

水中“捞”油 石缝“榨”油 海外采油

科技创新为中石油“加油”

实现融资9.5亿美元

兖州煤业孵出“金凤凰”

“凤凰项目”是指，兖煤澳洲公司将其旗下拥有的艾诗顿、澳斯达及唐纳森3个煤矿资产包装到一个全资壳公司里，在其所有权不发生变化的前提下，通过出让其经营权实施资产证券化，实现融资9.5亿美元。这一方案在澳大利亚属于首创，也是中资企业在澳大利亚资本市场上的第一次

冷眼观企

在刚刚过去的一年，国际石油行业格外寒冷。受油价下跌影响，不少石油企业出现资产流动性吃紧和削减债务能力下降等问题。有关机构预测，今年全球约三分之一的石油生产商将面临资金链断裂的威胁。

在国内，三大石油公司各有应对策略。中国石油集团公司(以下简称“中石油”)苦练“内功”，从科技创新入手应对危机。“在资源劣质化矛盾突出、市场竞争日益激烈、国际油价低位震荡的严峻形势下，科技创新已成为中石油保持稳健发展的重要支撑力和强大驱动力。”中石油新闻发言人曲广学告诉记者，“十二五”期间，中石油共取得重大标志性成果40余项，申请专利21766件，是“十一五”的两倍多；获国家科学技术进步一等奖6项；新技术直接创效超过1000亿元。

大庆油田

创持续稳产的奇迹

对于“采收率”，大家可能比较陌生，但对油田来说，这却是最重要的指标之一。简单来说，采收率越高，采出的油就越多。特别在开发中后期，采收率每提高一个百分点，难度都极大。

权威资料显示，目前，全球平均原油采收率为35%。如果全球采收率提高1个百分点，可采储量将增加50多亿吨，相当于全球两年的石油消费量。

在提高采收率技术阵营中，大庆油田无疑是世界同行中的佼佼者，平均46%的采收率高出世界平均水平10个百分点以上。

1959年，我国科学家发现大庆油田，打破了中国贫油的魔咒。1960年，大庆油田投入开发，使我国从此甩掉了长期贫油的帽子。经历半个世纪的高效开发，大庆油田面临两大难题：一是油田全面进入高含水、高采出阶段，含水超过90%，每采1吨原油，需采出9吨水，可谓“水中捞油”；二是多井低产，剩余油高度分散，单井产量低至1.2吨/天。

直到今天，大庆油田勘探开发研究院采收率研究一室副主任孙刚还清楚地记得，1997年，他刚毕业分到研究室的时候，老师傅就意味深长地对他说：“大庆油田采收率每提高1个百分点，就相当于找到了一个玉门油田；每提高5个百分点，就相当于找到了一个克拉玛依油田！”

那时的孙刚就意识到，要提高采收率，就要从持之以恒的科技创新中想办法。

大庆油田几代科研人员历经室内合成、筛选评价、先导性矿场试验、工业性矿场试验的艰苦历程，创新三元复合驱理论技术，实现了万吨规模重碱基磺酸盐表面活性剂生产。他们研发的四大工程技术，工业应用采收率比水驱提高20个百分点，比聚驱提高8个百分点，主体油田采收率突破60%，比国内外同类油田高20%，建成了世界上规模最大、技术最完善、效果最好的生产基地，也使我国成为唯一大规模商业应用的国家。

大庆油田经过“十二五”期间集中攻关，突破了世界级难题，取得了4项核心技术。原油产量5000万吨以上稳产了27年，稳产期较国外同类油田长22年。此后，油田又在4000万吨以上持续了12年，创造了大油田开发的奇迹。统计显示，2015年，三元复合驱产油350万吨，累计产油1500多万吨，取得了巨大的经济效益，有力支撑了油田的持续发展。

