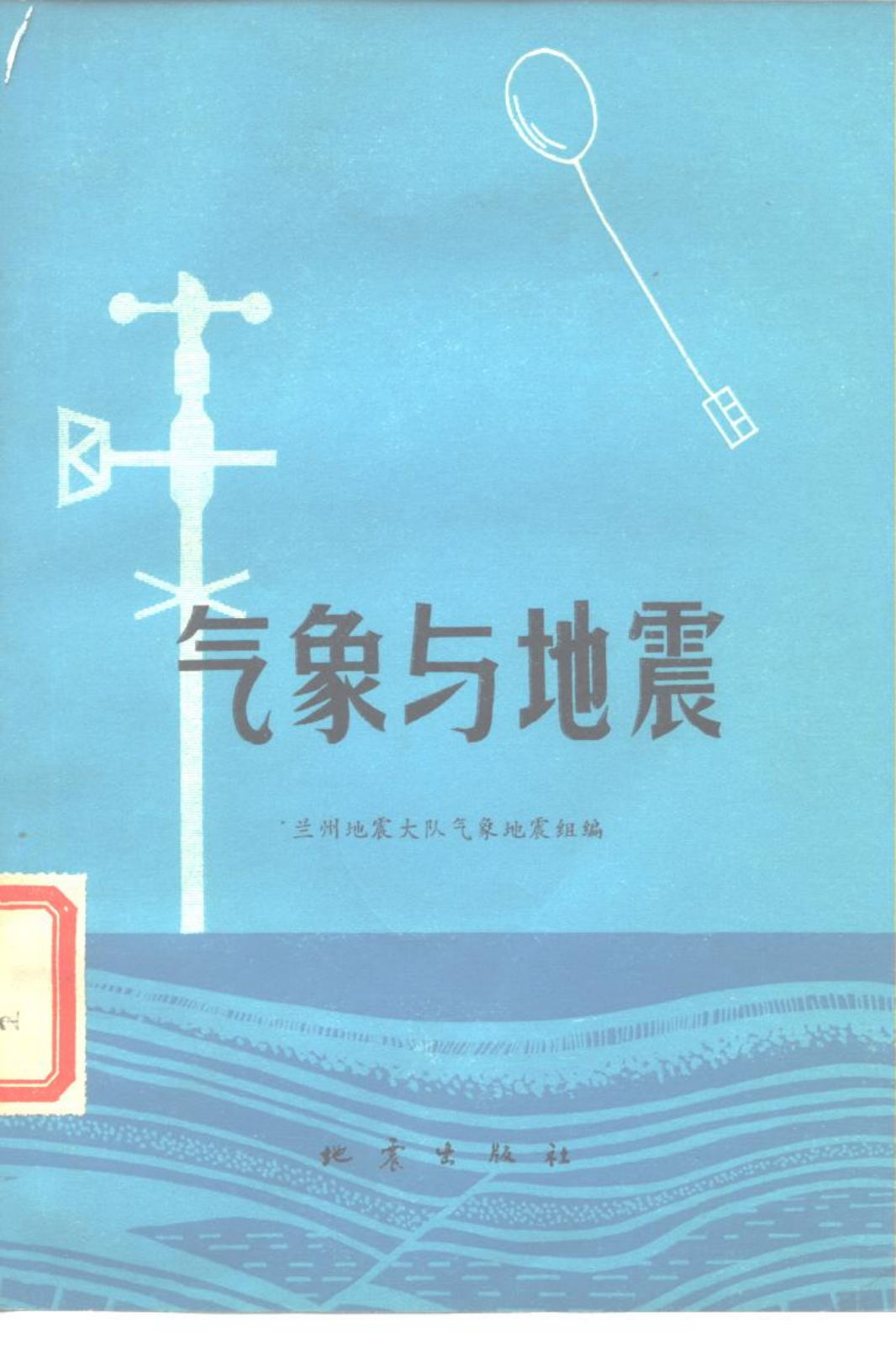




气象与地震

· 兰州地震大队气象地震组编

地震出版社

内 容 提 要

“气象—地震”研究的目的，在于探讨利用气象变异预报地震的可能途径。本书分三章。第一、二章简要地介绍了临震时的大气物理现象与震前中长期气象异常；第三章是对气象与地震关系的可能物理机制的初步探讨。可供具有中等文化程度地震工作者及有关人员参考。

