，同时提高员工的整体健康水平和生产力。

智能体在能源行业的应用

智能体是人工智能演进的下一阶段产物——将使人工智能从被动响应指令的工具发展成为能够制定决策并采取行动的自主系统，很可能成为能源行业的变革性技术。

从自动到自主

采用智能体的智能系统能够在无需人类持续干预的情况下根据预设目标自主采取行动。在能源行业，这意味着智能体可以自主监控电网健康状况，优化负载平衡，安排维护工作，甚至根据实时需求预测调整发电水平。

它们可以分析来自太阳能资产、风能资产、储能资产、电动汽车等不同资产的大量实时数据，并动态调整其输出。此类智能体可持续运行，适应不断变化的条件，并做出原本需要人工干预的决策，从而大幅提高响应能力和效率。

改变企业与客户及市场之间互动的方式

从需求侧来看，智能体可以帮助工业和商业客户根据价格信号、消费特征或碳排放目标自动购买、存储或出售能源。它们能够协商能源合同、管理微电网，或在尽可能少的人类监督下参与灵活性市场，从而为客户开辟新的价值流并大幅提升客户参与能源市场的便利程度。

加速脱碳和创新

通过在整个系统中持续学习和优化，自主智能体在加速脱碳方面可以发挥关键作用。它们可以帮助优化高能耗客户的能源需求，减少能源浪费，并在复杂的生态系统中实施低碳解决方案。随着能源行业逐渐演变为一种可通过软件定义的灵活可变的基础设施，智能体很可能会成为该行业在迈向净零未来过程中突破创新、降低成本和确保韧性的核心要素。

释放人工智能潜力

传统、生成式和代理式人工智能都具有巨大的潜力。在应用人工智能时，能源企业可能会识别出一些重点用例。然而，若缺乏协调，这些用例可能会相互孤立或存在冲突。应用的成功与否取决于能否实现良好的协作，并与相关技术（如数字孪生、高性能计算、客户关系管理以及增强现实/虚拟现实技术等）互联互通。

发展企业技术架构

企业必须将人工智能与现有技术栈进行集成。这要求企业审视其技术架构，以识别可简化和现代化之处。

数据在其中占据着核心地位——人工智能需要来自各种源头的结构化和非结构化数据。强大的数据获取、存储、治理和访问控制能力，对于人工智能的大规模应用至关重要。

层次划分需要重新编排

生成式和代理式人工智能需要编排新的层次，在智能体及系统之间管理数据、提示和交互，以满足企业的目标。安全性应贯穿从设计到运营的各个环节。关键还需具备直观易用的界面，以建立信任、促进使用和实现长期价值。

发展生态系统

当前，生态架构师职能正逐渐浮现，成为传统企业架构师的重要补充。与传统企业架构师专注于优化内部系统和结构不同，生态系统架构师将目光投向更广阔的外部领域。他们负责设计互连平台、数据流和协作框架，使各种设施能够在包括客户、竞争对手、监管机构、供应商和技术合作伙伴的更广泛智能生态系统中良好运作。

智能体

是人工智能演进的下一阶段产物，它将使人工智能从被动响应指令的工具发展成为能够制定决策并采取行动的自主系统。

2030年规划： 为打造前所未有的 能源企业做好准备

2030年的能源企业可能与现在截然不同。人工智能、自动化、去中心化和脱碳不仅将重塑企业的业务，还将改变企业运营的基本结构。因此，企业领导者正面临一个需要采取大胆行动和前瞻性思维的转折时刻。

企业当前必须开始规划通往2030年的转型之路。这不仅是一份技术路线图，更是一场工作方式的根本性变革。完成这一转型后，组织需要做出决策并保留专业知识。许多企业正面临一波退休潮，数十年积累的专业知识和组织经验正随之流失。这些宝贵的知识必须以全新的方式捕获、转移或复制，尤其是在人工智能系统开始承担更多传统上由专家负责的判断和决策角色的情况下。

这就要求企业在演进过程中重新整体思考自身的运营模式、人才战略和技术基础设施。企业领导者需要认真考虑一系列全新的战略问题，以指导这一转型。

关键战略问题：

1 我们如何有效保留即将退休员工的宝贵经验与专业知识？

有哪些机制可以将专业知识融入到系统、培训或人工智能之中？

2 每个价值流的人工智能准备程度如何？

是否已经梳理出工作流程，是否清楚人工智能自动化可以在何处创造端到端价值？

3 应淘汰或逐步淘汰哪些能力？

旧有工具或实践是否阻碍了未来的可扩展性？

4 必须建立或获得哪些要素才能紧跟发展步伐？

哪些新的数据、平台或技术合作必不可少？

5 需要哪些生态系统合作关系？

是否与行业和学术界建立了适当的合作关系，以加速创新、分担风险并培养必要的技能和知识？

6 如何调整劳动力模型？

企业内部应保留哪些职务，哪些职务由灵活的、临时的或人工智能辅助的人员承担会更加高效？

7 当前的技能矩阵如何——到2030年会呈现什么变化？

是否有对技能的缺口、技能再培训的重点和人工智能增强的新兴职务进行跟踪？

8 如何设计能够适应变化而非仅仅实现优化的组织架构？

是否有将敏捷融入运营模式、系统和架构之中，以适应下一波技术演进？

打造智能能源企业

能源公司正面临基础设施老化、固化的运营模式以及严格的监管要求等多重挑战。

在能源企业内部成功实施人工智能，需要采取战略手段进行涵盖基础、职能和企业层面的能力建设。此外，还需设立转型管理办公室或人工智能卓越中心，以确保各个层面的人工智能战略、价值协调和项目交付的一致性。该办公室的职责包括协调各项举措，确定标准和最佳实践，促进跨职能合作，以落实问责制并为能源企业创造整体价值。

统筹企业整体转型

在这一层面，能源企业应从关注人工智能如何影响自身的战略、商业模式和关键目标入手，统筹企业整体的转型变革。此举旨在定义运营模式转型、员工发展以及风险和控制在。重点是为人工智能转型计划制定路线图，并通过转型办公室管理资金、跟踪收益并动态调整工作重心，从而实现价值最大化。

推动职能层面转型

在这一层面，能源企业应在所有业务职能推动人工智能转型，优先考虑面向客户的价值流以及端到端的赋能和 workflows。将人工智能应用程序、智能体和机器人技术嵌入到 workflows 之中，并转变职能运营模式，以实现潜在利益。

建立基础技术路线

在基础层面，能源企业应建立以人工智能为先的技术栈，包括基础设施、云和合作伙伴生态系统等。应提供高质量企业数据，也可能需要部署多种模型以应对特定领域的人工智能需求并为智能体提供支持。还需要更多地关注人工智能的网络安全问题，并针对其他新兴技术制定相关计划。

智能能源企业蓝图

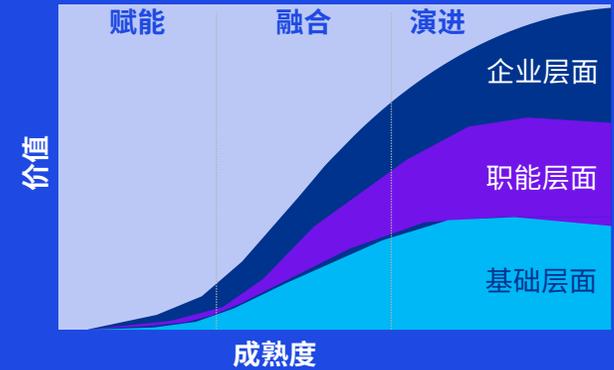
该蓝图概述了人工智能驱动的以客户为中心的能源企业的转型方式。智慧能源企业通过先进的技术、个性化的体验、数据驱动的意见和自动化的操作，提升效率、促进创新并增强韧性。通过将人工智能深度融入价值流、能力中心和流程，企业能够实现顺畅的客户互动、稳健的风险管理、智能化的产品开发以及面向未来的适应能力，从而在智能经济中蓬勃发展。



智能能源企业的发展之道

有效的人工智能转型不仅限于技术的实施。通过对领先实践的研究，我们发现能源企业可以通过三个阶段的人工智能转型，逐步增强能力并挖掘价值。

这三个阶段形成了一个灵活的框架，既能够应对人工智能应用的复杂性，又能够在提升短期效率的同时，为未来的增长和创新奠定基础。



赋能

赋能员工

在赋能阶段，重点应放在提升员工技能和建立人工智能实施基础。企业应任命一名高管作为负责人，制定人工智能战略，识别高价值用例，提高人工智能素养，确保遵守相关法规，并建立道德护栏。人工智能试点应涵盖多个职能，而云平台和预训练模型则应在尽可能少进行定制化的情况下加以利用。

