

湖南“5·31”特大暴雨山洪成因及对策

李细生^{1,2},刘红年¹,张 华²,喻雨知³,叶月珍⁴

(1. 南京大学大气科学系, 南京 210008; 2. 株洲市气象台, 株洲 412003;

3. 长沙市气象局, 长沙 410007; 4. 重庆市气象局防雷中心, 重庆 401147)

摘 要:介绍了 2005 年 5 月 31 日湖南特大暴雨山洪的特点,对引发这次山洪的气象因素、地质地貌因素及人为因素作了逐一分析,特别对造成这次暴雨过程的天气系统的发展和演变作了详细分析总结,对提高山洪地质灾害的监测预报预警水平提出建议,为预报及防御同类自然灾害提供参考。

关键词:地质灾害;山洪;暴雨;雷达;MCS

中图分类号:P426.616

文献标识码:A

文章编号:1005-3409(2006)04-0068-04

Cause and Countermeasure of the Heavy Rain Flush Flood in Hunan Province on 31 May

LI Xi-sheng^{1,2}, LIU Hong-nian¹, ZHANG Hua², YU Yu-zhi³, YE Yue-zhen⁴

(1. Department of Atmospheric Sciences, Nanjing University, Nanjing 210008, China;

2. Zhuzhou Meteorological Observation, Zhuzhou 412003; 3. Changsha Weather Bureau, Changsha 410007;

4. Lightning Protection Center of Chongqing Weather Bureau, Chongqing 401147, China)

Abstract: The characteristics of the heavy rain and flush flood in Hunan Province on May 31, 2005 were described, the causes such as weather, geography, artificial force were analyzed. The evolvement and development of the weather systems were summarized particularly, some opinions were put forward to improve the abilities to supervise and forecast flush flood disasters, which offer references to preventing and forecasting such kinds of natural or geologic disasters.

Key words: geological disaster; flush flood; heavy rain; radar; MCS

1 引 言

山洪地质灾害突发性强、破坏性大,近年来已成为防灾减灾中的突出问题。2005 年 5 月 31 日~6 月 1 日,受高空低槽和中低层暖湿切变线的共同影响,长江中上游的湖南、江西、贵州等省同时发生强降水,引发山洪地质灾害,造成严重损失。湖南省自西北部至东南部发生强降雨过程,长江重要支流资水、沅水流域的邵阳市、娄底市、益阳市、湘西土家族苗族自治州、怀化市等地出现暴雨和大暴雨,全省直接经济损失达 20 亿元,死亡 88 人、失踪 33 人,新邵县太芝庙乡乡长唐飞、党委副书记李映辉在组织群众抢险救灾时牺牲,属于重大自然灾害^[1]。鉴于这次特大暴雨山洪影响大,损失重,我们对其过程特点、形成原因加以总结、分析,并试着提出相应对策。

2 山洪过程特点

(1) 影响范围广。强降雨带同时跨越江西、湖南、贵州等省。在湖南境内大于 200 mm 的强降雨中心有两个(见图 1),一个位于怀化的溆浦县,另一个位于涟源与新邵之间。

大的灾情也主要出现在这两个区域。

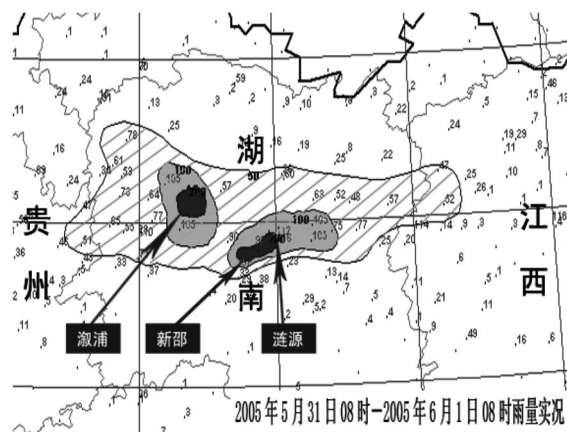


图 1 5 月 31 日 08 时~6 月 1 日 08 时雨量实况

(2) 维持时间短。自 5 月 30 日 20 时开始至 6 月 1 日 20 时结束共两天时间。5 月 30 日 08 时至 31 日 08 时,湘中以北地区出现了阵雨和雷阵雨天气,其中张家界、沅陵、安化、新化、冷水江、双峰、益阳、南岳山等 8 县市达 50 mm 以上。5 月

