

甘肃玉门油田的现代隆起

杨运来 贾文山

(国家地震局第二测量大队)

我国著名的甘肃玉门油田自开采以来,曾发生过地震也发生过滑坡现象,为监视该区的地壳运动,国家地震局第二测量大队自1970年起在该区布设有玉门市环、老鸭支线等进行垂直形变测量,并于1973年、1979年、1980年进行了重复测量。测量的结果表明,该区垂直形变表现为上升趋势,局部地区隆起显著。本文根据我们的现场调查和实地考察对油田隆起的原因作一些探讨。

1. 垂直形变网控制区概况

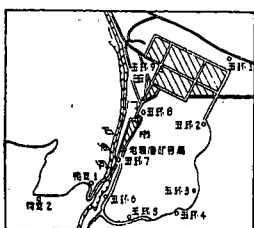


图1 形变点布设图

该区垂直形变网主要由玉门市环(21.7^{KM})、老鸭支线(5.1^{KM})组成,控制区域约30平方公里(图1)。控制区处于西北戈壁荒滩和祁连山北缘山前隆起形成的丘陵低山带。老君庙矿务局以北为向北缓慢倾斜的戈壁,以南为丘陵低山区,再往南是祁连山。

该区是酒泉盆地一部分,地质构造上属走廊拗陷带。西部走廊拗陷带为一南深北浅的盆地,它自南向北又分为三带,即前山带、中央拗陷带和北部单斜带。垂直形变网控制区在前山带,主要属早更新世强烈断陷,晚更新世褶皱隆起和早、中更新世强烈拗陷、晚更新世隆起两个构造单元。因此

此该区构造运动自晚更新世以来是属上升性质的。

垂直形变网控制区内的区域构造主要有一条北西西向的较大断裂(有称老君庙断裂)。

2. 垂直形变情况

垂直形变网采用玉门石油管理局1965年布设的水准测量路线改造而成,水准点为混凝土铁标志,一般深埋地下1.5米左右。各期测量成果符合国家一等水准测量规定要求,质量良好。根据该区构造特点,把水准测量路线重新统归成三条剖面线来剖析其垂直形变情况。

(1) 玉环1至玉环3自北向南测线(图2);

(2) 玉环9至玉环7自北向南的测线(图3);

(3) 玉环3经玉环7至鸭支2从东南—西北—西南的测线(图4);

从上面组成的三条垂直形变剖面线可看出该区的垂直形变特点如下:

(1) 自北向南隆起,设该区北面的玉环1和玉环9为稳定点,从图2和图3可看出地

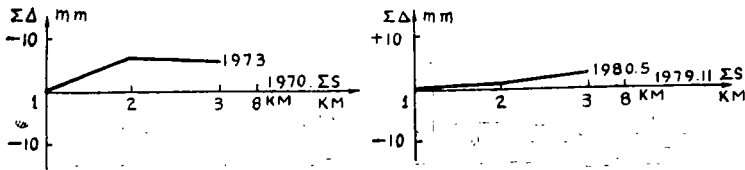


图2 玉环 1—3 (1970—1973) 垂直形变剖面图

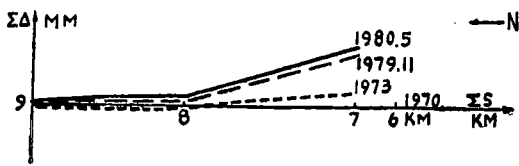


图3 玉环 9—7 历年垂直形变剖面图

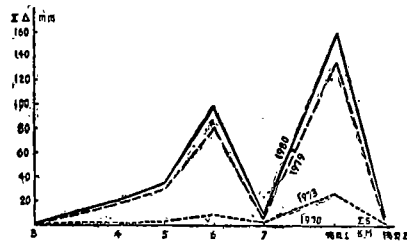


图4 玉环 3—7—鸭支 2 历年垂直形变剖面图

块向南以每年每公里约0.2~0.4毫米的速度抬升。

(2) 自东向西隆起, 从图4可知1970年—1973年每年的上升率为0.3毫米/公里, 1973—1979年每年约1.2毫米/公里, 上升速率加大。

(3) 自西南向北东方向抬升, 从图4可知, 鸭支₂至鸭支₁段1970年—1973年每年上升率为3.3毫米/公里, 1973年—1979年每年约9.0毫米/公里。

(4) 跨越主要断裂的测段形变较大, 显示出断裂南侧上升大, 北侧上升小; 1970年—1973年东端上升小, 西端上升大, 而1973年—1979年两端上升速率一致的特征。

测段名	时间	
	变化量(MM)	
	1970—1973	1973—1979
玉环 3—4	+0.9MM	+19.0MM
玉环 7—8	+4.7	+68.9

总括该区的垂直形变特征是, 水准路线控制区约30平方公里范围, 相对玉门市北部呈现上升的趋势。采油区外反映不明显, 十年间仅上升5~11毫米, 年度速率为1—3毫米。采油区内则表现为明显的上升, 其内的玉环4、5、6和鸭支₁各点上升幅度大, 1970年~1980年分别上升26、40、105、165毫米。在鸭支₁和玉环₂两水准点所在地形成2—4平方公里的异常隆起区。

