

福建省热带气旋暴雨型地质灾害特征分析^{*}

刘爱鸣, 黄志刚, 高 珊, 林小红

(福建省气象台, 福建 福州 350001)

摘 要: 福建是受热带气旋影响较严重的省份, 又是一个多山的省份, 每年都有因热带气旋暴雨诱发滑坡等地质灾害造成巨大人员伤亡和经济损失的事例发生。通过分析福建省 1990~2006 年热带气旋暴雨诱发的地质灾害个案, 发现热带气旋暴雨型地质灾害的规模和强度均比雨季暴雨诱发的地质灾害大; 它的发生与热带气旋路径、过程雨量和当日雨量关系密切, 地质灾害主要发生在强降水后的 48 h 内; 热带气旋登陆前后, 若有偏东急流、西南季风、冷空气、暖式切变等系统共同作用, 对暴雨具有增幅作用, 极易引发地质灾害。

关键词: 热带气旋; 地质灾害; 暴雨; 福建

中图分类号: P444; P642.2 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-811X(2008)04-0045-04

0 引言

福建省地处东南沿海, 东临西太平洋, 是受热带气旋影响较严重的省份。福建又是一个多山的省份, 山地和丘陵占了全省面积的 80% 以上, 山坡坡度大, 残坡积土发育, 厚度大。热带气旋带来的强降水极易诱发滑坡等地质灾害的发生, 特别是易受热带气旋影响的福建东部地区, 又是经济相对发达、人口稠密、人类活动对自然影响大的地区, 几乎每年都有因热带气旋暴雨诱发滑坡等地质灾害造成巨大人员伤亡和经济损失的事例发生。

降雨对滑坡作用的研究一直受到学术界的关注, 国内地质、气象等相关部门的研究者分别对湖北西部山区、重庆、三峡地区、湖南、四川、江西、浙江等地降雨量与滑坡关系进行了研究^[1-5], 但这些研究几乎都集中在西风带系统带来的暴雨诱发山体滑坡方面。热带气旋暴雨具有强度大, 影响时间相对短的特点, 由其诱发的地质灾害危害性更大。如 2006 年“珍珠”和“碧利斯”风暴诱发的地质灾害一夜之间分别造成福建 16 人和 34 人死亡。本文根据福建省 1990~2006 年的气象资料、历史记载的地质灾害资料(福建省国土资源厅提供), 对热带气旋暴雨诱发福建省滑坡等地质

灾害的特征进行分析, 总结一些规律, 为今后防御热带气旋暴雨诱发的地质灾害提供一些参考。

1 热带气旋暴雨型地质灾害特征

地质灾害是指由于自然地质作用和人为地质作用, 使生态环境遭受破坏或使人类生命、物质财富造成损失的灾害事件。地质灾害的类型主要有滑坡、崩塌、泥石流、地面沉降、地面塌陷、地震、地下工程严重塌方等。其中滑坡、崩塌和泥石流是最常见的由强降水引发的地质灾害类型。福建省地质灾害具有点多、面广、规模小, 以土质类灾害为主等特点。热带气旋暴雨的地质灾害也有类似的特点, 但其规模和强度均比雨季暴雨诱发的地质灾害大。

1.1 地质灾害类型特征

对福建省 1990~2006 年有历史记载的热带气旋暴雨诱发的地质灾害类型进行分析, 以滑坡为主, 占 71.9%; 崩塌次之占 19.9%; 泥石流占 8.2%。统计省内由强降水(含热带气旋)诱发的地质灾害类型, 滑坡占 78.2%; 崩塌占 18.0%; 泥石流占 3.8%。可见由热带气旋暴雨诱发的泥石流比例明显偏多。

1.2 地质灾害规模特征

根据福建省国土资源厅制定的滑坡、崩塌规

^{*} 收稿日期: 2008-03-04

基金项目: 福建省科技厅重点项目“强降水诱发地质灾害危险度等级预报预警业务服务系统”(2005Y010);

