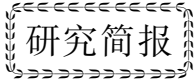


文章编号: 0253-3782(2000)06-0666-04



台湾南投 7.6 级地震前卫星红外异常*

徐秀登¹⁾ 徐向民¹⁾ 王煜²⁾

1) 中国浙江金华 321004 浙江师范大学

2) 中国北京 100029 中国地震局地质研究所

关键词 卫星红外异常 台湾南投 地震

中图分类号: P237 文献标识码: A

1999 年 9 月 21 日台湾南投 7.6 级大地震前 10 天(9 月 12 日), 笔者注意到卫星红外异常情况, 并于 9 月 14 日向浙江省地震局监测预报中心作了口头通报: “近期台湾或其海峡一带将有大地震发生”^①, 并请金华市气象台将卫星云图资料保存下来^②. 这些云图是一份宝贵的临震红外异常记录, 现予公布, 供大家研讨.

1 临震卫星红外异常时空演变纪实

笔者获悉 9 月 10 日 22 时台湾东海域发生 5.2 级地震后, 9 月 12 日就去金华气象台观测卫星红外云图. 从震前的 GMS 卫星云图(图 1)可见: 在原本基本均一的台湾东部洋面上, 1999 年 9 月 4 日 23 时(世界时, 下同, 相当于北京时 9 月 5 日 7 时), 沿琉球群岛东侧, 即琉球海沟一带, 出现了几小块孤立分散状红外增温异常区, 比周围背景温度高出 2℃左右, 累加面积约 0.8 万 km²; 到 9 月 5 日 16 时(北京时 9 月 6 日 0 时)集中成片, 面积达 8 万多 km²(图 1a 中粉红色区), 最高亮温为 21.88℃, 比背景温度(19.88℃)高 2℃; 随后, 增温异常区面积继续增大, 同时缓慢向西偏南方向移动, 逐步向台湾岛逼近, 到 9 月 6 日 2 时达 15 万 km²(图 1b), 增温异常区中心由 9 月 5 日 16 时的 24.6°N、126.4°E 移到 9 月 6 日 2 时的 23.4°N、124.6°E; 9 月 6 日 16 时, 该增温异常区前缘抵达台湾岛. 以后继续扩展和迁移, 至 9 月 9 日 16 时 20℃~22℃的高温区面积已达 60 万 km²(图 1c), 持续 20 小时后, 于 9 月 10 日 14 时 18 分, 在位于 22.6°N、121.8°E 的台湾东部海中(图 1 中“1”处)发生了 5.2 级地震.

特别引起笔者注意和警觉的是, 9 月 10 日 5.2 级地震后红外增温异常不仅不衰减, 反而继续扩展, 且具有爆炸式快速突变的特点. 震后两小时(9 月 10 日 16 时)高温区跨过台湾岛, 越过海峡, 直抵大陆东南沿海(南达珠江口外, 北近长江口外). 此时, 20℃~24℃的增温区面积已达 92 万 km². 其中, 新出现的 21.5℃~24℃高温区, 累计面积达 20 多万 km²(图 1d 中深红色区). 根据笔者总结的异常演变规律, 地震(即能量释放)后, 若无强余震或主震, 增温异常则明显衰减乃至恢复正常(徐秀登等, 1991). 而此次增温异常已持续 7~8 天, 面积达近百万平方公里. 这使笔者预感到 5.2 级震后还有大震即将到来.

至 9 月 11 日 16 时, 源于菲律宾东侧洋面的 9910 号台风云已覆盖到台湾岛南面海域, 致使红外增温

* 浙江省重点科技计划项目(961103176)资助.

1999-10-26 收到初稿, 2000-06-25 收到修改稿, 2000-06-29 决定采用.

① 浙江省地震局监测预报中心 2000 年 1 月 30 日提供的关于徐透登 1999 年 9 月 12 日预测台湾或其海峡一带将有大地震发生的证明.

② 浙江金华气象台副台长张行才提供的关于徐秀登 1999 年 9 月 12 日去气象台通报近期台湾附近卫星红外有异常, 很可能有较强地震发生, 并强调加强监视, 保存每一时次的卫星云图资料的证明.

