

文章编号:1673-8411 (2014) 02-0027-06

# 湖南两次流域性致洪暴雨异同点分析

许霖, 姚蓉, 陈斗

(湖南省气象局, 湖南 长沙 410118)

**摘要:**利用常规气象资料、水情资料及灾情资料,对发生地点、季节及影响系统相似的 2010 年 7 月 8-14 日和 2012 年 7 月 11-19 日两次湖南省持续性大范围暴雨天气过程进行对比分析,结果表明:(1)两次暴雨过程均具有持续时间长、暴雨频繁且集中、累计雨量大、洪涝严重等特点;(2)东北冷涡加强、副高东退南落,冷、暖空气在湖南交汇,导致连续性暴雨发生;(3)“10.7”暴雨过程冷、暖气流势力相当,雨带呈东西向,稳定少动,致灾性强。而“12.7”暴雨过程冷空气势力较强,雨带呈移动性,虽然致灾范围广,但灾情较前者轻。

**关键词:**暴雨;洪涝;灾害成因;对比分析

中图分类号:P458.1+21.1

文献标识码:A

## Comparison analysis on two contiguous and torrential rains appealed Hunan in midsummer

Xu Lin, Yao Rong, Chen Dou

(Hunan Province Meteorological Service, Changsha 410118, China)

**Abstract:** Based on meteorological data, hydrologic data and disaster, two wide range of rainstorm process ( July 8 -14, 2010 and July 11 -19, 2012 ) were analyzed from the torrential rains characteristics, cause of formation, and flood characteristics and circulation background. The results show that: (1) there are the characteristics of long duration, frequent rainstorm, large accumulative rainfall and serious floods in both of two rainstorm processes. (2) With the cold vortex strengthen, subtropical high go south. Intersection of cold and warm air in Hunan easily leads to continuity rainstorm. (3) In the " 10.7" rainstorm process, the rain belt was stabilized in the east-west because the cold and warm air evenly matched. In the " 12.7" rainstorm process, the rain belt was characterized by stable because of the strong cold air. Although it's a wide range of hazards, the disaster was lighter than former.

**Keyword:** rainstorm; flood; causes of disasters; comparative analysis

## 1 引言

暴雨是湖南的主要灾害性天气,7月上中旬西太平洋副热带高压处于季节性北跳阶段,湖南多连晴高温天气,然而当东北冷涡加强携带冷空气南压,造成副高减弱东撤或南落时,易发生湖南盛夏暴雨过程。由于湖南省特殊的地理位置、地质条件和气候因素,暴雨易形成山洪灾害,造成的人员伤亡大、财产损失重。进入 20 世纪,湖南洪涝灾害出现频率从

10%激增至 66.7%,40 年代以前,平均 4.5 年才发生一次洪涝,而在 1949 年以后近 50 年内,1.16 年就发生一次,特别是 90 年代以后,几乎年年发生<sup>[1]</sup>,山洪灾害已成为湖南省发生最频繁的自然灾害之一。

近年来对于暴雨发生、发展和维持机制的研究已较为深入广泛,并取得了一些有意义的成果<sup>[2-5]</sup>,苏贵睦等<sup>[6]</sup>对 2009 年 7 月 1-6 日广西致洪暴雨过程进行分析,阐述了暴雨的触发机制;黄菊梅等<sup>[7]</sup>使用天气学诊断方法,剖析了 2010 年 7 月 8-15 日湖

收稿日期:2013-10-11

基金项目:湖南省气象局重点科研课题(201203)《暴雨中尺度天气系统监测与分析技术研究》;中国气象局预报员专项《2013 年典型梅雨锋影响大暴雨过程分析》(CMAYBY2014-044);国家财政部/科技部公益类行业专项(GYHY201306016)

作者简介:许霖(1983-),女,工程师,硕士,主要从事决策气象服务和气象灾害研究.E-mail:railin@126.com

南西部和北部强降雨过程的降水特征、天气背景、对流暴雨中尺度系统演变特征及其成因;陈惠等<sup>[8]</sup>通过水文和气象资料,分析了福建省主要流域的暴雨特征。但是上述文献都是从天气学原理和统计的角度针对当地暴雨过程的分析,对于致洪暴雨特征对比及造成灾害分析较少。本文选取 2010 年 7 月 8–14 日和 2012 年 7 月 11–19 日发生在湘中以北的两次致洪暴雨过程,从暴雨特征及成因、洪水特征、地质条件、环流背景及灾害差异成因等方面进行了对比分析,旨在为暴雨山洪地质灾害防御提供有益经验和决策依据。