3. 隆起原因初探

五次水准测量结果充分显示出玉门地区地壳运动表现为上升, 并在油田区形成显著的异常隆起。隆起反映了该区构造运动的特点, 更显示了油田注水采油的结果。

(1) 隆起是该区构造运动特点的反映 垂直形变控制区地质构造上属于早更新世强烈

断陷,晚更新世褶皱隆起和早、中更新世强烈拗陷,晚更新世隆起的两个构造单元。从构造活动性来看,该区现今仍处于继续隆起时期。几次复测结果反映该区相对北部处于上升的趋势,这可能是该区继承性运动的反映。从若干个水准点近十年变化情况,估计该区属于正常的构造上升,速率为1—3毫米/年。

(2) 注水采油引起的油田异常隆起 油田内的水准点都表现为上升,而且与油田外的水准点比较都显示出很大差异。例如,油田内的玉环4、5、6和鸭支₁十年间上升幅度为26、40、105、165毫米。这显然不是纯构造运动所至,经调查与采油区的注水采油密切相关,注水引起的局部隆起迭加在构造运动之上,由于注水引起的隆起量大,因而形成油田异常隆起。

玉门油田的含油层是低渗透性的,剖面连续含油的块状砂岩体,又是裂缝—孔隙性油层,普遍发育着水平或垂直两组裂缝。油田采油主要采用注水驱油的方法,而一般又都采用一个区块一个区块,一个井组一个井组地强行注水和压裂相结合来提高产油量,因而在不同的油井区形成不同的井下压力。另一方面,为了堵塞一些裂缝和截断不必要流水方向,还需在高压下强行注入石灰水、砂或水泥浆等一些带固体的物质,而这些物质都有凝固占据一定体积的特性。这些油田的采油过程都可能引起油田的地表异常隆起。

(3) 注水采油引起的油井周围的锥形状隆起 根据美国原子能委员会橡树岭试验场处理放射性废物的情况报导,在页岩构造地区,通过一口832英尺深的井强行注入放射性废物后,测量结果表明,在注井周围形成锥形状隆起,隆起量达14.8毫米,隆起量与注入地下的物质量成正比,根据公式计算隆起的体积与注入地下物质的体积大致相等。

玉门油田的复盖层一般都是砂砾岩或粉砂岩组成,结构较紧密。含油层的封闭又较良好。注水井或抽油井的深度一般为300—500米。许多情况与上述橡树岭试验场有类似的地方。因此在加压加量的注水情况下有可能在注水井周围形成锥形状隆起。例如,隆起量最大的鸭支₁附近就有口注水量逐年加大的注水井(212注水井),1969年开始提高注水量,由日注60吨逐步提高到1974年的日注100吨,1975年提高到150—170吨/日,而后又提高到230吨/日。因此鸭支₁上升量由1970—1973年的9毫米/年到1973—1979年的15毫米/年和1980年的52毫米/年。因此油田内,由于注水采油可能形成许多大小不等的锥形体隆起。油田内各水准点上升量的差别可能就是不同锥形体隆起的反映。

4. 结束语

甘肃玉门油田隆起已由多次水准测量结果证实,隆起反映了该区构造继承性运动,又与油田注水采油的过程有关。根据地震目录统计,祁连山褶皱带内的地震活动性本世纪以来仍相当强烈,它们大部分集中在走廊拗陷带南北两侧大断裂带的一定位置上。其中发震的地质条件之一是大断裂带上近期构造运动强烈的地区。玉门油田的现代隆起有属构造运动的因素,它部分地反映了祁连山北缘大断裂近期活动的情况,可作监视该断裂活动的实验场,若今后仍保持上述的形变特征,应引起重视。注水采油引起的油田异常隆起也可能产生局部构造运动,尤其是会引起老君庙断层的错动或滑动,从而引起局部的地动或滑坡现象。1970年的滑坡现象就是发生在鸭支₁和玉环₁间的石油河右岸一侧,据初步推测,可能是由于玉环₁和鸭支₁相对玉环₁上升强烈,造成重力滑坡的结果。注水采油引起的油井周围锥形体隆起是地表反应,按目前的上升速率不致造成恶果,然而应在现场作试验给以验证。

(本文1981年元月8日收到)

参 考 文 献

- [1] Emery, I Balazs, Measurement of Small Vertical Crustal Movements by Precise Leveling at a Hydrofracture Radioactive Waste Disposal Site, Surveying and mapping, Vol.34, №. 3, 1974.

UPHEAVAL OF YUMEN OILFIELD IN GANSU PROVINCE

Yang Yun-lai Jia Wen-shan

(The Second Geodetic Survey Brigade, State Seismological Bureau)