

1998 年张北地震前的大气增温异常

郭广猛

南阳师范学院卫星遥感中心,河南南阳 473061

摘要 地震前的热异常已有许多研究,大多研究得出的异常区域面积过大或者远离震中以至于难以判断震中。用温度相减法研究张北地震前的温度变化,发现震前 13 天张北附近出现了孤立的增温区,张北站增温 5.8℃,是当天整个中国东部地区的最大增温值。增温区长轴为北东向,区内分布有北东向尚义-多伦断裂。震前 1 天沿北西向张北-渤海断裂带张北的增温也达到最大值,张北地震即发生在这两组断裂汇而不交的部位。将增温区中心预测为震中,误差大概为 80km,这一数值结果比目前大多数热异常的研究结果好,显示出气象数据在地震研究中有一定应用价值。同时,气象数据的观测和加工有全国统一的规范,处理起来简单方便,本文提出的温度相减法,简便易行,由于使用的是温度的相对变化,避免了各地小气候不同导致的温度差异。如果结合地震台网观测数据,在地震预测研究中能发挥更好的效果。

关键词 张北地震;热异常;大气温度

中图分类号 P315.63

文献标识码 A

文章编号 1000-7857(2010)14-0098-03

Atmosphere Thermal Anomaly Before Zhangbei Earthquake in 1998

GUO Guangmeng

Remote Sensing Center, Nanyang Normal University, Nanyang 473061, Henan Province, China

Abstract The thermal anomaly before earthquake was widely studied during the last 20 years; in most cases the thermal anomaly is far away from the epicenter, so it is difficult to predict the epicenter with this anomaly. In this paper, the air temperature data was used to study the thermal anomaly before the Zhangbei earthquake of Jan. 10, 1998. The results show that an isolated area with high temperature appeared at a place close to the epicenter 13 days before this quake, at the same time the temperature was also the maximum value in the whole east China. The long axis of this area points northeast, the same as that of Shangyi-Duolun fault. The air temperature along the northwest Zhangbei-Bohai fault reached the maximum value at Zhangbei station one day before the quake, and the Ms 6.2 quake occurred at the intersection area of these two fault systems. If the center of the thermal anomaly area was predicted as the future epicenter, the error will be 80km, as a much better result than most other predictions. It shows that the meteorology data are also useful in earthquake predictions. At the same time, the meteorology data can be obtained and processed with a national uniform criterion, and are easily available to researchers. The subtraction method considers the relative temperature change, which may eliminate the influence of the temperature difference caused by different local climates. If the geophysical data measured by seismic stations are combined with the meteorology data, a better earthquake prediction would be possible.

Keywords Zhangbei earthquake; thermal anomaly; air temperature

0 引言

1998 年 1 月 10 日,河北省张北地区发生 Ms 6.2 级地震。该地震是 1976 年唐山地震之后首都圈附近地区最大的破坏性地震,震后许多研究者对其前兆进行了研究,例如针对 CO₂^[1-2]、地下水^[3-4]等异常。有关该地震前的大气温度异常已有很多研究,例如徐秀登等^[5]通过研究震区周边 310 个气象站的气温资料,发现震前存在增温异常,并将其分为强异常区如张北、

呼和浩特、济南等地,弱异常区如北京、大同等地;吕琪琦等^[6-7]使用卫星遥感数据研究了震前的热红外异常;李金平等^[8]使用潜热通量数据发现 1 月 2 日在震中西北 200km 处出现大范围的异常高值区,异常沿主要断裂带展布。以上研究说明震前存在热异常,但这些热异常远离震中 200km,甚至远到济南等地,未能利用热异常确定震中位置。本研究使用国家气象局提供的日平均气温数据,重新分析了张北地震前的大气

收稿日期:2009-07-03;修回日期:2010-05-11

基金项目:国家自然科学基金项目(30500393);南阳师范学院校级项目(2008GUO)

