

门源、共和地震前甘青交界地区浅层地温异常时空分布特征

韩友珍 毛可

(国家地震局兰州地震研究所)

摘 要

本文研究了 1986 年门源 6.4 级地震和 1990 年共和 7.0 级地震前, 1980—1990 年青海省东北部甘青交界地区浅层地温场的时空分布特征。主要结论如下: 门源地震前, 1985 年出现以青海湖为中心的浅层地温增温区, 其中从湟源—门源一带形成椭圆形地温高值区, 1986 年该增温区地温下降; 共和地震前从 1987 年开始出现大面积、长时间浅层地温增高区。增温幅度较大的地区集中在青海省湟源—共和—兴海一线。距震中区较远处增温早、幅度小; 震中区附近增温出现晚, 增温幅度大; 临震前浅层地温出现突升—突降的波动特征。

关键词: 门源地震; 共和地震; 地温异常

前 言

地表是大气圈和岩石圈能量交换的边界, 其温度受太阳辐射和地下上升热流的共同作用。而在孕震过程中, 地壳深处热流的急剧变化可能影响到地表温度, 甚至影响到气温。因此, 浅层地温变化可能反映地壳内部能量的变化和物质的迁移, 与强震的孕育过程有某种内在的联系。研究浅层地温变化可以为强震的预报提供依据。本文以 1986 年门源 6.4 级地震及 1990 年共和 7.0 级地震为例, 选择东经 98° — 104° , 北纬 34° — 40° 范围, 利用 16 个气象台站 3.2m 和 0.8m 浅层地温资料, 研究了两次地震前浅层地温的变化特征。

由于研究区范围内台站分布稀疏, 资料连续性较差, 加上其他因素的干扰, 所以在研究工作中不可能做到很精确。本文仅就所收集到的资料进行一些定性和半定量分析。

一、资料分析

为了提取来自地下深部的热信息, 在选取及处理资料时, 我们采用简单易行的方法:

(1) 选取年均值和月均值为基础资料, 这样就消除了气温年变和日变的周期性干扰及气温短周期的扰动。(2) 求年均值和月均值的多年距平值, 基本上消除了稳态下地壳上升热流和气温的平均作用量^[1-3]。剩余部分为气温长周期变化 ($T > 10$ 年) 和上升热流的变化。由于资料有限, 仅将剩余部分与气温进行对比, 二者同步变化的时段可视为气温的影响; 不同步变化时段可视为以地下热流影响为主。

按照上述思路和方法, 我们处理了 1980—1990 年 16 个台站 3.2m 和 0.8m 深浅层地温年均值、月均值资料; 作出了浅层地温变化等值线图 and 月距平值 $T-t$ 图 (图 1、图 2)。