长庆油田

石头缝中“榨”出油

长庆油田46年的发展史，就是一部依靠科技创新与低渗透作斗争的历史。如果说中东的油藏开采是从海绵中挤出油，长庆油田的油藏开采就是“从石头缝中榨出油”。

长庆油田所在的鄂尔多斯盆地因油气储层非均质性强和“三低”(低压、低渗、低丰度)的先天缺陷，储层喉道仅相当于一根头发丝那么细，需要用专用显微镜才能观察到。专家曾经形象地形容它为“磨刀石”，“井井有油，井井不流”，开发难度之大可见一斑。世界知名能源咨询公司曾判定其为边际油气田，断言使用常规技术无法实现经济有效开发。

“磨刀石”是否大面积规模成藏?“磨刀石”油气层如何提高单井产量?“磨刀石”油气藏又该如何实现气田低成本开采?面对国际专家如出一辙的否定判断，一代代中国石油人坚定不移走自己的路，不迷信权威，针对三大难题强化理论技术攻关，取得了重大理论技术创新，认识了低渗透、攻克了低

渗透、驾驭了低渗透。

“磨刀石”的问题解决了，储量品位差的问题又摆上日程。如何在低品位储量中优选含油富集区，并实现储层与产能快速预测，满足油田快速上产的需要?这要求新一代科技人员具备一双“火眼金睛”，能够透视地下2000多米，对“甜点”进行精确识别。

通过近10年的努力，长庆油田自主研发了富集区分类评价与产能快速预测技术，迈出顺利开发超低渗透油藏的第一步。高精度地震勘探技术的创新应用，突破了黄土塬、沙漠找油禁区，掌握了寻找大型油气藏的方法和手段。2008年以来，通过新技术的不断推广，长庆油田累计新增石油探明储量和天然气探明储量超过前37年的总和。

找到了含油储层，怎样拿出储量又成为新的拦路虎。长庆油田创新形成的直井/水平井体积压裂技术，打破“磨刀石”，给地下油气流动建造了“高速公路”。特别是其自主研发的水力喷射分段连续压裂技术，通过压裂改造给予地层初始能量，实现了油井的高产稳产，填补了国内空白，并成为国际水平井压裂三大主体技术之一。

统计显示，2015年，长庆油田年产油气5480万吨，占全国原油产量的12%和天然气产量的30%。也就是说，全国每生产9吨原油中长庆油田就贡献了1吨，每10立方米天然气中长庆油田贡献了3立方米。

今年1月8日，从人民大会堂又传来好消息，“5000万吨级超低渗透—致密油气田勘探开发与重大理论技术创新”获2015年度国家科技进步奖一等奖。

海外油田

产量当量再创新高

“如今，中石油已跻身国际第一方阵。”中石油科技管理部副总经理方朝亮介绍说。依靠强大的技术支撑，在海外，中石油也建起了一个“海外大庆”。

据统计，从2011年开始，中石油海外油

气作业产量当量首次超过1亿吨，油气权益产量当量首次突破5000万吨，中石油由此宣布建成“海外大庆”。在此后的连续几年间，中石油海外油气作业产量当量稳步增长，油气权益产量当量每年都突破5000万吨。特别是去年，海外油气作业产量当量达到1.3825亿吨，权益产量当量达7202万吨，再创历史新高。

中石油海外勘探开发公司副总经理刘英才说，20多年来，中石油海外业务从无到有、从小到大，特别是进入“十二五”以来实现了跨越式发展，在全球35个国家管理运作91个油气项目，形成了集勘探开发、管道运输、炼油化工与销售上下游一体化的完整石油产业链，这一切都与中石油拥有一流的技术密不可分。

“从公司综合实力和国际竞争力上比较，中石油在世界500强和50大石油公司中的排名分别从2010年第10和第5位上升至第4和第3位；原油产量、天然气产量、原油加工量分别跃居国际可比公司第1、第2和第3位；资产规模是‘十一五’末的1.5倍；年均实现营业收入2.5万亿元、利润总额1620亿元、上缴税费3890亿元。”方朝亮介绍说。

“即便在市场环境不利的2015年，中石油也保持了平稳发展。”方朝亮告诉记者，而这一切，均得益于中石油的科技创新。目前，中石油已形成自己独具特色的企业科技创新体系，科技创新已经成为支撑中国石化稳健发展的强大驱动力。

