

文章编号 : 1004-4574(2006)06-0050-06

湖南省湘江流域 2006年“7·15” 暴雨 - 洪水巨灾分析

陈 波^{1,2}, 方伟华^{1,2,3}, 何 飞^{1,2}, 程 鸿^{1,2}, 邓运员⁴, 史培军^{1,2,3}

(1. 北京师范大学 资源学院灾害与公共安全研究所, 北京 100875; 2. 北京师范大学 环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875;
3. 民政部 教育部减灾与应急管理研究院, 北京 100875; 4. 衡阳师范学院资源环境与旅游管理系, 湖南 衡阳 421008)

摘要: 基于自然灾害系统论, 结合灾区实地调查结果和部分适时气象、水文资料, 从降雨、洪水、灾情以及减灾模式等对湖南省湘江流域 2006年“7·15”暴雨 - 洪水巨灾进行了分析。结果表明: 农村的主要致灾因子是洪水、内涝、滑坡、泥石流, 而城市主要为内涝; 此次巨灾是在强热带风暴引发的暴雨、湘江流域中上游多山的地形条件等自然因素, 和工程建设不合理、灾害预警机制不够完善、人们防灾意识薄弱以及灾害风险转移机制不够成熟等人为因素的共同作用下导致的。在此基础之上, 提出了建立综合减灾范式、提高巨灾应急管理能力等应对巨灾的对策。

关键词: 巨灾; 链性特征; 缓解对策; 湖南省; 湘江流域

中图分类号: X4 文献标识码: A

Analysis of 2006-07-15 rainstorm-flood catastrophe in Xiangjiang River Basin of Hunan Province

CHEN Bo^{1,2}, FANG Wei-hua^{1,2,3}, HE Fei^{1,2}, CHENG Hong^{1,2}, DENG Yun-yuan⁴, SHI Pei-jun^{1,2,3}

(1. Institute of Disaster and Public Security, College of Resources Science and Technology, Beijing Normal University, Beijing 100875, China;
2. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China/Beijing Normal University,
Beijing 100875, China; 3. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil
Affairs/Ministry of Education of China, Beijing 100875, China; 4. Department of Resources and
Environment & TourManagement, Hengyang Normal University, Hengyang 421008, China)

Abstract: Based on the theory of natural disaster system, this paper analyzed the July 15, 2006 catastrophe in Xiangjiang River Basin of Hunan Province from the aspects of rainfall, flood, disaster effects and the disaster mitigation mode by using the field investigation results and the timely weather, hydrology observation data. And the results are as follows: the main hazards in rural area were flood, water-logging, landslide and debris flow, whereas water-logging in cities; the catastrophe was caused by the natural factors including the heavy rain due to the strong tropical storm, the mountainous terrain conditions in Xiangjiang River Basin, and the man-made factors including unreasonable project construction, the imperfect disaster warning mechanism, the weak consciousness on disaster prevention and the unperfect disaster risk transfer mechanism etc. Based on this, the paper put forward some tactics such as establishing integrated disaster mitigation paradigm and improving the capacity of disaster emergency management to cope with catastrophe.

Key words: catastrophe; chain characteristic; mitigation strategy; Hunan province; Xiangjiang River Basin

收稿日期: 2006-07-25; 修订日期: 2006-10-10

基金项目: 国家自然科学基金重点资助项目(40535024)

作者简介: 陈波(1984-), 男, 湖北红安人, 硕士研究生, 主要从事自然灾害与风险管理研究。

(通讯作者: 史培军, 男, 教授, Email: spj@bnu.edu.cn)

巨灾并没有严格统一的定义,并且一直在随着社会的发展而不断地变更^[1,2]。一般根据灾害导致的人员伤亡、财产损失等对巨灾进行定义。美国保险服务局(ISO)下属财产理赔服务部将巨灾定义为造成参保人总的财产损失超过2500万美元,并影响到多位参保人与多家保险公司的单个的或是序列相关的人为灾害或是自然灾害^[3],这个定义较多的被学者们引用。巨灾就其社会属性来讲,表现出给人类带来巨大的财产损失甚至是大量人员伤亡的特征;就其自然属性来讲,具有突发性、不可避免性,而且往往具有链性特征。灾害链是由某一种致灾因子或生态环境变化引发的一系列灾害现象^[4]。台风 - 暴雨灾害链则是由台风引发暴雨,进而导致洪水、滑坡、泥石流等一系列自然灾害的现象。台风 - 暴雨灾害链的形成是导致大范围严重自然灾害的重要原因。

