文章编号：1006-6616（2010）03-0223-14

【编者按】 以下二篇论文的作者孙肇才教授在鄂尔多斯盆地从事油气勘查工作近 20 年，历经了油气发现的艰辛和曲折，是鄂尔多斯盆地油气发现的重要领导者和见证人之一。1968 年底，在鄂尔多斯盆地油气勘探迟迟未能取得突破、队伍陷入困境之时，时任原地质矿产部第三石油普查勘探大队总工程师的孙肇才教授，根据李四光部长“打回老家去”的指示精神，重回陕甘宁，主持部署钻探的庆参 1 井获油气突破。他还参与了陕甘宁石油会战华池、吴旗、志丹等地区一批关键井的遴选，是陕甘宁石油普查阶段总结报告的主笔及“让开大路占领两厢”早、中侏罗世地层型油气田富集规律的倡导者，是当前陕北古生代大气田地质构造背景——鄂尔多斯古中央隆起的提出者。另外，他在总结鄂尔多斯含油气盆地风格和油气形成规律时，在长期第一线实践的基础上，以“融未知于已知，化意外为意中”的哲学观点，对盆地的构造地质问题进行深入的理论概括。他的油气勘探思想和实践经验具有重要的理论意义和实践指导意义，值得广大油气勘探工作者学习和借鉴。

鄂尔多斯盆地油气发现历史回顾与经验教训（一）

——从鄂尔多斯漫长找油气史看李四光 1968 年底谈话的历史意义

孙肇才
（中国石油化工股份有限公司石油勘探开发研究院无锡石油地质研究所，江苏 无锡 214151）

摘 要：鄂尔多斯盆地油气勘探历史漫长，新中国成立之前，盆地内只开展了少量的油气勘探工作，大量系统的石油地质调查和勘探开始于新中国成立之后。在 1955—1968 年的 14 年间，虽然积累了大量地质资料和寻找油气的经验教训，但既未发现工业油气流，也没有提出可以肯定能发现油气的地区或目标。自 1969 年起，遵照李四光“打回老家去”的指示精神，石油普查工作从渭河与河套外围地堑转回鄂尔多斯大盆地，先后在庆阳、华池、吴旗地区发现了 6 个侏罗系油田，在延安—吴旗以北发现了 5 个亿吨级大油田，在盆地中部发现了奥陶系陕北大气田。鄂尔多斯盆地油气发现历史表明，油气的发现来自于地质学家的观念，应重视以地质锤和放大镜起家的基础地质工作，地质调查方法应用及勘查程序上必须有针对性，既不能把复杂问题简单化，也不能将特殊问题一般对待，应按照实际情况确定选区方

收稿日期：2010-08-17
作者简介：孙肇才（1932-），男，教授级高级工程师，长期从事石油地质调查及勘探领域的研究工作。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

针，发现问题并解决问题。

关键词：鄂尔多斯盆地；油气勘探；三叠系延长组；侏罗系延安组；勘查程序
中图分类号：TE132.1 文献标识码：A

1 鄂尔多斯盆地油气发现历史回顾

1.1 新中国成立之前

早在公元前班固所著《汉书·地理志》中已有“上郡高奴县（今延安）有洧水可燃”记载；1907 年清政府聘日本技师在陕北延长钻了中国第一口机械（顿钻）钻井——延 1 井，日产原油 200～1250kg；1913—1916 年，美孚石油公司在中国北方调查，范围涉及鲁、豫、冀、内蒙及东北，重点是陕北，并用顿钻打了 7 口井，得到的结论是，一共找到 63 处油苗，没有一口井能产出足够可以利用的石油；1933 年，潘钟祥、王竹泉来陕北调查，在编纂 1∶2000000万地质图以及编写《陕北油田地质》一文基础上，潘钟祥 1941 年在美国石油地质家学会会刊（AAPG Bulletin）上，以“中国陕北西北部和四川白垩系陆相生油”为题，表达了“陆相生油”的正确见解[1]。

Blackwelder E、Clapp F G 及 Fuller M L 等散布了中国无油和贫油论，其依据是：①中国没有中、新生代海相沉积；②古生代大部是不生油的；③除中国西部外，所有年代的地层都蒙受了剧烈的褶皱和断裂；④中国大部分地区的岩石类型和生成年代没有储藏工业价值石油的可能。

但是，“美孚的失败，并不证明中国没有油田可办[2]”；“延长官井产油已十余年，而未曾钻探之处尚多，倘能依据地质学原理，更作精密的查探，未必无获得佳油之希望，故一隅之失败，殊不能定全局之命运耳”[3]。

1.2 新中国成立以来（重点谈地矿部系统）

1.2.1 第一阶段（1950—1968 年）

新中国成立之前，鄂尔多斯盆地开展了少量的油气勘探工作，大量系统的石油地质调查和勘探工作，是全国解放以后开始的。

1950—1954 年，受背斜控油认识的主导，前燃料工业部石油管理总局陕北地质大队首先进入盆地，以清涧以南和铜川以北的陕北作首选，不仅因为这里有已出油的延长油田，更有铜川—黄陵间盆地南缘几排背斜构造带的吸引（见图 1）。此期间的工作重点放在了延安的枣园、桥儿沟、青化砭，延长的甘谷驿、胡家村，子长的清涧，甘泉石门子，宜君四朗庙，以及黄陵的七里镇等地区，以勘探三叠系延长组（T_3y）和侏罗系延安组（$J_{1-2}y$）为目标，对以上几个点进行了 1∶50000—1∶10000 的地面详查和细测，并从中选择永坪、枣园、四朗庙及七里镇进行了钻探验证（共打探井 142 口）。除钻探进一步证实永坪是个小油田外（T_3y_4）①，包括四朗庙构造上的 9 口钻井，虽然遍见 T_3y 的油气显示，终因测试无价值而放弃。1954 年底撤出陕北，将工区工作重点转到盆地西缘断褶带马家滩地区。

前地质部系统在盆地的普查工作与全国一起开始于 1955 年。由关士聪作技术指导的 633 队（属西北地质局）的工区，在“台地边缘”找油思想指导下，首选盆地西部边缘以

① 据杨俊杰资料，永坪油田是王竹泉、潘钟祥和谢家荣于 1934 年发现的，发现井为 201 井。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

