



008 松辽外围新区新层系油气调查报告

松辽盆地是我国最重要油气产区，拥有大庆油田、吉林油田、辽河油田、中石化东北局 4 家大型油田企业，是东北老工业基地重要经济支柱。半个世纪以来的连续开采已使盆地内油气勘探进入高成本、高难度阶段，面临资源枯竭的危机。开展松辽盆地外围油气基础地质调查，实现新区、新层系、新类型油气勘探突破，对于促进油田企业稳定持续发展、振兴东北老工业基地和提升油气资源保障能力具有重要意义。

松辽盆地外围传统的油气勘探工作主要针对白垩系和古近系，侏罗系、石炭系—二叠系一直未引起足够重视；松辽盆地外围的大面积火山岩覆盖区很长时期未投入勘探工作。2008 年以来，在国土资源部和财政部支持下，中国地质调查局以“开辟新区、探索新层系、力争油气发现、引领商业勘探”为目标，重点围绕松辽盆地及外围的大面积火山岩覆盖区开展油气基础地质调查。先后投入 2.35 亿元，完成石油地质调查 23000 平方千米、地质剖面测量 1610 千米、土壤油气化探 5000 平方千米、非震物探剖面测量 4500 千米、重磁测量 1900 平方千米、二维地震数据采集处理及解释 550 千米、地质调查井 12 口（总进尺 12500 米），参数井 2 口（总进尺 5800 米），科探井 1 口（进尺 5200 米）。通过坚持不懈的公益性油气基础地质调查研究，在松辽盆地及外围取得一系列重要油气发现和原创性成果认识。

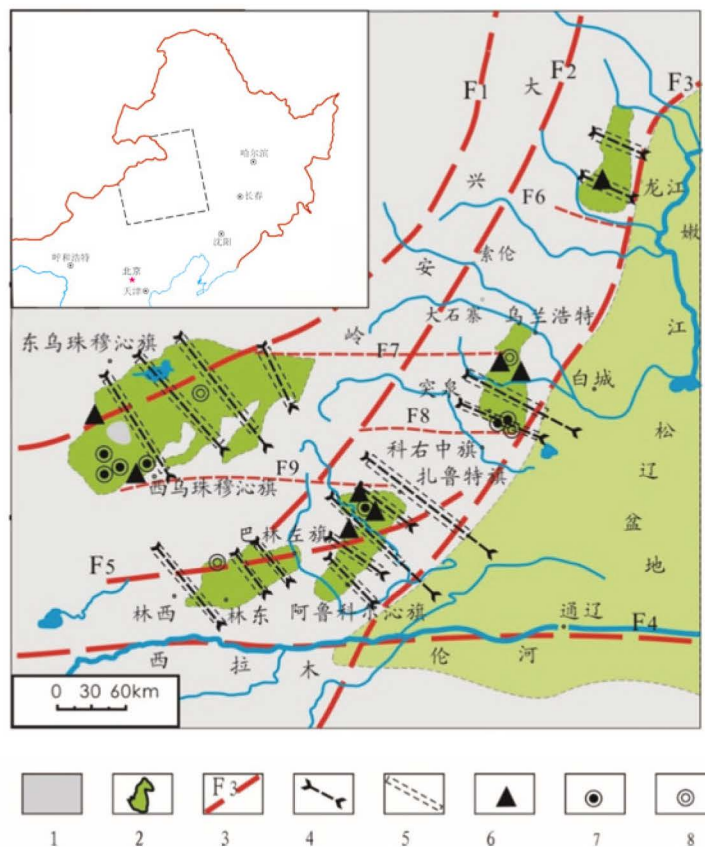


图 1 松辽外围西部油气勘探新区分布略图
1—隆起区/火山岩覆盖区；2—盆地轮廓；3—深大断裂；4—非震物探剖面；5—廊带地质填图区；6—地层剖面；7—编录钻孔；8—钻孔

