



陆域能源矿产 地质调查

围绕保障国家能源安全和支撑国家油气勘探开发体制改革，主要开展松辽盆地外围油气基础地质调查、羌塘盆地油气资源战略调查、天山—兴蒙构造带油气基础地质调查、南方页岩气基础地质调查、煤层气等非常规能源矿产调查和北方砂岩型铀矿调查等工作。2015年各项工作进展顺利，调查成果逐步显现。

一是大力支撑服务国家战略和国土资源管理。编制完成的相关图集，得到党和国家领导人的重要批示，已提供有关单位参考。发布了《中国页岩气资源调查报告》（2014年），为国家页岩气产业发展提供决策依据。优选新疆布尔津等5个有利勘查区块并编制资料包，为新疆油气体制改革试点提供重要支撑。

二是油气新区、新层系调查取得重要进展。贵州遵义地区实施的安页1井，在新区二叠系栖霞组、中志留统石牛栏组等新层系中钻获天然气。松辽外围盆地群多口调查井见油气显示。

鄂尔多斯盆地东南部实施的宜参1井油气调查钻获工业天然气流。伦坡拉盆地实施的旺1井，获得丰富含油显示。羌塘盆地发现2个具有良好油气前景的大型圈闭构造。

三是页岩气等非常规能源调查取得重要发现。鄂西宜昌地区实施的宜地2井，寒武系天然气、页岩气均获重要新发现。湘西北复杂构造区实施的慈页1井、陕西汉中地区实施的镇地1井、南华北盆地太康隆起西部实施的尉参1井、宁夏六盘山盆地实施的固页1井、柴达木盆地阿尔金山实施的黑浅1井等新区新层系钻获页岩气。山东西南地区、鄂尔多斯铜川地区、陕西渭河盆地等，分别发现页岩油、油页岩、氦气等非常规能源显示。

四是北方矿岩型铀矿勘查取得重大进展。准噶尔盆地东部，新发现具有大型远景规模的矿产地1处，松辽盆地北部首批经钻孔验证的2个靶区，已发现厚大工业矿体。



1 常规能源

● 武陵山复杂构造区古生界海相油气实现重大突破

安页1井位于贵州省北部遵义市正安县安场镇,构造上属四川盆地东缘武陵褶皱区安场向斜西翼南段,属油气(页岩气)探矿权空白区。该井设计井深2184米,目的层为志留系龙马溪组—奥陶系五峰组页岩气,兼探二叠系栖霞组—茅口组常规天然气。

安页1井钻至二叠系栖霞组灰岩地层1130~1193米时,全烃异常值由0.83%蹿升至85.93%,甲烷异常值由0.35%蹿升至

62.18%。初步统计,二叠系栖霞组全烃异常值大于1%的地层累计厚度达147米。在钻遇中志留统石牛栏组灰岩和泥灰岩地层2106~2107.2米时,全烃异常值由0.35%迅速蹿升至85.40%,甲烷异常值由0.25%蹿升至80.5%,接气液分离器后点火成功,火焰最高1.5米。钻至2122.73米时,气体显示强烈,进行气液分离后点火,火焰高达20余米。裸眼中途测试最大初始产量42.01万立方米/日,平均产量9.50万立方米/日,实现了武陵山地区油气重大突破。

安页1井钻探验证了残留向斜常规油气成



安页1井钻探过程中点火照片

藏模式，即残留向斜不但具有连续性的页岩气形成富集条件，也可通过压性断裂和岩性遮挡形成常规油气藏，属于新区、新层系、新类型重大发现和突破，开辟了南方油气勘查新领域。安页1井为贵州省首次常规天然气发现，且邻近中国石化南川、彭水区块和页岩气中标企业

矿权区，这一突破将有效带动该区油气勘查工作，促使油气公司、页岩气中标企业加大勘查投入，为黔北贫困区经济发展带来新机。目前该井仍在钻进中，有望在下志留统龙马溪组—奥陶系五峰组获得更好的页岩气发现，进一步扩大南方页岩气商业勘查领域。

◆ 松辽外围盆地群火山岩覆盖区 多口调查井见油气显示

近年来，通过精细的野外地质填图、高精度重磁电震联合解译、地震特殊处理等，发现突泉、龙江、乌兰盖、扎鲁特和林西5个新盆地，确认中、下侏罗统及上二叠统等为油气新层系。先期在突泉盆地实施“突参1井”已获轻质原油。今年，按照“西进山、东进盆，扩大侏罗系油气勘探前景”的思路，在松辽盆地外围实施了多口地质调查井，均见到良好油气显示，有望再获油气新发现。秀水盆地南部秀D1井钻遇良好油气显示，其中300~530米、670~760米之间气测异常显示活跃；700~760米，气测异常较高，最高

井深584米处见最大异常值为2.06%。页岩气现场解析结果表明，241.6米处泥岩中页岩气含量为0.21立方米/吨。松辽盆地西部斜坡高力板凹陷高D1井钻遇的早中生界泥岩地层，在巨厚层火山岩盖之下的862.55米火山碎屑岩与泥岩段，钻遇可燃气，其中甲烷含量39.67%~55.5%、氮气含量43.39%~59.2%、



743米灰黑色粉砂质泥岩层面和裂隙中见油



815米流纹玢岩脉裂隙中的沥青



505米灰色中砂岩心表面冒出黄色油泡



钻井深730米泥浆槽面的油花

秀水盆地秀D1井油气显示



达到 8%，泥浆槽面见明显的油花。荧光级油气显示累计厚度 72.83 米，油斑和油迹级油气显示累计厚度达 240.68 米，油浸级别油气显示达 17.56 米。秀 D1 井见到 2 种原油，一种为 346 米处见到的黑色粘稠的稠油，另一种为 440 米之后见到的黄色、褐黄色轻质油。

扎鲁特盆地陶 D1 井钻遇大套厚层状暗色泥岩，在 429.5 米处砂岩中的方解石脉裂隙中可见荧光级别油气显示。随井气测结果显示，随着深度的增加，气测值有明显增大的趋势，在

二氧化碳含量 0.7% ~ 1.14%，氮气约 0.84%，具有较好的油气资源前景。牛营子盆地牛 D1 井，进尺 415 米，在 342 ~ 356 米之间含砂质条带白云岩裂隙中见油浸—富油级油气显示，356 ~ 365 米为油斑—荧光级油气显示。

上述成果表明，松辽盆地外围侏罗系具有极大的油气资源前景，对推进松辽外围油气新区、新层系油气基础地质调查勘探开发，具有重要意义。

◆ 鄂尔多斯盆地东南部奥陶系碳酸盐岩领域油气调查新突破

鄂尔多斯盆地东南部实施的宜参 1 井，完钻层位寒武系三山子组，完钻井深 3200 米。该井对三叠系延长组、二叠系山西组和奥陶系马家沟组 3 套主要目的层系进行了系统取心，是

盆地东南部取心层位最全的钻井。在奥陶系、石炭系—二叠系、三叠系均取得了良好油气显示。综合分析各含气显示层段的电性、物性、含气性等因素，优选马五 12（厚度 2.8 米）和马五 13（厚度 1.9 米）层段进行酸化压裂试气，无阻产量最高产气量 3.7 万立方米/日。

宜参 1 井是鄂尔多斯盆地东南部宜川古潜

台首口奥陶系日产过万方的井，是鄂尔多斯盆地东南部新区、新层系的首次突破，填补了本区奥陶系风化壳油气勘探空白，拓展了该区油气勘探领域，极大地增强了该区油气勘探的信心，降低了勘探风险，为油气企业在该区的勘探起到了引领作用。对于气化宜川及周边地区，推动地方经济社会发展具有重要的意义。