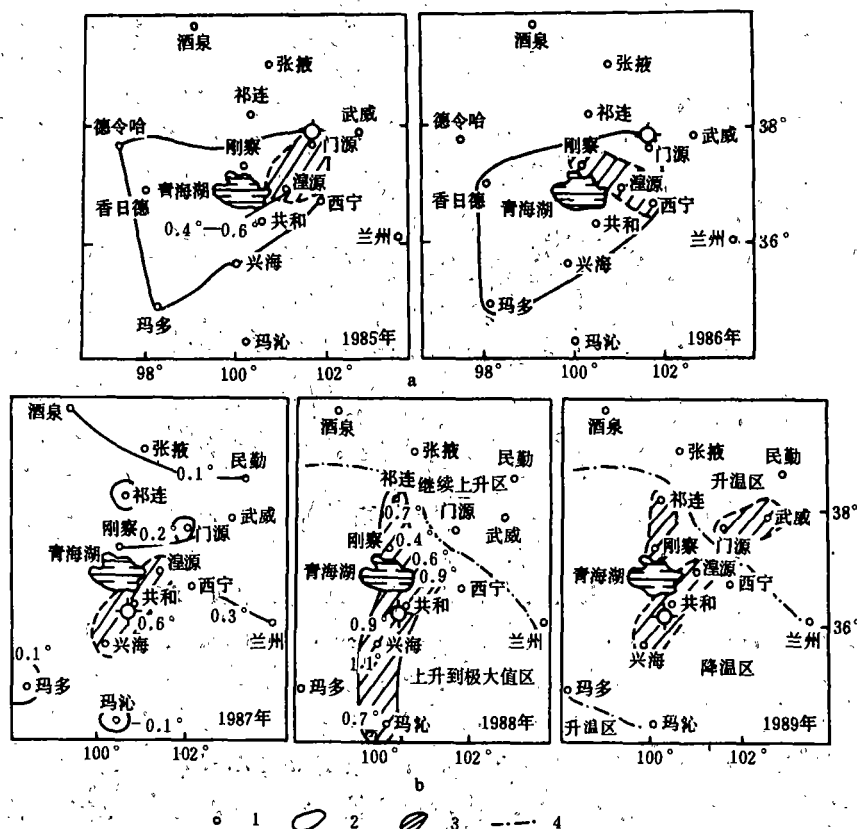


图 1. 1986 年门源 6.4 级地震和 1990 年共和 7.0 级地震前浅层地温场的时空变化特征

a. 门源地震; b. 共和地震; 1. 台站; 2. 地温变化区;
3. 高值区; 4. 地温等值线; 5. 分区线

Fig.1 The time-space variations of shallow geotemperature field before the Menyuan Ms 6.4 earthquake of 1986 and the Gonghe Ms 7.0 earthquake of 1990

在等值线图上划分出增温区、降温区和相对稳定区; 在 $T-t$ 图上划分出增温时段和降温时段; 根据各测点距平值的差值随时间变化的快慢圈定出浅层地温变化速率异常区。

二、两次地震前浅层地温场变化特征

1. 1986 年门源 6.4 级地震前浅层地温场的变化特征

该次地震的浅层地温异常集中显示在 1985 年。以青海湖为中心, 周围出现浅层地温增温区 ($+0.1 \sim +0.2^\circ\text{C}$), 其中高值区分布在湟源—门源一带 ($+0.4 \sim +0.6^\circ\text{C}$)。到 1986 年原

增温区下降, 其中下降速率最大地区集中在西宁—刚察一带 (图 1a)。而门源位于急变区的边缘。由图 2b 可以看出, 门源台 1985 年 5 月—1986 年 4 月地温测值为 1984—1988 年间的最高值。地震前地温在持续升高的背景上出现大幅度下降, 然后又急剧回升的波动变化。

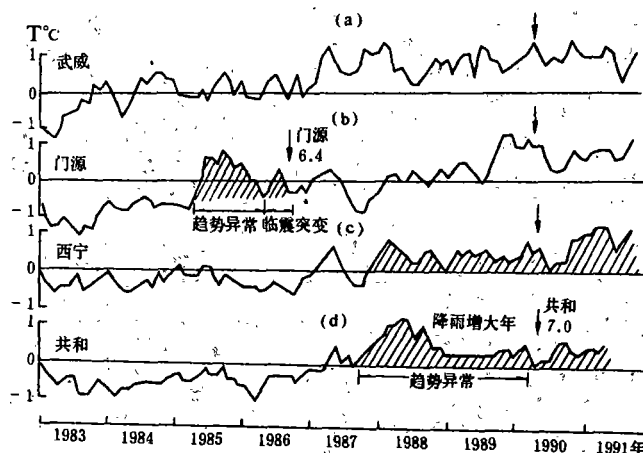


图 2 震中区附近气象台站 3.2m 浅层地温随时间变化

Fig.2 The variation with time of 3.2m shallow geotemperature nearby the epicenter before the Gonghe earthquake

2.1990 年共和 7.0 级地震前浅层地温场的变化特征

该次地震前, 即从 1987 年初开始出现大面积长时间增温异常 ($+0.1—0.3^{\circ}\text{C}$), 极值区在湟源—共和—兴海一带 ($+0.6^{\circ}\text{C}$), 到 1988 年该区地温异常的分布发生变化: 以祁连—兰州为界, 其西南部达到最高值 (平均为 $+0.7^{\circ}\text{C}$) 而东北部还在继续增温。到 1989 年兰州—祁连一线的东北部和玛多—玛沁一线的西南部继续增温, 其中间地区出现降温。而在震中区附近, 尽管该年出现降雨峰值影响了浅层地温场, 但其地温仍居高值 (图 1b)。