为了应对巨灾,国内外学者们提出了建立并完善巨灾预报系统、加强应急管理体系等减小巨灾风险以及通过保险与再保险和发行风险债券等方式分散巨灾风险的策略^[5-10]。史培军、梁必骐、潘安定等学者均给出了大体相似的台风 - 暴雨灾害链,并指出台风 - 暴雨灾害链是一种频繁地给我国部分地区带来巨大损失的自然灾害^[4,11,12]。1949-1992年期间,湖南省有3次位于我国台风灾害严重地区之列,属内陆省份中发生严重台风灾害较多的地区之一^[13]。据中国台风统计年鉴,1994年8月3日登陆的台风导致湖南省114人死亡,经济损失达19亿元人民币,为1985-2002年期间最为严重的、由台风引起的巨灾。

湘江流域总面积为94660 km²,全长856 km,湖南境内面积占全流域面积的90.2%,包括了长沙、湘潭、株洲、衡阳、永州、郴州和娄底等主要城市(图1),是长江中下游地区及京广铁路、京珠高速公路沿线的重要经济带。湘江流域属于亚热带季风湿润气候,降雨量丰沛,其中湘江流域上游山高坡陡,溶岩面积分布广泛,水系发育,第四纪松散碎屑物质丰富,易于发生山洪灾害。2006年7月15日湖南省遭受了强热带风暴“碧丽斯”引发的巨灾,此次灾害主要发生在湖南省湘江流域中上游,共导致346人死亡,89人失踪,78亿元人民币损失。2006年7月15日湖南省湘江流域遭受的暴雨 - 洪水巨灾便表现出非常明显的链性特征,且属台风 - 暴雨灾害链的后半段。

1 数据来源

为了分析2006年7月15日发生在湖南省湘江流域的巨灾,2006年7月10日至7月31日期间,本文作者在湖南省湘江流域做了大量的野外调查和家户问卷调查,并利用调查资料和收集到的当地气象、水文资料,系统地分析了灾害的成因以及灾情,并从管理的角度为城市、山区应对巨灾提出了科学的对策。

2006年7月10日至7月31日期间,本文作者在湖南省做洪水灾害野外调查和家户问卷调查。期间,共与54家农户主要针对家庭人口及收入、农业生产、灾害、保险等情况进行了访谈,获得了系列第一手家户资料,并对每一个家户进行了GPS定位,同时也保存了行进航迹(见图1)。另外,还到受灾比较严重的资兴市、郴州市、耒阳市以及衡阳市气象局收集了巨灾发生期间每小时的降雨量及其它气象数据,在耒阳水文站还获得了7月13-17日的水位数据。根据湖南省当地2006年7月13-25日的报刊,如湖南日报、三湘都市报等整理了此次湖南省灾害、救灾等统计数据。为了对这次灾害有个更准确的认识,本文作者还同部分政府部门、保险公司以及水文水利部门工作人员进行了访谈。

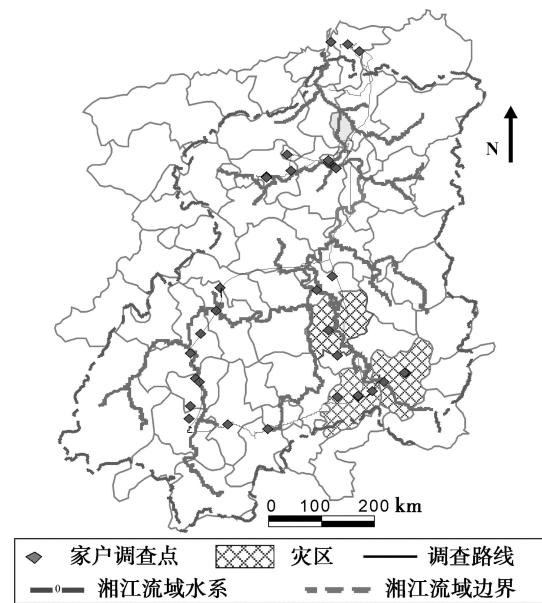


图1 湖南省湘江流域概况图(叠加野外调查行迹)

