

美国石油地质考察报告之一

美国石油勘探的 现状与发展

石油部科学技术情报研究所

26306

美国石油勘探的 现状与发展

李国玉 龚再升 杨云岭

5135/5



石油部科学技术情报研究所

前 言

.....

目 录

一、充满信心地发展我国石油工业.....	1
二、美国西部逆掩断裂带油气勘探概况.....	12
三、密执安盆地志留系“尼亚加兰”层礁块勘探经验.....	27
四、百年勘探仍在发展的粉河盆地.....	40
五、威利斯顿盆地高成熟探区的继续勘探.....	45
六、地震地层学.....	57
七、高成熟探区油气资源评价方法.....	78
八、几点建议.....	84

一、充满信心地发展我国石油工业

1982年6月5日—7月19日，应美国西方石油公司的邀请，由我们一行五人访问了美国。这次主要是访问美国陆上的加利福尼亚盆地，落基山逆掩断层带油区，威利斯顿盆地，粉河盆地，以及密执安盆地，了解了美国近年勘探成果，以及石油地质与石油勘探动向。这次考察是除西方石油公司外，还有阿莫科、派克登、联合石油、莫比尔等石油公司的盛情接待与组织，还有世界著名地质学家哈尔布希先生的盛情接待，使我们有幸乘汽车在野外观察16天，乘飞机视察14天，并总结座谈14天，获得很多对我们有益的并有启发的成果。我们将有专题报告，这里我着重谈到美国的政策，世界石油发展趋势，以及美国西部大逆掩断层带的情况。

本来这是一篇出国访问的技术报告，应该是见闻实录，而我为什么却写成了《充满信心地发展我国石油工业》这样一篇文章呢？这是因为，长期以来，我们从事的勘探事业迫使我们经常思考中国石油工业发展远景与方向的问题，脑海里不断出现如何探索新领域发展石油勘探的课题。而这次对美国新油区的访问，使我们对美国石油工业新领域的认识有些出乎意料，面对我们石油工业发展的现实，我深感应该从本质上有科学依据地看到我国石油地质条件之优越，发展远景之广阔，触景生情，从内心深处产生了一个想法，这就是我们应该充满信心地发展我国的石油工业。

（一）为什么访问美国

这次访问美国，起因是哈默博士的美国西方石油公司邀请参加一次地震地层学短训班，为期两周。而我想到的还有更重要的三件事。

一是近年来，外国石油公司先后派了60多团次石油地质学家代表团，访问了我国松江、大港、胜利、江苏、三水、滇黔桂、四川、长庆、青海、新疆准噶尔和塔里木等地区的沉积盆地和油气田，其中以美国石油公司次数最多，人数也最多，每个石油公司考察都要写个比较全面的报告，从盆地类型、沉积类型、构造、生油、储层、盖层等许多方面，提出自己的看法和评价。他们考虑，一旦有机会，就可提出合作的条件。通过这些考察，可以说，美国石油公司对我国陆上石油地质条件有了基本的了解。我国大陆架的石油地质条件，自从1979年以来，与美国等石油公司合作，在南黄海、南海42万平方公里范围内取得10万平方公里地震剖面，外国石油公司掌握这些材料，当然他们也是了解的。这样一来，就整体上讲，美国主要石油公司对我国陆上和海上的石油地质条件是了解的。

而我们对美国陆上石油地质条件了解到什么程度呢？应该说，是不完全的。这几年来，我们派出去的人，大多数考察了海上油区，而陆上油区虽也去过，但不系统，更不全面。这就形成了一个了解情况不平衡的问题。我们这次考察就是想在这一方面弥补一定的空白。

二是近年来，美国石油地质界出现了一件新鲜事，在美国西部落基山区发现了逆掩断层带大油区，振奋了美国勘探界人士，石油公司与勘探单干户蜂拥而上，勘探活动活跃，陆续发现一批新油气田，在石油地质理论与勘探实践上都是一个新的突破。我国西部地区沉积盆地中有许多逆掩断层带，是找油的新领域。这也吸引着我们去现场考察美国逆掩断层带找油

的经验。

三是美国高成熟区，尽管打了许多井，发现许多油气田，但仍坚持勘探，年年都有发现。他们究竟是如何认识，采取什么新技术而不断得到发展的。

我们一行五人带着这些目的访问了美国，取得了较为满意的结果。

（二）美国石油地质学家在想什么

我因工作关系，接触世界各国石油工业，含油气盆地和油气田资料较多，而对美国石油地质的了解更多一些。当我研究了大量地质资料后，看到我国和美国，从面积与地质构造的宏观方面有一定相似之处时，于1963年提出了中国与美国石油地质对比的意见，以美国当时的勘探程度，采出和已探明的油气资源，以及预测今后能找到的丰富油气资源出发，提出了我国油气资源非常丰富，找油前景十分广阔的论点。那时，美国的石油工业还在向上发展，我国已发现大庆油田，正准备向渤海湾转移，双方都是上升趋势，认识上与客观事实上都是鼓励人们前进。但自1970年美国石油产量达到5.3亿吨的历史最高水平后，年年下降，到1981年降为4.7亿吨。而根据统计资料，美国自1859年开始，到1981年底的122年的时期里，累计打井275万口，已采出并拿到手的石油资源为228.9亿吨；采出并拿到手的天然气资源22.4万亿立方米。1981年动用钻机4500台，打井进尺1.1亿米，打井8万口；1981年共有油井51万多口，平均单井日产2吨，当年采油4.7亿吨，采气5546亿立方米。这样一个国家，它的全国累计采油量超过了苏联的累计采油量98亿吨，也超过了沙特阿拉伯的累计采油量62.6亿吨，甚至超过了全中东累计采油量177.2亿吨。这样两件事实摆在一起，我们怎样看待美国的石油工业呢？第一，这个国家完成了惊人的钻井工作量，也找到了惊人的油气资源，这一事实告诉我们，在优越但复杂的地质条件下，油气资源是相当丰富的，这一点对我们来讲具有现实意义。第二，这个国家勘探达到这样高的程度，而且原油产量年年下降，恐怕前景有限，没有多大搞头了吧。于是，我产生一个想法，这次考察我一定要带个题目，要了解一下美国石油地质学家在想什么，他们对美国找油前景抱什么态度，所以，我是逢人便问，得到的答案绝大多数是非常乐观的，找油信心很足，这是出乎我的意料之外的。

