

重大灾害链及其防御

门可佩¹, 高建国²

(1. 南京信息工程大学, 南京 210044, 2. 中国地震局地质研究所, 北京 100029)

摘要 重大自然灾害及其灾害链是当今世界科学难题, 本文通过国内外具体实例, 介绍了重大灾害链及其巨大危害, 讨论了灾害链的类型、成因、演变及其预测和防御, 并着重强调加强灾害链研究的紧迫性和必要性.

关键词 重大自然灾害, 灾害链, 预测, 防御对策

中图分类号 X43

文献标识码 A

文章编号 1004-2903(2008)01-0270-06

Severe disaster chain and its defense

MEN Ke-pei¹, GAO Jian-guo²

(1. College of Mathematics & Physics, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044, China;

2. Institute of Geology, China Earthquake Administration, Beijing 100029, China)

Abstract Severe natural disasters and disaster chains are difficult issues in the scientific world. This paper introduces harm, categories, reasons, evolution, forecast methods and defense of severe disaster chains through a lot of examples at home and abroad, and emphasizes the urgency and necessity of the research on disaster chain.

Keywords severe natural disaster, disaster chain, prediction, defense

0 灾害链及其巨大危害性

重大自然灾害一经发生, 极易借助自然生态系统之间相互依存、相互制约的关系, 产生连锁效应, 由一种灾害引发出一系列灾害, 从一个地域空间扩散到另一个更广阔的地域空间, 这种呈链式有序结构的大灾传承效应称为灾害链.

巨灾和灾害链对人民生命财产所造成的危害十分巨大. 1755 年 11 月 1 日, 濒临葡萄牙的大西洋海中发生大地震, 海啸接踵而来, 18 m 高的巨浪把震倒的断壁颓垣和灾民席卷而去, 里斯本 8 万人为之丧生. 1906 年 4 月 18 日, 美国旧金山 8.3 级大地震之后, 全市大火烧了三天(图 1). 1923 年 9 月 1 日, 日本东京 8.2 级地震引发火灾, 14.28 万死难者中 90% 惨死于震后的大火.

1960 年 5 月 22 日, 南美洲智利发生了 20 世纪以来全球第一的 8.9 级巨大地震, 仅在智利境内就死亡 5700 人. 地震引起瑞尼赫湖区 3000 万立方米

大滑坡, 湖水外泄, 淹没湖东 65 km 处瓦尔迪维亚城, 致使 100 万人无家可归. 同时, 地震还引起 9 座火山猛烈喷发, 火山灰和火山气体形成的云升入 6000 m 高空, 遮天蔽日. 地震又引发巨大海啸, 最高海啸波竟达 20 m, 1000 多所住宅被冲走, 2000 多亩田淹没, 15 万人无家可归. 海啸以每小时 700 km 以上速度扫过太平洋, 不到 15 小时行程 10560 km, 冲到夏威夷岛, 浪高十余米, 造成 60 多人死亡, 280 多人受伤. 又 8 小时后, 海啸越过太平洋奔袭日本东海岸(距震中约 17000 km), 3~6 m 高的海浪冲进海湾, 冲毁港口码头, 把船只冲上岸边 40~50 m, 压塌屋顶, 共计沉船 90 余艘, 损坏 2100 余艘, 毁坏房屋 5000 余户, 溺死 800 余人, 15 万人无家可归.

2004 年 12 月 26 日, 印尼苏门答腊发生了 8.7 级地震, 这是自 1960 年南美洲智利大地震以来第二大全球巨震, 引发印度洋特大海啸, 死亡 305276 人, 因海啸死亡的人数远远超过震亡, 为有史以来历次大海啸灾难中死亡人数的总和. 仅仅 9 个月之后, 又

收稿日期 2007-04-10; 修回日期 2007-06-30.

基金项目 南京信息工程大学科研基金资助项目.