Fig 1 Sketch map of Xiangjiang River Basin

in Hunan Province

2 巨灾分析

2.1 暴雨成因

研究表明,中国的台风暴雨的强度严重受到中低纬环流、登陆后的下垫面覆盖及地形条件的影响^[14]。“碧丽斯”热带风暴的特殊结构以及湘东南特殊的地形和特殊下垫面条件是此次湘东南持续性暴雨形成的主要原因^[15-16]。“碧丽斯”热带风暴的不对称结构及其外围云系与南海季风槽相结合而导致较强的水汽输送是形成此次暴雨的根源原因。另一方面,湘东南的罗霄山脉和南岭山脉等对“碧丽斯”热带风暴造成的暴雨也有明显的增强作用,特大暴雨中心永兴、郴州城区、宜章、资兴等地正好位于两支山脉的夹角处。此外,湘江流域属于亚热带季风湿润气候,含水量高的土壤以及广泛兴修的具有广大水面面积的水库及湖泊等都是登陆热带气旋的潜热来源,这些特殊的下垫面条件使得热带气旋持久存在进而导致强烈的持续性暴雨。从降水情况来看,强降水中心沿着河流分布的特点明显,位于耒水流域的耒阳、永兴、资兴、郴州城区及东江水库,均为特大暴雨中心。

2.2 暴雨特征

根据7月14日8时至17日8时的统计资料,从空间上看,此次暴雨主要集中在湘江流域中上游,暴雨中心一直位于耒水子流域,平均降水330 mm。最大降水量位于湘江流域上游的龙溪站,达631.8 mm。另外,降雨量大于400 mm的笼罩面积约为降雨量大于200 mm笼罩面积的16%,由此可见暴雨是非常集中的。并且从资兴、郴州、耒阳、衡阳的气象资料来看,暴雨在空间上呈现出由南向北逐渐递减的趋势。

从时间上看,一方面此次降水峰值或是亚峰值出现在晚上(图2),并且非常集中,特别是资兴市7月16日2时至4时2 h内的降水量达到102.2 mm,占到全天降水量的51.9%。另一方面雨型均为复峰形,并且呈现出局部多个小峰集中形成峰群,整体上各峰群间有数小时间隔的形态。其中,资兴市降雨峰形为瘦高形,而耒阳和郴州则呈现出降雨亚峰过后随即出现降雨最高峰的特征。从单位时间降雨量来看,资兴、耒阳、郴州最大时降雨量依次分别达到67.9,30.5,45.7 mm,而时降雨量超过10 mm的小时数分别为11,11,14;从不同降雨量所笼罩的范围来看,降雨量大于60 mm的区域占到近半个湖南,降雨量达于100 mm的区域占到湖南省总面积的四分之一,强暴雨所影响的范围非常广泛。

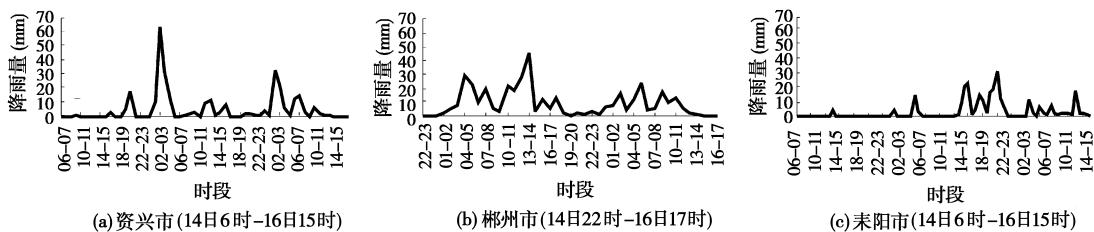


图2 部分站点14-16日降水量变化曲线

Fig 2 Precipitation variation at several weather stations on July 14-16

2.3 洪水特征

暴雨、陡峭的地形以及河道纵比降从上游到下游逐渐减小,是导致这次洪水呈现出洪水位上涨迅速并且持续时间长、接近或是超过历史最高水位以及洪水峰高、量大等特征的原因。从空间上看,暴雨引起湘江干流全线超警戒水位,并且呈现出超警戒水位高度由上游到下游逐渐减小的特点(表1)。这主要由以下几个方面的因素促成:(1)暴雨降水量由湘江上游向下游逐渐减少;(2)湘江流域自上游到下游河道逐渐变宽的水系特征;(3)湘江流域从上游到下游水库等水利设施库容逐渐增大,蓄洪削峰能力不断加强。

