

“十四五”时期，中国首口超万米科探井完钻，成为亚洲第一、世界第二垂直深度井——



“十四五”，
我们见证这些硬核突破⑥

新疆塔克拉玛干沙漠腹地，矗立着一座红白相间、20多层楼高的钻机。地下，千余根钻杆相连，钻入12套地层，通往地球深处，这就是中国首口超万米科探井——中国石油深地塔科1井。

上天，下海，入地，被视作人类探索自然的三大壮举。“十四五”时期，中国深地工程不断取得新突破，在钻深深度、技术装备、科学认知等领域实现跨越发展，曾经遥远的“地下珠峰”，成为可及的探索前沿，为国家能源安全提供坚实保障。

深地塔科1井刷新5项钻探纪录

完钻，10910米！

2025年2月20日，中国石油集团对外宣布，中国石油深地塔科1井胜利完钻，掘进地下10910米。

这口井位于新疆阿克苏地区沙雅县境内，是中国石油在塔里木盆地实施的重大“深地工程”。

在油气钻探领域，深度为4500米至6000米的油井为深井，6000米至9000米的为超深井，深度超过9000米的为特深井。要在地下打一口深井，进行油气探测，这难度，业内人士描述得很生动：在8000米以深的超深层寻找油气，好比站在珠穆朗玛峰顶，看清雅鲁藏布江上的游船。

“万米科探井是全球油气勘探领域的一项超级工程，钻探深度相当于钻穿珠穆朗玛峰后，又向地下继续钻进2公里多，风险难度非常大。”中国石油塔里木油田公司执行董事、党委书记王清华说。

困难首先来自严峻的作业环境。塔克拉玛干沙漠腹地常年干旱少雨，风沙弥漫，夏季最高气温达50多摄氏度，冬季最低气温接近零下30摄氏度，对施工人员挑战极大。

再看地下。万米钻探要面对复杂的地层岩性变化，从地面到万米深地，钻穿地层层系越多，岩性越复杂。在深地塔科1井，自上而下要穿透12套地层，尤其是越接近目标井深的地层，岩性变化就越快。而每一次地层岩性变化，都需要更换与之适应的钻头、调整钻井液的各项配比。据统计，靠近地表的中浅层，一颗钻头一天最多能打600米进尺。而在万米以深，棱角分明的钻头平均进尺不过30米，就会磨损得近乎光滑，极端情况下，每天钻进进尺不过数十米。

超高温、超高压，也是入地万米的极致挑战。深地塔科1井井下最高温约达220摄氏度，随之而来的，是145兆帕的超高压，这相当于在指甲盖大小的面积上施加1.45吨重量。在井内，1130多根钻杆首尾连接，自重超350吨，而最细的钻杆，仅有拳头粗细，如面条般柔软，断裂风险高。深地塔科1井井长王春生还记得，钻头距离万米仅差23米时，钻杆在井中突然断裂，后经15天连续奋

掘进地下万米

本报记者 廖睿灵



▲四川盆地首口万米科学探索井——中国石油深地川科1井。

黄文俊摄



▲今年初，中国石油深地塔科1井钻探深度突破1万米时，司钻房内的技术人员激动地欢呼，鼓掌庆祝。

►中国石油深地塔科1井带回的万米地质资料。

金添摄

资料链接

★为何要在“地球深处找油气”

在中国，多数油气产自深度小于4500米的中浅层，但伴随中浅层油气勘探开发程度提升，油气发现的难度越来越大。

当前，我国深层、超深层油气资源达671亿吨油当量，占全国油气资源总量的约34%。

★如何定义油气钻探领域的深井

深度为4500米至6000米的油井为深井，6000米至9000米的为超深井，深度超过9000米的为特深井。

★中国油气领域有哪些重大“深地突破”

中国石化“深地一号”顺北油气田：目前已累计提交探明石油地质储量2.76亿吨、天然气2093亿立方米，累产原油590.7万吨、天然气56.4亿立方米，建成年产300万吨油气当量的阵地。

中国石油深地塔科1井：入地10910米，亚洲第一、世界第二垂直深度井，刷新全球陆上钻井突破万米最快、全球尾管固井最深、全球电缆成像测井最深、亚洲直井钻探最深、亚洲陆上取芯最深等5项钻探纪录。

中国石油深地川科1井：钻穿23套地层，深入5.4亿年前的震旦系地层，首次进入四川盆地深部“无人区”。

资料来源：中国石油集团、中国石化集团等

度钻杆、抗240摄氏度高强度成套取芯工具等技术利器……这些自主研发的万米深钻技术利器，深地塔科1井项目一共具备10项。

产业链创新合力，也是深地工程掘进万米的重要推力。套管产品由宝钢股份自主研发，钻头复合片产自中国石化江钻公司……“深地塔科1井钻探配套形成了自主可控的万米关键核心技术体系，助推我国深地钻探系列关键装备、工具、材料迭代升级。”王清华说。