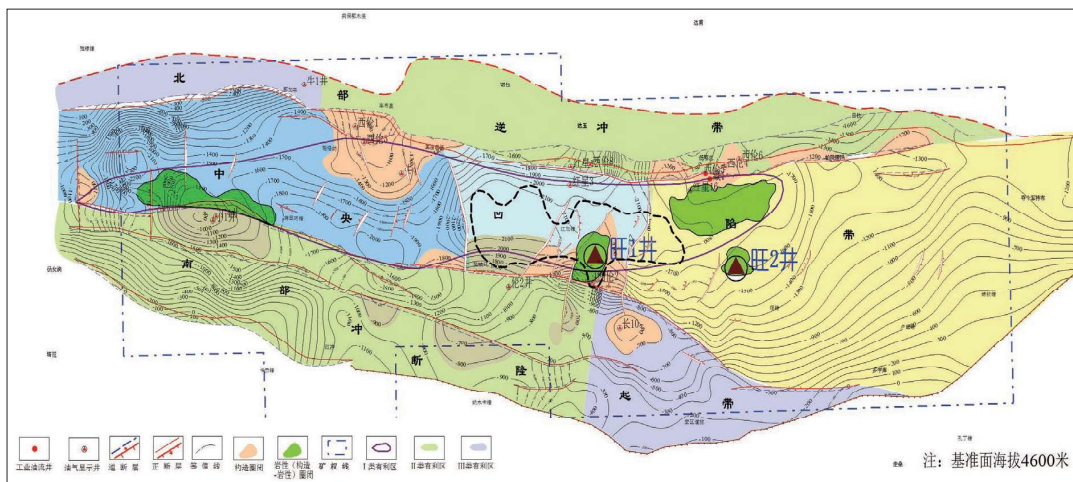
宜参1井压裂试气放喷点火现场

● 西藏伦坡拉盆地探获良好油气显示

西藏是我国具有油气资源潜力的勘探新区。2013年，在西藏伦坡拉盆地部署开展了450千米二维地震调查，完成了盆地已有地球物理、钻井和石油地质资料重新处理和解释，识别出伦坡拉盆地长山岩性区带和达玉山构造—岩性区带2个含油气区带，新发现3个岩性圈闭。2014—2015年优选目标部署了2口预探井（旺1井和旺2井）。已实施的旺1井完钻井深2410米，在1803~1806.4米层段钻遇厚层油斑粗砂岩后，于1806.40~1815.10米之间取心8.70米，其中含油岩心长4.03米，岩性为灰色油浸、油迹不等粒砂砾岩互层，岩心出筒见大量原油和较多细小的气泡，浸水试验有较多的油斑和油花。其中，灰褐色油浸砂砾岩1.29米，岩石较疏松，粒间孔隙发育，原油沿粒间孔隙和裂缝分布，含油面积50%，含油较饱满，油味浓，油脂感强。测井解释1802.3~1807.8米为油层、1807.8~1812米为差油层。旺1井钻遇丰富油气显示，且钻遇连续沉积100米厚的优质烃源

岩，推动了西藏油气勘查进程。

旺1井在牛堡组三段中亚段钻遇白云岩81.68米、牛堡组三段上亚段钻遇白云岩163米。牛堡组三段中—上亚段录井综合解释77.11米/13层，岩心岩屑含油显示66.37米/18层，油斑16.5米/6层，油迹6米/1层，荧光27.87米/9层，沥青16米/2层；解释储层76.7米/16层，其中油层3.3米/1层、差油层7米/1层、含水层5.8米/2层；1596~1599米处后效可见10%槽面显示，1599.58~1608.78米、1688.20~1702.90米取心段见油斑、油迹、荧光白云岩。33个样品测定孔隙度最大值13.98%，最小值0.73%，平均值4.0%；综合分析白云岩储层物性中等。预测白云岩面积达172平方千米，有望形成规模的白云岩油藏。旺1井在牛堡组三段下亚段钻遇烃源岩厚度192米，其中连续灰色—深灰色页岩厚度100米，19个样品有机碳分析，最大值3.52%，最小值0.54%，平均值1.23%，其中大于1%的样品数达到42%以上，盆地较好的勘探潜力得到进一步证实。



伦坡拉盆地构造、岩性圈闭分布

◆ 羌塘盆地半岛湖地区二维地震攻关取得重大进展, 浅层钻获高压气体

在半岛湖区块北部完成了6条地震测量线。野外现场获得的监控剖面资料信噪比高、同向轴连续, 可清晰识别出一个大型地腹构造。初步解译推测, 该构造圈闭面积大于100平方千米, 闭合高度大于1000米; 圈闭内有上侏罗统索瓦组、中侏罗统夏利组-布曲组及上三叠统藏夏河组3套生储盖组合, 是目前羌塘盆地油气有利区发现的最大大型圈闭构造。

在羌塘盆地鸭湖地区浅层钻遇高压气体, 指示该区可能存在较好的天然气水合物成矿气源, 为该区寻找天然气水合物和常规油气提供了良好线索。2012—2013年调查显示, 该区具有天然气水合物成矿潜力。2014—2015年, 先后部署实施QK-6和QK-7两口天然气水合物钻探试验井。QK-6井设计井深700米, 在220.13~246.40米处第四系沉积物中发现强烈气体异常。为了继续查证气体异常进行岩心取样, 在QK-6井以东约230米处部署QK-7井, 并利用气测录井技术全程进行在线烃类气体检测。气测录井结果显示, 在约150米处开始出现烃类气体异常。全烃和甲烷含量随深度变深明显增高, 并且存在继续增高的趋势。基于地质及二维地震资料处理结果, 初步认为



半岛湖2015-NS6号测线野外现场监控(叠加)剖面



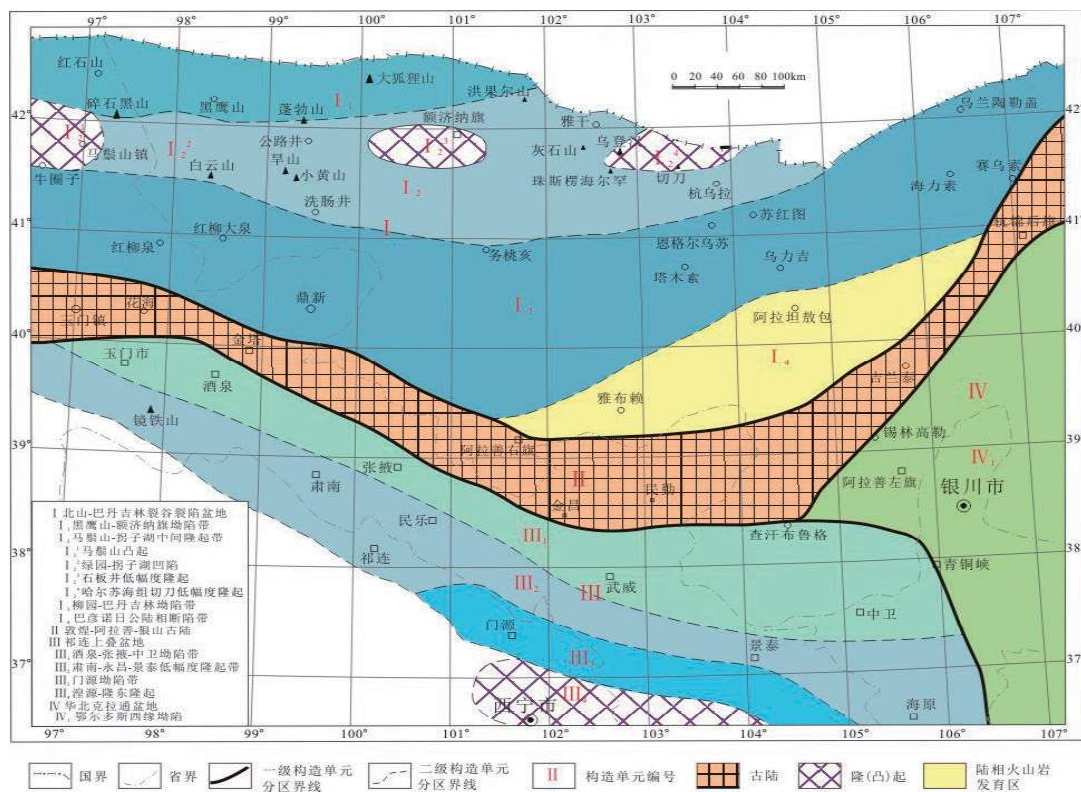
QK-6井发现高压天然气泄漏

QK-6和QK-7井钻遇的高压浅层气可能来自于下伏上三叠统土门格拉组的含煤碎屑岩, 断裂系统提供了有利的气体运移通道, 未固结成岩的第四系砂质沉积物不仅提供了储气空间, 而且其高孔、高渗的物性特征使气体较易垂向和侧向运移, 上覆冻土层则提供了良好的盖层条件。此次发现的浅层气体在羌塘盆地尚属首次, 初步证实了上三叠统土门格拉组具备较强的生排烃能力, 为天然气水合物成矿提供良好的烃类气源, 为羌塘盆地常规油气找矿提供了重要线索。

