

李滔、宋秀青、王秋宁,2017,都兰台深井地温的同震变化研究,中国地震,33(1),101~111。

# 都兰台深井地温的同震变化研究

李滔<sup>1)</sup> 宋秀青<sup>2)</sup> 王秋宁<sup>3)</sup>

1)青海省地震局,西宁市兴海路1号 810001

2)上海市地震局,上海 200026

3)陕西省地震局,西安 710068

**摘要** 通过对 2013 年 6 月 1 日以来全球  $M_s \geq 7.0$ 、国内  $M_s \geq 5.0$  地震时都兰台深井地温观测数据的变化进行研究发现,8 次中强以上地震时有明显的同震变化反应。其中,地温同震变化的幅度与地震波的最大振幅,特别是与水平向合成最大振幅有较好的正相关关系。地温同震变化的形态与地震发生所处的构造位置有关,当地震与井孔所处位置有直接的构造联系且震级较大时,同震变化形态为下降—转平,其他地区的地震则为下降—回升形态。同时,对地温的同震变化机理进行了探讨,认为地温的同震变化可能是由地震波携带的能量引起井孔周边热力场变化所致。

**关键词:** 都兰 地温 同震变化 变化机理

[文章编号] 1001-4683(2017)01-0101-11 [中图分类号] P315 [文献标识码] A

## 0 引言

地热用于地震前兆观测在我国已有几十年的历史。许多专家对地热(水温)变化的特征和机理进行过专门的研究。陈沉俊等(1992)通过研究 1989 年大同-阳高地震前的水温异常认为,断层蠕动作为一种剪切摩擦滑动必然产生一定的热量,故有可能利用水温变化来研究断层在震前的加速蠕动并进行地震预测。姚宝树(2004)则通过对三马坊水温井的观测结果进行研究后认为,地震发生后地震波的波动改变了区域地应力场的作用,使岩体周围受力平衡再次发生改变,岩体围压发生变化,岩体内裂隙、节理、孔隙压等也随之发生变化,岩体裂隙、孔隙里的地下流体也发生变化,地下水受压上升,受张下降,流体的温度随之发生变化。杨竹转(2011)研究认为,同一口井的水位同震变化是水温同震变化的必要条件,水温同震响应总是出现在地震波到达和水位同震变化开始之后;且水温同震变化的幅度受震级、井震距、季节、地温梯度、探头放置位置等因素的影响。张彬等(2013)对 2008 年汶川  $M_s 8.0$  地震、2010 年玉树  $M_s 7.1$  地震和 2013 年芦山  $M_s 7.0$ 、岷县  $M_s 6.6$  地震引起的中国大陆井水温同震响应现象进行了研究,认为水温同震变化的幅度不仅受动力加载作用强弱(距离)的影响,而且很可能与区域构造活动状态有关,应力状态的变化会直接影响到含水层孔隙度等,因而

[收稿日期] 2015-11-19; [修定日期] 2016-05-09

[项目类别] 2015 年青海省地震科普基金项目“青海省水温对比观测资料分析”(2015A08)资助

[作者简介] 李滔,女,1973 年生,高级工程师,现从事台站监测与管理工。E-mail: 250506709@qq.com

直接导致地下水动力特征的变化。

“十五”数字地震观测网络项目以来,青海省先后建成了地热观测井孔 14 个,其中,水温观测井孔 10 个,另外 4 个井孔没有深层地下水,为地温观测。2015 年 4 月 25 日尼泊尔 8.1 级地震时,大部分井孔的水温观测数据没有同震变化反应,只有都兰台深井地温(简称都兰地温,下同)观测数据出现了明显的同震变化。本文即对都兰地温观测数据的同震变化情况进行了总结,分析了同震变化特征,并探讨了地温同震变化发生的机理。

## 1 基本情况

### 1.1 井孔

都兰地温观测井位于柴达木盆地南部,可可西里-巴颜喀拉、柴达木 2 大地震带之间(图 1)。井孔深 105.30m,其中,0.50m 以上为粉土,含砂砾,0.50~<44.80m 为坡积角砾,44.80~<105.30m 为坡积角砾岩。井中没有地下水,为干井。温度探头置深为 100m,以观测井底地层的温度变化(图 2)。