作者简介 门可佩, 男, 1949 年生, 南京信息工程大学数理学院教授, 硕士研究生导师. 中国地球物理学会天灾预测专业委员会委员. 主要从事应用统计分析和天灾预测研究. (E-mail: menkp1949@tom.com)

于 2005 年 10 月 8 日在巴控克什米尔地区发生 7.8 级地震,7.3 万人死亡,13 万人受伤,280 万人无家可归。严寒天气让灾民的生活更加艰难,九成巴基斯坦地震灾民帐篷无法抵御严寒的侵袭^[1]。

我国自然灾害的种类多,发生频率高,分布地域广,造成损失大,是世界上自然灾害最严重的少数国家之一。统计资料表明,常年受灾人口在 2 亿人以上。自明初 1368 年以来,约有近 8000 万人死于自然灾害。从 1950~1992 年,我国各类灾害造成的直接经济损失共达 2.6 万亿元(按 1990 年价格计),死亡 60 多万人,灾害损失达同期国民生产总值的 4%,占同期全国财政收入的 12% 以上。1990~1995 年我国灾害死亡人数位于世界第 5 位。2003 年全国受灾人数达到 49745.9 万人次。特别是上世纪 90 年代以来,我国进入新的灾害严重期,同时随着国民经济的发展、生产规模的扩大和社会财富的增长,灾害造成的损失也逐年上升,每年因灾造成的直接经济损失达到 1700 多亿元,比 80 年代年均灾害损失翻了一番,比 50 年代年均损失翻了近两番。



图 1 1906 年美国旧金山地震火灾

Fig. 1 The earthquake fire of 1906 in San Francisco, US



图 2 1931 年长江巨洪汉口街头一片汪洋

Fig. 2 Hankou city was submerged by the big flood of Changjiang in 1931

在我国历史灾害中,干旱造成人口损耗最为严重。例如 1876~1879 年黄河流域发生特大干旱,即“丁戊奇荒”,饿死、病死 1300 万人。“茫茫浩劫,亘古未闻,历观廿一史所载,灾荒无比残酷”。河南安阳死于瘟疫之人占死亡人口半数以上,山西因疫而死者达“十之二三”。疫势如此之猛,显然与长期干旱而极度饥饿导致灾民体质严重下降紧密相关。

洪涝灾害后,人兽尸体被雨水浸泡,极易污染水源,恶化环境,急性传染病蔓延城乡。1931 年长江、淮河流域发生特大洪涝,死于主灾 36.5 万人,而死于饥饿、瘟疫竟达 300 万之众。图 2 显示,因洪灾汉口街头一片汪洋。1975 年 2 月 4 日中国辽宁海城 7.3 级地震,震后最低气温 -20°C ,仅海城县受冻人数 6950 人,占震区总伤亡人数的 26%。

上世纪 90 年代以来,全球气候变暖,导致海平面上升、水资源短缺、土地荒漠化、流行病传播等,对粮食安全、能源安全、水资源安全、生态安全和公共卫生安全等构成严重威胁,是人类社会面临的共同问题。“城市高风险,农村缺设防”。城市中人口、财富、金融高度集中,高楼大厦鳞次栉比,生命线工程纵横交错,一旦遭受重大灾害袭击,任何环节的失控,都将造成灾难性后果。

1 灾害链分类及其预测防御

1987 年著名地震学家郭增建首次提出灾害链的理论概念和分类,此项研究是中国科学家群体的自主创新(原始创新)^[2,3]。他提出灾害链分为因果链、同源链、互斥链和偶排链等四类^[4],也可分为串发性和共发性灾害链两类。

因果链或串发性灾害链是指在一种灾害发生后,会诱发另一种灾害,即灾害之间在成因上有某种直接或间接的关系,比如“大震后必有大疫”,大旱后的蝗虫滋生等。大旱有助于预测大震,大震亦有助于预测大洪水和强台风。例如 1933 年 8 月 25 日,四川茂县迭溪 7.5 级地震后导致山崩,堵塞岷江及其支流,形成十来个堰塞湖,规模较大的有三处,迭溪以下长达 27.5 km 的岷江断流 43 天。10 月 9 日下午 6 时再次发生强余震,1 小时后堵坝溃决,积水溃出,水头高约 70 m,大水于当晚 9 时冲到茂县,夜半冲到汶川,次日凌晨三时冲到灌县,水头仍有 10 多 m 高。据各方面调查统计,成灾里数总计 500 km,漂没民众 2 万以上(仅灌县境内捞获死尸体就有 4000 余具),冲毁村镇 60 余座,冲毁良田 5 万余亩。

同源链或共发性灾害链是指基于同一原因在一

些地区同时发生的一系列灾害;或者说,一些地区接连发生的灾害,在成因上是同源.如在太阳活动峰谷年前后,旱、震、涝、矿井突水、瓦斯突出、粉尘爆炸等灾接连发生.