* 收稿日期:2005-09-26

作者简介:李细生(1973-),男,株洲市气象台天气气候工程师,大学本科,南京大学大气科学系研究生在读,主要从事山洪地质灾害、暴雨、中尺度、RADAR 等方面研究。

31 日 08 时至 6 月 1 日 08 时,湘中普降大到暴雨,有 24 县市降雨大于 50 mm,其中大于 100 mm 降水的有沅陵、溆浦、娄底、韶山、湘乡 5 县市。造成邵阳、娄底、湘潭、怀化、益阳、自治州、衡阳、株洲等 8 个市(州) 27 个县(市、区)受灾,其中邵阳市的新邵县和娄底市的涟源市受灾最严重。6 月 2 日 08 时切变线南压,雨区也南移至两广,我省强降雨过程基本结束。

(3)降雨强度大。山洪来势凶猛,突发性特强,破坏性很大。据新邵县地方雨量站统计,受灾严重的太芝庙乡、潭府乡方圆 15 km 范围内,5 月 31 日夜間 8 h 降雨超过 300 mm,其中 21~23 时潭溪镇(非降水中心)雨量站 2 h 降雨 130 mm,龙山河河水陡涨。由于降雨来势迅猛,又发生在夜间,加上当地交通、通讯不便,给群众迅速转移增加了难度,受灾严重的一些乡镇,交通、通信、电力完全中断,酿成了国内罕见、新邵从未有过的惨剧^[1]。

(4)灾害损失重。据湖南省民政部门统计,湖南 5·31 特大暴雨山洪全省有 312 个乡(镇) 400 多万人受灾,因灾死亡、失踪 100 余人,24.4 万 hm² 农田受灾,预计减收粮食 20 余万 t,直接经济损失达 20 多亿元。

3 成因分析

3.1 气象因素

3.1.1 前期降水偏多

由于 5 月份以来,湖南已经进入全年的雨水相对集中期,各地暴雨频发。据全省 5 月 21 日~5 月 31 日的雨量点降雨量统计,偏多者占 64.6%(62/96),其中异常偏多(超过历年同期 100%)的占总站数的 31.2%(30/96)。在“5·31”洪涝中受灾最严重的邵阳市新邵县 10 d 累积雨量为 79.9 mm,超过历年同期雨量 14%(略偏多),而娄底涟源市的 10d 累积雨量为 125.8 mm,超过历年同期雨量 97%。这说明前期雨量多寡对山洪的爆发强度有一定的影响,但非决定性因素,相关程度取决于当地植被、水利防洪设施、地形、地质等具体情况。

3.1.2 短时雨势大、雨量集中、局地性强

据研究^[2],高强度、短历时的集中降雨是引起山洪最主要的原因之一。5 月 31 日 8 时至 6 月 1 日 8 时,新邵的暴雨中心龙山一带平均降雨量达到 200 mm 以上。这意味着,在龙山河 58 km² 的集雨面积里(图 2),24 h 累积降水量达到 1.16×10⁷ m³,相当于一座中型水库的蓄水量。因此,强降雨是引发这次山洪灾害的决定性因素。我们对导致这次强降雨天气过程的气象条件进行了分析:



图 2 龙山河上游集雨区域示意图(阴影区域)

(1) 高空环流形势。5 月 31 日 08 时欧亚 500 百帕,副热带高压强度偏弱,位置偏南偏东,中亚中高纬为两槽一脊形势,西西伯利亚至乌拉尔山和东西伯利亚为低槽区,脊线位于贝加尔湖附近。中纬度地区,自天山经河西走廊南下的西北气流和来自印度洋的西南暖湿气流交汇于 30°N 附近,这条南北气流的交汇带在 08 时的 850 hPa 流线上体现得更明显(图 3)。5 月 31 日 20 时,中高纬贝加尔湖高压脊减弱,预示整个中亚将发展成为一宽广的低槽区,同时蒙古附近的低压槽加深成为低涡,引导来自西伯利亚的冷空气加速南下,因此,在加强的西北气流的推动下,中低层的切变线也南压至 28°N 附近,此时,南边的副热带高压并无明显减弱。因此在两个大尺度系统的强烈挤压之下,湘中一线激发出多个中小尺度对流系统,强降雨大多是由这些中小尺度系统所引发。