作者简介:郭广猛(中国科协所属全国学会个人会员登记号:S300000167M),副研究员,研究方向为卫星遥感应用,电子信箱:guogm@igsnr.ac.cn

温度异常,得到了不同的结论,并试图使用温度异常确定震中位置,取得较好效果。

1 数据与方法

使用国家气象局提供的全国 700 多个台站的日平均气温数据,研究时段为 1997 年 12 月 20 日至 1998 年 1 月 20 日,共 32d。由于各地经纬度、气候、海拔不同,为统一对比,采用气温相减法,即只考虑气温的相对变化而不考虑气温的绝对变化,从而去掉了由于纬度、地形等因素引起的气温差异。

2 温度异常分析

1995—1998 年张北站 1 月 1—10 日的日均气温曲线如图 1 所示。可以看出,1998 年 1 月 9 日、10 日的平均气温最高,分别为 -7.6 和 -9.1°C ,而其他年份都在 -13°C 以下,这 2 天的气温相对往年同期来说偏高 $4\sim 5^{\circ}\text{C}$ 。但是 1996 年 1 月 1 日和

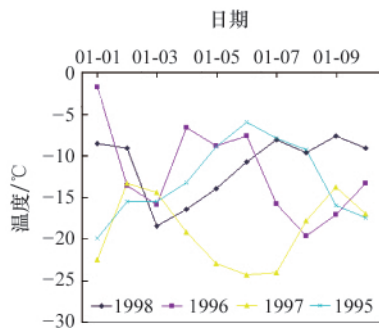


图 1 1995—1998 年张北站 1 月 1—10 日日均气温数据
Fig. 1 Daily average air temperature of Zhangbei Station from 1995 to 1998

1998 年 1 月 1 日的气温也较高,这说明只比较气温的绝对值不能很好地揭示出震前热异常。为此提出一种新的办法,通过比较化德站和张北站 2 个相近站点气温的差异发现异常。

化德在张北西北约 100km,两地地理背景相似,温度变化类似。图 2 显示,1997 年 12 月 20 日至 1998 年 1 月 20 日两站气温的变化趋势相同,但由于张北地理位置偏南,其平均温度高出化德 0.91°C ,但是 1997 年 12 月 29 日张北气温高出化德 2.6°C ,1998 年 1 月 9 日高出 2.2°C ,远大于平均值,因此认为这 2 天可能为异常,对这 2 天的气温变化做重点研究。

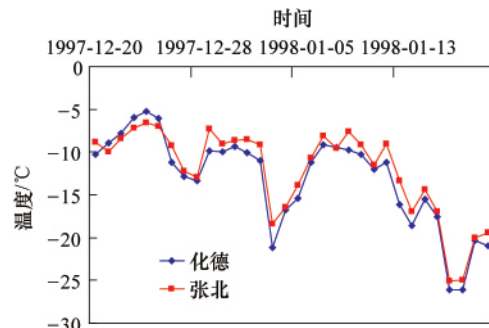


图 2 化德和张北 1997 年 12 月 20 日至 1998 年 1 月 20 日气温变化

Fig. 2 Air temperature change of Huade Station and Zhangbei Station from Dec. 20, 1997 to Jan. 20, 1998

将 1997 年 12 月 29 日的气温减去 28 日的气温,然后使用 ArcView 软件用多项式法进行插值,得到 29 日与 28 日的温差等值线图(图 3)。如图 3 所示,在张北附近存在一个孤立的增温区,中心温度为 7°C ,使用 ArcView 软件对其面积进行