互斥链是灾害之间有此长彼消的关系;偶排链是暂时不明关系的灾害排成链的现象.根据文献[5]记载,1969年7月10~16日,长江流域自鄂西清江向东经大别山区至长江中下游江淮地区连降暴雨,雨区东西长1200 km,南北宽约200~300 km,7天雨量超过200毫米,笼罩面积达22万平方公里,相应总降水量722亿立方米.这次大暴雨在湖北、安徽共死亡1603人,倒房71万间.有趣的是在1969年7月18日渤海湾发生7.4级地震前1天,即7月17日,上述鄂皖大暴雨突然停止了.这就是互斥链.另外还有一个实例:1976年7月5~12日桂北山区和湘江上游连降大暴雨,在暴雨停止后约6天时间,副高即向北跳跃9个纬度,其北部边缘到达唐山附近,随后于7月28日发生了唐山7.8级大震.由文献[3],这里副高为何北移,可能与唐山大震前大范围地下热汽逸出所形成的低压吸引有关.

灾害是突变现象,灾害链是不可逆的动态变化过程,体现了不同类型灾变演化的涵义,体现了大自然的隐秩序,即自组织性、协同性,以及大自然的整体统一性、复杂性^[6].灾害链中,前一个灾害可以提供后继重大灾害发生的关键信息.灾害链预测研究是21世纪科学的前沿课题,目前国外对它的研究很少.要减轻灾害链的危害,必须加强灾害链监测、预测和对策研究,努力减轻重大灾害链对人民生命财产的威胁,为国家制定减轻和防御灾害链提供科学和技术支撑.

从1972年开始,我国科学家耿庆国在旱震链方面用大旱作大地震的中期预报,取得明显成效^[7].自20世纪70年代以来,有关灾害链的交叉学科研究取得开拓性进展.如旱震关系研究,地温与降水关系研究,日食与旱涝关系研究,引潮力和地气关系研究等,都揭示了天灾具有明显的非线性、开放性、群发性、并发性的特征^[8].随着我国天地生综合研究工作的进展,我国学者取得了进一步共识:各种自然灾害的发生存在有地下、地表、地上的灾害链效应.这也是地球科学的新的重点领域.

2 灾害链之间关系的研究是预测重大灾害的新途径

我国3000年的历史资料表明,大洪、大旱、强震

和强台风等灾害异常严重,生态环境非常脆弱,这是中国的国情,并且这些大灾往往以灾害链方式出现,需要多学科交叉的综合研究方能奏效.1992年,翁文波院士倡议建立的中国地球物理学会天灾预测专业委员会成立后,许多科学家即以重大灾害链综合预测研究为主攻方向之一.经过几十年探索实践,已有灾害链综合预报成功的许多实例:

(1)1975~1976年旱震链:海城和唐山大地震.根据自主创新的旱震关系研究,我国学者发现1972年华北及渤海地区出现几十年不遇的大旱,旱区面积达113万平方公里,足以发生2组7级地震.其中辽宁锦州一岫岩、河北唐山地区、石家庄一山西忻县为特旱区.这一观点为1974年国务院69号文件所采纳,并为海城、唐山大地震所证实.

(2)1991年旱震、震洪链:缅甸大地震和江淮地区大洪灾.1990年根据旱震关系、地震活动规律和外因触发条件预测:1991年可能在滇缅地区发生7级以上大震.1991年1月5日,缅甸曼德勒北果然发生7.5级大震.此后再根据震洪链预测1991年汛期长江或珠江可能会发生大洪水.当年夏季,在江淮地区发生了大洪水.其机制为震后扰动在大范围内有地下携热气体逸出,造成低压环境,使孟加拉湾向中国输出更多水汽,加之北方冷空气南下以及西太平洋副高位置相配合.