从洪峰流量、洪峰水位来看,湘江干流洪水峰高量大。其一,湘江干流全线超警戒水位,耒阳站洪峰水位再创历史新高,最高达到83.38 m,超警戒水位达5.83 m,超过本站1961年6月13日的历史最高水位(81.85 m)达1.53 m。其二,洪峰持续时间长。其中耒阳站水位超警戒水位达两天之久,湘潭站自7月17日14时至7月20日16时连续74 h超警戒水位。其三,湘江流域上游水位上涨迅速,水位、流量接近或超过历史极值的站点多。耒阳站水位在20 h内迅速上涨了10.11 m,湘江干流沿线5个重要站点就有耒阳、衡阳两个站超过或是接近本站历史最高水位。造成这种局面的主要原因有二:一是暴雨中心一直盘踞在湘江的上游,提供了巨大的、持久的水源;二是湘江流域上游地形较陡,河道纵比降较大,极易在短时间内快速汇流,

而中下游河道纵比降相对较小,至使洪峰水位抬高且持续时间较长。

表 1 湖南湘江干流沿线主要城市洪水特征

Table 1 Flood characteristics of main cities along the mainstream of Xiangjiang River in Hunan Province

水文站	通过时间	洪峰水位 /m	警戒水位 /m	超警戒水位高度 /m	历史最高水位 /m	最大洪峰流量 /(m ³ · s ⁻¹)
耒阳	7月 16日 04时	83.38	77.5	5.88	81.85	7 030
衡阳	7月 18日 08时	60.39	56.5	3.89	60.59	17 600
株洲	7月 18日 18时	42.87	40	2.87	44.59	17 900
湘潭	7月 18日 22时	40.3	38	2.3	41.95	17 700
长沙	7月 19日 06时	37.48	36	1.48	39.18	18 500

2.4 灾情

2006年“7·15”巨灾给湖南省造成了巨大的损失。据中国台风统计年鉴,“碧丽斯”强热带风暴导致的损失远远超过了湖南省1985-2002年所有台风造成损失的总和。从灾害系统论^[17]角度来看,这次灾害的致灾因子是:强热带风暴、暴雨、洪水、滑坡、泥石流;承灾体涉及到供水供电系统、通讯系统、交通运输系统、工农业生产系统、灾区居民等;从灾情来看,既出现了城市内涝、交通中断、工业生产停产等城市洪水灾情,也出现了人员伤亡、农作物被洪水淹没、房屋倒塌等10余种农村洪水灾情^[18],还出现了山区滑坡、泥石流掩埋道路、农田、村庄等灾情。

2.4.1 受灾人口众多,人员伤亡严重,经济损失重大

据湖南日报,灾害主要发生在湘江流域中上游,此次灾害链导致湖南省受灾人口达729万,占湖南省2004年总人口的10.9%;死亡人口和失踪人口分别占到此次全国受灾人口、死亡人口和失踪人口的24.6%,56.5%和42.8%。特别是郴州所属的资兴市死亡人口达197人,失踪96人,死亡人数远远超过了1994年湘江流域特大洪水造成的109人死亡^[19]。同时,湖南省仅这一次因灾损失78亿元人民币,占湖南省2004年全省国民生产总值的1%。由此可见,此次巨灾给湖南省带来的人员伤亡和经济损失非常惨重。

2.4.2 农村受灾严重

据实地调查,部分地区农作物连续遭洪水浸泡72 h,或是遭受泥石流掩埋而颗粒无收。同时,此次滑坡、泥石流还造成了大量的农田掩埋、冲刷,恢复十分困难,加之晚稻秧苗被毁,致使晚稻无法种植。截至20日据湖南日报报导,全省农作物受灾面积 $279.1 \times 10^3 \text{ hm}^2$,其中成灾 $203.53 \times 10^3 \text{ hm}^2$,绝收 $74.56 \times 10^3 \text{ hm}^2$,减收粮食75.62万t,占湖南省2004年粮食总产量的2.7%;水产养殖受灾 3.53万 hm^2 ,占湖南省2004年水产养殖总面积的7.9%;死亡牲畜9.81万头,倒塌房屋8.42多万间,其中农村房屋倒塌占绝大多数。