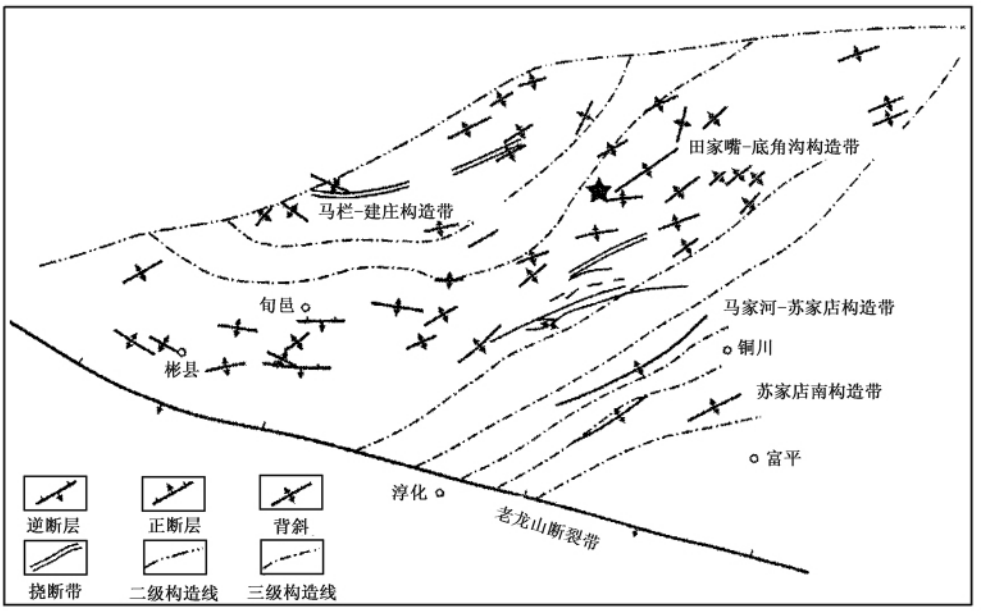

图 1　鄂尔多斯盆地渭北挠褶带构造纲要图（★表示在 J_1f-T_3 面上流出石油的采煤坑道位置）

Fig. 1　Tectonic framework of North Weihe flexural fold in Ordos Basin

固原为中心的六盘山区；而以王永焱为首的 206 队的首选工区，是在“基岩隆起”指导下的盆地北部的乌兰格尔（隆起）。633 队在 1955—1957 年期间，以白垩系六盘山组（K_1l）为主要目的层并兼顾第三系的评价，在南起泾川、陇县，北至同心、海原的 K_1l 裸露区，开展了 1∶200000 普查，并对发现的寺口子、冯川里、王大寺套及庙山等构造，进行详查和浅井钻探，仅在固原西南庙山构造 61 号构造井井深 30～40m 处见油气显示，在寺口子手摇钻 20m 深见少量气显示。由于手段上的限制，此期间对六盘山的深部，包括对固原—同心地区的清水河流域覆盖区（重力低）并无深入了解。致力于“东胜基岩隆起”的 206 队，1955 年在伊盟隆起顶上进行了 1∶200000 普查，1956 将普查范围扩大到北至大青山、东达准噶尔旗、西到桌子山、南至杭锦旗、鄂托克旗以南。主要成果是发现了东西长达 56km 的分布于“基岩隆起”顶部的 K_1 地层中的“油砂”（可闻而难见），同时圈定了柳沟和长盛源为代表的 4 个局部构造（膝状挠曲）。此期间，钻浅井 8 口，并在吴 1—吴 5 井中见 K_1 油气显示，同时在吴 1-1、吴 6、吴 7 井见石盒子组（$P_{1-2}sh$）油砂，还在吴 1 井井深 107.9m K_1/Ar 不整合面上下见油气显示。633 队与 206 队于 1957 年合并，在东胜成立了鄂尔多斯石油普查大队。1957—1960 年期间，放下六盘山，以鄂尔多斯北部为重点，继续在“基岩隆起”思想下，进行 1∶200000 普查和 1∶50000 详查，并对基岩隆起东西较系统地开展了钻探工作，继续发现了 K_1 及 $P_{1-2}sh$ 油气显示，在吴 6 井还见到了 P_1s 中的油气显示，并在吴 19 井土法试油中见少量气喷。

根据地质部的决定，1959 年在延安成立了由陕西省地质局领导的陕西石油队，1959—1960 两年间，在以延安为中心的南起郝（富）县，北至绥德，东至黄河地区内，开展普查、详查工作。同时在沟门、甘泉一带，针对侏罗系进行钻探，发现了 $J_{1-2}y$ 的油气显示。

1960 年 12 月，鄂尔多斯石油普查大队和陕西石油队合并，组成第三普查勘探大队。虽然技术指导思想上开始注意到盆地的整体研究，然而，由于受松辽盆地发现“大庆长垣”

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

思想的影响，1960—1963 年以志丹—麒麟沟重磁力异常为勘探重点，要找“二级长垣构造”。期间部署了 3 条区域性剖面对该异常进行解剖，企图了解中生界对基底“隆起”的继承。1960—1962 年间在异常带东段打剖面井 21 口，证实志丹—麒麟沟重磁力异常在中生代并无隆起反映，整个陕北是一个倾角不到 1°的西倾大单斜，是鄂尔多斯中生代陕北斜坡的一部分（见图 2）。钻井和地面详查在否定长垣思想的同时，重磁力异常东段志 21、志 22、志 23、志 25 井，在 T_3y 中普遍钻遇油砂，中段的志 5、志 6、志 8 井也见 T_3y 油砂，其中志 8 井油砂总厚达 31.8m，还在延安以西的招 4、招 6、公 8 及柳 1 井中见到 $J_{1-2}y$ 油砂，在吴参井 T_3y 及 J_{1-2} 见良好油气显示。

