

复杂构造与油气关系 译文选集

地质矿产部 中国石油地质局 编译
第三石油普查勘探大队

17312



200362589

复杂构造与油气关系 译文选集



00255318



序 言

5470/14

复杂构造带找油问题，是我国第二轮石油普查中面临的一个重大研究课题。七十年代以来，国内外对这方面的研究已有显著进展，主要表现在提出了复杂构造与油气关系的新理论；在复杂构造中找到了一批重要油气田，开拓了找油气新领域；引起了国际石油地质界的广泛重视。

据现有资料，国内外已在多种类型的复杂构造中发现了油气田或油气的潜在远景。这类复杂构造多分布于克拉通边缘变形地区；或造山带边缘部分。构造形式多种多样，但其中最为地质界瞩目的是掩冲（逆掩推覆）构造，因为它已被证实为富有远景的找油气新领域。例如属于科迪勒拉造山带的北美西部掩冲带，其油气资源丰富，从落基山、蒙大拿、犹他—怀俄明、直到新墨西哥等地区发现了一系列油气田，产层主要为古生代和中生代地层。这说明在掩冲构造带内不仅有油气，而且有大的油气富集区。又如我国克拉玛依掩冲构造带的油气资源的勘探开发研究也取得了新进展。六十年代仅认识到它的中段克乌断裂浅层的性质与产状要素，初步研究了它与油气的关系，指导了当时沿断裂对三迭系断块油藏的钻探，已见成效。到七十年代末，对该掩冲构造带的认识产生了飞跃，明确了主逆掩断层具有上陡下缓的犁式断面特征，已知断面在平面上的垂直投影带宽达10—20公里；断开了中下侏罗统、三迭系、二迭系与石炭系；由于主断层旁侧派生断裂发育，两者构成了大小不等的楔形与菱形断块，这些断块常形成各自独立的含油系统；逆冲断层的重复造成多套含油层系，掩冲带裂隙发育改善了储层条件，容易形成油气富集带。由于新理论的指导，视野的开扩，克拉玛依油气勘探出现了崭新的局面，短期内石油储量迅速增加；发现了百口泉等新油田；在石炭、二迭、三迭和侏罗系内也钻获了新的出油井点。初步估计在该掩冲带内每平方公里石油储量达数百万吨，总资源量

可达几十亿吨，这对开创西北地区油气新局面无疑是一个重要的转折点。作为缓倾角断层对油气控制的事实，在我国相当普遍，特别是南方古生代海相沉积区是一个现实的找油气新领域。最近的地质和物探研究成果表明，包括四川龙门山、大巴山、龙泉山、华莹山，湖南的雪峰山两侧，湘中地区，湖北的鄂中，以至苏浙、两广等地区均有缓倾角断层和基底拆离构造存在，是值得重视的油气普查领域。

北美和我国克拉玛依油气区的新发现，为其他地区的掩冲构造带油气普查勘探提供了有益的启示，可总结为以下几点：

（一）掩冲构造带多发育于沉积物厚的前陆区，加上掩冲作用造成的地层迭复，能形成新的多套构造生、储、盖层组合。

（二）掩冲作用能使年青的富含有机质的地层加大埋深达到成熟而生油；也可使生油潜力未耗尽的较老地层出现“二次生油”。

（三）掩冲产生的破碎作用，能使原致密岩层变成裂缝发育的油气新储层；同时裂缝能增加生油层的泄流区，有利于油气移聚。

（四）区域性大逆冲断层提供了油气运移的通道，控制着油气的聚集，使油气田沿大断层带有规律地呈瓜藤状分布。

（五）由于掩冲变形，有可能形成多种类型的圈闭、同时，掩冲可把深度不同的多种类型圈闭迭复在一起，构成复合连片的油气富集区。

当然也有一些不利因素，如掩冲带构造十分复杂，一般地形反差大，地质和地震工作难度大等。

世界油气资源的勘探开发史表明，人们在一个相当长的历史时期，对油气田的勘探开发主要集中于构造相对简单的含油区。后来，随着石油工业的迅速发展，以及构造简单的含油区多已开发，人们逐步注意探索构造复杂区（带）的油气资源，并且经历了多次挫折后才开拓了复杂构造带油气领域，美国西部掩冲带就是个典型例子。这里从本世纪初就开始了油气普查，主要是在蒙大拿、爱达荷、怀俄明和犹他州，共钻井约500口。除了在掩冲带东缘找到一些小油气田外，长期未打开局面。直到七十年代中期在犹他州发现盘维油气田，这是美国西部掩冲带的首次重大发现，立即使犹他一怀

俄明成为美国最活跃的探区。从1975—1978短短几年中，在该区共找到29个油气田，部分已投入开发，并成为美国重要油气区之一。

我国现在有三个勘探开发油气资源的领域，即：(1)中生代以陆相为主的沉积盆地；(2)古生代以海相沉积为主的坳陷和斜坡；(3)浅海陆棚区。而八十年代的油气普查要特别注意开拓新领域，寻找新类型。其中复杂构造区（带）的找油找气问题，是急需我们去探索和研究的问题。因此介绍国外这方面的工作成果与进展也很有必要。

1983年，地质矿产部在西安召开的科技情报工作会议提议，由中南石油地质局和第三石油普查勘探大队共同承担《复杂构造与油气关系译文选集》（以下简称译文选集）的编译任务。由于我单位外文资料和专职译员缺乏，承担这一工作的困难很大，我们只能说是勉为其难而已。