气 象 与 地 震

兰州地震大队气象地震组编

地质出版社 出版

北京三里河路54号

中国科学院印刷厂 印刷

新华书店北京发行所 发行

787×1092 1/32 3印张 65,000字

1976年12月第一版 1976年12月第一次印刷

印数：0001—145,000

统一书号：13180·12 定价 0.25 元

限 国 内 发 行

目 录

前言	1
第一章 临震时的大气物理现象	3
第一节 临震时的大气光电现象	4
第二节 临震时的大风、降水	11
第三节 临震时的热异常	20
第四节 临震时的大气浑浊及日月光象	28
第五节 地气现象	33
第六节 利用临震大气物理现象预报地震的问题	40
第二章 震前中长期气象异常	43
第一节 旱涝与地震	43
第二节 东亚大气环流与地震	58
第三节 太阳活动与地震	61
第四节 用气象因子做中期地震预报问题	65
第三章 有关物理机制的初步探讨	74
第一节 大气压力变化触发地震的讨论	74
第二节 降水对地震活动影响的讨论	78
第三节 大气角动量—地球自转速度—地震活动三者 关系的讨论	80
第四节 太阳活动—大气环流—地震活动三者关系的 讨论	86
第五节 孕震过程可能引起气象变化的讨论	87

前 言

气象与地震的关系，古今中外广泛引起人们的注意。因为在改造自然的斗争中，气象和地震灾害是与人类利益攸关的大事。古时候，我国劳动人民，在气象与地震活动方面做了细致的观察和记载。这些记载，是我们研究气象与地震关系的宝贵遗产。随着近代气象科学和地震科学的发展，我们就有了更为可靠的科学依据来研究它们两者之间的关系了。

气象地震研究的对象是什么呢？从目前情况来看，它主要是探讨大气的运动和状态对于地壳内部地震孕育过程和地震活动性的影响，以及在孕震过程中伴生的气象效应，进而探索用气象变异预报地震的可能性。它是一门边缘科学，涉及到天体物理、大气物理、地球物理、地球化学等多种学科。在地壳深部探测技术尚未过关，地震成因尚未搞清之前，除了用测震等手段从地壳上部研究深部构造运动以监测地震活动外，研究各种可能与地震相关的地球物理现象并用于预报，是有一定意义的。因为许多大地震往往是在这些现象发生显著变动时或变动后不久发生的。

千百年来，尽管人们始终在密切注视着大地震发生之前的气象变异，试图从中找出规律性的联系，但是，在解放前的漫长历史时期内，由于反动统治阶级根本不关心劳动人民的疾苦，阻滞了地震、气象等科学的发展。解放以后，尤其是无产阶级文化大革命以来，在毛主席革命路线指引下，批判了刘少奇、林彪的反革命修正主义路线；认真贯彻执行了地震工作要“在党的一元化领导下，以预防为主，专群结合，土洋结

合，依靠广大群众，做好预测预防工作”的方针，我国一些地区的地震工作部门和气象部门互相配合，开始了用气象要素预报地震的研究工作，取得了一些初步成果。

本文是综合了近几年的工作成果写成的。首先概括地介绍气象与地震相关的若干重要事实；然后试图对某些重要事实从可能的物理机制上进行简略的讨论；并初步地谈及利用气象变异预报地震的可能性的问题。

本文的资料来源，历史地震主要取自《中国地震资料年表》，所举震例，凡能查明震级者，文中均已注明。解放后各次地震的气象资料主要为各地的气象台站所直接提供，亦引用了有关单位的部分资料。

本书主要由兰州地震大队预报室气象地震组编写，北京市地震队参加了部分编写工作，云南省宾川气象站、地球物理研究所提供了一些素材。

由于时间仓促，水平有限，文中所述和所引资料，错误和遗漏之处可能很多，尚望读者批评指正。

第一章 临震时的大气物理现象

根据我国地震史料的记载和震区人民群众的反映,临震时的大气物理现象,包括震前的风、霾、云、雨、雷、雹、雪、声、光、电、气压、气温、涝、旱、日月光象等等,是非常丰富的。如何掌握这些现象来进行临震监视预报,对开展地震的群测群防工作有着直接的、现实的意义。探讨地震与气象关系也必须首先从现象入手,尽可能地收集临震时的各种大气现象。正如伟大领袖毛主席教导的:“一切真知都是从直接经验发源的。”离开对实际现象的调查,气象地震就成了无源之水。

