

內部刊物
請勿外傳

地震与气象关系的初步探索

天文、气象与地震关系座谈会
《地震战线》編輯組 編

56.25B
205

一九七一年十月

天文、气象与地震关系座谈会
《地震战线》编辑部 编

地址：北京三里河中国科学院

电报挂号：77777

1971年10月出版

編 者 的 話

伟大領袖毛主席教导我們：“每一事物的运动都和它的周围其他事物互相联系着和互相影响着。”

为了进一步貫徹周总理关于地震工作要多兵种大力协同、联合作战的指示和配合落实总参关于气象部門协助开展地震工作的通知，国家地震局于八月下旬召开了有关单位参加的天文、气象与地震预报关系座谈会。会上兰州地震大队、北京地球物理所等单位介绍了他們在研究气象要素与地震关系中的一些初步認識和体会。現将这些材料和其他单位提供的初步工作成果整理出来，供做这项工作的同志們参考，把用气象因素预报地震的工作更广泛、更深入地开展起来。

目 录

(一) 邢台 1966 年 3 月 8 日 6.8 級地震和 3 月 22 日 7.2 級地震	1
(二) 西吉地震前溫压場上的异常变化	2
(三) 甘肃宁夏地区降水与地震的关系	2
(四) 对張掖地区 5 級以上大震长期、中期、短期配套预报的初步 探索	3
(五) 气压波与地震的关系	4
(六) 和順 1971 年地震与一些大气現象的关系	5
(七) 賀兰高山站风速、云量与当地小地震的关系	6
(八) 地震前其他天气現象的实况介紹	6

(一) 邢台 1966 年 3 月 8 日 6.8 级地震 和 3 月 22 日 7.2 级地震

一、降水和地震的关系:

1966 年春邢台大地震的发生,有涝一旱一震的现象。邢台 1963 年和 1964 年都大涝,1965 年大旱,1966 年初发震。由邢台巨鹿县的气象资料可以看出(图一),1964 年降水量为 784.6mm,为有气象资料以来的最高峰,而 1965 年却一反常态,降水量只有 360mm,为有资料以来最低值,出现了少见的大旱,群众反映是几十年未遇的奇旱,随后发生了 3 月 8 日及 22 日大震。

进一步调查震中附近一带水文资料,取各观测点 1966 年每月河流最大深度之和,作出其等值线图(图二),可以看出河流积水最深的区域(即等值线取最大值的区域)与 1966 年 3 月两个地震活动的中心区是一致的。

二、气温和地震的关系:

(1) 为了找寻邢台地震的前兆现象,我们作出了宁晋气象台 1966 年气压日均值及气温日均值曲线,可以看出,在震前有两次强烈的多冷高压活动,形成很大的降温增压,即 2 月 17 日到 22 日和 2 月 28 日到 3 月 6 日两次活动,其中尤以 2 月 17 日到 22 日气温下降的速度快,幅度大,为全年的异常现象,可能为地震前兆。图三仅绘出 1—4 月气温日均值及气压日均值曲线。

(2) 进一步调查发现,2 月 17 到 22 日气温下降的最低值,是有气象资料以来的最低值,为此,作出 14 年来(注:仅有 14 年资料)宁晋气温的年极高值、年极低值、及两极值差图(图四),由图四(b)可以看出,最低温度由 1962 年起开始大幅度摆动下降,至 1966 年降至近十几年最低点(-23.3°C),接着 3 月 8 日发震。

(3) 我们又绘制了 14 年来宁晋各月气温的极高值、极低值、及它们的差值曲线,可以看出,十二个月的极值图中,唯独二月份气温极值变化异常,二月极低值由 1960 年起一直连续下降,1963 年起又大幅度摆动下降,至 1966 年达最低值,3 月即发生大震。图(五)仅划出了 1—4 月的部分极值曲线,以便比较。

(4) 为找寻异常现象和极震区的关系,用上述同样方法,绘制了宁晋、河间、北京、唐山等 6 个点的月极值图,各点分布位置见图(六)。由 6 个点的极值图看出,各点在 1963—1969 年间均有异常,其中以宁晋、河间、石家庄、临城一带的异常最大,涿县、文安、沧州、吴桥次之,怀来(沙城)、宝坻、唐山、乐亭、昌黎、张家口、北京、磁县再次之。可见气温极值的异常是大面积的异常,且近宁晋者大,远之则小,但均不若宁晋异常大,异常中心恰在宁晋(图六),这与宁晋和隆尧交界处发生的 3 月 8 日大震是对应的。异常长轴沿河间宁晋走向,这也说明了次年河间地震发生的可能性。因低温极值连续大幅度摆动下降尤其值得注意,故图(七)仅画出了河间、涿县、唐山、北京四个点在 2 月份的极低气温作为代表。

三、一些启示:

由以上现象可以看到,邢台强震和天气异常现象的联系是较为密切的,这启示我们可

由气温极值及降雨量找出地震危险区并预报地震。

1. 可由各地历年气温年极值是否连续大幅度下降,来估计该地是否地震危险区,可作为长期及中长期危险区预报手段之一。也可考虑旱一涝或涝一旱现象,估计第三年发震。

2. 作历年月极值图,找出出现异常的月份,估计在此后 1—2 月发震,则进一步预报发震时间。再密切注意温度压力随时间的变化,当温压场急剧变化,则可能临震。

3. 作气温年极值异常区及周围各点月极值图,月极低气温异常值最大的地区可估计为未来的震中区。同样,可作每月河流最大深度之和的等值线图,其河流积水最深的地区亦可估计为未来的震中区。

