

给岩石做“DNA 检测”的攻坚能手

□ 袁 滨 付卫波 韩 伟

“君问归期未有期，巴山夜雨涨秋池。何当共剪西窗烛，却话巴山夜雨时。”在四川盆地，每到秋天，就会滴滴答答下起夜雨。已经在绵延起伏的大巴山工区工作 17 年的中国石化胜利石油工程公司 SL221 录井队长鲁建强，早已适应了这种气候。

在他看来，冬季湿冷、夏季蚊虫叮咬……都不算什么，真正让他时刻放不下的是这里的施工难题。

在南方工区录井，油气井高产的同时，往往伴随着高压、高含硫，带来“涌、卡、漏”等难题，外加“一号”井是本区块的第一口预探井，没有邻井资料参考，施工周期长达数月甚至几年，无论是谁遇到心里都没底。

鲁建强靠着过硬的技术，完成了这一艰难的任务。

精细对比地层，给岩心“戴帽”

滇探 1 井是大庆油田在川渝区块部署的一口重点预探井，设计井深为 5040 米，对二叠系茅口组顶部气层进行取心卡层是录井施工重点。

为确保取心成功、岩心完整，施工中要求在岩心底底一同取 2 至 4 米坚固泥岩封隔和保护岩心，这就是录

井行业俗称的“穿鞋带帽”，也是录井施工的一个难题，要求技术人员有“未卜先知”的本事，在尚未钻遇岩心层位之前对其位置进行预测。

多年的施工经验表明，要实现这一目标，必须在上部设置多层标志，并逐层对比落实，这样才能对取心深度进行准确预测。

鲁建强广泛收集区域资料后，把自己关在地质房，一张图一把尺，伏在案上一量就是一整夜，完成了横向上 10 多公里层位追踪、垂向 150 多米地质特征分析，落实了取心层位上方 7 套薄煤层，推算出“层位在第 7 套煤层下方 12 米”的结论。

这就像给没有标志的高速公路设置了 7 个路标，让人朝着“目的地”前进不会迷路，有了底气。

话虽如此，标志煤层最厚的才 2 米，最薄的只有不足 0.5 米，稍不注意就会遗漏，只有全部落实 7 套煤层才能确保完成任务。

鲁建强于是带队昼夜紧盯煤层。落实第 5 套煤层时，在预计的 4102 米却只发现了一层与煤层性质相近的炭质泥岩。

到底是不是这一层？鲁建强心

里也没有底。因为 7 套标志层有任何一层落实不准，都无法进行下一步的取心并深预测。

凭借十多年来在工区的施工经验，鲁建强知道，这 7 套煤层并不相互孤立，每两三套层之间相互组合形成规律。

进一步分析发现，第五六两套煤层之间相距约 5 米，是典型的标志性组合。通过与区域资料的综合对比，鲁建强确定，这层炭质泥岩正是第 5 套“煤层”。随着 7 套标志煤层全部浮现，他就更加笃定自己的判断了。

煤层过后，碳酸盐含量缓慢提升，这是靠近目标层的特征。但新的担心又来了，离层位越近，也就意味着钻达取心层位“带帽”失败的可能性越大。当钻至井深 4148.5 米，距离预测位置上方 4 米时，鲁建强果断要求停钻，经请示后，决定进行钻井取心。

经过 2 天的钻井取心，实物岩心证实，1.75 米的泥岩“帽子”之下，15.25 米岩心完好无损，收获率 100%。后期根据中国石视网消息，该井在下二叠统茅一段至栖霞二段酸压后

获日产气 31.0549 万立方米。

扎根大巴山 17 年，鲁建强磨练出独有的判断力和决断力，也赢得甲方信赖。

给 760 颗岩屑做“DNA”，卡准目的层

元素录井技术是地质录井公司近年来新研发的一项技术，通过测定岩石多种元素含量数据，进行岩性识别和地层评价。就像给岩石做“DNA 检测”，十分科学精密，是现场录井的一项技术利器。但在 2018 年刚在南方工区进行市场推广时，并不被甲方了解和认可。

那时，鲁建强接到鸭嘴 1 井侧钻水平井施工任务。该井茅一段厚度不足 10 米的裂缝灰岩气层，藏在 45 米厚层灰岩中。他知道，通过元素分析区分看似相同的灰岩，正是元素录井最擅长的，一定要趁此机会让这项技术在勘探分公司首战必胜！