1983年7月，中南石油地质局编写了“译文选集编译工作计划”，呈报并送发有关单位征求意见。译文选题的基本原则是：译文内容与我国油气地质情况有一定可比性，能提供借鉴和为我所用。经研究共选用了十八篇文章，“译文选集”首先介绍了“一被动向主动大陆边缘转变的模式及其在油气勘探中应用的讨论”一文，因为科亨提出的这一模式在国际地质学界引起一些人的兴趣。这类大陆边缘构造相当复杂，其显著特点之一是早期形成的正断层，在后期常复活而转变成冲断层，并与油气的生、移、聚、散有一定关系。我国的“扬子地台”南缘在地史上也曾发生过由被动向主动大陆边缘转变的过程，值得我们研究。“译文选集”以较多的文章和较大的篇幅介绍了北美东部（阿巴拉契亚）和北美西部掩冲带油气勘探开发的某些进展与部分成果。同时，我们还选用根据COCORP反射剖面和区域地球物理资料综合模式解释阿肯色州瓦基达山地壳构造的实例；选登了两篇线性构造及其在油气勘探中应用的论文；介绍了中苏门答腊弧后盆地的构造地质特征；以及古构造与烃类聚集等。力求使译文的内容既有侧重，又比较多样化。

这本“译文选集”的编译工作是在上级领导的大力支持和有关单位的密切协作下共同完成的。18篇译文中，中南石油地质局完成

九篇，第三石油普查勘探大队完成译文六篇，石油地质中心实验室提供译文一篇，中国科学院长沙大地构造研究所提供译文两篇。译文的校对工作主要由湖南省科技情报研究所组织中南矿冶学院部分教师，及长沙大地构造研究所和湖南省地质科学研究所部分研究人员共同承担。全书的编辑工作由中南石油地质局科技情报室担任。译文的插图主要由湖南省地质科学研究所绘图室清绘。

由于编辑人少事繁，水平有限，加之编译和出版时间紧迫，故“译文选集”还存在以下不足：（1）译文选题不够精；（2）翻译风格各异，格式也不够一致，如有的名词部分保留原文，有的均译成中文，少数译名也不完全统一；（3）大部分译文虽经过初校和复校，但难免仍有个别翻译不准确或个别漏误之处。敬请同志们批评指正。

邱之俊 1984年7月

目

录

一被动向主动大陆边缘转变的模式及其在油气勘探中应用的讨论·····	1—4
俄克拉何马南部西阿巴克尔山脉及邻区的褶皱重力滑动逆冲断层·····	5—36
运用垂直走向的构造不连续体勘探阿帕拉契逆掩断层带的天然气·····	37—49
南阿巴拉契亚萨尔特维尔逆断层末端位移转换的实例·····	50—61
关于阿巴拉契亚逆掩断层带普查勘探工作的某些成果·····	62
落基山前陆逆冲断块前寒武系之下的油气勘探·····	63—92
蒙大拿西南部前缘冲断层带与相邻前陆的构造, 埋藏史及油气远景·····	93—115
蒙大拿州中西部扰动带的构造格局·····	116—128
美国蒙大拿州油气勘探的远景区域·····	129—130
怀俄明逆断层带帕音特·雷泽福尔巨型油田·····	131—139
怀俄明州泡德河盆地的古构造及烃类聚集·····	140—157
新墨西哥逆掩断层带与怀俄明犹他逆掩断层带的对比·····	158—167
加利福尼亚横断山脉卡平特里亚盆地的构造发展·····	168—199
不列颠哥伦比亚的阿什克罗夫特附近可能存在的大范围逆掩断层; 涉及到石油勘探问题·····	200—209
中苏门答腊弧后盆地的构造地质·····	210—218
弗吉尼亚州里县线型构造和断裂的形迹分析及其在勘探中的应用·····	219—223
阿肯色州瓦基达山脉地壳构造: 一个建立在COCORP反射剖面和区域地球物理资料之综合基础上的模式·····	224—249
犹他州切伍罗恩远距离野猫深探井·····	250—253

一被动向主动大陆边缘转变的模式及其在油气勘探中应用的讨论

GARY. G. LASH

邱之俊 译

周频波 校

对于使我们了解板块构造与其造成的地层岩相两者之间存在的关系,以及将这种关系应用于油气勘探,科亨(Cohen)已经作出了重要贡献。一般来说,科亨的模式是基本正确的,同时得到了古代和现代造山带资料的支持。虽然我对这一模式没有大的异议,但想提几个小问题,其中包括构造变动的的时间和产生的地层岩相。我将引用与科亨模式中所讨论的造山带似乎有着相似历史的其它现代和古代造山带的资料。