为检验温度年极值曲线,我们调查了 1970 年 5 月河北丰南地震及 1971 年山西和顺地震。唐山气温年极低值由 1965 年起亦连续下降,1970 年达最低值(图八),随即发生丰南地震。和顺历年极低气温由 1961 年起亦连续下降,1971 年发生 5.2 级地震(图十八 a)。因工作刚开展不久,资料少、认识浅,并且我国地形复杂,各地地质构造不同,气象特点也会有所不同,故对不同地区还应具体分析,区别对待。以上设想尚须检验和改进。

(二) 西吉地震前温压场上的异常变化

1970 年 12 月 3 日宁夏西吉 5.7 级地震前,大气温压场的变化情况是较为少见的。首先在震前二十几天,由 11 月 5 日到 12 日温度场出现了一个高温过程,温度高近 17°C (图九),象这样高的温度过程在历年同期中是很少出现的,从历年极高温比较便可看出这一高温过程的异常性。1970 年 11 月份的极端最高温度达 16.8°C ,这是 1961—1970 年十年来的唯一最高值(图十),而这 16.8°C 就是在 11 月上旬高温过程中出现的。从短期来看,在临发震前又有一个连续十余天的增温过程。这过程自 11 月 21 日开始(即一次冷空气过程气温降至最低)一直到 11 月 30 日,这接连十来天都是在不断地增温。增温数竟达 18.4°C ,特别是在 11 月 29—30 日,这一天气温是急剧增加的,一天中就增温十多度。即 $\Delta T_{24\text{h}}^{\text{增}} = 10.4^{\circ}\text{C}$, $\Delta T_{24\text{h}}^{\text{降}} = 8.9^{\circ}\text{C}$,这些变温值都是该地区几个月来 24 小时气温变化量的最大值。11 月 30 日 14 点的气温高近 11°C (见图九),这种情况在历年同期(十一月下旬)也是少见的。

再有震前在气压场上也是有异常变化的。在一般情况下气压和温度是反向变化的,但西吉地震前,在气温递增的同时气压并不是递减的,而是一个几天的连续加压过程。11 月 24 日到 29 日 02 点的温压变化就是如此(图九),而 29—30 日气压又短时间突然下降了 7.5mb,一天中就把前五天中所积累之 7.2mb 的加压全部释放掉了。震前近几个月中最突出的 24 小时变压就是 29 日 08 点到 30 日 08 点,即 $\Delta P_{24} = -8.8\text{mb}$, $\Delta T_{24} = 10.4^{\circ}\text{C}$,地震活动在 30 日上午 10 时 57 分开始发生(4 级地震),这种气温异常增暖及大气压力的长期连续增加后又短期突然减压的变化,可能对某些应力已积累到即将释放的构造带的某些部位来说,起到了外力触发的作用。

(三) 甘肃宁夏地区降水与地震的关系

兰州地区的年降水量及年降水量的年际变化与次年(从当年 12 月算起到下一年 12 月

止)兰州地区 300 公里范围内 5 级以上破坏性地震有较密切的关系。我们用年降雨总量 R_n 为横坐标,降雨量的年较差 ΔR_n (即当年与前一年的年降雨总量之差)为纵坐标,这样每年的“降雨量”在图上有一对应的点子。我们从兰州气象台有资料的 1934 年开始,将每一年“降雨量”的点子都标在图上应有的位置上,然后再将次年发生过五级以上地震的年份用圆圈标志出(见图十一),这样就得到了兰州地区当年降水量变化与次年有无 5 级以上破坏性地震相关点聚预告图。可以看出,该地区 5 级以上地震的发生在图上是集中在一定的区域里,存在一条明显的相关特性曲线。此曲线将图分为 I、II 两区(见图十一),这条曲线的气象含义就是涝—旱—震和旱—涝—震。若今年点聚落在 I 区,则可有 70% 的可靠性预告明年至少有一次 5 级以上地震在兰州 300 公里以内发生,若点聚落在 II 区,则只有 1% 的可能性发生 5 级以上地震(可考虑不会发生),这对于年度地震预报有很好的参考意义。1970 年的点子落在 I 区,故 1971 年在有效范围内(即 300 公里)应有 5 级以上地震发生的可能性,1971 年 6 月吴忠以南发生了 5.3 级地震,这是对相关图预报的检验。此法可进行年度预报,但只能报出可能发生地震的范围,而无法预报出方向。

我们缩小了范围,分析了宁夏银川地区(包括石咀山、银川、吴忠、灵武、永宁)的地震活动性与降水量年较差的关系也较显著。我们以地震前一年的降水量年较差 ΔR (ΔR 为地震前一年年降水量减去地震前二年年降水量)和当年该区地震释放能量总和的对数作点聚图,并作一条平行横坐标,其值相当于四级地震能量对数的直线,该直线和纵坐标把平面划分为四个区域,发现在我们所有资料的十三个点,有十个点落在 I、III 两个区域,有三个点落在 II、IV 区域。I 区(年较差为正)发生了多次相当于四级以上地震,III 区(年较差为负)没有相当于四级以上地震,II 区(年较差为负)却有一个四级以上地震,IV 区(年较差为正)反而没有相当于四级以上地震(图十二)。从这些资料分析可得出这样一个大概的结论,即在该地区,降水量年较差为正的情况下发生四级以上地震的可能性较大(落在 I、III 两区的十个点是符合这一结论的点),也就可以作为一个预报指标。上述降水与地震的相关情况给我们对某个地区发生大地震的年度预报提供了一定的依据。

