

青海柴达木盆地尕斯洼陷的 地震活动与发震构造

贺明静

(陕西师范大学地理系)

尕斯洼陷在青海省柴达木盆地西南部,地理位置处于青海省西北角与新疆交界地段。当地海拔较高,气候干旱,严冬,除了地质勘探和矿藏开发人员外,别无居民,交通偏僻,缺乏人类。因而,历史地震活动情况无从了解。

1954年以来,大规模的长期的石油地质勘探和矿产开发,使这里成为柴达木盆地一个重要的勘探,开发基地。有记录的地震活动显示出这里是一个地震活动比较活跃的地区。1960年到1980年,共发生 $M_s \geq 8$ 级地震十一次,其中 $M_s \geq 4$ 级地震八次, $M_s \geq 5$ 级地震三次。1977年1月2日在洼陷东北部发生的一次6.4级地震,震中烈度达到Ⅷ度,地面出现一条20余公里长的地震裂缝带,五十年代和六十年代建筑的简易住房(干打垒)全部倾地,只有砖砌的烈士纪念碑幸存下来。自此以后,地震活动更加频繁,四年之内, $M_s \geq 8$ 级地震共计八次。近几年来,一些地震科学工作者认为这些地震活动是阿尔金地震活动带的一部分。

笔者从1954年起,在本区参与石油地质勘探和开发工作十余年。今年以工作之便,陪同我校地貌专业几名研究生进行地貌与第四纪地质实习和路线考察。在当地继续工作的一些老同事介绍下,对于本区地震活动的震害遗迹作了一些了解。认为尕斯洼陷近几十年来的地震活动是这个小型洼陷内部局部构造所控制,发震构造应为油砂山背斜褶皱南翼的大型逆掩断层,这是一条北西——北西西走向的构造带,而与北东—北东东向阿尔金山断裂带不同。

一、区域地质构造背景

柴达木盆地是印支运动以后逐渐发展起来的大型山间盆地。

印支运动使祁漫塔格山、可可西里、唐古拉山以至青海南山褶皱、隆起,自此以后,海水向南退至藏北地区。侏罗——白垩纪时期,沿目前柴达木盆地北缘,出现一系列断陷盆地,自西而东,如格斯、红柳沟、清水河、红水河—采石岭、小深山、昆仑依、赛什腾、鱼卡、乌海、大红沟、红山、德令哈等,在这些断续分布的封闭盆地,初期断陷速度较大,多处形成暗色生油、生煤的陆屑沉积。中——晚侏罗世以后,断陷速度减弱,多形成红、绿间的河、湖相沉积,向上红层增多,岩性变粗。各盆地沉降速度不一,沉积厚度自200—2000米。部分盆地在中生界地层剥蚀面上还不整合地覆盖有古—始新世充填型红色粗屑沉积,厚度700—1000米。

柴达木盆地整体陷落的时间则在渐新世,即在印度次大陆与欧亚大陆相接而发生碰撞以后,青藏高原开始隆起时,柴达木才形成大面积内陆湖盆。盆地的沉降和沉积中心,自西北向东南逐渐迁移,由于不同地质时期的沉降中心和沉降速度不同,新生代总的沉积厚度最大的范围在红三军界至鄂博

梁Ⅲ界一带,盆地基底最大埋深在15公里以上。而现代沉降中心偏南,以台吉乃尔,达布逊,霍布逊等三湖地区为中心。其它地区大多于第三纪末或第四纪初,经褶皱形成隆起。

根据钻达基岩的石油探井和地球物理资料,盆地的基底结构虽不均一,盆地东部以晚元古代结晶变质岩为主,由于酸性-基性岩浆活动较强,高强度、不规则的磁力正异常较多。盆地北部为下古生界变质岩系,航磁表现为条带状负异常,走向北西,盆地西部则以古生代褶皱为基底,岩性变化大,变质程度不深。

盆地新生代盖层褶皱和断裂构造的格局,除了基底构造线与活动性的控制作用外,周缘褶皱山系的构造线与构造活动有着重要意义,特别是盆地西部,受阿尔金断裂带长期的左旋走滑构造活动的控制,形成明显的扭动构造形迹。背斜褶皱成带成行,且成斜列形式,形成与阿尔金断裂带相斜交的北西向反“S”形褶皱带。自北而南如:

