

18-25

P315.7

1990年青海7.0级地震命名与地震前兆

杨明德 江志萍

(青海省地震局, 西宁 810001)

郭永霞

(国家地震局兰州地震研究所, 兰州 730000)

文有才

(青海省地震局, 西宁 810001)

摘要 较详尽地阐述了共和7.0级地震应更名为兴海地震的理由, 介绍了这次地震前出现的地下水、形变、地震活动性、气象及动物习性等地震前兆异常, 最后就震时极震区出现的现象等问题阐明了作者的见解。

主题词: 青海, 地震预报, 地震前兆, 兴海

地震命名

1 1990年7.0级地震的命名问题

1990年4月26日青海省海南藏族自治州兴海县河卡乡(36°01'N, 100°05'E)发生了 M_s 7.0地震, 由于极震区人烟稀少, 损失不很严重, 但位于其北7 km处的塘格木农场成了一片废墟, 损失极为惨重。地震后的几年来, 几乎所有的地震文献均将这次地震称为共和地震, 这是由于极震区人烟稀少, 震后的现场考察未找到实际宏观震中, 根据受损最重的塘格木农场的破坏情况圈出九度等烈度线^[1], 将九度区的几何中心(36°05'N, 100°05'E)确定为本次地震的宏观震中(图1), 塘格木位于共和县与兴海县交界处的共和县一侧, 因此称这次地震为共和地震。

实际宏观震中在兴海县河卡乡红旗村牧业点, 位于共和地震震中之南约7 km处。该宏观震中与发震断层在1994年1月3日兴海 M_s 6.0地震考察中才发现。野外现场考察结果与等震线展布形态、地裂缝带分布等均表明^①, 6.0级地震与7.0级地震均发生在共和盆地南缘隐伏断层的同一构造部位, 两次地震震中几乎重合, 但地裂缝规模差异甚大。7.0级地震裂缝宽30~50 cm, 而6.0级地震裂缝仅宽数厘米; 两次地震的裂缝新旧程度不同, 能完全区分开。共和盆地南缘断裂西起茶卡盐湖南, 经塘格木盆地边缘, 终止于茫拉河谷, 走向310°左右, 南升北降, 显示左旋走滑性质。7.0级与6.0级地震均发生于该断裂与北北西向隆起构造带的复合部位。全新世以来北北西向隆起构造强烈挤压, 造成该断裂左旋走滑运动在复合部位受阻^[1], 这是上述两次地震发生的主要构造特征。

据对6.0级地震的考察结果, 最高烈度Ⅷ度区位于兴海县境内, 发震断裂附近十余户民房是7.0级地震后重建的砖柱土坯房, 地震时遭到毁坏或严重破坏, 而塘格木地区同类民房在

本文1997年2月17日收到。

第一作者简介: 杨明德, 男, 1942年生, 高级工程师, 从事地震预报研究工作

① 青海地震局, 共和1994年1月3日6.0级地震考察研究报告, 1994。

6.0级地震时的破坏则显得轻一些.另外,两次地震的等烈度线除最高的两度外,其余基本相似,表明烈度的衰减相似.6.0级地震震中距兴海县城49 km,而距共和县城56 km,按照我国地震的命名原则应定名为兴海地震.7.0级地震与6.0级地震震中重合,故1990年青海7.0级地震的命名应由共和地震更名为兴海地震.

2 兴海7.0级地震前兆^②[5]

1990年兴海7.0级地震之前,震中区及附近地区出现了大量微观和宏观前兆异常.由于震中西南人烟稀少,且前兆监测台站集中分布于震中东北人口稠密区,故大部分前兆分布于该区(图1).