这里，我谈6月24日我在路经丹佛市时，科罗拉多大学的考弗曼教授专程到机场来看我时的谈话，以及7月12日在休斯敦与世界著名地质学家哈尔布蒂的谈话。

他们二人都是对美国今后油气勘探抱有乐观态度的地质学家。他们的乐观情绪是很感人的，他们认为，美国今后找油有四大领域。

第一大领域——新区。

这里主要指的是象美国西部长达1560公里的西逆掩断层带这样辽阔的新区。根据最新研究结果，还包括东部长达1600公里的阿巴拉契亚逆掩断层带。还有大片火成岩分布区下面的沉积岩。

第二大领域——高成熟区。

美国在墨西哥湾，加利福尼亚，阿巴拉契亚等高成熟区，尽管打井密度很高，但还有30—40%的油气资源未被发现，所以在这些地区，发现的油气田多，原油天然气产量也高，最近由于地震技术的发展，不断有隐蔽油气藏发现，今后仍然是长期勘探的地区。

第三大领域——深层。

美国许多盆地沉积岩厚度上万米，而现今勘探深度并不高，他们预计，随着勘探工作的深入，将会在4000米以下的深层中找到大批油气田。

第四大领域——深海。

美国的海域很广阔，但他们在墨西哥湾，原先只限在200米水深范围内，据估计今后逐渐向深海发展，前景很大。墨西哥发现的石灰岩高产大油田的相应层位，美国墨西哥湾部分在水深地层深的地方也应该存在。另外，在加利福尼亚沿海，以及东部大西洋沿岸，都是广阔的勘探领域。

他们说：“我们美国的勘探领域很广，今后会发现更多的油田。我们采用地震地层学，模拟试验，海平面升降的研究，可预测找油方向”。

美国地质学家，在勘探程度这样高的情况下，还是这样乐观地对待美国的石油前景，是很感人的。这就启示我们，更应乐观地看待我国的找油前景。

（三）美国落基山西逆掩断层带发生了什么新鲜事

我们这次能有机会详细考察美国西逆掩断层带，应该感谢阿莫科石油公司的布兰顿先生，他为我们安排了一次详尽的、周密的、点面结合的考察计划，派了六位专家，三架飞机，共用了一周的时间，考察了主要探区，主要油气田，逆掩断层带内三条大断层的分布延展、大地构造、以及与相邻大区的关系，并提供了专门准备的大量书面资料，进行了多次深入的座谈，致使我们得以了解较深，感受也深，在与我们石油地质条件联系后，看到我们今后找油要开动脑筋，开扩眼界，西北和西南众多的大逆掩断层带是发展我国石油工业寻找新油气区的一大新领域，建议投入力量开辟这一新领域。这是我们这次考察的最主要的收获。

我谈谈这个地区的地质构造，地形特点，找油过程与远景。概括起来，是四句话：过程曲折，坚持不懈，偶然突破，远景广阔。

过程曲折

美国逆掩断层带的存在，早为地质家所熟知。但如何认识与勘探，却经历了长期的曲折过程。共经历了三个阶段：最初阶段在逆掩断层带的山前找到小油田，第二阶段在逆掩断层带的帽沿带找到中小油田，第三阶段深入到逆掩断层带腹部找到大油气田，完全开创了新局面。

1900年，在美国目前开展工作的怀俄明-犹他-爱达荷州一带的逆掩断层带山前区，开采煤矿时在水井中发现了石油。在怀俄明州的春天谷油田上打了200多口井，井深600米，从第三纪油层中采出少量石油，年产达到4万吨。

1924年，在这个州的逆掩断层带的帽沿过渡区，发现了拉贝吉背斜油田。同年，在加拿大阿尔伯达省的逆掩断层带也发现了油田。这两个油田都是处于北美西部大逆掩断层带上。

1949年在该逆掩断层带较深入腹部的黄溪背斜上打了一口井，1952年加深到侏罗纪纳吉砂岩，没有显示。

直至1975年才发现了重要的油田。

这一过程是非常曲折的。

坚持不懈

在美国这样的国家，石油公司找油都是各自的自由活动。在这一勘探时期，先后有几百家石油公司参与逆掩断层带的勘探。油区的吸引力是非常巨大的，许多深谋远虑的地质学家和经理，持之以恒的探索逆掩断层带的石油分布规律，自1900年以来在漫长的八十年的时间里，在美国整个西逆掩断层带先后打了1270口井。这样坚持不懈的勘探，不仅打开了北美