(3)1998年海气链:水文天文结合和长江、闽江、珠江洪水预报.根据厄尔尼诺效应、日食相似年等方法,我国学者对1998年长江和珠江大洪水作出了预测;以西南气流强劲和超长云带理论预测1998年长江、闽江大洪水.天灾预测委员会在事前将预测意见呈报国家和地方减灾部门,取得了减灾实效.

(4)2001、2003年旱震链和震洪链:青海昆仑山大震与黄河中下游洪水遥相关.1999年新疆、青海出现大面积旱区,当年11月依据旱震关系提出大地震中期预测,结果在2001年11月14日新疆、青海交界的昆仑山区发生8.1级大震.根据灾害链效应和蒙新青甘地区震洪遥相关分析,2002年4月提出:昆仑山8.1级大震后1~2年内,黄河中下游流域汛期可能出现大洪水.2003年汛期黄河中下游和渭河流域果然发生水量大、雨期长的大洪水.

(5)2004~2005年震洪链:2004年印尼8.7级巨震和中国西江大洪水.1991年郭增建等发现南亚大地震与我国珠江洪水有着传承效应^[9].1912年缅甸7.7级、1913年云南峨山7.0级和1914年安达曼群岛7.2级地震发生后,所产生的大量水气随西

南气流向我国珠江流域积聚。1915 年 7 月,西江、北江下游同时发生 200 年一遇特大洪水(图 3)。2004 年 12 月 26 日与 2005 年 3 月 29 日印尼苏门答腊发生 8.7、8.5 级巨震。印尼巨震前后所产生的种种地球物理现象受到许多科学家的关注。马宗晋院士认为,印尼巨震是由印度洋板块向缅甸微板块底下俯冲过程中的逆断层作用造成的。印度洋—澳大利亚板块向东南亚陆块的低角度俯冲,在俯冲带浅部形成积累应变能的巨大闭锁区,它的突然破裂和大尺度滑动是造成印尼 8.7 级巨震的直接原因。断层破裂长度达 1200 km,宽度约 100 km,最大位移约为 20 m,地震断层向上穿透海沟底面约有 10 m 左右错距,直达安达曼海域^[10~13]。印尼巨震之后预计将向珠江输送大量的水汽。2005 年 3 月 26 日,我国学者、黄河水利科学研究院王涌泉教授向中央领导写信提出:珠江可能发生类似 1915 年大洪水的预警^[14]。2005 年 6 月 17~23 日广西大暴雨,珠江支流西江果然发生大洪水。洪峰流量 53900m³/s(受水库蓄水影响,还原后将稍增加),与 1915 年的珠江洪峰流量 54500m³/s 属于同一数量等级。6 月 11 日红外水汽图显示西南气流全部覆盖印度洋孟加拉湾、安达曼海。6 月 13 日红外水汽图显示西南暖气流向东北方向发展,15 日到达广西境内,17 日显示广西暴雨条件已具备(图 4),表明印尼震区排出的大量水汽已加入了西南暖气流。这两次滇缅、印尼大地震和珠江大洪水相关事件的物理机制均为地气耦合。岩浆活动为物质迁移提供条件,这种信息可能必须先透过地面与大气耦合才能显示出来。大地震发生后出现的大范围“排气”,造成大气低层的低气压温湿状态,有利于垂直对流降雨和吸引冷热气团形成降雨。提供远程大气环流是震区所产生的水气,可能增加到苏门答腊向中国输送的西南水汽之上。文献^[15]的研究表明,这次苏门答腊地震海啸大灾之前 14 个月,澳大利亚地震学家柯敏斯(Phil,Cummins)博士在新西兰惠灵顿举行的国际海啸组织大会上提出明确的预报,但被否定。苏门答腊地震震前 26 个月、震前 8 天和震后 6 个月震区均有大量气体释放。震后 3 个月,王涌泉教授预报苏门答腊地震所释放的大量水气将导致中国华南地区遭受特大洪水。这充分显示了“地气耦合”机制“被认识,被告知”的极端重要性。

