据处理方法研究[J]. 中国管理信息化, 2025, 28(15):231-235.
Zhang Rui, Xu Bin, Zhang Liang, et al. Research on small sample data processing method in the construction of Shuzhi Oilfield [J]. China Management Informationization, 2025, 28 (15): 231-235.

[14] 雷亚国,贾 峰,周 昕,等.基于深度学习理论的机械装备大数据健康监测方法[J].机械工程学报,2015,51(21):49-56.
Lei Yaoguo, Jia Feng, Zhou Xin, et al. A deep learning-based method for machinery health monitoring with big data [J]. Journal of Mechanical Engineering, 2015, 51 (21): 49-56.

[15] 王 冬,侯炳昌,王玉婷,等.稀疏测度和复杂性测度及其在设备健康监测中的研究进展[J].机械工程学报,2025,61(1):123-139.
Wang Dong, Hou Bingchang, Wang Yuting, et al. Advances in sparsity measures and complexity measures for machine health monitoring [J]. Journal of Mechanical Engineering, 2025, 61 (1): 123-139.

[16] 杨艳芳,邢亚辉,舒 亮,等.基于孪生数据的设备健康度评估方法研究[J].华中科技大学学报(自然科学版),2022,50(6):97-103.
Yang Yanfang, Xing Yahui, Shu Liang, et al. Research on equipment health assessment method based on twin data [J]. Journal of Huazhong University of Science and Technology (Natural Science Edition), 2022, 50 (6): 97-103.

[17] 马端祝,孙秉才,刘春昕,等.智能化赋能石油石化行业本质安全[J].石油科技论坛,2025,44(3):66-75.
Ma Duanzhu, Sun Bingcai, Liu Chunxin, et al. AI technology empowers petroleum and petrochemical industry improve intrinsic substantial safety [J]. Petroleum Science and Technology Forum, 2025, 44 (3): 66-75.

[18] 宋 旭,李宏斌,单吉全,等.基于知识图谱和机器学习的油气田地面方案智能平台建设[J].天然气与石油,2025,43(1):30-37.
Song Xu, Li Hongbin, Shan Jiquan, et al. Development of an intelligent platform for oil and gas field surface development scheme based on knowledge graph and machine learning [J]. Natural Gas and Oil, 2025, 43 (1): 30-37.

[19] 利锐欢,谢玉祺.基于大数据的安全生产人工智能应用分析[J].科技资讯,2022,20(14):76-78.
Li Ruihuan, Xie Yuqi. Application analysis of safety production artificial intelligence based on big data [J]. Science & Technology Information, 2022, 20 (14): 76-78.

[20] 牛明勇,左振涛,徐思宁,等.基于文本挖掘的油气事故隐患精细化分析[J].工业安全与环保,2025,51(9):25-30.
Niu Mingyong, Zuo Zhentao, Xu Sining, et al. Fine-grained analysis of oil and gas accident hazards based on text mining [J]. Industrial Safety and Environmental Protection, 2025, 51 (9): 25-30.

中国石油首个“地热+生物气”制工业蒸汽项目投用

2026 年 6 月 28 日,由冀东油田作为项目建设主体的中国石油首个“地热+生物气”制工业蒸汽项目在山东省东营市东营经济技术开发区投用,标志着冀东油田“地热+”产业创新模式已形成,为新能源在工业供热领域的规模化应用树立了标杆。

山东东营经济技术开发区“地热+生物气”综合供能项目,是冀东油田公司控股的绿色能源耦合示范工程。项目采用“地热+生物气”双绿色能源耦合工艺,通过中深层地热对锅炉给水预加热,再结合生物质气化燃烧补能,生产 1.6 兆帕、250 摄氏度过热蒸汽,配套建设 2 台 35 吨/小时蒸汽锅炉、1 台燃炭渣锅炉、6 台 15 吨/小时气化炉及 5 800 米蒸汽管网,形成 74 吨/小时蒸汽供应能力,年供热量可达 118 万吉焦,折合供暖面积为 472 万平方米,可为东营经济技术开发区新材料产业园提供集中供蒸汽服务。

项目坚持“采灌平衡、同层回灌”原则,充分利用区域稳定地热资源与充足生物质原料,实现资源高效循环利用。投产后年可节约标煤 4.03 万吨,年减排二氧化碳 8.73 万吨,蒸汽价格较燃气锅炉大幅降低,兼具显著的环保效益与经济竞争力。

作为中国石油首个“地热+生物气”制工业蒸汽项目,该项目技术路线成熟可靠,形成了可推广、可复制的“绿色能源+工业供能”开发模式。

(杨 寒 摘编自中国石油新闻中心 http://center.cnpc.com.cn/bk/system/2026/07/01/030196963.shtml)