

我国板内强地震与地热涡合并^{*}

江 灏, 汤懋苍

(中国科学院兰州高原大气物理研究所, 甘肃兰州 730000)

摘要: 对我国几十年来, 特别是近十几年来 6 级以上强地震及其发生前后在天气图上的表现, 主要是地热涡的变化情况进行了分析. 研究表明, 与强地震有关的地热涡的演变有较明显的地域特点, 即在不同的地区地热涡的活动有其相对较固定的活动模式, 其对强地震的影响方式也较类似. 讨论了其中与强地震有关的主要演变模式之一: 地热涡合并模式.

主题词: 板内地震; 中国; 地热涡

中图分类号: P315; P314 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000—0844(1999)04-0378-05

0 引言

天气图是描写地球表层各种重要因子连续演变的一种四维图像. 所谓重要因子主要是指地温、地形变、地震、干旱、洪涝、气温特高或特低以及地磁、重力等要素, 它们均可在地球表层直接观测得到, 被看作是地球深部热、动、磁过程在地表层的反映, 其中最重要的一个要素被认为是地温. 对反映地球深部的热动过程而言, 地温的观测层次显然是越深越好, 对中国来说, 目前以 3.2 m 深度为最好. 我们目前使用的是 3.2 m 深度地温距平 ($T'_{3.2}$). 地热涡^[1, 2]是天气图上的热活动单元, 是地球内部热动过程在地球表层的集中表现, 它与活动单元区内的降水和地震有很好的对应关系, 因而地热涡分析是天气图分析的重要内容. 本文分析了我国几十年来, 特别是近十几年来 6 级以上强地震发生前后天气图上的表现, 主要对地热涡的变化情况进行了分析研究以便进一步了解地热涡的活动模式及其对地震的影响. 研究表明, 影响我国板内强地震的地热涡活动主要有两种模式, 即地热涡合并^[3, 4]模式和形变锋模式, 本文主要讨论地热涡合并活动.

1 地热涡合并的地域划分

在地热涡生成发展的演变过程中, 经常会发生一类活动, 即 2 个或多个发展中的地热涡相互靠拢并最终合并为 1 个, 其强度和范围都得到加强和扩大, 并可导致强地震发生. 这一类活动我们称之为地热涡合并. 根据对已有强地震发震前后天气图上地热涡的表现分析, 在与强地震有关的地热涡活动中地热涡合并占有较大的比重, 是一类重要的地热涡演变模式. 图 1 为我国各地区受地热涡合并活动影响的 6 级以上强地震的分布情况.

收稿日期: 1999-01-07

基金项目: 国家地震局“九五”重点项目(95-04-04-01-06)资助课题.

* 此项工作还得到中国科学院国内地区访问进修项目资助.

作者简介: 江灏(1953—), 男, 研究员, 主要从事地温与降水、地震等灾害的关系研究.