(6) 震—震链更是一种常见的灾害链。2004~2006 年的两年内发生了震惊世界的两大地震链:其一,2004 年印尼 8.7 级巨震~2005 年南亚克什米尔

7.8 级大震。2004 年 12 月 26 日印尼苏门答腊 8.7 级巨震发生后,郭增建、秦保燕根据印尼大震和中国云南、西藏、台湾地区强震的响应关系、三性分析法以及月亮最北直下点的触发作用等方法预测:2005~2008 年西藏南部地区有可能发生 8 级大震。2005 年 10 月 8 日南亚克什米尔地区果然发生 7.8 级强烈地震。这是近期一个异地迁移的震—震链的典型例子。文献^[16]指出,我国学者王斌发现,不仅印尼 8.7 级巨震前在震区有放气现象,在南亚克什米尔 7.8 级大震前震区也有大规模放气现象。FY-2C 静止卫星云图显示,苏门答腊地震水汽发生在震前 8 天,在海域呈椭圆状,面积约 800000 km² 非常巨大的气团,持续时间 19 小时。克什米尔地震水汽发生在陆地,在震前 31 天,水汽有 2 支,即从 2005 年 9 月 7 日北京时间 02 时起到 9 月 8 日 01 时结束,时长 23 小时。二者的表现形式虽不尽相同,但这种水汽明显带有震区前兆信息,对于震前判断地震发生地点是很有益的。

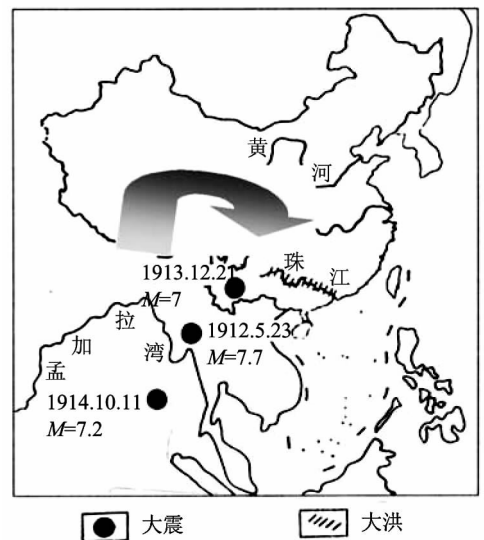


图 3 1912~1914 年滇、缅、安达曼群岛 7 级地震与 1915 年珠江特大洪水的灾害链关系图(据文献^[9])

Fig. 3 The graph of disaster chain relation between Ms \geq 7 earthquakes in Yunnan, Burma, Andaman Islands during 1912 to 1914 and the severest flood of Zhujiang in 1915^[9]

其二,2004 年印尼 8.7 级巨震~2005 年印尼 8.5 级巨震~2006 年印尼 7.3 级地震。2004 年 12 月 26 日 8.7 级(3.9°N, 95.9°E)与 2005 年 3 月 28 日 8.5 级(2.2°N, 97.0°E)巨震之后,2006 年 7 月

17 日印尼爪哇以南海域(9.4°S, 107.4°E)发生 7.3 级地震,5 分钟之后引发海啸袭击爪哇南部沿海一带,受袭地区包括雅加达西南 270 km 的海边度假胜地——庞岸达兰市,该地震震中位于庞岸达兰岸外的印度洋海底 33 km 处,造成 668 人死亡,300 多人失踪,900 多人受伤,10 万人流离失所.这是一个沿印尼岛弧地震带自西北向东南迁移的震—震链的典型例子.