逆掩断层带的含油远景，也为世界各地逆掩断层带的油气勘探创造了丰富的经验。

偶然发现

自1900年以来到1975年，美国仅在西逆掩断层带的蒙大拿、爱达荷、怀俄明、犹他州地区打井500多口，但没有重大的发现，人们据此认为，这个带遭受长期复杂的褶皱、上升和剥蚀，不会保存大油气田。许多公司退却了，放弃不干。

这个大逆掩断层带变成如此重要的大油区，是因为1975年偶然发现了盘维油田的结果。而盘维油田的发现却是很有趣味的。

1971年，由西方石油公司、阿莫科石油公司和太阳石油公司这三家大石油公司合伙，在盘维构造上打了一口探井，钻到预定的侏罗纪纳吉砂岩，并未发现油气显示，试油出水而报废，这三家大公司停止了钻探。

这个时候，那些擅长于在无油区找油的小公司出面了。有一个叫魁萨的小石油公司买了这口井的资料，经过分析认为，这口井不应该是干井，于是在这口井中直接分布在侏罗纪纳吉砂岩之上的双溪灰岩进行试油，获得了石油。试油成功后，该小公司认为原先那个出水的纳吉砂岩应该含油，而原先的那口井打在油水边界之外了。于是，他们在这个构造上沿上倾方向又钻了另一口新井，井深4420米，结果在纳吉砂岩试油获日产油86方，气7640方，从此，发现了盘维油田，西部逆掩断层带也就成为重要的勘探战场了。

远景广阔

从1975年到1981年底，已陆续发现了19个油气田，石油可采储量1.3亿吨，天然气储量2752亿方（另据阿莫科石油公司口头报道，他们还发现了一个3300亿方的大气田尚未公开报道，即已发现6000亿方天然气储量）。

现在这个包括了丘陵和雪山奇峰的逆掩断层带，有60多台钻机，50多个地震队进行勘探工作。还有60多架直升飞机穿梭在山谷之中。我们乘飞机观察，一目了然，一台钻机一台钻机都能数出来。美国地质人员雄心很大，勘探工作很活跃，活动房子组成的前线指挥部，人们匆匆忙忙，当我问到一位三十多岁的前线指挥，在生产紧张时他如何办，他放声大笑地说，“我只能板起面孔下命令，要不然完不成找油的任务”。看得出来，人们对西逆掩断层带的勘探寄予很大的希望。

美国掩断层带的崛起，展示了很大的远景。

1. 扩大了含油气盆地的面积

我们考察的西逆掩断层带，在怀俄明，犹他州境内，这一部分，长320公里，宽160公里，面积5万平方公里。中古生代沉积岩厚度1—2千米，由于太平洋板块运动自西推来，老地层逆掩在新地层上的宽度为15—30公里，断距最大160公里，在白垩、侏罗、三叠、二叠、石炭、泥盆、志留、奥陶、寒武等年代地层中有十套含油气层。由于逆掩后使新地层被逆掩在老地层之下，使本来年青上覆的白垩纪生油层生出的石油，得以聚积在年代较老的侏罗到寒武纪各个时代的储集层中，形成许多油气田。原先，沉积盆地的面积，以大山边缘为界划分，因之，被逆掩而覆盖在大山下的大片沉积岩面积未计算在内，而现在美国据此已划出逆掩断层带的沉积岩面积图。据粗略估计，美国境内，仅西逆掩断层带约可扩大22.8万平方公里，包括阿拉斯加在内，另外加上美国东部最古老油区阿巴拉契亚地区的逆掩断层带25.6万平方公里，合计约48.4万平方公里。真是一个非常可观的新领域。

2. 预测的油气资源也大大增加

美国联邦调查局定期对美国的石油天然气资源远景进行预测,1980年与1975年预测结果相比,仅美国西逆掩断层带分布的落基山区的可采石油远景储量增加7.9—27.9亿吨,天然气远景储量增加2—4.9万亿方。这一变化,主要是1975年以来对逆掩断层带评价的变化所致。

3. 为北美逆掩断层带的油气勘探指出了现实的方向

美国怀俄明等州5万平方公里范围内打开的新局面,使美国一些大地构造学家,首先对美国境内的逆掩断层带进行了研究,进而对北美从阿拉斯加开始,经过加拿大,美国,直到墨西哥的长达4000公里的大逆掩断层带进行了研究,肯定了这一大断裂带的巨大含油远景,使北美地质学家和勘探家受到很大鼓舞。

我可以这样说,这一有理论和实践意义的发现,将使世界石油地质学家,特别是我国的石油地质学家受到很大的鼓舞。

(四) 美国高成熟区的勘探

由于我国东部地区的勘探程度相对高一些,并且前几年有些人有各种论点,所以我们同美国人提出的高成熟区勘探的概念很感兴趣。

很自然地,我们就此问题首先找哈尔布蒂先生座谈,因为他近年来,从世界油气勘探的战略高度,呼吁全世界石油地质学家把在高成熟区寻找隐蔽油藏作为一项主要任务,发表了许多论文,也有他自己独到的见解。

我们到了休斯敦他的咨询大楼,他今年73岁,精力充沛,事无巨细的指挥着他的咨询事务所,你所听到的都是他大声的指挥声,而且在他办公桌旁有一个30—40门的调度电话台,亲自与美国和世界各地保持着密切的联系,因为是里根总统的能源顾问,所以与白宫也保持着密切联系,办公室旁还有一个图书馆,藏着大量书籍,备他随时查阅。