2.4.3 城市内涝严重

由于城市建设进入行洪区以及城市下水道系统设计不够合理导致城市内涝严重。据访谈以及实地考察,此次洪水在郴州市郴江河畔造成街道部分房内积水达2.5 m,在耒阳市则出现了支流入耒水口附近街道积水深度达3 m多。

2.4.4 生命线工程遭受重创

一是水力发电、输电系统遭受重创。此次巨灾仅在郴州市就造成了119座水电站损坏,其中部分被完全毁坏,同时更在全省内造成3条220 kV、10条110 kV线路杆塔基础发生塌方停电;因倒杆、断线造成20条35 kV线路停电、100余条10 kV线路停电,致大部分灾区电力中断。二是交通运输系统多处中断或是损毁。洪水淹没道路,冲毁路基以及滑坡泥石流造成京广铁路、京珠高速公路、106、107国道和212、213、320、322、324省道等交通干线多处中断,仅长沙火车站就停开始发列车3对,折返20列,车站停留列车5列,近2万旅客出行受到影响。三是水利设施损毁严重。全省共有2座中型水库、99座小型水库受损,损坏溪河堤防6732处,溪河堤防决口1181处,损坏护岸6914处、水闸720座以及塘坝16909座。另外大量水渠被洪水冲刷损毁。

2.5 灾情成因

此次灾害的主要致灾因子为:洪水、内涝、滑坡、泥石流。这次巨灾是在特大暴雨、陡峭地形等自然因素与工程因素、灾害预警系统不够完善以及人们防灾意识薄弱等社会经济因素的共同作用下形成的。

2.5.1 自然因素

灾害的源头诱发因子就是“碧利斯”带来的高强度、长时间、中心不移动的暴雨。此外就是湘江流域特殊的地形条件。湘江流域上游地区地貌类型主要以丘陵山地为主,地势陡峭,因此坡面汇流时间很短,又加

之上游地区土层薄,第四纪风化碎屑物质较多,集中降雨极容易在山区引发滑坡、泥石流等自然灾害。另一方面,河床的纵比降较大则加快了河流水流速度,而中下游河床纵比降相对较小,从而导致壅水,进而造成洪涝灾害。

2.5.2 社会经济因素

一方面,工程建设的不合理及维护的不到位增加了承灾体的脆弱性而降低了承灾体的御灾能力。其一,城市下水道系统设计存在问题。据实地调查,郴州市、衡阳市、耒阳市均出现了城市内涝灾害。一方面有上游来水较大导致溢流的原因,另外洪水从城市下水道出水口倒灌原因也十分突出。其二,滨河建设的不尽合理。郴江河畔苏元桥上游街道涝灾很严重(房内积水2.5 m),而在距苏元桥不足500 m的下游街面房屋却没有进水的一个重要原因就是苏元桥下建许多桥墩,上建实心石板护栏,导致洪水下泄不畅,从而使苏元桥以上区域遭受严重内涝。另外,郴江河两岸建筑区域以前均为郴江河的行洪区,城市化过程中只是建造滨河护岸,并没有疏通河道或是建造防洪堤。其三,住房选址不当。遭受滑坡、泥石流损毁的房屋,多数建在山谷出口附近,一旦出现集中的强降水,灾害必然发生。其四,修建公路破坏山体坡面稳定条件,促成滑坡、泥石流灾害的发生。其五,在湘江流域大小河道沿线,众多规模不等的河道取沙导致至少两个方面的危害:一是加大河床糙率,使得行洪受阻;二是破坏河道底部的边坡稳定性,加剧洪水对河堤的冲刷,引发河堤管涌甚至决堤。其六,水库、防护堤老化监测及维护不尽到位。据湖南日报,仅郴州市在此次灾害过程中就有1857座塘坝冲毁、1座小型水库溃决,同时1395处计119.9 km堤防损毁,233处计227.58 km堤防决口。由此可见,水利设施的危险程度监测及维护不尽到位,亟待加强^[20]。

另外一方面,巨灾预警机制不够健全、防灾意识薄弱导致了区域应对巨灾的能力不足。巨灾一般具有突发性,如何在最短的时间内警示处在危险中的人们躲避灾害显得尤为重要。此次湘江流域中上游的巨灾说明了预警工作存在较大的缺陷,特别是农村的灾害预警系统建设亟待完善。再者,许多人通过天气预报知道有暴雨来临,却没有防灾意识,因为他们凭借生活经验认为不会有大的灾害发生,结果很多人在没有意识到灾害即将来临或是虽然意识到了却来不及转移的时候就已经遭灾了,更有些人在灾害已经发生了,却为了固守自己的家园、财产而拒绝离开危险地带。