能源企业在每个阶段可能都会采取一系列针对运营模式各个层级的措施。各阶段的措施和投资比例会随着组织成熟度的变化而变化。最初，企业会将大多数资源集中在第一阶段，通过少量措施探索整体转型。随着时间的推移，在实现基础效率之后，他们会着眼未来将更多资源投入第二阶段，并开始通过第三阶段的长期投资为转型创新奠定基础。这种动态平衡有助于确保企业能够取得立竿见影的成果，同时铺就未来的成功之路。

融合

实现工作与人工智能的融合

在融合阶段，将人工智能集成到工作流程、产品、服务、价值流、机器人和可穿戴设备中，以创造更大的价值。一位高级领导负责推动全公司范围内的劳动力重组、技能重塑和变革，将人工智能嵌入运营模式，同时关注伦理规范、建立信任机制并确保数据安全。通过部署多样化的人工智能代理和模型，并通过云计算和传统技术现代化的支持，全公司的数据增强了运营。

演进

推动企业发展演变

在演进阶段，应推动商业模式和生态系统的发展，利用人工智能及前沿技术解决行业面临的重大挑战。人工智能有助于企业与合作伙伴之间实现价值的顺畅联动。这一阶段的重点在于通过实时安全性确保遵循道德要求并赢得信任，同时通过广泛而深入的培训提升员工潜力，从而开拓一个价值驱动、充满创造力和创新性的未来。

人工智能的各个阶段

在“赋能、融合和演进”三个阶段聚焦成熟度发展，对于持续的价值创造至关重要。这需要同时提升在基础、职能和企业层面均十分重要的核心人工智能能力。

在企业层面，这意味着推动跨职能的人工智能能力发展，以实现与战略相符的整体创新。如果企业无法在上述三个层面保持平衡，则可能错失转型机遇。

在职能层面，应将人工智能融入关键价值流，以优化特定流程，提升产出结果，例如更具吸引力的产品和服务，以及更卓越的端到端员工和客户体验。

在基础层面，企业应通过技术现代化，建立新的以人工智能为先的技术栈。基础设施、数据、模型和应用程序都可以针对人工智能的实施进行优化。



阶段一：赋能

利用人工智能 为员工赋能

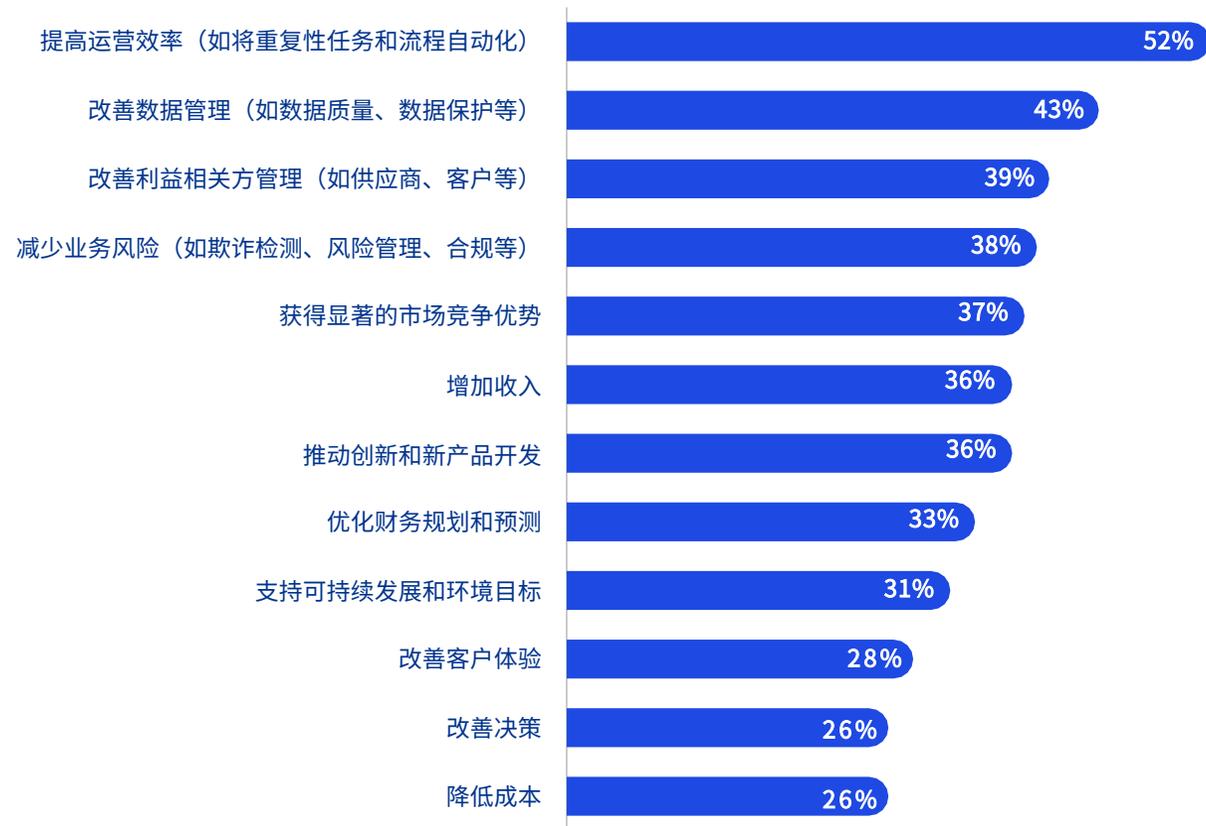
赋能阶段主要关注为人工智能应用奠定基础。在企业层面，企业应任命一名高管作为负责人，制定人工智能战略，识别高价值用例，提高人工智能素养，确保遵守相关法规，并建立道德护栏。

在职能层面，企业应在各个领域试行人工智能解决方案，培养员工技能，促进创新，并从最初的试验中汲取经验。

在基础层面，企业应利用由战略供应商提供的经少量定制的云平台 and 预训练人工智能模型。这一阶段的重点是培养对人工智能的认知和理解，开展试验并协调对齐，为企业在更大范围内集成人工智能做好准备。

图2：利用人工智能并有效管理利益相关方是至关重要的

表示希望通过使用人工智能实现以下目标的企业占比



贵公司希望通过使用人工智能实现以下哪些目标？（最多选五个）， n=163

资料来源：《智能能源：以人工智能驱动转型并创造价值》，毕马威国际，2025年

为了向客户提供人工智能战略和投资指导，毕马威美国通过分析研究大量数据，对生成式人工智能机遇进行了量化。该研究评估了企业在所有机会领域全面部署和应用生成式人工智能的潜在价值。

