

地壳突发性放气与灾害事件的研究

孔令昌 强祖基

(国家地震局地质研究所,北京 100029)

摘要 主要讨论了地壳的突发性放气与地震、火山和意外性水灾的关系,重点阐述了1994年第24号台风的前进路线不规则的机制,认为它是由于受1994年9月台湾海峡7.3级地震前地壳突发性放气的影响所致。还对地壳的突发性放气造成水灾的可能性机制进行了阐述。

关键词: 应力场 强震 火山喷发 台风 水灾 地壳突发性放气

1 引言

自然灾害对人类的危害是灾难性的,造成的经济损失是巨大的。全球每年平均有10余次7级以上的大地震发生,多次洪涝灾害发生和火山喷发。这些灾害都会给人类生存带来灾难,给国民经济造成巨大损失。人们在遭受这些灾害的过程中不断总结经验,探索规律,取得了一些认识,并积累了一些宝贵的资料。随着高科技观测手段的应用,人们对形成这些灾害的机制有所认识,这些灾害的形成与地球的活动、构造应力场的大区域作用有着十分密切的联系,与地壳的突发性放气有直接关系。如果人们能对灾害的前兆加以识别,认清它们的机制,掌握规律,对这些灾害提前作出预测是完全有可能的。

前苏联Gali, W. E等人(1988)发现,中强地震前在卫星红外云图上出现了大约 10^5km^2 左右的用气象知识无法解释的异常红外辐射。中国学者从1990年前后开始进行低空大气卫星热红外异常增温预报地震的探索,已取得了明显的进展^[1-4]。在大多数中强地震前地壳出现大面积突发性放气。有学者推测,1975年河南驻马店大水灾是由于降雨云系受突然因素的阻拦所造成的。

这些灾害(如地震、火山喷发)发生之前地壳的突发性放气已被大量的观测事实所证实^[1-5]。也被室内的压力模拟实验所证实^[6]。但是,对于地震前突发性放气所形成的大气“屏障”作用而形成的意外性水灾事件的研究还不多见,本文对地震应力场作用导致地壳的突发性放气与灾害发生的关系进行了研究。

2 地壳放气与灾害

2.1 地震与地壳放气

地球是一个“活体”,在其内部富含大量的气体。由于孕震应力场作用,岩石受挤压或拉伸,使得大量的气体沿断层释出。

1976年唐山7.8级地震前,在震中区的华北地区出现了大面积的突发性放气^[5],在1989年大同5.7级和6.1级地震前,也观测到了大面积的突发性放气现象^[1]。

在1990年5月23日小汤山3.8级地震前,小汤山温泉、光华热水中的惰性气体同位素及

气体成分等有十分明显的异常，国棉三厂热水中的气体，塔院、白浮等断层土壤气都有明显的异常变化。

在 1990 年 7 月 21 日怀来大海坨 4.5 级和 23 日唐山 4.5 级地震前，塔院、白浮、怀来后郝窑、夏垫等断层土壤气中的 He、H₂、CO₂ 和气体比值都有异常变化，光华、小汤山、国棉三厂等热水中的气体成分和惰性气体同位素比值均有明显的异常变化。

在 1990 年 9 月 22 日北京沙河东 4.0 级地震前，塔院断层土壤气的气体及同位素比值有明显的异常变化，有的高达 10 倍或更大，其它的观测点也有明显的变化。

在 1991 年 9 月 28 日北京平谷马坊 3.5 级地震和 11 月 30 日香山 3.0 级地震前，塔院、白浮断层土壤气和周围地下热水观测井中的气体及同位素比值有明显的异常变化，同时，北京低空大气中的气体，如 CO₂/Ar 比值有明显的异常变化。

2.2 与 1994 年台湾海峡 7.3 级地震有关的热红外异常

1994 年 9 月 16 日台湾海峡 7.3 级地震(23.0°N, 118.5°E)发生在板块边缘的构造活动带附近(图 1)，受构造活动而引起的强大孕震应力场的作用使得沿断层周围出现大面积突发性放气现象。从低空大气卫星热红外的资料可见，于 1994 年 9 月 8 日 05 时开始在台湾岛附近沿着琉球群岛至日本岛弧一带形成大面积的突发性增温异常区，其整个异常区的形状在台湾岛附近窄，日本岛弧一带较宽。总体类似于一个弧形箭头直指震中。在震中区附近的台湾岛一带增温异常区随时间向北移动(图 2)，到 9 月 8 日 15 时已覆盖了整个台湾岛，到 9 月 10 日 05 时，在福建一带也出现了约几十平方公里面积的孤立增温区，整个增温异常区的温度比周围地区高出 4℃左右，异常于 9 月 10 日 15 时后消失。在福建沿海一带，地球物理和地球化学等各种指标在该次地震前的半年或几年时间内，出现了不同程度的异常*。