## 2 暴雨过程概况及特征

### 2.1 两次暴雨过程相似点

2010 年 7 月 8–14 日和 2012 年 7 月 11–19 日,湖南省发生了两次持续性、大范围暴雨天气过程,两次暴雨过程都具有以下特点:

(1)持续时间长。“10.7”暴雨天气过程 7 月 8 日从湘西北、湘东北开始,至 14 日 08 时,暴雨天气过程基本结束,暴雨天气持续 6 天;“12.7”暴雨天气过程从 7 月 11 日下午开始,持续到 7 月中旬末,历时超过一周。

(2)暴雨频繁,区域集中。两次暴雨过程强降水都主要集中在湘中及以北地区。2010 年 7 月 8 日 08 时–14 日 08 时,共出现 29 站次暴雨,9 站次大暴雨,1 个站次特大暴雨;2012 年 7 月 11 日 08 时–19 日 08 时,共出现 56 站次暴雨,24 站次大暴雨,1 站次特大暴雨(表 1)。

据湖南省中小尺度天气监测站网资料统计,2010 年 7 月 8 日 08 时–14 日 08 时,湘西北、湘北共有 860 站次出现暴雨或以上的强降水,其中暴雨 600 站次,大暴雨 226 站次,特大暴雨 34 站次(图 1);2012 年 7 月 11 日 08 时–19 日 08 时,湘中及以北共有 2259 站次出现暴雨或以上的强降水,其中暴雨 1592 站次,大暴雨 628 站次,特大暴雨 39 站次(图 2)。

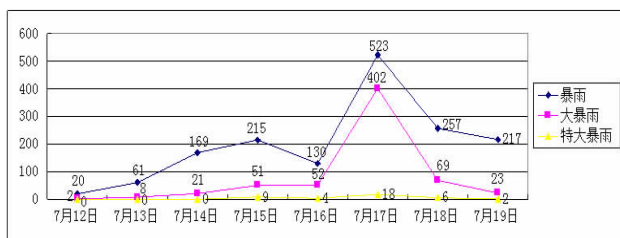


图 2 2012 年 7 月 11 日 08 时–19 日 08 时全省暴雨以上站数逐日演变图(单位:个)

(3)累计雨量大,降雨强度强。“10.7”暴雨天气过程中华容、安乡、岳阳、临湘、沅陵、桃源、常德、汉寿、安化 9 县(市)7 月 8 日 08 时–14 日 08 时累计雨量创历史同期新高,其中岳阳临湘日降水量 209.7mm 刷新当地最大日降水历史记录;“12.7”暴雨天气过程中张家界、株洲、凤凰等 20 县(市)累计降水量超过 200mm,吉首、怀化、临澧、石门 4 县(市)累计降水量超过 300mm,怀化日降水量达 211.5mm。

### 2.2 两次暴雨过程不同点

从表 1 中可以看出,“12.7”暴雨过程影响范围更广、强度更大,出现 50mm、100mm 和 200mm 以上降雨的气象台站分别是 2010 年暴雨过程的 2.5、2.9、2 倍,暴雨覆盖面积也比 2010 年多 112.5%、88.4%、17.6%;而“10.7”过程强降雨局地性更强,临湘 7 月 8 日 08 时~9 日 08 时日雨量达 209.7mm,刷新当地日降水量最高纪录;吉首 11 日 08 时~12 日 08 时日雨量为 185.3mm,位居 7 月最大降水量历史第二高位,仅次于 1996 年 7 月 14 日的 211.6mm。沅陵 7 月 11 日 08 时~13 日 08 时累计雨量为 273mm,创历史新高。

表 1 强降雨影响台站、面积对比

类别	暴雨过程	>0mm	>100mm	>200mm
气象台站 (个)	2010 年 7 月 8–14 日	30	23	10
	2012 年 7 月 11–19 日	75	66	20
影响面积 (万 km <sup>2</sup> )	2010 年 7 月 8–14 日	8	6.9	3.4
	2012 年 7 月 11–19 日	17	13	4