通过开展油气基础地质调查，在松辽盆地外围西部大面积火山岩覆盖区，首次圈定了龙江盆地、突泉盆地、扎鲁特盆地、林西盆地和乌兰盖盆地 5 个盆地（图 1），总面积约 26680 平方千米，填补了松辽盆地外围火山岩覆盖区油气地质调查工作空白。调查研究表明，中侏罗统、下侏罗统万宝组（J₂w）和红旗组（J₁h）厚层泥页岩是主要烃源岩，在上述盆地均不同程度发育，具有较好油气前景。非震物探、二维地震和钻探等工作表明，突泉盆地具有良好的生烃物质基础和完整的生、储、盖组合，有望成为松辽盆地外围侏罗系油气新区、新层系勘探突破的远景盆地。

一、首次圈定突泉盆地等 5 个油气远景盆地，开拓了松辽盆地外围油气新区 2.7 万平方千米

突泉盆地（图 2）位于大兴安岭隆起带与松辽沉降带之间，呈北东向展布，面积为 2358 平方千米。在前期调查成果基础上，优选突泉盆地南部牛海次级凹陷部署实施了突参 1 井。该井在 1684 ~ 1704 米中侏罗统见油浸、油斑等多层油气显示，测录井综合解释出 3 层共 5.6 米含油层段。经试油压裂，获得密度为 0.81 克/立方厘米的轻质原油。这是东北地区侏罗系首次油气发现，开辟了松辽盆地油气调查新层系，为东北地区油气勘探指明了新方向。

继突参 1 井重要油气新发现之后，在金羊盆地等地区开展的油气地质调查工作相继实现了以侏罗系为主要目的层的油气发现，进一步拓展和证实了松辽盆地及外围侏罗系新层系油气资源前景。

二、松辽盆地及外围上古生界调查评价表明哲斯组和林西组为主力烃源岩层系，具有较好的油气资源前景

野外露头剖面、非震物探剖面以及地质井钻探综合分析表明，中二叠统哲斯组 and 上二叠统林西组暗色泥岩为中—好烃源岩，是有利的生烃层位。在晚古生代盆地沉积环境与岩相发育特征研究基础上，综合评价油气地质条件，优选出上古生界 9 个油气远景区和 4 个有利目标区，有效促进了上

