卫星热红外异常——临震前兆

强　祖　基

（国家地震局地质研究所，北京 100029）

徐　秀　登　　贠　常　恭

（浙江师范大学地理系，金华 321004）　（国家气象局卫星气象中心，北京 100081）

关键词　临震、热红外异常、地球放气作用

地震前出现增温异常，早已被人们所察觉，不少人曾对其进行过研究[1-3]．但采用台网定点观测的方法，只能得到局限于某些地点的定时温度资料，而得不到孕震范围的大面积的温度动态演变资料．利用卫星热红外辐射探测地面温度，则具有资料准确、覆盖面广、信息量大、能捕捉震前增温异常的时空动态变化等优点．但目前仅见苏联有过探讨卫星热红外异常与地震活动关系的文章[4]．作者利用卫星热红外异常对 1989 年 10 月山西大同地震等进行了实际监测和试报，初步探索了利用该手段进行临震预报的思路和方法．

一、大同震前热红外异常

对 1989 年 10 月 18 日、19 日大同的 5.7 和 6.1 级地震及其强余震的气象卫星热红外资料

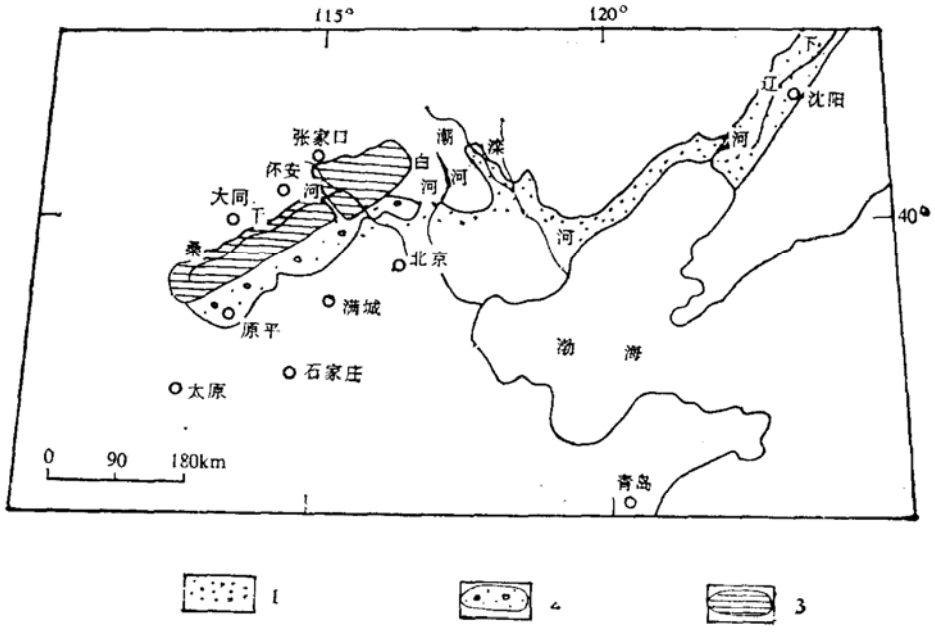


图 1　震前初始增温阶段热红外异常

据 1989 年 10 月 15 日傍晚热红外象片所绘，
1. 增温 2℃；2. 增温 3—4℃；3. 线状云

本文 1990 年 2 月 9 日收到

进行分析，追踪震前热红外异常．其方法首先建立本地区该季节的温度正常分布图象[5]，其他时间与之比较，确定异常范围及其强度，结果发现大同震前的热红外异常及其时、空演变特征．

10 月 15 日中午前，属基本正常状态，整个温度较低，照片颜色较均一，只有水系颜色稍深(约高一个灰度级 2℃)．

10 月 15 日中午开始增温，到 16 日 2 时(北京时，下同)止，可称初始增温阶段．主要于燕山山南出现一个增温带 (图 1)，沿滦河、潮河、白河等河谷向北部山区蔓延，界线较清晰，比北部山区共高 2 个灰度级(4℃) (图 1)．该增温带沿渤海边呈 NE 向延伸，与郯庐带北延的下辽河断裂增温带相接．太行山山前断裂带正常情况下比华北平原高出 2℃ 左右，此时高出 5—6℃，呈显著增温区．桑干河断裂束上空出现线状白云[6]，长约 350km，宽 50—60km，平行断裂呈 NE 向展布．

10 月 16 日 2 时增温开始加强，到早晨增温达最高峰，直到 17 日末，可谓增温加强阶段．最醒目的增温表现在华北北部边缘热异常沿滦河、潮河、白河河谷呈树枝状漫入燕山山区，表明华北盆地增温加强，增温范围也进一步扩大，南面扩展到满城，西面到右玉，北到张家口，总体呈 NEE 向，面积约数十万平方公里，一般增 2—4℃，高的增 5—6℃ (图 2)，此时大同桑干