◆ 内蒙古银额盆地新区、新层系油气调查引领企业勘探新发现

研究区位于华北、塔里木和哈萨克斯坦板块的交汇带，构造演化一直存在较大争议。通过盆地演化与沉积建造研究，明确了银额盆地及邻区石炭纪—二叠纪为典型裂谷盆地。在重新厘定石炭系—二叠系主要岩石地层单元时代归属的基础上，建立了石炭系—二叠系层序地层格架，重建了各地层单元的岩相古地理格局。前人对银额盆地石炭系—二叠系油气资源前景不看好，主要原因为区内缺乏良好烃源岩，且存在区域变质。

首次发现石炭系—二叠系多套厚度大、横向分布稳定，有机质丰度中等—高，以II型为主的成熟—高成熟烃源岩，明确了银额盆地石炭系—二叠系不存在区域变质。地质调查钻探（额探1井）于居延海凹陷的路井凹陷和路北凸起钻遇石炭系—二叠系良好油气显示，并通过油源对比证实，前中生界所获得的工业油气流均源于石炭系—二叠系烃源岩，明确了石炭系—二叠系具有良好的油气资源前景。2014年油气企业分别在竞争获得的3个油气矿权区实施了二维地震勘探，合计二维地震测线长2725千米，获得了石炭系—二叠系良好反射信息。在苏红图北勘查区实施深钻井2口，延巴参1井钻遇前中生界良好油气显示。



额济纳旗及其邻区晚泥盆世—晚二叠世构造单元划分



河套盆地钻遇太古界潜山含油层，有望获得工业油流

在河套盆地吉兰泰坳陷部署的庆浅1井，设计井深600米，目前进尺423米。于井深251.0米起见油气显示，累计含油级厚度4.04米，油斑级厚度28.39米。383.4~397.5米井段泥浆槽面原油显示达50%以上。目前正在进行裸眼试油，动液面为205米，静液面为160米，地层已开始出油，排完洗井液后有望获工业油流。



庆浅1井上太古界潜山钻遇含油岩心

该井钻遇裂缝油层，证实了河套盆地具有油气的生成、运移与聚集成藏的过程，预期可发现古潜山型油气藏。该钻井有望成为中国地质调查局首口获得工业油流的钻井，引领河套及鄂尔多斯盆地周缘中小盆地的油气勘探。

青海南祁连盆地木里坳陷调查发现多种类型油气资源

中国地质调查局在青海南祁连盆地木里坳陷实施了一系列天然气水合物科学试验钻探工程，成功钻获天然气水合物实物样品。2013年钻探DK-9孔，在362.79~370.58米之间的中砂岩层段中钻获油气显示现象，该含油层段呈灰褐色—浅褐色，下部夹浅灰褐色—浅褐色细砂岩，中砂岩中普遍出现大面积油浸现象，细砂岩中可见油斑渗出现象。现场气测录井结果显示，该层段全烃、甲烷含量明显偏高，其全烃含量为2.19%~8.35%，平均值达4.25%；甲烷含量为1.01%~5.62%，平均值达2.28%。在非含油或天然气水合物层段间，

气测录井全烃、甲烷含量在0.10%~0.40%、0.035%~0.225%之间变化。钻探DK-10孔，在52.9米粉砂岩层段中钻遇天然气，当时气体强烈喷出，当通过管道将气体引至距井场约200米外点火放喷，气体强烈燃烧，火焰高度3~4米。根据泥浆气测录井结果，气体组分主要为甲烷，含量约60%，乙烷含量约0.25%。初步估算，钻遇高压异常气体流量大于4800立方米/天。2014年实施木参1井，在井深697.73米裂缝面钻遇褐色原油，含油面积约80%，油质中等，在井深933.86~942.14米处取心见荧光显示1.30米。

以往油气企业在该区开展了二维地震勘探等工作，并实施了祁参1井，未实现油气发现。该成果再次唤醒了油气企业的勘探积极性，



DK-9井钻获含油岩心

2014年重新实施二维地震260千米、钻井1口，2015年部署1口钻井，成功引领了油气企业进一步勘探投入，为油气发现奠定基础。

南祁连盆地木里坳陷工作程度极低，油气企业虽登记矿权但开展工作的基础资料极为匮乏。此次木里坳陷浅层钻获厚层含油层及天然气达到工业气流标准，是南祁连盆地首次重要油气调查发现，预示着该区良好的油气勘探前景。该区复合赋存煤炭、天然气水合物等多种类型能源资源，油气资源的发现还展现出多种能源综合勘查的广阔远景。

准噶尔盆地博格达山前带 钻遇良好油气显示

在准噶尔盆地博格达山北麓山前冲断带、高陡构造区部署博参1井，是针对该地区二叠系芦草沟组部署的首口参数井，在钻进过程中发现良好油气显示。博参1井设计井深1000米，2014年9月12日正式开钻，为取全、取准各项地质资料，地质设计要求全井取心。钻探过程中累计发现油气显示224米，其中含气3.84米/4层、油迹55.13米/23层、油斑65.95米/19层、富含油18.91米/11层。在264~282米井段，岩性为灰黑色页岩，岩心裂缝及断面裂缝见少量原油，岩心断面具油味；湿、干照无荧光、喷照暗黄色，油气显示级别油迹（厚3.45米）—油斑（厚0.50米）—富含油（厚6.11米），现场解释为油层。209~215米井段岩性为灰

黑色页岩，岩心断面有油味，湿、干照无荧光、喷照暗黄，油气显示级别为油迹（厚1.56米）—油斑（厚2.92米），综合解释为油层。从博参1井油气显示可知，含油层段主要集中在150~400米之间，一些层段岩心含气。



博参1井岩心断面见油斑显示

含油页岩的单层厚度2~18米，一般为3~6米。博参1井的重要发现为山前带油气勘查提供了新方向。



◆ 柴达木盆地油气调查 开辟了石炭系勘探新领域

野外调查、岩心观察和烃源岩地球化学分析证实,柴达木盆地石炭系发育良好的烃源岩,具有很好的生油能力。柴达木盆地中新生界之下普遍发育石炭系,分布范围达10万平方千米,厚度大于1000米的范围达5.71万平方千米。石炭系烃源岩有2种类型:下石炭统广阔台地相的深灰色碳酸盐岩;上石炭统滨海相、海陆交互相、沼泽相的黑色泥页岩、炭质页岩和煤层。烃源岩的有机质丰度显示,上石炭统泥岩为好—很好烃源岩;上石炭统炭质泥岩、灰岩和下石炭统泥岩为中等—好烃源岩。烃源岩有机质类型以II₂、III型干酪根为主。R₀主要分布于1.0~1.5之间,多处于成熟—高成熟阶段。

在柴达木盆地周边石炭系露头区发现大量的

石炭系油气显示,一类分布在基岩和基岩裂缝中,另一类分布在基岩上覆的第四纪残坡积中。基岩中的油气显示主要分布在下石炭统怀头它拉组灰岩地层中,沿厚层生物灰岩层间和裂缝发育,沿生物礁和化石带尤为突出。第四纪残坡积中的油气显示发育在绿梁山地区,出露带长度超过100米、宽约50米。微生物化探证实,绿梁山沥青由石炭系生成的油气遭受破坏而成,油气主要为凝析油和干气,柴页2井测井也解释出2个可能气层。柴北缘、柴西等地12口井的原油分析发现,有来自石炭系的混源油气。根据柴页2井标定,对柴达木盆地东部地震资料进行重新处理和解释,初步落实10个石炭系圈闭。调查证实,柴达木盆地石炭系分布广、厚度大,发育良好的烃源岩和大量油气显示,说明柴达木盆地石炭系油气资源潜力很大,是该区油气勘探的一个新层系和新领域。

2 非常规能源

◆ 鄂西宜昌地区天然气、页岩气 均获重要新发现

在鄂西宜昌地区实施的宜地2井,开孔层位为白垩系石门组,设计井深1500米。完钻层位震旦系灯影组顶部,完钻井深1806.97米。

在钻至787~870米覃家庙组下段黑色泥质白云岩时气显强烈,甲烷最高含量达到0.8%,全烃最高含量可达0.9%。初步确认,覃家庙组上段以泥质白云岩、泥岩为主,发育有多层膏