伟大领袖毛主席又教导我们说:“我们看事情必须要看它的实质,而把它的现象只看作入门的向导,一进了门就要抓住它的实质,这才是可靠的科学的分析方法。”由于大气运动瞬息不停,天气现象千变万化,震前有时暴雨倾盆,有时大雪纷飞,有时雾气障天,有时蓝天如洗。从表面看来,地震与天气二者似乎没有直接的对应关系,对不同地震而言,震前出现的各种天气现象亦不尽相同。因此,仅专注于收集现象还不够,还必须“将丰富的感觉材料加以去粗取精、去伪存真、由此及彼、由表及里的改造制作工夫”。为此,本章首先介绍震前带有普遍性的一些大气物理现象,如临震时的光电、降水、大气浑浊、热异常、地气等等。进而把各种现象联系起来观察分析,提出一个临震的“地——气”物理联系的初步思路。

第一节 临震时的大气光电现象

一、地光

大震震例

日 期	地 点	震级	异 常 现 象
1556. 1.23.	陕西华县	8	“忽又见西南天裂，闪闪有光，忽又合之。而地在在皆陷，震裂之大者，水出火出，怪不可状”。
1626. 6.28.	山西大同	7½	“王家庄堡，天飞云气一块，明如星色”。
1652. 3.23.	安徽霍山	6	“红光遍邑，人畜皆惊”。
1668. 7.25.	山东郯城	8½	“黄紫云亘西壁”。
1815.10.23.	山西平陆	6½	“夜有形云自西北直亘东南，少顷始散，地大震如雷，天地通红”。
1920.12.16.	宁夏海原	8½	“未震之先，空中发现红光如练，瞬时即地震”。“未震之先，有居山之人，夜半看见山中闪火，并闻沟内空响”。
1902. 8.22.	新疆阿图什	8½	“阿图什、伽师等地，震前看见火光”。
1932.12.25.	甘肃昌马	7½	“有人看到从东面山上起了一道白光向西而来，紧接着有声如雷，地大动”。
1934. 1.21.	内蒙五原	6½	“区内多裂缝喷火，或夹黑沙”。
1925. 3.16.	云南大理	7	“又每于将震之前，随时流出硝磺臭气，空中则发见火光，自北而南”。
1954. 2.11.	甘肃山丹	7½	“震前几分钟见北面山上出现白光，又有人于震前瞬见红光一道”。
1966. 2. 5.	云南东川	6½	“气象台观测员在震前一分钟发现本站西方出现闪电似的白光”。
1966. 3. 8.	河北邢台	6.8	“气象台观测员反映，大震前一天晚上，东边有一道高度角为30度，长约30华里宽10里的白光”。

1970. 1. 5. 云南通海 2.7 “震前出现兰、白色闪光,红绿光带,火球等不同类型地光现象,共三十余例”。
1971. 4. 28. 云南普洱 6.7 “震前见火光、红色葫芦状火球上升等”。
1974. 5. 11. 云南昭通 7.1 “震前瞬间见双河口方向出现红色火光,团结公社10日晚发现有白光”。

中强震例

293. 2. — 四川震源 “震一霎有火光”。
1367. — — 山西太原 “火球震地中出”。
1631. 8. 15. 湖北沔阳 “震半,天忽通红,声如雷”。
1637. 4. 3. 湖南沅江 “子时天响有光,移时地震一刻”。
1655. 3. 13. 陕西渭南 “夜子丑间云气满天,忽大震如雷,火光如炬,自东北流入西南,山谷震动”。
- 1775—1784 辽宁铁岭 “地震,电火冲出”。
1804. 11. 1. 湖南沅陵 “五更天上红光如匹练,自西而东,没于地,声震如炮,已而地动”。
1846. 秋 江苏溧阳 “夜大风,有赤光自北而南,声隆隆若霆,星殒如雨,地大震”。
1857. 2. 4. 浙江鄞县 “夜半天明如昼,山雉皆鸣,少顷地泄气,声隆隆如鼓”。
1868. 10. 30. 河北玉田 “午未间地震,忽有火光,至空际化为白云,长丈许,其中有声如鼓”。
1905. 12. 12. 甘肃民勤 “申刻地震,空际鼓炮震天,欸一火球由南向北,自空而坠,势如流星,转瞬即灭,旋散布霞光一簇,蜿蜒曲折,逼似龙形,至酉刻始灭”。
1970. 12. 3. 宁夏西吉 5.1 “震前一小时,看到震中一带上空有西北—东南向象虹一样的地光;晚九时在