他的主要意见是:“就美国来讲,总的认为在所有高成熟区还有30%的油气资源没有找到。美国的墨西哥湾,只有70—80万平方公里,已打了100多万口井,也同样有30%的油气资源尚待去寻找。寻找的主要对象是扩大已知油层,探深层,找隐蔽油藏,强化差油层勘探。就我所知,中国还没有一个油区达到美国人所讲的高成熟区。任何时候,石油地质学家都有两种考虑。我始终认为应该从积极方面去考虑”。

的确,我们不应该对我国东部地区的勘探程度估计过高。我国松辽盆地26万平方公里,到1981年底累计打井1.3万口。我国华北地区,包括渤海湾与河南地区,总面积31万平方公里,累计打井1.2万口。这就是说,美国的概念是每平方公里打一口井并为高成熟区,而我国目前则为每20—30平方公里打一口井,不应称为高成熟区。我们不可能象美国那样打井,但从勘探程度上讲,差别是很大的。我们应该对我国东部地区的勘探抱有很大的希望。

另外,我们想了解美国高成熟区的评价方法与结果,几家石油公司都婉言谢绝。最后碰到莫比尔石油公司的美籍华人季文伟,他告诉我们:“在中国人中,只有我作此项工作,因为石油公司中这项工作是保密的,所以你们问不到。我们莫比尔石油公司,不仅对美国各盆地进行经常性研究评价,而且对世界上主要沉积盆地也进行研究评价,作为公司总裁决策时的主要依据”。

总结起来,美国高成熟区的评价,是以地层对比为基础,沉积环境分析为主要方法,地震地层学为辅助手段,对油田形成的生油、构造、盖层的深入分析为主要要求,最后计算出预测储量。

高成熟区的勘探是大有可为的,而我们应该在勘探程度不高的东部不断打开新局面。

（五）美国鼓励石油勘探的四项政策

美国石油勘探的许多问题，只靠书本和统计资料是很难理解的。长期以来，对于美国勘探程度很高，但每年勘探工作量仍然很大，而且每年仍有大量新发现，何以能够长期保持勘探，不甚理解。

这次在考察中，经过实地考察与座谈，了解到美国石油勘探之所以如此活跃与有成效。关键在于美国政府实行了一套鼓励冒险的政策，使私人石油公司在找油方面，吃了辛苦，即使发不了财，也不至于破产而一败涂地。

美国政府采取了四项政策，三项已在实施，一项正在落实。

第一项政策：石油公司勘探费用由政府补贴一半。

凡是石油公司开展的勘探业务，无论在国内或在国外，均由政府补贴一半，这样，就相当于把这样一项高度风险的事情，打上一半的保险系数，鼓励石油公司用一笔款可冒两项风险，成功机会增多。我们在与埃克森、莫比尔等大石油公司合作开展大陆架地球物理勘探工作中，已了解这一政策，这次去了解更清楚一些。

第二项政策：勘探单干户，费用由政府全包。

这次了解了一件新鲜事，就是勘探单干户。这是些本小利微，由私人出面，而不组成公司的人，一人到数人不等，短期或长期从事勘探冒险事业，美国这类人数相当之多，各行各业都有，许多人发了横财，成为富翁。世界著名的地质学家哈尔布茨就是一个发了大财的勘探单干户。

美国有一条政策，无论任何人，要是从自己商务活动中赚了钱，只要他肯从事勘探冒险事业，就可向政府申请，免交所得税，将此款项用于勘探。由于油价上涨，勘探单干户越来越多。政府这项政策，是对国家对个人双方都有利的政策，譬如有十家勘探单干户，每家出资50万美元从事勘探，当时政府少收所得税500万美元，而当其中八家都失败，只有两家成功，只要探明1平方公里含油面积，油层30米，地质储量300万吨，可采储量100万吨，以每吨地下可采储量70美元计算，可售7000万美元，政府收46%的税，就是3220万美元，既解决了油气后备储量问题，政府又用500万美元税收换来六倍税收。勘探单干户，失败的八家不亏本，成功的两家发了财。美国就是用这种办法鼓励勘探冒险，维持储量不断增长。

勘探单干户由职员、商人、司机、学者、专家等各种人单独或组合而成，社会上有三种人作为他们的支柱：地质家收咨询费提供井位，土地经营者帮助购买土地，钻井承包商承包打井。找到储量就以原油市价的30%出售。所以，在美国搞石油勘探和储量交易的人特别活跃。

第三项政策：取消国内老油与新油的价格差别，刺激勘探。

卡特政府时期，为了鼓励在国内新区勘探，采取了新区采出石油与老油田采出石油价格上的差额政策，以1979年6月价格为例，新油田采出石油一桶13美元，而老油田采出的石油，一桶则只有5—6美元，由于美国勘探程度高，这也实际上是鼓励石油公司到国外去勘探，从宏观上保护美国国内资源。

里根政府上台，取消了这一政策，所以美国国内勘探大大活跃起来，一是油价的上涨，二是许多公司在国内颇有基础，特别是勘探单干户，在老油田扩边扩块上下功夫，既保险，又得利，蜂拥而上。