### 2.3 洪水特征

湖南省水系众多,湘、资、沅、澧干流长度分别为 844km、713km、1022km、388km,还有大小支流及分支流 5340 条。因湖南地势东、南、西三面高,北面低,水流沿着山谷汇入四水,从南向北流注入洞庭湖。湖南的河流属雨源河流,一遇暴雨,水位陡涨陡落。

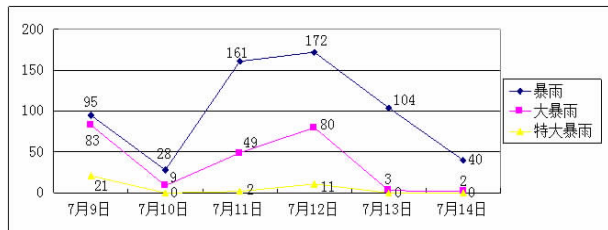


图 1 2010 年 7 月 8 日 08 时–14 日 08 时全省暴雨以上站数逐日演变图(单位:个)

2010 年和 2012 年 7 月的两次暴雨过程均造成四水部分控制站水位超警(表 2、3), 主要具有以下几个特征:

(1)多流域超警戒水位。“10.7”过程降雨主要集中在澧水、沅水和洞庭湖区, 平均降雨量分别为 244mm、133mm、168mm, 澧水、沅水、洞庭湖区主要控制站超警戒水位;“12.7”过程中湘、资、沅、澧四水和洞庭湖区均出现强降雨, 平均降雨量分别为 108mm、170mm、181mm、183mm 和 114mm, 湘水部分支流、资水干流下游、沅水上游部分支流、中下游全线和洞庭湖发生超警戒水位洪水;“12.7”过程中澧水流域虽然暴雨频繁, 但并未出现超警情况, 这是因为, 至 7 月 10 日, 澧水来水仅 64 亿立米, 与历年同期相比偏少 25.9%, 再加上上旬湘西北各大中型水库通过满负荷发电消落了库水位, 腾出了调蓄库容。

(2)洪水量大、水位高、洪峰较陡。在澧水流域, “10.7”过程中石门站 11 日超警戒水位 1.11 米, 洪峰水位是自 2003 年以来最高洪水位, 排在 1980 年设站以来第八位。津市超警戒水位 1.10 米, 10-12 日

水位变幅接近 9 米;在沅水流域, “12.7”过程中桃源站、常德站洪峰水位和洪峰流量均高于“10.7”过程, 出现自 2007 年以来最大洪水;沅水支流辰水陶伊站 17 日出现 30 年一遇的洪水。在洞庭湖区, “10.7”过程黄盖湖湖区共 29 个堤垸超警戒水位, 堤长 1132.64km, 7 月 16 日 7 时 10 分黄盖湖超保证水位 0.65m, 超历史最高水位 0.01m。“12.7”过程中受四水来水和长江三峡水库泄洪影响, 截至 7 月 18 日洞庭湖区水位全面上涨, 各主要控制站水位均高于历年同期均值。

(3)湘中以北多个县市达到洪涝标准。“10.7”暴雨过程共造成龙山、安乡、桃源、常德 4 县(市)达轻度洪涝标准(10 天累计降水量为 200~250mm);张家界、慈利、吉首 3 县(市)达中度洪涝标准(10 天累计降水量为 251~300mm);桑植、永顺、沅陵、华容、临湘、岳阳 6 县(市)达重度洪涝标准(10 天累计降水量 $\geq 301$ mm)。“12.7”暴雨过程共造成张家界、常德、泸溪等 6 县(市)达到轻度洪涝标准, 宁乡、凤凰、冷水江等 10 县(市)达到中度洪涝标准, 吉首、怀化、临澧、石门 4 县(市)达到重度洪涝标准。

表 2 “10.7”暴雨过程超警戒水位部分控制站水情

水系	站名	时间	洪峰水位 (m)	超警水位 (m)	洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
沅水	桃源站	13 日 01:00	43.85	1.35	17500
沅水	常德站	13 日 05:00	39.80	0.80	16300
澧水	石门站	11 日 19:10	59.61	1.11	11200
澧水	津市站	12 日 05:00	42.10	1.10	11200
洞庭湖区	龟山站	12 日 14:00	38.69	0.19	5920