中国气象局 2007 年公益性行业(气象)科研专项“东南地区强降水诱发地质灾害预警报技术研究”资助

作者简介: 刘爱鸣(1957-), 女, 福建省福州市人, 正研级高工, 主要从事天气预报与研究工作. E-mail: amil@163.com

模标准^[6],统计滑坡、崩塌灾害已发生的规模(表1),福建省强降水诱发的地质灾害以小型为主。由热带气旋诱发的地质灾害也不例外,滑坡、崩塌,小型各占86.1%和81.6%;但达中、大型及以上规模的比例明显偏多。热带气旋暴雨诱发的滑坡、崩塌中、大型及以上规模的比例为13.9%和18.4%,而强降水(含热带气旋)诱发的滑坡、崩塌中、大型及以上规模的比例仅为4.5%和6.0%。

表1 福建省滑坡、崩塌规模分类统计表^[6]

名称	分类标准 /万 m ³	强降水(含热带气旋) /%	热带气旋 /%
巨型	>1 000	0.1	0
大型	100~1 000	0.4	2.4
滑 中型	10~100	4	11.4
坡 小一型	1~10	14.6	30.1
小二型	0.1~1	41.1	31.9
小三型	≤0.1	39.8	24.1
巨型	>10	0.2	4.1
大型	5~10	0.8	2.0
崩 中型	1~5	5	12.2
塌 小一型	0.1~1	30	46.9
小二型	0.05~0.1	18	14.3
小三型	≤0.05	46	20.4

1.3 地质灾害空间分布特征

由热带气旋暴雨诱发的地质灾害具有点多面广的特点,灾害点覆盖了除闽西北地区以外的全省大部。最大中心区位于德化、安溪等闽中戴云山脉的周边县市;其次是中北部沿海和闽西南地区(图1)。

2 诱发地质灾害热带气旋的特征

2.1 诱发地质灾害热带气旋月际分布

根据有关资料,登陆影响福建热带气旋平均每年7.56个(其中登陆福建年均1.7个)。年频数以6~9月为最多,占总数的82.65%,峰值在8月中旬。其中登陆福建的热带气旋最早出现于5月中旬(登陆粤东进入闽南),最晚出现于10月上旬。

1990~2006年17年间诱发福建地质灾害的热带气旋共有42个,年平均2.4个。统计分析其月际分布特征,与登陆影响福建热带气旋的月际分布特征相似,最早出现在5月,是2006年5月17日登陆广东饶平的“珍珠”台风;最晚到10月,是2005年登陆厦门的“龙王”台风。月际分布成单峰,高峰期在8月,占52.4%(表2)。

表2 造灾热带气旋月际分布

月份	5	6	7	8	9	10
造灾个数	1	4	8	22	5	2
总个数	2	4	18	28	14	4

2.2 诱发地质灾害热带气旋路径特征

1990~2006年的42个造成地质灾害的热带气旋均为登陆热带气旋(表3),除1个登陆台湾外,其余为直接登陆大陆,或登陆台湾后再次登陆大陆。登陆地点最西为广东珠海,最北为浙江温岭。在这期间,在台湾和珠海到温岭间登陆的热带气旋共70个,可见在上述区域登陆的热带气旋有60%会造成地质灾害。其中,最易造成地质灾害的是登陆福建的热带气旋,82.6%会造成地质灾害,特别是登陆闽南的热带气旋,100%造成地质灾害;其次是登陆广东东部的热带气旋;登陆浙江和台湾的影响较轻。

表3 造灾热带气旋登陆点分布(1990~2006年)

登陆地点	粤东	闽南	闽中	闽东北	浙南	台湾
造灾个数	15	6	13	5	2	1
总个数	26	6	16	7	10	5
百分比%	58	100	81	71	20	20

2.3 诱发地质灾害热带气旋强度特征

在上述区域登陆的70个热带气旋中,有63个达到强热带风暴以上强度,其中有40个造成地质灾害,占63.5%;有44个达到台风以上强度,其中有26个造成地质灾害,占59%。如果以登陆时的强度来分析,在上述区域登陆的70个热带气旋中,有65个登陆时强度为热带风暴以上强度,其中有40个造成地质灾害,占61.5%;有51个为强热带风暴以上强度,其中有32个造成地质灾害,占62.7%。可见是否引发地质灾害,与热带气旋的过程强度和登陆时的强度仅有一定关系,并不是热带气旋强度越强越易诱发地质灾害。