(四) 对张掖地区 5 级以上大震 长期、中期、短期配套预报的初步探索

从某些地区大震前对应着气温、气压、降水等异常变化的事实出发,我们试图用某一地区的降雨量、气温资料结合起来长、中、短期配套预测该地区何时会发生 5 级以上大震的可能性。我们分析了张掖山丹地区 1954 年 2 月 11 日 7 $\frac{1}{4}$ 级地震,在发震前的两年内降水量是显著地由多转少,即由 1952 年的降水量 177mm 变到 1953 年只有 127mm,年际变化较大(图十三),这是一年前降水量变化特征,称长期。而在震前较短时间内(震前一个月),1954 年 1 月份月平均最低气温达到 -15°C ,超过了多年平均值,这是显著的增暖。为了滤掉一些小峰,我们取了一条指标线(即把多年均值提高 1.5°C),定义凡超出指标线的月份即为显著增暖(见图十四),这是震前一个月的温度变化特征,称中期。在临震前山丹又有一个从 3—13 号的连续十来天的增温过程(见图十五),2 月 11 日 7 $\frac{1}{4}$ 级地震就发生在此连续增温过程的末期。这是临震前的温度变化特征,称短期。

1964 年 4 月 27 日山丹五级地震也是发生在上述天气条件之下的。1958 年到 1959

年降雨量的年度变化也较大(图十三)。4月份发震而在3月份的最低气温月均值也是超出了指标线而显著增暖(图十六),而在发震的当月(4月)同样出现了十来天的连续增温过程(图十七),这两次地震发生的长、中、短天气气候条件完全一样,这可能是该地区发震的天气气候背景。从预报实践来说,这三个条件必须都满足才有可能发震,缺一条件可考虑无震。此法预报的步骤是:发现降雨量的特异变化就可做出次年有无5级以上破坏性地震的预告,此预告发出后就要注意次年那一个月的气温均值变化有气候性的异常变暖,若有此异常变暖,则可预告在下月发震。预告后则必须密切注意那种连续十天左右的增温过程,一旦这种过程出现,就可紧急预告在这增温过程结束前后1—2天内发震,当然还得结合其他前兆手段一起考虑。以上只是对张掖地区做的一种尝试,不一定就是规律,更不一定具有普遍性,需要进一步实践。

(五) 气压波与地震的关系

云南宾川气象站的同志们设想震前地面上可能存在有一个较深厚的降压或升压区。这个设想,从云南省宾川县记录到的有感地震与震前1—4天的气压低点的对应中得到了初步证实。这些地震除一次外,有9/10都发生在低点后的升压过程中。进一步分析指出:上述的气压低点都是低点前二十天内(设低点当日为第一天)的最低点或次低点,它们与最低点的差值皆在0.0—+1.4mb范围内。

进一步考虑气压变化激发地震的原因在“共振”。只有“共振”才会使活动岩层的振幅达到最大值,气压波也才会显示出它巧妙的诱发力。这样,活动岩层的振动,在达到稳定状态之前就可能因振动过于剧烈而遭致破坏。十六次地震前的气压形基本都说明了这一设想。

图(十七a)即是此波形的典型分析。震例取自1959年3月7日宾川有感地震。3月5日出现气压波峰,后降压一天,至6日出现波谷(即符合初始条件的低点),之后开始升压,仅一天,便于7日发震了。低点前后二个半周的时间长度及振幅的对称竟近于理想的谐振,说明有周期性的力在作用。有意义的是远地的强震同样具有此种规律,如1970年1月5日云南通海7.8级大地震。当然,自然状态中的振动基本都不会是谐振,而是有阻尼的自由振动,本文研究的对象也不例外。有些例子的二个半周及振幅对应很好,有些例子则有出入,不过差值都在一天以内。仅有1959年3月26日宾川西北5.5级地震前后二个半周的时间长度相差二天,气压低点前半周为二天,后半周为四天,但是可用振幅来修正这个误差,低点前二天波峰的高度为854.0mb,低点后二天气压虽回升,可是仍很低,直至第四天才升到854.0mb,于是便发震了。

十六次地震的前半个周期的长度都在1—3天,若 ≥ 4 天者,都没有地震对应,由此,又分离掉了33个无效的气压低点。利用“共振”的设想设计出图(十七b),这就是“共振”预报图:低点前半天气压波的真实振幅除以前半个周期的时间长度(即降压陡度)为纵轴,低点前半天气压波的真实振幅(即前一气压高点值与低点值之差)为横轴,把有震的全部点子按纵横坐标点入(图十七b),它们都分布在三条直线上,有震或无震的点子清楚地分开了,继而把有震点子的分布区划出来,便形成了三个地震预报带。

地震时间、地点、震级三要素的预报:

一、时间：“共振预报图上分布着三条点迹线， $O'A$ 线的前半周长度为1天， $O''B$ 线和 $O'''C$ 线分别为2天和3天。因此不论预报点落入那条，都可根据已知的前半周长度来预报后半周长度即发震日期。

1. $O'A$ 线上的八次地震，在低点后一天发震的有七次，几率为88%，仅富宁一次地震在低点后二天发震。

2. $O''B$ 线上的五次地震，有三次在低点后二天发震，几率为60%，另有二次分别在后三天和后四天发震，但这1—2天的误差可用前半周的已知振幅来修正。

3. $O'''C$ 线上的三次地震，有一次在后三天发震，几率为33% 另二次皆在后二天发震。提前一天的原因，从表面看，似与低点后升压速度增快有关，这也可参考前半周已知振幅及逐日监视后半周升压速度的变化来修正。