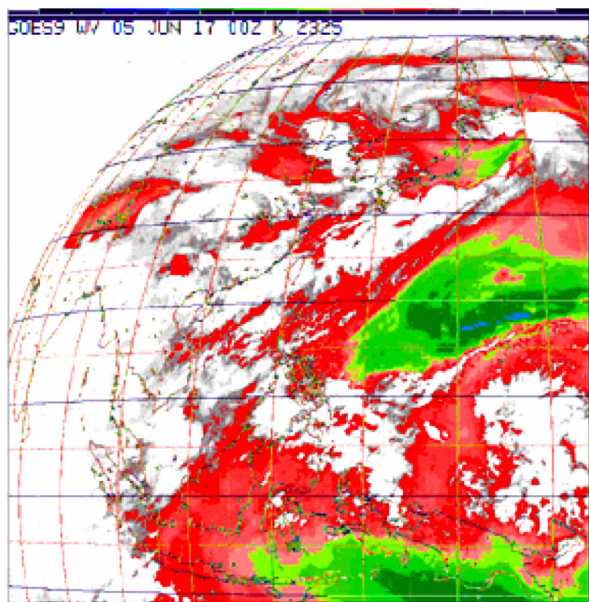


图 4 广西暴雨条件已具备(2005 年 6 月 17 日
热红外云图,珠江水利委员会供图)

Fig. 4 Condition of rainstorm have been maturity in Guangxi (the thermo-infrared satellite cloud imagery in Jun 17, 2005, provided by the Zhujiang Water Conservancy Commission)

震—震链的例子十分丰富.1914 年以来,印尼岛弧形地震带共发生 10 次 8 级以上大震,具有较强的时空有序性.如果我们把近东西走向的凹形岛弧划分成三段:位于 100°E~120°E 称为中段,120°E 以东称为东段,100°E 以西称西段,则此 10 次 8 级大震沿东、中、西段反复跳跃式发生.其中 1914、1941、1950、1977、2004 年 5 次大震时序的倍九规律十分显著.特别是 1950、1977、2004 年这三次 8 级大震,间隔 27 年由东段、中段到西段有序发生.

无独有偶,同样在此东南亚地域上发生过 1897 年 6 月 12 日印度东北角阿萨姆 8.6 级大地震,间隔 53 年发生了 1950 年 8 月 15 日中国西藏察隅 8.6 级大地震,再过 54 年又发生了 2004 年 12 月 26 日

印尼 8.7 级大震.其时间间隔 53 或 54 年是 27 年的倍数,也是 9 的倍数.这些有序值所传递的信息决不是偶然的.上述实例表明,强震和强震链是可以预测的,应用翁文波信息预测理论能够有效地分析和解决强震链的中长期预测问题^[17~19].

3 以人为本,防灾减灾,促进和谐社会建设

“防患于未然”,做好减灾工作,是践行“三个代表”重要思想,维护人民群众根本利益的重要举措,是促进经济社会协调发展和构建和谐社会的重大战略任务.我国党和政府历来高度重视防灾减灾工作,坚持以人为本,治国安邦,国家把减灾事业纳入国民经济和社会发展规划,建立了一套比较完善的灾害防御体系,积极开展防灾减灾宣传,不断提高全民的减灾素质,努力减轻重大灾害链造成的损失,切实保障人民安全和社会稳定.

防灾重于救灾.减轻灾害链的危害,首先要在灾前做好防灾工作.灾后措施再完备,缺乏灾前预防,仍是失策.马宗晋院士将监测、预报、评估(专业系统);防灾、抗灾、救灾(社会公共安全系统);安置-恢复、保险-援助、立法-教育(社会保障安全系统);规划-指挥(社会组织系统)称为减灾系统工程^[20].国际减灾十年委员会提出:能否有效地预防和减轻灾害是检验一个社会文明程度和政府效能的显著标志.前联合国秘书长安南也曾指出:灾前的预防比灾后救助不仅更人道,而且更经济.灾前的投入能产生灾后 10 倍的经济效益^[21].建国以来全国七大江河以及太湖流域防洪减灾的直接经济效益达 3.4 万亿元,是同期防洪投入资金的 10 倍以上^[22].因此,当务之急是树立和强化依靠科技减灾的战略观念,切实把运用科学技术作为减灾的重要途径,进一步加强综合减灾研究,提高抗御灾害的应急能力,形成高效而完善的测、报、防、抗、救的灾害防御体系,全面提高国家综合减灾能力.