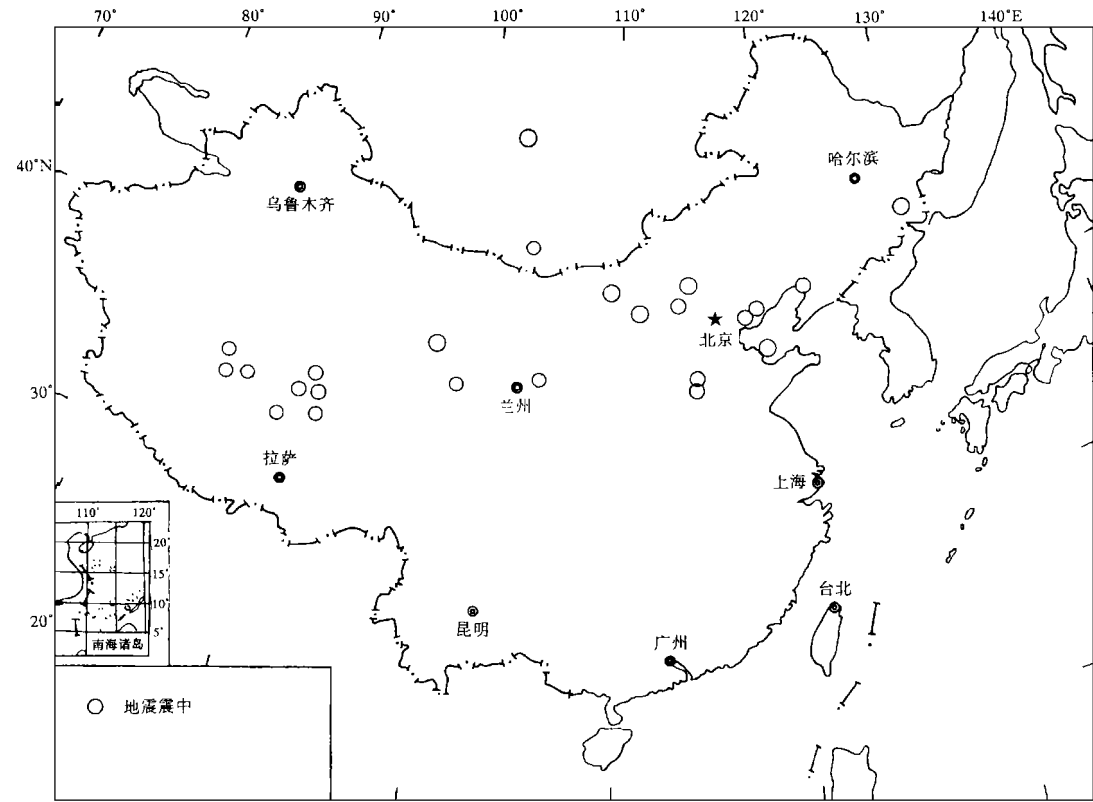


图 1 我国与地热涡合并有关的地震震中分布

Fig. 1 Distribution of epicenters of the earthquakes relating to geothermal vortex merger in China.

由图 1 可见地热涡合并主要发生在我国北方地区. 在 105°E 以东的东部地区主要发生在 35°N 以北的华北地区; 而在西部地区则主要发生在高原中部地区和高原东北部边缘及附近地区.

2 华北地区地热涡合并与地震的关系

华北为地热涡活动较为频繁的地区之一, 常有规模较大(范围大、中心值高)的地热涡活动出现. 当地热涡活动发展到一定程度时, 在高温地区可形成数个高温中心, 在其中央附近常有一小片低温区, 高温区围绕低温区常呈圆环或半环状, 形成一个地热涡群. 当这一过程持续一段时间以后, 地热涡环中心的低温区消失(或减弱), 四周的高温中心按某种方式(同时或先后依次)合并, 形成一个新的更大的地热涡, 强度突然加大, 并在这一过程中引发周围地区的强地震. 其典型震例有 1966 年邢台^[3]、1976 年唐山^[4]、1981 年邢台等强地震. 图 2 给出了 1965 年 9~11 月^[3] (a)和 1981 年 4 月(b)在邢台地震发震(1966 年 3 月和 1981 年 11 月)前华北地区的 $T'_{3.2}$ (单位: 0.1°C)分布. 从图中可以看到, 两次地震前的地热涡活动很相似, 都是先形成环状热区, 约 0.5 a 后同时合并引发地震, 表明这可能是该地区与地震有关的地热涡活动的典型方式之一.

根据对近几十年的资料分析, 华北地区形成较明显的地热涡环后, 都在 1 a 内发生地热涡合并, 其中既有典型的完全合并型, 也有不典型的不完全合并型. 所谓不完全合并是指地热涡群的各个高温中心并不是完全合并成一个高温中心, 而是少数几个主要的合并, 其他的发生一

些形态改变,或增强或消弱或移走.在主要高温中心发生合并后,不论是否典型,都不同程度地引发附近地区的强地震.表 1 列出了 80 年代以来华北地区地热涡活动和地震发震时间.从数量比例上看,典型的合并稍少,但其引发的地震都较强.在华北地区地热涡合并引发的地震中,6 级以上超过半数,如果加上 60 和 70 年代的几次强地震和强地热涡活动则约占 70%,典型的完全合并型多在此列;5~6 级地震约占 30%,以不典型合并为主.从地热涡环形成到发生合并引发地震,其时间间隔大部分为 4~7 个月,1 a 以内的发震率为 100%.这就意味着,在华北地区“地热成环,必有大震”.根据这一点,我们在 1997 年秋就对 1998 年 1 月张北 6.2 级地震作出了中期预报.