表 3 “12.7”暴雨过程超警戒水位部分控制站水情

水系	站名	时间	洪峰水位 (m)	超警水位 (m)	洪峰流量 ( $\text{m}^3/\text{s}$ )
湘水	大西滩站	17 日 05:30	52.79	2.29	1960
资水	桃江站	18 日 02:30	39.63	0.43	4610
沅水	陶伊站	17 日 17:30	140.14	3.64	7250
沅水	桃源站	19 日 12:00	44.66	2.16	19400
沅水	常德站	19 日 16:38	40.10	1.10	18400
洞庭湖区	南咀站	20 日 21:00	35.17	1.17	9920

3 环流背景对比分析

3.1 “10.7”暴雨过程

2010 年 7 月 8-14 日, 中高纬环流经向度较大, 东北冷涡维持时间较长, 导致副高主体较常年同期偏南, 副高北界位于湘中以南, 湖南处于副高边缘,

高原东部不断有短波槽沿副高北界东移;9 日西南低空急流逐渐形成并加强, 850hPa 南风加大到  $12-18\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 10 日 700hPa 形成急流, 10-11 日, 850hPa 急流达本次过程最强时段, 为  $18-22\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ , 急流核位于湘中, 中低层高原东部有低涡生成, 并沿切变线东移;地面静止锋在湘中以北摆动, 冷暖气流在湖南交

汇,850hPa 低涡切变及地面静止锋附近,不断有强降水云团发展东移,导致湘中以北出现了大范围持续性暴雨过程。15 日副高与华北高压合并,中低层低涡东移,地面冷空气减弱变性,降水过程结束。

### 3.2 “12.7”暴雨过程

2012 年 7 月 13–18 日,巴尔喀什湖北部和内蒙古东北部的低压槽东移加深,并携带冷空气影响江南,副热带高压 13 开始减弱东撤南落,湖南处于副高边缘;中低空西南急流位于江南,13–14 日,850hPa 急流加强到  $16\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ ,重庆附近有低涡形成,700、850hPa 切变线在湘中以北重叠,导致强降雨带在湘北形成后移至湘中,15 日切变线南压南推至湘中偏南一带,强降水有所南压,16–18 日 700、850hPa 切变线北抬至湘中偏北地区且稳定少动,且伴有低涡沿切变线东移,强降水中心位于湘中及偏北地区;暴雨过程期间,地面冷空气势力较强,自北向南影响湖南。19 日中低层切变减弱消失,中低层低涡已移出湖南,地面冷空气东移入海,降水逐渐减弱,暴雨过程结束。

### 3.3 两次过程环流背景异同

两次暴雨过程均发生在盛夏湖南处于副高控制少雨季节,由于高层大气环流调整,东北冷涡加强,随着东北冷涡向南深入,引起副高撤退,冷暖气流在湖南交汇,导致大范围持续暴雨过程;此外,中低层

西南气流明显加强,为暴雨发生提供了充沛的水汽条件。

两次过程不同点在于“10.7”暴雨过程副高比“12.7”暴雨过程更强,阻挡了地面冷空气在湘中以北静止、摆动,同时 500hPa 高空低槽经向度较小;而“12.7”暴雨过程冷空气势力更强,自北向南影响湖南,此外,500hPa 高空低槽经向度较大,低涡形成和东移更为频繁。

导致“10.7”暴雨过程过程在湘中以北持续时间长,而“12.7”暴雨过程影响范围更广,强降雨带移动特点更明显。

## 4 灾情及其特点对比分析

### 4.1 灾情

两次暴雨过程都给湖南造成了比较严重的灾情(表 4)。“10.7”暴雨天气过程共造成全省 7 个市(州)42 个县(市、区)539 个乡镇 506.8 万人受灾,紧急转移人口 28.9 万人,因灾死亡 17 人,其中 14 人因山体滑坡造成房屋倒塌致死。直接经济损失 60.2 亿元。按照气象灾害评估分级处置标准,评估为特大型气象灾害。