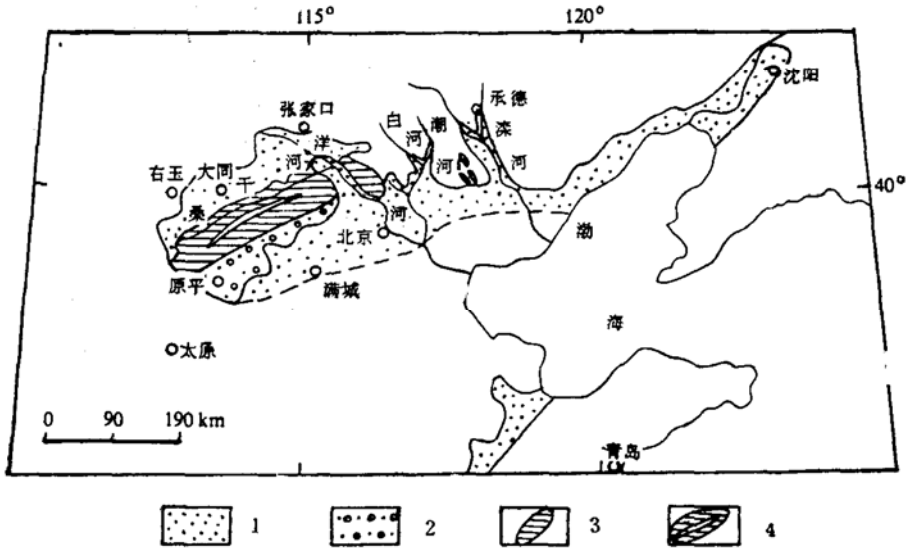


图 2　震前增温加强阶段热红外异常

据 1989 年 10 月 16 日 2 时热红外象片所绘．

1.增温 2—4℃；　2.增温 5—6℃；　3.线状云；　4.热通道

河断裂带上空 NE 向线状云中间出现一窄条无云暗色带，长约 300km，宽 20km，最宽处达 30km 多．这是由于热气继续加强上涌将云层冲开，形成热气通道．到 10 月 16 日凌晨华北上空发现 NEE-EW 向和 NW 向交叉线状云．两者交叉于太行山区上空，几小时后消失．到 10 月 16 日早晨，在 N37° 线附近开始出现长约 1800km，宽 25—50km，总体呈 EW-NEE 向，略向北突出的弧形线状云，横贯整个华北地区，成左列形式向东伸入渤海，与沿郯庐断裂带断续相连的 NE 向线状云相交．NW向大洋河、蓟运河断裂 17 日 2 时至清晨呈现显著增温状态，比 NE 向断裂增温晚一些．

10 月 18 日零时到 22 时，发震前近一天时间进入平稳阶段．此时温度逐渐下降，恢复到平静正常状态，图面颜色与 15 日近似．

综上所述，大同地震前热红外异常，一是时间上具有持续性，连续增温 2 天多，平静一天后发震；二是空间分布上与活动构造具一致性．持续时间较长的热红外异常都与断裂活动有关；比较强的热红外异常多出现在两组或两组以上不同方向的断裂交汇部位．

二、热红外异常与天气

上述震前热红外异常是否是气象因素所致？据调查，1989 年 10 月中旬(约 10 月 11 日—18 日)我国受北方强冷空气影响普遍降温，东北和西北首当其冲，降温最剧，达 12—14℃；其他大部分地区，包括南方，降温 10℃ (图 3)．令人注目且发人深思的是华北北部及陕甘宁地区却是弱降温区，降温值是 8℃；热红外异常区正被 5℃ 降温线所包围．这表明此次震前北京—大同地区的增温，是在天气降温的大背景上出现的局部正异常，并非气象因素所致，而与地下构造活动有关．