红沟子,黑梁子,尖顶山背斜带

咸水泉,南翼山,油冬子背斜带

干柴沟,油泉子,开特米里克背斜带

狮子沟,油砂山,南北乌斯背斜带。

各背斜带之间,向斜多为鞍状或隔槽式,大型断裂带也平行地以北西-北西西走向为主,如狮子沟-油砂山南翼大断裂,油泉子轴心大断裂等。这些断裂带往往是次级构造单元的边界。狮子沟-油砂山南翼大断裂就是背斜带与尕斯洼陷的分界。具有走向稳定,断距大,地貌标志明显,现代活动强烈的特点。

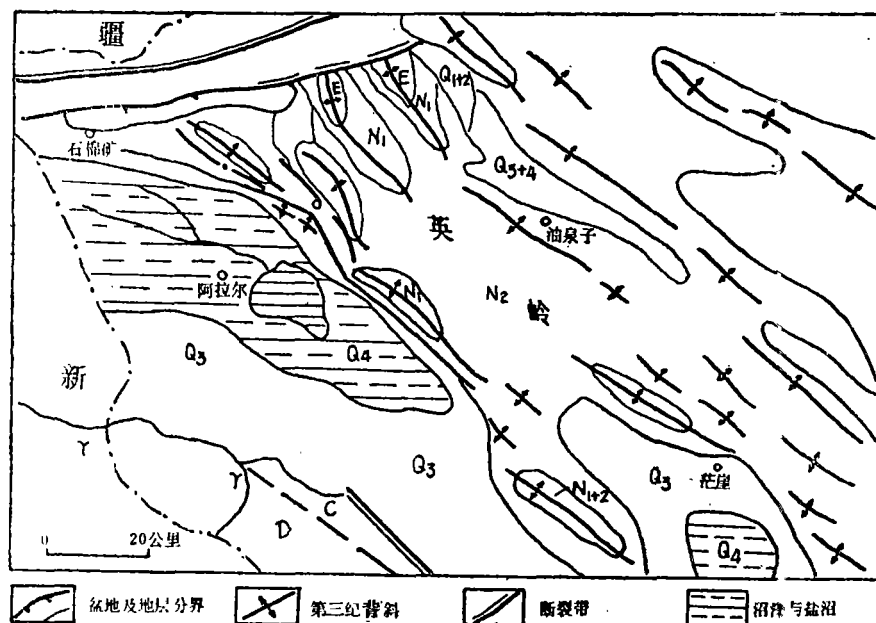


图1 尕斯洼陷附近地质构造略图

二、地质构造与地震活动的关系

尕斯洼陷北侧狮子沟,油砂山背斜带是第三系地层组成的大型背斜褶皱,面积分别为170、500平方公里。褶皱明显,植被缺乏,地层裸露,构造的力学特征具有一定的典型意义。背斜轴向均呈弯曲

的反“S”形，自西而东，轴向由北西—北西—北北西—北西西扭曲，在轴向变化部位出现闭合的“高点”，如狮子沟构造自西而东为狮子沟、花土沟、游园沟高点。各高点闭合面积不大，背斜东北翼缓（十余度至二、三十度），西南翼陡（由五、六十度至直立，油砂山西北翼出现倒转）。背斜轴心部分断层发育。

以油砂山构造为例，构造隆起的最高部分在背斜西端（油砂沟高点），高点受北东、北西两条共轭破裂的正断层的切割，东盘上升，油层裸露，形成有名的油砂山；西盘下降，大部分油层未经剥蚀，即今油砂山的浅油藏。在油田开发区的地面上，明显有两组地面断裂。一组是走向北东的正断层，断距不大（几米至十几米），西倾、正断、倾角陡（ 70° — 80° ），延伸数百米至1—2公里，向两翼尖灭，向下断距变小，可能是背斜弯曲发生的脆性引张破裂；一组是走向北东的逆断层，油田范围出露清楚的只有中128井到中27井之间的G断层。特点是断面倾向北西，倾角 50° 左右，断面弯曲，走向有变化，延伸较长，断层两侧地层的岩性有变化，东南细而西北粗，厚度则向西北增大，可能在沉积作用时就已形成，断距50—80米。