科亨的(1982,图1C,D)模式的图解,暗示大陆岩石圈中的壳层弯曲,是由于与引张有关的正断层,后来复活并转变为逆冲断层的结果。换句话说,他暗示大陆架和大陆边缘区的沉降发生在前,而其弯曲变形和边缘隆起发生在后(Jacobi的说法,1981),最近在阿巴拉契亚北部(Jacobi,1981)中部和南部(Lash,1980,1982a,b; Shanmugam and Lash, 1982)进行的研究,获得了类似于科亨提出的成因机制来解释这些地区的早古生代地层关系,并显示由科亨描述的构造事件的顺序可能不完全正确,在阿巴拉契亚造山带,有一中奥陶世假整合面位于早和中奥陶世浅海—陆棚沉积的贝克曼托(Beekmantown)和诺克斯(Knox)群的顶部,这种现象多年来已被许多地质学家所认识(其中有Bridge, 1955; Rodgers, 1971; Real, 1979, 1980),但这一不整合直到最近才开始用板块构造的理论来进行解释。在中阿巴拉契亚,大约有275米(900英尺)或更厚的贝克曼托群已经被侵蚀掉了,该侵蚀面以含贝克曼托类型碎屑的局部基底砾岩(Savoy et al, 1981),崩塌角砾岩,以及其他陆地侵蚀作用具有的典型特点为其特征。贝克曼托群被杰克逊布格(Jacksonburg)石灰岩—马丁斯布格(复理石)组呈假整合覆盖,后者为一海进层序,记录了这一盆地的逐渐加深。拉什(1980, 1982a, b)以及尚穆甘和拉什(1982)将这一假整合的形成以及随后发生的沉降与大陆壳的单斜挠褶皱联系起来了,大陆壳的弯曲是在早和中奥陶世北美板块朝着一条向东南倾斜的消减带(图1)靠近时发生的。并且大陆架中的壳层弯曲发生在沉降发生之时和以前,沉降作用是伴随着陆架向海沟靠近时发生的正断层形成作用进行的(图1A)。与上面所提断层作用相类似的现代例子可见于澳大利亚北部的萨辉(Sahul)陆棚—帝汶(Timor)前渊区。已出版的地震剖面(Von der Borch, 1979, 图3)和地层研究(Veevers et al, 1978)已经说明:(1)被淹没的萨辉陆棚,由于清晰地平错了陆棚地层的正断层的作用,已经下滑朝向帝汶海槽轴线;(2)呈假整合覆盖在萨辉陆棚中的浅水碳酸盐岩石之上的海进碳酸盐—陆源碎屑岩层序的沉积与该陆棚的

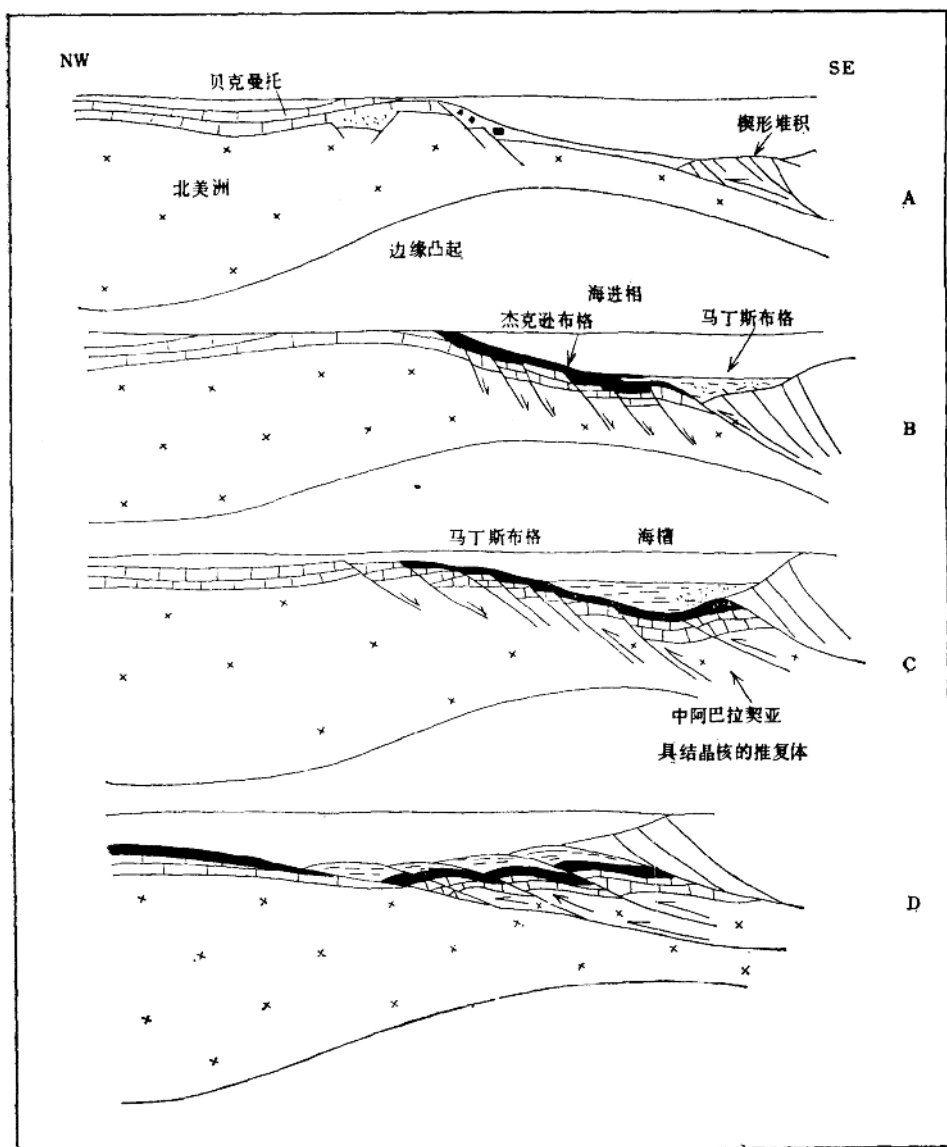


图1—示中阿巴拉契亚造山带大裂谷早古生代地质演化序列。A、黑河期（中奥陶世）北美洲南东边缘，当接近俯冲海沟时向上弯曲；B、罗克兰迪亚—基尔克费尔迪亚期（中奥陶）隆起和遭受侵蚀的陆棚发生沉降以及杰克逊布格灰岩的海进碳酸盐岩和马丁斯布格组的陆源碎屑岩的沉积。C、伊登利亚期（晚奥陶世）正断层主要在这个时期复活变为逆断层；中阿巴拉契亚具结晶核的推复体开始运动及边缘凸起完全崩塌；D、早马斯韦利亚期（晚奥陶世）推复体侵位的主要时期和边缘侵位的主要时期及边缘凸起的最后崩塌。