“该井成功完钻，证明万米深钻系列技术利器经受住了超深、超高温、超高压、超高压、复杂压力系统等极端工况的考验，锻造出可比肩‘万米深潜’‘嫦娥探月’的‘国之重器’，标志着我国掌握了万米深地钻探技术，在我国钻探工程史上具有里程碑式的重大意义。”江同文说。

从“偶尔突破”跨向“日常作业”

掘进深地，难度不小，为何中国要不断推进这项工作？

一方面，这与保障能源安全密切相关。中国人口数量庞大，能源消耗量大，但“富煤贫油少气”的资源禀赋，决定了石油、天然气对外依存度较高的能源格局。

在中国，多数油气产自深度小于4500米的中浅层，但伴随中浅层油气勘探开发程度提升，油气发现的难度也越来越大。当前，我国深层、超深层油气资源达671亿吨油当量，占全国油气资源总量的约34%。“向大地深处找油气”，深层、超深层已成为我国油气重大发现的主阵地。

“近年来，我国加大了超深层油气领域的勘探开发力度，中国石油在新疆和四川等地区的6000米至9000米深度，已发现1个10亿吨级大油田和3个万亿立方米级大气区。”中国石油天然气股份有限公司副总裁兼集团公司油气新能源公司执行董事何江川说。目前，8000米以深领域已成为我国重要的油气接替领域。中国石油国内探区8000米以深领域剩余资源174亿吨油当量，在塔里木盆地库车山前、准噶尔盆地南缘、四川盆地中古隆起北斜坡等地区已实现重大勘探突破。“超深层领域是我国未来油气勘探重大战略发展方向”。

另一方面，深地工程也肩负着“打开地球密码箱”的期待。

万米以下深地有什么？地下10001米，是灰白色的粉晶云岩；10780米，有泥金色的云质灰岩；10906米，石墨色的泥岩……深地塔科1井钻探过程中，取出了颜色形态各异的岩石样品。

“研究万米深部岩石的物理化学特征，能揭示5亿至6亿年前沉积盆地的古环境、古气候和古地理演化规律，探索古海洋的形成演化及其对沉积盆地发育的控制作用。”何江川说。掘进万米深地，还能研究超高温高压条件下油气的生成机理、相态的变化规律和排出效率，油气储集层发育情况和油气富集的分布规律。这将有力支撑地球深部结构与物质组成、地球演化、气候变迁等重大基础科学问题研究。

万米科探井的成功完钻，更是中国钻探工作从“偶尔突破”跨向“日常作业”的生动注脚。

“十四五”时期，中国深地资源开发按下加速键。在四川盆地川东北地区，我国第二口万米科探井——中国石油深地川科1井的钻井平台上，钻杆正加速向地下万米挺进；在山西省西部，我国最大煤岩气田——中国石大古气田年产能突破25亿立方米，成为我国天然气产量增长的重要接替资源；在新疆，中国石化“深地一号”顺北油气田，150多口深井平均深度在8000米以下。目前，“深地一号”已累计提交探明石油地质储量2.76亿吨、天然气2093亿立方米，累产原油590.7万吨、天然气56.4亿立方米，建成年产300万吨油气当量的阵地。

“万米深部的油气显示、珍贵数据和宝贵钻探经验，为实现我国深地科技自立自强、助力‘能源的饭碗必须端在自己手里’作出重要贡献。”郝芳说。

入地万米，并非终点。探索深地，中国人的脚步正向更深、更精、更广迈进。

战，各种问题才得以解决。

“面对困难挑战，我们集结了地质、物探、钻完井等多专业领域专家人才，组建万米深井攻关团队，在‘死亡之海’打出‘中国深度’。”王清华说。终于，今年初，我国首口万米深井打成，刷新全球陆上钻井突破万米最快、全球尾管固井最深、全球电缆成像测井最深、亚洲直井钻探最深、亚洲陆上取芯最深等5项钻探纪录。

每一米钻进都伴随科技支撑

一口万米深井完钻，意味着什么？“深地塔科1井的顺利完钻，不仅刷新了

系列工程技术纪录，更重要的是，这是我国首次获取到万米以深地质资料，同时验证了塔里木盆地在万米深层仍有油气资源潜力。”中国科学院院士郝芳说。

塔里木盆地是中国最大含油气盆地，油气藏埋深普遍在6000米到1万米，油气资源丰富、勘探潜力巨大。作为大型复合叠合盆地，叠加多期构造运动，这里有超深层极其复杂的地质情况，被世界认为“勘探禁区”。