3 减灾对策探讨

3.1 2006年7·15巨灾减灾响应

在此次灾前备灾、灾中应急以及灾后恢复重建过程中,各级政府部门、民政部门、水文水利部门、电力部门、电信部门、交通部门、卫生部门、人民军队、保险公司、社会团体、企业、个人都积极地投入人力、物力和财力,扮演着不同的减灾角色,发挥着不同的减灾功能作用。从本次巨灾响应来看,湖南省应对巨灾的能力还有待进一步提高。其一,减灾总体规划不够完善。此次应对巨灾的措施主要集中在灾中应急及灾后恢复重建方面,忽视了灾前的备灾措施与减灾总体规划。其二,巨灾的预报、预警系统不够完善。巨灾的预警能够给面临灾害的人们足够的时间转移自身及财产到安全的区域,而目前的巨灾预警还存在很大的缺陷。其三,工程防洪标准不高,工程老化情况监测体系不够完善。众多的水库、防洪大堤的防洪标准设置为100 a一遇而此次降雨属500 a一遇。另外,此次灾害中,面对上游快速、大量汇水,众多的水库、防洪大堤甚至出现了病险、决堤等现象,反映了水利工程老化监测体系还有待完善。其四,巨灾风险转移机制不够成熟。面对百年一遇的灾害,可以通过工程措施来防御,而面对百年一遇以上的灾害,只能通过灾害转移机制来进行弥补。巨灾保险便是巨灾风险转移的方式之一,然而中国的巨灾保险机制的完善及保险意识的加强却依然薄弱。最后,当地薄弱的防灾意识也是应对巨灾能力不足的一个表现。

3.2 建立综合减灾范式,提高应对巨灾的能力

综合减灾包括两个方面,一是对于灾害过程来讲的,减灾应贯穿于灾前、灾中以及灾后整个灾害过程中。从国际综合减灾的趋势来看,减灾工作重点已经从灾中应急以及灾后恢复重建转移到灾前备灾上来。针对灾害过程的减灾范式建立具体包括三个方面。针对灾前备灾,应加强灾害预报科学技术研究以完善灾害预报体系;建立灾害预警机制;拟定安全条件下的土地利用规划;安全地开展工程建设;高标准的完成防灾工程建设;建立完善的灾害转移机制;提高人们的防灾意识,大力推进巨灾保险与再保险事业的发展,建立完善的巨灾风险转移机制,以及最优化地进行救灾物资储备等。针对灾中应急,应构建综合且系统的灾害应急管理

体系,加强因灾转移与安置的科技支撑,并不断提高应急响应能力。针对灾后恢复重建,应加强政府部门的引导与协助作用,发挥社区自救与互救的作用。二是对于开展减灾工作的部门来讲的,减灾应该是在纵向上国家、地区、社区各级政府部门以及人民群众形成合力,横向上各个相关部门形成合力,即实现“纵向到底,横向到边”一体化。对于自然灾害而言,灾害发生的原因是多方面的,特别是对于自然灾害链,通常由多种致灾因子引起,往往造成巨大损失,只有通过国家、地区以及社区各个部门之间的统一协调才能在整个灾害链过程中开展高效率的减灾工作。针对开展减灾工作的各级政府部门,应明确各级政府的责任,形成完整的综合灾害风险行政管理体系;与此同时,要根据致灾因子的区域分异特征,有针对性地加强潜在致灾因子的防治与预报工作,并且应特别强调各个部门之间的协作,如气象部门、水文部门、交通部门、电力部门、保险部门、卫生部门等相关部门之间的协作。只有将上述两个方面的减灾工作很好的协调才能够建立起完善的综合减灾范式,并提高应对巨灾的能力,最终如期地达到把巨灾带来的损失降到最低的目标。

4 结论及讨论

(1)湖南省湘江流域此次遭受的巨灾具有典型的链性特征,是由强热带风暴引发暴雨进而导致的洪水、跨堤坝、滑坡、泥石流、内涝等一系列自然灾害。

(2)此次巨灾是在强热带风暴引发的暴雨、湘江流域上游陡峭的地形条件等自然因素以及工程建设不尽合理、灾害预警机制不够完善和人们防灾意识薄弱等社会经济因素的共同作用下形成的。