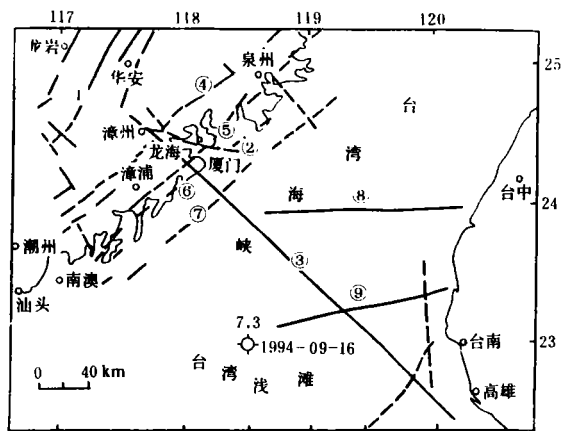


图 1 1994 年台湾海峡 7.3 级地震震中及附近区域构造图

- ①政和—大浦断裂；②漳州—厦门断裂；③龙海—七星岩断裂；④东张—诏安断裂；⑤长乐—南澳断裂；⑥平潭—东山断裂；⑦牛山岛—兄弟屿断裂；⑧澎湖—玉里断裂；⑨澎湖—玉里断裂

Fig1. The earthquake center and structures.

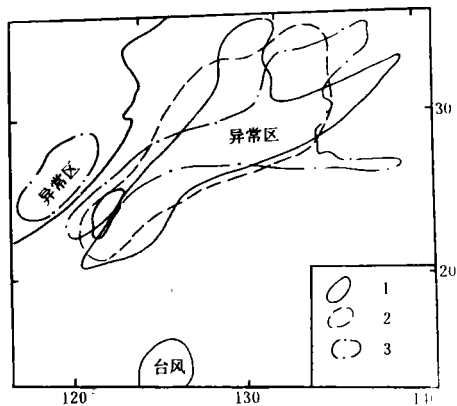


图 2 震中区附近热红外异常变化示意图

- 1 1994 年 9 月 8 日 06 时
- 2 1994 年 9 月 8 日 11 时
- 3 1994 年 9 月 10 日 05 时

Fig. 2 Heat infrared anomalous variation.

* 国家地震局. 华南地区 1994 年年中趋势会商意见. 震情研究, 1994, 22(3): 40-50.

2.3 气体释放与火山事件

火山喷发前,在局部地区受岩浆上涌的巨大冲击力而受挤压,在岩浆活动区所处的构造带也产生了类似于孕震应力场的作用,导致局部地区出现突然释气。

在200年前喷发过的日本九州云仙岳火山于1991年5月24日再次喷发。在卫星热红外图象上异常明显可见(图3),在1991年5月16日、18日和21日早晨,从台湾的东北面到九州岛的西南面的太平洋上出现了呈NE向扩展的热红外异常,异常的范围宽150 km,长800 km,热红外异常的中间部位热异常呈窄条形,但向西南方向扩展,异常区的最高温度为22℃,而周围的温度为18.5℃,平均增温3.5℃。到5月17日下午热红外异常区的西南端进一步扩展,在某些地区温度达22.5℃,扩展的直径为300 km,直到5月18日早晨,热红外增温异常向九州岛东北移了200 km,到达九州岛。

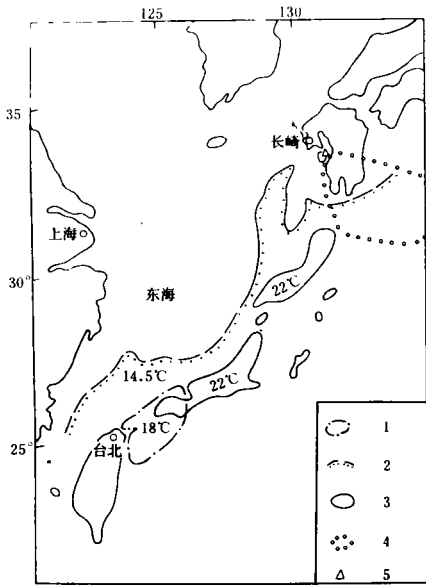


图3 日本九州云仙岳火山喷发前热红外异常示意图

1 1991年5月16日热红外异常; 2、3 1991年5月17日和18日热红外异常; 4 1991年5月21日热红外异常; 5 云仙岳火山

Fig. 3 Thermal infrared anomaly before the eruption of the Unzen-dake volcano, Japan.