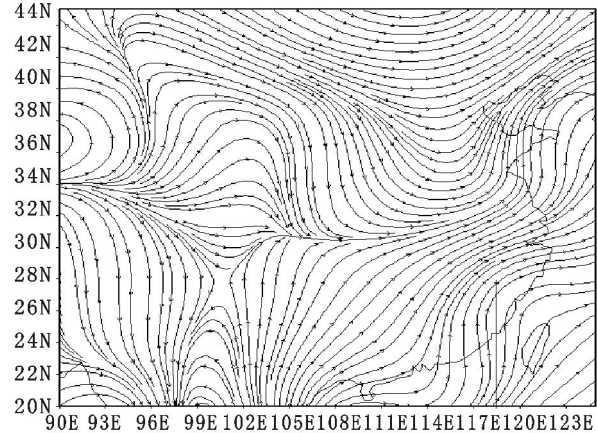


图 3 5 月 31 日 08 时 850 流线图

(2) 卫星云图。GMS-9 红外云图上(图 4),5 月 30 日晚上 23 时(图 4a),500 hPa 下滑槽以及低层的低涡切变所在位置出现一明显逗点状云系,其上风方向边缘整齐,而下风方向呈辐散状。到 5 月 31 日 01 时(图 4b),该逗点云型的涡旋结构减弱,而下半部发展成为一暖式切变对流云带,其中有两个亮温中心分别位于湖南的益阳与长、株、潭附近。至当日 14 时,湘中至湘东已有 5 站雨量大于 50 mm,500 hPa 形势上我省为西北气流控制,云图上,西部也无明显对流系统发展东移,我们综合欧洲中心、T213 数值预报及 MM5 中尺度模式预报分析后发现:由于南部副热带高压撤退缓慢,低层暖湿气流将加强发展,在 1 日 08 时左右将在北海-桂林-芷江一线形成低空急流,而高空 200 hPa 图上,大于 40 m/s 的急流已经在 5 月 30 日 20 时出现,且一直维持到 6 月 3 日 08 时才开始减弱。预报在高、低空急流的耦合作用下,我省的湘中一线还会有暴雨,且雨量较前一天更大。果然,6 月 1 日 0 时(图 4c)首先是贵州中南部大块对流云强烈发展,类似于 MCS 云型特征^[3],而后,在湖南省中部的溆浦-新邵-娄底一线出现发展旺盛的对流云,既而向东扩展至湘东的湘乡-株洲及江西的萍乡、南昌一线。在湖南境内,边缘清晰的积雨云已经消散成积层混合云,但仍可以发现两个较深厚对流中心分别位于新邵和湘乡附近(图 4d)。

(3) 多普勒雷达产品。我国新一代雷达系统对灾害性天气有强的监测和预警能力,其观测的资料为我们提供了丰富的有关强天气的信息。组合反射率因子为一笛卡尔面投影图像产品,显示每个坐标格点上方对应气柱内任何地方被发现的最大反射率因子。5 月 31 日 19 点 21 分,长沙多普勒

雷达组合反射率图上(图5),从新邵西部的金石桥镇到双峰的梓门镇约120 km距离内,有多达10个对流单体活动发展,其中以新邵境内大新乡的对流单体回波最强,达到50 dbz,对应的同期地面实况是电闪雷鸣,积雨云强烈发展。20点29分,上述对流单体开始连接成片,发展成东西向的回波带,其内部仍以大新乡附近回波最强,达到55 dbz,此时整个系统缓慢向偏东方向移动,移速大约为20 km/h。22点11分,此回波带由普通雷暴发展成超级单体风暴^[5],水平尺度大小为20 km × 50 km,中心位于太芝庙乡附近,最强回波强度为60 dbz。此时地面雨势很大,据距太芝庙乡22 km的潭溪镇雨量站观测数据:21~23时2 h内降水为130 mm,结合长沙和常德多普勒雷达组合反射率数据,潭溪站在此时段内的平均回波强度为36 dbz,而太芝庙乡的平均回波强度为42 dbz,按Z-I关系式^[4]:

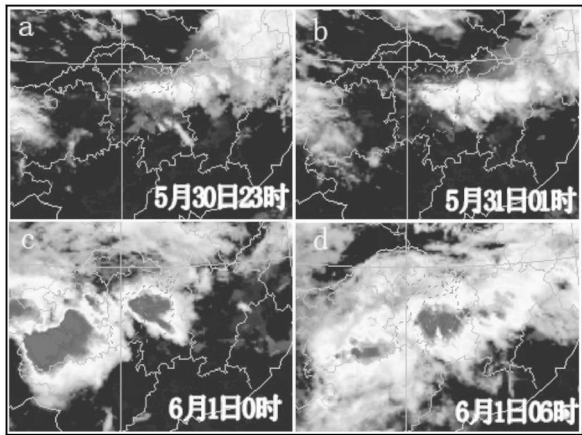


图4 GMS-9 红外云图

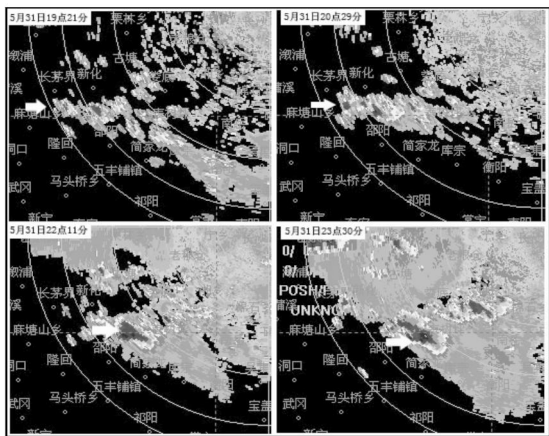


图5 长沙雷达站多普勒雷达组合反射率

$$Z = A \times I^b$$

式中:Z——雷达反射因子,I——雨强,A、b——系数,与降雨类型有关,对于暴雨型降水,取 $b = 1.37$,我们可以估算出强回波中心区的太芝庙乡,2 h雨量应为160 mm左右。23点30分超级风暴单体开始分裂成两个中心,偏东的中心向东缓慢移动了20 km左右,位于新邵的斫槽乡。中心强度增大到60 dbz,而偏西的中心仍停留在太芝庙乡附近,但范围开始缩小,对应地面雨势也逐渐减弱。垂直积分液态水含量(VIL)有助于识别超级单体风暴的强度和位置,表示某底面积的垂直柱体中的总含水量,反映空气柱中雨滴的大小和密度,一般超级单体风暴有较大的VIL值。垂直积分液态水含量图上(图略),从5月31日19点30分到6月1日0点

30分,VIL值由18 kg/m²逐步增大到50 kg/m²,而后又快速减小,在23点0分达到最强——50 kg/m²,回波顶高度达到17.4 km,强中心一致停留在太芝庙乡附近,说明当地当时的雨滴大而密集,其上空对流发展非常强烈,深对流系统一直延伸到对流层顶部的100 hPa(大约20 km高度)附近,超强降雨范围大约为60 km²,持续时间为2~3个h。期间部分乡镇遭受冰雹袭击,冰雹直径最大40 mm。

(4)中尺度数值模拟。我国中尺度强对流系统具有突发性和多发性的特点,且天气激烈,受灾面积广、危害大,是严重的气象灾害之一,业务预报中,对这类系统的发生和持续时间、落区及降水强度的预报一直是传统预报的难点。目前,随着大气科学理论、数值计算方法、和高性能计算机技术的不断发展,中尺度数值模式已经成为气象预报员诊断分析和预报中尺度系统的得力工具。MM5是公认的技术成熟、应用广泛的中尺度区域气象数值模式之一。为了了解这次过程的雨量分布、系统的结构及生消、发展,我们利用MM5较进行了成功的模拟。从雨量模拟图(图6)我们可以看出MM5计算出的湖南中西部的两个中心强度分别达到140 mm、180 mm,其中偏西的一个中心位于28.1°N,110.3°E,实况对应为溆浦200 mm大暴雨,位置精确吻合,但强度比实况稍小;偏东的中心位于27.6°N,112.0°E,实况对应新邵和涟源200 mm左右的大暴雨,量级误差较上一个小,但位置比实况偏北0.3个纬距(大约30 km)。可以说对雨量的量级、位置、出现时间的模拟均比较成功。模拟的700 hPa流场上,本次暴雨过程主要是由中低层切变线所引发,低涡中心位于贵州的凯里,由低涡向东延伸出的东西向切变线上冷暖气流辐合剧烈。切变线南侧流线密集,说明水平气压梯度大,暖湿气流异常活跃,与来自湘西北的偏冷气流会合于湘中一带,以28°N,112°E处辐合最明显,此处气流上升速度达4 m/s,为强中心,500 hPa以下为辐合中心,以600 hPa的散度最小,500 hPa以上为辐散运动中心,以200 hPa处为最大,低层辐合、高层辐散气柱结构非常明显,对流发展旺盛阶段,上升气流直达对流层顶部;涡度场也与散度场类似,500 hPa以下为正涡度,500 hPa以上为负涡度。这种强垂直上升运动、散度、涡度中心重叠的三位一体结构,对产生超强降雨和维持这种强降雨非常有利。