二、地点：预报图上已划出三个地震带，包括五个地震区域。

I区，六次地震分别发生在宾川、南华—普棚、丽江、中甸，可见都在宾川附近专、县（滇西、滇西北）。

II₁区，四次地震中，有三次是通海7.8级大地震及其5.0级以上的余震（滇中偏南）。另外一次5.5级地震发生在保山（滇西南）。预报时应以滇中偏南地区为主，但也不应忽视滇西南。

II₂区，三次地震中，有二次是在东川（滇东）发生的6.0级以上地震，预报时应以滇东为主。另一次是宾川近震，较小，无破坏。

III₁区，二次地震都发生在宾川及其毗邻地区。

III₂区，一次地震发生于富宁（滇东南）。

五个区域性相当强的地震预报区，说明了各地活动性岩层都有其自身固有的振动频率，因此，在“共振”图上，它们都找到了自己应有的位置。

三、震级：原试建了一些直线方程和平面二元方程，结果方程的计算值与实际震级相差过大不理想，还不如直观的坐标图好用。图十七c（大气压力与震级关系图）其震级的预报图共分三区：

（一）区：可报宾川近震（无破坏性，但广大群众普遍感觉到）及外地 ≤ 5.5 级的地震（对宾川来讲，部分有感）。几率9/9。

（二）区：可报宾川及其毗邻地区5.0—6.0级地震（宾川震动剧烈，震中有破坏）和外地6.0—7.0级破坏性地震（一般说，宾川皆有感）。几率6/6。

（三）区：可报外地大于7.0级破坏力极大的强震（宾川明显有感）。几率1/1。

（六）和顺1971年地震与一些大气现象的关系

山西和顺自1971年4月起地震频繁，出现一个震群，最大震级为5.2级。我们调查了和顺的气温、地温及一些天气现象（图十八），可以看出：历年平均气温、历年极低气温、历年地面及地下温度自1961年起均连续下降，到1971年达最低，而且为山西全省变化最剧烈的地区，而和顺地震1969、1971年都频繁。由图还可看出，这几年冰雹日数平均雾凇每日持续时间（雾凇是冬天挂在房檐上的冰柱）连续上升到1971年（以上是图十八a），而历年雾日数则成下降趋势（图十八b）。由图还可看出，历年各月沙暴日数和地震的日数正好

一一对应,且在震前两年(1969年)达到最多。由以上现象可以看出,在和顺地震前,许多天气现象是有异常的,它们与和顺地震的发生可能有一定内在联系。

(七) 贺兰高山站风速、云量与当地小地震的关系

调查宁夏银川盆地的地震,发现当地小地震与风速、云量有一定的相关性。图十九划出1966年11月银川盆地的地震频度及对应的盆地旁边的贺兰高山站的风速和云量曲线。由图可以看到,当风速和云量都出现峰值,且变化同相(见图十九上箭头所示),则发生地震,且峰值大、地震大,如19日 $M = 2.5$ 级地震,29日 $M = 2.3$ 级地震,峰值小、地震小些,如2日 $M = 2.2$ 、 $M = 1.2$ 级地震。当风速和云量虽然都较大,但不同相时,虽也有震,但地震震级较小,例如13日 $M = 1.7$ 级地震及4日 $M = 2.0$ 级地震。我们还进一步作出一个加权曲线(未考虑相位): $A \cdot \text{风速} + B \cdot \text{云量}$,其中加权系数 A 取 $1/4$, B 取 1 ,由图看出,加权曲线超过10的共有六个峰,其中4个与地震对应很好,只有2日的地震对应的峰值较低,但仍有峰值,此处理方法未考虑相位,尚须改进。

邢台地震与云量的变化也有较明显的关系,不详述。

(八) 地震前其他天气现象的实况介绍

一、1971年3月23日在苏联境内靠近阿拉木图有一个+25mb的变压中心,伴有大雪,及12米/秒的大风,当日就在我乌什附近发生了6.3级的地震;当此气团东移,25日+15mb的变压中心到达银川附近时同样吹12米/秒的大风,恰巧在当日(25日)在宁夏石咀山发生了3.9级地震。这个事实启示了我们产生了这样一个问题:23、25日这两个地震的地点和一冷高压气团在这两个时间的位置正好一致,此两地震是否因气团的移动触发所致?从而我们应注意大气团的移动路径及气团属性的变化等情况,进一步摸清气团活动对触发地震是否有关。

二、1970年1月5日云南通海大震前一年(1969年),通海发生几十年来少有的大旱。气压场的变化表现在震前的1969年12月份有多风而少雨的多次冷高压活动,12月份月平均气压为历年(1958—1969年)最高,尤其在震前的12月下旬最为突出,发震时正处回暖期。临震前夜里有人感到特别闷热。