1991年6月9日菲律宾吕宋岛上皮那图博火山开始喷发,整个火山喷发几乎持续了2个月。卫星热红外资料显示(图4),在1991年6月1日就出现了增温前兆,异常区的最高温度达25℃,从6月2日—8日,增温区向东和东南方向移动,到达吕宋岛海域的东边,异常温度达22℃,皮那图博火山开始喷发。

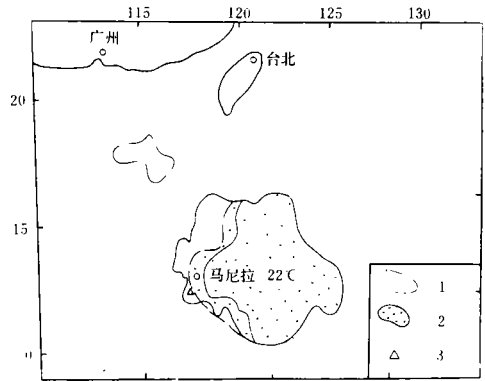


图4 菲律宾皮纳图博火山喷发前热红外异常图

1 1991年6月1—2日红外异常区; 2 1991年6月8日红外异常区; 3 皮那图博火山

Fig. 4 Thermal infrared anomaly before the eruption of the Pinatubo volcano, Philippines.

2.4 第24号台风与地壳突发性放气

1994年9月第24号台风从太平洋上形成后由南向北移动,于9月8日到达台湾岛南面的海域,按常规预测,该次台风应向北移动,越过台湾海峡进入福建一带。但台风行进的前方是1994年9月16日台湾海峡7.3级地震的孕震区。由于孕震应力场作用而引起大面积地壳突发性放气,从而产生气体“屏障”,使得该次台风在台湾岛南面几十公里海域处旋转停留了几个小时,最后改道朝西南方向前进,过南海,进入越南。因此,第24号台风的前进行为可能受到台湾海峡地震前的放气作用的影响(图5)。

3 讨论

在断层内,微裂隙是气体自深处向地表扩散迁移的最好通道,也是气体在裂隙面吸附的最好场所。从宏观上来讲,在无孕震应力场作用时,在历次地震事件或地质事件中形成并封存在深部的气体通过裂隙以一定的速率和深浅不一的特定比例向地表扩散,在接近地表过程中,由于大气的返回扩散作用,深部气体被大量地稀释。从微观上来讲,岩体晶格内含有的原始的或放射成因的气体以极慢的渗透扩散速度在晶格中间扩散,但总是向岩体表面扩散,混入深部的析出气体流中,形成了人们日常观测到的正常的比例。在孕震应力场或区域构造活动作用下,区域岩体聚集了巨大的能量,局部岩体处于受挤压或拉张状态,当岩体快要达到破裂前的某一临界阶段时,地壳内部的物理的和化学的状态发生了剧烈的变化,产生了一系列错综复杂的

物理的和化学的变化过程,各种过程互相激发,加剧各种过程的进一步发展,如出现岩体的气发射作用、低空电场的突然变化、雪崩式微裂隙的形成等,这种种现象都可加速深部岩石气体扩散和断层内原来驻留并吸附在介质表面上的气体脱附,混入到析出的气体流中。通过已有的研究可见,超声波发射作用能使固体岩石表面吸附气体突发性释放⁽⁷⁾和水中溶解气体的突发性释放^{*}。另外,岩体微裂隙的产生,形成了许多新鲜岩面,由于地下水的渗入,引起水-岩面的化学反应,这种化学反应可导致一些物理过程的变化,如大地电流量的变化、地热能的增加等等都可引起其它过程的变化。水-岩化学反应可产生大量的气体释出,它们都混入到析出气体流中,因此形成了震前气体的突发性释放。由于气体在断层介质上吸附量与介质的吸附性、吸附表面积能有关,所以断层介质上吸附的气体量是有限的,一般形成突发性放气的持续时间段不会太长,只有几天就释放完了。但气体突发性释放的持续时间还与使其释放的物理作用能量的大小有关,其能量强,所能维持的时间短,但释放的气体量大。到地震发生时,在介质表面上吸附的气体已被脱附完了,气体的释放就不再有震前的某一段时间内的那么大,这时只有岩面破裂的和水-岩反应产生的气体释出。震后,岩体应力场恢复,物理的和化学的状态处于正常,气体释放也处于正常,又重新慢慢地建立起吸附与脱附的动力学平衡过程⁽⁸⁾。

在 1994 年 9 月 16 日台湾海峡 7.3 级地震前 8 天,在沿琉球群岛一线出现了呈 NE 向展布的大面积的突发性放气,这种突发性放气现象持续了 2-3 天,尔后消失,到 9 月 16 日地震时,没有这种大面积突发性放气现象了。许多地震都呈现这种规律性⁽¹⁻⁴⁾。