统计显示，面对“更老、更深、更致密、更高含水”等复杂问题，中石油近年来共计在15项重大理论和核心技术上取得创新成果，研发了25项重大装备和软件，使得石油、天然气每年新增探明储量连续9年超过10亿吨油当量；石油产量连续21年超过1亿吨，并在2014年创下1.14亿吨的历史新高；天然气产量从2000年的183亿立方米增加至2015年的955亿立方米。



图① 大庆油田全景。图② 得益于炼化水平及相关环保技术的提升，目前，中石油绝大部分炼化基地均摘掉了污染的帽子。图为广西石化分公司厂区。图③ 近年来，中国石油在海上勘探方面持续加大投入，勘探能力日渐提升。图为“东方勘探二号”正在进行深海作业。图④ 西气东输站场内一角。

(资料图片)

“一带一路”上的矿业样本

本报记者 梁剑箫

时，陈景河也来到了这里。

“当时，我到这个矿产公司的时候，公司的规模还非常小，只有几百万元的资产，主要是从事矿产资源的买卖，也没有自己的矿山，公司基本上是不盈利的，只能勉强维持运作。因为没有资本金，我们直到1997年，才启动对矿产的开发。”陈景河说。

等待难，开发更难。为了降低生产成本，陈景河根据紫金山矿的特点，大胆采用了投资额低、生产成本低的堆浸工艺。“这种工艺最早是在美国上世纪60年代至70年代发明的，对大量低矿资源和氧化矿非常有效。在上世纪的80年代，新疆也开展了这一工艺的工业化的试验，而且也取得了不错的成果。在企业初创阶段，我们缺乏资金，因此就尝试性地使用了这个工艺。”陈景河说。

可是，对于陈景河的这一尝试，不少专家却断言“没戏”，理由是“上杭县地处中国南方，潮湿多雨，紫金山地形险要，不适合采用堆浸工艺”。对此，陈景河不以为然：“紫金山矿唯一的劣势，是地形比较陡峭。虽然地处福建，但非常干燥。我总觉得，问题可以通过工程技术来解决，并不像一些专家表示的完全不可以。所以，我们一步步努力，

发现这个工艺还是非常适合这里的。”

为了进一步降低成本，陈景河和紫金矿业的技术人员，经过了多次反复实验，对矿石进行“破碎—筛分—洗矿—重选”等多套工艺，攻克了矿业界的技术难题，使得品位低至0.9克的矿山变废为宝，成功具备了开发的可能。通过这一系列手段，紫金山矿的开发成本最终降低到当时行业平均水平的10%至20%，大大提高了矿山的开采价值。

在此基础上，紫金山矿储量大的优势开始显现。其黄金预计开采量从5吨增加到300吨，再到500吨以上，创造了“越挖越多”的奇迹。

2000年，紫金矿业的总资产达到了约6亿元，年度销售收入约4亿元，已经是8年前的200倍。从1992年到2007年，紫金矿业总资产从352万元、利润3万元，一举成为中国成长最快的矿业公司、中国最大的黄金生产企业、中国控制金属矿产资源最多的企业。

在每一项成绩面前，陈景河并未止步，他提出了一个更为大胆的想法，要让紫金矿业走出福建，走出中国，在更大的平台上与国际一流企业开展竞争。“矿产资源在全球

的分布非常不均衡。国内矿山的质量和产量在全球矿产资源市场上，并没有很大的竞争力。如果紫金的目标是成为全球一流的矿业公司，不参与全球竞争，企业无法做大，所以国际化是必然的选择。”陈景河说。

如今，紫金矿业已经在加拿大、缅甸、越南等国家拥有矿山资源，并在2007年入股英国伦敦上市公司RidgeMining，成为其最大股东。2015年12月9日，紫金矿业集团官网又发布新闻：刚果(金)卡莫阿铜矿项目完成交割，这也是迄今为止中国企业在海外最大的铜矿收购项目。