“12.7”暴雨天气过程共造成 11 个市(州)65 个县(市、区)712 个乡镇 229.9 万人受灾,转移人口 4.2 万人,倒塌房屋 3921 间,直接经济总损失 16.76 亿元。

表 4 两次暴雨过程灾情比较

暴雨过程	受灾县市(个)	受灾人数(万人)	因灾死亡(人)	房屋倒塌(万间)	直接经济损失(亿元)
2010 年 7 月 8–15 日	42	506.8	17	1.67	60.2
2012 年 7 月 11–19 日	65	229.9	0	0.39	16.76

### 4.2 两次致洪暴雨灾害成因

两次灾害都具有灾害范围广、流域性洪水和城镇内渍严重等特点。从表 1 和表 2 可以看出,“12.7”暴雨过程虽然降水范围更大、过程降水更强,但灾情却没有“10.7”暴雨过程严重,原因有以下几点:

(1)前期气候背景特点。前期降雨量对山洪地质灾害的发生与否影响很大,前期降雨较多会造成土体预先饱和,更容易致灾。“10.7”暴雨过程开始前降雨明显偏多,1 月 1 日 08 时–7 月 8 日 08 时,全省累计平均降雨 1011.2mm,比历年同期偏多 13.6%。尤其进入汛期后,先后出现 17 次暴雨天气过程,4 月 1 日 08 时–7 月 8 日 08 时,全省累计平均降雨

791.8mm,比历年同期偏多 27.1%,土壤含水量大。

2012 年 1 月 1 日 08 时–7 月 11 日 08 时和 4 月 1 日 08 时–7 月 11 日 08 时,全省累计平均降雨分别为 937.6mm、636.7mm,与历年同期基本持平。特别是 2012 年 7 月上旬全省平均降水量仅 1.0mm,较历史同期偏少 98.0%,全省土壤墒情平均含水率减少至 17%,湘中及其以南局部地区土壤含水量在 60 毫米以下。全省干旱迅速发展,有 43 县(市)出现气象干旱,其中怀化、娄底、湘潭等 18 县(市)达中度等级,祁阳、武冈、新邵等 5 县(市)达重度等级(图 3)。



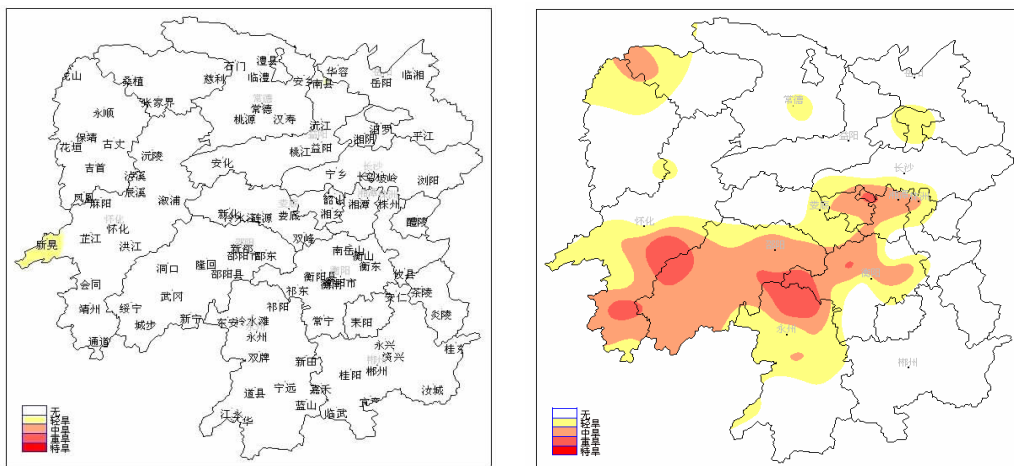


图3 7月10日全省气象干旱分布图(a:2010年;b:2012年)