目前,我国中央和地方已制定、颁布了《中华人民共和国减灾规划(1998~2010)》、《水土保持法》、《防震减灾法》、《消防法》、《防洪法》、《气象法》、《安全生产法》以及《森林防火条例》、《森林病虫害防治条例》、《危险化学品安全管理条例》等 8200 多部减灾法律法规.但急需出台一部国家综合减灾大法,以此统领全国的减灾行为,构建反应灵敏、指挥统一、责任明确的国家减灾机制.以预防为主,把防灾备灾工作做好.灾害一旦发生,立即采取综合治理方法,努力减轻后续灾害造成的损失.

重大天灾和灾害链的研究是当今世界科学难题.近年来有关地壳构造运动、地震机制、地震前兆和预测等研究取得了许多可喜的成果^[23~35],但至今尚无根本性突破.目前,在中国广袤大地上,灾情危机四伏,形势严峻,加强灾害链预测及其防御研究,迫在眉睫.有许多科学家以国家和人民的安全为己任,多年来一直孜孜不倦地致力于重大灾害链的预测研究,取得一批可喜的原创性学术成果.在此作者建议:设立国家应对重大灾害链科技专项,有关部门抓紧时机积极组织各学科专家集群,给予充分的财力支持,经过多部门交叉学科通力合作,形成具有中国特色、面向世界灾害科学前沿、具有自主创新和可持续发展能力的研究力量,瞄准重大灾害链的机理和演变过程,寻踪“链”之所在,进而弄清阻断或减轻后续灾害的可能性,从而取得灾害链研究的突破性进展,为中华民族、为人类社会做出更大贡献.

参 考 文 献 (References):