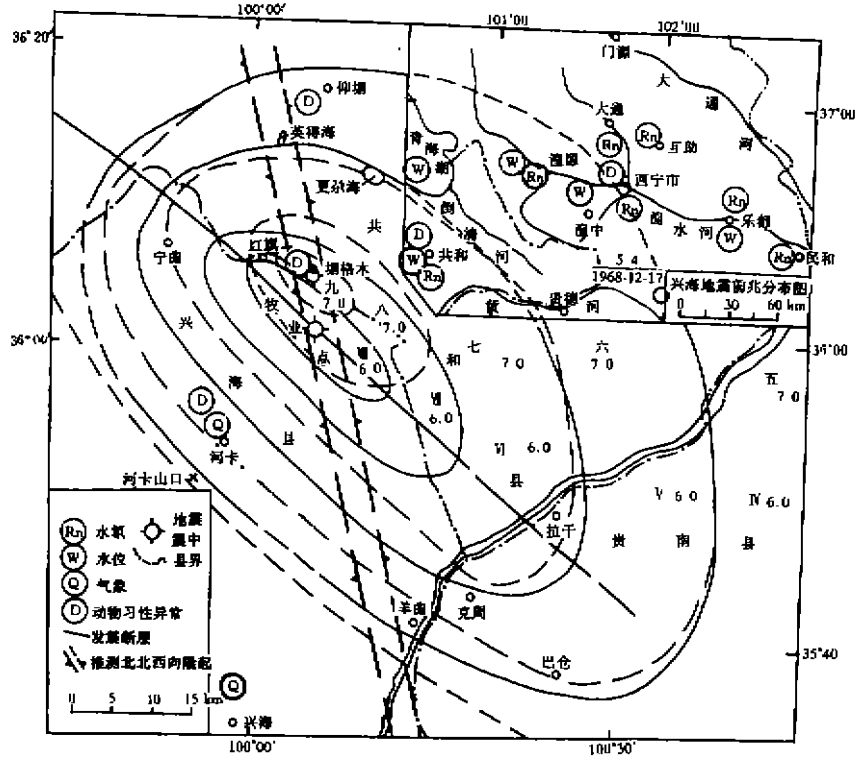


图1 兴海7.0级地震等烈度图(虚线)与地震前兆分布图
(实线为6.0级地震等烈度线)

Fig.1 Seismic intensity and isoseismic line of the Xinghai M_S 7.0 earthquake
(dash line) and distribution of seismic precursors.

2.1 水氧异常^[4]

在震中周围250 km范围内共有8个水氧测点,它们是共和、湟源、西宁、长宁、贵德、互助、乐都及民和.兴海7.0级地震前这些测点氧值分别出现1~5年的趋势性上升异常,震前数月到1年半氧值下降,部分测点临震前氧值略有回升,其中湟源水氧异常形态最完整(图2).

湟源水氧测点位于震中东北122 km处,取样水点为波航乡泉湾裂隙水下降泉,水温

② 杨明德,中国兴海7.0级地震前兆.第三届中国-哈萨克斯坦国际地震学术讨论会报告提纲.1996.73~75.

5.8°C, 流量 1 升/秒左右, 正常氡含量为 60 Bq/L 左右. 该测点氡值在 1983 年底以前出现过一次高值异常, 1983 年底至 1984 年初氡值下降到 66 Bq/L 左右, 略有回升时在距湟源台 128 km 处发生了 1984 年 2 月 17 日祁连默勒 M_s 5.1 地震. 此后氡值继续上升, 1986 年 2 月月均值达 81 Bq/L. 然后出现下降趋势, 1986 年 8 月 26 日发生了门源 M_s 6.4 地震 ($\Delta = 120$ km). 此后氡值并未下降到正常水平, 而是在 75 Bq/L 左右较高水平持续一年以后又继续上升, 1988 年 8~9 月上升到极大值 83 Bq/L (月均值), 然后出现下降恢复趋势, 1989 年 11 月基本恢复正常, 在兴海地震临震前略有回升, 1992 年以后恢复正常. 该测点是湟水流域氡测点最早出现异常^③、最先上升到极大值以及首先下降恢复正常的水氡测点. 但由于门源 6.4 级地震与兴海 7.0 级地震的异常迭加, 使得 7.0 级地震的异常起始时间难以确定.