沉降是同时发生的。假如有关于正断层复活并转变为逆断层的任何证据的话,几乎没有人对此现象作过记载。上述这些研究结合以前引用的关于阿巴拉契亚造山带某些部分的研究成果,显示大陆地壳的弯曲和与之有关正断层作用发生在这些断层复活为逆断层的主要阶段以前,还应该注意到,这些正断层的复活(Lash, 1982a)(图1D),也许导致由德雷克(1978)所描述的中阿巴拉契亚核部为结晶质的推复体以类似于杰克逊、D'阿尔詹和阿尔瓦雷斯(1980)所讨论的方式侵位。

科亨(1980)曾经把大陆岩石圈向一反向俯冲带移近时所发生的弯曲与分别以较深—较浅—较深“水相和“较深水—不整合—较深水”相为特征的两种地层序列的出现联系起来加以讨论。对后一地层序列的形成过程尚未作出适当的解释,并且在这种类型的大地构造背景下对其形成过程作出设想也是困难的。再说中阿巴拉契亚这一例证,宾夕法尼亚的贝克曼托群浅水陆棚沉积的中部为一灰岩与白云岩互层序列,向上则逐渐过渡到以白云岩占优势为特征的地层(Hobson, 1963; MacLachlan, 1967)。这一层序说明当时水体逐渐变浅,最后使陆棚暴露于地表并遭受侵蚀。如上所述,水体变浅直到后来暴露和被侵蚀这一过程,显然与岩石圈大陆的弯曲有关。呈假整合超覆的海进层序记录了该盆地是从潮上环境到海盆环境而逐渐加深的(Drake, 1969; Lash, 1980; Shanmugan和Lash, 1982)。此外,雷德(1979, 1980)已经描述了南阿巴拉契亚的中奥陶统碳酸盐岩与此相类似的在垂向上的相变,这样一个以相对深水(潮间至潮上)—一浅水(潮上)—一局部不整合(参见Lash, 1982b)—一浅水(潮上)—一较深水(潮间至盆地)相变为特征的岩相层序,似乎是与陆壳弯曲有关的最常见的垂向层序。再者,萨辉陆棚帝汶前渊可视为对古造山带的现代模拟。接近帝汶海槽轴线的深海钻探(DSDP)262号钻井区(Veevers et al, 1978)的沉积地层的特征是浅水—不整合—一浅水—一较深水的相的垂向相序,该垂向相序组合类似于阿巴拉契亚中部和南部的早—中奥陶世的地层相序(Shanmugan和Walker, 1980; Shanmugan和Lash, 1982),262号钻井区地层的沉积是对萨辉陆棚快速沉降的反应(Veevers et al, 1978),这一沉降现象似乎一直持续至现代(Veevers, 1971),无论在现代还是古代的地质环境下,地层总是记录了逐渐隆起和侵蚀以及随后的相对快速的沉降运动。根据上面讨论的例子科亨提出的“深水—不整合—深水”相序是很难设想的。

最后,科亨(1982, P. 713)指出“陆壳弯曲的位置及其对沉积作用的影响范围将向大陆方向迁移”。要查明边缘凸起向陆迁移的确切距离是困难的。如果迁移确已发生,就有可能依赖“消减”陆壳的厚度和组成成分,以及陆壳弯曲高度等变量来推断。在中阿巴拉契亚大谷(Great Valley)北西面出现了基本上无间断的奥陶系层序(MacLachlan, 1967, 图2),暗示那些已提到的边缘凸起并没有大距离的迁移,而是形成一个宽展的穹隆,后来又由于推复体侵位和载荷的结果而崩塌了,随后又被海侵碳酸盐岩—陆源碎屑岩层序所覆盖(图1D)。韦维斯(1971)描述了类似的萨辉陆棚第三纪—第四纪历史。晚中新世至早上新世隆起和侵蚀的结果在陆棚碳酸盐岩顶部产生了区域性假整合面。紧接着由于“未知的牵涉到整个海洋和陆地的变化”的结果,产生了区域性海侵。上面这些事件记录了晚中新世—早上新世时一个边缘隆起的形成,以及随后的快速沉降和伴随的正断层形成作用,这一过程在萨辉陆棚表现得非常明显。韦维斯

所描述的产生于区域性假整合之后的几个局部侵蚀不整合的存在可能是陆棚块体独立运动造成的。边缘凸起到现阶段可能已经塌落了，再也不能作为明显的识别特征了。从萨辉陆棚获得的已发表的地球物理资料（韦维斯，1971）来分析，并没有显示出有任何一类地壳上拱或相似于已提到那类凸起的其他构造。因此，陆壳的弯曲与洋壳的弯曲不一样（Watts and Talwani, 1974; DuBois et al, 1975），它没有发生大的侧向迁移，而是在形成之后崩塌掉了。