西南方出现条状红云；晚10时出现不闪动的白光，还见有火球等”。

1975. 9.23. 玛曲—若 5.6 “傍晚震中区天空出现一道横亘的五彩
尔盖 光，如虹一样，但不是弧形(该晚地震)”。

有关地震时低空大气的发光现象，国外也有零星报导。如1965—1967年日本松代地震群活动期间有多次地光现象，并拍有照片(见图一)。



图一 1666年9月26日03时(东京时间)拍摄的余震地光照片

1936年5月22日阿根廷圣路易斯地震时有关于强震时闪光现象的报导。1969年10月1日美国圣·罗萨地震时有较详细的地震发光报告。1971年9月13日苏联格罗兹尼地震时，临震前出现“无声的闪电”。日本一位农民椋平广吉通过几十年的业余观测发现一种“前兆虹”现象，即震前天空出现一种色带光学现象。但国外仍有一些学者对震时低空出现的发光现象持怀疑态度。

我国是地光记载最为丰富的国家。远在1600年前，即公

元 293 年成都地震时就有“欸一夜有火光”的记载。更早的还有公元前 25 年 7 月(汉成帝河平四年六月)山东省山阳“火生石中”的记载(《嘉靖山东通志》三十九卷十六页)。宁夏隆德县志上,还叙述有古人总结出的六条“震兆”,其中之一就是:“夜半晦黑,天忽开朗,光明照耀,无异日中,势必地震”。解放后,特别是无产阶级文化大革命以来,贯彻执行了我国地震工作方针,通过广泛发动群众,开展群测群防,积累了更为丰富的地光现象。初步总结我国地光现象,可得出如下几点认识:

1. 地光的地区分布

图二是地光出现的地区分布图。由图可见,我国震区出现地光是比较普遍的。

这很有利于各地群众利用地光现象进行临震监视。

2. 地光的形状和颜色

①闪光:多为兰、白色。这是地光中常见的一种类型,有如雷雨时的闪电,但时间要长些,可照清远景中的山、树等景色。

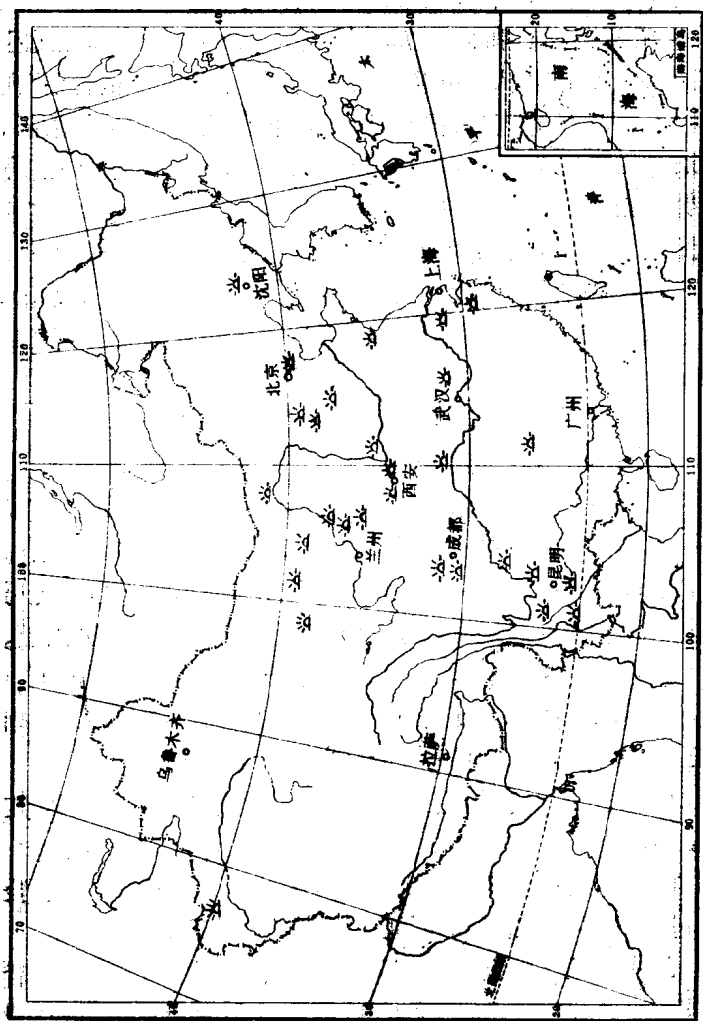
②片状光:即不闪动的稳定的片状光(闪动的片状光可能是前述闪光的迴光现象)。有白色的,如“夜半天明如昼”。也有红色的,如“夜半天忽通红”、“红光遍邑”等。