盐夹层,为良好区域盖层。

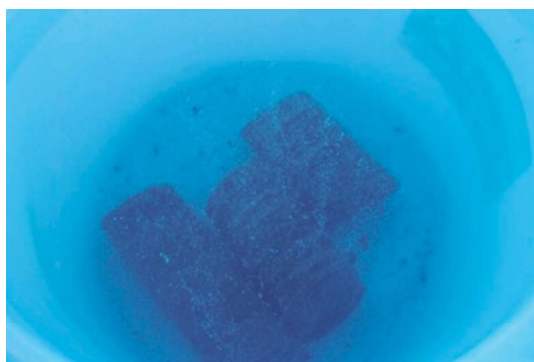
在钻至1342米寒武系天河板组下段的深灰色角砾状灰岩时,见良好气显示,泥浆槽面见有大量气泡,气测全烃含量高达9%,成分为甲烷,放喷点火成功,火焰高度2~3米。初步认为,天河板组下段的角砾状灰岩发育高角度的裂缝,有方解石脉充填,还发育有古岩溶角砾,可作为天然气勘探的新层系。

在钻至1668.5米寒武系水井沱组黑色页岩时见强烈气显示,并在水井沱组下段获得连续

优质烃源岩 70 米，现场解析气量最高达到 3.6 立方米/吨，显示了该区页岩气勘探的巨大潜力。

宜地 2 井的钻探，发现了覃家庙组为油气区域盖层，天河板组下段角砾状灰岩是天然气

良好储层，水井沱组黑色页岩层段优质烃源岩厚度大、含气性高，页岩气勘探潜力巨大，为鄂西宜昌地区乃至整个南方地区下寒武系页岩气勘探打开了新局面。



787~870米覃家庙组下段黑色显泥质白云岩时气显强烈



1668.5米寒武系水井沱组黑色页岩气显强烈

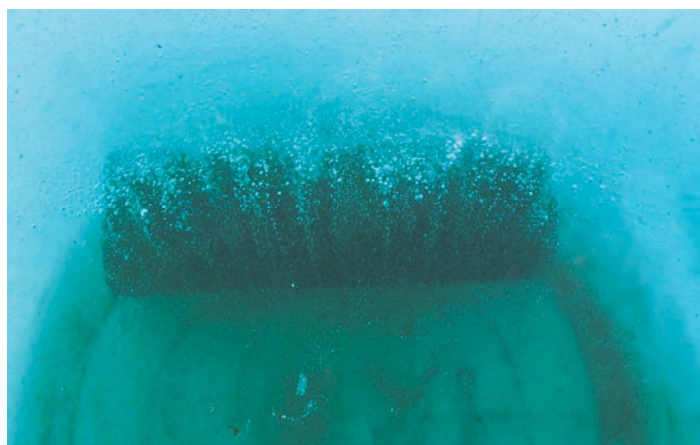
◆ 陕西汉中地区寒武系页岩气 获得重要发现

镇地 1 井位于陕西省南部汉中市镇巴县永乐镇潘家坡村，构造位置位于米仓山与大巴山交界处，设计井深 1800 米，目的层为下寒武统水井沱组（牛蹄塘组）富有机质泥页岩。

该井钻至 1664.93 米下寒武统水井沱组黑色页岩地层时，全烃值和甲烷值出现异常并持续上升。井深 1698.79 米处，全烃异常值蹿升至 9.958%，甲烷异常值蹿升至 6.389%。截至 2015 年 11 月 23 日，镇地 1 井井深 1733 米，钻遇高含气黑色页岩累计厚度已达 68.07 米，岩心浸水试验气泡极其剧烈（部分岩心入水成翻滚状），1702 米岩心现场解析气高达 2.9 立方米/吨。该井正在有序钻进，水井沱组有望

获得更好的页岩气显示。

镇地 1 井是四川盆地北缘盆地外第一口页岩气井，打开了寒武系页岩气勘探新方向，对于推动陕南—川北乃至全国寒武系页岩气的勘探意义重大。

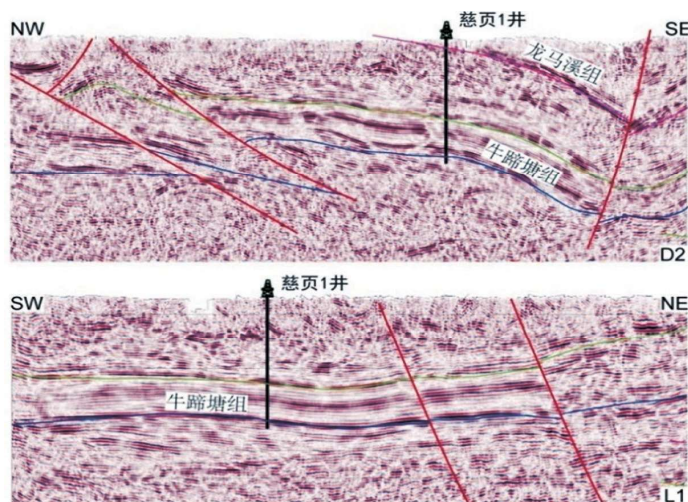


镇地1井浸水试验照片（1682米）

◆ 湘西北复杂构造区牛蹄塘组 钻获页岩气

在湘西北复杂构造区,通过二维地震勘查,优选页岩气有利目标区,实施慈页1井。在下寒武统牛蹄塘组获得页岩气,实现了盆地外围、新层系页岩气的重要发现。综合区域地表地质及区域地质资料,结合湘西北已有钻井资料,按照“高中找低、动中找静”原则,优

选出石门—慈利、茨岩塘2个构造稳定区为页岩气远景区,部署页岩气调查二维地震勘探工程100千米。在湘西北石门—慈利地区D2与L1测线交会区优选慈页1井预探井井位。慈页1井井深3008米。钻进过程中共发现气测异常13个,气测组分以甲烷为主。在下寒武统牛蹄塘组取心100.88米,在该区建立了完整的黑色泥页岩岩心柱状剖面。对泥页岩岩心开展了页岩气现场解析实验,获得丰富的泥页岩层各



湘西北石门—慈利地区二维地震剖面

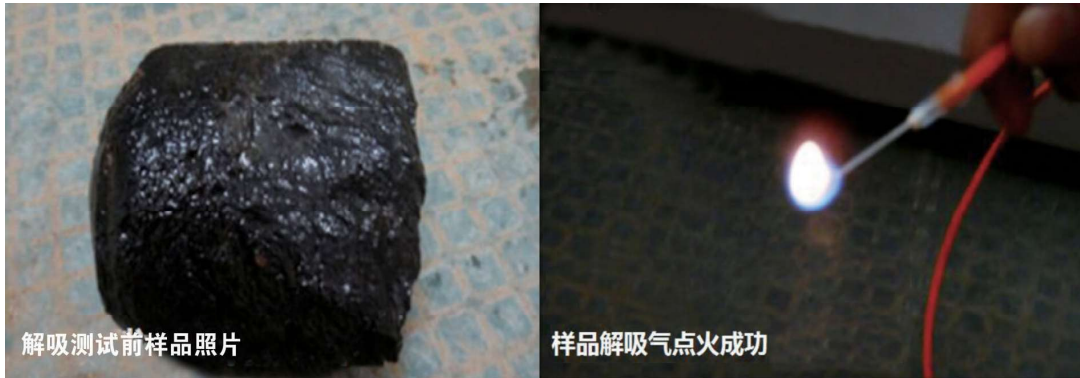
项参数及含气量数据。在井深2600~2749米处揭示,黑色页岩连续厚度达149米,含气量为0.33~0.95立方米/吨,现场岩心解析气点火成功,表明下寒武统牛蹄塘组下段具有良好的含气性。慈页1井的成功钻探,对湘西北地区的龙山、保靖、花垣、桑植和永顺5个页岩气招标区块具有一定的引领和指导作用,对推动中下扬子地区页岩气勘探开发具有的探索意义。

◆ 南华北盆地上古生界 获得重大突破

尉参1井位于河南省开封市尉氏县,构造上处于南华北盆地太康隆起西部。该井设计井深2760米,实际完钻井深2821.38米,完钻层位石炭系本溪组,目的层为上古生界石炭系—二叠系,旨在建立太康隆起西部上古生界石炭