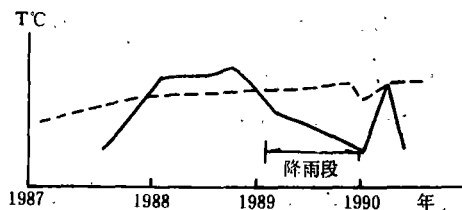


图 3 浅层地温变化规律示意图

图中实线表示震中附近小范围地温变化规律; 虚线表示大范围地温变化规律

Fig.3 Sketch of the variation features of shallow geotemperature

该次地震引起的地热异常区面积较大, 西自酒泉, 东到定西, 南起玛沁, 北止青藏高原的北缘, 即本文所研究的范围内几乎都出现增温异常。距震中区远的地区异常出现得早如酒泉、张掖、兰州、玛多等台早在 1987 年 1 月就出现增温异常, 而距震中近的地区如共和、西宁等台 1987 年 9 月才出现异常, 该处异常虽出现得晚, 但增温幅度大、速度快。震中附近塘格木、共和一带增温幅度达 $0.4—2.3^{\circ}\text{C}$, 而外围地区增温幅度小于 0.3°C 。

由图 2b、c、d 看出共和台、西宁台、门源台浅层地温在 1990 年 1—2 月出现高速

同步上升, 3—4月又同步急剧下降。这一变化反映了临震前的突变波动特征。

上述两次地震前浅层地温场的变化具有下列特点:

(1) 浅层地温场的变化可分两类: 一种是长趋势大范围的缓慢增温变化, 另一种是在缓慢变化的背景上出现小范围的急剧增温变化。如图3所示。

(2) 浅层地温异常在中期异常背景上呈现短期波动特征, 这一特征可以作为强震的短临预报判据。

三、浅层地温异常与其他前兆异常的关系

图4a是位于青海门源西北20km处青石咀定点形变台记录的地倾斜东西分量月均值

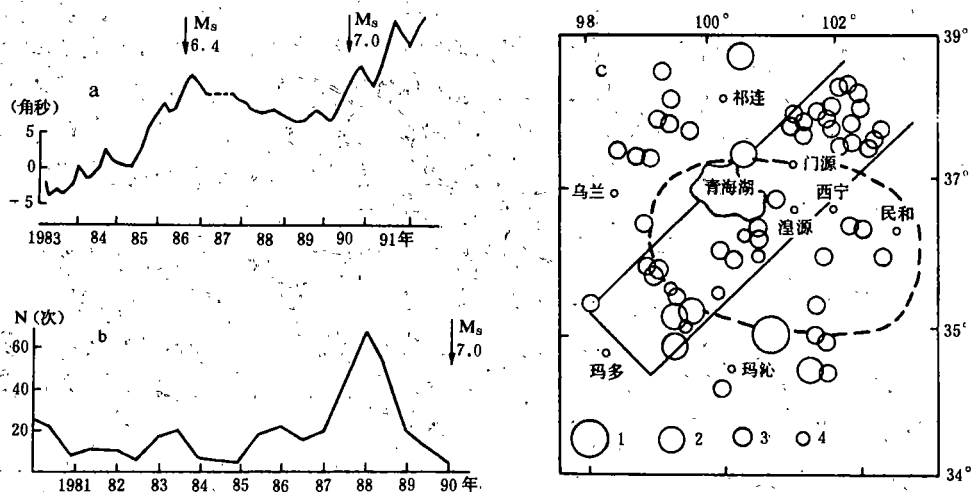


图4

a. 1983年1月—1992年4月青石咀台倾斜EW向月均值图; b. 青海共和地区小震频次N-T滑动曲线 ($N35^{\circ}-37^{\circ}$, $E99^{\circ}-101^{\circ}$); c. 青海东部地区的小震条带 (1989年); 1. $M_L > 4.0$; 2. $M_L = 3-3.9$; 3. $M_L = 2-2.9$; 4. $M_L = 1-0.9$.