三、新疆乌什1971年3月23日发生6级地震,震前几天天气比较温和,3月20日气温开始下降,23日突然变冷,阴天,大雾,有降尘现象。

四、广东河源1962年3月19日发生6.4级地震之后,余震频繁,现场工作同志发现,天气久晴突转阴时地震多且较大,反之亦然,而当天气稳定时地震就少且小。

五、在北京西山车耳营地震台观测时发现寒潮前数日在地震记录上即出现脉动干扰,随后邢台地震次数增加。

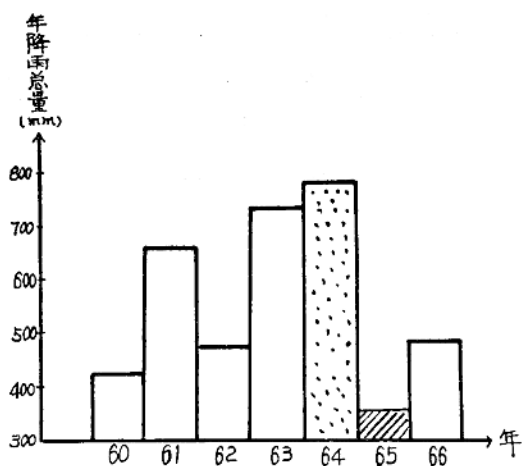
根据上述情况看来,大震发生前某些气象要素(如气压、气温、降水、云量等)都是有些异常(或少见的)的变化的。自临震前直至几天几个月以至几年的气象现象单项或综合的都可能与地震有某种联系。但看来不同地区地震前的这些气象要素的变化不尽相同,这可能因各地的构造及气象特点不同而异的。我们若能摸清掌握各地区地震前气象要素的

异常变化特点,将有很大的可能达到监视及直接预报地震的程度。

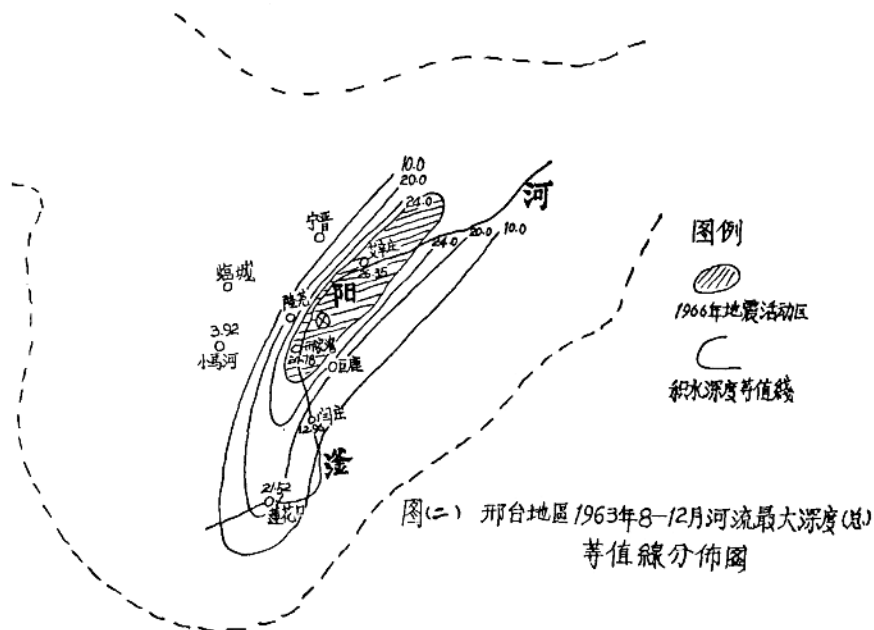
另外弄清楚气象要素的变化对某些前兆观测的干扰,以便在前兆“异常”数据中定量地排除这些干扰,这对前兆“异常”分析将具有很大意义。例如甘肃清水台发现降雨量对土地电干扰较大,降雨量的大小和土地电某一道的下降幅度大小对应很一致,西山台发现地倾斜的长趋势变化和地温的变化较为一致。