在古代和现代的例子中，导致陆棚发生沉降的弯曲作用及正断层形成作用发生的机制尚未很好的弄清楚。科亨（1982）提出弯曲的发生是由于最初的地壳负荷的结果，这就要求正断层复活变为逆断层是在陆壳弯曲之前，这仍然是地质事件的定时问题。在中阿巴拉契亚，推复体侵位似乎发生在造山带演化过程中相对晚的时候（Drake, 1969; Lash, 1982a）。如果弯曲的发生是由于正断层复活的结果，那么就可能在推覆体侵位之后见到水体变浅趋势，甚至出现侵蚀不整合（参考图1 C至1 E，科亨，1982）。在中阿巴拉契亚，贝克曼托群顶部的假整合面明显地较老于推复体侵位和伴生的形变（Drake, 1969, Lash, 1980），这说明弯曲发生在推复体运动之前，因此弯曲与推复体的运动或构造负荷无关，很可能那些弯曲如杰克贝（1981）提出的那样是由于与浮动陆壳对俯冲带的阻塞作用有关的巨大水平挤压造成的。与大陆弯曲有密切联系的正断层形成作用尚难以解释清楚。也许某种“海沟吸力”或“板块拉力”（Forsyth和Uyeda, 1975）与水平挤压一道控制了沉降作用，但是在缺少详细的地球物理资料时是难以作出这样的推断的。显而易见，要想对弯曲形成机制本身有更好的了解还需要作大量的工作，虽然详细的地层学分析能够得出陆壳弯曲和有关事件形成时期的结论。

科亨提出了一个很好的，得到许多资料支持的模式。本文所作的评论并没有对他的模式有任何贬低之意，而是想改进这一模式，希望能使它更站得住脚。同时提出一些应加以注意的地方。

译自《A·A·P·G》Vol. 67, No. 6, 1983。

俄克拉何马南部西阿巴克尔山脉及邻区的褶皱重力滑动逆冲断层

ERICH PHILLIPS

黄国强 译

林瑶展 校

摘要 在俄克拉何马州的 Eola 油田, 东南 Hoover 油田, 西南 Davis 油田及西阿巴克尔山脉, Garvin 县和 Murray 县, 人们已发现了一条或数条很大的重力滑动逆断层和为数众多的较小的重力滑动断层。重力滑动区在刚开始时至少涉及九个区, 该滑动区的长度大于30哩, 宽度为5至6哩(8到10公里)。卷入的地层从阿巴克尔灰岩的上部到 Springer 组的下部总厚度大于5000呎(1500米)。主滑动断层的滑向为北东和北西。滑动时间可能是宾夕法尼亚世中期。随后, 在宾夕法尼亚世晚期, 滑动断层和其它的断层被褶皱成等斜状。阿巴克尔群上部到 Viola 灰岩这段地层中的小型沉积构造表明在这些地层沉积期间该区有过地震活动, 它们也可能是由早古生代的重力滑动所产生的。主褶皱滑动断层的张性上冲部分现在与 Washita 谷断层的形迹相吻合, 它的挤压前锋与东面的 Keagan 断层和正西面的 Eola 断层相一致。在 Classen 湖区, 最晚的一次褶皱作用使所有卷入滑动的地层及有关的断层近于直立。因此, 在 Washita 谷倒转向斜的南翼(倒转翼), 滑动断层呈现的是“侧面图”, 而在该向斜的北翼(正常翼), 滑动断层呈现的是“平面图”。Washita 谷向斜, Dougherty 背斜及有关的褶皱代表主滑动断层前锋的挤压褶皱作用。主滑动断层和 Washita 谷断层的形迹平行重叠, 但它们各自的运动还是可以辨认的, 滑动断层滑向为北, 北东和北西, 随后为沿 Washita 谷断层的逆冲运动和可能是左旋的位移。滑动断层前锋的挤压褶皱和逆冲断层及拖曳端的张性断层均可辨认。阿巴克尔群的 Kindblade 组顶部的若干构造角砾岩可能是造山事件的标志。在 Eola 油田的几个钻井中, 断层带内的构造角砾岩也被解释为造山事件的标志, 而过去人们认为它是 Eola 砾岩(Pontotoc)。阿巴克尔群至少上复有5000呎(1500米)的时代较新的地层, 沿主滑动断层, 可见到阿巴克尔群地层, 这解释了阿巴克尔群的巨砾和大砾作为该区最早知道的中宾夕法尼亚统砾岩的主要组份的原因, 这种观点也解释了在地质柱状图中阿巴克尔群之上的地层缺少有顺序的剥蚀记录的原因。

绪 言

西阿巴克尔山脉位于俄克拉何马州 Davis 城的西南侧,它大约占地 6 个区⁽¹⁾,中心位于 T1s, RJE 区南缘的 Indian Base 和梅里迪安(图 1)。