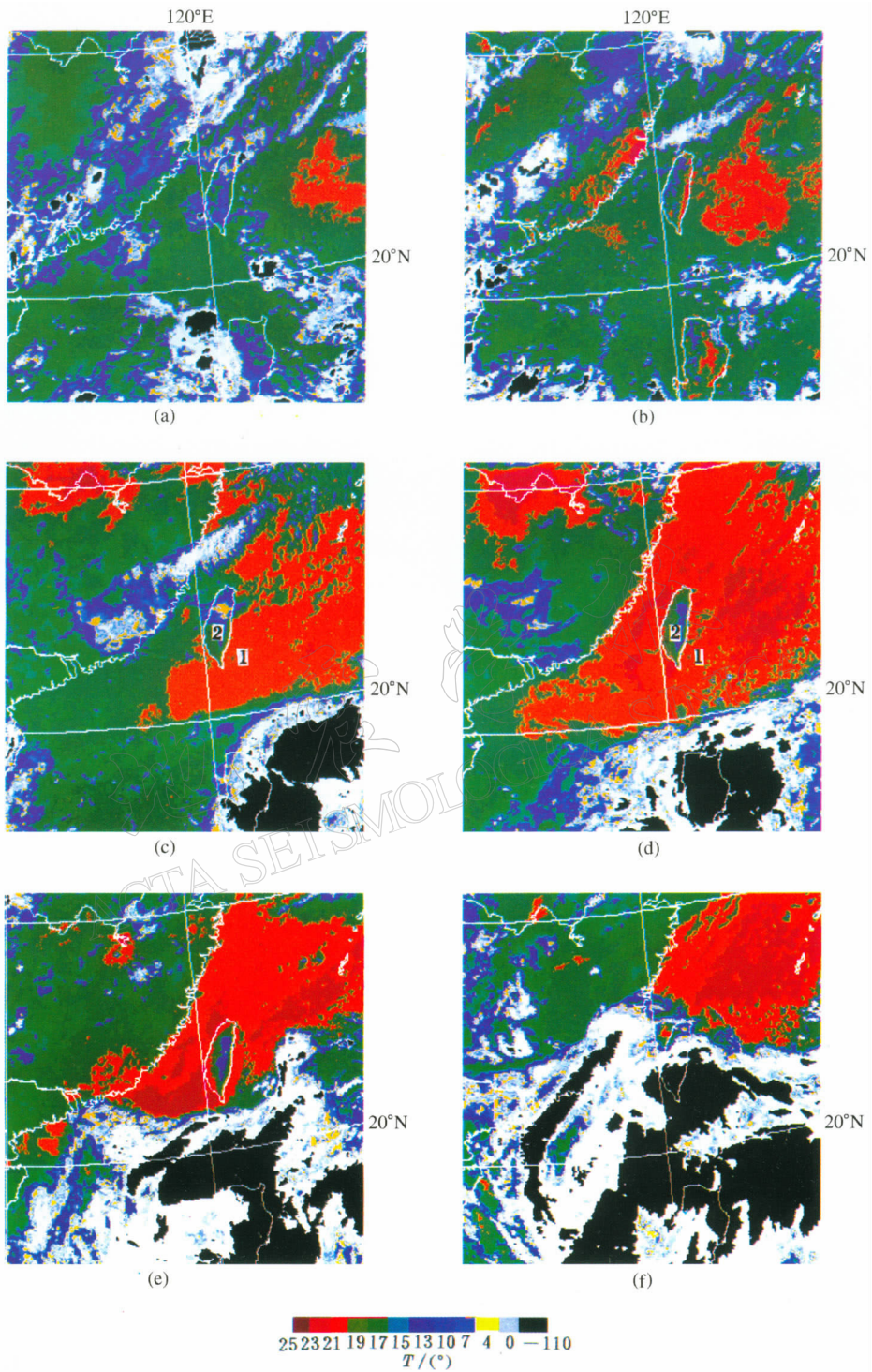


图 1 台湾南投 7.6 级地震前卫星红外异常图

(a) 1999 年 9 月 5 日 16 时；(b) 1999 年 9 月 6 日 2 时；(c) 1999 年 9 月 9 日 16 时；
(d) 1999 年 9 月 10 日 16 时；(e) 1999 年 9 月 11 日 16 时；(f) 1999 年 9 月 12 日 16 时

异常面积比以前缩小;但从 $21.5^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$ 高温区面积比以前有所扩大则可推知,红外异常在继续加强之中(图 1e).至 9 月 12 日 16 时(北京时间 9 月 13 日 0 时),台湾岛及其东、南、西三面海域全被台风云团侵占(图 1 中黑、白色区),“9.21”大震极震区(图 1 中“2”处)上空也被云层覆盖.但从台湾岛以北的东海海域仍可见红外增温在加强,仅 $21.5^{\circ}\text{C}\sim 24^{\circ}\text{C}$ 高温区就增达 25 万 km^2 (图 1f).

9 月 13 日后,9910 号台风继续向西北方向移动;9 月 16 日开始,东海以东洋面又生成 9911 号台风,于是台湾岛及其四周海域被台风云全部占据,致使 9 月 14 日 0 时(北京时间)以后直到 9 月 21 日 1 时(北京时间)地震时,较难追踪确定红外异常面积与时空动态.但已记录了该次大地震红外异常的大部分运动轨迹.

2 卫星红外增温异常与地震活动关系的分析

笔者在浙江省 961103176 项目中,对中国 97°E 以东地区,自 1988 年有 GMS 卫星图象资料以来的 60 多次 $M_s\geq 6$ 地震的 2 000 多张卫星照片,作了一次扫描式的统计研究.结果表明,有 66% 的地震有明显反映^①,并对地震三要素与红外异常特征指标的关系作了系统总结.结题报告初稿已于 9 月 21 日台湾地震前基本完成.根据笔者总结的统计规律,笔者在震后从以下方面分析,认为“9.21”大震前发生于台湾东、西海域的红外增温异常现象是一种临震前兆.