(2)降雨强度和落区。高强度以及连续性的降雨是引起山洪灾害最主要的原因之一。对湖南已发生的山洪灾害与降雨量间的关系研究表明<sup>[10]</sup>,绝大多数山洪灾害都是在强降雨过程中或稍后发生的,滑坡、崩塌与降雨之间存在着显著的因果关系。一次降雨过程的降雨量大于150mm、日降雨量大于100mm,就很容易诱发滑坡和崩塌,降雨越大,诱发机率也越高。“10.7”、“12.7”两次过程中多地均出现了日雨量100mm以上降水,并且分别有34、39个站(次)出现了日雨量大于200mm的强降水。但是“10.7”过程有更易产生灾害的特点:“12.7”过程中强降雨区随时间略有南北摆动,14日强降水南压至湘中偏南一带,湘北的强降水间歇,而“10.7”过程强降雨一直集中在湘中以北,并且强降雨的局地性、突发性强,导致河川径流迅速汇集,水位涨落时间极短,突发成灾。

(3)受灾地区地质条件。“10.7”暴雨过程中永顺(勺哈乡彭家寨、青坪镇、塔卧镇)、花垣(雅西镇)、龙山(农车乡)多处发生山体滑坡和泥石流,造成14人死亡。滑坡和泥石流的形成受多种因素影响,与地形地貌、地质结构、岩土性状、降雨量级等条件有密切关系,其中特殊的地貌和地质是产生滑坡和泥石流的基本条件。永顺、花垣、龙山三个县市都位于湖南省西北部,属云贵高原北东部边缘地带,地处湘西北褶皱侵蚀、剥蚀山原山地区和湘西断褶侵蚀、剥蚀山地区之间,具有明显的山原地貌。由于沟谷切割大、地形起伏度大、临空面发育,加上坡积物相对较厚,因此滑坡和泥石流甚为发育<sup>[9]</sup>。同时,湘西北碳酸盐岩广布,岩溶发育,水量丰富,加上强降雨的入渗,会

使岩土体含水量增加,岩土容重增大,从而导致滑坡和泥石流的发生。从湖南省地质灾害易发程度分布区(图4,见彩页)中可以看出,永顺、龙山是崩滑流为主的地质,花垣是以地面塌陷为主的地质,属于灾害中高易发区,不利的地质条件加上特大暴雨的猛烈袭击,致使该地区山洪暴发,造成了较大的人员伤亡。

“12.7”暴雨过程中未发生因地质灾害造成人员死亡情况,这与前期土壤含水量少、强降雨局地性不强等因素有关。

(4)预报预警情况。准确的预报和及时的预警对于政府提前部署、及时转移安置群众具有重要意义。对于这两次暴雨过程,湖南省气象局都提前3天做出了强降水预报。“12.7”暴雨前电力部门便根据预报及时调整水火电的出力配置,加大水电出力;省防指迅速调度湘西北几座大型水库,及早腾库迎洪;全省各级政府及基层气象信息员通力合作,及时将群众转移出危险地区,全省无一起人员死亡事故发生。“10.7”暴雨过程期间,省气象局每天向12.6万五级防汛责任人、中小学校安全责任人、交警指挥人员及气象信息员发送预报和降水实况,全省紧急转移人口28.9万人,但由于山体滑坡等地质灾害均出现在夜间,不利于人员的疏散和及时的撤离。同时,当时救灾机制的不健全,缺乏社会联动性也是造成其重灾的重要原因。

## 5 结论和讨论

(1)两次暴雨过程都具有持续时间长、暴雨区集中、累计雨量大、降雨强度高、洪涝和城镇内渍皆发、

(下转第102页)

- [4] 杨少杰,等.雷电损害风险评估的方法与实践 [J]. 中国电子商情, 2003, 385: 8-17.
- [5] 阳宏声, 林为东, 杨召绪, 等.浅谈雷灾调查鉴定方法 [J]. 气象研究与应用, 2012, 33 (2): 118-121.
- [6] 黄欣怡李良陈妙君, 等.野趣沟 CDMA 基站雷灾调查分析与整改方案 [J]. 气象研究与应用, 2013, 34 (S1): 171-172.
- [7] 李传龙, 高敏, 蒙小亮.万宁市区雷暴特征初步分析与雷电防护 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (1): 104-107.
- [8] 李远辉, 李建勇.江门雷电活动特征及其对防雷减灾的意义 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (S2): 188-190.
- [9] 朱明, 潘杰丽, 李会玲.一次雷击事故成因分析及其预防措施 [J]. 气象研究与应用, 2007, 32 (4): 67-68.
- [10] 韩建海, 常晓丽.山区风力发电机组防雷技术探讨.气象研究与应用, 2013, 34 (3): 86-87.
- [11] 林海滨.完善建筑物内部防雷装置设计的实践经验 [J]. 气象研究与应用, 2007, 28 (3): 56-58.
- [12] 黄文高.防雷工程施工监督应该注意的一些问题 [J]. 气象研究与应用.2011, 32 (1): 88-89.
- [13] 林伟华, 梁美婵.高层建筑物的防雷接地和屏蔽探讨 [J]. 气象研究与应用, 2011, 32 (4): 80-86.
- [14] 邓秀斌, 庄涣斌, 谢汉全.高层建筑分体式空调室外机的雷电防护 [J]. 气象研究与应用, 2008, 29 (2): 71.