第四项政策：准备大幅度提高天然气价格。

提高天然气价格，正在酝酿，准备实施，其原因是有些地区勘探深度加大，气多了，但价格低，盈利少，积极性小，影响能源的发展，准备较大幅度地提高气价。如这条政策实现，则会进一步刺激勘探积极性。

由于美国政府实行这样的政策，所以石油天然气勘探工作长期处于很大规模的状况，使资源得到不断的补充与扩大，石油产量长期保持高产。

由于美国政府的政策，特别是取消老油与新油的价格差额，可以说，在里根上台的第一个年头1981年美国钻井总进尺达到1.1亿米，打井8万口，比1980年进尺增长20%。在1.1亿米总进尺中，各石油公司占60%，勘探单干户占40%，但以井数论，恰好相反，石油公司打的深井不多，只占总井数40%，勘探单干户占60%。

我同情况与美国不同，但有一条值得借鉴的是，必须以各种办法鼓励勘探，现行的超产勘探基金是方法之一。

(六) 目前世界找油的十大壮举

这次考察中，接触的石油公司多，各种专家也多，自然也谈论到世界各地近几年找油的动向，这也使我感到兴奋。本来，近些年来，不少人认为世界找油的路子越来越窄，但这都是基于石油地质现有既成的概念而产生的认识。我们应该明白，科学技术的发展是无止境的，不断会有突破陈旧概念的新事物发现。近些年来，石油勘探事业的发展，无论在理论上，或是在实践上，都有了新发展。鉴于这些新发展的意义重大，所以我称之为十大壮举。这十个地区，就其规模、地质条件、发展远景、投入力量来说，都足以引起高度重视。我这个意见，7月11日在美国休斯敦与世界著名地质学家哈尔布蒂交谈时，他也同意并作了一些补充。

这十个地区的分布，是颇有意思的。美洲五个，而其中在勘探程度很高的北美大陆占四个，欧洲两个，亚洲两个，非洲一个。

第一个大壮举是北美大逆掩断层带

这个新的找油领域，甚为壮观。这个带原先并未引起人们很多的注意，而是在少数深谋远虑的地质学家顽强坚持勘探后才突破的禁区。这类地区，原先没有划入沉积盆地的范围，而划入老山区，其实在老山下有被掩埋的沉积盆地，我们应该称之为“山下盆地”。沿北美科迪勒拉山系的逆掩断层带，从北部阿拉斯加开始，横穿美国、加拿大，到墨西哥，长约4000公里，宽约160公里。特别是我们这次在美国怀俄明州和犹他州考察的逆掩断层带新油区，自1975年来发现许多新油气田，已成为重要油区。我们可以设想，这将是一个百年之内勘探不完的新领域。

第二个大壮举是美国阿拉斯加大油区向东西延伸

美国自1968年发现普拉德霍湾年产6000多万吨的大油田以来，美国和加拿大分别在其西侧和东侧延续部分开展勘探，加拿大在马更歇盆地获日产160多吨的新油田，在斯沃德鲁盆地发现9个气田，并从侏罗纪地层中获得日产油554吨。在长达两千多公里的北极沿岸，成为广阔的找油新领域。

第三个大壮举是大西洋东海岸新油区

在加拿大和美国大西洋东海岸开展勘探，1980年加拿大在格兰德滩盆地发现希伯尼亚大油田，单井日产油为1300—2500吨，气为64—120万方，最近又发现单井日产100多吨和200多吨的两个高产油田。据预测这里油气资源非常丰富，可能成为一个大油区。美国也在

积极开展勘探，也有所发现。这又是一个延伸上千公里的有希望的勘探区。

第四个大壮举是墨西哥湾坎佩切新油田

墨西哥湾这几年，主要是靠在墨西哥湾发现了灰岩高产大油田，使墨西哥的原油产量从1972年的2600万吨上升到1981年的1.2亿吨。据我这次在美国考察情况，美国的研究证实，墨西哥的这套油层在美国部分也广泛分布，只是深度较大。因之，这个地区的勘探领域是非常之广的。一般人们提到墨西哥湾，总认为勘探程度很高，似乎没有多大发展余地，其实一个新层系的找油领域的出现，会使一个地区完全改观。

第五个大壮举是南美阿根廷海域

阿根廷陆上面积212万平方公里，大陆架98万平方公里。这是一个海陆相连的大油区，陆上已发现一批油田，1981年年产原油为2500万吨。据初步预测，在近来阿、英战争爆发地区以南是一个大沉积盆地，很有希望，美国、法国石油公司勘探和打井情况良好，认为有可能发现象北海那样的油田。

第六个大壮举是欧洲北海向东北的延伸

欧洲北海，从1969年发现第一个埃科菲斯科油田后，现在已成为年产一亿吨石油的大油区。近年来，又向62°线以北的挪威海域以及挪威、苏联相邻的领域扩展，并有新发现，一直到挪威卑尔根城以西大片分布的侏罗纪含油层。以后将成为大油区。

第七个大壮举是苏联的北极地区

苏联西西伯利亚向北延伸到北极圈内，西西伯利亚北部是深凹陷，基底埋深8—10公里，许多套生油与含油层系延伸到北冰洋内。苏联的发展趋向是从第一巴库到第二巴库，第二巴库到西西伯利亚，现在则逐渐转入北极圈内，面积有几百万平方公里，正在开展工作。

