

综 述

# 地震前红外异常的基本特征与成因机理

徐秀登, 徐向民

(浙江师范大学, 浙江 金华 321004)

**摘要:**通过分析发生在中国及相邻地区的 40 多次地震的卫星热红外图像,总结了卫星红外临震异常的基本特征.对有关异常成因机理的诸家观点进行了阐述,提出了作者的倾向性意见.一般情况下  $M_S > 5$  地震前均有较清晰的红外临震异常显示,低空大气—地面增温幅度显著,并表现出突发性和阶段性特征.异常面积与震级的大小呈一定程度的正相关.作者倾向于认为,临震大气静电异常对大气的极化作用是产生热红外异常的主要原因,异常大气的温室效应也是不可忽视的因素.

**关键词:** 热红外异常; 临震异常; 异常特征; 成因机理

中图分类号: P315.72 文献标识码: A 文章编号: 1000-0844(2001)03-0310-03

## 0 前言

利用地震前突发性地面增温的遥感记录——卫星热红外异常进行地震短临预测,是在中国首先开展的.经过诸多学者的努力,在这一领域内的研究取得了较大进展.该方法在中国及邻区的地震预报研究及首都圈地震形势分析中发挥了一定的作用<sup>①</sup>.近年来的实践证明,用卫星热红外异常进行地震短临预测是一种很有发展前景的新方法.为了使该方法得到更广泛深入的研究及推广、使用,本文初步总结了卫星红外异常的基本特征,并对异常机理进行了探讨.

## 1 卫星热红外异常的基本特征及其时空演变

作者分析了 1989~1999 年发生在中国及相邻地区的 40 多次地震的卫星热红外图像,初步得出红外异常有如下基本特征:

- (1)  $M_S > 5$  地震前多有清晰可辨的红外临震异常显示.
- (2) 红外异常多在震前 2~22 天内突然出现,呈现突发性特征.
- (3) 与地震有关的热红外异常可持续几天到十几天,甚至更长,而非地震异常则会很快消失.
- (4) 震前 2~10 几天累计增温幅度可达几度到 10 几度,异常幅度是显著的.异常区的温度比背景温度高出几度.异常幅度与震级的相关性不甚明显,但一般呈正相关.
- (5) 增温异常范围大,5 级以上地震可达  $20 \times 10^4 \sim 100 \times 10^4 \text{ km}^2$ .异常面积的大小与震级呈一定程度的正相关.
- (6) 在 40 次地震中有 30 次地震的震中位于弱异常区或异常区边缘甚至远离异常区几十公里.
- (7) 增温异常一般经历初始—高潮—平静 3 个阶段,异常演变呈阶段性.也有些异常演变具多旋回性,即增温经高峰到平静期后并不发震,又出现第 2 轮甚至第 3 轮再增温过程,最后才发震.1991 年 5 月 30 日唐山 5.1 级、1991 年 6 月 16 日内蒙古阿拉善左旗 5 级地震等属此类.

收稿日期: 2000-03-24

基金项目: 浙江省科委重点科技项目(961103176).

作者简介: 徐秀登(1938—),男(汉族),浙江金华人,教授,现从事卫星红外预测地震的研究

① 国家地震局地质研究所.各年度预报检验报告.1993.

## 2 临震红外异常成因机理假说

对于临震前低空大气—地面增温异常的原因,至今还没有定论.目前大致有如下几种推论和说法:

(1) 地下热传导<sup>[1]</sup>.由于构造运动引起岩浆和热液活动,导致地下局部高温向地表传导.

(2) 断层蠕动摩擦生热<sup>[2]</sup>.由于断层的蠕动导致断层二盘摩擦生热引起地面增温.

(3) 能量转换<sup>[3]</sup>.岩石受压过程中应变能和辐射能转换为热能.

(4) 高频电场激发大气红外辐射.在岩石变形—破裂过程中水在不断地运动.在应力作用下尤其是当微裂隙大量发生时,这种带正电的运动着的水可产生较大的过滤电位.其所产生的强大电场使空气电离并被激发,从地下逸出的不同气体,在低空电场的作用下发出各种波长的光子,形成了人们在地震前所看到的各种地光和一些人肉眼看不见的红外光<sup>[4]</sup>.

(5) 地球放气温室效应.最早提出此观点的是前苏联学者В.И.Горный<sup>[5]</sup>.他认为热红外异常可能与断裂上接近地面的大气层的气体混合物成分的改变及其凝聚有关.大气气体成分的改变会产生不同的效应,其中之一是引起温室效应.在2 000 m的大气层内,CO<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>气体含量的增多将导致地面温度提高几度.在地震活动区大气层内,地震活动可导致温室气体含量增加1~2个数量级.

(6) 静电异常“促进”气体增温效应.临震大气静电异常对大气的极化作用,是促进大气增温异常的主要因素.

## 3 讨论

如果地下热传导说成立,那么地下温度应高于地表.但是根据作者对1988年澜沧—耿马等地震前地表(0 m)、浅层(-0.5~ -0.8 m)和深层(-1.6 m)温度变化的对比分析,震前地表有明显升温,但在地下,深度越大曲线越平直<sup>[6]</sup>.这一事实与岩浆活动导致地表温度升高的过程不符.

蔡永恩等<sup>[2]</sup>利用数学模拟方法模拟了唐山大地震前断层蠕动产生的增温幅度仅达2.5℃.耿乃光等<sup>[3]</sup>根据岩石实验得出的岩石受压后升温范围仅为0.2~0.6℃.这与实际地震前的增温幅度不符.而且这类机械能转换的热能、辐射能多在震源深处,而岩石是热的不良导体,因此可以认为,在孕震过程即岩石受压过程中,由机械能转换的热能、辐射能对低层大气即地面大面积、大幅度的增温异常的贡献是非常有限的.