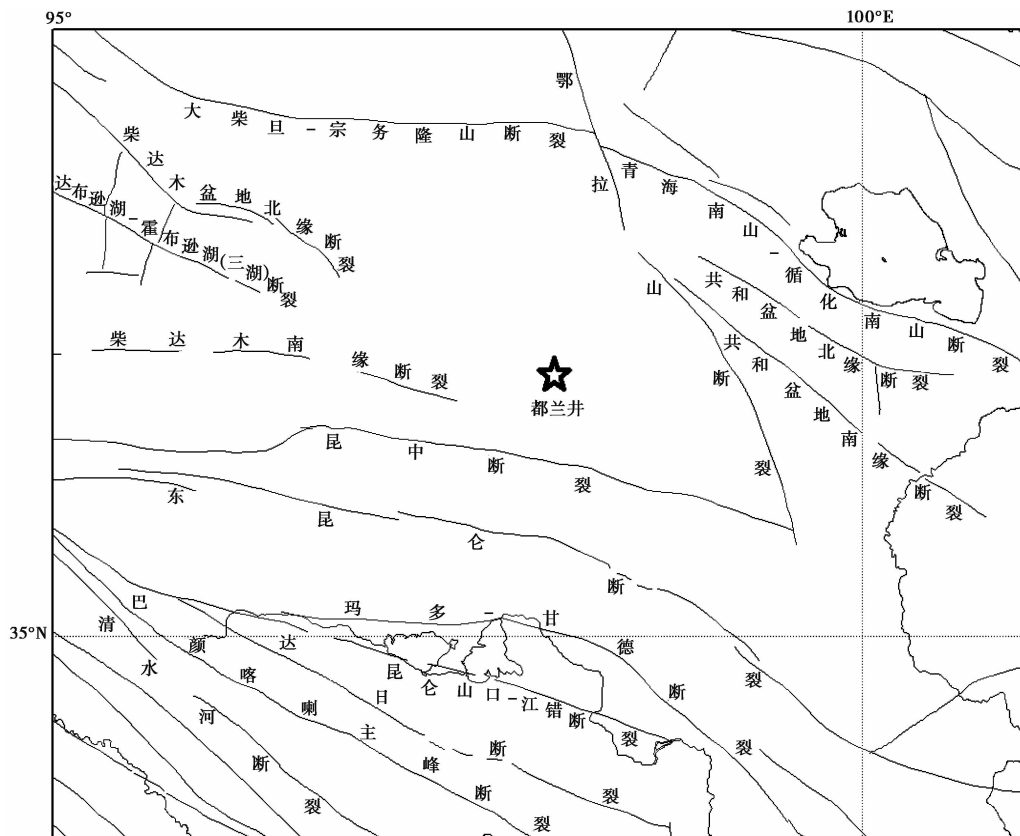


图 1 都兰井地质构造位置

### 1.2 仪器

都兰地温观测井安装的仪器为中国地震局地壳应力研究所研制的 SZW-1A 数字式温度计,安装时间为 2007 年 6 月 20 日。仪器自从安装以来观测数据一直不正常,背景噪声非常