第八个大壮举是中国大陆架

这是一个面积达100多万平方公里的海域，我国在陆上产量达到1亿吨，积累了丰富的经验后利用外资合作勘探开发渤海、黄海、东海、南海都是油气资源相当丰富的地区。经过我国自己的工作，以及1979年与国外石油公司合作地震以来，发现300多个构造，其中有些构造面积达400—500平方公里，生储油条件都良好，已陆续发现一些油田，但最好的珠江口盆地至今了解甚少，条件良好。与世界其它地区对比，条件还是优越的。可望在展开勘探工作后形成一个大油区。

第九个大壮举是东南亚新油区

包括印尼、马来西亚、泰国等整个这一地区，近年来又有新发展，在这个上百万平方公里的海陆相连的地区，勘探不断深入，发现一批高产油气田。看来，这个地区是很有来头的，今后还会大幅度发展。

第十个大壮举是西非沿岸

近些年来，西非的尼日利亚沿岸油区不断发展，已延伸到象牙海岸，进而已在几内亚等沿岸大量勘探有新发现，这里将成为大油气区。

并不是说这十大壮举包括了世界上具有巨大远景的所有地区，但它们证明：世界找油的领域很广，远景很大，绝不是有些眼界狭小的人所说的那种前途暗淡的偏见。据此，我们为探索石油资源的人，必须从此受到鼓舞，得到启发，应该用来坚定信心打开新领域。

(七) 充满信心地发展我国石油工业

我国石油地质条件是非常优越的，我国石油工业发展的前景是非常广阔的，我们应该充

满信心地发展我国石油工业，为实现我国四个现代化多做贡献，这是我们应尽的责任。

从我这次对美国石油工业的考察，联系到世界找油的新发展，再联想到我国石油工业发展中我们亲自经历的几个重大阶段，我们今天再次提出充满信心地发展我国石油工业，确实是肺腑之言。

前面已经谈到，美国勘探程度那样高，而美国认为今后还有很大的勘探远景。而当有些人认为世界石油勘探前途不大的时候，世界上现在还有找油的十大壮举。再则，美国在西部逆掩断层带的新发现，打破了人们固有的陈旧观念，创出了新的领域。所有这些，都深深地打动了我们，我们究竟如何对待我国的找油远景？是只看到局部的表面现象，而看不到我国找油的巨大远景呢？还是深入地科学地分析我国沉积岩的分布，以及较低的勘探程度，从而客观地看到我国找油的宏伟远景，充满信心地发展我国石油工业呢？我认为，后一种想法是对的。

现在，广泛采用的油气资源评价方法，已使我们有可能用蒙特卡罗的机遇率法对一个国家的油气远景资源作出评价。

我国有200多个沉积盆地，陆地部分的沉积岩面积424万平方公里，海域部分的沉积岩面积121万平方公里，合计为545万平方公里，沉积岩体积为2200多万立方公里，生油岩总体积为500万立方公里，全部远景储量为800亿吨左右，除已拿到的之外，尚余716亿吨。到目前我们只采出10亿吨油，探明的74亿吨，累计打井5.3万口，钻井进尺7300万米，平均每102平方公里打1口井。我们与美国比，地质条件有近似之处，我们的油气资源预测比美国低，但美国采出185亿吨，比我们高18倍，剩余储量大致相似，我国勘探程度比美国低33倍，这就说明我国今后远景很大。

这些数据说明，我国油气资源的勘探方兴未艾，前景将是非常令人鼓舞的。

中国与美国油气远景对比

项 目		中国	美国	美国为中国 的 倍 数
1. 全国陆地面积	万公里 ²	960	936	接近
2. 海陆沉积岩面积	万公里 ²	545	830	1.5
3. 全国预测石油地质储量	亿吨	800(注)	1131	1.4
(1) 已采出石油	亿吨	10	185	18
(2) 目前探明地质储量	亿吨	—	120	—
(3) 预测潜在地质储量	亿吨	716	826	1.15
4. 累计探明天然气储量	亿方	2600	22.4万	90
5. 累计打井口数	万口	5.3	275.7	53
6. 累计钻井进尺	亿米	0.73	28.7	39
7. 平均每口井控制面积	公里 ²	102	3	0.03

(注) 石油勘探开发科学研究院预测石油地质储量为1300亿吨，地质部预测300—500亿吨，暂取中间值为800亿吨，待以后逐步核算。

我们已在石油工业工作三十年了，经历了我国石油工业发展的各个重要阶段，经受了成功与失败的考验。我们考察过世界重要的大油气区，了解了他们发展的进程。我们也研究了

世界主要含油气盆地，总结过各地的经验教训。所有这些，集中起来，对发展我国的石油工业应该吸取什么有益的东西，促进我们的事业呢？

首先我们看到，世界上的找油尽管有高潮期和低潮期，但路子越来越广，越来越深，越来越细，而且在不断打破人们原先的认识。拿我国石油工业的发展史来说，在勘探领域上，当五十年代初期中国贫油论盛行的时候，我们的眼界，即使是当时找油最积极的人，也只限于山前褶皱带的一些小油田，如新疆的独山子，甘肃的玉门和鸳鸯，陕西的延长，四川的石油沟等，这样一些从今天眼光来看实在是微不足道或不够大的地方，当时也只能这样。后来在苏联学了个上地台，一系列的大文章都作出来了，克拉玛依油田，大庆油田，渤海湾油田，一个接一个的连续发现了，石油工业从年产量100万吨发展到了一亿吨。现在，当我们在探讨进一步发展远景时，我们又从美国学到了逆掩断层带找油的新理论与实践，我们相信，将会在我国西北和西南地区发挥一定的作用。与此同时，我们正在开辟大陆架这一很有远景的领域。如果我们一个阶段一个阶段的去考虑，我们可以说，每个阶段都是前一阶段想不到后一阶段的发展，而后一阶段都觉得前一阶段总显得那么幼稚或浅薄。今后长时期内都会是这样的。