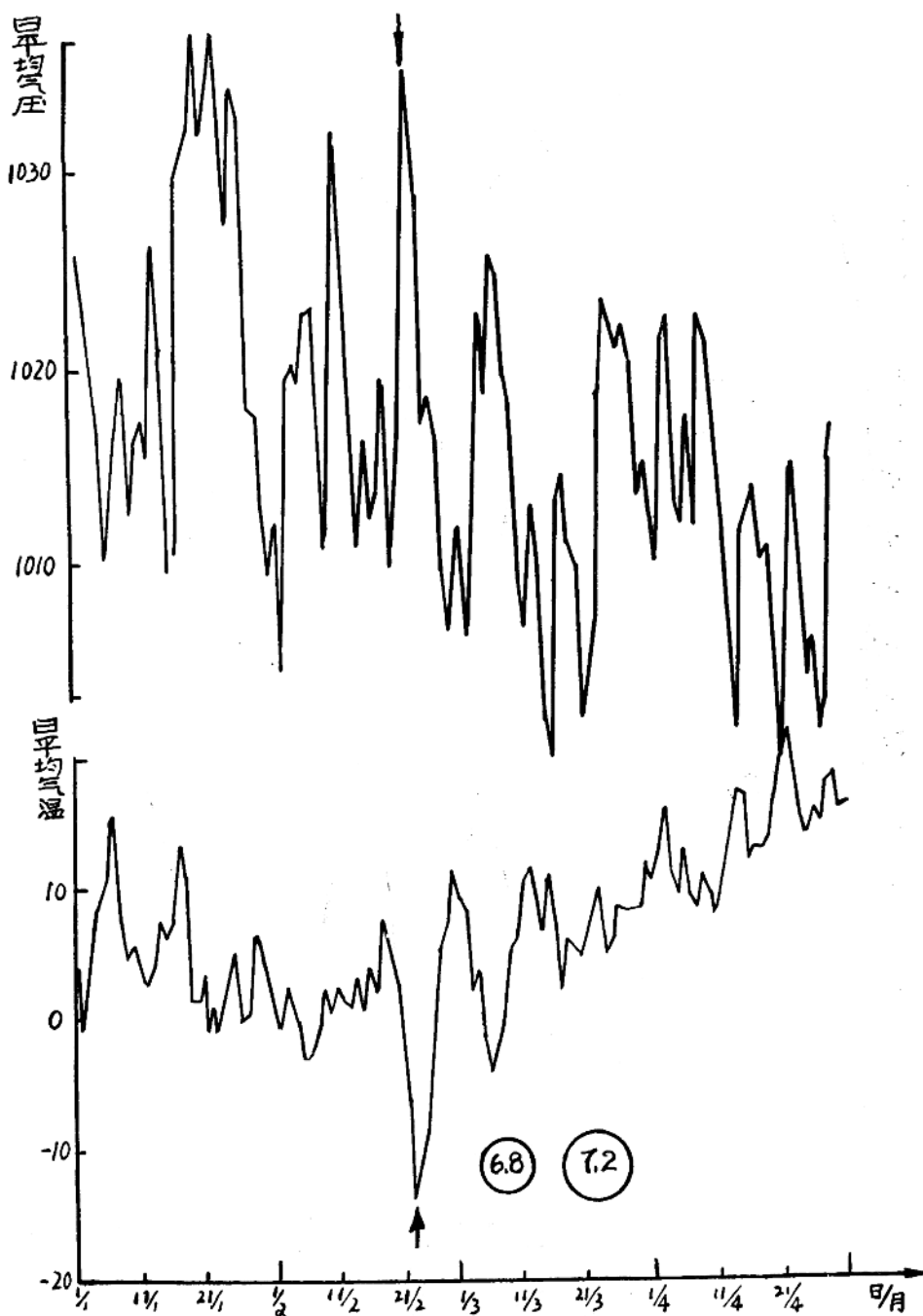
要探索气象与地震关系,这方面的工作很广泛,目前对这些联系的认识还都是很初步的,甚至还只是一些联想,必然有些错觉。因此,还有待于我们广大地震工作人员和广大气象台站的同志紧密结合,大力协作,广泛深入地探求,“**去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里**”的思索和反复对比研究,由感性认识上升为理性认识,从而达到预报地震的目的。

附图:

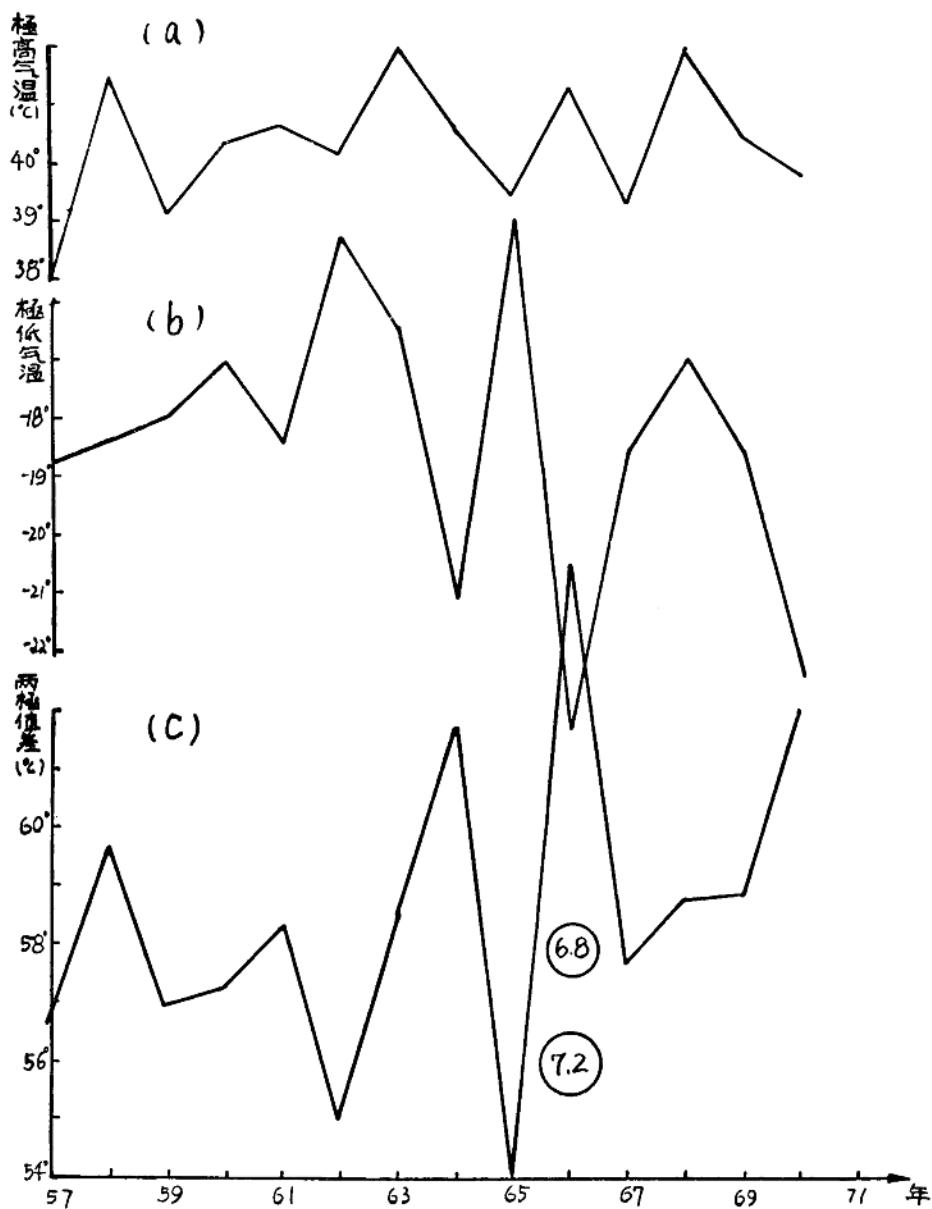


图(一) 邢台鉅鹿历年降水量

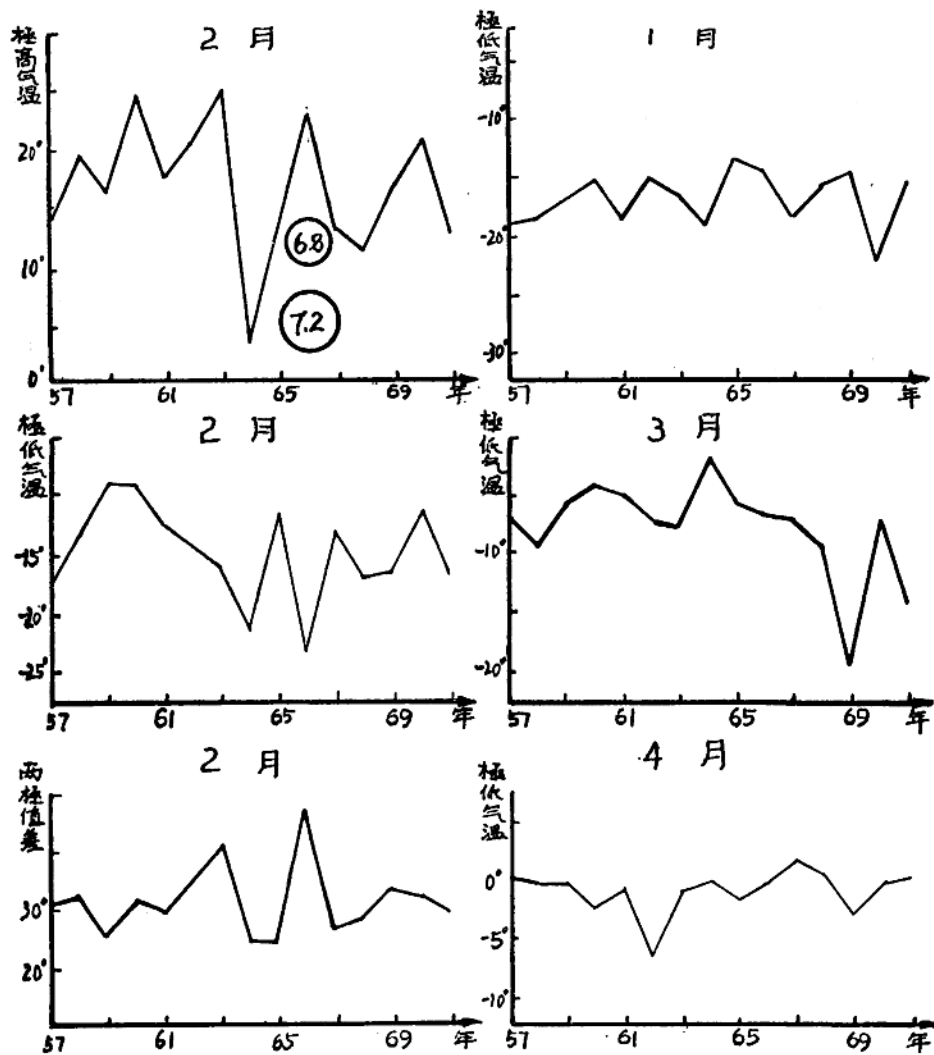




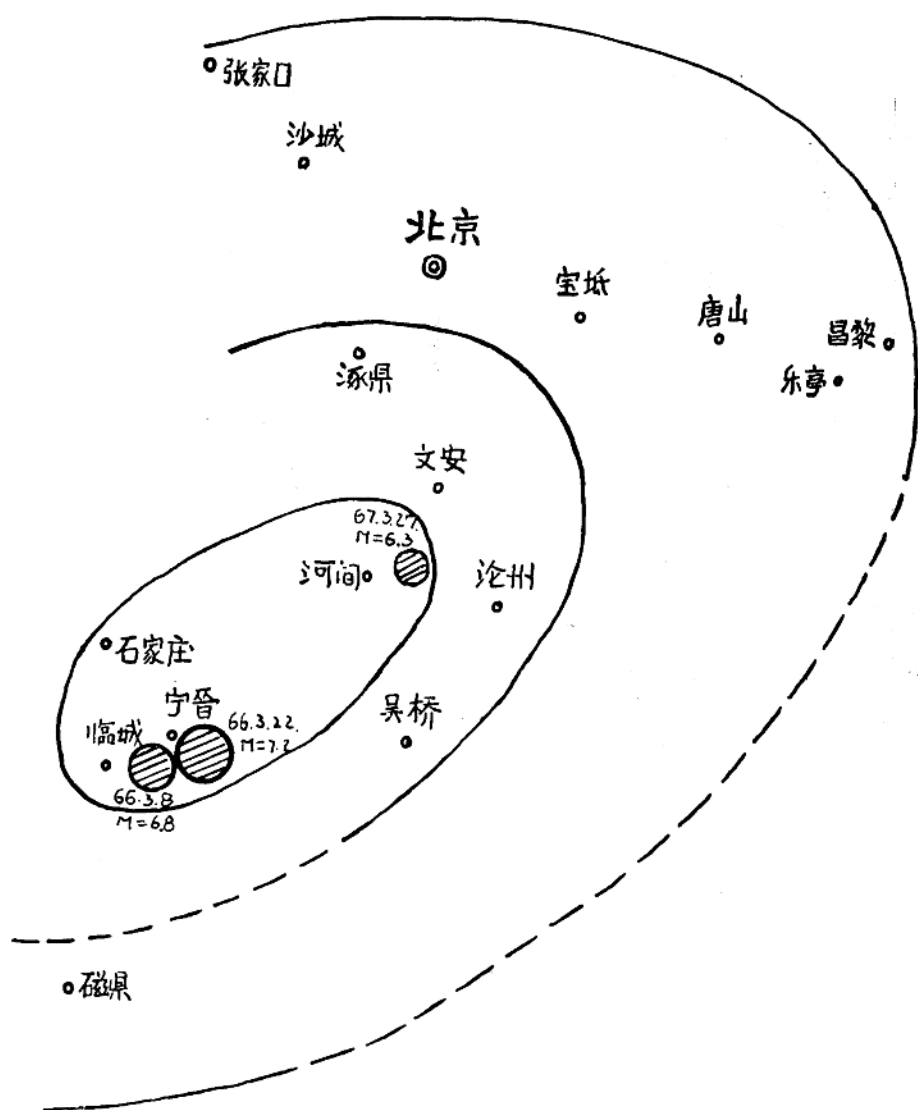
图(三) 宁普气温、气压日均值图