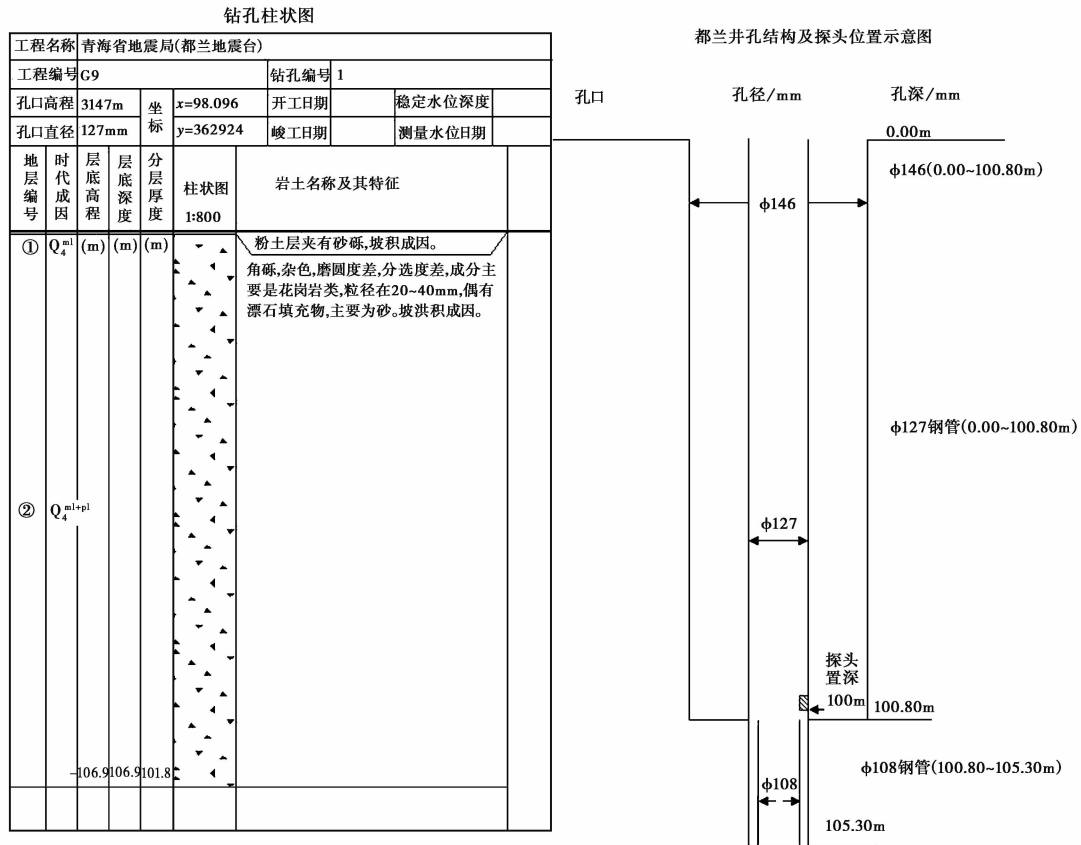


图 2 都兰地温观测井井孔柱剖面图及探头位置示意图

大,数据经常出现大幅度的台阶和突跳,动态极不稳定。2013 年 5 月仪器出现故障,经维修后,2013 年 6 月 1 日起恢复正常。

### 1.3 长期观测动态变化特征

2013 年 6 月 1 日仪器恢复正常工作后,都兰地温观测曲线的背景噪声明显变小,动态变化也相对稳定,呈现出缓慢上升态势,并在缓慢上升的过程中叠加了一些小幅度的起伏和毛刺。背景干扰的幅度由约 0.006℃ 下降到 0.0001℃,日变幅约为 0.0003℃,年变幅约为 0.021℃(图 3)。

尽管 2013 年 6 月 1 日以后都兰地温曲线较以往变化平稳,但从日变化形态来看,仍存在一些短时间的小幅度变化,变化形态以向下一回升居多,但也有少量上升一下降的变化(图 4)。

## 2 同震变化

2013 年 6 月 1 日都兰地温仪器正常观测以来,尽管存在许多不明原因的短期变化,但仍在震后多次观测到了明显的同震变化。2013 年 6 月 1 日~2015 年 5 月 31 日,全球共发生  $M_s \geq 7.0$  地震 48 次,我国共发生  $M_s \geq 5.0$  地震 85 次。对这 132 次地震(其中 1 次地震在 2