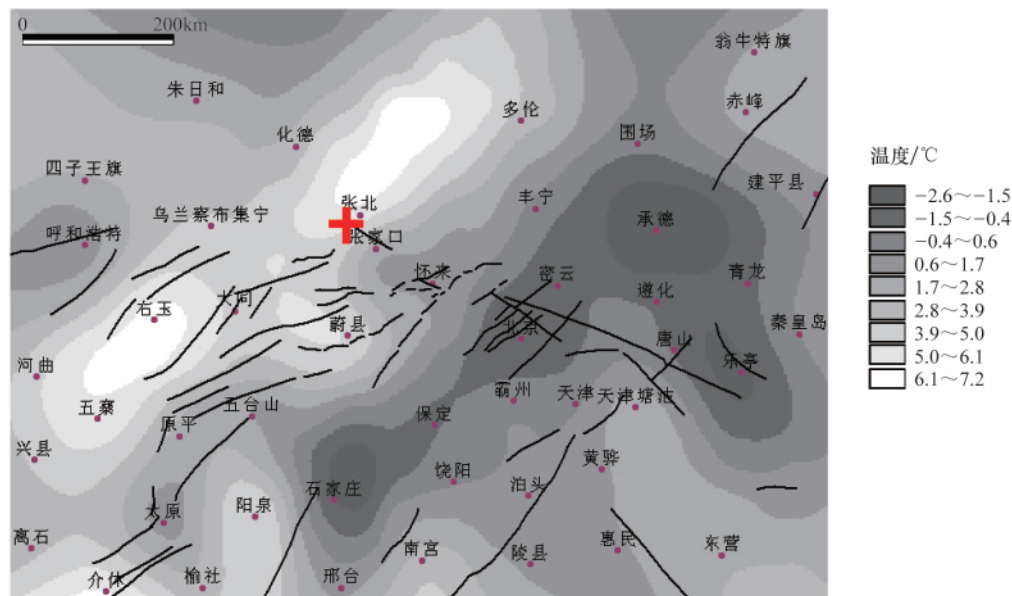


图 3 1997 年 12 月 29 日温差分布图,十字为震中
Fig. 3 Air temperature difference map on Dec. 29, 1997, the epicenter being denoted by a cross sign

量算,得出增温大于 6℃的区域面积约 1.2 万 km²,区域中心距离震中约 80km,最近的 6℃等值线距离震中只有大约 10km。张北气象站的增温为 5.8℃。在中国东部大约 500 万 km² 区域内,该地区的增温最大(受版面限制,图 3 只列出张北周边地区,未列出中国东部温度图)。如果这是由气象因素引起的话,那么就很难解释为什么在这么大的区域内,气象因素只在张北地区形成孤立增温极值,而在其他地区没有出现。本研究认为,地震导致增温是一个合理的解释。图 3 显示张北附近的增温区近似椭圆形,长轴为北东向,增温区域内分布有北东向尚义-张北-多伦断裂。根据当日的风向资料,判断该区位于张北的下风方向。另有一组北西走向的张家口-渤海断裂,张北地震就发生在上述北东和北西向断裂汇而不相交的部位。

1998 年 1 月 8—9 日,从东北到西南方向,朱日和温度降低 1.8℃,化德温度降 0.3℃,张北增温 2℃,张家口增温 1.9℃,怀来增温 1.3℃,北京增温 1℃,天津降低 1.5℃。从朱日和站至天津站按顺序将各站气温标在图 4 上。可以看出,张北地区增温最高,向东南方向增温依次递减。如将张北、张家口、怀来、北京 4 站的增温用一条直线拟合, $y = -0.0049x + 2.0058$, $R^2 = 0.9398$,向震中方向平均每 100km 温度增加 0.49℃(图 4)。这条线的位置与张北-渤海断裂带位置一致,越向震中增温越强烈,这个发现对预测震中有一定意义。

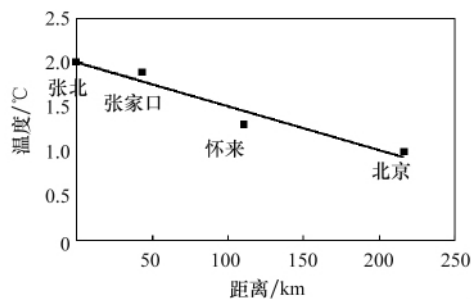


图 4 张北、张家口、怀来和北京站 1 月 9 日温差拟合直线图
Fig. 4 Air temperature difference map of Zhangbei, Zhangjiakou, Huailai and Beijing stations, and the linear regression map of four stations

3 结论

使用温度相减法研究了张北地震前的增温异常。利用张北和化德气温变化类似的特点,寻找出二者差异最大的日期分别为 1997 年 12 月 29 日和 1998 年 1 月 9 日。这两个异常日期与吕琪琦等^[6-7]使用卫星数据得出的结论(1997 年 12 月 28 日,1998 年 1 月 6 日,1998 年 1 月 9 日)相近。对 1997 年 12 月 29 日温差分析结果表明,在张北附近存在一个孤立的增温区,其温度是中国东部的最高值,可以认为与地震因素有关。对 1998 年 1 月 9 日的气温分析结果表明,沿张北-渤海断裂带,距离震中越近,增温越大,张北站增温达到最大值。