③带状光:即横向的光带。有白色、红色或五色彩带,如“红光如练”、“出现彩虹一样的光”。

④柱状光:自下而上呈火把状,如“火光如炬”,多为红色。

⑤球状光:即火球。也是最为常见的。大者如篮球、脸盆,小者如乒乓球或碗口。红色居多。大震后也颇为多见。

地光的这几种类型,恰好与平时大气中的雷电相似,后者通常也分为线状闪电、片状闪电、带状闪电、柱状闪电、球状闪电和辉光放电。闪电的形状取决于大气电场强度和介电性质等,因此观测震前大气电场的异常变化是揭示地光成因的可



图二 我国震区出现地光的分布图

能途径之一。

3. 地光出现和持续的时间

①大多在临震前几分钟到几秒钟,但也有在震前几小时,个别甚至在震前几天出现。主震后的强余震有时也有地光。

②地光本身持续时间较短。但即使闪状地光也比雷雨的闪电要长些。稳定的片状光、带状光、柱状光则能维持几秒甚至几分钟以上。

③多数在夜间被人看见,白天的记载也有(但也限于黄昏或拂晓),这可能是因为地光的强度还不足以超过太阳光和天空亮度,因而白天发生地震时地光记载较少,但绝不能说白天的地震无地光。

4. 地光的发光地点

①地光多出现在贴近地面的低空大气中,高度角不大,火球是从地面升起的(升后又有下坠)。

②具体出处,明确记载有从地裂缝中或喷沙冒水处出来。如“火从裂地中出”,“震裂之大者,水出火出,怪不可状”等等。

③对一次地震而言,特别是大地震,往往不只一处出现地光,而是经常出现在包括震中区的较大范围内的许多点上,不同点出现的地光形状和色彩也不尽相同,出现的时间也不同。

二、临震前的大气电

地光现象很容易使人联想到雷雨时的大气电现象。1966年邢台地震时,人们就注意到收音机突然受到强干扰,后来各地几次强烈地震时也大多有这种现象。震例如下:

日期	地点	震级	异常现象
1966. 3. 8.	河北邢台	6.8	“前2—3分钟收音机受干扰”。
1969. 7. 18.	渤海	7.4	“前1—2天收音机收听不正常”。
1969. 7. 26.	广东阳江	6.4	“前半小时出现杂音。震前3—5分

钟收音中断”。

- | | |
|--------------------|----------------------|
| 1970.元. 5. 云南通海 | 7.7 “前几小时收音机受干扰”。 |
| 1970.12. 3. 宁夏西吉 | 5.1 “前一天收音机受干扰”。 |
| 1973. 2. 6. 四川炉霍 | 7.9 “收音机震前受强干扰”。 |
| 1973.12.31. 河北里坦 | 5.3 “震前广播中断 2—3 分钟”。 |
| 1974. 9.23. 玛曲—若尔盖 | 5.6 “震前半小时,收音机杂音很大”。 |

由上例可见,收音机干扰现象一般发生在临震前几分钟到几小时,表明当时有强烈的电磁场扰动。国外也有这种震前大气电异常现象的记述。如1935年苏联契尔尼雅夫斯基曾在距扎拉勒—阿巴德120公里处,于破坏性地震二小时前,观测到罕见的强电场,发现验电器金箔在一秒钟之内充电。1966年4月塔什干地震前也观测到大气电异常,有消息说在震前萤光灯自动亮了。日本1966年松代地震群活动期间,为研究地光成因,曾观测过大气电场。