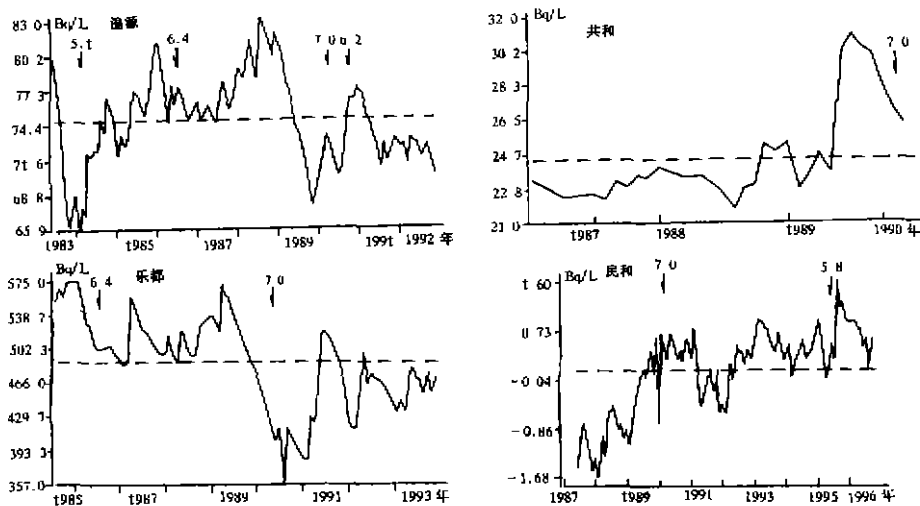


图 2 湟源、乐都、共和及民和测点水氡月均值曲线

Fig. 2 Monthly mean values curves of Radon in groundwater at Huangyuan, Ledu, Gonghe and Minhe stations.

乐都温泉水氡测点位于乐都县城北 7 km 处王家庄温泉, 该泉属裂隙上升泉, 1985 年 8 月开始测氡值为 555 Bq/L, 1986 年 1 月上升到 575 Bq/L, 此后出现下降趋势. 门源 6.4 级地震后的两年之内该测点氡值在 484~506 Bq/L 之间变化. 1988 年 9 月以后又出现显著上升, 1989 年 4 月达 570 Bq/L. 此后氡值大幅度下降, 1990 年 8 月下降到最低值 357 Bq/L, 7.0 级地震发生在氡值下降过程之中.

共和水氡测点距震中 56 km, 1987 年 7 月投入观测, 始测氡值为 23 Bq/L. 从 1989 年 5 月起氡值升高, 特别是 1989 年 11 月 28 日以后氡值大幅度上升, 达 30 Bq/L, 并持续高值达 4 个月之久. 兴海地震前三天才下降到 23 Bq/L. 1990 年 6 月以后, 由于泉点水头下降, 从而更换了取样水点.

民和水氡测点位于震中东偏北 248 km 处, 水样点为川口镇第四系冲洪积物中的潜水天然露头, 其补给源主要为巴州沟河水, 故泉水流量年变幅度大, 流量为 0.4~1.9 升/秒, 其氡值亦出现显著年变. 我们采用距平方法消除年变影响, 可以看出民和水氡在这次 7.0 级地震前的趋势性上升是显著的. 1995 年 7 月 22 日甘肃永登 5.8 级地震 ($\Delta = 30$ km) 前该测点氡值出现

③ 国家地震局分析预报中心. 1989 年度中国地震趋势预测研究. P192.

明显的背景异常,临震前数月出现下降过程。

此外,除长宁水氡测值在兴海7.0级地震前仅出现上升外,西宁、互助及贵德测点水氡均有较显著的上升过程和临震前的下降恢复过程。

2.2 地下水位异常

1986年8~9月(门源地震前后),青海乐都、西宁地区出现大面积地下水位上升数米的异常。乐都县城南岗沟乡七里店、马家台一带地下水位上升造成灾害,不少民房地基下沉,迫使部分居民搬迁,还出现正常使用60多年的菜窖被淹的现象。西宁火车站北侧一带地下水上升,造成菜窖进水,不少低洼处地表积水1~2 m,部分房屋倒塌。

1989年夏秋季节地下水位异常出现在震中东北约130 km处的湟中县坡家乡。该乡政府所在地的地下水位上升近10 m,水位接近地表。1990年1月上旬该乡隆土干村南侧涌出一股碗口粗的泉水,用其浇地几十亩,2月中旬泉水消失。

1990年1月12~13日距震中56 km处的共和县畜产品加工厂机井水质发黄。该井深10 m,属第四系潜水,已成井使用30多年,从未出现过这种现象。

临震前地下水异常加剧。共和县青海第二毛纺厂的位于河滩的井,其井水于1990年4月23日变成泥浆,此现象持续一天后消失。震前1~2小时,畜产品厂机井水变成黄泥浆,根本无法用于生产。