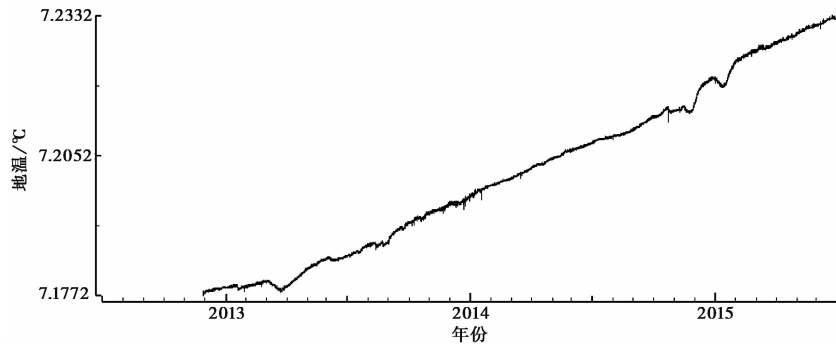


图3 2013年6月1日~2015年5月31日都兰井地温长期变化

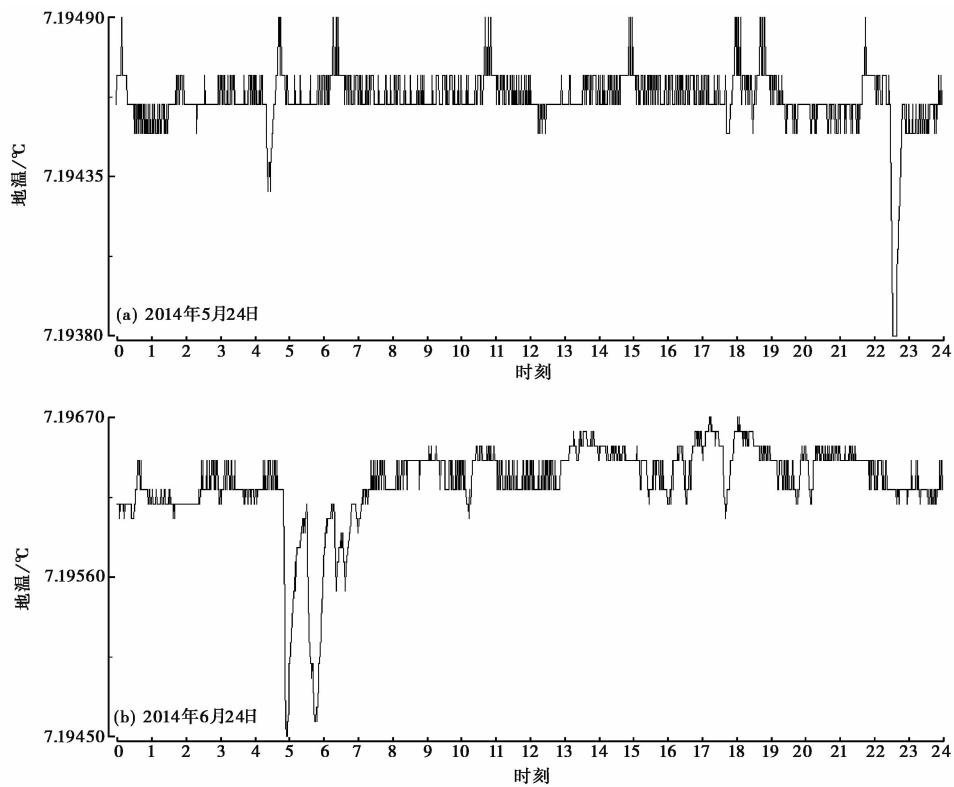


图4 都兰井温短期变化

个目录中均有)发生前后都兰地温观测数据进行分析发现,有8次地震记录到了明显的同震变化过程(图5、6)。这8次地震的参数和分布情况见表1。

由表1和图5、6可见,都兰地温同震响应的地震都集中在中国大陆及周边,距离最远的是为2015年5月30日日本小笠原群岛8.0级地震( $\Delta=4079\text{km}$ )。出现同震响应的最小震级地震为2014年10月2日乌兰5.3级地震( $\Delta=31\text{km}$ ),最大的为2015年4月25日尼泊尔8.2级地震( $\Delta=1553\text{km}$ )。这些地震均为相同震中距范围内震级最大或较大的地震。另外,

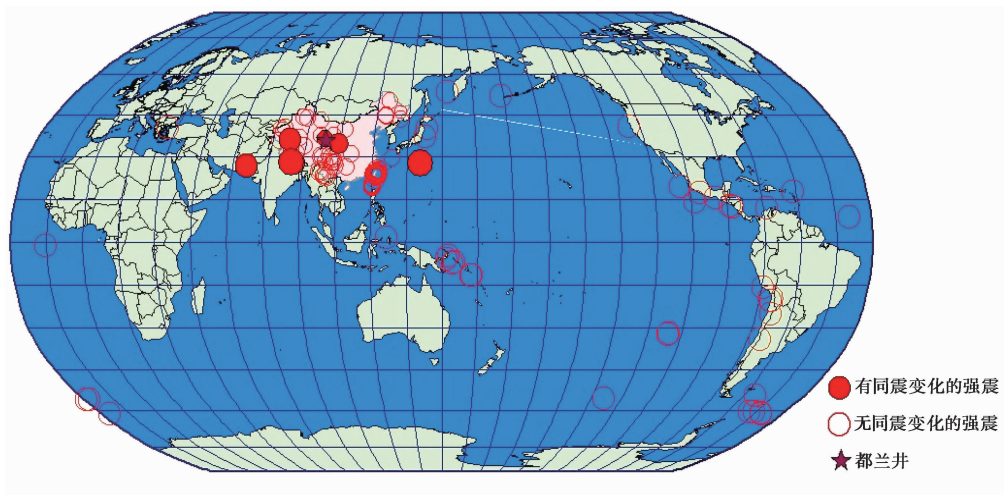


图 5 2013 年 6 月 1 日~2015 年 5 月 30 日全球  $M_s \geq 7.0$ 、我国  $M_s \geq 5.0$  地震及都兰井地温同震响应地震震中分布

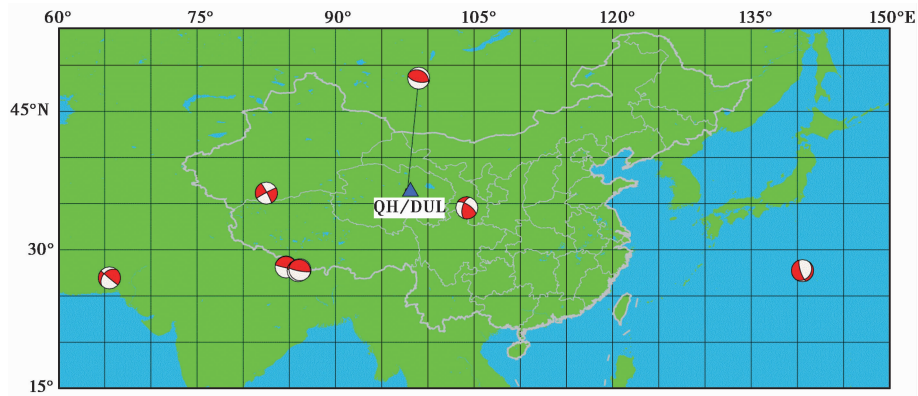


图 6 都兰井地温同震响应地震的震源机制解及空间分布  
蓝色三角形为都兰井

表 1 都兰井地温观测数据出现同震变化的地震目录 (以震中距排序)

序号	日期 (年-月-日)	时刻	北纬 /(°)	东经 /(°)	震级	震中距 /km	发震地点	P 波 到时	面(S)波 到时
1	2014-10-02	23:56:33	36.42	97.79	5.3	31	中国青海乌兰	23:56	23:56
2	2013-07-22	07:45:56	34.54	104.21	6.7	587	中国甘肃岷县	07:47	07:48
3	2014-02-12	17:19:48	36.14	82.51	7.3	1397	中国新疆于田	17:22	17:27
4	2015-05-12	15:05:20	27.85	86.15	7.5	1464	尼泊尔	15:08	15:12
5	2015-04-26	15:09:07	27.75	85.95	7.2	1486	尼泊尔	15:12	15:16
6	2015-04-25	14:11:23	28.15	84.65	8.2	1553	尼泊尔	14:14	14:19
7	2013-09-24	19:29:48	26.97	65.52	7.9	3235	巴基斯坦	19:35	19:45
8	2015-05-30	19:23:03	27.75	140.55	8.0	4079	日本小笠原群岛	19:29	19:42