三、地震时大气光电现象的成因

目前,对地震时大气光电现象的专门观测与研究还很少,成因分析还属于推测性质,现简介如下:

1. 由大气电学可知,当大气中电场强度达到 10^4 伏/厘米时,空气中离子便可获得很大速度,足以使空气激发而发光。因此如果局部强电场造成“闪光”状地光,那末为产生地光所需的大气电场应达到 10^3 — 10^4 伏/厘米的强度。震前有没有这样大的局部强电场还有待于今后观测来证实。

2. 震区群众有“光一声一震”接踵而至的经验,由此可以推测,在主破裂和微破裂过程中,因地下岩体快速地、强烈地巨大摩擦,使断裂两壁的原子处于高度激发状态(所谓“电子雪崩”现象),当激发状态的原子返回原来状态时,就发

出光子。大量光子又通过光电离过程形成新的电子雪崩(即“衍生雪崩”),继续形成“流光”。这可能形成片状或柱状地光。

3. 在地震时或地震后,地下高温高压的气体,包括可燃的、高度电离的、含放射性等性质的多种成分气体沿破裂孔隙逸出地表,因其自身的发光(等离子体发光)或燃烧而形成球状地光。

4. 震前无线电受强干扰,表明孕震区有可变电压讯号的产生。这一般用压电效应来解释,如地下石英晶体可产生压电效应。但通过压电作用产生地光所需的强电场,必须满足二个条件:一是高频震动波,这可由微破裂产生的超声波来满足;二是高电阻率,即 10^7 欧姆米。通常岩石电阻率比这小几个量级,但在高应力的孕震区有可能大大增高岩石的电阻率(如地表花岗岩的岩电阻率为 10^3-10^4 ,但在 100 巴压力下上升到 10^6)。此外还有一个问题,即震源区的高电位压电场如何能传到地表上来的问题。这可能由震时的微破裂以及电离气体从破裂孔道逸出而临时形成高电导率的“波道”,使震源处的高电位压电场传到地表,引起低空大气光电异常。一旦孔道闭合,异常也就迅速消失。由此还可说明大气光电现象在时间上的“脉冲”性和沿地表断裂分布的特点。

由于临震时的大气光电现象不仅能用于临震监视,而且有助于研究地震成因,因此引起了人们普遍的重视。近年来,在我国某些地震危险区,有关部门建立了专门的“地光”观测站,开展了大气低层电位的观测与研究。我们相信,依靠人民群众的广泛实践,一定能进一步揭穿地震的光电奥秘,使之更好地为地震预报服务。

第二节 临震时的大风、降水

天上的云千姿万态,降下的水形式多样。液态的有雾滴、

毛毛雨到大雨滴；固态的有雪花、霰粒、雹等。大气中的水分虽然仅占微量，可是它有巨量的海水作为后盾，通过蒸发和凝结、升华和凝华、融解和凝固的转化，不停地参与了大气的运动和能量交换，成为大气中最活跃的因子。临震时，怪风骤起、雷雨大作或霖雨连绵，是司空见惯的自然现象。因此，在探讨气象与地震的关系时，不能不注意这些风雨的异常现象。

一、临震时“怪风大作”