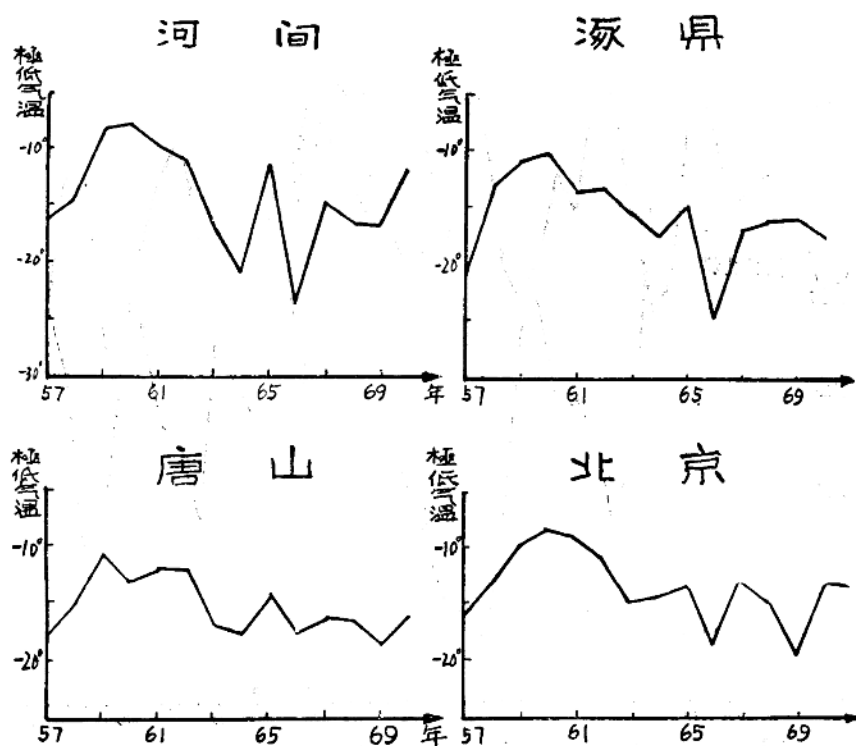
圖(四) 寧晉氣溫年極值圖



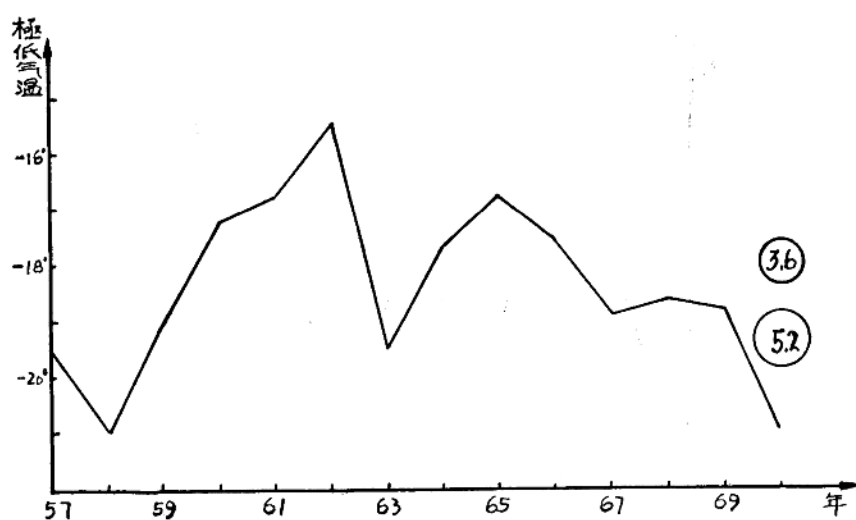
图(五) 宁晋气温月极值



图(六) 宁晋等地66年2月气温月极值异常区图



图(七) 66年2月河间等地气温月极值离



图(八) 唐山气温年极值离