对全球超过

1,700万

家企业进行了评估。

在深入研究了

7,000 家企业雇佣的

7,200万 名员工以及

500家客户

的压力测试结果后，我们发现，仅仅在劳动生产率方面

EBITDA* 就提高了 **4%-18%**

我们的计算和方法揭示了生成式人工智能对能源行业的潜在价值（详见右图）。

*EBITDA = 息税折旧摊销前利润

图3-1：生成式人工智能为能源行业的不同职能带来机遇（单位：十亿美元）

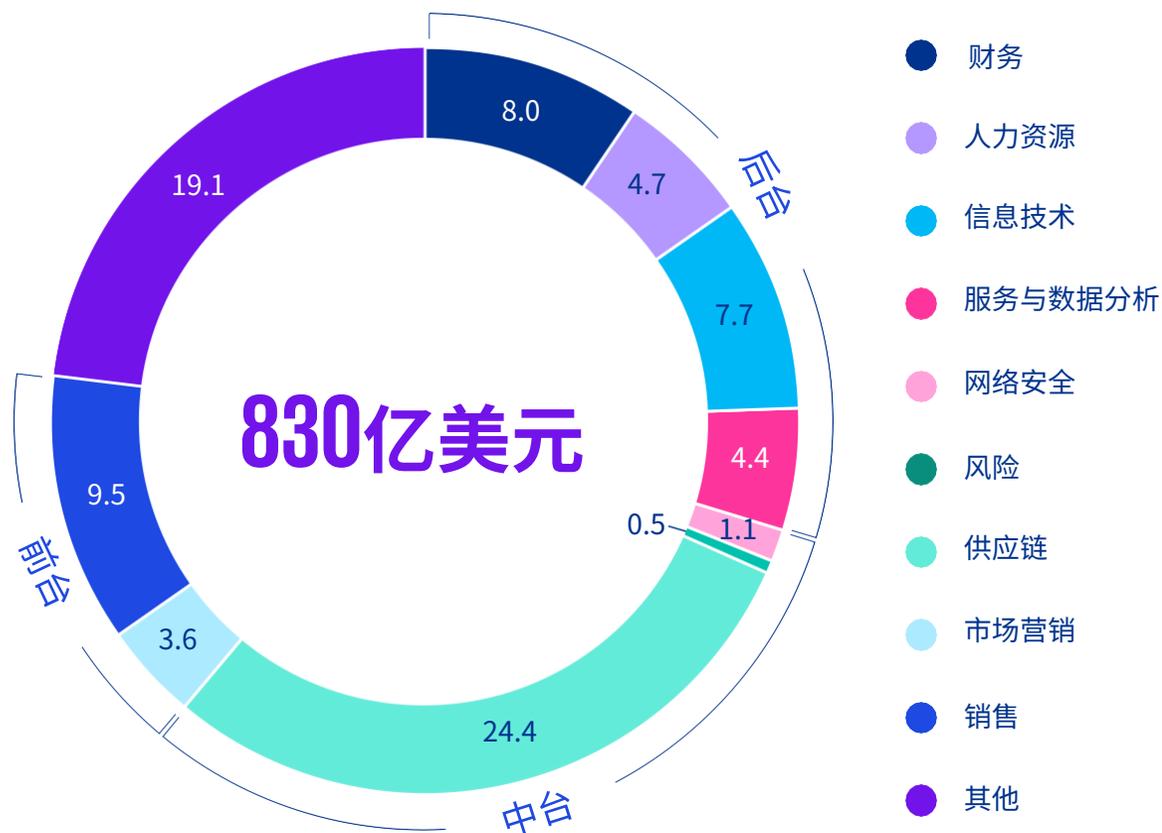
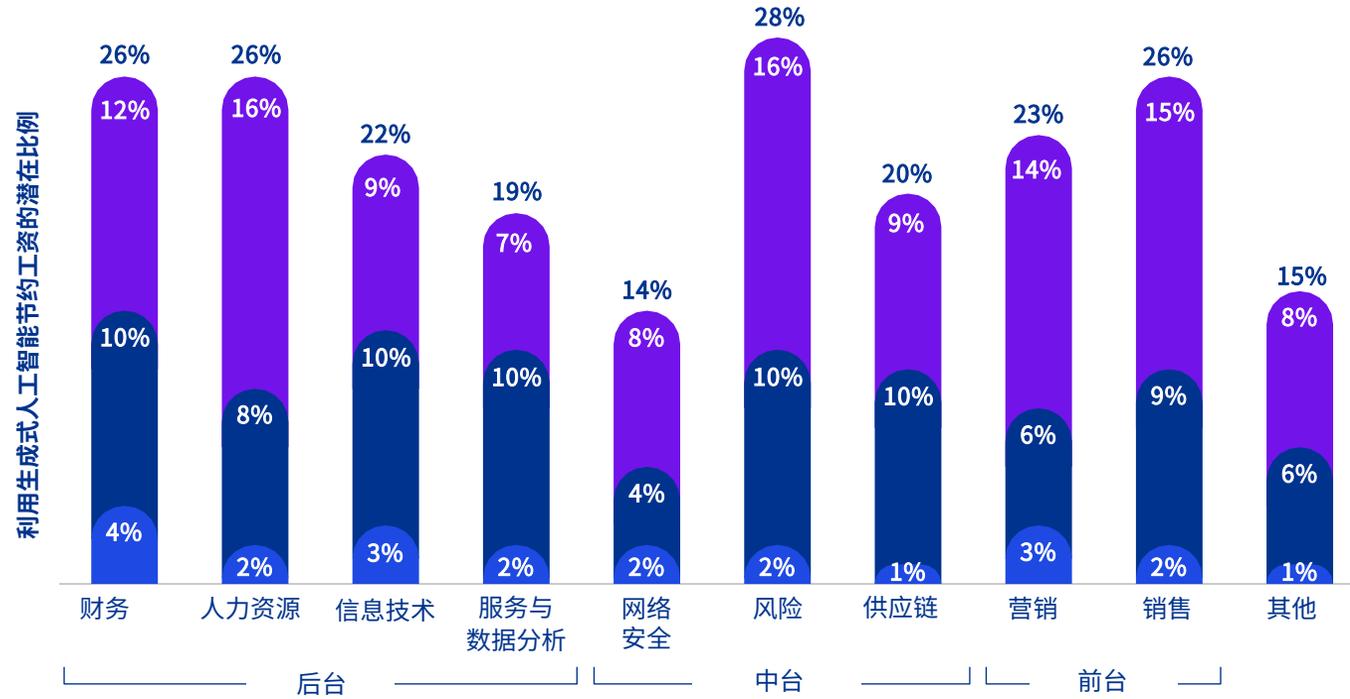


图3-2：能源行业在把握生成式人工智能带来的机遇方面面临复杂的挑战



- 复杂度低**：这些任务可以通过现有的生成式人工智能工具（如Copilot、ChatGPT等）进行增强，操作简便且效果显著。
- 复杂度中**：对于具有生成式人工智能增强潜力的任务，可能需要开发更加集成化和定制化的解决方案。
- 复杂度高**：对于可能需要生成式人工智能增强的任务，除了开发集成化和定制化解决方案外，还需要通过全面的治理和变革管理来确保人工智能的有效应用。

注：图3-2展示了样本中能源企业各职能利用生成式人工智能节约总工资成本的潜在比例，数据按复杂程度分类。纵轴表示各职能的潜在比例。图中的百分比四舍五入至最接近的整数。

资料来源：“生成式人工智能机遇量化”（Quantifying the GenAI opportunity）研究，毕马威美国，2025年2月

十大机遇：能源行业

- 01 运营
- 02 客户关系管理
- 03 供应链资源分配
- 04 业绩提升
- 05 实施维护
- 06 信息技术运营预测分析
- 07 事件预测
- 08 聊天机器人和客户服务
- 09 店内分析
- 10 供应市场风险

资料来源：“生成式人工智能机遇量化”（Quantifying the GenAI opportunity）研究，毕马威美国，2025年2月

数字赋能的必要支柱



人工智能应用阶段一

人工智能能够帮助处于应用第一阶段的能源企业实现多重目标：加速发现用于碳捕集和电池储能的新分子，增强预测性维护和自动执行日常检查，从而减少业务中断时间，提高资产表现，降低运营成本，并为长期可持续发展奠定基础。

分子研究

在能源行业，人工智能最大的作用是发现和优化化合物，帮助研究人员开发更高效的催化剂、生物燃料和可持续燃料。人工智能驱动模型可以分析分子结构，预测化学反应，为下一代能源的发现提速。例如，在生物燃料领域，人工智能被用来设计更有效的化合物，以便在减少环境影响的同时提高能量产量。¹

材料发现

人工智能在材料的发现方面带来了翻天覆地的变化。它推动了对能源行业至关重要的更轻、更坚固、更高效的材料开发。同时，人工智能驱动模拟手段带来了诸多突破创新，例如大容量电池组件、用于太阳能电池的先进光伏材料和用于储能的创新电解质等。此外，人工智能还帮助推进碳捕集与封存（CCS）技术发展，改进多孔材料设计，使二氧化碳截存更加有效且经济可行。²

方法开发

人工智能也有助于提高传统勘探和提炼的效率，同时在可再生能源行业开辟新的机遇。在石油和天然气行业，人工智能可以通过增强储层建模、地震分析和预测钻探的能力，帮助降低成本并有效减少环境风险。³

机械创新

在基础设施层面，人工智能正在为打造更高效和更具韧性的全球能源网络提供支持。智能电网可以动态平衡供需，减少能源浪费并预防停电。在可再生能源行业，人工智能驱动的系统可以根据实时天气和运行条件，优化风力发电机性能、太阳能电池板位置和水电大坝流量。此外，人工智能驱动传感器、无人机和机器人系统可以在发生灾难性故障之前，发现能源基础设施中的泄漏、腐蚀和结构缺陷等问题，从而助力提高能源行业的整体安全性。⁴

¹ 《人工智能驱动的生物化学创新》（Artificial intelligence driven innovations in biochemistry），国家医学图书馆，2025年4月1日

² 《人工智能驱动的碳捕集：综述》（Artificial intelligence enabled carbon capture: A review），Science Direct，2023年8月15日

³ 《2025年石油和天然气行业人工智能重要趋势》（Top AI Trends in the Oil and Gas Industry for 2025），Medium，2025年2月13日

⁴ 《通过人工智能优化可再生能源系统：综述和未来展望》（Optimizing renewable energy systems through artificial intelligence: Review and future prospects），Sage Journals，2024年5月22日

员工体验

为了建立对人工智能的信心并促进其在企业的整体应用，能源企业应通过展示一些具体实例，证明人工智能能够带来可衡量的价值。无论是通过预测性维护减少计划外停机时间，优化发电资产的燃料使用，还是利用智能化客服渠道提高客户满意度，这些立竿见影的成功案例都可以消除人工智能的神秘感，使其潜在好处被真切感受到。将重点放在有助于解决已知痛点或提升运营效率的用例上，可以使企业不仅能够抽象地讨论人工智能的潜力，还能够证明其实际影响。