曲线, 其变化为持续东倾, 在加速东倾的过程中发生了门源6.4级和共和7.0级地震。与图2b曲线对比, 不难发现与门源台浅层地温变化极为一致。可能除了应力应变能引起地壳形变外, 浅层地温的升高也会使地壳产生热膨胀而引起“热形变”。

图4b是统计1980年以来共和地区 ($N35^{\circ}-37^{\circ}$, $E99^{\circ}-101^{\circ}$) 小震频度随时间的变化*。它表明1988—1989年该区小震活动频繁, 与此同时, 共和一带浅层地温呈极大值, 小震频次也达到极大值。二者在时间、空间上相一致。1989年青海东部地区小震活动形成一个北起祁连山地震带东段, 南到兴海附近的北东—南西向小震条带 (图4c), 同期从湟源—兴海形成一个北东走向的浅层地温异常区。共和7.0级地震震例表

* 青海省地震局, 1990年4月26日青海共和6.9级地震, 1991.

明,地震孕育过程是一个减熵降维过程。在构造应力作用下,震源及其附近介质进入高能态,表现为震中区周围浅层地温增高,小震活动频繁并形成条带分布。

四、讨论

1.众所周知,地震仅是地壳运动的一种形式,地壳运动积累的能量既可以机械能的形式释放出来(断裂的快速错动产生地震或缓慢变动产生蠕滑),也会以其它形式的能如热能释放出来。因此,有地热异常并不一定有地震。是否发生地震除取决于应力—应变状态,还取决于地热异常区的岩性特征及其所处的构造环境。由上述分析可以看出,地温时空演化特征确与孕震过程有着密切的关系。关键是要仔细地研究这些特征并积累经验,判断有震无震时地热异常所表现出的特征差异。在分析各种前兆时要重视地温的影响。

2.浅层地温异常区的出现,往往伴随着涝灾的发生。这一特征在共和地震震中区显示得特别明显。共和台1988年增温幅度达最大值(0.7°C),1989年该区降雨量达到极大。其中位于震中西南20km的河卡气象站年平均降水量为376mm,而1989年为760.7mm。仅8月3日一天的日降水量竟达106.5mm,为青海省有气象记录以来的极值。这一事实符合汤懋苍先生研究全国浅层地温时空分布特征时提出的多数地温高值异常区也是大气降水异常区,也可能是6级以上地震危险区的结论;也符合郭增建提出的地—气耦合观点。因此研究浅层地温异常的时空分布,对研究涝—震关系有一定的意义。

3.在地震孕育过程中,随着震源体及其附近应力、应变的积累与局部释放都伴随着地热的活动。震中区附近浅层地温场的变化特征在一定程度上反映地壳深部介质热运动的规律。尽管目前尚不清楚这一变化的物理机制,但强震孕育过程中浅层地温变化所显示的阶段性异常特征,对判定未来地震的时间、地点有实际意义。若能与深井地温进行对比观测,对利用地温预报地震及研究地震成因将大有裨益。

参考文献

- [1]兰州地震大队气象地震组,气象与地震,地震出版社,1976.
- [2]卡普迈耶(德),地热学及其应用,科学出版社,1981.
- [3]邦特巴思(德),地热学导论,地震出版社,1988.

**THE SPACE-TIME DISTRIBUTION FEATURES OF SHALLOW
GEOTEMPERATURE ANOMALY IN THE BOUNDARY REGIONS
BETWEEN QINGHAI AND GANSU PROVINCES BEFORE
THE MENYUAN AND GONGHE EARTHQUAKES**

Han Youzhen, Mao Ke

(Earthquake Research Institute of Lanzhou, SSB, China)

Abstract

In this paper, the space-time distribution features of shallow geotemperature field in the boundary regions between Qinghai and Gansu Provinces during 1980–1990 before the Menyuan earthquake $M_s=6.4$ of 1986 and Gonghe earthquake $M_s=7.0$ of 1990 are studied. The main conclusions are as follows:

In 1985, before the Menyuan earthquake, there appeared the shallow geotemperature rising region, centered in Qinghai Lake, forming an elliptic area from Huangyuan to Mengyuan, and in 1986 the geotemperature value of the rising region decreased. From 1987, before the Gonghe earthquake, there appeared the rising region of shallow geotemperature with large and long time, concentrated in Huangyuan–Gonghe–Xinghai of Qinghai. In the region far from seismic centre, the geotemperature value went up early, and was small amplitude; nearby the epicenter, the geotemperature increasing was late but its amplitude was large. Immediately before the earthquakes, the shallow geotemperature showed undulating feature of sudden rising–sudden dropping.

Key Words: Menyuan Earthquake; Gonghe earthquake; Geotemperature Anomaly