鲁建强先是采集了直井 56 米范围内 210 多颗样品，得到由 7000 多个数据绘制而成的 35 条元素特征曲线，总结出进出目的层“钠、镁、硅元素含量升高 2 倍，钙元素下降 50%”的特



图为鲁建强（左）在描述岩心特征。

征，作为水平井的对比依据。

施工中，为找到这一特征，给甲方提供“进入目的层”的唯一依据，他开启了 24 小时“连轴转”模式，亲自采集、制作并分析每颗样品。

钻至井深 3236 米时，他在累计分析的 550 颗样品数据中，分别放大钠、镁、硅、钙等 4 种元素曲线，再三核实后确定，符合钻前总结的人层元素特征，确定钻头已成功进入茅一段目的层。

此后，他持续跟踪对比，先后提供了 3 次轨迹调整意见被采纳，落实了该井 1500 米水平段气层，钻遇率保持 100%。

“虽然这是我们第一次使用这项

技术，但也见到了它的巨大潜力。”这是中石化勘探分公司涪陵项目部地质科科长胡南方对元素录井给出的评价。

随着在南方工区的进一步推广应用，元素录井技术逐渐赢得市场青睐，近 3 年来已先后在合平 1 井、足 208 井等 12 口重点井中应用，成功开拓出一片新市场。

入川以来，鲁建强已优质完成 5 口“一号”井和 8 口中石油、中石化重点探井，取得了“关键层位卡准确率 100%、油气显示落实准确率 100%”的优异成绩，成为南方工区“一号”井的攻坚能手。

技术创新支撑 站稳绿色作业 C 位



我与消防零距离

值全国“119”消防日到来之际，西北油田消防官兵深入油气生产站库，讲解消防安全知识和技能。消防官兵在现场发放消防安全口袋书，指导岗位人员试穿消防服，体验式掌握消防设施的性能，零距离感受消防安全的重要性，营造人人关注消防、重视消防、参与消防的浓厚氛围。 田宏远 摄



环保基础。今年，此系列成果在大庆油田累计推广应用 1500 井次，累计创造经济效益 700 万元以上，取得了

理想效果。该成果已在吉林油田推广应用 4 套，为井下作业安全环保施工提供了强有力的技术支持。

直面发展困境 不忘奋斗初心

——记东方地球物理公司大庆物探一公司 2160 地震队经理曲英波

□ 赵振月 袁 峰



曲英波已经在一线工作了将近三十年。这三十年，凝聚着曲英波最美好的青春与难忘的经历。

参加工作以来，他一直服务于野外生产一线，先后参加过辽河三界泡外部招标区块、埃索“反承包”国际合作项目、海拉尔和外蒙塔木察格勘探大会战等近三十个勘探项目。

脚踏实地的他一步一个脚印，历任 2160 地震队机械师、设备副队长、党支部书记、队经理。曾荣获东方地球物理公司劳动模范称号。

谋划：直面发展的困境

担任 2160 地震队经理以来，曲英波面对的困难可谓是接踵而至。

面对物探市场萎缩、企业面临困境的现状，他狠抓管理创新，提升核心竞争力，降本增效、精心运作，竭力打造精品工程。

2019 年底，在全国人民沉浸在即将迎来春节的喜悦中时，他带领 2160 队 1118 名员工奔赴战场，紧锣密鼓地开始了项目施工运作，克服了工期紧、任务重、人员短缺、设备不足、疫情防控、停工静待、复工复产等困难，历经艰险、排除万难，优质、按期完成了施工任务，彰显了一名基层队经理的职能操守和共产党员的责任担当。