同样重要的是如何向所有员工展示这些证明。应由操作员、工程师、分析师等具有信誉的内部人员，展示人工智能在日常工作中实用性和相关性，从而对成功案例进行宣传推广。此举有助于建立信任，反驳质疑，并将话题从“人工智能威胁论”转向“人工智能工具论”。如果员工看到人工智能并非为了取代自身，而是为了改善工作流程，那么他们更有可能参与、试验，并为人工智能的内部整体应用尽一份力。

图4：提高运营效率和收入是人工智能的首要目标

表示希望通过使用人工智能实现以下目标的能源企业占比（前五）



贵公司希望通过使用人工智能实现以上哪些目标？（最多选五个），人工智能成熟度提升（n=115）

资料来源：《智能能源：以人工智能驱动转型并创造价值》，毕马威国际，2025年

案例分享

利用人工智能提高效率

一位日本电力控股公司的总监在接受采访时分享了该公司实施人工智能的历程。

当前人工智能应用情况

处于人工智能应用的早期阶段，重点聚焦于能够提升效率的用例

该公司正处于人工智能应用的早期阶段，已成立一个内部团队，以帮助整体部署人工智能工具。目前，该团队致力于梳理员工反馈，以便更好地在整个企业中融入人工智能。

在用例方面，该公司正利用人工智能进行文档审查，以协助管理电力项目中的大量项目规格要求。据该总监介绍，电气工程师将规格要求输入人工智能系统，从中提取项目的关键需求。如今，工程师无需手动审查文件，而是依赖人工智能生成的特定需求摘要，并使用人工智能解答有针对性的问题，从而大大减少审查时间并降低劳动力成本。此外，该公司还利用人工智能协助员工起草书面信函，以促进业务沟通。

挑战

解决人工智能认知差距

该总监表示，他们内部许多人之前从未接触过人工智能，因此需要接受如何有效使用人工智能的培训。他还提到，该公司在尝试将人工智能应用于内部特定工作（如检查）时面临许多挑战。他们发现，目前使用的工具通常只提供通用信息，而非有针对性的见解。因此，他们强调，如果人工智能能够提供更具针对性的见解，将使企业受益更多，并有助于推广应用。

人工智能应用展望

企业领导者必须深入了解人工智能，并利用人工智能制定更多数据驱动的决策

该总监强调，领导者必须深入了解人工智能，包括其能力和局限性，才能有效推动人工智能的实施并创造价值。他还指出，人工智能旨在帮助领导者制定更好的决策，而不是完全取代他们。

“

人工智能正在成为企业提升效率和推动创新的关键驱动力。然而，成功应用人工智能不仅需要技术能力，更需要领导层的深刻理解和战略指导，以确保其在组织中的有效落地和持续发展。”



贲晓光

数字化咨询合伙人
毕马威中国

阶段二：融合

将人工智能融入各项工作



我认为最大的挑战源于数据架构和基础设施。一旦克服了
这个难题，事情就会变得容易多了。”

某加拿大能源企业的首席财务官

在融合阶段，人工智能将融入端到端的价值流，从而改变整个企业的工作方式。
应任命一名高层领导，在转型办公室的支持下监督企业的整体变革。

在融合阶段，人工智能使大型团队能够更高效地完成复杂任务，从而解锁更丰富的价值机遇。能源企业应将人工智能融入电网管理或勘探等核心职能。在提升效率、增强安全性和缓解风险方面，智能决策、实时运营洞察和预测性维护将显得至关重要。

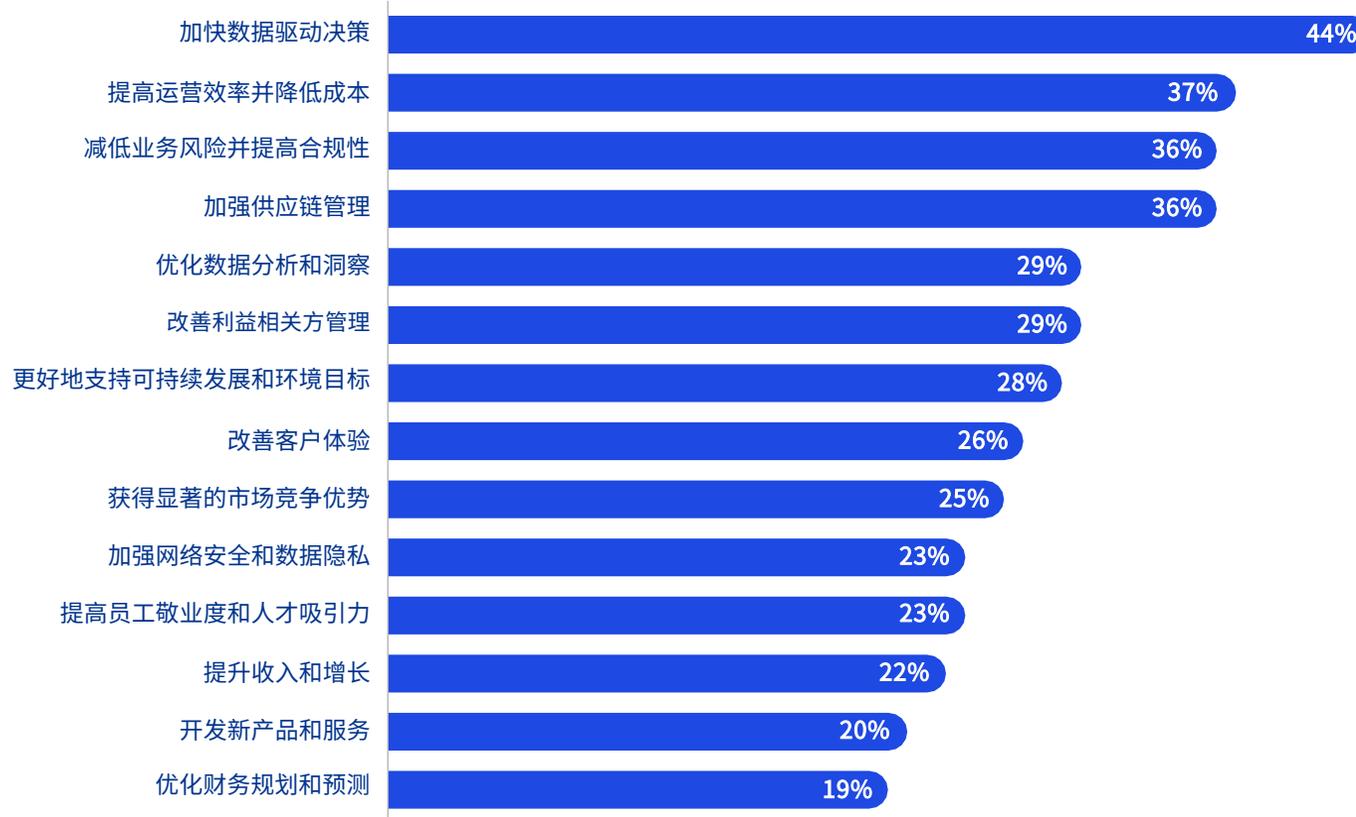
成熟的数据治理、共享数据平台和人工智能驱动的决策生态体系将有效协助企业打破职能团队、资产和能源网络之间的相互隔离状态。关键的成功指标将不再局限于效率提升和成本降低，还将包括电网韧性、能源转型进度、正常运行时间、监管合规和可持续性影响。

扩展能源生态系统

通过在不同行业、供应链和技术生态系统中建立新的合作关系，能源企业可以加速创新、分担风险、获得新能力，并创建仅靠单个机构无法实现的综合解决方案。随着人工智能驱动的平台模型关注度的提升，打破壁垒成为生态系统扩展的基本要求。采用以客户和市场为中心的方法，并通过数据产品、人工智能驱动的洞察以及协作式商业模式加以赋能，将使能源企业能够与分布式能源供应、行业合作伙伴和碳管理计划无缝对接，从而推动价值共创、能源流优化，并创建更具韧性的智慧能源系统。

图5：人工智能在行业转型中的作用显而易见

表示已通过人工智能实现以下目的能源企业占比



贵公司在业务中利用人工智能达到了什么目的？（最多选五个）， n=163

资料来源：《智能能源：以人工智能驱动转型并创造价值》，毕马威国际，2025年

阶段二的价值流：大规模部署智能体

在人工智能成熟度模型的第二阶段，企业开始从孤立试点转向企业内部的大规模部署。此时，价值流成为关键所在。随着智能体——即能够模仿专家判断、自主应对复杂状况并只有在真正需要人工干预时才上报的系统的出现，人工智能“用例”这一传统概念已不再能满足需求。