断距最大的是油砂山背斜西南翼的走向逆掩断层，断层发生西南翼地层倒转部位，根据1957—1958年所钻的砂中₆井和砂深₃井等石油探井，逆掩断层倾向北东，倾角 40° — 50° ，断层带宽度80—120米，地层断距在2000米以上。在构造上是狮子沟—油砂山背斜带与尕斯洼陷的分界，地貌上是冲沟深切，悬崖壁立的山地丘陵与滨湖戈壁平原的分界，断层两侧地貌的强烈对比反映了断层垂直差异活动

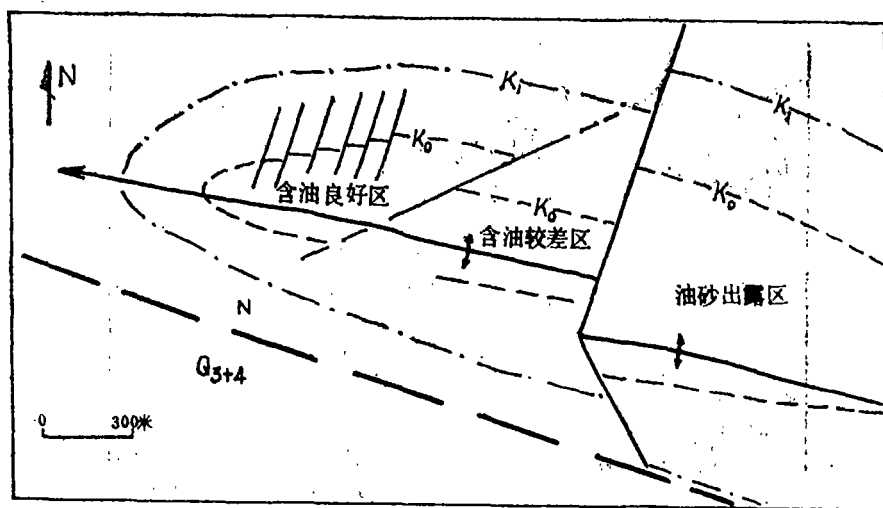


图2 油砂山背斜油砂沟高点西部断裂分布图

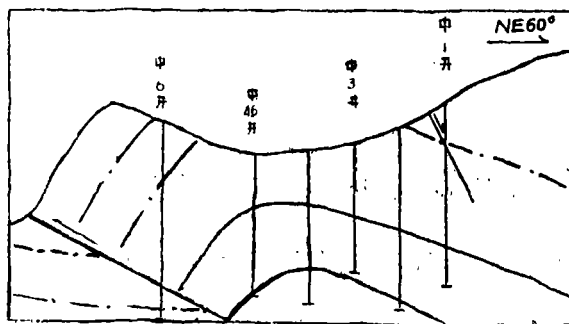


图3 油砂山背斜横剖面图

在目前的强烈程度。由于沿断层带的崩塌覆盖,断层带在地表未出露。这一隐伏断裂带在重、磁力等地球物理场上有明显的显示。近期几次地震活动的宏观震中,地震裂缝带和极震区长轴也都与这条断裂带符合。同时,地球物理和地质,地貌资料也证明这条断裂带是由几条相互斜列的北西向断层组成的,并不是一条走向稳定,延续不变的单一断裂,因而使七个泉、狮子沟、油砂山以及东柴山等背斜褶曲也成斜列式分布。大乌斯以东,断层在地貌和地球物理场上无明显的反映,有记录的地震活动也明显减少。

根据影响较大,时间较近的几次地震考察,震中位置、极震区方向、地震裂缝的产状和延伸方向等,都表明尕斯洼陷近年所发生的地震活动与这条断裂带有关。

例如1977年1月2日6.4级地震(宏观震中在北纬 $38^{\circ}04'$,东经 $91^{\circ}04'$),极震区位于油砂山背斜西部倾没端至七一沟之间,烈度为Ⅷ度,砖柱木框架土坯平房全部倒毁,地面出现裂缝。等震线长轴与山地一戈壁分界即逆掩断层距地表最近处的位置和走向都是一致的(图4)。