“我国提出的‘一带一路’战略，具有远见卓识的智慧，对紫金矿业的发展起到了引领作用。改革开放30多年来，中国矿产的生产量和消费量全球占比已经高达40%至50%，在这么大的份额背景下，要继续增长，难度很大。因此，矿业企业的新一轮发展，应该在全球视野下去考虑。如今，经济全球化是一个大趋势，人民币的国际化和中国资本的全球化更是一种潮流。这种潮流中，矿业开发应该成为重要的先行者，不仅要抓住‘一带一路’政策机遇，寻求自身的突破，更要为进一步推动‘一带一路’战略的实施贡献力量。”陈景河说。

生意经

在中国的有色金属行业，紫金矿业集团股份有限公司是个响当当的企业。

1993年，紫金矿业从福建省紫金山金矿起步，经过20多年的发展，成为一家以黄金及金属矿产资源勘查和开发为主的大型矿业集团，上海和香港两地(A+H股)上市公司。作为全球最大的金矿和全国第三大铜矿开采企业，紫金矿业如今位居2015《福布斯》全球2000强企业第1069位、全球有色金属企业第12位、全球黄金企业第3位、2015《财富》中国企业500强第106位。

作为奇迹的缔造者，紫金矿业董事长陈景河是1977年恢复高考后毕业的第一批全日制在校大学生。1992年，位于福建省上杭县城北14.6公里处的紫金山金铜矿建立。那时候，参加工作刚好10年的他已经成为福建地质矿业里最年轻的高级工程师。长年的从业经历，让他萌生了利用紫金山矿，尽快造福当地经济社会发展的想法。为了实现自己的人生目标，他主动要求放弃省城的优越条件，到条件相对艰苦的地方，负责矿业生产。

1993年8月，当时的上杭县矿产公司改组为上杭县紫金矿业总公司，主要业务转向开发建设上杭紫金山金矿。几乎与此同

“换个角度来看，把并非优质的不动产转换成‘流动性’，备有充足的现金流确保扩大优质资产莫拉本煤矿的产能，持续提高回报，实现扭亏为盈，夯实长远发展的基础，用时间置换生存空间，追求杀出重围、弯道超车的效果，这是兖煤澳洲力推‘凤凰项目’筹措资金的真实意图。”兖矿集团董事长、兖煤澳洲执委会主席张宝才说。

张宝才告诉记者，兖煤澳洲的“凤凰项目”孵化的并不顺利。首先，没有先例，无章可循，澳大利亚本地监管机构、当地独立董事在审查批准方案时极其严格。加之煤炭市场形势变幻莫测，给项目审批增添了诸多的难度和不可预知性。

为了尽快获得澳洲上市公司各监管方的批准，从项目筹划、方案拟订到呈请审批的300多天里，兖煤澳洲项目团队与澳大利亚当地法律和财务中介一道紧密合作，精心完善方案，耐心解释沟通。

另一方面，2016年1月5日，兖矿集团正式改建为国有资本投资公司。兖矿手持山东省国资委下放的7大权力令箭，通过授予融资方售出国权对这一交易提供进一步支持。

业内专家告诉记者，兖煤澳洲发行九年期总价值为9.5亿美元的债券是一次创新。本次融资方案在澳大利亚属于首创，也是中资企业在澳大利亚资本市场上的第一次。此次以有形资产证券化变现融资，参照了国际市场上中长期债券收益与投资风险相配比，以基础资产为支撑，增加了债券浮动收益条款，实现投资方与资产利益捆绑，以及发行人与投资者的双赢。

张宝才告诉记者，凤凰项目一举两得，可谓解出“双胞胎”。首先，融得资金可加快发展优质资产，提高盈利能力。本次融资中的部分资金将用于兖煤澳洲所属的莫拉本煤矿二期扩产项目。莫拉本煤矿为全澳大利亚现金成本最低的煤矿之一，也是目前澳大利亚为数不多的盈利煤矿之一。

其次，从会计角度看，交易完成后，兖煤澳洲将不再拥有发债方(及其资产)的控制权。在资产负债表上，兖煤澳洲对发债方的投资将被记为“采用权益法的投资”，实现“自然减亏”，顺理成章地修复了负债表。

文/本报记者 林火灿 通讯员 吴玉华