再拿石油勘探中发展最快的地震勘探的野外仪器和电子计算机处理的发展来看，更启发我们如何不能局限于现在的认识而看不到今后发展的前景。五十年代初期，我国建立第一个模拟地震仪时，兴高采烈，六十年代引进磁带地震仪，觉得心满意足，七十年代又引进数字地震仪，更觉得得心应手。反过来讲，谁都认为模拟比磁带土，磁带又比数字差。地震资料处理发展更快，电子计算机从十万次发展到百万次，千万次，1亿次，也说明科学技术发展之快。反过来，要求我们从认识上不要局限于现有和已往的水平。

总之，有几条主要的发展方向我们应该掌握住。

第一、石油生成的过程非常广泛，油气聚积的形式多种多样。在我国勘探领域如此广泛，勘探程度如此低的情况下，有许多壮丽的事业等待着我们去创。只有多找油，才能找到更多的油。

第二、认识与技术都受到历史发展的局限性，要看到发展，善于探索，不要被一时的局部认识限制了我们的发展。只有创业的人，才能创出事业来。

第三、探索不息坚韧不拔是不可缺少的精神。勇于并善于在逆境和顺境中探索不息，以坚韧不拔的精神对待勘探事业，才能获得胜利。

最后，我再谈谈美国地质学家对我们的祝愿。当我们在休斯敦与世界著名地质学家哈尔布特先生告别时，他热情地握着我的手说：“李先生，中国的石油工业是大有可为的，我已向全世界宣布，中国将成为世界上第四产油大国，希望你们不要辜负我的一片热忱，实现这一愿望。只有积极考虑，才能得到积极结果。如果是消极考虑，也只能得到消极的结果。希望你们从积极方面考虑”。一个友好的外国人尚且如此，我们直接从事我国石油工业的人更应如此。

（八）一条建议——在我国逆掩断层带创建新大油气区

对美国西部落基山区逆掩断层带新油气区的考察，使我很兴奋，因为从中使我看到了扩大我国找油的新领域新方向。

尽管这次考察的感受很多，而其中带有方向性的就是逆掩断层带找油的巨大成果，因之，作为这次考察的主要成果，我想就集中在一点上，建议在我国逆掩断层带创建新大油

气区。

根据板块运动的理论,大地构造的发展以水平运动为主。大体上讲,分为张裂和挤压两大类型。我国的大地构造,东部和西部不同。东部为张裂断陷盆地,基底先断裂,后整体下沉,沉积而成为含油气盆地,如松辽盆地、华北盆地、黄海和南海珠江口盆地等等。西部为挤压型盆地,受水平构造运动力作用,形成山间盆地,大山多有逆掩断层,大山之下,覆盖着含油的地层,形成良好油气田,也就是说不仅盆地本身是良好的油气田分布区,原先认为不计算在盆地范围内的老山之下,也可成为良好的油气田分布区。这就使我们不断解放思想,扩大找油范围。例如准噶尔盆地的克乌大断裂带,塔里木盆地的天山、昆仑山,青海柴达木盆地的阿尔金山、酒泉盆地的祁连山、西藏的唐古拉山、鄂尔多斯盆地的六盘山、四川的龙门山等等,有的已发现逆掩断层带油田,多数需要进一步去勘探与开发。

据此,我国在逆掩断层带找油的领域很广阔,建议有计划有步骤地打开这一领域,在西北和西南战略后备战场的准备中,起到重要的作用。

1、组织措施

由地质勘探司和石油勘探开发科学研究院负责,以研究院区域室为基础,组成逆掩断层带油气分布规律研究队,由新疆、青海、玉门、长庆、四川、滇黔桂等地区研究单位专人参加,统一规划,分工负责,开展逆掩断层带的研究规划工作,并由各油田付诸实施。

2、任务与步骤

第一、年底前协商组织起来,编制三年规划(1982—1985年),提出要求,开展我国逆掩断层带普查工作,于1983年上半年由北京石油勘探开发科学研究院编制出“中国逆掩断层带”分布图,包括全国总图,分盆地分布图,文字说明。并进行初步资源评价。

第二、首先从新疆准噶尔盆地的克乌大断裂突破,这个地区有长达250公里的逆掩断层带,初步证实,玛湖凹陷的一半掩埋在逆掩断层下盘,因之,所谓帽沿之说,并非是这种构造中找油领域的全貌,而是接触到一小部分。风成城油田的发现,揭示了石炭系有巨厚的生油层和白云岩储集层,分布广泛。这里逆掩断层为低角度,产状很缓,20—40°,这就说明延伸范围长,规模大。由于这里地形条件好,沿大逆掩断层带已发现一些油田,提供了依据,建议加大这个带地震详探的宽度,加大到50公里,并沿大断裂带打探井短剖面整体解剖,结合已发现油田与构造合理布井。一方面尽快拿下这个很有希望的油区,另一方面为勘探其它逆掩断层带取得全面经验。