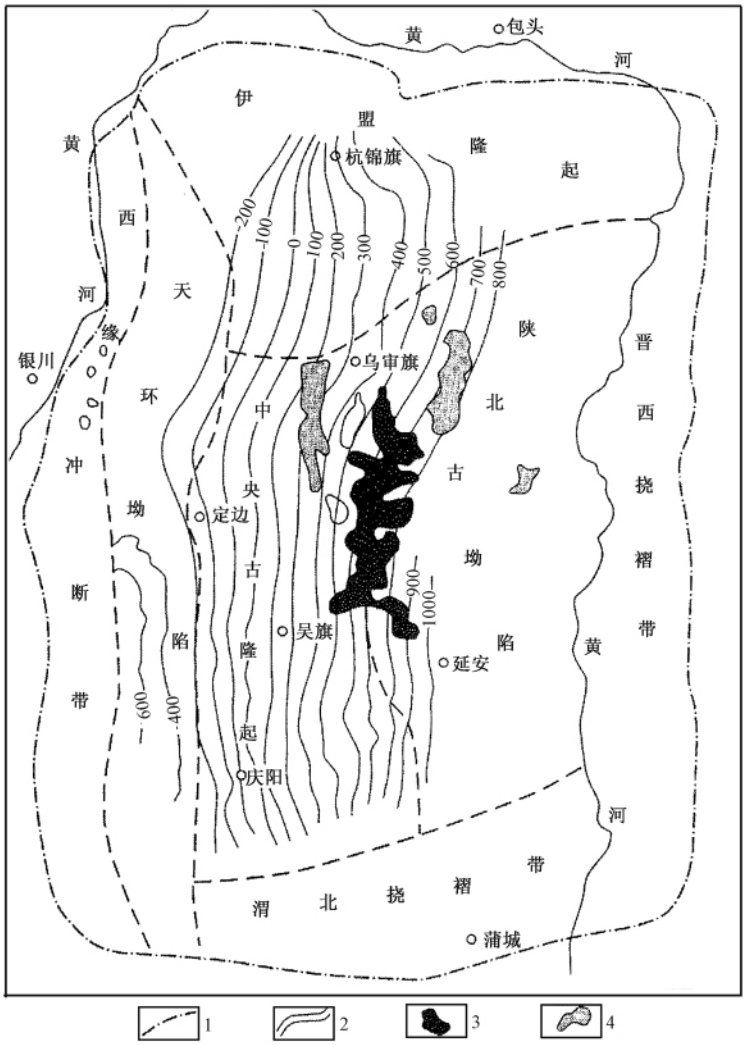

图 2 鄂尔多斯盆地 T_6 层构造等高线图（西倾大斜坡）

Fig. 2 Tectonic contour map of T_6 sequence in Ordos Basin

1—盆地边界；2—延$_6$ 等深线；3—下古生界气田；4—上古生界气田

在此期间，通过盆地整体研究获得以下几点认识：

①通过编图（全盆地），认识到 N38°线，或横 2—刀 4 一线，也就是盆地南部黄土塬区

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

与北部沙漠区的分界，既是区内中生界（T_3y—$J_{1-2}y$）含油的北界，也是 T_3y 河流相区与湖泊相区的分界，界线以南的三边—延安以北一线是 T_3y 构造地形的缓坡三角洲分布地区。

②大单斜上，T_3y 及 $J_{1-2}y$ 油藏，具有“平面上一块块”和“剖面上一条条”的典型的岩性油藏特点②。由于 T_3y 的孔隙度、渗透率极低，不实施压裂（当时无此条件）只能是“孔孔见油，孔孔不流”。

③根据盆地东西两侧古生代特别是上部古生代沉积和构造古地理的研究，提出在现在盆地中央存在一个“古中央隆起”（见图 3）。

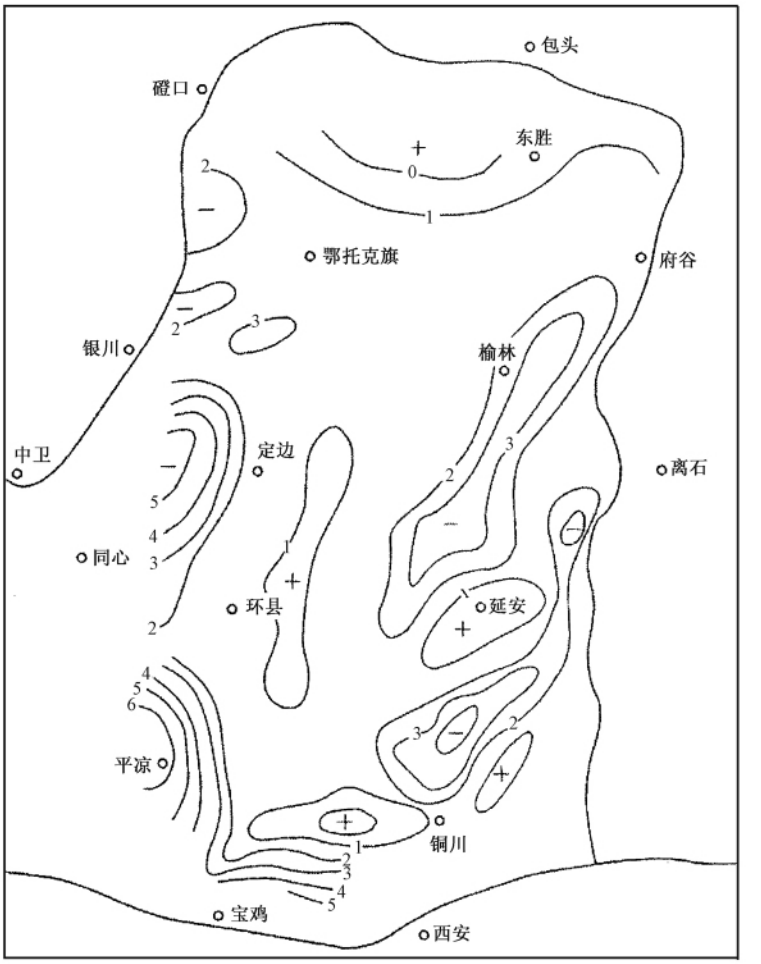

图 3　鄂尔多斯盆地上古生界厚度图

Fig. 3　A map showing Neopaleozoic thickness in Ordos Basin

④研究 T_3y 及 $J_{1-2}y$ 沉积和沉降中心不吻合以及每有迁移现象，提出中生代沉积由西向东迁移亦即前渊迁移（foredeep migration）概念。

第一阶段后期（1964—1968 年），伴随对志丹—麒麟沟作为长垣勘探思想的否定，加上陕北中生代地层因岩性致密而“孔孔见油、孔孔不流”以及“三低（低孔渗、低产、低构

② 孙肇才，等. 陕甘宁盆地石油普查地质成果总结报告. 1974.

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

造幅度），一无（无气）”现象的存在，技术思想上出现了“陕北基底太稳、盖层太平、岩石太硬”等悲观情绪。同时，受到华北新生代裂谷盆地出油（华北东营华 8 井沙河街组高产）的影响，勘探工作放弃了陕甘宁盆地，转而南下新生代的汾渭地堑开展油气勘探。

从 1964—1968 年，渭河地堑经过先北后南、自东向西，包括 7 口深井、2 口浅井以及近 12 个地震队年的工作验证，证实渭河盆地的特点是：

①否定了过去认识上的浅、小、碎、红[③]，证实这是一个既新又深（第三系沉积主体以 N_1—N_2 为主，第四系底界在 WC-4 井达到 2400m，新第三系底界在盆地西南部周至深达 5200m 以下）的依附于北秦岭充填以新近系为主的半地堑（见图 4）。