因项目开工时已临近春节，直接导致了施工人员的短缺。

在等待开工的日子里，曲英波带领项目踏勘小组，深入贯彻落实“七分准备、三分运作”思想，对工区进行了详细踏勘。根据踏勘掌握的工区特点和难点，制定了相应的解决措施：

针对有效生产时间短，任务重，生产组织难度大，部分区域井深较深的特点，加强设备配备，做到物尽其用，精心安排各班机组高度紧密配合，做到无缝链接，保证生产进度；

针对工区内有水域渔场、养殖场、经济农作物、树苗地等区域的特点，促成公共关系提前介入，提前和地方政府、承包商沟通，并根据相关补偿标准及时进行补偿，确保生产的顺畅；

针对工区内树林较多、较密，通行条件差的特点，组织预先配备小型钻机以满足个别区域施工需要；

针对工区内测量仪器接收卫星信号较差、等待时间长的特点，组织测量人员制定解决措施，精细质量控制。

充分的准备与精细的谋划下，曲英波的队伍在松辽盆地北部常家围子三维区块地震勘探采集项目施工过程中，从未因施工前踏勘不充分而影响过一天施工进度。

开工指令下达后，曲英波指挥队伍立即投入生产。

因为该项目是 2160 队自大庆物探一公司归入东方物探公司后执行的第一个项目，东方物探公司对该项目实行安全管理接轨，其中一项是钻井工序进行末端管控。

这一管控措施的施行，有效地掌控了钻井工序施工质量，也无形中减缓了钻井速度，使得施工期紧张的压力雪上加霜。

面对这种情况，曲英波强调，要不折不扣地施行末端管控措施，加快与公司管理接轨进度，同时，为了解决由此延误工期的问题，在大庆一公司的支持与帮助下，又投入了 10 台钻机以及相应的操作人员，解决了制约生产的一大难题。

逆境之下，愈见光芒。

在他的带领下，2160 地震队厚植“大庆精神铁人精神”基因、秉承大庆优良传统，浇筑大庆物探“四特精神”

血脉，练就一身刚劲铁骨，成为了善打苦仗、敢打硬仗、能打胜仗的石油勘探队伍。

2160 地震队先后荣获 2019 年中石油集团 HSE 标准化站队、2019—2020 年东方地球物理公司先进集体称号。

战疫：不忘奋斗的初心

2020 年初，正在曲英波准备带领队伍大显身手的时候，疫情不期而至。

一切被按下暂停键，包括曲英波正在紧锣密鼓赶工期的项目。

2 月 1 日，2160 队接到杜蒙县疫情防控指挥部关于疫情防控检查工作通知，并陪同工作人员到驻地进行相关检查至深夜，疫情防控指挥部为了响应国家新冠肺炎疫情防控要求，对 2160 队下达停工疏散令，并要求所有项目人员立即有序疏散撤离。

刚刚开工 20 几天的项目，就这样放弃了么？

曲英波与队干部们共同商议，一是如果施工队伍疏散，复工希望极其渺茫；二是当前地下还有一万多口井、4 万多公斤炸药没有激发，存在着极大的安全隐患；三是作为一家企业去冬今春首个地震采集项目，2160 队义不容辞理应当好战“疫”先锋。

所谓“开弓没有回头箭”，虽然严

峻的形势前所未有，但既是挑战也是机遇，基于实际情况反复斟酌判断，最终决定迎难而上。

在做好大量准备工作的前提下，曲英波与防疫指挥部充分沟通，说明施工生产的重要性和必要性，以及确保做好施工生产中疫情防控相关工作。

最终，项目得到甲方的关注和公司的大力支持，在一公司统一指挥下和地方政府、防控中心的积极协调配合下，克服万难，顺利推进重点环节有序复工复产，在静待 8 天后，常家围子项目终于按下“重启键”。

复工申请得到了批复，施工生产却举步维艰。

由于雷管和炸药的原定厂家所在地发现 2 例新冠肺炎确诊患者，原爆炸用品供应渠道中断。

在一公司领导的帮助下，2160 队克服困难，联系了另外一个来得及运抵驻地的爆炸品生产厂家，终于解决了爆炸物品供应问题，具备了复工复产条件。

复工后，曲英波也丝毫没有放松，他告诉员工：“疫情当前，要充分理解当地疫情防控领导小组的举措，要借鉴 2160 队执行外蒙项目出入海关时的经验，与之密切配合，做好这项工作。”

受疫情影响，2160 队复工生产过程中，每天都会有新的不可预测状况发生，曲英波总会想尽办法，组织协调各部门，尽全力保障复工生产的顺利进行。

3 月 5 日，随着测线上最后一炮成功激发，由 2160 队承担的松辽盆地北部常家围子三维地震采集项目圆满收官，标志着一公司 2020 年地震采集项目首战告捷，2160 地震队在其 50 年发展历程上又增添了一座新的“里程碑”。