系—二叠系和中生界三叠系地层层序,常规油气与非常规油气兼顾,侦查上古生界含油气性,兼探下古生界含油气性,取全、取准上古生界主要地质参数。

尉参1井油气显示活跃,在上古生界石千峰组、上石盒子组、下石盒子组、山西组和太原组共发现气测异常69段,累计厚度81.29米;最大全烃值24.1183%,甲烷含量99.09%。泥



解吸测试前样品照片和样品解吸气点火成功

页岩发育，累计厚度 454 米，最大单层厚度达 38 米，最大孔隙度达 24%，渗透率达 8mD。泥页岩现场解吸样品 35 件，其中 2680 米井段泥页岩现场解析气含量达 1.663 立方米 / 吨，点火可燃烧。

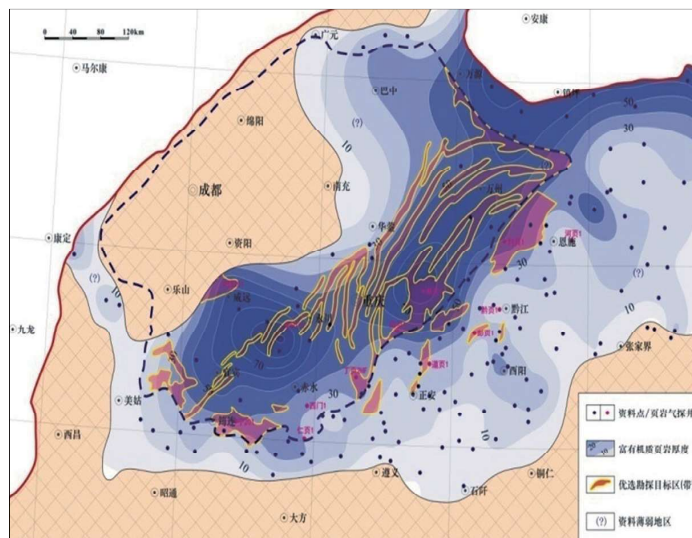
尉参 1 井是在南华北盆地太康隆起西部新

区部署的首口上古生界参数井，钻探发现的巨厚的泥页岩层系和良好的气测异常，证实了南华北存有丰富的页岩气和致密气，标志着南华北盆地上古生界油气调查工作又迈出了实质性的一步，为南华北盆地上古生界海陆过渡相页岩气调查揭开了一个可供评价的窗口。

◆ 上扬子地区调查发现页岩气新层系

上扬子地区页岩气地质条件较好，已在威远、长宁、富顺—永川、彭水、涪陵、丁山等地区获得页岩气突破，并发现了国内首个页岩气田——涪陵页岩气田，探明储量 1067.5 亿立方米。目前，龙马溪组为页岩气主力勘探层系、具有较好的页岩气勘探潜力，石炭系有望成为其后重要的页岩气勘探层系。

结合涪陵、长宁、威远、富顺—永川和彭水页岩气勘探经验，



四川盆地及邻区龙马溪组页岩气勘探方向预测图



调查发现四川盆地川东、川南正向构造带为首选勘探方向,并认为仍具有发现“涪陵式”或“长宁式”页岩气田的潜力。其次认为米仓山—大巴山前缘,特别是大巴山前缘双向构造结合带页岩气勘探潜力较大。川西南地区优质相带分布区也具有较好的勘探潜力;盆外宽缓复向斜也具有一定的勘探潜力,特别是利川复向斜西南段规模大,潜力相对较好。下石炭统打屋坝组是黔西南地区重要的页岩气勘探层系。水

页1井钻进过程中有顶钻、井喷现象,未压裂条件下日产气约 1.0×10^4 立方米,展示了较好的页岩气勘探潜力。2014年在贵州长顺代化实施代页1井,终孔井深712.8米,打屋坝组井深448~645米。钻厚197米处揭示,富有机质页岩垂厚130米,现场解析量0.15~2.02立方米/吨,总含气量0.4~4.97立方米/吨。530~623米段含气量较高,烃类组分含量平均值为89.0%,为较优质天然气。

◆ 柴达木盆地阿尔金山前带 钻遇良好页岩气

为调查柴达木盆地阿尔金山前侏罗系页岩气地质条件及勘探前景,在黑石山地区实施黑浅1井。结果显示,阿尔金山前侏罗系暗色泥页岩发育,单层厚度超过60米,累计厚度达

94米;中下侏罗统暗色泥页岩发育,单层厚度大,脆性矿物含量高,解析气量较好,显示出良好的页岩气资源潜力。

通过剖面实测和浅井钻探,发现阿尔金山前中下侏罗统暗色泥页岩发育,垂向上总体发育一套由粗到细的沉积旋回。下部岩性以灰色砾岩和含砾砂岩为主,向上逐渐过渡为灰色砂岩、粉砂岩、灰黑色炭质泥页岩互层;至顶部变为灰黑色炭质泥页岩夹粉砂岩。中下侏罗统泥页岩样品总体呈灰黑色—黑色,页理十分发育。

扫描电镜下,泥页岩样品可见微裂缝及微孔隙发育,类型以顺层裂缝、层间裂缝、溶蚀孔隙和晶间孔隙为主。X-衍射矿物分析表明,样品矿物构成中粘土矿物平均质量分数为44.13%,以伊利石、高岭石和绿泥石为主;石英+长石+方解石等矿物平均质量分数为43.63%,其他矿物平均质量分数为12.24%。脆性矿物百分含量大于43%,利于后期压裂改造形成裂缝,为有利的页岩气储层。

对黑浅1井17块泥页岩样品开展了含气量解析工作,其中解析气含量最大值为0.28立方



黑浅1井黑色泥页岩和地表露头

米/吨（不含损失气和残余气）。由于浅井钻探获取的岩心样品深度较浅，受地表风化及保存条件较差等因素的影响，泥页岩含气量偏低，但总体上显示该区泥页岩具有一定的页岩气资

源前景。综合分析认为，阿尔金山前侏罗系大煤沟组泥页岩具有良好的页岩气形成条件和勘查前景，开展该区页岩气地质调查及潜力分析，具有重要的理论和现实意义。

◆ 鄂尔多斯盆地南部延长组长9段发现良好页岩气显示

为探索鄂尔多斯盆地南部新层系页岩气资源前景，部署了黄探1井，发现气测异常显示134米/30层，含油页岩27.89米，并获得高含气量的页岩，表明盆地南部具备良好的页岩气资源潜力。

在鄂尔多斯南部施工黄探1井，完钻井深1717米，完钻层位为三叠系延长组长10段。全井段在延长组共见气测异常显示134米/30层。延长组取心12筒，总进尺113.9米，岩心长111.4米，收获率97.8%，见含油气岩心共30.3米，其中油迹11.73米、荧光18.57米、含油页岩27.89米。测井解释表明，长7段发育1套差油层，长8段发育



黄探1井钻井现场



4套油层、2套差油层,长10段发育1套油层。2014年,对黄探1井长8段、长7段实施压裂试油工程,其中长8段1518~1524米试油,折平均日产油1.42立方米,日产水31.2立方米,试油结论为油水同层;长7段1315.5~1317米、1334.5~1336米两层合试,折日产油0.2立方米,日产水3.0立方米,试油结论为含油水层。针对黄探1井延长组长7段、长9段泥页岩层段进行含气量解析,其中长9段为鄂尔多斯盆地南部首次实施页岩气含气量系统解析测试。

长9段岩性以灰黑色泥页岩为主,夹薄层灰色粉砂岩、细砂岩;砂岩局部含油,油味较浓,其中李家畔泥页岩段厚度超过15米,实测含气量在1.68~4.25立方米/吨之间,平均含气量为2.9立方米/吨。

黄探1井岩心样品经解析获得了含气量较高的页岩气,表明盆地南部长9段具备良好的页岩气资源前景。黄探1井的钻探,对落实鄂尔多斯盆地南部常规油气及页岩气资源潜力提供了重要依据。

◆ 山东西南地区获良好页岩油显示

汶页1井位于山东泰安市岱岳区房村镇,构造上处于鲁西南地区汶东凹陷中部,设计井深1500米,目的层为下古近系大汶口组中上段富有机质泥页岩。



汶页1井富有机质含油页岩(428.40~430.75米井段)