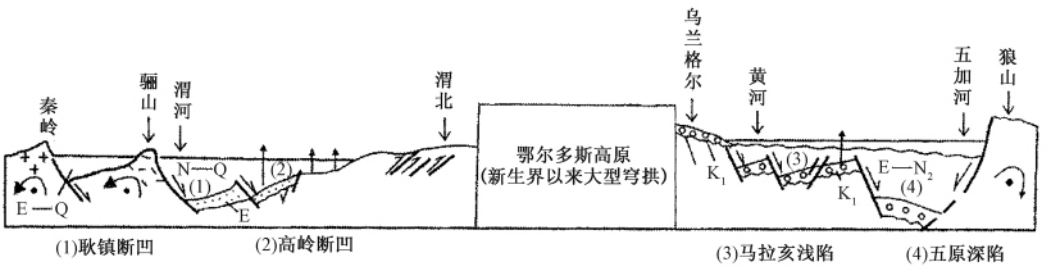

图 4 鄂尔多斯盆地及其南北两端新生界

Fig. 4 Cenozoic uplifts and grabens on the south and north ends of Ordos Basin

②盆地发生在中生代东西向的属于“北秦岭”轴部的隆起背景上。盆地北部 N_1—N_2 以下就是奥陶系，盆地南部 N_1 或局部 E_{2-3} 之下，是前寒武系。

③没有找到类似华北沙河街组的暗色湖相源岩，局部所见的古近系（白鹿塬组、红河组）是红层。唯一所见暗色湖相沉积（永乐店群 1—3 组），是第四纪早更新世三门组的同时异相[④]（见图 5）。

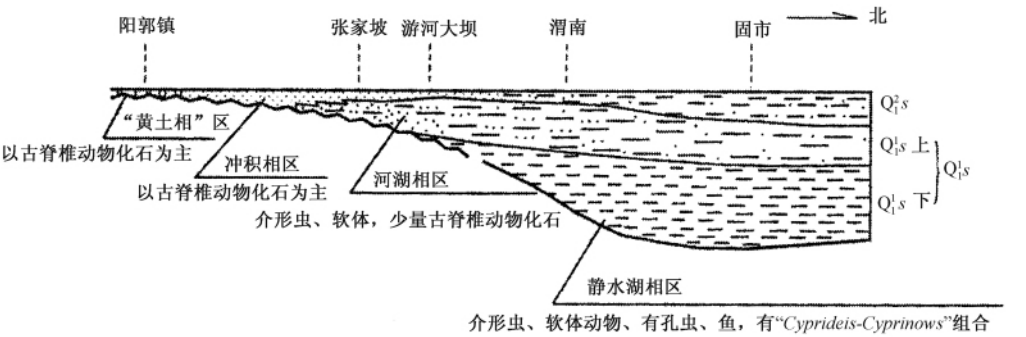

图 5 通过渭南南北三门系（永乐店群 1—3 组）岩相横剖面图

Fig. 5 Lithofacies of Sanmen System (Member 1—3 of Yongledian Group) across southern and northern Weinan area

历经 14 年，虽然积累了大量地质资料和寻找油气工作的经验教训，但既未发现工业油气流，也没有提出可以肯定能发现油气的地区或目标，勘探工作面临向何处去的困境。

③ 解放初期，李春昱曾著文否定渭河是一个地堑，认为第四系以下就是基底。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

1.2.2　第二阶段（1969—1980 年）

迎来长庆油田大会战，突破庆、华、吴，盆地南部 $J_{1-2}y$ 石油地质储量上了第一个有史以来的大台阶。

1968 年底，李四光部长根据中国东部新华夏三条沉降带的理论指出："松辽、华北、江汉的第二沉降带均已出油，因此，第三沉降带的陕甘宁盆地（鄂尔多斯盆地）和四川盆地，以及北边到蒙古人民共和国也有两个盆地（指北东向产油的东戈壁及乔巴山盆地），与东部的松辽平原—华北平原—江汉平原是两个平行的含油远景带"，并指示，"陕甘宁与四川盆地情况有些类似……这里存在生油层是没有问题的，应该回到陕甘宁中去。作为伊陕盾地的盆地中部很值得搞，要接近它"…… "要打回老家去"[5]。

1969 年，根据李四光部长的指示精神，三普的石油普查工作从渭河与河套外围地堑转回鄂尔多斯大盆地。通过盆地区域整体分析，认为晚三叠世 T_3y 沉积时的鄂尔多斯是个大型的内陆坳陷（即前陆盆地），是内地台基础上的上叠盆地。庆阳、华池、吴旗地区处于背靠稳定区（陕北）和面朝活动带（西部边缘）的枢纽地带，是个不粗不细、有粗有细的沉积地带④。根据这个思路，结合庆阳—东华池一带老的电法以及新的地震成果，大胆地在庆阳、东华池及山庄布署了庆参井和华参 1 井。其中，部署在东华池电法隆起上的华参 1 井，因遭洪水淹没，虽然在 T_3y 上部见到 10 层总厚 74.5m 油砂，仍然不得不放弃。后又根据 342 队在 Sh-Z 测线上的山庄隆起显示，部署了山庄的华参 2 井。

庆参井在 T_3y 及 $J_{1-2}y$ 中共发现油气显示 19 层。汲取过去因低渗透导致"孔孔不流"的教训，1970 年 8 月，对该井 2 组 4 层进行了加砂压裂测试（这是地矿部的第一口压裂井），该井"从无产到有产，从有产到间歇自喷（1970 年 8 月 23 日自喷高出井口 40m）"①，从而突破了陇东的出油关。

1970 年 5 月部署在华池山庄的华参 2 井，因第一次在侏罗系延安组中发现了很好的油砂，在井深 1367.6m 提前完钻试油，8 月 28 日初试产量达到了创记录的 30.3m^3/d。

庆参井和华参 2 井的突破，加快了陇东的勘探步伐。燃料化学工业部于 1970 年 9 月向中央呈报了请兰州军区组织陕甘宁石油会战的报告。11 月 5—10 日由兰州军区主持，在兰州召开了有陕甘宁三省军分区及 40 多个单位参加的会战协作会议。笔者代表三普向唐克部长和大会做了报告，唐克部长建议三普从庆阳、华池已突破区撤出，并以"威力侦察吴旗、火力侦察走马湾（渭北褶带）"任务，重返陕北。

1971 年 2 月，吴 1 井获突破，产量 14m^3/d；同年 8 月，吴 2 井获产量 1.1m^3/d，吴 8 井（张坪）获得 108m^3/d 的高产，完成了突破吴旗的任务。

从 1968 年 12 月向李四光部长请示，1969 年进入盆地，再到 1971 年，先后四次就工作的进展向李部长汇报，并及时得到支持。

1969—1973 年，三普在庆阳、华池、吴旗和志丹地区，共打探井 22 口，几乎每口都钻遇了以 $J_{1-2}y$ 为主的油气显示，在经过试油的 16 口井中，有 13 口获得了工业油气流。

1974 年，三普转战志丹，在永 2 井获 23.7m^3/d 产量，突破了志丹县的出油关。同年，孙肇才等编写了《陕甘宁盆地石油普查阶段地质成果总结报告》。从盆地整体出发，以三叠系和侏罗系为中心，以庆华吴的发现为重点，总结提出了以"让开大道，占领两厢"为内涵的勘探侏罗系底部砂岩油气田的勘探模式，及以古河道和滨湖三角洲为主体的地层岩性油

④　国家计委地质局. 西安石油地质座谈会文件及资料汇编（第一分册）. 1973.