注：因乌兰地震震中距太小，无法记录到面波，最大振幅为 S 波，因此按照 S 波统计。其他地震均按照面波统计。

2013年8月1日18:24墨西哥海岸远海7.5级( $\Delta=13852\text{km}$ )、2013年11月17日17:04斯科舍海7.8级( $\Delta=16352\text{km}$ )2次地震后地温数据也有变化,但是墨西哥7.5级地震在都兰地震台及周边台站均未记录到振动波形,表明该地震的地震波到达都兰台时已经完全衰减,无法引起同震变化,故同时段的地温变化应该不是该地震的同震变化;斯科舍海7.8级地震后的地温变化比地震的面波晚到将近半个小时,而其他各次地震的同震变化开始时间均在面波(乌兰地震为S波)到达后1~10min之内,故此次变化应该也不是斯科舍海7.8级地震的同震变化。

### 3 典型同震变化及特征

#### 3.1 典型同震变化

##### 3.1.1 甘肃岷县6.7级地震

2013年7月22日07:52,都兰地温数据出现明显下降,08:12数据下降减缓,至17:04数据下降到最低值,累计下降幅度为 $0.0008^{\circ}\text{C}$ 。之后,数据变化转平,并在低值持续约5hr后重新开始缓慢上升。测震记录波形显示,都兰台岷县6.7级地震P波到时07:47,S波到时07:48,面波到时07:48。都兰地温值的下降,是在面波到达4min后开始的,其变化应是面波到达后所引起的变化(图7(a))。

##### 3.1.2 新疆于田7.3级地震

2014年2月12日17:31,都兰地温观测数据出现下降,至17:34累计下降 $0.0003^{\circ}\text{C}$ ,17:34~17:47数据持平,到17:48数据小幅度回升并转平,18:37起再次缓慢小幅度下降至19:18转平,之后恢复数据缓慢上升的正常动态变化。测震记录波形显示,都兰台于田7.3级地震P波到时17:22,S波到时17:25,面波到时17:27。都兰地温值的下降,是在面波到达4min后开始的,其变化应是面波到达后所引起的变化(图7(b))。

##### 3.1.3 尼泊尔8.2级地震

2015年4月25日14:20,都兰地温观测值出现快速下降,至14:28下降到最低值,下降幅度达 $0.0028^{\circ}\text{C}$ 。14:31数值开始回升,到16:13基本恢复到下降前的水平。整个过程持续114min。测震记录波形显示,都兰台尼泊尔8.1级地震P波到时14:14,S波到时14:17,面波到时14:19。都兰地温值的下降,是在面波到达1min后开始的,其变化应是面波到达后所引起的变化(图7(c))。

##### 3.1.4 日本小笠原群岛8.0级地震

2015年5月30日19:41,都兰地温观测值出现明显下降,至19:52下降幅度达 $0.0003^{\circ}\text{C}$ ,之后缓慢恢复,20:16恢复到下降前的水平。整个过程持续35min。测震记录波形显示,都兰台日本8.0级地震P波到时19:29,S波到时19:34,面波到时19:37,最大面波在19:43~19:47出现。都兰地温值的下降,是在面波到达后开始的,其变化应是面波到达4min后所引起的变化(图7(d))。

#### 3.2 同震变化特征

各次同震变化的具体特征见表2。由表2可见,都兰地温的同震变化具有以下特征:  
①变化形态主要有2种:下降—回升(6次)、下降—转平(2次)。都兰地温同震变化第1阶段的变化形态均为下降,之后的变化形态则有低值回升和低值转平2种。  
②尼泊尔8.2级地