地下水位异常似有从外围向震中区收缩的现象,临震前逼近震中附近地区。

2.3 湟源泉水流量异常

湟源泉湾泉水流量始测于1986年1月1日,测量误差小于0.1升/秒,始测时的流量为1.0升/秒左右。1986年门源6.4级地震前后该泉流量无异常显示。1988年7月其流量出现近1个月的升高异常,无地震对应。1989年9月以后该泉流量猛增至2.0~3.0升/秒,最大流量出现在1989年11月3日,流量达3.1升/秒。此后泉水流量逐渐下降,7.0级地震发生在此下降过程之中。震前20天还出现过一次显著突跳,即4月5日流量为1.9升/秒,6日突增到2.9升/秒,次日又恢复到前日水平(图3)。

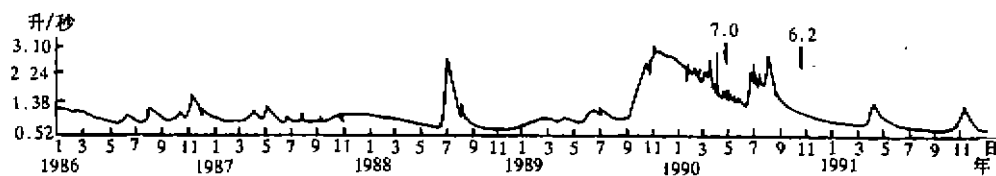


图3 湟源县泉湾泉水流量日测值曲线(1986年1月~1991年12月)

Fig.3 Daily mean values curve of outflow of Quanwan's Spring in Huangyuan county(Jan.1986~Dec.1991).

2.4 地表垂直形变异常

兴海7.0级地震后一个半月内,国家地震局第二地形变监测中心对经过震中附近的两条水准测线进行复测后发现,在极震区东北方向形成一长轴约30 km,短轴约25 km的NWW向隆起区,最大隆起幅度达345 mm(含同震最大形变量247 mm),见图4。

2.5 地震活动性异常

兴海地震震中附近区域是历史上的少震区,本世纪50~60年代震中附近仅有一些 M_L 3~4地震活动,70年代以来震中附近中等地震活动趋于平静,而外围地区地震活动明显增强,形成南北长约480 km地震背景空区。70年代以来,震中区附近 $M_L \geq 2.0$ 地震活动频繁,1986年沿兴海~湟源小震活动增强,1987年10月~1989年12月形成一长约400 km的NE向小

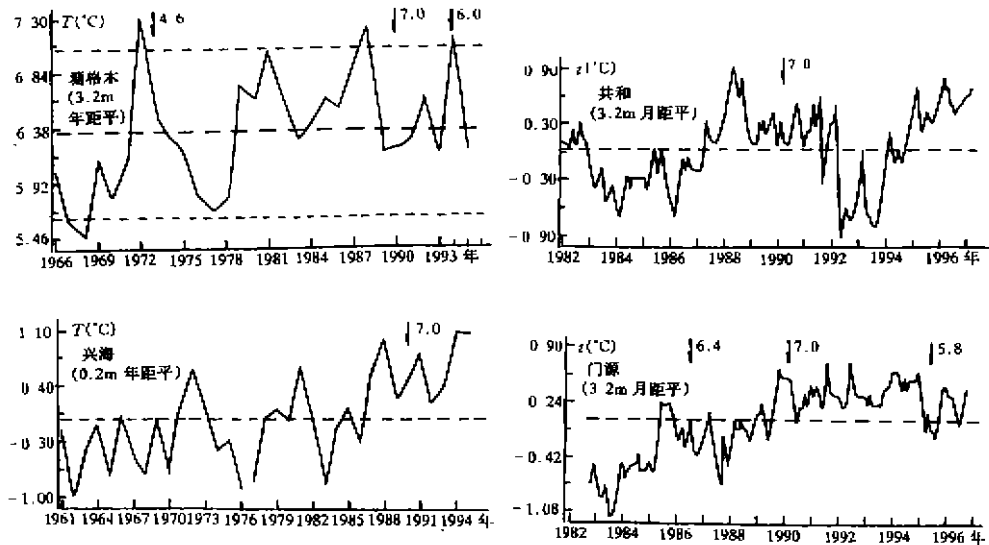


图 6 塘格木、共和、兴海和门源气象站地温异常曲线

Fig. 6 Anomalies of ground-temperature at Tanggemu, Gonghe, Xinghai and Menyuan meteorological observatory.