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

气藏赋存规律，丰富了中国陆相油气田的地质理论和勘探方法。

1976 年，在内蒙伊盟部署伊深 1 井，2296.2m 进入片麻岩后完井，$P_{1-2}sh$ 直接不整合在 Ar 变质岩之上。该井在 $P_{1-2}sh$ 6—8 砂层中普遍见显示，1977 年 7 月进行测试，其中对底部 4 层合试，在未采取压裂工艺的条件下，获得日产 15920m^3 的自喷，上部砂层除日获 10000m^3 气外，还获得 1m^3 凝析油。

1980 年 4 月，地质部在北京召开全国地质系统评功授奖大会，三普被评为“在地质找矿工作做出重大贡献”单位。

1.3 突破陕北大气田时期（1981—1994 年）

1982 年中日合作队（地震）成立后，中日双方共同确定了合参井井位（鄂托克旗大庙乡），在 $P_{1-2}sh$ 底部砂层中，测试日产气 $2.07\times10^4m^3$，凝析油 $0.4m^3$。同时还在伊 17、伊 13 井及榆林北伊 24 井发现从石盒子组到奥陶系的低产或显示。其中伊 17 井初产仅 2006m^3/d，压裂后达到 $3.7\times10^4m^3$/d，伊 24 井奥陶系内发现 4 层气显示，测试日产 267m^3。

1988 年，中石油研究院与长庆油田合作，在中央隆起所在的靖边打了科学探井陕参 1 井和榆 3 井，分别在 O_1 顶部风化壳获得日产 $28.3\times10^4m^3$ 和 $13.8\times10^4m^3$ 的高产天然气流，从而成功地发现了鄂尔多斯盆地中部奥陶系顶部风化壳古潜台大气田——中国陆上第一个世界级大气田[6]。

此一时期末，长庆油田在会战期间对 $J_{1-2}y$ 的勘探，在庆华吴地区得手，长庆油田年产原油超过 100×10^4t，加上陕北地方浅油层的产量，总年产量接近 200×10^4t。有总长近 500km 的 3 条向兰州输油的管线在此期间建成[6]。

1969 年以来，前石油部系统以 J_{1-2}古河道为对象开发的油田是 22 个，累计探明油田面积 156.8km^2，石油地质储量 2.33×10^8t；T_3y 继安塞三角洲大油田发现后，相继又发现了靖安、安镇北、下寺湾和直罗柴窑等 5 个油田，近几年又发现了西峰、姬塬 2 个油田，累计探明油田面积大于 1002.1km^2，探明地质储量大于 6.9×10^8t，加上延长油矿 5 个小油田（延长、永坪、青化砭、姚店、甘谷驿），T_3y 油田共 13 个（加上马家滩），探明地质储量增至 8×10^8t，目前仅长庆油田年产油已上 1000×10^4t，已发现气田 8 个（刘家庄、胜利井、镇川堡、中部大气田以及神木、榆林、乌审旗和苏里格），累计探明天然气储量大于 $10000\times10^8m^3$。

1.4 历史回顾

假如把 1949 年以来工业部门与地质部在鄂尔多斯盆地的工作和选区经历画在一张图（见图 6）上，则可以看到以下几个特点。

1968 年底李四光部长指示“打回老家去”以后的历史，是这个盆地油气勘探史上一条重要的界线。此以前的 20 年中，虽然扩大了陕北小油田的范围，发现了灵盐地区几个背斜型的小油气田，但对发展石油工业来说，并无思想上及产储量上的飞跃。“打回老家去”后 20 年则不同，先以“让开大路，占领两厢”的思想，在“老侏不够朋友（康部长语）”身上拿下了以庆、华、吴为代表的 6 个侏罗系油田；接着，在三叠系三角洲和“压开延长组，重新认识低渗透”的概念下，拿下了以安塞为代表的延安—吴旗以北的 5 个上亿吨的大油田；在陕北榆 3 井和陕参 1 井发现 O_1 顶部油流之后，又在认识到“古中央隆起”思想背景下，发现了盆地中部奥陶系的陕北大气田。

松辽盆地从几乎是一张白纸上进行调查到大庆油田发现，仅仅用了不到 5 年时间（1955—1959 年）；华北从1955年开始到华 8 井出油，中间包括一个低潮和一段“先南后北”

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

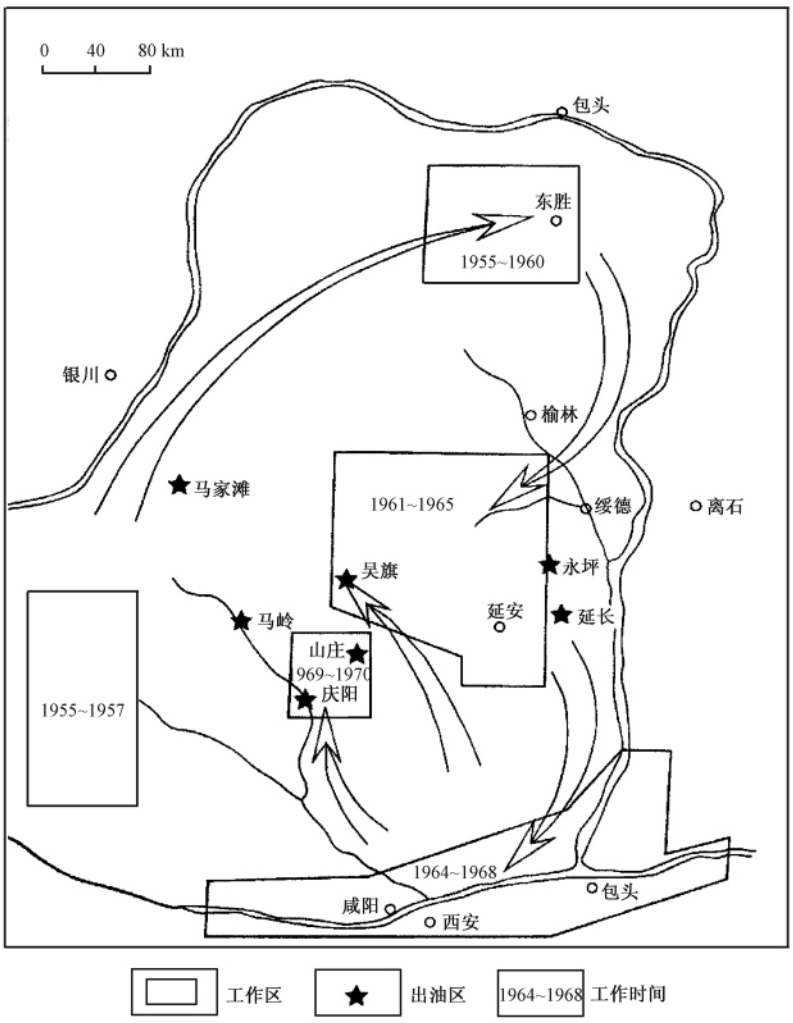

图 6　鄂尔多斯盆地石油普查工区（1955—1969）转移示意图

Fig. 6　A sketch map showing the changes of working areas of petroleum reconnaissance from 1955 to 1969 in Ordos Basin