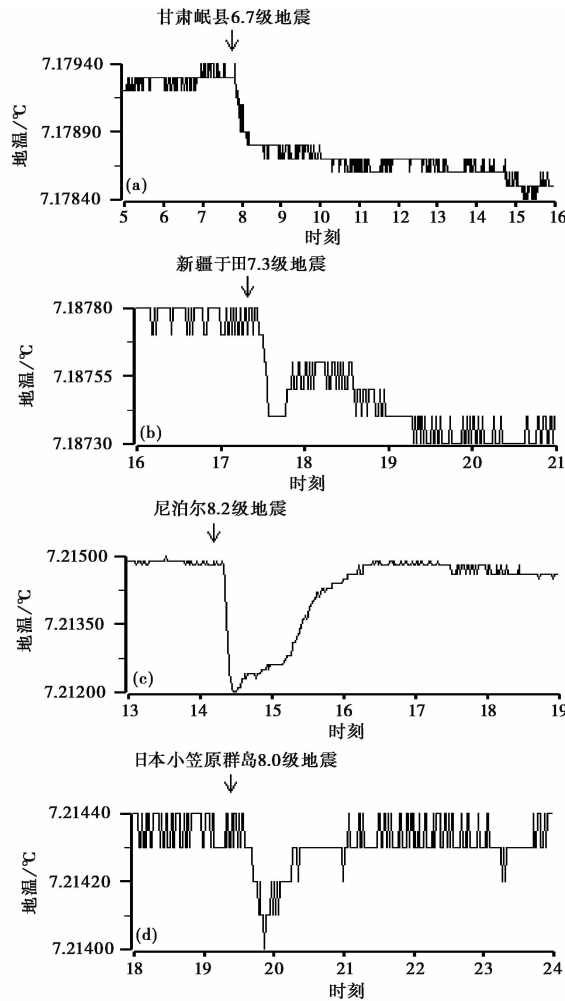


图 7 都兰井地温典型同震变化

(a) 2013 年 7 月 22 日甘肃岷县 6.7 级地震; (b) 2014 年 2 月 12 日新疆于田 7.3 级地震;  
 (c) 2015 年 4 月 25 日尼泊尔 8.2 级地震; (d) 2015 年 5 月 30 日日本 8.0 级地震

震的同震变化的幅度最大,达  $0.0028^{\circ}\text{C}$ ,其他几次地震的同震变化幅度均小于  $0.001^{\circ}\text{C}$ ,其中,乌兰 5.3 级地震的同震变化仅在其背景变化基础上下降了  $0.0001^{\circ}\text{C}$ ,这应与震级较小有关系。③除乌兰 5.3 级地震外,其他地震几乎都是在面波到达后才出现同震变化反应。其原因是面波振幅远大于体波,比体波携带了更多的能量,因而其更易于引起同震变化。乌兰 5.3 级地震震中距仅有 31km,未记录到面波,尽管震级不大,但其体波也对都兰地温造成了小幅度的影响。④各次同震变化与该次地震面波(乌兰地震为 S 波)到达台站的时间差为 1~10min。其中,4 个地震的同震变化发生在面波到达后 4min,2 个地震分别为 3、5min,尼泊尔 8.2 级、巴基斯坦 7.9 级地震则分别为 1、10min。⑤下降—回升形态变化的持续时间大多为几十分钟,仅有尼泊尔 8.2 级地震因震级较大,变化幅度大,持续时间近 2hr。下降—转平形态变化的持续时间均较长,为 5~7hr。

表 2 都兰井地温同震变化特征

发震时刻、地点、震级	震中距 /km	同震变化					
		开始时刻	结束时刻	持续时间 /min	变化形态	变化幅度 /°C	与面(S)波到时差 /min
2014-10-02 T 23:56 中国青海乌兰 5.3 级	31	23:59	10.03 00:13	14	下降、低值持续、回升	0.0001	3
2013-07-22 T 7:45 中国甘肃岷县 6.7 级	587	07:52	14:34	442	下降、减缓、转平	0.0008	4
2014-02-12 T 17:19 中国新疆于田 7.3 级	1397	17:31	23:19	348	下降、低值持续、小幅回升、下降、转平	0.0003	4
2015-05-12 T 15:05 尼泊尔 7.5 级	1464	15:16	15:04	44	下降、回升	0.0005	4
2015-04-26 T 15:09 尼泊尔 7.2 级	1486	15:21	15:41	20	突降、回升	0.0004	5
2015-04-25 T 14:11 尼泊尔 8.2 级	1553	14:20	16:14	114	突降、回升	0.0028	1
2013-09-24 T 19:29 巴基斯坦 7.9 级	3235	19:55	20:25	30	下降、低值起伏、回升	0.0003	10
2015-05-30 T 19:23 日本小笠原群岛 8.0 级	4079	19:41	20:16	35	突降、回升	0.0003	4

注：因乌兰地震震中距过近，无法记录到面波，最大震幅为 S 波，因此上表中按照 S 波统计。其他地震均按照面波统计。

## 4 同震变化幅度特征分析

### 4.1 同震变化幅度与地震波振幅的关系

表 3 统计了都兰台测震仪记录到的各次地震的最大振幅，并分别计算了最大振幅与同震变化幅度之间的拟合相关系数。由表 3 可见，各分量振幅与同震变化幅度的拟合相关系数均大于 0.800，表明同震变化幅度与地震波最大振幅之间有良好的线性关系，其中，水平分量合成振幅的拟合情况最好，拟合系数为 0.924，三分量合成和 NS 分量的相似程度也较好，拟合系数都大于 0.88。

上述分析均间接证明，都兰地温一系列的以下降为主要特征的异常变化，确实是上述地震的地震波振动所引起的同震变化。同震变化的幅度，更多地受水平方向合成振动的影响。

### 4.2 同震变化幅度与震级的关系

由同震变化幅度与震级间的关系可见(表 3)，同震变化的幅度对于同一震中距而言，随着震级的增大而增大；震级相近时，则随着震中距的增大而减小。如 2015 年 4~5 月的 3 次尼泊尔地震，震中距相同，同震变化的幅度随着震级的变化而不同。尼泊尔 8.2 级、日本小笠原群岛 8.0 级地震，震级相差虽然不大，但前者比后者震中距要小，其同震变化的幅度也比后者要大。巴基斯坦 7.9 级、日本小笠原群岛 8.0 级地震，前者震级和震中距均略小于后者，二者的同震变化幅度基本相同。