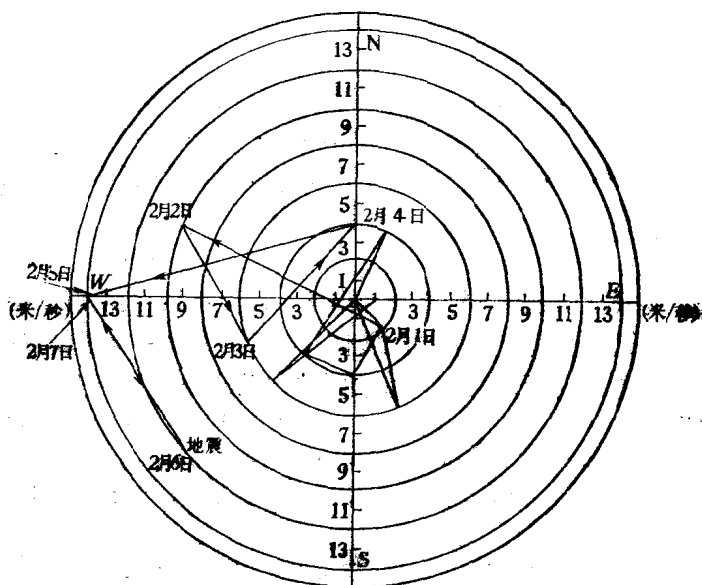
大震震例

日 期	地 点	震级	异 常 现 象
1303. 9. 17.	山西洪洞	8	“时夜半，大风起，须臾地震”。
1695. 7. 13.	广东南海	7 $\frac{1}{2}$	“是日午时银矿怪风大作，有声如雷”。
1699. 7. 11.	甘肃红崖堡	6 $\frac{1}{2}$	“肃州夜忽有猛风起，地大震”。
1665. 4. 16.	北 京	6 $\frac{1}{2}$	“震时陡起劲风一阵，吹扫城市，地上吹起之灰生遮天蔽日，使北京顿成黑暗世界。……”
1668. 7. 15.	山东郯城	8 $\frac{1}{2}$	“六月十七日（即地震当天）风满天”。
1733. 8. 2.	云南东川	6 $\frac{1}{2}$	“是日亭午，怪风迅烈，飒然一过，屋瓦欲飞，为惊异者久之”。
1902. 8. 22.	新疆阿图什	8 $\frac{1}{4}$	“临震前起阵风一阵”。
1927. 5. 23.	甘肃古浪	8	“先一日，有黑黄风大作”。
1937. 8. 1.	山东菏泽	7	“临震前起阵风”。
1954. 2. 11.	甘肃山丹	7 $\frac{1}{2}$	“震前一日午后，先由西北后由东北来风，据老乡们说，狂风为黄、红、黑五彩，好象一团一团云彩，老乡们都说这是怪风”。

据县气象站记载：“14点22分风向从北北东突然变为北西向，能见度大减，最坏时只有30米。地面上的尘沙，向天空涌起呈层状，其中似有旋涡，天空呈红黑色”。“据山上的人看去，不是黑风，而是擦地皮的风”。

1973. 2. 6. 四川炉霍

7.9 “震前几小时风尘大作，风向紊乱，上下乱窜”。



图三 1973年1月20日—2月7日西州甘孜14时风向风速变化

图三是1973年2月6日我国四川炉霍7.9级强震发生前半个月至震后一日的风速风向逐日变动情况。震中地区1973年元月份风力不大，多为静风日，最大风速没有超过6

米/秒的。进入2月2日后风力逐渐加大,且风向逐日呈反时针转变,到2月6日地震将发生时,风速最大达14米/秒,风向西南与构造走向近于正交。从发震前几小时距震中300公里范围来看,风速最大的区域就在震中及其南偏西一带。

中强震例

日 期	地 点	震 级	异 常 现 象
366. — —	陕西长安		“长安大风震电,坏屋杀人”。
1219. 6. 2.	陕 西		“陕右黑风昼起,有声如雷,顷之地大震”。
1848. 8. 31.	广东香山		“飓风,风过有声如雷,地震”。
1878. 11. 23.	香 港		“震前似有大气盘旋,烈风颭忽”。
1906. 1. 7.	云南宣威 (5½)*		“亥刻有旋风自东南来,扬尘播土,声振林木,风过处地大震”。

有关震前起风的记载十分丰富,以上仅从甘、滇、川、粤、晋等地选取少量有代表性的震例。临震时的风有如下特点:

1. 起风突然,常为阵性,如“陡起劲风一阵”,“忽有猛风起”等。
2. 风力较强,常用“劲风”、“猛风”、“狂风”来形容。
3. 风向具有“旋风”、“飘风”、“紊乱”等特点。
4. 与地震有惊人的巧合,如“风过处地大震”、“须臾地震”等。

象这种在震前忽然而起的、强烈的、风向不稳定的阵风,有时令人感到惊异,称为“怪风”。这正是值得我们注意并加以分析的,对此留待后面讨论。

*: 有括号者表示估计震级,下同。