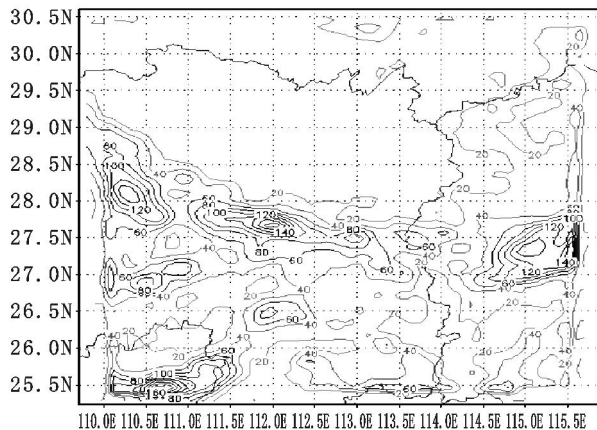


图6 MM5模拟5月31日20时~6月1日20时雨量

3.2 地形、地质因素

新邵县位于湘中邵阳盆地与新涟盆地之间,是湖南省的地理中心,素有“六山半水二分田,分半道路加庄园”之称。在地形上属于湘西雪峰山脉区,雪峰山地是地壳相对上升地

区,经过长期侵蚀剥蚀而形成,山高岭峻、坡陡谷深,全境平均海拔 500 m 以上,峰峦山脊平均海拔在 1 000 m 以上,自西南向东北逐渐降低。新邵东北的龙山至邵东的大云山一带,海拔都在 500 m 以上,间有山谷及长条形盆地,是北方冷空气南侵的重要通道;该县石灰岩分布较广,在湿热的气候条件下,石灰岩地区长期被水溶解、侵蚀,形成类型多样的喀斯特地形。象这样山地面积比例大,地貌活跃、复杂,高差起伏大,地表切割强烈,土壤自身抗蚀能力弱的地形地质特点,极有利于强降雨后地表径流汇集,且洪水流速大,涨势猛,冲刷严重,水土流失,破坏性大,同时也易于产生山体滑坡、泥石流等地质灾害。因此,雪峰山脉区属于湖南五大山洪灾害易发区域之一。

3.3 人为因素

人类经济活动对自然的破坏。随着经济活动强度的日益增加,经济建设对地质环境的影响越来越大。龙山河沿岸开山采矿点多,导致植被破坏,水土流失,河道堵塞等现象严重。

水患意识薄弱。山区防汛抗旱工作普遍存在“重旱轻水”现象。龙山河沿线有些村民出于生活取水方便,将房屋建造在沿河的地势低洼处,缺乏水患意识和防灾意识,对山洪灾害的危害性认识不足,存在麻痹思想,关键时刻缺乏自救的能力。

交通不便、通信落后,信息传达渠道不畅。太芝庙乡乡长唐飞等 6 人因为挨家挨户紧急通知低洼危险地带的村民转移而不幸遇难。

4 防治对策

在湖南省,由于地理、地质、气象、水文等自然因素和强烈的人为活动,突发性地质灾害的强度与造成的损失仅次于云、贵、川等省而居全国前列,给人民生活和经济建设带来很大影响。上世纪 90 年代以后,山洪灾害损失占全省洪水灾害损失比例越来越大^[6,9],

研究^[7,8]表明,气象、国土、水文、地质、民政、通讯、交通、卫生、宣传等部门建立协调一致、反应迅速的防御体系,科学防御山洪、滑坡、泥石流等地质灾害是减轻灾害损失的有效手段。气象、国土、水文、地质部门须加强灾害的监测、预报预警水平,政府其它部门须在信息的快速有效传达、灾后的抢救、转移、安置等方面提高能力。