由此可见，同震变化幅度与震级间的线性关系并不明显。由于单台计算地震震级的大小不仅取决于单台记录到的地震波的振幅大小，而且取决于震中距的远近，因此，二者的拟合相关系数不大，仅为 0.437。

## 5 变化形态及原因分析

于田 7.3 级、岷县 6.7 级 2 次地震与其他地震的都兰地温同震变化形态有所不同，均为



表 3 都兰井地温同震变化与地震波振幅间关系的统计

序号	地震	同震变化 幅度/℃	震级	地震波最大振幅				
				NS	EW	水平向合成	UD	三分量合成
1	2014-10-02 T23:56 中国青海乌兰 5.3 级地震	0.0001	5.3	142.51	78.98	162.93	61.48	184.67
2	2013-07-22 T07:45 中国甘肃岷县 6.7 级地震	0.0008	6.7	387.68	1294.61	1351.41	980.50	1936.25
3	2014-02-12 T17:19 中国新疆于田 7.3 级地震	0.0003	7.3	3040.10	1157.36	3252.95	2624.65	4935.51
4	2015-05-12 T15:05 尼泊尔 7.5 级地震	0.0005	7.5	1507.63	2047.57	2542.73	2537.72	4398.35
5	2015-04-26 T15:09 尼泊尔 7.2 级地震	0.0004	7.2	479.40	1249.30	1338.12	1467.75	2469.65
6	2015-04-25 T14:11 尼泊尔 8.2 级地震	0.0028	8.2	7695.36	2995.67	8257.88	4787.01	10678.18
7	2013.09.24 T19:29 巴基斯坦 7.9 级地震	0.0003	7.9	1127.59	531.49	1246.57	1405.16	2345.82
8	2015-05-30 T19:23 日本小笠原群岛 8.0 级地震	0.0003	8.0	240.06	716.78	755.91	965.17	1560.28
	与同震变化幅度的拟合相关系数		0.437	0.897	0.845	0.924	0.824	0.887

注：地震波最大振幅的水平向合成为单台记录到的地震波 NS、EW 两个分量最大振幅的矢量和；三分量合成为 NS、EW、UD 三个分量最大振幅的矢量和。

下降—转平形态(图 7)。这表明在地温同震下降后,探头处温度未恢复,而是达到了新的热力学平衡。

从空间分布来看,于田 7.3 级地震发生在巴颜喀拉地块西边界附近的硝尔库勒盆地南缘,为巴颜喀拉地块向东挤出的构造响应和应变调整所致(吴传勇等,2014);岷县 6.7 级地震震中位于巴颜喀拉块体东北缘附近的临潭-宕昌断裂带中东段,青藏高原东北部东昆仑断裂的向北挤压和向东的运动是该地区构造应力集中的主要动力(郑文俊等,2013)。因此,这 2 次地震都是青藏高原北部块体向北和向东的挤压作用所导致的。都兰井位于青藏高原北部的东昆仑-柴达木地块内,地块南缘与巴颜喀拉块体相邻,与这 2 次地震震中一样都位于青藏高原北部的重要活动断裂——库玛断裂带北侧附近。因而,这 2 次地震所产生的应力变化,都对都兰井造成了直接的影响,导致其地温同震变化后无法恢复原状,发生了类似“塑性”的变化。

其他几次引发同震变化的地震,如乌兰 5.3 级地震震中距虽近但震级较小,同震的影响也很小;其他地震虽然震级都大于 7 级,但震中距都较大,发震构造也与都兰井没有直接的联系,其同震变化均为下降,并在之后的较短时间内恢复原状(图 7),这种变化类似“弹性”的变化。

对比以上 2 种变化形态可见,当地震发震构造与都兰井之间有相对直接的构造联系且震级较大时,就会导致都兰地温发生“塑性”变化;而当地震的发震构造与都兰井没有相对直接的构造联系或震级较小时,就会导致都兰地温发生“弹性”变化。

## 6 结论和讨论

### 6.1 结论

(1) 在井孔周边一定范围内且震级较大的地震发生后,都兰深井地温观测数据出现同震变化,变化形态有下降-回升和下降-转平2种。

(2) 都兰深井地温同震变化均在都兰台所记录到的最大振幅地震波(近距离地震为S波,远距离地震为面波)到达1min后出现。

(3) 都兰地温同震变化幅度与最大地震波幅度有关,相关性大于80%,但与震级的线性相关性不明显。

### 6.2 地温同震变化机理探讨

水温同震变化是由于地震发生后地震波的波动改变了区域地应力场的作用,使岩体围压发生变化,导致岩体内裂隙、节理、孔隙压也随之发生变化,从而使得岩体裂隙、孔隙里水的流动和汇集方式发生变化所致。但是对于都兰井这种无水的地温观测井,其变化的机理尚需要进一步的探讨。