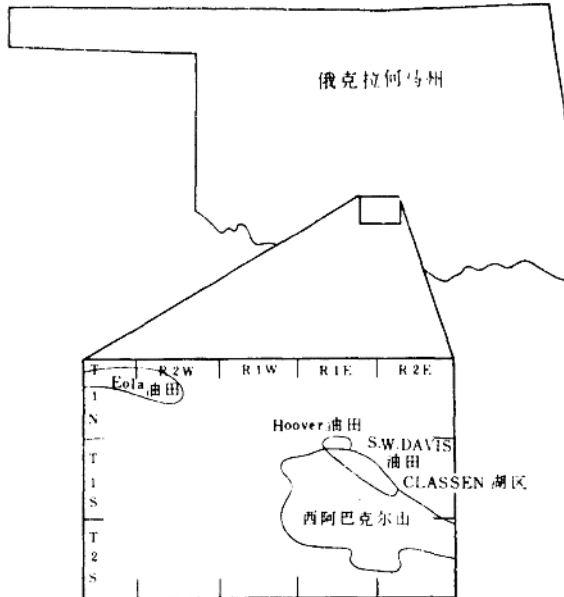


图 1 俄克拉何马州的 Eola 油田, 东南 Hoover 及西阿巴克尔山脉的西南 Davis 油田和 Classen 湖区的位置。

西南 Davis 和东南 Hoover 油田位于西阿巴克尔山脉北缘的 Classen 湖区内。Eola 油田位于 Classen 湖区的北西西面约 15 哩 (25 公里) 处, 与 Classen 湖区同处于一构造的走向上。阿巴克尔山脉实际上为低波状丘陵地, 最大高差仅为 1337 呎 (420 米)。

上述所讲的三个油田和 Classen 湖区都位于 Washita 谷断层北边的一个统一的构造走向内 (图 2)。Washita 谷断层是该区主要的地质构造。和该断层保持始终如一之联系的构造是其西面的 Eola 倒转向斜和其东面的 Washita 谷倒转向斜, 这两个向斜开始时可能是同一个向斜。岩浆岩见于西阿巴克尔山脉中部的 Washita 谷断层南边的一个高的断块上和 Eola 油田南边的 Robberson 地垒。

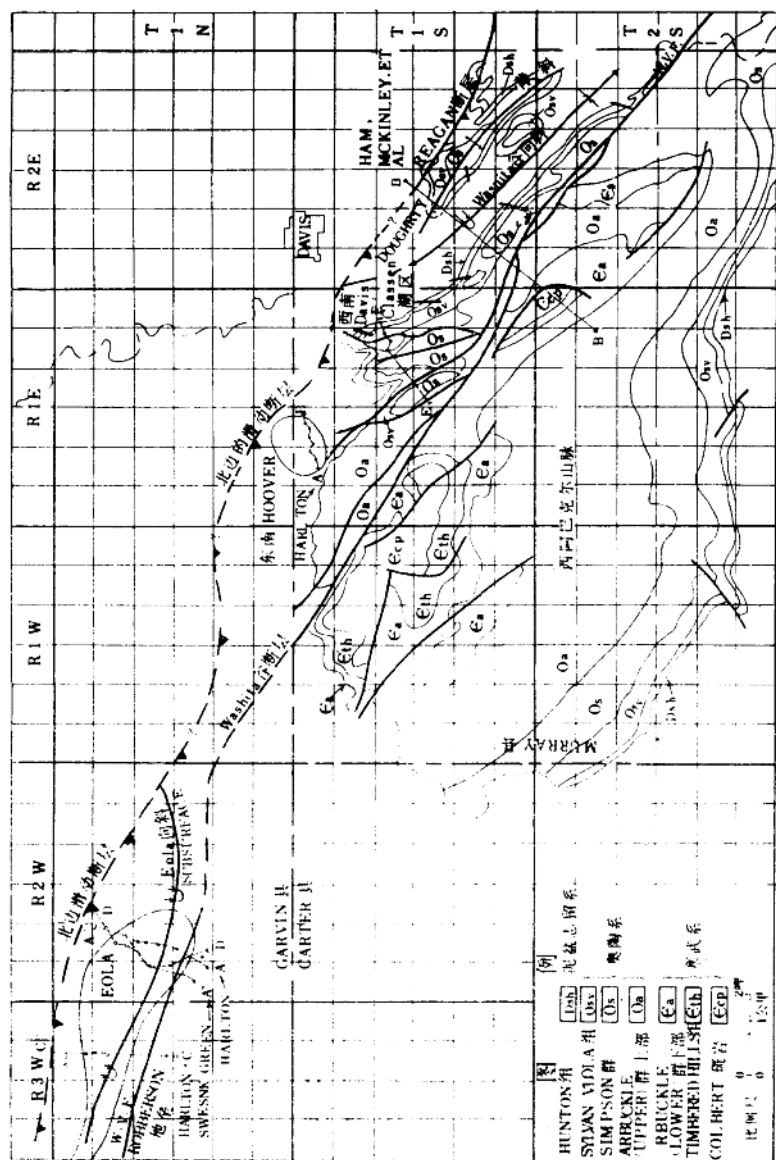
西阿巴克尔山和 Eola 地区的地质特征相似, 对造山力的反应也相似。三个油田的电测井曲线的关系提供了表明有大规模的重力滑动逆断层存在的横断面的依据。在滑动断层的前锋可见地层多次重复, 沿拖曳端可见下切的延长断层。断层在成因上与特定的