汶页1井大汶口组中上部为本次钻探主要目的层段,经测试该段总有机碳含量平均值为2.5%,主要分布区间为1%~3%,干酪根类

型以I型和II₁型为主。本井油气显示活跃,含油层段主要分布于396.86~1028.40米处,共计93层,单层最大厚度13.61米,累计厚度202.84米。含油层段集中分布在440~560米和700~800米之间,主要含油岩性为富有机质含油页岩及泥灰岩,产出状态主要为页理含油

(182.25米),少量为裂隙含油。45件岩心样品进行了含油率测试,平均含油率4.19%,最高达到30%;其中22件样品含油率在2%以上,部分页岩岩心可直接点火燃烧。含油层段的岩性组合、油气显示、含油率等各种证据表明,该区页岩油前景良好。

汶页1井是汶东凹陷北缘盆地外第一口页岩气井。该成果对郯庐断裂带周围众多类似

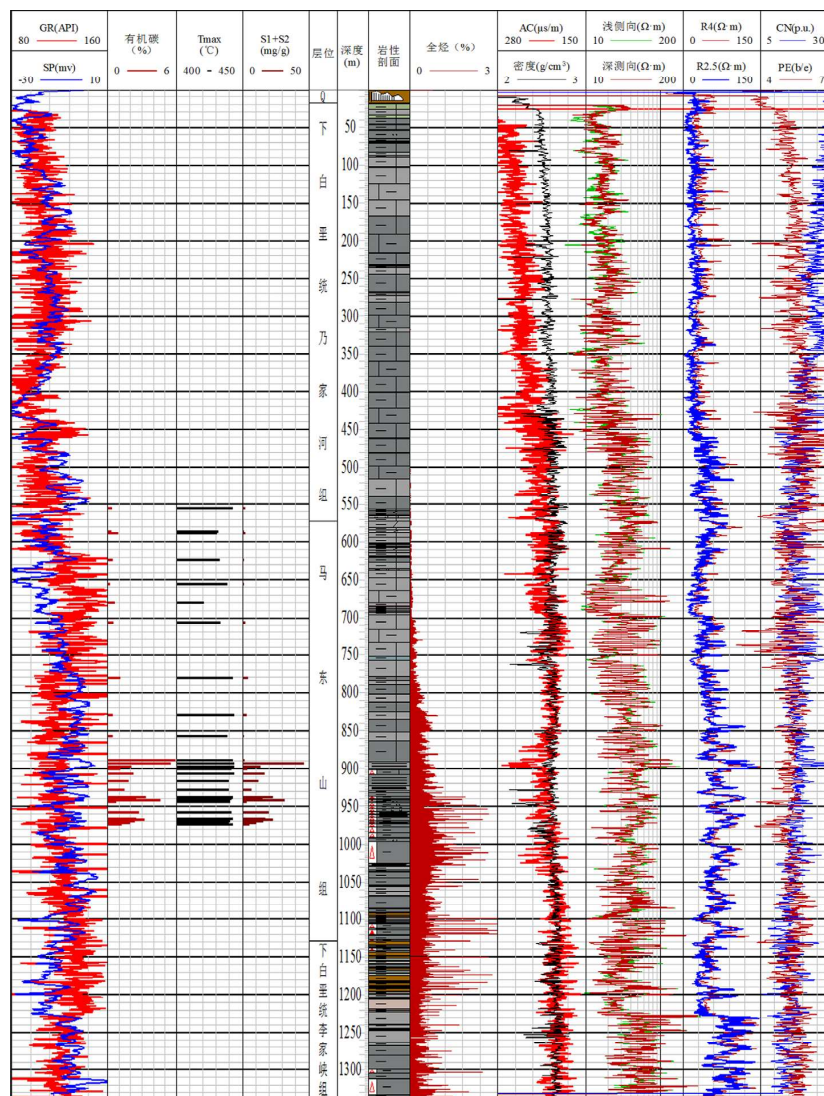
的新生界中小型断陷盆地有重要借鉴意义,起到了以点带面的作用,为推动整个鲁西南地区的整体评价提供了重要支撑。

◆ 宁夏六盘山盆地白垩系 钻获陆相页岩油气

以宁夏固原凹陷白垩系为目标层，在矿权区外部部署固页1井，在下白垩统马东山组钻遇良好页岩油气显示，表明盆地南部烃源岩发育区具有良好的页岩油气前景。

固页1井设计深度1340米，完钻井深1340.06米，完钻层位为下白垩统李家峡组。于下白垩统马东山组钻遇巨厚的烃源岩，暗色泥岩发育层段为550~1050米，厚达500米。889~1059米段达到好烃源岩标准，对应层段发现良好的页岩油（气）显示，泥岩层及粉砂质泥岩层见原油外渗。502米处开始有气测显示，700米之后全烃值逐渐增大，925~1059米全烃值明显增高，最高达到2.65%，平均值为1.15%。889.59米

处开始有荧光显示，荧光显示含油气岩心长度达到30.4米，尤其是890~1069米处荧光显示较为连续，个别层段含油气级别达到油斑。固页1井页岩油气显示表明，在下白垩统储层发育不好的六盘山盆地，非常规页岩油气具有良好的资源前景。



固页1井综合成果图

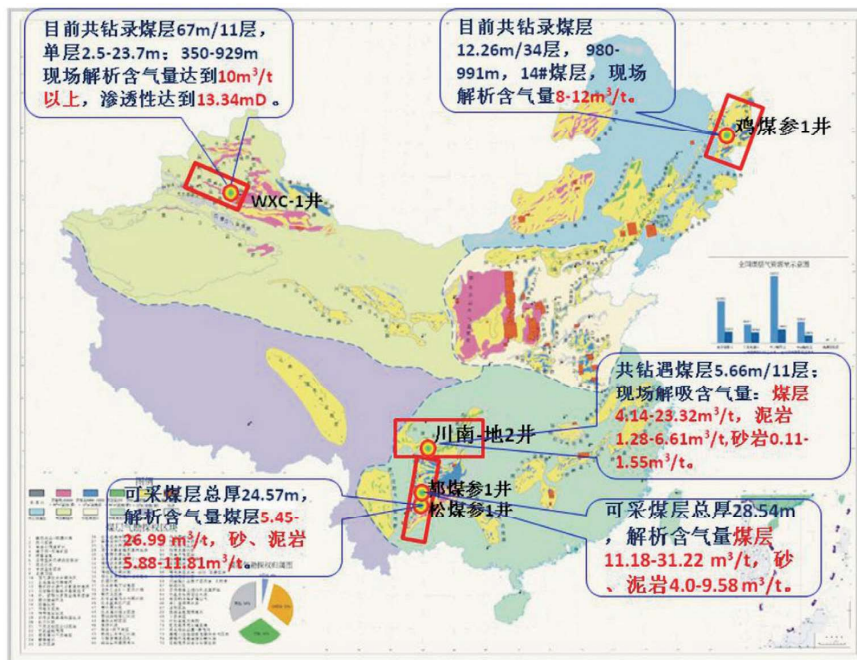
煤层气地质调查展示 煤层气较好勘探前景

通过煤层气基础地质调查及钻探验证,初步证实了新疆淮南、黑龙江鸡西、四川南部及贵州六盘水地区煤层气的地质条件良好展示较好勘探潜力。

在新疆淮南玛纳斯玛实施的煤参1井钻遇西山窑组煤层47层38.76米,气测全烃值1.85%~78.37%,甲烷含量为1.81%~77.91%,煤岩现场解析含气量1.6~6.4立方米/吨,平均3.92立方米/吨;WXC-1井钻遇煤层36米,煤岩现场解析含气量达到10.8立方米/吨;WXC-2井煤岩现场解析含气量2.5~7立方米/吨。开辟了新疆淮南西山窑组低煤阶含气新层系,展示了新疆淮南西山窑组低煤阶

煤层气良好的勘探前景,有利于推动整个淮南区带煤层气的勘查开发。

川南-地2井钻遇煤层5.66米,龙潭组煤系现场解吸含气量煤层4.14~23.32立方米/吨,泥岩1.28~6.61立方米/吨,砂岩0.11~1.55立方米/吨,气体主要为甲烷;贵州六盘水都煤参1井和松煤参1井均在龙潭组煤系钻遇较厚煤层(26.94~33.57米),获得较好含气量,煤层解析含气量5.45~31.22立方米/吨,砂、泥岩解析含气量4.0~11.81立方米/吨,揭示了川南及贵州六盘水煤系“三气”良好的资源潜力。黑龙江鸡西盆地鸡煤参1井共钻遇煤层12.26米,其中14#煤层现场解析含气量8~12立方米/吨,展示了黑龙江鸡西盆地煤炭资源枯竭矿区煤层气良好的勘探前景。