对于一般的弹性系统的热力学状态,可用应力 $\sigma$ 、应变 $\varepsilon$ 和温度 $T$ 等3个参量描述,写成微分形式(谢锐生,1980)为 $d\sigma = E d\varepsilon + \beta dT$ ,其中, $E$ 为杨氏模量, $\beta$ 为热应力系数。此状态方程经常用来研究热胀冷缩引起的应力问题,但涉及应力引起温度变化的研究则很少。对于等温情况( $dT=0$ ),上式变为胡克定律 $d\sigma = E d\varepsilon$ ,也即为弹性力学侧重研究的内容。在绝热情况下,固体弹性变形的状态方程不再是胡克定律,受热膨胀的材料也会受压升温(对于一维情况: $\Delta T = a T \Delta \sigma$ ,其中, $T$ 为初始温度, $a$ 为与材料性质有关的热物理常数)。实际上,对于缓慢过程,可近似为等温过程。对于快速变化(如地震),更接近绝热过程,温度与应力变化相关联,除了可以通过变形测量获得应力外,还可以通过温度测量来获得应力变化状态(陈顺云等,2013)。尤其是对于弹性模量大的介质,即使应力变化很大,变形也可能较小,应力的变化则可通过温度的变化来体现。

由此可见,都兰深井地温观测数据的同震变化,可能正是由于地震波所携带的能量使得井孔介质的应力状态发生改变,而这种应力状态的改变导致井孔周边的热力场分布发生了明显的变化。

都兰井的井孔基质为坡积角砾岩,质地较坚硬,基岩疏松。这样的介质并不属于上文中提到的弹性模量大的物质。这种介质是否能够更好地感应应力的变化,尚未见相关报道。但从目前的情况来看,青海省其他地热观测井孔都位于基岩之中,却没有明显的同震反应。而都兰井这一介质相对疏松的井孔,却观测到了清晰的同震变化。这与其构造位置有关,还是与其井孔介质有关,需要在以后的研究中逐步深入探讨。

### 6.3 其他需要进一步研究的问题

都兰地温的动态变化背景存在许多不明原因的短时间上升或下降变化,其中,多数下降变化与同震变化的形态和幅度都非常类似(图4)。尽管通过上述分析后认为,都兰地温在震后发生的这种变化与地震之间确实存在明显的联系,但仅从变化形态和幅度上进行分析,大部分无法明确地直接判断是否为同震变化,必须结合地震目录及该台地震记录波形才能进行准确判断。因此,对于都兰地温这种不明原因的短期变化,建议开展相关研究,尽可能

给出其原因并予以排除。

### 参考文献

- 陈沅俊、杨修信、赵京梅,1992,震前地温的微变化与断层蠕动,地震学报,14(3),373~375。
- 姚宝树,2004,不同埋深地温探头的观测效应及异常机制的初步研究,华北地震科学,22(2),23~26。
- 杨竹转,2011,地震波引起的井水位水温同震变化及其机理研究,博士学位论文,北京:中国地震局地质研究所。
- 张彬、刘耀炜、杨选辉,2013,中国大陆井水温对汶川 8.0 级、玉树 7.1 级、芦山 7.0 级和岷县 6.6 级地震响应特征的对比研究,地震工程学报,35(3),535~541。
- 吴传勇、张竹琪、赵翠萍等,2014,2014 年新疆于田  $M_s$ 7.3 地震:巴颜喀喇地块侧向挤出的构造响应,地球物理学报,57(10),3226~3237。
- 郑文俊、袁道阳、何文贵等,2013,甘肃东南地区构造活动与 2013 年岷县-漳县  $M_s$ 6.6 地震孕震机制,56(12),4059~4071。
- 谢锐生,1980,热力学原理,北京:人民教育出版社。
- 陈顺云、刘培洵、刘力强等,2013,芦山地震前康定地温变化现象,地震地质,35(3),634~640。

## Study on coseismic variation of deep well ground temperature in Dulan seismic station

*Li Tao*<sup>1)</sup> *Song Xiuqing*<sup>2)</sup> *Wang Qiuning*<sup>3)</sup>

1) Earthquake Administration of Qinghai Province, Xining 810001, China

2) Earthquake Administration of Shanghai Municipality, Shanghai 200062, China

3) Earthquake Administration of Shaanxi Province, Xi'an 710068, China

**Abstract** We study the variation patterns of geothermal observation data at Dulan seismic station, in a range of global earthquake with  $M_s \geq 7.0$  and domestic earthquake with  $M_s \geq 5.0$  since June 1, 2013, and find that 8 moderately strong earthquakes have obvious coseismic changes of reaction. Among them, the amplitude of coseismic variation is positively correlated with the maximum amplitude of seismic wave, especially with the maximum amplitude of horizontal synthesis. The morphology of coseismic variation is related to the tectonic location of the earthquake. When the location of the earthquake is directly related to the location of the borehole and the magnitude is larger, the pattern of the coseismic change is decline-flat, and the other regions of the earthquake are the decline and recovery. At the same time, the change mechanism of coseismic variation of ground temperature is discussed, and it is considered that the coseismic variation of geotemperature may be caused by the thermal energy field, which is resulted from the energy of seismic wave.

**Key words:** Dulan; Geotemperature; Coseismic variation; Change mechanism