孔令昌等所做的室内物理模拟试验结果<sup>[7]</sup>表明,在交变电场激发下,温室气体及空气都有不同程度的增温,但增温幅度也不超过1℃.另据郝建国等自1977年以来的观测,临震前呈现的是近地表大气静电异常,而非高频交变电场.因此关于地震前产生高频电场,从而激发气体产生红外辐射的认识是不合适的.

地震前地壳内逸出大量的气体,这已为众多观测事实所证实<sup>[8,9]</sup>.但这些气体是否可造成地表—低空大气大幅度增温,这是需要进行研究的.作者将“温室气体”——水汽、CO<sub>2</sub>和CH<sub>4</sub>等和正常干燥的空气在相同条件下进行多次对比试验,结果表明:3种气体均具有“温室效应”,即比相同条件下的干空气温度要高一些.但90%以上浓度的“温室气体”的温度也仅比空气高0.8~1.8℃<sup>[10]</sup>.因此仅仅是“温室气体”还不足以导致震前低空大气大幅度增温.

据郝建国等<sup>[11]</sup>长期观测,几乎所有 $\Delta \leq 100$  km,  $M_L \geq 4.0$ 和 $\Delta \leq 250$  km,  $M_L \geq 5.0$ 地震前2~40多天内,皆可监测到大幅度(约300~700 V/m)的静电异常,异常范围可达 $3 \times 10^4 \sim 51 \times 10^4$  km<sup>2</sup>,与临震大气增温异常在时空上基本对应.作者用了3年时间在不同季节和气候条件下,开展了在同一条件下不同气体在有电场和无电场作用时的升温对比模拟试验.结果表明:大气电场对大气增温效应的“促进”作用相当可观.在 $E = 700$  V/m或350 V/m直流电场作用下,大气温度升高2.0~4.4℃,N<sub>2</sub>温度升高2.6~6.6℃,CO<sub>2</sub>温度升高1.9~4.9℃,与 $M_S = 5 \sim 6$ 地震前的增温幅度相当<sup>[12]</sup>.

综上所述,作者认为,临震大气静电异常对大气的极化作用是大气在太阳辐射下产生大面积、大幅度增温的重要因素.地震前逸出的温室气体的“温室效应”也是一个重要原因<sup>[13]</sup>.

## [参考文献]

- [1] 兰州地震大队气象地震组. 气象与地震[M]. 北京: 地震出版社, 1976. 55—65.
- [2] 蔡永恩. 地震前断层蠕动与地温异常的探讨[J]. 地震学报, 1987, 10(2): 165—174.
- [3] 耿乃光, 崔承禹, 邓明德. 岩石破裂实验中的遥感观测与遥感岩石力学的开端[J]. 地震学报, 1992, 12(3): 645—652.
- [4] 强祖基, 侯常恭, 徐秀登. 地球放气、热红外异常与地震活动[J]. 科学通报, 1992, (24): 2259—2262.
- [5] В И Горный, 地球热红外辐射: 地震活动性的标志[J]. 徐秀登译. 地震地质译丛, 1990, (2): 38—39.
- [6] 徐秀登, 强祖基, 侯常恭. 突发性地面增温与临震前兆[J]. 地震地质, 1990, 13(2): 243—249.
- [7] 强祖基, 孔令昌, 郭满红, 等. 卫星热红外增温机制的实验研究[J]. 地震学报, 1997, 19(2): 197—201.
- [8] 国家地震局《一九七六年唐山地震》编辑组. 一九七六年唐山地震[M]. 北京: 地震出版社, 1982. 272—292.
- [9] 汪成民. 断层气测量在地震科学中的应用[M]. 北京: 地震出版社, 1991. 1—16.
- [10] 徐秀登, 徐向民, 马升灯. 卫星红外临震异常成因机理的初步试验和认识[J]. 浙江师范大学学报, 1993, (3): 86—90.
- [11] 郝建国. 近地表大气电场与地震[J]. 地震学报, 1988, 11(2): 206—211.
- [12] 徐秀登, 徐向民, 马升灯, 骆高远. 临震大气增温异常成因的初步认识[J]. 地震学报, 1995, 17(1): 123—127.
- [13] 徐秀登, 徐向民, 马升灯, 骆高远. 电场作用与大气增温效应的再试验[J]. 西北地震学报, 1997, 19(1): 27—31.

## THE BASIC CHARACTERS AND FORMATION MECHANISM OF SATELLITE INFRARED ANOMALIES BEFORE STRONG EARTHQUAKES

XU Xiu-deng, XU Xiang-min

(Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

**Abstract:** Analysing thermal infrared anomaly images before earthquakes more than 40 in China and its neighboring areas, the main features of the infrared anomalies are summarized. In general, there exist clearer anomalies with a bigger amplitude of temperature increase which show the character of suddenness and phase before  $M_S > 5$  earthquakes. An abnormal area is related positively to magnitude with a certain degree. Some studies on mechanism of the infrared anomaly are introduced and the author's trend opinion is put forward. It is believed that the polarizing function of air static electric field anomaly to the atmosphere impending before earthquake should be the major factor to the infrared anomaly. And "the greenhouse effect" of the atmosphere containing abundant "polluting air" should be another factor that can not be ignored.

**Key words:** Infrared anomaly; Impending earthquake anomaly; Anomalous feature; Formation mechanism