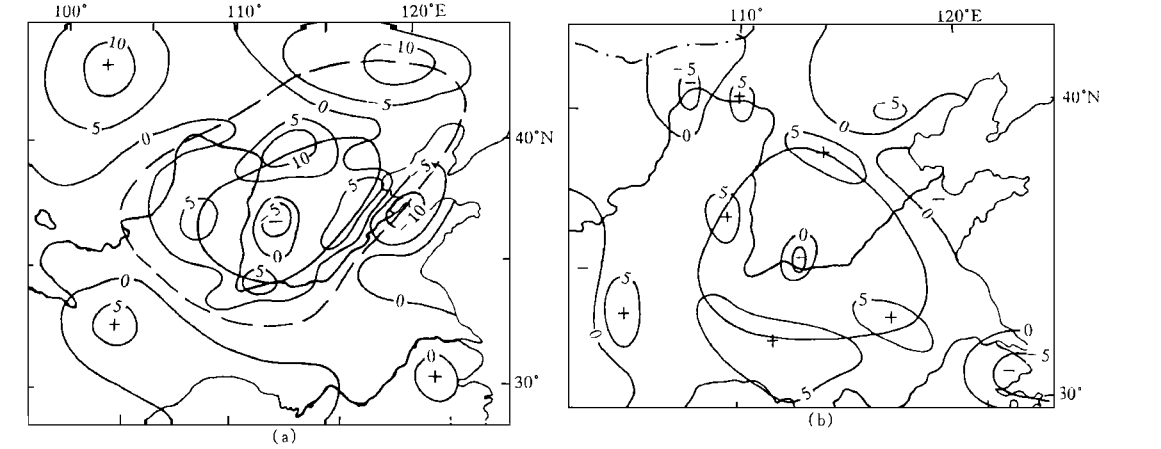


图 2 邢台地震前华北地区的 $T'_{3.2}$ 分布

Fig. 2 Distribution of geotemperature $T'_{3.2}$ in North China before the Xingtai earthquake.
(a) 1965-09~11; (b) 1981-04; 粗实线为地热涡环的高温轴线

另有一些时段,华北地区虽有地热涡活动增强,但不形成环状,这时通常只引起一些中小地震,一般在 5 级以下,发震时间约在形成大范围高温区之后的 1 a 以内.

对于地震预报有用的指标主要有以下几个:

- (1) 地热涡活动增强: $T'_{3.2}$ 正值区扩大,超过 80%,并有多于 0.5℃的高温中心.
- (2) 地热涡成环: 高温区中出现小块低温中心,数个高温中心围绕低温中心.低温中心大多位于华北中部晋冀鲁豫边界附近.
- (3) 外围低温: 高温区外围再有一圈低温区或明显的低温轴线,南部最远可达长江下游沿线,西部大约在河套西部附近.
- (4) 持续时间: 上述形势持续 1~3 个月.

3 高原中西部地区地热涡活动特点

在高原中西部地区常有一些地热涡合并活动发生,其主要活动方式大多为西藏南部地热涡增强北移,同时新疆与之相呼应的地热涡增强南下.二者相遇而发生合并,形成一个新的更大的地热涡,

表 1 华北地区地热涡活动和发震时间

成环时间	发震时间	时间间隔/月	震级 (M_L)
1981-04	1981-08	4	5.7
	1981-11	7	6.1
1982-06	1982-10	4	5.3
	1982-12	6	5.1
1983-01	1983-04	3	5.1
1983-04	1983-11	7	6.2
	1984-01	9	5.2
1989-02	1989-10	8	6.1
1989-12	1990-07	7	5.0
1990-10	1991-01	3	5.5
	1991-03	5	6.1
1991-04	1991-05	1	5.6
	1991-08	4	5.2
	1991-09	5	5.6
1997-08	1998-01	5	6.2
1998-04	1998-08	4	5.0

同时导致高原中西部发生强地震. 典型震例为 1988 年 11 月这一地区发生的 3 个强地震. 图 3 为 1988 年 6 月和 11 月我国西部地区 $T'_{3.2}$ 的分布情况. 图中新疆的地热涡是 0.5 a 前在新疆西部生成东移而来的, 藏南的地热涡则刚刚生成. 在以后的演变中, 新疆涡在原地徘徊, 藏南涡 7 月开始向北扩张, 8 月已在青海西部形成新的高温中心, 9 月份其南部的高温中心北缩, 完成了地热涡的向北迁移. 10 月份这两个地热涡在新疆、青海、甘肃等地引起一些小地震, 11 月新疆涡南下与青海涡合并, 在甘青藏引发 3 个强地震和一些小地震. 图中以不同大小的圆圈标出了 4~7 级地震的震中位置.