2.1 红外异常形态的孤立性、分布上的局限性及其与活动构造的相关性(徐秀登等,1991)

笔者所作的统计表明:与构造、地震活动有关的红外增温异常区,不同于与纬度平行展布的大面积的低纬高温区和副热带高压带下沉气流产生的高温区,前者呈孤立形态出现于活动构造的某局部地段,与背景温差 $2^{\circ}\text{C}\sim 10^{\circ}\text{C}$.本次增温异常呈分散孤立状出现于琉球弧,面积从近 1 万 km^2 ,逐步扩展到 60 多万 km^2 ,5.2 级地震后爆炸式地扩展达 100 多万 km^2 ,总体呈 NE 向展布,与台湾东侧的 NE-NNE 琉球海沟及台湾西侧的 NE-NNE 向滨海断裂相一致.

2.2 异常昼夜对比的相对稳定性和存在时间的持久性

由于比热原因,由水体和沙漠、岩石等地形、地物产生的局部高温区,昼夜温度呈明显反差.如本次 9 月 9 日 16 时与 9 月 10 日 16 时(北京时间晚上 0 时),长江中下游湘鄂赣苏等省的湖泊密集区,晚上也呈 $21^{\circ}\text{C}\sim 23^{\circ}\text{C}$ 的高温,比周围陆地高出 $2^{\circ}\text{C}\sim 3^{\circ}\text{C}$,但到北京时 13~14 时就比周边岩石裸露区还低.而与构造应力加强引发的构造、地震活动相关的红外增温异常,则日夜都呈现高温(比周围温度高 2°C 多),且与孕震相关的增温持续时间,比气象增温要长.近十多年统计 $M_s\geq 7$ 地震,异常持续时间达 8~18 天(唐山 1976 年 7.8 级大震达 21 天).本次地震从 9 月 5~14 日台风覆盖为止,已达 9 天之久.

根据上述增温异常时空规律可判断,它是一种临震前兆.再根据我国东部十多年历史震例总结:红外异常面积与震级大小具有一定的正相关: $M_s\geq 6$ 可达 80 万 km^2 , $M_s\geq 7$ 可达 100 多万 km^2 .本次地震增温异常面积 9 月 12 日达近 100 万 km^2 ,最大达 110 多万 km^2 ,故将有发生 $M_s\geq 7$ 大震的可能.

2.3 异常位置具迁移性,演变规律呈阶段性

由构造、地震活动引起的红外异常,一般经历分散—集中—成带,并沿一定地震构造带或构造应力场方位移动和扩展.这易与水体(晚上)和沙漠、岩性(白天)等地形地物引起的静态高温区(如本次赣鄂湘湖沼晚间高温区)相区别.

时间演变上,可能与地应力的“加强—集中—相持”相对应,红外增温异常一般分初始增温—加强增温—相对平静 3 个阶段(强祖基等,1990).笔者统计 $M_s\geq 7$ 地震增温高峰期出现于震前几天~12 天,平静时间 0.5~6 天^①.本次 9.21 大地震前红外增温异常时空动态演变与统计规律很相符:9 月 4 日 23 时~9 月 9 日 14 时 5.2 级地震前可视为初始增温阶段;9 月 9 日 16 时~9 月 13 日 16 时,可称高峰增温时段;推测 9 月 14 日~9 月 20 日 16 时发震前为异常衰减、相对平静时间.地震动力源为自菲律宾海板块由东

^① 徐秀登,徐向民,张行才,等.1999.浙江省科委重点科技项目(961103176)研究技术报告.

向西的推挤作用. 菲律宾海板块与欧亚板块的前缘——台湾岛的边界断裂是: 菲律宾海板块西北缘沿琉球海沟向大陆板块俯冲, 西南缘巴士海峡以南则向大陆仰冲, 而台湾岛正处于两种作用方式的转换地段. 台湾纵谷构造带正是菲律宾海板块与欧亚板块的碰撞带缝合线(徐杰等, 1999), 故台湾岛尤其是台湾纵谷和台湾山脉一带是构造应力最集中, 地震活动最强、最频繁的地方.

参 考 文 献

- 强祖基, 徐秀登, 赁常恭. 1990. 卫星热红外异常——临震前兆[J]. 科学通报, **35**(17): 1 324~1 327
- 徐杰, 高战武, 周本刚, 等. 1999. 东南沿海地震带近期地震活动性的研究[A]. 见: 中国地震局地质研究所编. 地震危险性预测研究(2000 年度)[C]. 北京: 地震出版社, 89~95
- 徐秀登, 强祖基, 赁常恭. 1991. 临震卫星热红外异常与地面增温异常[J]. 科学通报, **36**(4): 291~294

SATELLITE INFRARED ANOMALY BEFORE NANTOU $M_s=7.6$ EARTHQUAKE IN TAIWAN, CHINA

Xu Xiudeng¹⁾ Xu Xiangmin¹⁾ Wang Yu²⁾

1) Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, Zhejiang, China

2) Institute of Geology, China Seismological Bureau, Beijing 100029, China

Key words: satellite infrared anomaly

地 震 学
ACTA SEISMOLOGICA SINICA