(3)农村的主要致灾因子是洪水、内涝、滑坡、泥石流,它是导致人员伤亡和失踪、房屋倒塌、粮食减产、农田毁坏等灾情的主要原因,因此,保持山区水土、加强对水库、防洪堤坝工程老化情况的监测以及合理进行住房选址、道路修建等应是山区人们躲避洪水、滑坡、泥石流灾害的重要途径。

(4)城市主要致灾因子为内涝。合理规划和建设城市下水道系统以及行洪区工程显得尤为重要。合理的水利工程将起到很好的御灾作用,如此次东江水库在资兴“7·15”洪灾中发挥拦洪削峰作用使得下游百万群众免受洪灾,而不合理的水利工程设施则会加剧城市内涝灾害,甚至成为导致城市内涝灾害的重要原因。

(5)只有建立区域综合减灾范式,进行合理的减灾规划,才能够提高应对巨灾的能力,将巨灾带来的损失降到最低,并最快的进行经济恢复、环境恢复等灾后恢复重建工作,实现高效率的减灾。

参考文献:

- [1] 周志刚. 风险可保性理论与巨灾风险的国家管理 [D]. 上海:复旦大学, 2005.
- [2] 王和. 对建立我国巨灾保险制度的思考 [J]. 中国金融, 2005, 7: 50 - 52.
- [3] Susan Boyle, Sarah Malinowski. Catastrophe backgrounder: Claims and property-loss information [EB/OL]. http://www.iso.com/press_releases/2003/06-11-03-2.html, 2006-8-25.
- [4] 史培军. 中国自然灾害系统地图集(中英文对照) [M]. 北京:科学出版社, 2003.
- [5] 李永. 构建和谐社会中的巨灾风险防范—我国地震巨灾风险证券化的实证分析 [J]. 华北地震科学, 2005, 23(4): 45 - 49.
- [6] 陶正如, 陶夏新. 地震巨灾雏议 [J]. 自然灾害学报, 2004, 13(6): 138 - 144.
- [7] George Zanjani. Pricing and capital allocation in Catastrophe insurance [J]. Journal of Financial Economics, 2002, 65: 283 - 305.
- [8] Greg Niehaus. The allocation of catastrophe risk [J]. Journal of Banking & Finance, 2002, 26: 585 - 596.
- [9] Arvo Ilmavirta. The use of GIS - SYSTEM N catastrophes and emergency management in Finnish municipalities [J]. Computer, Environ. and Urban Systems, 1995, 19(3): 171 - 178.
- [10] Scott E. Harrington, Greg Niehaus. Capital, corporate income taxes, and catastrophe insurance [J]. Journal of Financial Intermediation, 2003, 12: 365 - 389.
- [11] 梁必祺, 梁经萍, 温之平. 中国台风灾害及其影响的研究 [J]. 自然灾害学报, 1995, 1(4): 84 - 91.
- [12] 潘安定, 唐晓春, 刘会平. 广东沿海台风灾害链现象与防止途径的设想 [J]. 广州大学学报, 2002, 3(1): 55 - 61.
- [13] 徐良炎. 我国台风灾害的初步分析 [J]. 气象, 1994, 10(20): 50 - 55.
- [14] 陈玉林, 周军, 马奋华. 登陆我国台风研究概述 [J]. 气象科学, 2005, 25(3): 319 - 329.
- [15] 程正泉, 陈联寿, 徐祥德, 等. 近十年中国台风暴雨研究进展 [J]. 气象, 2004, 12(31): 3 - 9.
- [16] 李江南, 王安宇, 杨兆礼, 等. 台风暴雨的研究进展 [J]. 热带气象学报, 2003, (19): 152 - 159.
- [17] 史培军. 四论灾害系统研究的理论与实践 [J]. 自然灾害学报, 2006, 6(14): 1 - 7.
- [18] 史培军. 1991年淮河流域农村洪涝灾情分析 [J]. 地理学报, 1992, 5(47): 385 - 393.
- [19] 毛德华. “94·6”湘江流域特大洪水分析和防洪对策 [J]. 长江流域资源与环境, 1996, 2(5): 187 - 191.
- [20] 郴州市水利局. 郴州市“7·15”洪水水利设施受灾情况汇报 [R]. 郴州:郴州市水利局, 2006.