煤层气主要工作区钻探效果图

塔里木盆地库车坳陷和柴达木盆地钻获优质油砂

塔里木盆地库车坳陷巴什基奇克地区侏罗系和柴达木盆地北缘鱼卡西部侏罗系油砂调查与钻探发现优质油砂，显示了良好的油砂成藏潜力。在塔里木库车坳陷巴什基奇克地区巴油砂1井在目的层侏罗系克孜勒努尔组获高品质油砂岩心7.23米，油砂最大单层厚度3.5米，岩心含油面积90%~100%，

指示塔里木盆地库车坳陷北缘具有较好的油砂成藏条件。在柴达木盆地鱼卡西背斜核部野外调查发现2层油砂，并沿构造轴线延伸0.7千米；完钻的鱼油砂1井在目的层侏罗系采石岭组获饱含油级别油砂岩心14.48米，油砂最大单层厚度5.20米，岩心含油面积90%~100%，见原油外渗呈黑褐色，油味浓。此次油砂调查井的实施为获取研究区侏罗系油砂的含油率、储集物性、地球化学特征等关键评价参数提供一手资料。



巴油砂1井岩心裂隙见深褐色原油渗出



巴油砂1井侏罗系克孜勒努尔组油砂岩心断面饱和含油



鱼油砂1井岩心断面见黑褐色原油外渗



鱼油砂1井侏罗系采石岭组油砂岩心断面含油面积90%~100%

鄂尔多斯铜川地区发现油页岩及伴生油气

根据油页岩探井大量岩心的有机碳、含油率分析数据,运用 $\Delta \log R$ 法建立油页岩有机碳、

含油率与测井曲线之间的关系,得出了含油率计算公式。通过与实测值的对比,其绝对误差为0.94%,相对误差为20%,为利用盆地中已有各类测井资料进行油页岩识别和资源评价,建立了有效的途径。结合油田测井资料,对工



作区油页岩进行了系统的测井识别,提高了资源量计算的准确性。

在前期工作的基础上,在陕西省铜川—延安地区三叠系部署3口钻孔,均钻遇良好的长7段油页岩层段,并且在新区长4+5段、长6段油层组和长10段新层系发现良好的油气显示。在发现何3井良好油页岩矿层的同时,鄂尔多斯盆地南部新区发现长4+5段、长6段传统层位良好的石油显示,钻获油浸及以上含油岩心28.66米,何3-1井在南部新区发现长7段页岩气显示和长10段新层系油层,推进了鄂尔多斯盆地南部地区的油气地质工作。



何3-1井含油岩心(477~478米)

鄂尔多斯盆地三叠系延长组油页岩形成于大型克拉通盆地的拗陷期,长7段、长8段和长9段均不同程度地发育有油页岩,其中以长7段下部的油页岩分布最广(在整个研究区均有分布)、厚度较大(一般厚度约15米,最厚可达35米)、品质较好(平均含油率5.2%)。油页岩矿主要为中品级、中灰分、高硫油页岩,密度平均值为2.14克/立方厘米。研究认为,浅湖—半深湖过渡带是最有利的油页岩成矿带。预测工作区长7段油页岩工业品级以上的矿体面积达 1.08×10^4 平方千米,其中,500米以浅的油页岩远景资源量为 1346.46×10^8 吨,折算干馏页岩油远景资源量为 63.70×10^8 吨。

调查成果显示,鄂尔多斯盆地铜川—延安地区油页岩资源潜力大,具有发现大型—特大型油页岩矿床的远景。优选出铜川何家坊地区,作为油页岩最有利的开发利用区。

● 黑龙江东宁地区 取得高品质油页岩

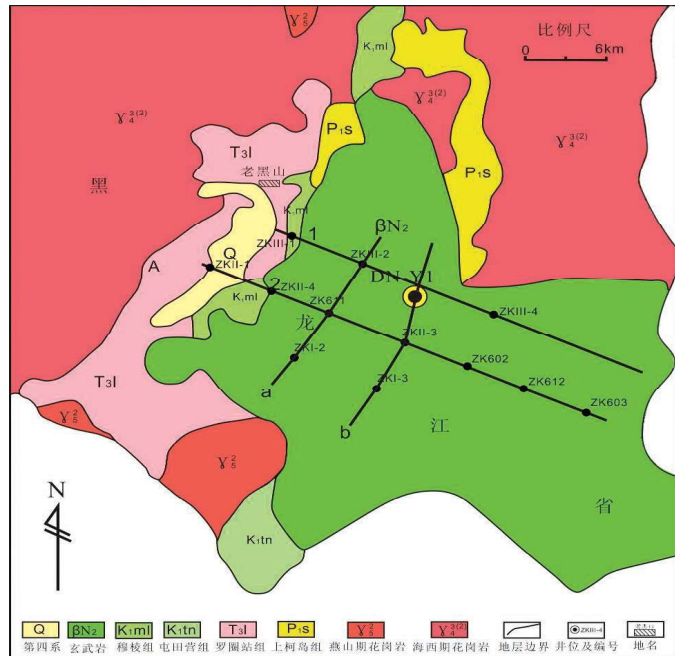
为获取松辽盆地外围东宁地区下白垩统穆棱组油页岩评价关键参数,在黑龙江省牡丹江市老黑山镇东南6千米处布设宁油页1井。该井是东宁地区老黑山盆地第一口针对油页岩评价的全井段取心井,岩心长415.2米,获取下白垩统穆棱组高品质油页岩约5米。油页岩厚度、含油率等评价参数,将用于动态评价该区资源潜力。

宁油页1井井深为417.5米,岩心长415.2米。根据岩心观察,宁油页1井上柯岛组发育

绿色的凝灰质板岩;下白垩统穆棱组下部为砾岩段,主要为绿灰色砾岩,厚度为13.76米;穆棱组上部为油页岩发育的含煤段,深度为115.86~379.32米,厚度为263.46米,主要发育灰色砂岩,深灰色、灰黑色粉砂质泥岩、泥岩,且发育较厚煤层,最厚单层厚度可达5.01米;油页岩为深灰色和灰黑色,与煤层互层发育,主要发育深度为227~258米;东山组主要发育绿灰色、黄灰色砂岩和砂砾岩;船底山组发育玄武岩,颜色主要为灰色和棕色;第四系为土黄色粘土。其中,高品质油页岩发育层位为穆棱组上部含煤段,与煤伴生,油页岩岩心累

计厚度约 5 米。通过该井研究发现，穆棱组上部含煤段中的煤及油页岩，通常夹于辫状河三角洲平原或前缘的水上（下）分流河道砂岩中，表明煤及油页岩的形成环境为沼泽相。

宁油页 1 井的部署实施，有利于分析老黑山盆地的油页岩成矿特征，明确其主控因素和富集规律，可用于动态评价油页岩资源潜力。同时，由于老黑山盆地和邻近的东宁盆地具有相似的特征，该井对于东宁盆地油页岩的研究也具有一定的借鉴意义。

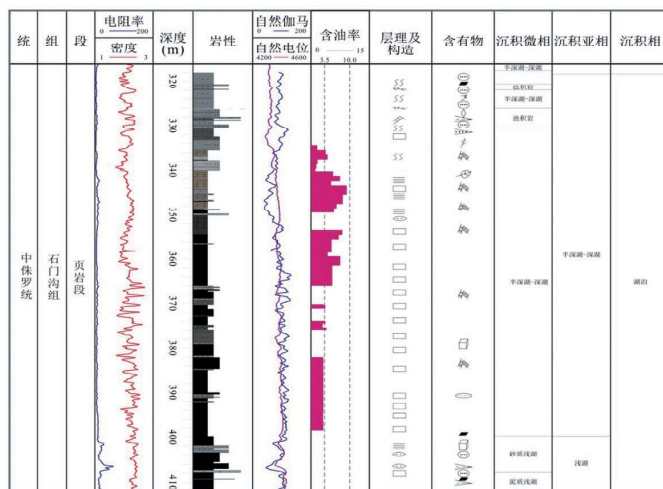


老黑山盆地宁油页 1 井位置图

拓展领域，柴北缘发现优质厚层油页岩及含油页岩新层系

在柴达木盆地北缘鱼卡尕秀地区实施鱼油页 1 井，钻取中侏罗统石门沟组和大煤沟组含油页岩—含煤层系，在石门沟组共发现 15 层油页岩，累计厚度可达 24 米，最高含油率可达 10.35%。其中油页岩段发育 9 层油页岩，累计厚度 18 米，最高含油率达 9.17%，此种类型油页岩为半深湖成因，具有厚度大、分布稳定、品质良好的特点。首次