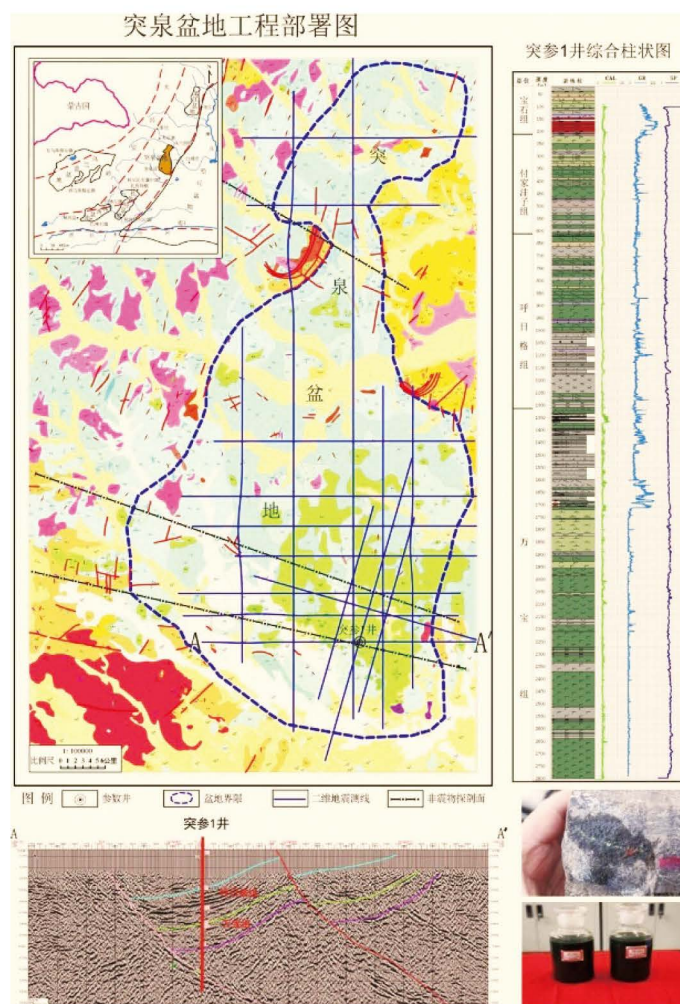


图 2 突泉盆地突参 1 井油气发现



古生界勘探实践。

松辽外围西部地区晚二叠世林西组暗色泥页岩分布范围广、总厚度大、单层厚度大；有机质丰度中等，有机质类型为Ⅱ型，生烃母质来源构成是低等水生生物藻类来源；沉积环境为微咸—半咸水的还原环境，其有机质热演化程度属于高成熟—过成熟阶段，具有页岩气勘探前景。陶海营子地区实施的地质调查井钻遇巨厚层状暗色泥岩，随钻气测结果显示随着深度的增加气测值有明显增大的趋势，现场解析在二叠系林西组泥岩首次获得页岩气（含量为0.21立方米/吨），证实了该层系的油气资源前景。

三、松辽盆地页岩油气、油砂和油页岩等非常规资源成矿条件好、资源潜力大，有望成为重要的接替资源

松辽盆地页岩油气等非常规资源调查评价表明，松辽盆地北部的齐家古龙凹陷、大庆长垣、三肇凹陷和松辽盆地南部的长岭凹陷发育白垩系青山口组、嫩江组湖相泥页岩，有机碳丰度高，有机质类型好，主要目的层青山口组、嫩江组埋深适中，泥页岩主体处于成熟—高成熟阶段。多口探井在泥页岩层位见到油气显示，证实了良好的页岩油资源潜力，初步估算页岩油资源量150～330亿吨。随着常规油气进入勘探开发中后期，页岩油资源将成为松辽盆地油气勘探最具前景、最现实的接替领域，对油田企业可持续发展具有重要战略意义。

松辽盆地油砂、油页岩也具有较好的勘探前景。地质调查表明，镇赉县的大岗机械林场和西北沟一带的松辽盆地西斜坡发现油砂矿床，赋存于上白垩统姚家组二段（ K_2y^2 ）和三段（ K_2y^3 ），探明储量油砂油2000余万吨；松辽盆地油页岩资源量居全国首位，主要发育在青一段、嫩一段、二段页岩段，含油率高，分布广泛，层位稳定，具有较好的勘探开发前景。

四、松辽盆地科学钻探在地质年代格架、白垩纪陆地气候—环境演化、大规模有机质堆积等领域取得重要研究进展

“白垩纪松辽盆地大陆科学钻探”是全球第一个以陆相白垩系为目标层位的科学钻探项目，是我国第三个“国际大陆科学钻探计划”（ICDP）项目。项目实施的“松科2井”预计完钻井深6400米，将揭穿松辽盆地白垩系地层，探索下伏潜在的侏罗系和上古生界目的层系，为松辽盆地深部油气资源勘探开发提供科学依据。

通过科学钻探工程，填补完整的、连续的白垩纪陆相沉积记录世界空白，为研究距今6500万年至1.4亿年间地球温室气候和环境变化奠定坚实基础，建立起为建设“百年大庆”和基础地质服务的“金柱子”。同时，获取松辽盆地深达6400米的原位、连续地球物理参数，为松辽盆地及其相关类似盆地的地球物理勘探提供科学“标尺”。通过钻探的实施，全面提升我国深部科学钻探技术水平，最终形成具有自主知识产权的科学钻探技术和方法体系，使我国深部大陆科学钻探技术研发达到国际先进水平，为我国重大地球科学新发现和矿产资源储量快速增加提供技术保障。