(1) 这里所说的区系指公里座标网区, 每个区的长度和宽度均为 6 哩 (10 公里), 面积 100 平方公里——译者注。

地层层位有关。由于在油井的较深部几乎没有见到断层的切割现象，因此过去人们认为断层在深处是直立的。另一种解释是断层在深部与层面融为一体，因而无法辨认。

电测井资料表明在滑动作用发生时地层近于水平，随后的造山作用使地层和滑动断层褶皱成平卧向斜。

西阿巴克尔山脉（特别是 Classen 湖区）的航空照片和地表地质资料支持了滑动断层的解释。这里，一个独特的构造事件系列使整个滑动断层褶皱到现在的位置，以致滑



动断层以“侧面图”的形式展现在人们眼前。

在阿巴克尔山，有两种基本的构造形变类型。在古生代地层复盖在大的花岗岩岩体之上的地方，褶皱平缓。在研究地区东面的东阿巴克尔山，复盖在 Tishomingo 花岗岩体之上的沉积岩提供了这方面的例证。在古生代地层复盖在 Colbert 斑岩的流纹岩之上的地方，褶皱为紧闭褶皱，通常是倒转的（Ham, Denison 和 Merritt, 1964）。因此可以推测在厚度很大的 Colbert 斑岩之下可能没有花岗岩基底。研究区的大部分地下有 Colbert 斑岩，在那里古生代地层褶皱为紧闭褶皱，这与弱基底的解释相吻合。

总 论

Washita 谷断层走向北西西，它把阿巴克尔山一分为二。Ham (1954) 认为该断层为左行剪切断层，断距约 3 哩（5 公里）。Tomlinson (1952) 讨论了该断层的许多异常特征及沿断层的不规则的多变的位移。他还在该断层上发现了相反的倾向，这使他该断层的扭曲形状比作飞机螺旋桨的形状。Dunham (1955) 从东向西追索该断层时发现该断层有许多较小的分支断层，这些断层可延伸到 Classen 湖区（图 2）。

Washita 谷断层开始时可能是随南俄克拉何马断陷槽的演化而产生的若干裂谷断层之一。该断层的西段从晚寒武世到密西西比纪为活动的正断层，南盘上升，北盘下降。在宾夕法尼亚世中期或更早，该区为大规模的重力滑动区，重力滑动从位置较高的断盘开始，穿过 Washita 谷断层到位置较低的断盘。在宾夕法尼亚世晚期，强烈的挤压作用使该区地层褶皱成同斜的倒转向斜，使高角度的正断层弯曲，倾向变成与原来倾向相反，局部呈弯曲状，使较高的断盘向北逆冲。

起初，几乎没有能够证明该区从寒武系到密西西比系岩层中有任何活动断层的直接证据，也没有把在阿巴克尔山脉发现的极少量角砾岩同重力断层联系起来。由于基底岩层卷入变形，表层的构造活动证据显然又是缺乏的，故在过去人们认为该区没有重力滑动作用，或至少是尚无发现。

几种因素可能掩盖了重力滑动的证据。第一，阿巴克尔山被剥蚀成高差很小的丘陵，消除了高山上能够显示复杂的地质现象的大崖面。第二，后期的形变可能把较早的滑动掩盖掉。第三，人们习惯于把断层单一归类，而不是复合分类。

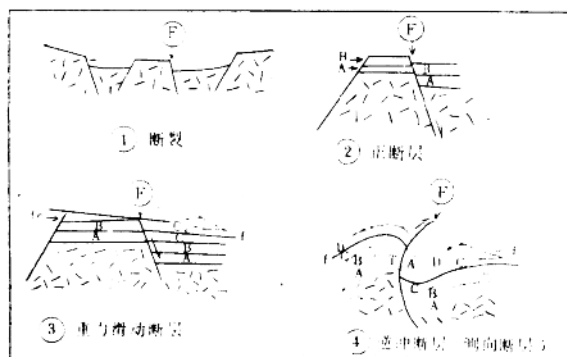


图 3—F 断层在它的发展阶段中 5 种可能的名称。

有些断层是很难分类的，因为它们在演化的不同时期产状各异（图 3）。在图 3 中，假设的断层 F 开始时为裂谷，逐渐演变为正断层，以后又变为重力滑动断层，最后经过倒转演变为逆断

层,或许还伴有侧向或走向滑动位移。在图3的第4图,由于前三种断层类型均存在,加上最后的逆冲和侧向运动,因此,用一个单一的断层名称来命名看来是不合适的。如果该图代表一个实际的野外情况,那么该断层的名称将取决于所观察的地质部位,即在上半部为逆断层,在下半部则为正断层。还有一种倾向是把断层的分类与所研究的断层的最后一次活动相联系,因为最后一次活动的形迹保存最完好。

有些断层的分类是和它们所在岩层的产状有关。例如,一个擦痕面水平的直立断层位于小倾角的地层中时,它可能被解释为侧向断层。但是如果地层也是直立,且和断层平行时,则断层既可解释为侧向断层,也可解释为形成在水平的岩层中,后来被褶皱成直立的顺层断层。

区分挤压产生的逆断层和重力滑动产生的逆断层所必需的观察研究一般是难于进行和解释的。可用于支持一种断层的证据同样也可用于支持另一种断层。作者认为挤压逆断层作用通常在区域上较高的地方产生逆冲构造。在构造位置相对低的地方出现的众多的逆断层则可怀疑为重力逆断层。在后一种情况下,以下几点是地层中存在有重力滑动的证据:(1)许多断层与地层层面平行或小角度相交;(2)断层从页岩层进入到较硬的地层又回到页岩时产状折曲变化;(3)从一个单独的或基本的断层演化为许多分支断层;(4)表示微量运动的小型层间构造(一般只能在露头上看到);(5)限于一定层位内或与一定的层位有关的地层重复;(6)即使高密度的钻井控制似乎也不该出现的地下断层;(7)钻井中地层的重复,通常出现在重复的较硬岩层的顶部或底部的页岩层中;(8)与层面平行的异地撕裂带(Rip-up zones)或构造角砾岩带,它们表示断层沿层面滑动。