的经历，也仅用 6 年时间……。为什么鄂尔多斯盆地的勘探工作，从 1907 年有发现到真正有大的突破，前前后后经历了长达几十年曲折的历史。

按照一个地区（盆地）油气田规模发现的规律，总是大油（气）田在阶段前期发现，为什么以鄂尔多斯中部大气田为代表的大气田的发现，是在勘探的后期。笔者想在简介鄂尔多斯盆地风格的基础上，先以强调指导勘探的观念为基础，再展开从总结经验和教训出发的某些认识或讨论。

2　历史的经验与教训

我们说鄂尔多斯是个老区，因为这里不仅有中国最早的油田（延长），而且中国大陆上近代（1907）第一口机械钻井就打在陕北，外国石油公司首次（1914）参与中国油气勘探

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

也始于陕北。然而，我们又可将该盆地看作是个找油（气）的新地区和新领域，因为中部大气田和北部大气田的突破，包括储量上亿吨级的安塞西峰大油田的发现，都是近十多年来的成果[7-14]。这一老一新之间，历尽艰辛和曲折，有不少经验和教训值得认真总结。

2.1 按照实际情况确定选区方针是地质家必须牢记的最基本的工作方法

石油普查初期，学习前苏联的经验，首先搬用俄罗斯地台（东欧陆台）的经验，以“台地边缘凹陷”思想作指导，上了盆地西南边缘的六盘山；随后又在“地台基岩隆起”指导思想下，上了盆地北部边缘的乌兰格尔。两次选区失败之后，在松辽突破和大庆油田发现的启示下，再用“大庆式长垣”思想，主攻所谓“大理河长垣”。否定了长垣，又在“陕北基底太稳、盖层太平、岩石太硬”的认识下，根据当时华北突破华8井的“断陷找油”经验，上了渭河和河套。

然而所谓地台边缘凹陷，在俄罗斯是指作为古老地台（俄罗斯或东欧地台）与乌拉尔山脉之间的从伯朝拉盆地到伏尔加—乌拉尔的乌拉尔山前（前陆），这是一个在变质基底上，有里菲系及古生界，并有不厚中生代沉积的早古生代被动大陆边缘基础上发展起来的海西期前陆盆地。该区以罗马什金油田为代表的油气98%以上产自古生代的泥盆—二叠系，它与作为“陇西系”的“六盘山新生代造山带”无论在性质上还是内容上都完全不同。完全照搬国外或其他地区的勘探思想是行不通的。

2.2 从“老侏（朱）不够朋友”到侏罗系找油突破的思考

对于T_3y的砂岩“磨刀石”来说，侏罗系砂岩储集层的物性，伴随长石含量的骤减及胶结物RCO_3的降低，有了质的变化。在我们说“孔孔见油，孔孔不流”和“三低一无”时，我们就住在延安，几乎每天都从延安砂岩（$T_{1-2}y$底砂岩）作塔基的宝塔山下经过，为什么没有想到把它当作储集层来勘探，从现在看，思想当中有几个“先入为主”的东西在支配。

①看不见延安砂岩，就是因为油气在陆相地层当中的“源控论”或“土生土长”的“生油坳陷”认识的局限。例如，既然是“源控论”，那么志丹以西，因出了侏罗系的生油坳陷（盆地相）到了含煤的沼泽相区，加上T_3y的油不可能逾越向上进入侏罗系，所以，虽然早在1964年三普就在吴旗第一口深井吴参井见到了相当延$_8$的良好含油砂岩，最后仍然不试而别。事过6年之后，就在这口井的旁边（吴1井）同层位中，同是三普试出了日产几十方的高产井（见图7）。

②当时因为没有煤成烃的理论，加上“土生土长”以及“煤、油不能共生”和“难以共存”思路的支配，界定了侏罗系的找油范围在志丹以东、安塞以南和富县以北的J_{1-2}湖相或较深湖相范围内。因此，20世纪70年代会战中庆、华、吴的突破，首先是“煤、油不能共生”以及“源控论”思路的突破。今天，假如我们把T_3y的油田和$J_{1-2}y$的油田涂成不同颜色就会发现，几乎全部侏罗系油气田都分布在靖边—志丹—直罗镇以西非“生油坳陷”的含煤沼泽相带内。

在华池山庄部署的华参2井井位是根据342地震队在Sh-Z线上发现的山庄隆起而定的。该井在施工中有两件事值得回味。一是一位同志根据井队施工条件的要求，定井位时改动了井位地点；二是在井深未打到原设计T_3y目的层前，在$J_{1-2}y$地层中发现了油砂。对第一种情况，是听到消息后的当天，再次远赴300km外的现场把井位改回；对第二种情况，则遇到了是按设计向下打T_3y，还是立即停钻对$J_{1-2}y$进行试油两种意见。本着实践第一的观念，提前到1970年7月21日完钻，同年8月28日试出陇东第一口日产30.3m^3的$J_{1-2}y$油流。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

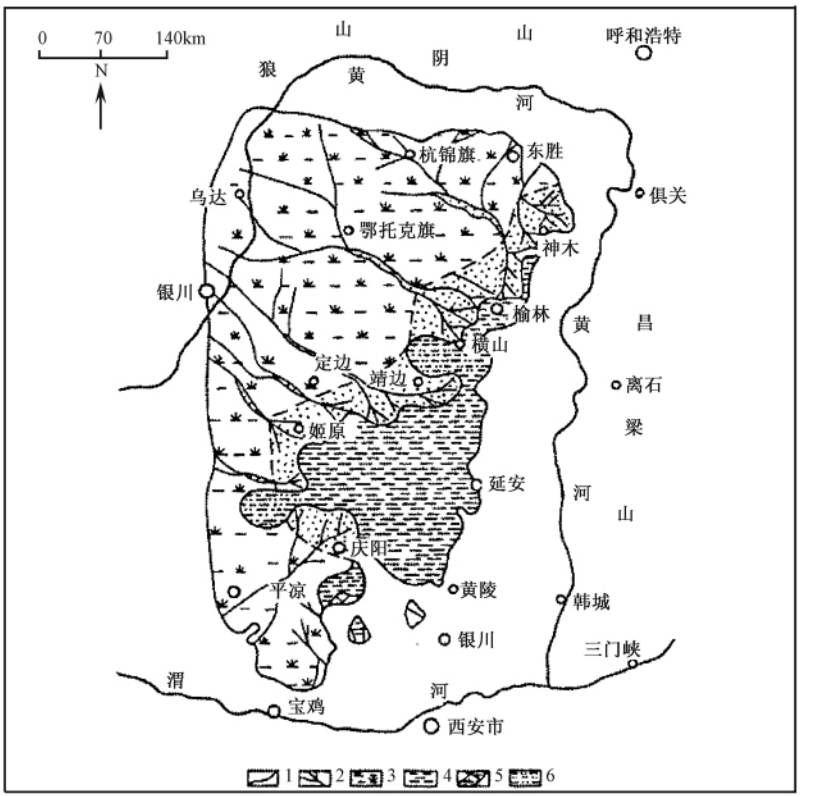

图 7　鄂尔多斯盆地中下侏罗系延安组（$T_{1-2}y$）沉积环境

Fig. 7　Sedimentary environments of Yan'an Formation in the Middle and Lower Jurassic ($T_{1-2}y$) in Ordos Basin