该项目得到甲方高度评价，认为 2160 地震队在曲英波的带领下，克服了疫情，保障了队伍人员安全，质量上堪称行业标杆，超额 20 平方公里高效完成工区的全部工作量，这种攻坚克难、勇担重任、甘于奉献的精神值得宣扬推广，授予该项目为 2020 年大庆油田优质工程和“精品示范工程”。

探访地下“天然气银行”

□ 王 璐

从河南濮阳市驱车向东南三十多公里，便可到达中原油田开发腹地文留镇。在其东北部的一大片空地上，几栋不起眼的建筑，红黄配色的管线交织，很难想象这里 8 万平方公里的地下就是在建的我国中东部最大“天然气银行”——中国石化天然气分公司文 23 储气库。

地下储气库，就是将天然气重新注入地下可以保存气体的空间而形成的天然气气藏，是集季节调峰、事故应急供气、国家能源战略储备等功能于一身的能源基础性设施。

“它就像一个罐头，里面的东西吃了但罐子还在，我们接着利用这个罐子，就像银行一样，在用气较少的时候，把天然气注入其中保存起来。等到了用气高峰，再把它取出来。”中国石化中原储气库有限责任公司党总支书记、副总经理顾水清如此比喻。

作为国家“十三五”重点建设工程，文 23 储气库便是利用已经枯竭的中原油田文 23 气田主块改建的，北连天津 LNG 接收站和鄂安沧管道，西通华北北大牛地气田和榆济管道，东接青岛 LNG 接收站和山东管网，设计库容 104 亿立方米，最大调峰能力 3600 万方/天，能够极大缓解华北地区乃至全国用气高峰期间的用气紧张局面。

其中，一期工程设计库容 84 亿立方米，建设有 1 座注采站、12 台压缩机组、8 座丛式井场、11 座单井井场、77 口气井及配套集输管道，今年 8 月 1 日全面完工，进入全面注气阶段。

在八号丛式井场，顾水清对记者说，澳大利亚、巴布亚新几内亚的液化天然气“乘船”到达天津 LNG 接收站，气化后通过管道到达注采站，站站内过滤分离、压缩机增压，外输至丛式井场，由新注采井注入地下储气库。

据介绍，自今年 1 月 16 日压缩机试车以来，随着新井的投入，文 23 储气库日注气量由 150 万方稳步

提升至 1500 万方。在供暖期渐近的情况下，气源相对不足，但还是尽可能多注气。年初计划注气 20 亿立方米，目前实际注气量已超过 27 亿立方米，今年 11 月底注气将全部完成，预计届时达到 28.56 亿立方米左右，待储气库真正运营时，可为京、津、冀、鲁、豫、晋等省提供最大 3000 万方/日的采气能力。

顾水清透露，正在和中国石化天然气分公司生产运营部进行沟通，希望能够获得更多的气源调配。同时，在国家有关部门要求的 6000 万—8000 万方应急采气任务的基础上，进一步优化采气能力，对整个地下的气藏进行动态分析，今冬尽量多采气。此外，在管网互联互通方面，下一步还要打通关键的节点，目前正在跟中石油一同进行相关的工作。

《国务院关于促进天然气协调稳定发展的若干意见》中明确，到 2020 年，供气企业要拥有不低于其合同年销售量 10% 的储气能力。在此背景下，中石化加速提升储气调峰能力，在积极推进文 23 储气库、文 96 储气库、金坛储气库等已投用或在建项目扩容达产的同时，加快布局中原储气库群、黄场储气库等重点项目。目前文 23 储气库二期工程核准工作正在进行，已经报至濮阳市发改委，后需报至中石化总部，获批后最晚明年可以开工建设。

“长远来看，储气库是一个非常好的投资，但是由于投资额巨大且回收比较慢，地方上燃气投资储气库的意愿并不强烈，更倾向于短平快的项目。”顾水清坦言，目前中国储气库运行还没有很好的商业模式。

顾水清透露，文 23 储气库总投资超过 138 亿元，一期工程目前正在试运行期，注气、采气的价格尚未核算，效益如何还难以判断。不过，河南、山东、山西等地已经主动接洽，想租借储气库的剩余库容，未来若可行，将成为稳定的收入来源。

（据《经济参考报》）

地址：北京市复兴路 15 号

邮编 100038

电话/传真 010-58884135

投稿邮箱：kpsbs@sina.com

中国科普网 www.kepu.gov.cn