传统人工智能可支持单项决策，

智能体

则可以进一步掌管整个工作流程。



用例仅仅代表碎片化的价值，通常仅针对某个任务或决策点，无法涵盖端到端的运营工作流程，尤其是在能源生产、精炼或电网管理等复杂环境中。智能体系统不仅能处理离散的任务——它们还可以扮演专家的角色，自主管理整个工作流程，并根据新的信息或约束进行动态调整。

为了挖掘智能体这一潜力，企业应该突破试用思维，拥抱价值流驱动的变革。

- **了解工作流程：**详细记录当前的人工执行流程，以了解任务的执行方式和决策方式。
- **端到端映射：**企业必须确定工作流程的起点和终点、每个阶段的参与者以及关键决策点和交接点。
- **基于人工智能重新构想：**企业须评估工作流程是否应保持当前形式，还是应重新设计，以便智能体能够自主管理流程的绝大部分，仅在例外情况下才需人类介入。
- **优化人机组合：**企业应确定人工智能可在哪些方面创造最大价值，以及应在哪些方面保留人工监督，以执行道德判断、确保安全或情境感知。
- **在价值流层面评估价值：**企业应将焦点从孤立的用例转移到评估整个端到端工作流程中累积交付的价值。

例如，在炼油厂，智能体可以扮演“人工智能办公室主任”的角色，实时监控化学平衡，根据外部状况进行微调，并仅在异常情况下向人类上报。传统人工智能仅能支持单项决策，而智能体则可以进一步掌管整个工作流程。

这种级别的转型要求企业从单点方案部署转变为利用人工智能全面赋能价值流。只有以整体视角看待工作流程，能源企业才能释放智能体系统的全部价值，包括减少运营瓶颈、提高安全性并使人类能够专注于战略监督而非执行具体工作。

能源行业的关键价值流

能源生产

此价值流涵盖能源的勘探、开采、提炼和生产，无论是化石燃料、可再生能源还是核能。例如，人工智能通过分析大量传感器和运行数据流，检测设备老化或故障的先兆，从而对发电厂、炼油厂和工业资产进行预测性维护。

机器学习模型可识别温度、振动、压力和其他运行指标的特征，并识别其中的异常，使维护团队能够在严重故障发生之前进行干预。这种从被动性维护向预测性维护的转变，可减少计划外停机时间，延长资产寿命，并优化资源分配。

能源输送和分配

此价值流涉及将能源高效可靠地从生产场地输送到终端用户，实现供应、需求和电网稳定性之间的平衡。例如，人工智能通过来自无人机、卫星、物联网传感器和智能电网的实时数据，检测故障隐患、泄漏或结构缺陷，以防止系统失效，从而增强管道和电线监控。

高级算法可分析环境、压力和流量数据，以识别细微异常，从而实现快速、精准的维护。这种积极主动的方法有助于企业避免损害环境，减少服务中断，并提高关键能源基础设施的安全性和合规性。

能源交易和市场优化

能源企业参与能源市场、大宗商品交易和碳信用市场，优化供应和定价策略。人工智能可通过自动收集、验证和分析复杂运营中的排放数据，支持碳交易和排放跟踪。

机器学习算法可以准确估计碳排放量，标识不一致之处，并确保数据完整性以进行监管汇报。能源企业能够借此更有效地履行合规义务，更有信心地参与碳市场，并作出数据驱动的决策，以减少其环境足迹。

客户和能源零售管理

能源供应商必须提供可靠、经济高效和个性化的能源解决方案，同时优化客户参与度。人工智能在客户服务平台中发挥着关键作用，使能源提供商能够通过聊天机器人、虚拟代理和预测性呼叫路由提供更快、更灵敏的支持。

与此同时，人工智能可分析消费模式，提供个性化的能效建议，帮助客户降低成本和环境影响。智能服务和个性化洞察的结合可提升客户满意度，深化客户交互，并使能源使用更具可持续性。

可持续发展、安全与监管合规

确保能源运营符合环境、安全和监管要求至关重要。人工智能可以针对各种设施和资产自动收集、分析和记录数据，从而简化排放监测和监管报告流程。

通过整合传感器数据与合规框架，人工智能可确保排放数据的准确、实时跟踪，标识潜在的违规行为，并生成可供审核的报告。这有助于企业减少人工工作量和报告错误，并为日益严格的环境法规做好准备。

案例分享

在企业运营中扩展人工智能应用

中国某电力公司的首席信息官就如何应用人工智能改善运营分享了他的见解。

当前人工智能应用情况

目标驱动的有针对性人工智能举措

该企业的人工智能实施始于小团队在故障检测和设备维护中试行人工智能解决方案。鉴于尝试取得了积极的成效，该企业逐步将人工智能应用扩展到包括调度支持、能源分配优化和客户服务在内的多个领域。与此同时，该企业成立了人工智能电力实验室，汇聚不同领域的专家致力于研究人工智能与电力系统的整合。该实验室有助于确保人工智能技术符合技术标准并满足业务需求。此外，他们还开发了一个人工智能道德与合规框架，以促进企业内对人工智能的负责任和合规应用。

挑战

应对网络安全、数据治理和人工智能专业人才方面的挑战

该企业重点提及了人工智能实施中的几个关键挑战，包括网络安全风险、数据治理问题以及人工智能的快速发展。此外，人才短缺和人工智能实施带来的巨大成本也是主要障碍。

为了应对这些挑战，该企业加强了数据安全保护，以降低网络安全风险，并引入了改进后的数据治理措施、标准化流程以及统一的数据平台或数据结构，以消除数据孤岛。此外，该企业还提供了培训和技能更新项目，帮助员工适应人工智能和新的工作方式。同时，该企业与多家大学合作，培养人工智能和电力系统方面的跨领域专业人才。

通晓人工智能的企业管理者

受访者强调，企业管理者必须具备技术敏锐性，了解人工智能的潜力及其对行业和工作方式的颠覆性影响。同时，他们还需要跟上人工智能的发展步伐，推进跨部门合作，并营造一个鼓励试验和创新的环境，以充分释放人工智能的潜力。此外，与外部机构合作以补充技能和专家资源也十分重要。

员工们担心人工智能会取代他们的工作。尽管这种担忧有些误解，但完全可以理解。实际上，人工智能技术的作用是协助员工工作，而不是取而代之。为了稳定员工情绪并帮助他们适应新的工作环境，我们提供了专门的培训和工作过渡计划。通过这些举措，员工可以学习新技能，并掌握如何利用人工智能寻求发展。



阶段三：演进

发展能源企业 自身生态系统

演进阶段的重点在于通过转型使企业能够为市场巨变做好准备，形成新的商业模式和生态系统，以解决涉及全行业的更重大问题，并实现组织重塑。



随着成本的下降，现有市场将迎来增长，新兴市场也将不断涌现。人工智能将开启前所未有的机遇。将重点全部放在削减成本上，是不作为的表现——削减成本虽然容易，但缺乏实质意义。人工智能真正的价值在于探索新的可能性，以获得更大的竞争优势。”

Erik Brynjolfsson
教授兼高级研究员
斯坦福人工智能研究院
斯坦福数字经济实验室主任

阶段三的机遇

在人工智能应用的第三阶段，能源企业不再仅仅关注内部优化，而是转变为互联生态系统的统筹者，将生产商、电网运营商、产业消费者、政府和可持续发展举措进行无缝整合。人工智能不仅能够提高效率，还能够重塑整个能源市场、供应链和商业模式，以前所未有的规模实现自我调节的能源流、去中心化的能源分配和数据驱动的决策。

这种转变还要求企业对组织架构和运作模式进行彻底的反思。领先能源企业必须将人工智能融入其战略规划的各个方面，围绕人工智能驱动的价值创造构建领导力、治理、人才队伍和 workflows。为了在这一阶段充分发挥人工智能的潜力并保持竞争力，企业应制定全面的转型路线图，以应对人工智能带来的系统性变化。

自主电网实现供需实时动态平衡

智能体持续分析能源消耗特征、市场波动和可再生能源发电水平，以确保电力在电网和微电网之间无缝输送。此类智能体驱动的电网并非依赖集中式电网运营模式，而是通过自我调节来避免断电，根据需求重新安排供能线路，并以最大效率整合光伏和风电等分布式能源。

跨领域能效管理使不同行业能够动态共享和交换能源

产业集群、制造工厂、数据中心和商业大厦不再孤立运营，而是成为互联能源系统的一部分，并能够在其中实时交易或存储过剩的能源。

碳信用和ESG市场成为热点

人工智能驱动的平台可以自动跟踪排放、优化碳信用定价，并确保各行业的监管合规。实时排放数据使企业能够动态交易碳信用，并根据不断变化的法规调整可持续发展战略。

这些平台可以整合来自产业运营、供应链和能源生产商的数据，使ESG绩效成为有利可图的资产。能源企业可以在数据驱动下协调可持续发展措施，以确保减排和可持续发展投资转化为切实的财务回报。