目前,湖南省气象局的“湖南省公众气象灾害短消息预警系统”为全省 13 000 座中小水库、739 个山洪地质灾害易发乡镇约 8 000 个村指定的约 2 万部移动电话免费发送气象

象短信,内容包括山洪地质灾害、天气预报、森林火险天气等级预报短信。各水库、乡村指定专人、专机、专号接收气象信息,并通过广播、电话的方式传递给村民。对可能发生气象灾害地区的所有手机用户免费群发灾害性天气警报、突发气象灾害预警信号。这些手机号码被单独建立一个数据库,群发气象短信时始终优先,并且对这批号码的短信发送成功率进行专门监控,若未发送成功将会及时补充发送。各地气象部门,遇到紧急情况时,将直接拨打电话进行联系。2005 年 6 月上旬开通的免费手机气象灾害预警短信,在 6 月中旬(6 月 17 日~22 日)的全省性暴雨过程中就产生重大减灾效益。

5 结 论

(1)5 月 31 日晚上至 6 月 1 日凌晨的新邵、涟源山洪属于由强降雨引发的自然地质灾害,受灾面积很大,重灾区损失惨重。

(2)前期降水偏多,且当晚短时雨势大,雨量集中,局地性强是这次暴雨引发山洪的主要原因。利用探空和地面观测资料结合卫星云图、多普勒雷达产品分析得出,此次暴雨天气过程的是在有利的大尺度环流背景下,由中低层切变线上发展起来的中尺度对流系统所引发。中尺度区域气象模式 MM5 对引发大暴雨的中小尺度系统的发展和演变模拟表明,该模式对暴雨发生的时间、地点、量级有很好的预报、模拟能力,如能结合全球预报模式、云图、雷达资料综合使用,效果更好。此外,特殊的地形、地质条件加剧了山洪的强度,人为影响也是不可忽略的因素。

(3)山洪地质灾害防治是一项庞大的社会工程,首先,政府应加强宏观调控,调整对环境和资源破坏严重的产业结构体系;其次,建立健全防洪、减灾的政策法规体系,在植树造林、河道疏通、水利维护、灾害意识普及等方面加强引导和监督;尤其重要的是须提高防洪调度指挥能力,组织气象、国土、水文、地质、民政、通讯、交通、卫生、宣传等部门建立协调一致、反应迅速的防御体系,科学防御山洪、滑坡、泥石流等地质灾害,重点河道建立完备的应急防汛预案。气象部门须充分利用各种现代化的监测和预测技术手段,提高天气预报的预报精度和时效,并充分利用现代化通讯手段将预报快速传达至目标用户群,湖南省气象局“湖南省公众气象灾害短消息预警系统”即作为一种有益尝试;国土、水文须加强灾害易发点的监测和预报预警,提高防灾减灾能力;山洪地质灾害防治是一门边缘、交叉学科,各科研单位须既有分工又有合作,共同加强山洪地质灾害的科学研究。

参考文献:

- [1] 王劲峰,等.中国自然灾害影响评价方法[M].北京:中国科学技术出版社,1993.10-11.
- [2] 董浩.关于山区小流域灾害危机管理的思考[J].中国水土保持,2004,(1):27-29.
- [3] 马禹,王旭,陶祖钰.中国及其邻近地区中尺度对流系统的普查和时空分布特征[J].自然科学进展,1997,(7):701-706.
- [4] 张培昌,等.雷达气象学[M].北京:气象出版社,2001.181-189.
- [5] Davies-Jones R P. Streamwise vorticity: the origin of updraft rotation in supercell storms[J]. Atmos. Sci.,1984,41:2991-3006.
- [6] 杨勇,张硕辅.山洪灾害的成因与防治[J].湖南水利水电,2001,(2):23-25.
- [7] 魏丽,等.暴雨型地质灾害的调查与对策研究[J].自然灾害学报,2004,(1):151-153.
- [8] 周金星,王礼先,谢宝元,等.山洪泥石流灾害预报预警技术述评[J].山地学报,2001,(12):527-532.
- [9] 李景保.论湖南水旱灾害的地理规律性[J].自然灾害学报,2000,(11):115-120.