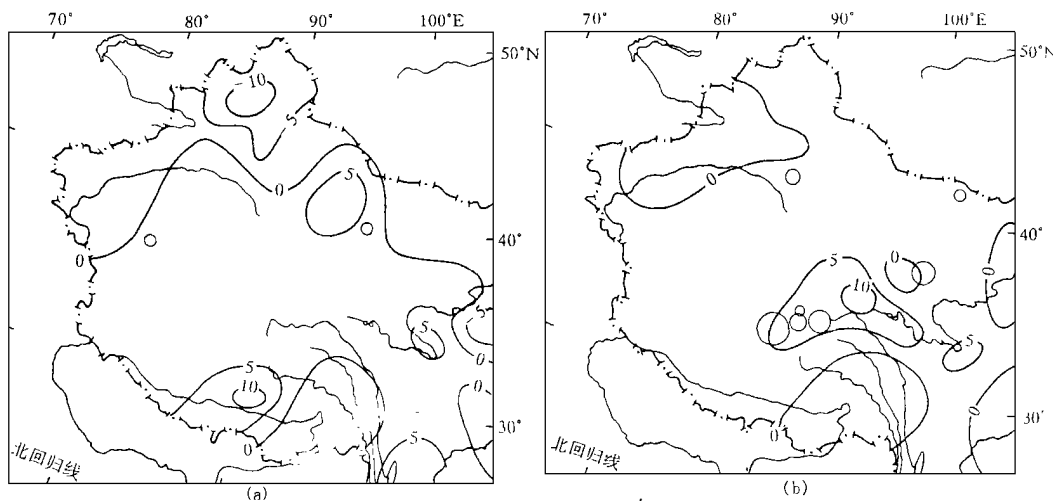


图 3 我国西部地区的 $T'_{3.2}$ 分布
Fig. 3 Distribution of geotemperature $T'_{3.2}$ in west China.
(a) 1988-06; (b) 1988-11

与此类似的是 1997 年在南疆和藏南出现的强地热涡发展, 形势与 1988 年相似. 据此我们于 1997 年 1 月初的 1997 年年度会商会上作出了中期预报, 并划出了危险区. 结果在 1997 年 11 月发生了玛尼 7.5 级大地震.

高原东北部到河套一带也存在有因地热涡合并而引发的地震. 这一地区地热涡合并活动通常发生在西部地区地热涡向东移动的过程中. 当一个地热涡东移受阻减速或后退时, 与后面快速东移的地热涡发生合并而引发地震. 这一地区的此类地热涡活动不是很多, 所以震例也较少.

4 结论

综上所述, 可以得出以下结论:

- (1) 地热涡合并引发的强地震主要发生在我国北方地区, 即东部主要在华北, 西部主要在高原中西部.
- (2) 与强地震有关的地热涡的演变有较明显的地域特点, 即在不同的地区地热涡的活动有其相对较固定的活动模式, 其对强地震的影响方式也较类似.
- (3) 华北地区与强地震有关的地热涡活动, 震前常呈环状分布, 出现环状地热区之后常在 1 a 内发震.
- (4) 青藏高原中部常有新疆南下的地热涡与西藏北上的地热涡合并, 从而引发附近地区的强地震.

[参 考 文 献]

[1] 汤懋苍, 高晓清. 1980~1993 年我国“ 地热涡” 的若干统计特征——I. “ 地热涡” 的时空分布[J]. 中国科学, 1995, 25 (11): 1186~1192.

[2] 汤懋苍, 高晓清. 1980~1993 年我国“ 地热涡” 的若干统计特征——II. “ 地热涡” 与强地震的统计相关[J]. 中国科学, 1995, 25(12): 1313~1319.

[3] 汤懋苍, 高晓清. 引发 1966 年邢台地震的地热涡分析[J]. 地震学报, 1997, 19(3): 303~308.

[4] 江灏, 汤懋苍. 地热涡合并与 1976 年唐山大地震[J]. 西北地震学报, 1998, 20(1): 47~50.

INTRAPLATE EARTHQUAKES IN CHINA AND THE MERGER
OF GEOTHERMAL VORTEXES

JIANG Hao, TANG Mao-cang

(*Lanzhou Institute of Plateau Atmospheric Physics, CAS, Lanzhou 730000, China*)

Abstract

The behaviors of geothermal vortexes before and after strong earthquakes in China in last decades are analysed. The results show that there are clear local features in evolution of geothermal vortexes relating to strong earthquakes in different regions. One of the most important features is the merger of geothermal vortexes. The model of merger of geothermal vortexes is discussed.

Key words: Intraplate earthquake; China; Geothermal vortex