五、解决了制约东北地区油气地质调查突破的系列地质问题

一是建立了东北地区上古生界地层格架。认为晚古生代松辽盆地及外围存在统一沉积盆地，



结构清楚，面积巨大，总面积 51.42 万平方千米。在实测剖面基础上，通过化石鉴定、同位素定年和岩相对比等工作，进一步完善了松辽盆地及外围地区晚古生代地层区划和分区方案，建立了东北地区晚古生代地层分区，从岩石学、古生物学和同位素年代学角度建立了晚古生代综合地层层序及格架，为松辽盆地、二连盆地内部上古生界的划分与对比提供了区域地层学依据。

二是划分了东北地区上古生界区域构造格架，确认未发生区域变质。首次提出了“佳蒙地块”是由结晶基底和古生代盖层组成的大地构造单元。华北板块与西伯利亚板块最终闭合后，伴随中—晚三叠世近东向挤压隆升造山活动和印支期岩浆侵入，石炭系—二叠系遭受了程度不同的动力变质和接触变质作用。对其分布与埋深状况、古地理格局和烃源岩特征等研究发现，远离构造—岩浆活动带的石炭纪—二叠纪残留盆地内，变质作用较微弱的巨厚层石炭系—二叠系暗色泥页岩具有油气资源前景。

三是指出早—中侏罗世松辽盆地及外围发育一系列具有生烃潜力的断陷盆地。在印支运动后期伸展—垮塌作用下，同时受蒙古—鄂霍茨克洋闭合碰撞造山构造作用影响，相继形成了一系列近东西向的早—中侏罗世断陷盆地和大规模火山岩带。这些断陷盆地具有较好生烃潜力，后期大面积火山岩覆盖使得侏罗系盆地群成为勘探盲区，野外侏罗系地质露头是火山岩早、中侏罗世盆地“窗口”。

六、创新探索了以非震物探为主的火山岩覆盖区油气地质调查有效工作方法

针对大面积火山岩覆盖区，发挥公益性基础地质调查的资料积累与队伍优势，系统收集整理相关资料、选定潜在的盆地，采用野外露头“摸边”，非震（重、磁、电）“探底”的油气地质调查工作方法。将区域层面地质调查与重点盆地研究相结合、盆地边缘露头剖面与盆地内部钻孔相结合、基础地质调查与非震（重、磁、电）物探相结合，较为有效地查明火山岩覆盖区隐伏的油气远景盆地，指出进一步工作的有利目标区。依据综合地球物理探测结果，揭示了火山岩覆盖下隐伏盆地边界、隆坳格局、断裂构造及岩体分布，发现突泉盆地存在“双低阻层”电性结构，提出突泉盆地发育两套烃源岩层，分别为上古生界和侏罗系，预测具有油气资源潜力（突参 1 井和突 D2 钻探验证了两套烃源岩层的存在）。

七、创新实践了“基础调查先行、战略选区衔接、商业勘探跟进”的油气新区工作机制

通过基础地质调查工作圈定油气远景区，战略选区跟进圈定有利目标区获得油气发现，从而引领油气企业后续勘探开发是油气地质调查工作新机制。

经过油气基础地质调查工作圈定了突泉盆地油气远景区，并在战略选区工作中部署实施了“突参 1 井”获得侏罗系轻质原油发现，油公司积极跟进登记了探矿权开展后续油气勘探。在扎鲁特盆地开展的基础地质调查工作取得的油气地质新认识及基础地质资料，为油公司申报“林西—扎鲁特”油气勘探矿权提供了依据。中国地质调查局在松辽盆地及外围开展的上述工作实现了公益性地质调查与商业性油气勘探的无缝对接，创新实践了“基础调查先行—战略选区衔接—商业勘探跟进”的油气地质工作新机制，为东北地区油气勘探区块的优选和油气后备能源基地建设提供了有力支撑。