地 层

图4为本区有关三个油田的综合地层柱状图和Dunham(1955)所绘制的Classen湖区地层柱状图。Vanoss砾岩和Eola砾岩可能是同一种砾岩,但前者是真正的砾岩,而后者具备伴有岩屑扇、转石带和几种角砾发育的巨大滑坡的许多特点。构造位置较高的Classen湖区缺失Goddard组和Springer组地层。在这个缺乏之上发育有Deese底砾岩,它记录着西阿巴克尔山的原始构造脉动(Dunham, 1955)。Deese底砾岩含有Sycamore组、Woodford组、Viola组、Simpson群和阿巴克尔群等地层的巨砾和大砾。

阿巴克尔群的Kindblade组地层的近顶部有一段地层中含有构造角砾岩,这个层位很重要。这种角砾岩被认为也出现在Eola油田的少量钻井中,但是由于Eola(Pontotoc)砾岩的许多性质与构造角砾岩相同,因此,钻井中的角砾岩是否是构造角砾岩还很难说。事实上,Eola砾岩含有巨大的角砾,在有些地方,角砾的时代间隔很大,从早古生代到宾夕法尼亚世。在所谓的Pontotoc阶地,Eola砾岩所含砾石的可鉴定层位有Sycamore组、Woodford组、Sylvan组或Viola组,这说明滑动的规模相当大。

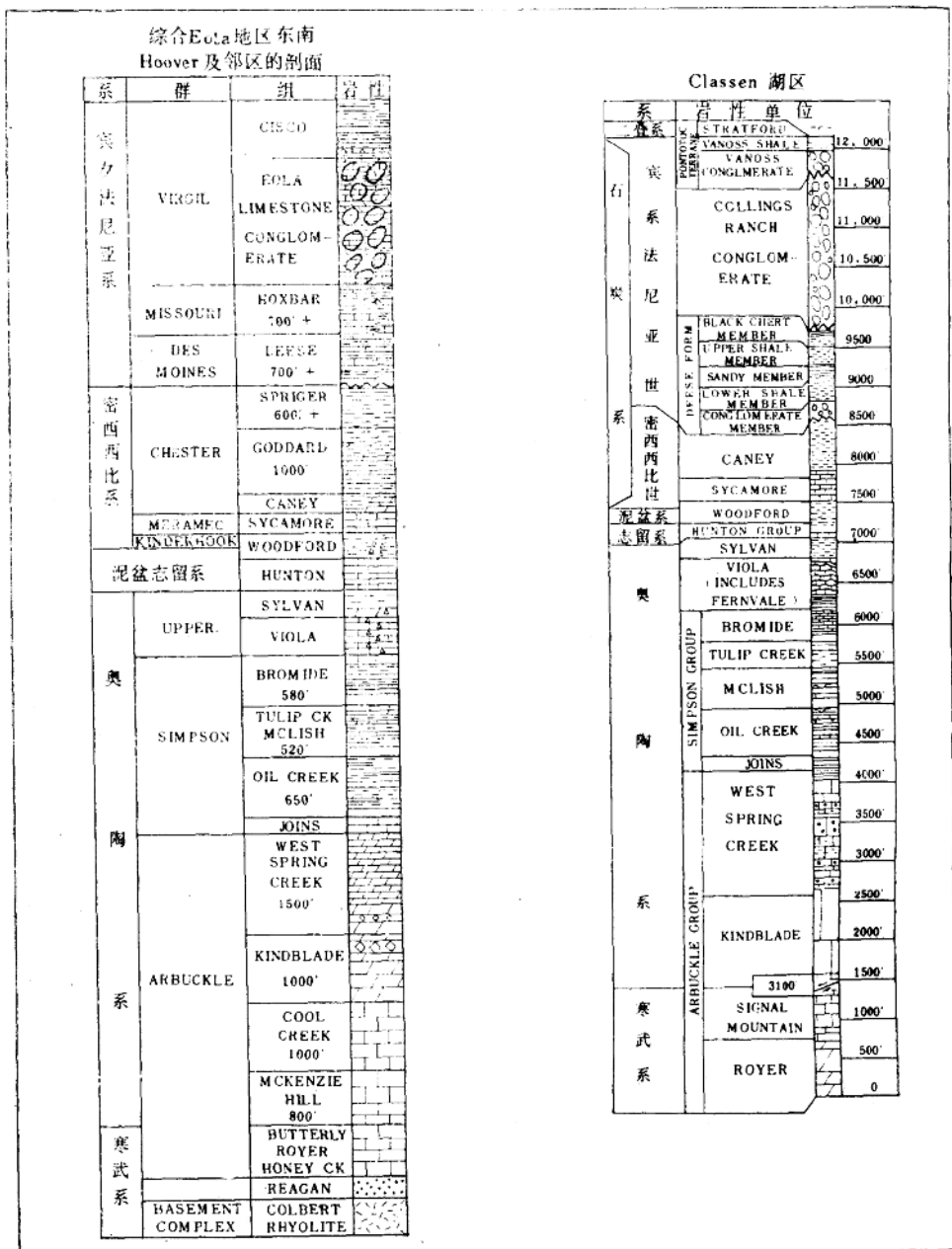


图4 西阿巴卡尔山脉及邻区综合地层柱状图(厚度单位为呎)。Classen湖区地层柱状图据Dunham(1955)。