在这样的“勘探禁区”成功掘地万米，有何秘诀？

“可以说，深地塔科1井的每一米钻进都伴随着科技的支撑作用。”中国石油天然气股份有限公司总地质师兼集团公司科技管理部总经理江同文说。

钻井离不开钻机。在深地塔科1井作业过程中，下套管时最大吨位达到665吨，常规钻机无法满足钻探所需的提升能力。为此，中国石油集团自主研发了全球陆上首台12000米自动化钻机，其提升能力达900吨，可轻松吊起2列动车组，自动化作业减少人工重力劳动达80%以上。

钻井对钻头的要求也很高。为了适应不同岩性地层，项目团队自主研发了超硬复合片及高端钻头，这好比破碎深地极硬岩石的“铁齿铜牙”，全力保障钻井提速。团队还研制了移动式井场岩样测量成像系统，现场给出井岩芯“做CT”“核磁”，及时发现油气显示，快速识别储层。

抗220摄氏度水基钻井液、高韧性高强

在景区建设、游客保障中推行标准化建设——

旅游服务有了“新标尺”

本报记者 孔德晨 文/图



▲在长白山北景区游客集散中心，各种式样的保暖大衣可供游客租用。

深秋清晨，长白山北景区山门前已是人流如织。来自上海的游客李女士打开手机扫码、验票，随着“嘀”声响起，闸机应声而开，全程不过数秒。“通过分时预约系统，排队时间缩短了半小时。”她满意地说，“就连山上的厕所都有严格标准：每8分钟就有保洁人员清理一次。”

今年9月，国务院办公厅印发了《关于进一步加强旅游市场综合监管的通知》，明确提出要“提升旅游标准化水平”，完善旅游标准体系，推进国家标准、行业标准和地方标准制修订工作，并有序开展旅游新业态、新产品管理和服务的标准研制。

标准化建设如何让生态保护更严密、游客体验更舒心？长白山景区开展了全方位的实践。

“每根进入长白山景区的木材都有自己的‘户口’。”长白山旅游股份有限公司质量总监安京说，“在这里，每根进入景区的木材都要经过严格检疫，所有木材必须持有检疫报告，保护中心还要进行二次核验，确保外来物种‘零入侵’。”

景区最大承载力精确到个数：北景区2.5万人、西景区1.5万人、南景区4000人。游步道宽度、卫生间分布、休息区密度均有量化标准。“我们在国家标准基础上，针对高寒山地特点制定了更严细则。”安京介绍，连垃圾处理都自成体系：湿垃圾当日清运出山，干垃圾分类处置，冰雪路段清雪禁用融雪剂，改用环保炉渣。这些措施有效守护着这片脆弱而珍贵的生态宝库。2024年，长白山森林覆盖率稳定在95.5%，天池水质持续保持国家Ⅰ类标准。

标准化建设不仅体现在生态保护上，更融入游客服务的方方面面。

“游客租了大衣上山，如果觉得用不上，可以全额退款。”长白山市场监管局消费环境建设指导科科长李佳玲介绍，景区设立了1000万元“先行赔付”基金，确保游客投诉“第一时间解决”。

这一创新机制推动了整个服务体系的优化升级。如今，景区实行“1分钟响应、12小时办结”的投诉处理机制，400客服热线与12345政务服务热线实现联动。数据

显示，2024年景区投诉量显著下降。

“即便不是我们的责任，也会先赔付再追责。”长白山景区管理有限公司总经理罗春光举例说，有游客购买手串后怀疑真伪，景区会主动协助鉴定；遇到车辆事故，不论责任归属，保险都会先行垫付。“我们就是要让游客感受到，在长白山维权不是难事。”这种以游客为中心的服务理念，正在通过标准化建设转化为具体的服务规范。

随着标准化建设的深入推进，积极效应正从核心景区向全域扩展。在长白山恩都里商旅社区，71家商户统一明码标价；云顶市集的300种特产牌清晰规范；雪绒花冰雪乐园的所有设备都定期进行安全检查。这些举措让游客在景区内都能享受到同样优质的服务体验。“过去游客来了就拼命往山上跑，现在很多人愿意留下来多住几天。”长白山集团总经理周青林说，通过打造“旅游+文化”“旅游+运动”等多元业态，游客平均停留时间已从0.9天增至1.5天。

标准化不仅提升了游客体验，更推动了整个产业的转型升级。今年获批的《旅游信息咨询服务》国家标准首次明确了线上服务的要求，大幅增加了对线上旅游信息咨询服务的规定，为数字化时代的旅游服务提供了规范指引；《旅游餐馆设施与服务要求》则新增了低碳节能条款，明确提出“提倡节约用餐、倡导低碳节能”等五项基本要求，引导旅游餐馆弘扬优秀餐饮文化。这些国家标准的实施，为像长白山这样的旅游景区提供了明确的技术指导和规范要求。