.....

(上接第 31 页)

受灾严重等特点,但是“12.7”暴雨过程影响范围更广、强度更大,同时,强降雨区呈现在湘中及以北地区略有摆动的特点;而“10.7”暴雨过程局地性更强,强降雨区稳定少动,多个县市累计降水量创历史同期新高。两次暴雨均造成湖南多流域水位超警,洪水量大、水位高、洪峰较陡,湘中以北多个县市达到洪涝标准。

(2) 两次暴雨过程均发生在盛夏湖南处于副高控制少雨季节,随着副高撤退,冷暖气流在湖南交汇,导致大范围连续暴雨过程。但“10.7”暴雨过程中副高更强盛,低涡形成和东移更为频繁,导致“10.7”暴雨过程因此在湘中以北持续时间长,而“12.7”暴雨过程冷空气势力更强,造成影响范围更广。

(3)“12.7”暴雨过程虽然过程降水更强、降水持续时间更长、受灾范围更大,但灾情却没有“10.7”暴雨过程严重,与多种因素有关。“10.7”暴雨过程开始前降雨明显偏多,造成土体预先饱和,更容易致灾;“10.7”暴雨过程强降雨一直集中在湘中以北,强降雨的局地性、突发性强,并且此次受灾最为严重的湘西自治州地区属于地质灾害多发区,从而容易导致滑坡、崩塌和泥石流的发生;另外,准确及时的预报预警信息,使得“12.7”过程中水库及时腾库迎洪,人员也得到及时的转移安置,但由于“10.7”过程中大暴雨出现在夜间,突发山洪地质灾害,导致人员伤亡。

#### 参考文献:

- [1] 方至.湖南洪涝灾害成因及治理对策 [J]. 湖南农业大学学报, 1999, 25 (2): 151-153.
- [2] 黄小玉, 陈媛, 顾松山, 等.湖南地区暴雨的分类及回波特征分析 [J]. 南京气象学院学报, 2006, 29 (5): 635-641.
- [3] 蔡建初, 梁广沃.2009 年 7 月 4-6 日北海地区暴雨过程初步分析 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (2): 16-17.
- [4] 薛苍生, 金菊良, 丁峰, 等.淮河流域安徽省 2007 年的暴雨洪水特性分析 [J]. 灾害学, 2009, 24 (1): 86-91.
- [5] 韩珏靖, 陈飞, 沈建.江苏盛夏两次局地特大暴雨过程对比分析 [J]. 气象科学, 2011, 31 (S): 110-119.
- [6] 苏贵睦, 陈向东, 陆洪波, 等.2009 年 7 月初广西致洪暴雨过程综合分析 [J]. 气象研究与应用, 2010, 31 (1): 35-38.
- [7] 黄菊梅, 覃鸿, 袁泉, 等.2010 年夏季湖南一次持续性暴雨过程分析 [J]. 成都信息工程学院学报, 2011, 26 (4): 1671-1742.
- [8] 陈惠, 陈家金, 李文, 等.福建省主要流域的暴雨洪涝特征 [J]. 自然灾害学报, 2006, 15 (6): 276-280.
- [9] 方琼, 段中满.湖南省地形地貌与地质灾害分布关系分析 [J]. 中国地质灾害与防治学报, 23 (2): 83-88.
- [10] 李中平, 毕宏伟, 张明波.我国山洪灾害高易降雨区分布研究 [J]. 人民长江.2008, 39 (17): 61-63.