循环能源经济可重塑能源和材料在各个行业的使用方式

人工智能可以预测电池和储能系统何时接近其生命周期的终点，从而通过重新布线将它们连接到能源密集度较低的环境中进行二次使用。人工智能还可以跟踪工业废物流，以识别能源回收和材料循环利用的机会，从而确保一个行业的副产品变为对另一个行业有价值的原料。

智能体

持续分析能源消耗特征、市场波动和可再生能源发电水平，以确保电力在电网和微电网之间无缝输送。

主要考虑因素

能源企业应关注的重点领域包括：

1 制定一个由商业战略驱动、符合核心竞争力并能够创造价值的人工智能战略

能源企业应该制定与核心竞争力深度融合的人工智能战略。人工智能应提升运营效率、支持预测性维护、保障安全性并推动可持续发展，同时与长期业务目标保持一致。

“

需求正在从单纯的技术层面，向复合能力扩展。除了核心的算法与数据人才，市场尤其渴求两类“桥梁型”人才：一类是能够深刻理解业务并能将商业需求精准转化为技术解决方案的人工智能产品经理；另一类则是深谙合规、伦理与风险管理的人工智能治理专家，他们是确保人工智能技术能够被负责任地、可持续地应用到社会经济中的关键保障。”

高人伯

技术和新经济管理咨询主管合伙人
毕马威中国



关键措施

- 优先考虑能够直接满足最迫切需求的人工智能投资，无论是优化海上钻井和勘探、增强电网韧性、提高炼油产量，还是最大化可再生能源整合。
- 将人工智能能力与运营痛点挂钩，合理部署人工智能解决方案，使其能够最大限度地提高效率、降低成本和提升可持续发展能力。通过将人工智能融入核心业务职能，而不是将其视为附加功能，人工智能可为企业提供显著的战略价值。
- 实施结构化路线图，从影响重大的领域开始试点项目，在达到明确的成功指标后逐步扩大实施范围。各项人工智能举措都应与其可量化的指标挂钩，例如将维护成本降低X%、将排放量减少Y%、或将资产正常运行时间提高Z%。企业应在快速成果（如人工智能驱动预测性维护）与长期目标之间保持平衡。
- 将人工智能融入全面能源转型战略，确保人工智能解决方案能够积极促进净零目标的实现，包括优化“碳捕集、利用与封存”（CCUS）、提高工业运营的能效，以及实现人工智能驱动的排放交易和ESG报告。
- 重新设计组织架构、运营模式和核心流程，以充分把握人工智能驱动的转型机会，释放新的市场价值，建立持久的竞争优势，从而进一步保护和扩大企业优势。

2 在转型计划的初期阶段就将建立信任作为重要的一环

在一个安全、可靠且合规至上的行业中，信任至关重要。人工智能的采用从一开始就应包括透明的治理框架、稳健的风险管理和与一致性的监管要求。能源公司应与监管机构、员工和外部利益相关者合作，以解决人工智能驱动的数据安全问题、决策问题以及伦理考量。通过将可解释性、问责制和公平性嵌入人工智能模型，公司可以建立起跨业务扩展人工智能所需的信心。



网络安全确实是一个挑战，尤其是在采用人工智能技术时。首先，数据安全至关重要，因为大量数据一旦泄露或被篡改，可能会严重影响人工智能模型的准确性，甚至可能威胁到电网的安全。同时，人工智能模型本身也可能成为攻击目标，导致人工智能输出错误。”

某中国企业的**首席信息官**

关键措施

- 建立明确的治理架构，包括确保负责任人工智能使用的保障措施、对模型漂移的持续监控、安全的数据共享协议，以确保符合监管要求和数据治理，同时确保正确定义和使用数据来源。由法律、合规、信息技术和运营主管组成的治理委员会应负责监督人工智能举措，以确保相关决策符合安全、道德和商业目标。
- 确保模型可理解、可审核，尤其是在涉及安全攸关系统、电网管理和排放报告时。企业应投资于可解释人工智能（XAI）技术，使内部团队和监管机构能够理解人工智能模型做出特定决策的原因。应定期开展类似于财务或运营合规性检查的人工智能审计，以识别模型偏见、漂移或安全漏洞。
- 与监管机构、行业组织和员工合作，以确保在安全、公平和保障方面达成一致。企业应积极参与人工智能政策讨论，与监管机构分享最佳实践，以帮助制定实用的行业标准。企业内部培训计划应说明人工智能将如何影响员工的角色，而对外部而言，企业应向客户和投资者传达明确的人工智能道德承诺。
- 采用强加密、访问控制和零信任架构，保护人工智能系统免受网络威胁。人工智能驱动的风险模型应评估运营网络中的潜在漏洞，而合规措施应确保全球运营符合当地数据主权法律。

3 为人工智能的应用创建可持续的技术和数据基础设施

可扩展的技术和数据基础对于充分释放人工智能在能源领域的潜力至关重要。公司应该投资于自动化数据架构、基于云的平台和混合IT基础设施，以确保人工智能的无缝整合。在分布式能源网络、传感器驱动的工业现场和实时电网操作中实现数据标准化，能够使人工智能模型有效运行。同样重要的是，要确保最小化人工智能的能耗，在创新与可持续发展目标和监管要求之间找到平衡。



在技术方面，输入模型的内部数据的清洁度也是我们关注的问题。我们有很多数据，其中很多为书面记录，也有很多保存在数据库中。那么，如何合并所有这些不同的数据集并使其可用于模型，以便模型不断学习任务的正确处理方式？在这方面，数据的可用性和清洁度是一个挑战。”

某美国企业的首席风险官

关键措施

- 构建统一、模块化且可扩展的架构，整合遗留系统、云环境和边缘计算，以实现实时能源优化。企业应从基于职能的分散架构转向更全面的、符合企业战略和业务目标的人工智能驱动的生态系统。
- 专注于数据治理和整合战略，以在整个企业范围内实现人工智能驱动的决策。能源行业的许多方面依赖于百年积累的数据，但不同的数据结构、孤立的信息和过时的治理政策使人工智能的实施变得困难。
- 在边缘部署人工智能。由于能源企业的业务运营高度分散，从海上钻井到遍布各地的可再生能源资产，因此边缘人工智能对于实时分析和决策至关重要。在靠近数据源的地方处理数据可以减少延迟、带宽成本和对云计算的依赖。这对于智能电网运行、偏远地区的预测性维护和实时排放监测尤为重要；在这些应用场景中，人工智能驱动的即时决策可以提高效率并防止故障。
- 将可持续能源消耗放在首位。虽然人工智能可以全面提升能源运营的效率，但其计算过程可能消耗大量能源，这给专注于脱碳的企业带来了两难局面。为了使人工智能创新与可持续发展目标相符合，能源企业应积极优化数据中心、工业设施和传输网络内的能源消耗，以确保人工智能的实施不会违背其可持续发展承诺。

4 建立一种利用人工智能提升人类潜能的文化

能源领域的人工智能应被视为一种增强力量，而不是替代人类专业知识。企业应该培养一种文化，在这种文化中，人工智能通过增强洞察力、自动化日常任务和提高安全性，来赋能工程师、技术人员、电网运营商和决策者。投资于人工智能素养提升、技能升级和道德人工智能培训，有助于确保员工为人工智能赋能的未来做好准备。将人工智能无缝集成到员工队伍中的企业，可以推动生产力提升、创新发展，并获得长期竞争优势。



另一个挑战是人才缺口。人工智能技术的应用尤其需要既了解电力业务运营又了解人工智能技术的专业人士，这种复合型人才在市场上较为稀缺。为了应对人才短缺问题，我们采取了多管齐下的策略：在企业内部，我们正在加强培训以提升员工的技能；在企业外部，我们正在积极招募这些难得的专家。此外，我们还与大学合作，从最基础的层面开始培养更多符合我们需求的人才。”

某中国企业的首席信息官

关键措施

- 打破企业内各职能相互隔离的状态。业务流程团队、数据团队、人工智能开发团队和业务管理者等职能之间的隔离往往会阻碍协作。为了让人工智能得到成功实施，这些职能必须相互协作成为一个整体，以确保人工智能模型获得合适的训练数据，且其部署方式能够支持实际商业目标。
- 对员工赋能。人工智能将取代一些工作岗位，但也将创造新的工作岗位；员工抵制和技能差距仍将是重大障碍。能源企业需要开展人工智能技能提升项目，以助员工高效解读人工智能生成的见解，操作人工智能系统，并作出数据驱动的决策。
- 重点考虑变更管理。能源行业的运营向来是结构化和流程驱动的，而人工智能带来了更敏捷、数据驱动的决策方式。要想成功地将人工智能融入企业，企业必须具备强效领导、清晰的沟通和结构化的方法来促进人工智能在各个层面的应用。
- 重新思考运营模式。长期以来，能源行业一直是职能主导且层级分明，以往希望通过矩阵结构来消除孤岛思维的尝试往往不达预期。人工智能的成功应用需要企业采取新的方法，使企业战略能够影响业务架构，而业务架构则进一步定义技术和数据架构。如果缺乏这种结构化方法，人工智能的实施可能会变得零散和无效，无法推动能源企业所需的转型变革。