- [1] 门可佩. 两次大地震的关联与影响——从 2004 年印尼 Mw9.3 特大地震到 2005 年南亚 7.8 级强震[J]. 地球物理学进展, 2005, 20(4): 1207~1210.
- [2] 郭增建, 秦保燕. 灾害物理学简论[J]. 灾害学, 1987, 2: 25~33.
- [3] 郭增建, 秦保燕, 郭安宁. 地气耦合与天灾预测[M]. 北京: 地震出版社, 1996.
- [4] 郭增建, 周可兴, 郭安宁. 从灾害链的角度讨论 1966 年邢台大地震的预测[A]. 见: 高建国主编. 苏门答腊地震海啸影响中国华南天气的初步研究[M]. 北京: 气象出版社, 2007, 153~162.
- [5] 骆承政, 乐嘉祥. 中国大洪水——灾害性洪水述要[M]. 北京: 中国书店, 1996.
- [6] 徐道一. 自组织网络与灾害链研究[A]. 见: 高建国主编. 苏门答腊地震海啸影响中国华南天气的初步研究[C]. 北京: 气象出版社, 2007, 175~179.
- [7] 耿庆国. 中国旱震关系研究[M]. 北京: 海洋出版社, 1985.
- [8] 中国地球物理学会(耿庆国主编). 中国天灾综合预测研究[M]. 北京: 地震出版社, 1999.
- [9] 高建国, 姚清林, 强祖基, 等. 印度尼西亚苏门答腊大地震和珠江大洪水的关系研究[J]. 气象与减灾研究, 2006, 2: 8~16, 封 2, 3.
- [10] 马宗晋, 叶洪. 2004 年 12 月 26 日苏门答腊-安达曼大地震构造特征及地震海啸灾害[J]. 地学前缘, 2005, (1): 281~287.
- [11] 徐杰, 高祥林, 陈国光. 2004 年 12 月 26 日印度尼西亚 8.7 级大地震构造背景的初步分析[J]. 地震地质, 2005, (2): 324~330.
- [12] S. Stein, E. A. Okal. Speed and size of Sumatra earthquake[J]. Nature, 2005, 434: 581~582.
- [13] R. Bilham. A flying start, then a slow slip[J]. Science, 2005, 308: 1126~1127.
- [14] 王涌泉, 侯琴. 印度尼西亚大地震与“05.6”珠江闽江大洪水[A]. 见: 高建国主编. 苏门答腊地震海啸影响中国华南天气的初步研究[C]. 北京: 气象出版社, 2007, 3~7.
- [15] 高建国, 郭增建, 王涌泉, 等. 印度尼西亚苏门答腊大地震和珠江大洪水的关系再研究[A]. 见: 高建国主编. 苏门答腊地震海啸影响中国华南天气的初步研究[C]. 北京: 气象出版社, 2007, 129~149.
- [16] 高建国. 2004 年印度尼西亚 Mw9.3 级地震和 2005 年巴控克什米尔 7.8 级地震前放气现象研究[A]. 见: 高建国主编. 苏门答腊地震海啸影响中国华南天气的初步研究[C]. 北京: 气象出版社, 2007, 94~100.
- [17] 门可佩. 青藏高原北部地区 7 级强震的有序网络特征及其预测研究[J]. 地球物理学进展, 2003, 18(4): 765~771.
- [18] 门可佩. 重大地震灾害链的时空有序性及其预测研究[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(2): 645~651.
- [19] 徐道一. 中国大陆 8 级巨震的时间信息有序性及其预测意义[A]. 见: 王明太等编. 中国天灾信息预测研究进展[C]. 北京: 石油工业出版社, 2004, 142~146.
- [20] 马宗晋. 中国的地震与减灾系统工程[J]. 灾害学, 2005, (2): 1~5.
- [21] 高建国. 灾害防御的十分之一法则[A]. 保护地质环境和防治地质灾害文集[C]. 北京: 中国科学技术出版社, 1991.
- [22] 杨三军. 我国大江大河防汛减灾直接经济效益达 3.4 万亿元[EB/OL]. <http://www.xinhuanet.com/2005-12-28>.
- [23] 高星, 王卫民, 姚振兴. 中国及邻近地区地壳结构[J]. 地球物理学报, 2005, 48(3): 591~601.
- [24] 郑文衡, 陆明勇. 地震动态触发机制的初步研究[J]. 地球物理学报, 2005, 48(1): 115~122.
- [25] 钱家栋, 邓明德, 尹京苑, 等. 雷达用于地震预测的基础实验研究[J]. 地球物理学报, 2005, 48(5): 1103~1109.
- [26] 陆明勇, 郑文衡, 胡志奇. 动态应力作用与地震机制的初步研究[J]. 地球物理学报, 2006, 49(1): 170~179.
- [27] 郑勇, 傅容珊, 熊熊. 中国大陆及周边地区现代岩石圈演化动力学模拟[J]. 地球物理学报, 2006, 49(2): 415~427.
- [28] 马瑾, 陈顺云, 刘培洵, 等. 用卫星热红外信息研究关联断层活动的时空变化——以南北地震构造带为例[J]. 地球物理学报, 2006, 49(3): 816~823.
- [29] 张晶, 郗钦文, 杨林章, 等. 引潮力与潮汐应力对强震触发的研究[J]. 地球物理学报, 2007, 50(2): 448~454.
- [30] 陆远忠, 叶金铎, 蒋淳, 等. 中国强震前兆地震活动图像机理的三维数值模拟研究[J]. 地球物理学报, 2007, 50(2): 499~508.
- [31] 周攀, 山秀明, 任勇, 等. 固体潮的地震预测研究与地球动力学研究之分析比较[J]. 地球物理学进展, 2005, 20(1): 118~122.
- [32] 楚全芝, 邓志辉, 杨竹转. 中国大陆地震构造特点及其在地震危险性预测中的作用[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(2): 395~402.
- [33] 解朝娣, 吴小平, 何家斌, 等. Ms8.7 印尼地震面波在云南产生的远场动态即刻触发特征[J]. 地球物理学进展, 2007, 22(2): 383~394.
- [34] 张国民, 马宏生, 王辉, 等. 中国大陆活动地块边界带与强震活动[J]. 地球物理学报, 2005, 48(3): 602~610.
- [35] 张国民, 张晓东, 刘杰, 等. 印尼苏门答腊 8.7 级大地震对中国陆区的影响[J]. 地震, 2005, 25(4): 15~25.