第三、在已往有一定工作基础和认识的鄂尔多斯盆地西部的六盘山逆掩断层带,以及四川西部龙门山逆掩断层带逐步开展工作,寻找富集区,以期打开新领域,改变这两个地区资源不足的局面。青海西部扩大勘探,打开新局面。

第四、根据勘探进展的需要,在西南灰岩区,以及其它地区,先进行地质调查,地震勘探,少数侦察井,逐步开展工作,长远解决问题。

开展逆掩断层带的勘探,至关重要是三件事:一是认定这个方向是扩大了勘探领域,二是要有高精度的数字地震技术和复杂条件下的打井技术,三是有的地方成本较高,要搞好经济效益。

这就是我考察美国后的一点体会。我预测,靠逆掩断层带可使我国沉积岩面积扩大30—50万平方公里。说实在话,我是很感慨的。所以我说,要充满信心地发展我国石油工业。

二、美国西部逆掩断裂带 油气勘探概况

(一) 概况

北美西部逆掩断裂带是北美科迪勒拉山系的一部分, 这个山系与盆地的复合体从北部阿拉斯加向南延伸至墨西哥, 长达4000公里, 宽约160公里。科迪勒拉造山带是沉积在海沟中的巨厚的古生界、中生界地层, 由于侏罗纪以来, 北美大陆板块和太平洋板块先后被拉张又聚敛而碰撞, 使巨厚的地层造成水平方向的挤压, 岩层被褶皱、断裂, 以超覆型迭瓦式向东推移, 形成了规模巨大的逆冲断裂带(图2-1)。

美国目前在西部逆掩断裂带的勘探仅仅是整个北美西部大逆冲断裂带的一部分, 它位于爱达荷—怀俄明—犹他州, 长约320公里, 宽约160公里, 全区面积共约50000平方公里(图2-2)。

这就是我们考察的主要区域。

本区自1900年以来经历了漫长而曲折的油气勘探过程, 直至1975年终于才碰运气式的发现了维雄油田, 从此开创了西部逆掩断裂带油气勘探的新篇章。自1975年至目前在逆掩断裂带已先后发现了19个油气田, 现在还有20余家石油公司为操作者, 代表几百家石油公司继续勘探。

(二) 考察经过

在美国西部逆掩断裂带勘探和开发数百家石油公司中, 最主要的是阿莫科石油公司, 它约占所有油田股份的80%。他们在本区的勘探历史最长, 研究较深, 经验较多。这次我们由该公司接待, 从室内到野外进行了5天考察。

第一天听取了大盐湖地区及西部逆掩断裂带的地质情况介绍, 观察了盐湖区更新世三角洲沉积, 进行了西部逆掩断裂带有关油气勘探的座谈。

第二天在大盐湖地区进行了地质考察, 直升飞机在逆掩断裂带油气区回旋飞行。重点参观了东安修斯凝析油气田的钻井、地面建设和油田地面地质情况。

第三天乘直升飞机向逆掩断裂带熊湖以北的地区进行地质考察, 在13个地质点上降落, 听取各点的地质情况、构造模式的介绍, 并进行地质观察。

第四天乘直升飞机在逆掩断裂带按之字形由北往南穿行, 从宏观上观察逆掩断裂带的地质特征。

第五天参观阿莫科石油公司在塔尔萨的培训中心和研究中心, 了解其研究机构的设置和研究工作的进展情况。

(三) 逆掩断裂带的石油地质基本条件

1. 逆掩断裂带的地层及生储盖组合(表2-1、2-2)

逆掩断裂带发育了古生界、中生界全套地层, 断裂带以东为克拉通地台型沉积, 厚度稳定, 约2000米左右。但断裂带以西为古生界及中生界下部地槽型沉积, 厚达20000米(图2-3)。下古生界自寒武系至泥盆系以大套的海相碳酸盐岩沉积为主。石炭系、二叠系有海相灰

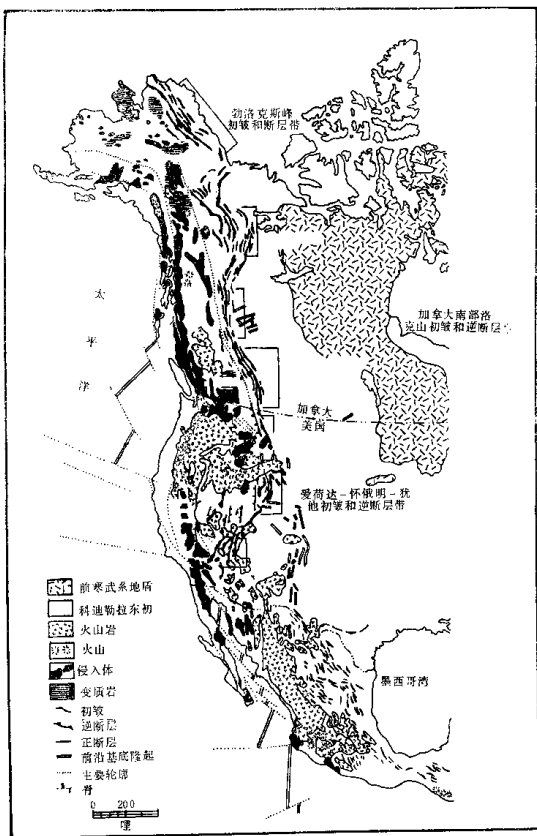


图 2-1 北美西部构造概略图
注：图中初皱应为褶皱