结语

在能源企业面临行业三重困境——即确保安全可靠的供应、加速脱碳进程和保持成本可控——之际，人工智能这个关键的解决之道逐渐浮出水面。

人工智能作为一个强大的工具，能够优化运营，增强韧性，并带来快速转型所需的效率提升。然而，要充分发挥人工智能的潜力，企业不能仅限于分散、以用例为导向的部署，而应围绕价值流实施整体转型。人工智能代表着下一个技术飞跃。

人工智能系统不仅可以辅助专家判断，还能自主管理端到端工作流程，并动态适应不断变化的状况。这使得员工能够将更多时间投入到高价值工作中，同时有助于缓解能源行业日

益严重的技能差距。无论是预测需求、管理分布式资产，还是预测设备故障，人工智能都应在现阶段成为商业模式的核心，而不仅仅是作为边缘附加功能。

若要在人工智能应用领域继续前进，企业需要大胆果断的领导力、对工作流程的重新构想，以及灵活的技术架构，以避免固步自封。

正如本报告所述，那些能够立即付诸行动并将人工智能战略与业务转型相结合的企业，更有可能在行业巨变中脱颖而出，履行气候承诺，并满足监管机构、投资者和消费者日益增长的期望。

若要在人工智能应用领域继续前进，企业需要

大胆果断

的领导力、对工作流程的重新构思，以及灵活的技术架构，以避免固步自封。

方法论

为了广泛了解管理层如何应对人工智能实施的机遇和挑战，毕马威开展了一项涉及多种方法的大型研究计划。

这项研究计划包括对八位来自技术、政府监管和行业等领域的人工智能专家进行深入采访，以及与毕马威的行业专家开展讨论。我们还进行了定性研究，以深刻揭示不同行业面临的挑战和机遇，其中包含几位行业专家的真知灼见，其中包括斯坦福大学的埃里克·布林约尔松（Erik Brynjolfsson），他是人工智能和数字转型领域的知名权威专家。

此外，我们对全球主要市场的1,390名决策者进行了定量调查，以进一步为研究结论提供佐证，其中包括163名来自能源行业的受访者。这些领袖人物分享了他们在克服人工智能应用障碍方面的经验和观点，涵盖了从弃用旧有系统到解决组织惰性的方方面面。我们还通过一项为期18个月的研究项目，评估了全面部署和应用生成式人工智能的现实价值。

基于这些研究，我们为能源企业挖掘人工智能潜力并推动有意义的企业变革描绘了清晰的路线图。

对全球主要市场的

1,390

名企业决策者进行的定量调查进一步为此次研究结论提供了佐证，当中包括163名来自能源行业的受访者。

毕马威： 以经验为能源企业 的人工智能转型 保驾护航

毕马威在数据、行业洞察、技术和监管等专业领域拥有150多年的服务经验，因此在帮助您识别人工智能机遇、应对关键业务挑战和创造新收入来源方面具有独特的优势。

从战略到实施，我们能够以信任为基础，指导您逐步采取有效措施，解决极为复杂的问题。我们已投入打造了一个由人工智能驱动的组织变革平台，它集成了我们卓越的思想、框架、战略和工具。因此，我们可以帮助您寻求更明智的转型变革，更快速地采取行动，确保每一步都能高效实施，同时建立信任和信心。

无论企业处于人工智能发展的哪个阶段，毕马威都能提供多方面的支持。



制定人工智能转型战略

设定人工智能目标，识别机会和风险，并量身定制战略和执行计划。构建具有明确指标的业务用例以确保获得投资，并通过扩大人工智能对企业的整体影响以及建立持久的能力来确保取得可衡量的成果。



确保人工智能可信度和合规性

人工智能的大规模应用带来了复杂性和风险。值得信赖的毕马威人工智能团队，可以帮助您确保人工智能解决方案符合道德、安全和合规要求。我们的可信人工智能框架，建立在10个道德支柱之上，使组织能够负责任、透明和自信地部署人工智能。



利用人工智能赋能员工

毕马威打造的利用人工智能赋能员工队伍的解决方案，能够根据实际情况应用人工智能，提供良好的技能提升体验，帮助您的团队拥抱生成式人工智能，并将其融入日常工作之中。



构建可持续的人工智能技术基础设施

利用毕马威专业人士的经验，我们可以整合人工智能框架、平台和加速器，帮助企业确保技术基础设施随时准备支持扩展人工智能计划。

毕马威致力于帮助客户充分利用人工智能的力量和潜力。从战略到实施，逐步解决看似难以解决的问题，并以信任为基础。人工智能将助您探寻无穷的机遇，毕马威可在其中为您保驾护航。

生成式人工智能 助力中国能源行业实现“双碳” 目标



能源行业数字化程度较高，场景落地仍处于早期阶段

数字化程度

能源行业基础设施的数字化建设全球领先，数据资产的规模巨大，但数据的价值释放与上层智能应用的成熟度却相对滞后。

数据丰富度与价值	<ul style="list-style-type: none">电网数据庞大：2024年，中国总发电量首次突破10万亿千瓦时，位居全球第一，智能电表覆盖率居世界前列新能源数据爆发式增长：截至2024年底，我国新能源累计装机容量达到14.1亿千瓦，其中风电、太阳能发电装机稳居世界第一传统能源历史数据沉淀：油气田积累数十年地质勘探数据、设备运行工况数据，为行业技术发展提供了重要支撑跨领域关联数据融合潜力：能源消费数据与经济活动、气象变化、交通流量密切相关，为跨领域的数据融合提供了广阔的前景数据价值：能源关系国计民生，数据优化将带来巨大的经济和社会效益
技术与基础设施	<ul style="list-style-type: none">基础设施建设完备：特高压电网、智能电表、覆盖广泛的光纤网络等，为数据的采集和传输提供了坚实的物理基础。自动化控制系统在各大电厂、电网和油气田已实现高度普及传统AI应用广泛：在特定领域，基于统计学和传统机器学习的AI技术应用已较为成熟。例如，使用时间序列模型进行负荷预测，但生成式AI应用仍处于探索阶段
安全与机制双重风险	<ul style="list-style-type: none">能源是国家生命线，新技术的应用都必须经过长期、严格的验证，极大地拉长了创新周期数据所有权与共享机制不明确，数据孤岛难以打破

资料来源：公开资料、毕马威分析

场景渗透度

生成式AI在中国能源行业的应用仍处于早期阶段，但潜力巨大。截至2024年底，13家能源央企发布25个垂直行业大模型，落地应用产品超28款⁵。目前生成式AI可以用于能源生产优化、消费预测与管理、系统智能调控以及设备故障预测等方面。

能源生产优化

通过学习和分析大量的能源生产和消耗数据，为能源生产提供优化策略。例如生成式AI根据历史数据、天气情况、经济活动等，生成未来的需求曲线，帮助电力公司优化生产与调度

能源消费预测与管理

利用生成式AI对历史能源消费数据进行分析，生成准确的能源消费模型，并预测未来能源需求。帮助能源供应商制定更有效的能源管理策略，降低能源浪费和排放

能源系统智能调控

生成式AI可以优化能源储存系统的运行，实现能源的合理调度和利用，通过对供应、储存和分配等环节的优化，实现能源系统的智能化管理

能源设备预测性维护

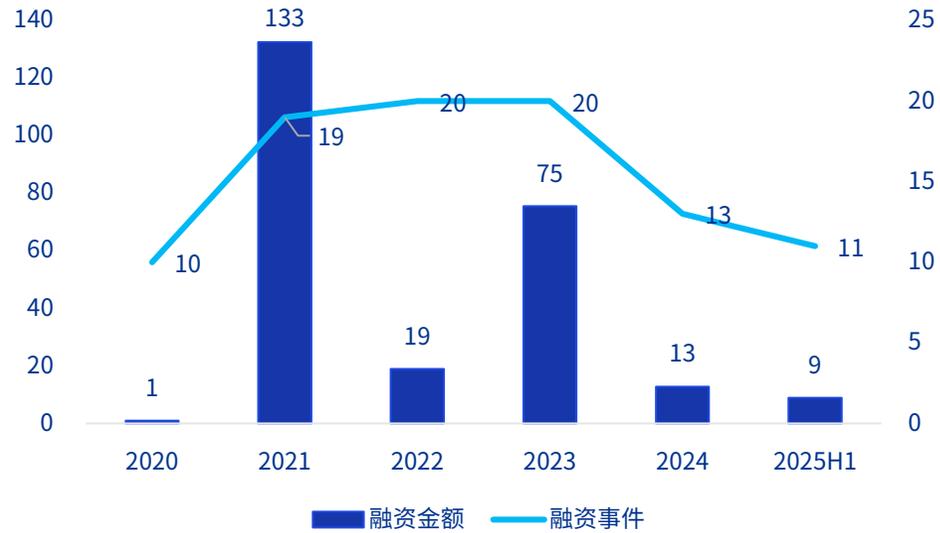
通过收集设备运行数据，生成式AI可以分析设备运行状态，提前发现潜在故障，优化维护计划，减少停机时间，延长设备寿命