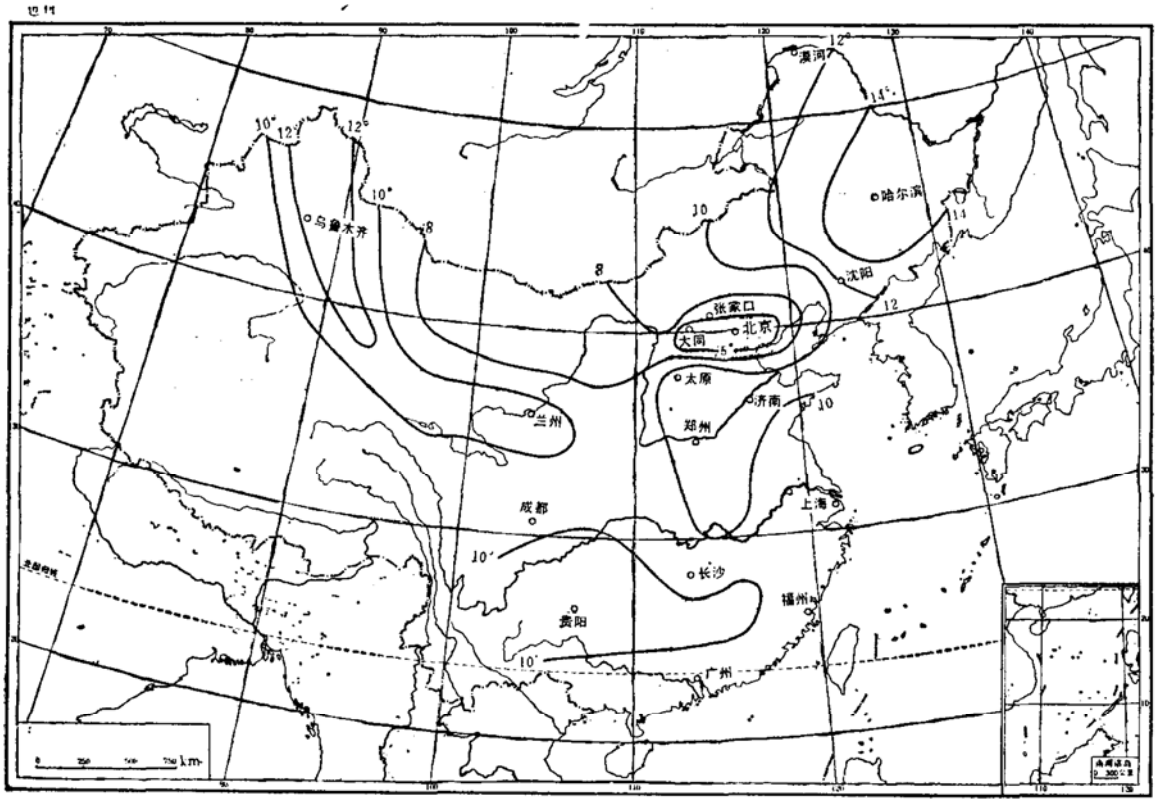


图 3　1989 年 10 月中旬强冷空气过程降温等值线
图上数字为降温度数 (℃)

三、热红外异常形成机制初析

震前地下构造活动如何引起地面增温异常，众说纷纭，作者倾向于“地球放气说”．

震前地球大量放气作用，在 1978 年唐山地震期间已观测到[7]；在室内岩石破裂试验中得到验证[7]；此次大同地震前后也有反映，北京郊区光华井和小汤山井水中氢气含量平时一般难以测到，但大同震前 10 月份最大值分别达 1500 和 1000 ppm* 多．放出的 CO_2、水蒸汽、

* 据国家地震局地质研究所张培仁、王基华同志提供的观测资料．

H_2等气体易吸收太阳和地面的红外波段辐射和反射，产生局部温室效应，导致孕震区地面-低层大气增温.

用地球放气作用就不难解释上述热红外异常的时空演变过程及其伴生的线状云等特殊的气象现象. 在地应力加强作用下，随着微裂隙的产生和扩大，放气地点的增多和扩展，由局部初始增温发展到大面积加强增温. 后随近地表气体释放殆尽和应力的进一步加强与集中，许多裂隙逐渐闭合，放气停止，致使增温下降，故震前往往恢复平静一段时间再发震. 断裂上空出现线状云和热通道更是沿活动断裂放气的有力佐证.沿活动断裂放出的CO_2、水蒸汽等吸收太阳红外辐射，增温放热，当上升高空遇到冷空气，水汽凝结成云. 后上来的热气将云层冲开，从而在线状云中间出现了热通道. 故增温加强阶段，出现了多处不同方位的线状白云，正是在应力加强作用下，使许多活动断裂重新活动的标志.

致谢：热红外临震前兆研究得到中国科学院地球物理研究所葛壁如副研究员的启发，中国科学院大气物理研究所研究员吕达仁及国家气象局卫星气象中心主任许健民给予大力帮助和范天锡研究员在软件开发上给予帮助，崔小平同志在图象上给予协助，在此一并致谢.

参 考 文 献

[1] 吴锦秀，地震地质，2(1980)，1：65—78.
[2] 朱凤鸣、吴戈等，一九七五年海城地震，地震出版社，1982，91—103.
[3] 耿庆国，中国科学，B辑，1984，7：658.
[4] Горный В. И., Сальман А. Г. и др., *ДАН СССР*, **301** (1988). 1:67—69.
[5] 强祖基、严蔼芬、蒋铭、李革平，科学通报，26(1981)，20：1278—1279.
[6] 吕大炯，科学通报，26(1981)，3：169—171.
[7] 国家地震局唐山地震编辑组，一九七六年唐山地震，地震出版社，1982，272—292.