火山喷发前的岩浆上涌的巨大挤压力挤压裂隙两侧的作用类似于地震的应力场的作用结果,因此,在日本的九州岛云仙岳火山喷发前和菲律宾皮那图博火山喷发前,沿着火山喷发所处的区域断裂带形成大量的突发性放气。

由于大面积突发性放气,放出气体形成一种类似于立体形的条状气体“墙”,这种气体“墙”可阻挡台风及降雨云系的前进,从而有形成水灾的可能性,而这种可能性的大小与台风和降雨

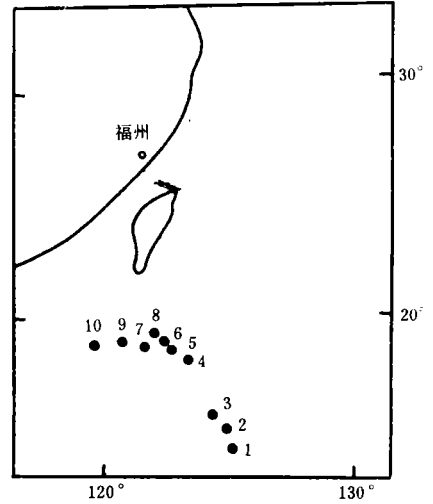


图 5 1994 年 24 号台风路线示意图
(9 月 8 日—10 日)

Fig. 5 The path of the 24th typhoon in 1994.

* 孔令昌. 水中溶解气的析出与超声波振动作用的关系. 1982.

云系的含水量有关,也与相遇时停留的时间有关,以及与放气“墙”的形状非常有关。台风或降雨云系与凹形圆弧状的放气“墙”相遇时,台风或降雨云系在凹弧中旋转停留一段时间,极易形成水灾。由于1994年9月16日台湾海峡7.3级地震的孕震应力场作用,使得地壳大面积突发性放气,在台湾岛一带形成凹形圆弧状的气体立体“墙”。1994年第24号台风在台湾岛以南几十公里处与气体立体墙相遇后停留了几个小时,这就很容易形成一种意外性的水灾事件,而且这种水灾事件用以往常规的预测方法是很难作出准确预测的。

4 结语

地球放气是连续而且是长期的,只有在构造作用或孕震应力场(或火山喷发活动等)作用下可沿着构造带形成大面积突发性放气。这种突发性大量地放气一般在地震前或火山喷发前的一段时间内发生,而且持续时间较短,长则十余天,短则几天。因此,地壳大面积突发性放气可能是地震和火山喷发的前兆,很有可能也是意外性水灾事件的前兆,如果对此种现象的理论加以深入研究和加强观测分析,对这种意外性水灾事件的发生不难作出准确的预测。

(本文1995年4月11日收到)

参考文献

- 1 强祖基,徐秀登,贺常恭. 卫星热红外异常——临震前兆. 科学通报,1990,35(17):1324—1327.
- 2 强祖基,徐秀登,贺常恭,孔令昌. 卫星热红外异常地震临震前兆.“七五”地质科技重要成果学术交流会议论文集. 北京,科学技术出版社,1992. 810—814.
- 3 强祖基,孔令昌,贺常恭,徐秀登. 地球放气——热红外异常与地震活动. 科学通报,1992,37(24):2259—2262.
- 4 贺常恭,王宜吉,强祖基. 卫星热红外异常增温与常热临震前兆. 科学通报,1992,37(9):821—824.
- 5 国家地震局《1976年唐山地震》编辑组. 一九七六年唐山地震. 北京,地震出版社,1982.
- 6 强祖基,孔令昌. 实验室模拟卫星热红外增温机制的研究. 科学通报,1995,40(1):96.
- 7 冯玮,王永才,侯彦珠. 饱水岩石超声振动实验研究. 地震地质,1981,3(2):1—7.
- 8 孔令昌. 利用塔院断层土壤中惰性气体同位素比值预测首都圈的地震危险性. 地震危险性预测研究. 北京,地震出版社,1995. 163—169.

RESEARCH OF GAS SUDDENLY RELEASED FROM THE CRUST AND NATURAL CALAMITY EVENTS

Kong Lingchang and Qiang Zuji

(Institute of Geology, SSB, Beijing 100029)

Abstract

The paper discussed the relation of gas suddenly released from the crust with earthquake, volcano and unexpected flood, expounded mechanism of the irregular path of the 24th typhoon in 1994 and studied the mechanism in which gas released suddenly from the crust may cause unexpected flood.

Key words: Stress field, Strong earthquake, Volcanic eruption, Typhoon, Flood disaster, Gas released suddenly from the crust