⁵ 加速智能转型！能源央企AI大模型“全家福”来了，OFweek 储能网，2025年7月21日

人工智能在能源行业中的投资情况

2020年-2025年H1中国人工智能能源行业投融资情况，单位：亿元，笔



- 人工智能在能源行业投融资市场呈波动趋势。
- 从近六年的投融资动态来看，2020年至2021年为我国人工智能能源行业的快速增长期，资本的关注加速了能源行业数智化转型的脚步。

数据来源：公开资料、投中数据、毕马威分析

中国能源行业投资回报

投资回报评价

能源企业对生成式AI的投资已从技术探索转向规模化落地，将其视为推动能源转型、提升运营效率和实现“双碳”目标的核心驱动力。企业优先选择能直接降本增效或创造收入的场景投入生成式AI。2024年，中国能源领域的生成式AI市场规模达到12.32亿元人民币⁶。

企业投资意愿

能源企业更关注行业大模型而非通用模型，强调技术与业务场景的深度融合。通过效率提升和成本优化实现短期收益，并兼顾减碳与安全等长期战略价值。以“垂直大模型+算力基建+生态平台”为核心，通过产业基金、政府合作、科技企业联动破解数据与场景落地难题。

⁶ 《全球与中国能源领域的生成式人工智能行业未来发展趋势预测》，睿略咨询，2025年2月20日

生成式人工智能在能源行业中的崭新实践

某综合能源公司自主可控电力行业大模型应用项目

基于生成式大语言模型底座，构建“算力-数据-模型”三维支撑体系，聚焦智能规划、智能巡视、智能调度等核心应用场景，赋能安全生产、系统运行、客户服务等领域的数字化转型。



业务挑战

随着智能电网和新能源的快速发展，电力行业正面临数智化转型的挑战。特别是在超大城市复杂运行环境下，传统配电网在应对分布式能源接入、负荷波动及外部环境风险等方面承受着日益增长的压力。

传统客服管理效率低：人工客服服务时间受限、服务质量不稳定、数据支撑不足、人力成本较高。

调度运行技术瓶颈：随着大容量、长距离高压输电技术的发展，以及无人机和可视化设备的规模化应用，新型电力系统在电网调度运行中面临新的技术难题。海量数据的分析与预测难度较大，调度运行经验与知识的挖掘深度不足，成为制约系统高效运行的关键因素。

巡检需求迫切：终端设备接入数量激增，巡视场景与要求逐步提升，传统的“人工阅片”模式已难以满足日益增长的工作需求。



创新方案

智能客服解决方案：通过多语种识别、情绪感知、电力客服语义理解、意图识别、问题推理、上下文理解、摘要生成、实体关联等技术，为电力行业客服场景定制一整套解决方案。

生产领域智能化升级：在输电、变电、配电业务场景中，采用文本数据和图像数据的向量化对齐和人工标注对齐技术，实现了图像检测与缺陷对照、故障成因、处理措施的耦合。

智能巡视系统：基于大瓦特L1级配电模型底座，上线配网巡视场景大模型(L2)，并集成已有缺陷识别等配网模型，快速提升配网智能巡视能力。



业务收益

提升服务效率：通过智能客服技术，业务问题解决率显著提高，90%的客户需求可由智能客服独立处理，客户满意度得到有效提升。

提升运维效能：大模型具备30类输电缺陷的识别能力，输电线路缺陷隐患识别效率提升5倍，平均缺陷识别率达91.24%，准确率较之前提升15%，达到电力行业领先水平。

提升工作效率：从巡检策略生成到巡检任务自动发起，再到AI模型智能分析和巡检报告自动生成，配网巡视流程全面智能化，工作效率显著提升。

鸣谢



Anish De

能源、天然资源和化学全球主管
毕马威国际

Anish是毕马威国际能源、自然资源与化学品领域的全球主管，作为该领域的资深专家，他专注于企业战略与能源转型，尤其擅长运用人工智能等先进技术。Anish因在主要出版物上的贡献而广受认可，并为建立毕马威印度脱碳中心做出了重要贡献。



Garrett Flynn

咨询合伙人
毕马威美国

作为数据与人工智能领域的合伙人，Garrett专注于生成式人工智能及元数据驱动的敏捷治理框架。凭借其丰富经验，他能够将传统治理模式转型为人工智能驱动的未来，以适应不断变化的业务需求。



Maz Hussain

数据灯塔主管合伙人
毕马威沙特阿拉伯

Maz领导数字灯塔，专注于数据分析、人工智能和新兴技术领域。他负责利雅得的洞察中心，致力于推动数字价值创造和多学科团队整合。Maz拥有20年的丰富经验，其中包括在毕马威英国从事数字创新工作10年，助力数字经济中的决策优化和业务绩效提升。



Dhawal Jaggi

数字化和人工智能合伙人
毕马威澳大利亚

Dhawal与《财富》500强企业和澳大利亚证券交易所100强企业的董事会及高管团队合作，制定并实施屡获殊荣的人工智能战略。他在人工智能和机器学习领域拥有超过20年的深厚经验，致力于通过数据和新兴技术推动企业的智能化转型。他的核心工作重点在于建立战略合作伙伴关系，助力组织在快速发展的商业环境中实现可持续增长。



Karyn Mercer

数字化及云计算咨询合伙人
毕马威澳大利亚

Karyn在战略和转型领域拥有超过20年的丰富经验。自2023年加入毕马威以来，她一直致力于通过数据和云计划引领能源行业的转型。凭借其专业知识，Karyn协助组织有效应对数字创新带来的挑战，同时积极推动人工智能技术的应用，助力构建更加可持续的未来。



Shreyansh Upadhyay

能源行业咨询副高级合伙人
毕马威印度

Shreyansh在能源价值链的战略数字化转型方面拥有丰富经验，专注于提升运营效率并推动可持续增长。作为全球人工智能能源社区主席，他致力于通过人工智能为能源行业客户创造商业价值。



Adrian Clamp

联盟企业全球主管
毕马威国际

Adrian担任毕马威国际互联企业全球主管，专注于以客户为中心的敏捷数字化转型。凭借30余年领导复杂技术变革的丰富经验，他致力于推动大型数字化转型项目，通过人工智能等先进技术，帮助大型组织释放业务价值。

联系我们

蔡忠铨

毕马威中国董事
能源及天然资源行业主管合伙人
毕马威亚太区及中国
alex.choi@kpmg.com

张庆杰

数字化赋能及人工智能主管合伙人
毕马威中国
qingjie.zhang@kpmg.com

贲晓光

数字化咨询合伙人
毕马威中国
kevin.ben@kpmg.com

高人伯

技术和新经济管理咨询
主管合伙人
毕马威中国
dennis.gao@kpmg.com

本刊物经毕马威国际授权翻译，已获得原作者（及成员所）授权。

本刊物为毕马威国际发布的英文原文“Intelligent energy: A blueprint for creating value through AI-driven transformation”的中文译本。如本中文译本的字词含义与其原文刊物不一致，应以原文刊物为准。

kpmg.com/intelligentenergy



所载资料仅供一般参考用，并非针对任何个人或团体的个别情况而提供。虽然本所已致力提供准确和及时的资料，但本所不能保证这些资料在阁下收取时或日后仍然准确。任何人士不应在没有详细考虑相关的情况及获取适当的专业意见下依据所载资料行事。

© 2025 毕马威华振会计师事务所（特殊普通合伙）— 中国合伙制会计师事务所，毕马威企业咨询（中国）有限公司— 中国有限责任公司，毕马威会计师事务所— 澳门特别行政区合伙制事务所，及毕马威会计师事务所— 香港特别行政区合伙制事务所，均是与毕马威国际有限公司（英国私营担保有限公司）相关联的独立成员所全球组织中的成员。版权所有，不得转载。

毕马威的名称和标识均为毕马威全球性组织中的独立成员所经许可后使用的商标。

由 Evalueserve 设计。

刊物名称：《智能能源：人工智能驱动转型与价值重塑》

刊物编号：140015-G | 出版日期：2025年9月