本方法得出的异常区面积,大于 6℃的增温区面积约 1.2 万 km²,且异常区域更接近震中。如将增温区中心预测为震

中,距离实际震中约 80km。使用其他方法进行的预测,只能给出一个大致范围。例如使用分辨率 2.5℃的潜热通量数据,其误差大概在 250km 左右。而在气象站比较密集的中国东部地区,100km 左右有一个气象站,根据增温来确定震中,误差有可能控制在 50km 以内。可以看出,本方法的效果要远超出其他方法,对准确预测震中有一定参考价值。如果能结合地震台网的前兆数据,精度将会进一步提高。

参考文献 (References)

- [1] 车用太, 鱼金子, 刘五洲. 地壳放气动态监测与张北-尚义 Ms 6.2 级地震预报[J]. 地质论评, 1999, 45(1): 59-65.
Che Yongtai, Yu Jinzi, Liu Wuzhou. *Geological Review*, 1999, 45(1): 59-65.
- [2] 王基华, 林元武, 高松升. 怀来断层气 CO₂ 监测及张北-尚义地震的短临预报[J]. 地震地质, 1998, 20(2): 113-116.
Wang Jihua, Lin Yuanwu, Gao Songsheng. *Seismology and Geology*, 1998, 20(2): 113-116.
- [3] 苗菊玲, 张双凤, 董书香. 张北震前北杜井水位异常分析[J]. 华北地震科学, 2004, 22(3): 25-27.
Miao Juling, Zhang Shuangfeng, Dong Shuxiang. *North China Earthquake Sciences*, 2004, 22(3): 25-27.
- [4] 高立新, 曹刚. 用地下水位异常对 1998 年 1 月 10 日张北-尚义 Ms 6.2 地震的检验性预测[J]. 西北地震学报, 1999, 21(3): 334-336.
Gao Lixin, Cao Gang. *Northwestern Seismological Journal*, 1999, 21(3): 334-336.
- [5] 徐秀登, 张行才, 李贵达. 张北地震与大气增温异常[J]. 西北地震学报, 2000, 22(1): 24-27.
Xu Xiudeng, Zhang Xingcai, Li Guida. *Northwestern Seismological Journal*, 2000, 22(1): 24-27.
- [6] 吕琪琦, 丁鉴海, 崔承禹, 等. 张北 6.2 级地震前的卫星热红外异常[J]. 地震, 1998, 18(3): 240-244.
Lu Qiqi, Ding Jianhai, Cui Chengyu, et al. *Earthquake*, 1998, 18(3): 240-244.
- [7] 吕琪琦, 丁鉴海, 崔承禹. 1998 年 1 月 10 日张北 6.2 级地震前可能的卫星热红外异常现象[J]. 地震学报, 2000, 22(2): 183-188.
Lu Qiqi, Ding Jianhai, Cui Chengyu. *Acta Seismologica Sinica*, 2000, 22(2): 183-188.
- [8] 李金平, 吴立新, 温志勇, 等. 中国沿海和内陆强震前地表潜热通量异常特征[J]. 科技导报, 2008, 26(5): 40-45.
Li Jinping, Wu Lixin, Wen Zhiyong, et al. *Science & Technology Review*, 2008, 26(5): 40-45.

(责任编辑 岳臣)

本期九宫填数答案

九宫 难度系数 ◆◆◆◆◇

1	9	6	3	8	5	2	7	4
5	4	8	1	7	2	9	6	3
2	7	3	4	6	9	8	1	5
7	2	5	6	9	8	4	3	1
3	6	4	2	1	7	5	9	8
9	8	1	5	3	4	7	2	6
4	3	2	7	5	1	6	8	9
6	5	9	8	2	3	1	4	7
8	1	7	9	4	6	3	5	2
						4	2	5
						9	6	1
						7	3	8
						8	9	4
						5	7	3
						2	1	6
						6	4	7
						5	3	9
						8		