1—沉积剥蚀边界；2—河道；3—冲积平原；4—开阔湖；5—三角洲；6—潟湖

2.3　发现问题并解决问题是地质学家的任务

20 世纪 60 年代初，我们就总结出了鄂尔多斯盆地陕北中生代地层“三低一无”和“孔孔见油，孔孔不流”的问题⑤。到 1969 年岁末“打回老家去”的第一口参数井庆参井在 T_3y 发现多层油气显示后，1970 年夏，CNPC 玉门局派压裂队伍来帮助工作。同年 8 月，该井出现井喷……。

现在，包括 O_1 顶面的风化壳以及 T_3y 几乎所有的产层，压裂增产已成了常规性的手段。可以设想，庆参井如不采取压裂措施，庆华吴及长庆会战的局面肯定不会发生在 1971 年。

2.4　地质调查方法应用及勘查程序上必须有针对性，既不能把复杂问题简单化，也不能将特殊问题一般对待

在 20 世纪 60 和 70 年代，按国务院分工，地质矿产部主要负责先行的普查和部分详查，主要任务是从事以寻找后备勘探基地为目的的侦察工作。对待先行工作，我们应该着力避免历史上那种把“复杂问题简单对待”和“特殊问题一般对待”的工作方法和模式，例如：

⑤　1965 年 8 月笔者应邀参加 CNPC 银川技术座谈会，在报告中提出中央古隆起（戏称为“一条扁担两个筐”）和“三低一无”、“孔孔见油、孔孔不流”的认识，后者是三普王杰（已故）日常谈笑风生的一句话。这次会议被长庆油田前局长杨俊杰称为“是鄂尔多斯盆地石油勘探走向胜利的一大转折”。

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

一般化的白垩系覆盖区的填图；大单斜上倾角小于半度条件下的所谓大面积构造详查；粗犷的以电法为主的地球物理大剖面；缺少最低限度试油和压裂设备的试油工艺时，希望不试和不压而喷；长期停留在依靠极少数参数井或大距离评价井基础上的地层、岩相、油层对比研究途径等等。

这些方法，对于地貌景观上山高、沟深、弯弯多的黄土高原（所谓塬、梁、沟、峁地形）和地质条件上坡缓（小于 30′）、圈少（指构造圈闭）、圈小（指构造幅度）而沉积和岩性岩相变化大的鄂尔多斯盆地（特别是盆地南半部），既不能解决构造问题，也难以解决沉积问题，当然也就解决不了提供后备勘探地和油气评价问题。

2.5 重视以地质锤和放大镜起家的基础地质工作

当鄂尔多斯已成为中国陆上头号大气田产地，并为天然气西气东输作出贡献时，笔者希望有关部门理解普查－勘探－开发是一项系统工程。庆华吴的突破，除上述已谈的经验和教训外，地震队伍和技术，加上可打大口径中深探井的钻机，是不可或缺的条件。但不应忘记在当初盆地深部资料极少的情况下，由普查队员以地面地质为主的整体研究，早在 20 世纪 60 年代初期就提出来的以“古中央隆起”、“延长组三角洲”和“中生代沉积坳陷由西向东迁移”等非常重要的勘探思路。

3 石油的发现来自于地质学家的观念

本节这个命题来自于 Dicky 在 1958 年对美国 Tulsa 地调所的一段著名谈话，也是美国石油地质家学会 1979 年年会的主题。2002 年美国油气地质杂志为庆祝创刊 100 周年，又重新把 Dicky 的话以《Oil is found with ideas》[5] 命题加以选登。Dicky 的原话全文是：“通常，我们在一个新的地区用老的观念可以找到油；有时候，我们用新的观念，在一个老的地区也能找到油；然而，我们很难用老的观念，在一个老的地区找到更多的石油……”。

用这段话，对照作为一个“找油老区”的鄂尔多斯盆地勘探历史，其经历，特别是从 1968 年以来，油（气）发现三次上台阶的经历，几乎是 Dicky 一席话的验证：

①庆、华、吴 $J_{1-2}y$ 古河道油田发现的思路，来自于 1962 年以来对 $J_{1-2}y$ 古地形西高东低，和延安砂岩河道“由西向东流”的岩相古地理的新概念，这个概念产生出来后，曾蒙受外界的多次质询。这个观念的实质就是“让开大路，占领两厢”。

②鄂尔多斯盆地以长城为界，故有一个“南油北气”、“上油下气”的说法。“南油北气”是指中生代的油，特别是 T_3y 湖相沉积和通常所说的生油坳陷，是在盆地的南部。南部与北部分界的三边—延安一带，是延长组北部河流与南部湖泊交汇的三角洲地区。正是有了吴旗、志丹、安塞和延安等几个三角洲组成的三角洲体系，有了 20 世纪 60 年代编图和国外引进的三角洲观念，才指导了 T_3y 在 20 世纪后 20 年，从地质储量不足 1 亿吨，上到了近 10 亿吨的大台阶。

③自笔者在 20 世纪 60 年代初期，从分析 C—P 构造古地理入手得出在鄂尔多斯盆地中部确实有一个“古中央隆起”概念以来，虽然也有西部肩部隆起甚至反对的观念，但在我们的阶段普查报告⑥中以及后来出版的“40 年”报告[2] 中得到确认，特别是得到 CNPC 大量钻井工作的证实。盆地中部陕北大气田的发现，显然与此指导思想有关。我们现在可以

⑥ 孙肇才，等. 陕甘宁盆地石油普查地质成果总结报告. 1974.