八、建议加强科技理论创新推动新区、新层系和页岩油为重点的新类型油气资源调查评价工作

一是进一步开展侏罗系和石炭系—二叠系为主要目的层系的新区调查，对实现油气勘探战略接替区具有重要意义（图3）。近年来松辽盆地外围众多点上新发现展现了松辽盆地深部和外围油气战略接替区蓝图：一方面是松辽盆地外围西部近20万平方千米火山岩覆盖区还有待发掘的隐伏盆地，拉布大林盆地等多个因退出矿权区而被“淡忘”的侏罗纪盆地有望再获油气勘探“生机”；另一方面是传统油气勘探忽视的约10万平方千米松辽盆地西缘地区，将成为新层系油气勘探的下阶段目标。此外，松辽盆地北部的滨北地区石炭系—二叠系有望成为页岩气勘探新区。

二是支撑油田稳产而急需开展页岩油资源调查。经过半个多世纪的连续开采，大庆油田等大型国有油田公司的勘探开发已进入高成本、高难度阶段，亟待解决后备接续资源不足问题。研究表明，松辽盆地页岩油资源是值得关注新领域，对实现油田企业可持续发展具有重要战略意义。松辽盆地上白垩统青山口组泥页岩分布面积广、沉积厚度大，有机质丰度高，埋深适中，页岩油成藏地质条件较好，资源潜力大，有望成为松辽盆地油气勘探最具前景、最现实的接替领域。对支撑服务百年大庆油田建设具有重要战略意义。

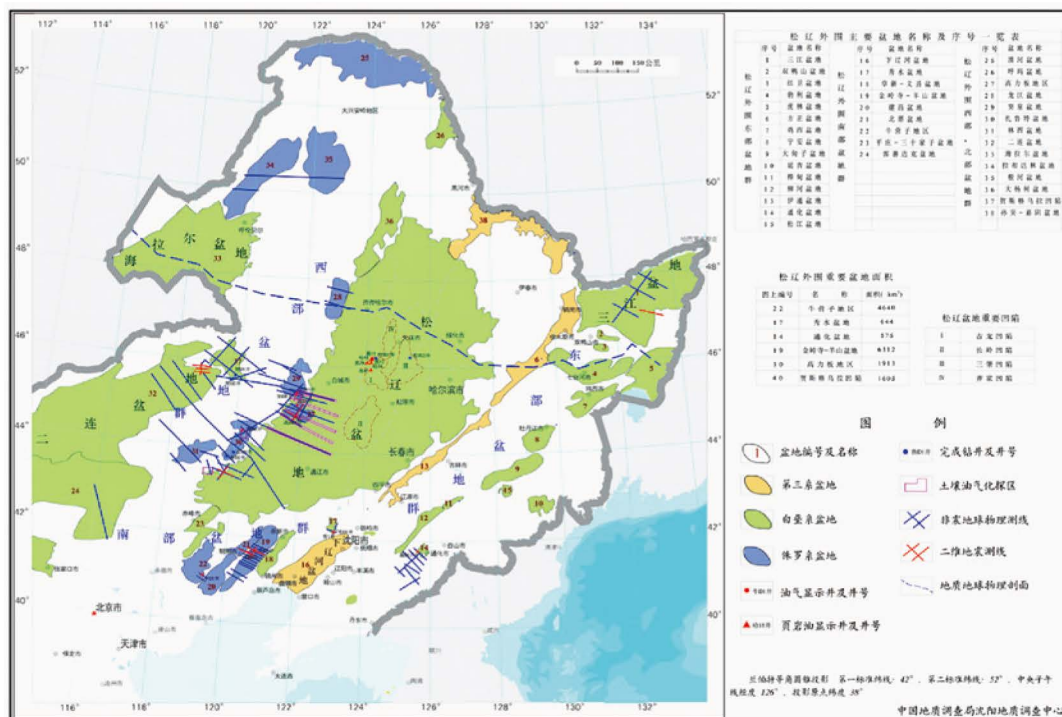


图3 松辽盆地外围油气基础地质调查工作程度图

主要执笔人：许光、汪大明、陈树旺

主要依托成果：松辽盆地外围油气基础地质调查工程所属项目成果

主要完成单位：中国地质调查局沈阳地质调查中心

主要完成人：陈仁义、陈树旺、李永飞、周新桂、李世臻