在石门沟组含煤段发现 6 层油页岩，累计厚度约为 6 米，最高含油率可达 10.35%，展示良好油页岩资源潜力。

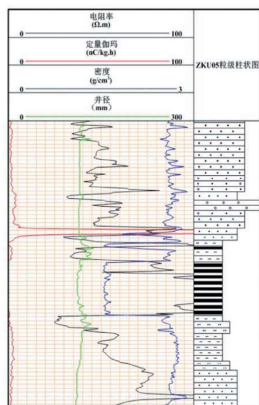


柴达木盆地鱼油页 1 井中侏罗统石门沟组油页岩段单井综合柱状图

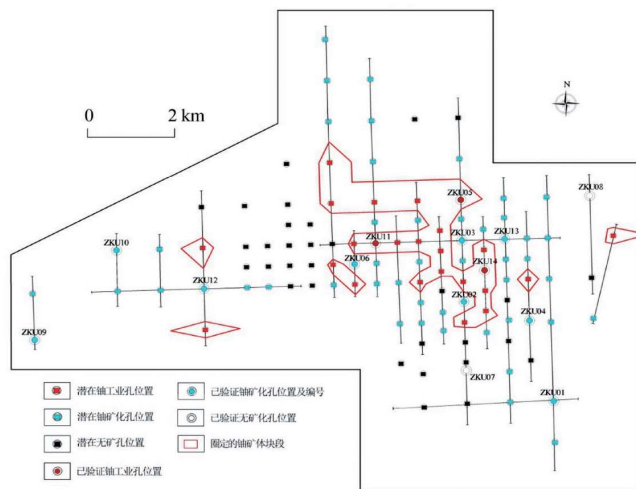
◆ 创新引领准噶尔盆地砂岩型铀矿找矿取得历史性突破

中国地质调查局以“大盆地、大砂体、大规模成矿作用成大矿”的创新思路，将准噶尔盆地调整为重点工作区。依据砂岩型铀矿地质特征及煤田钻孔测井资料，建立了以煤田资料“二次开发”为主线的砂岩型铀矿快速勘查评价技术方法体系，并广泛应用于铀矿资源调查工作中，钻孔见矿率大于70%，取得了显著的找矿效果。在盆地北部、东部发现多处工业矿体，并首次在准噶尔盆地侏罗系中统头屯河组发现大型远景规模的矿产地1处，取得了新地区、新层位铀矿找矿的重大进展，改写了该盆地20年来未取得砂岩型铀矿突破的历史。同时进一步深化了对砂岩型铀矿成矿理论的认识，提出了砂岩型铀矿成矿作用为富铀氧化流体与还原性流（气）体耦合作用，矿体赋存于强还原剂与富铀氧化流体作

用形成的相对还原环境地段。新认识、新突破进一步引领了准噶尔盆地铀矿工作部署，为国家级铀矿重点调查评价区规划提供了重要依据。



野外钻探验证



准噶尔盆地某地下层矿体水平投影

◆ 陕西渭河盆地发现良好的氦及天然气资源

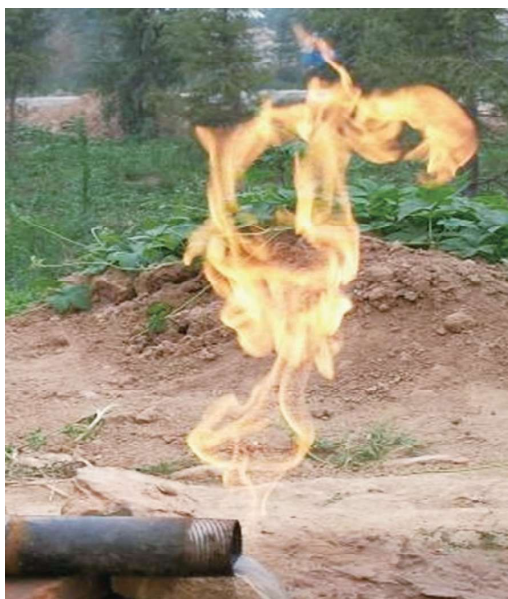
渭河盆地新生界地热井中，伴生气显示十分普遍。实施的渭深13井曾钻遇良好的气显示。

油气测试产少量天然气，曾发生井喷，气体自井内喷出约7米高，说明气层应有一定的压力和产能。气体组分中He含量为2.13%~4.14%。世界上He含量大于1%的气藏极少，目前国内报道He含量大于1%的仅黄桥气田黄浅2井、

黄浅 14 井，而区内 63 口井的气体样品中 He 含量大于 1% 的 31 口，最高达 9.23%，居世界前列，资源品位高。氦气含量较高井与靠近深大断裂分布的磁性体有关。

渭河盆地地热井伴生气 He 同位素为 $(2.06 \sim 76.0) \times 10^{-8}$ ，以壳源氦为主，形成了独特的以壳源氦为主体的高氦—富氦天然气。气体中含甲烷普遍，多数井含量为 10% ~ 20%，固市洼陷渭南医学院地热井水中伴生气 CH_4 含量为 82.86%，渭热 1 井伴生气甲烷含量为 89.74%；渭热 2-1 井张家坡组可燃自喷气甲烷含量达 98.51%，发育甲烷气藏。浅层（张家坡组）甲烷气为生物气，深部以高热演化煤型甲烷气为主。固市凹陷新近系张家坡组湖相泥页岩发育，暗色泥岩累计厚度数百米，最大累计厚度达 800 余米，具有良好的生物气源岩。固市凹陷南部 20 平方千米范围内，10 余口地热井新近系张家坡组产出低产可燃生物气（甲烷）流，生物气资源初具规模，前景良好。

氦气化探显示，地下有氦的局部富集，地表异常以不规则块状异常为主，并与磁性体分布范围吻合较好。气测录井，标定天然气相对富集层段。渭河盆地不仅具有天然气（氦载体气）的源、储、盖与圈闭条件，也具备氦源岩和高效运移通道等氦气成藏基本条件。



固市凹陷地热水伴生生物甲烷气点火照片

◆ 我国主要城市浅层地热能资源潜力基本查明

通过地热地质、水文地质的填图工作，基本查清了青藏铁路沿线深部热储分布特征与成因机制，查明了青藏铁路沿线地热地质条件，提出了地热成因模式，指导了地热资源勘查工作。工作区地层主要出露了三叠系、侏罗系和第四系，侵入岩主要为闪长岩分布于工作区的

南部，其岩性为细粒半自形粒状结构。工作区热成因机制受三组断裂控制，以东西向断裂为主断裂，北东及北西为次级断裂。北西向断裂主要为张性断裂，倾角较陡。北东、北西向次级断裂提供了地热的通道。

通过深部地球物理勘查，查明措美谷堆地热田基本结构，高温钻探取得重大突破。通过详细的物探工作，查清了地热显示区中主要断裂构造的特征、规模以及与地热流体的相互关

系。在此基础上，布置了3个钻探，均打出了高温地热流体。190米深度温度达205℃，是目前我国地热勘探中同深度温度最高钻井，初步

评价其发电潜力可达110兆瓦，相当于4个西藏羊八井电站。

创造性地提出了“地下热调蓄能力评价”

基本理念。全国336个主要城市浅层地温能可开采资源量折合标准煤7亿吨/年，可替代标准煤11.7亿吨/年，节煤量4.1亿吨/年。夏季可制冷面积为232亿平方米，冬季可供暖面积为225亿平方米。如果开发利用率取35%，每年节煤量为1.63亿吨，可减排二氧化碳3.90亿吨。浅层地温能开发利用对推动我国绿色、低碳、节能型城市化发展和解决南方城市冬季供暖问题具有重要意义。



我国主要城市浅层地温能资源潜力基本查明



ZK303孔热储放喷试验景观