震前 1~2 小时塘格木气象站一职工回家,狗堵在门口不让进屋,他强行进屋时狗站立起来往他身上扑。

鸡在震前几天晚上不进窝,震前 5~6 分钟门源县种鸡场 1200 多只鸡惊飞,饲养员意识到是地震异常,急找人开车去州政府报告,车未发动就地震了。每年 4~5 月是鸡产蛋旺季,可是震前 1~2 天和震后 1~2 天塘格木地区几乎所有产蛋鸡都停止生蛋。杀鸡时发现鸡的腹内有两只硬蛋。

老鼠震前发呆。震前两个月塘格木地区老鼠增多,出现老鼠爬到人穿着的皮鞋上不动的现象。震前几小时,位于震中西北 52 km 处的切吉供销社一空屋内许多老鼠发呆,用手就活捉了 6 只。震前几天河卡地区还出现成群老鼠向西南方向(背离震中)逃离。

兔子震前自杀。塘格木一职工养的两只兔子在地震当天上午至震前 20 分钟左右,在屋内狂奔,均先后头撞水缸而死。

此外还出现猪不吃食,跳出猪圈;鱼往水面上跳,金鱼跳出鱼缸;猫惊恐不安,不让主人坐等现象。其他动物,如马、羊、虎、狐狸等均有一定异常。

2.8 格尔木地磁与青海湖水位异常

格尔木地磁台位于兴海地震震中西北 473 km 处。该台 D 分量自 1987 年 6 月正常观测以来,其长趋势变化与年变规律清楚,但 1989 年其正常年变突然消失,兴海 7.0 级地震后又恢复其年变。

青海湖位于兴海地震震中以北 100 km 处。该湖积水面积为 4635 km²,近几十年来该湖水位有长趋势下降现象。将其年平均水位资料采用距平方法处理,可以看出该湖水位自 1960 年以来出现过两次高值,第一次是 1967~1968 年,对应了 1968 年 12 月 17 日化隆 M_S 5.4 地震(Δ=160 km);后一次是 1989 年,湖水位正距平为 0.33 m,对应了兴海 7.0 级地震(图 7)。

3 震时现象^{*}

该次地震发生时正值当地农牧民在户外劳动期间,不少人目睹了强震发生时极震区出现的现象.在极震区红旗村,人们突然感到地下发出比闷雷还沉闷的轰隆隆巨响,地表首先上下颤动,然后前后左右剧烈震动,顷刻间房屋全部倒塌.地表火光迸溅,四周不时从地下发出“砰”“砰”闷炮声,声响处升起数米至10余米高尘柱.人们受“地炮”冲击随之在地上跳跃,剧烈震荡持续时间不到1分钟,瞬时天昏地暗,数步之外什么也看不见,极震区上空笼罩着的尘埃持续近20分钟之久.塘格木地区略轻一些,人们首先听到室外似汽车轰鸣声,出门一看,昏天黑地,狂风大作,听到远处有如山洪爆发,轰地一下房屋就倒了,眼前腾起遮天盖地的尘埃,昏黑一片.由于极震区人烟稀少,它显示出震中区尘埃主要是大地“放气”和地表剧烈震荡所产生,当然也包括房屋倒塌扬尘.震时地表火光迸溅现象,尚待进一步研究.

4 讨论

(1) 关于水位异常问题:湟中县坡家乡地下水水位、湟源泉水流量以及青海湖水位在兴海地震前的上升现象,均出现在1989年降水增多以后,这究竟是地震的影响还是降水的影响,值得进一步分析.湟源气象站(距坡家乡16 km,距青海湖边50 km)多年平均降水量为404.9 mm,降水极大值出现在1967年,达614.4 mm,而1989年降水量为563.8 mm,为次大值,1961年降水量为562.9 mm,亦接近次大值,但唯有1989年水位上升幅度最大,它显示了水位异常除了有降水增多的影响外,还有地震的影响.

前已述及,兴海地震前地下水水位异常分布有从外围向震中收缩的现象,但地震后却出现了相反的现象,1990年6月共和7号自流机井几乎停止自流;1992年以后湟源泉水流量由1~3升/秒逐渐减小到0.1~0.2升/秒;从1993年起乐都温泉冬春季流量减小,以至于取不上水样而停测.震后地下水位的这种变化值得进一步研究.