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

说，这个古中央隆起，与川中隆起相似，它就是鄂尔多斯西缘—O_1 被动边缘上因加里东期的聚敛，那个从 O_{2-3} 复理石前陆发展到泥盆纪碰撞前陆的加里东期周缘前陆盆地的前隆部位。

观念不是天上掉下来的，观念产生于注重基础地质工作的实践（自己的、前人的）。“温故而知新”，笔者期待大家一起努力发掘新的观念，并用新的观念去指导中国石化西部地区的勘探工作。

参 考 文 献

[1] Pan C H. Nonmarine origin of petroleum in north Shensi, and the Cretaceous of Szechuan, China [J]. AAPG Bulletin, 1941, 25 (11): 2058 ~ 2068.

[2] 李四光. 燃料的问题 [J]. 现代评论, 1928, 7 (173): 8 ~ 12.
LI Si-guang. Problem of fuel [J]. Contemporary Review, 1928, 7 (173): 8 ~ 12.

[3] 谢家荣. 石油 [M]. 北京: 商务印书馆, 1930.
XIE Jia-rong. Petroleum [M]. Beijing: Commercial Press, 1930.

[4] 孙肇才. 鄂尔多斯盆地形成和中生代沉积坳陷带的发展演变 [A]. 见: 孙肇才. 孙肇才石油地质论文选 [C]. 北京: 地质出版社, 2003.
SUN Zhao-cai. Formation of Ordos Basin and development and evolution of Mesozoic depositional depression zone [A]. In: SUN Zhao-cai. Collected papers on petroleum geology from SUN Zhao-cia [C]. Beijing: Geological Publishing House, 2003.

[5] 《中国石油天然气勘查与发现》编辑部. 中国石油天然气的勘查与发现 [M]. 北京: 地质出版社, 1992.
Editorial department of “Oil and gas exploration and discovery in China”. Oil and gas exploration and discovery in China [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1992.

[6] 杨俊杰. 鄂尔多斯盆地构造演化与油气分布规律 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2002.
YANG Jun-jie. Structure evolution and petroleum distributions in Ordos Basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002.

[7] 张福礼. 鄂尔多斯盆地早古生代复合的古构造体系与天然气 [J]. 地质力学学报, 2002, 8 (3): 193 ~ 200.
ZHANG Fu-li. Compound ancient tectonic system and natural gas of Early Paleozoic in Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2003, 8 (3): 193 ~ 200.

[8] 郑翻身, 康屹青, 康红在, 等. 鄂尔多斯古陆核内部中生代晚期火山岩的发现及其地质意义 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (1): 69 ~ 76.
ZHENG Fan-shen, KANG Yi-qing, KANG Hong-zai, et al. Discovery of Late Mesozoic magmatic rocks in Ordos ancient continent nucleus and its geological implication [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (1): 69 ~ 76.

[9] 田亚铭, 施泽进, 宋江海, 等. 鄂尔多斯盆地东南缘延长组砂岩储集层裂缝特征研究 [J]. 地质力学学报, 2009, 15 (3): 281 ~ 288.
TIAN Ya-ming, SHI Ze-jin, SONG Jiang-hai, et al. Characteristics of fractures in the sandstone reservoirs of Yanchang Formation in southeastern Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2009, 15 (3): 281 ~ 288.

[10] 张林炎, 范昆, 刘进东, 等. 鄂尔多斯盆地镇原—泾川地区三叠系延长组构造裂缝分布定量预测 [J]. 地质力学学报, 2006, 12 (4): 476 ~ 484.
ZHANG Lin-yan, FAN Kun, LIU Jin-dong, et al. Quantitative prediction of distribution of tectonic fractures in the Yanchang Formation in the Zhenyuan-Jingchuan area, Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2006, 12 (4): 476 ~ 484.

[11] 张克银. 鄂尔多斯盆地南部中生界成藏动力学系统分析 [J]. 地质力学学报, 2005, 11 (1): 25 ~ 32.
ZHANG Ke-yin. Analysis of the Mesozoic accumulation-forming dynamic system in the southern Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics, 2005, 11 (1): 25 ~ 32.

[12] 邢振辉, 程林松, 周新桂, 等. 鄂尔多斯盆地北部塔巴庙地区上古生界致密砂岩气藏天然裂缝形成机理浅析

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

[J]. 地质力学学报，2005，11（1）：33～42.
XING Zhen-hui，CHENG Lin-song，ZHOU Xin-gui，et al. Mechanism of natural fracture formation in the Upper Paleozoic tight sand gas reservoirs in the Tabamiao area，north Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics，2005，11（1）：33～42.

[3] 周新桂，张林炎. 鄂尔多斯盆地北部塔巴庙地区与地层挠曲变形有关的构造裂缝分布定量预测 [J]. 地质力学学报，2005，11（3）：215～225.
ZHOU Xin-gui，ZHANG Lin-yan. Quantitative prediction of the distribution of tectonic fractures related to flexural deformation in Upper Paleozoic tight sand reservoirs in the Tabamiao area，northern Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics，2005，11（3）：215～225.

[4] 武丽，施炜，董宁，等. 鄂尔多斯盆地塔巴庙区块下石盒子组砂岩储层含气性预测 [J]. 地质力学学报，2005，11（3）：226～234.
WU Li，SHI Wei，DONG Ning，et al. Prediction of gas potentials of sand reservoirs of the Lower Shihezi Formation in the Tabamiao area，Ordos Basin [J]. Journal of Geomechanics，2005，11（3）：226～234.

[5] Dicky P A. Oil is found with ideas [M]. Tulsa：Tulsa Geological Society，1958. 84.

REVIEW ON THE HISTORY，EXPERIENCES AND LESSONS FROM PETROLEUM DISCOVERY IN ORDOS BASIN（Ⅰ）：IMPLICATIONS OF THE TALK BY LI SIGUANG IN 1968

SUN Zhao-cai

（*Wuxi Research Institute of Petroleum Geology*，*SINOPEC*，*Wuxi* 214151，*China*）

Abstract：The history of oil and gas exploration in Ordos Basin is long. Before the founding of new China，few of oil and gas surveying has been done in the basin. A lot of systematic petroleum geological survey and exploration began after the founding of new China. During the 14 years from 1955 to 1968，a large number of geological data have been accumulated，but neither commercial petroleum has been found，nor definite prospects or targets have been determined. Since 1969，according to the instruction of “return to Ordos Basin”，the petroleum exploration came back to Ordos Basin from Weihe and Hetao Graben. Six Jurassic oil fields in Qingyang，Huachi and Wuqi，five large oil fields over hundred-million tons in northern Yan'an-Wuqi，and a large Ordovician gas field in centre of the basin had discovered successively. History of petroleum exploration in Ordos Basin showed that oil and gas discovery comes from geologist's idea. We should attach great importance to basic geologic survey. Application of geologic surveying methods and exploration procedure must have pertinence. Neither can simplify the complicated issues，nor can generally approach the special problems. The exploration areas must be determined according to the actual situation.

Key words：Ordos Basin；petroleum exploration；Triassic Yanchang Formation；Jurassic Yan'an Formation；exploration procedure

?1994-2018 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net