1979年12月2日发生的5.6级地震,震中烈度Ⅶ度,极震区位于油砂山—狮子沟构造之间鞍状向斜(建设沟,到花土沟交点之间,等震线长轴位置和方向则与花土沟—游园沟两高点西南翼与戈壁砾石平原交界线一致,呈北北西向。

特别是1977年6.4级地震在油砂山背斜西南翼所造成的地震裂缝,据青海石油管理局参予调查的地质人员介绍,裂缝带长20余公里,正好位于丘陵山地与戈壁交界,裂缝走向北西西,倾向北东,上盘向西南方向仰衝,错距十几厘米,应属逆断层性质。与背斜带西南翼的逆掩断层有着密切的关系。

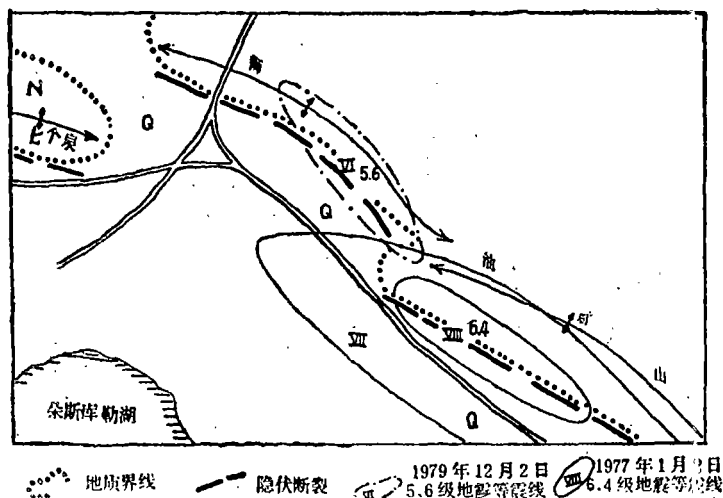


图4 尕斯洼陷两次地震等震线图

据青海省地震局对1977年1月2日6.4级地震所作的震源机制解,认为发震断层的走向应为 283° ,倾向北东,倾角 41.5° ,属逆断层。断层面解的资料与油砂山西南翼隐伏大断裂完全一致。主压应力的方向应为北北东向。

三、尕斯洼陷地震活动与柴达木盆地地震活动的关系

柴达木盆地无历史地震活动的记载,但从卅年代以来的地震记录看,盆地地震活动还是比较强烈的。其中如

1937年都兰附近的7 $\frac{1}{4}$ 级地震,震中烈度达到X度,这是盆地有记录以来最大地震。

地震震级大于或等于6级的地震还有:

1952年10月6日乌图美仁附近的6级地震；

1962年5月21日霍布逊湖附近的6.8级地震；

1977年1月2日油砂山附近的6.4级地震等。

根据《中国地震目录》与青海省资料，盆地自卅年代至今，共记录了 $M_s \geq 3$ 级以上地震53次，其中 $M_s \geq 4\frac{1}{2}$ 级地震43次； $M_s \geq 5$ 级地震25次。