(2) 地温异常的某些问题:汤懋仓教授用震前3.2 m地温所作的全国降水预报图中有4个降水中心,其中的西北降水中心与兴海地震震中重合,令人寻味.

作者认为地温异常与“温室效应”无显著的相关关系,因为温室效应作用的范围相当大,而兴海地震前的地温异常仅出现在震中区及附近,青海境内的达日、玉树、格尔木等气象站地温并无显著异常出现.

共和气象站3.2 m地温在1994年中期以后又出现新的上升异常,加之兴海气象站0.2 m地温异常在兴海地震后未恢复,接着又出现更显著的上升异常,作者认为对于兴海、共和及邻近地区应予以重视.此外,门源气象站地温在兴海地震后出现近4年的高值异常,1995年7月22日永登5.8级地震后并未完全恢复,加之民和水氡异常与之相似,因此,对祁连山东段及邻

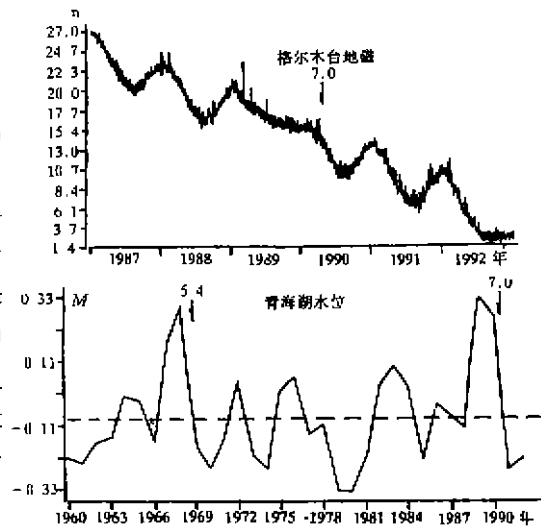


图7 格尔木地磁D分量及青海湖水位异常图

Fig. 7 Anomalies of geomagnetism D component in Geermu and water level in Qinghai Lake.

* 部分资料引自青海抗震救灾指挥部等编《面对大地的震颤》一书,1990年7月出版.

区也应予以注意.德令哈、刚察等气象站地温异常与门源类似,对这些异常有待进一步深入研究.

(3) 兴海7.0级地震等烈度线问题:由于兴海地震的宏观震中南移与发展断层的重新认定,造成7.0级地震原震中远离发展断层,且其九度区与6.0级地震最高烈度Ⅷ度区重合很少,这显然是不恰当的,对此应予以考虑.

青海湖水位异常是经汪成民研究员提示后才发现的.涂德龙、郭树学、胡爱真等同志提供了部分资料,在此一并致谢.

参考文献

- 1 涂德龙.共和6.9级地震震害及烈度分布.高原地震,1990,2(3):20~24.
- 2 涂德龙.1990年4月26日共和6.9级地震地质构造背景.高原地震,1990,2(3):15~20.
- 3 张雅玲.共和7.0级地震前地震活动特征.地震,1994,(5):59~64.
- 4 杨明德.青海东部水氧异常与共和6.9级地震.高原地震,1990,2(3):47~49.
- 5 杨明德,李元真.共和6.9级地震前的宏观异常.高原地震,1990,2(3):55~58.
- 6 陈景跃.青海塘格木6.9级地震前的气象异常特征.高原地震,1990,2(3):52~53.

RENAMING THE M_S 7.0 EARTHQUAKE IN QINGHAI IN 1990 AND ITS PRECURSORY ANOMALIES

YANG Mingde JIANG Zhiping

(*Seismological Bureau of Qinghai Province, Xining 810001*)

GUO Yongxia

(*Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, Lanzhou 730000*)

WEN Youcai

(*Seismological Bureau of Qinghai Province, Xining 810001*)

Abstract

Authors stated why the M_S 7.0 earthquake in Qinghai in 1990 is renamed as the Xinghai M_S 7.0 earthquake, introduced obviously precursory anomalies and recounted briefly the course of prediction before the earthquake. These precursors were underground water, vertical deformation, seismic activity, meteorological anomalies and animal behavior, etc. In the end of the article, authors stated their views about appearance of meizoseismal region during the earthquake.

Key words: Qinghai, Earthquake prediction, Earthquake precursor, Xinghai