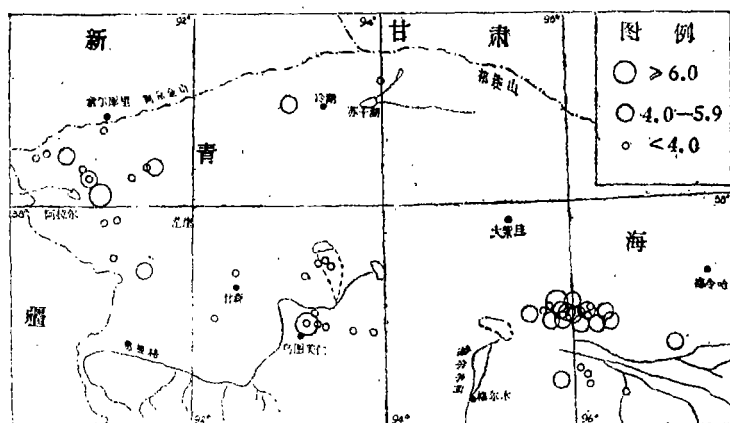


图5 柴达木盆地地震(1932—1979)震中分布图

图5表明：

1. 柴达木盆地地震活动主要集中在盆地南部，即第四纪沉降速度较大的地方。其中，第四纪沉降幅度最大(2800—3200米)的三湖洼陷区地震活动频度最高。

2. 地震活动的震中分布和地震等震线长轴方位等同样表明了当地主要构造线的走向与震中分布的一致性。

3. 尕斯洼陷的地震活动主要与狮子沟，油砂山西南翼，与尕斯洼陷之间地质、地貌分界线的隐伏断裂有关。随着断层带向东南方向上地质—地貌标志变得不明显以后，大乌斯至甘森之间，地震活动极少。因而，这个隐伏断裂的延伸长度可能不超出东柴山以东，即尕斯洼陷的范围。和三湖地区断裂带在构造上不一定有直接连系。

4. 三湖地区的地震震中分布，集中在现代沉降中心线南北两侧。此带即涩聂湖—霍布逊湖一线，大体沿现代三湖沼泽带北缘，南带在乌图美仁至诺木洪一线。而尕斯洼陷的地震震中则仅分布在洼陷北缘一线，洼陷南缘没有明显的地震活动，两个洼陷的地震活动在平面分布上是不相同的。

根据地球物理资料的解释，尕斯洼陷是一个新生代独立的小型沉降中心，重力线在东柴山一带闭合，而与三湖洼陷地区相隔有黄石—红盘隆起带。两个洼陷在第四纪期间的构造活动也有很大的区别。

1. 尕斯洼陷早一中更新世时堆积了洪积—冰水相七个泉砾石层，厚度数十米至二百余米。中更新世末，受轻微褶皱，分布在第三系地层组成的背斜倾没部分，与上覆晚更新世地层呈交角不整合。

三湖洼陷第四纪以来，连续沉积，更新世地层在纵向上虽然有岩性，生物种属和生态的变化，反映了沉积环境的气候，水文条件的改变，但在沉积上一直是连续的。大型平缓褶皱活动几乎影响到整个更新世沉积。

2. 尕斯洼陷的第四系地层总厚度只有600余米，而三湖洼陷第四系地层厚度三千米左右。反映了在同一时期相差很大的沉降速度。

3. 地震活动的强度和频度方面，三湖洼陷也明显地强于尕斯洼陷。可见柴达木的地震活动主要是第四纪以来垂直差异升降运动的结果，因而受制于当地局部构造的控制，并不直接受阿尔金断裂带大

区域走滑运动的影响。

四、几点认识

尕斯洼陷是柴达木盆地目前石油勘探和开发的重点地区,又是青海省与南疆交通必经之地,七十年代以来不仅发生了多次地震活动,而且造成了比较严重的破坏。因而引起人们的关切和注意。根据现有地震活动和当地地质构造的特点,笔者认为:

1. 尕斯洼陷的地震活动是洼陷本身的构造活动的反映,主要发震构造应为北西—北西西向狮子沟—油砂山南翼逆掩断层,与北东向阿尔金山断裂带的构造活动没有直接联系,也没有发现二者有同步活动的现象。

二、尕斯洼陷的地震活动和柴达木东南三湖洼陷的地震活动都发生在第四纪垂直差异活动比较强烈的地带。但是二者在构造上没有共同的直接联系。无论在强度和频度方面,尕斯洼陷的地震活动都低于三湖洼陷。

3. 尕斯洼陷的地震活动有逐渐向北西方向迁移的趋势,对于红柳泉、七个泉、狮子沟之间的三角地带应当予以充分注意。

4. 从油田基地的实际情况出发,应以低层平房建筑为主,并且注意在松散砾石层地区的地基处理,特别是地面水渗、漏问题。工程和民用房舍户尽量布置在地形开阔的地方,远离该大断裂的通过位置。

文内所用资料和数据均是石油部门一些老同志介绍,表示感谢。