2.4 诱发地质灾害热带气旋降过程最大雨量和日最大雨量特征

(1)过程最大雨量 统计分析在上述区域登陆的70个热带气旋中,过程最大雨量>100 mm的有65个,其中有40个造成地质灾害,占61.1%;过程雨量>200 mm的有44个,其中有37个造成地质灾害,占84.1%。

(2)日最大雨量 统计分析在上述区域登陆的70个热带气旋个例的日最大雨量,>100 mm的有52个,其中有40个造成地质灾害,占76.9%;>200 mm的有22个,其中有20个造成地质灾害,占90.9%。

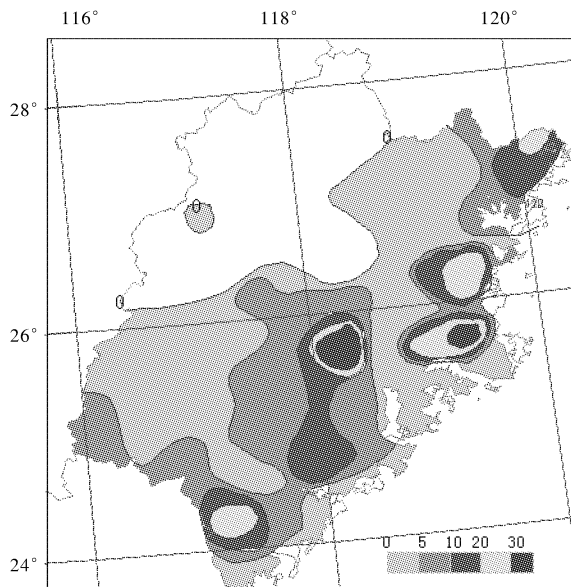


图1 热带气旋暴雨诱发地质灾害空间分布图

可见热带气旋影响是否引发地质灾害, 与热带气旋带来的过程雨量和日雨量有很大的关系, 热

带气旋带来的过程雨量或日雨量越大, 越有可能造成地质灾害。

3 热带气旋暴雨型地质灾害与降雨关系

3.1 福建热带气旋降水分布特征

从登陆影响福建热带气旋降水极值全省分布图(图2)可知, 过程降水极值(图2a)300 mm 以上主要分布于沿海及闽西, 其中500 mm 以上的区域有4个, 分别位于宁德北部、龙岩东南部、漳州南部和晋江。日降水极值分布(图2b)沿海地区和闽西南内陆地区在200 mm 以上。最大的中心400 mm 以上的区域有2个, 分别位于宁德北部和漳州南部。另外还有2个350 mm 的较高中心, 分别位于晋江东南部和龙岩西北部。对比热带气旋诱发地质灾害空间分布图(图1)可见, 降雨强度大的地区, 一般也是地质灾害发生率高的地区。

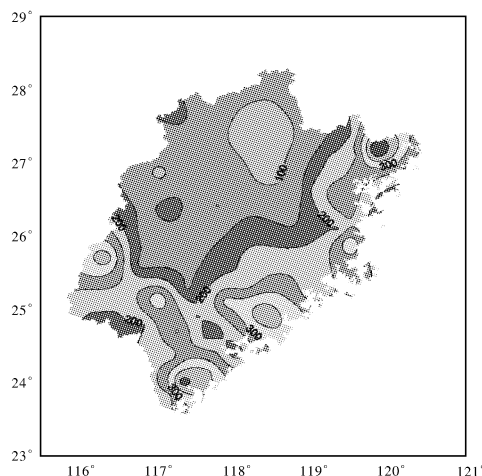
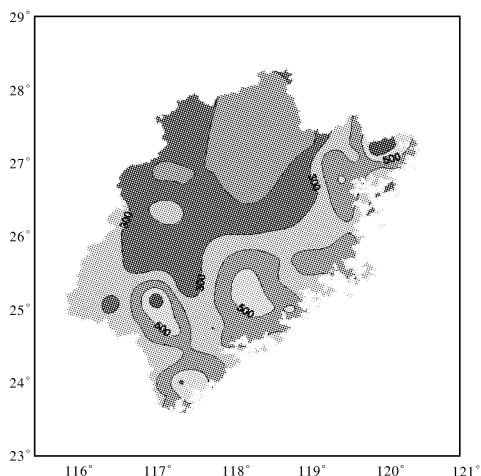


图2 登陆影响福建热带气旋降水极值全省分布图

3.2 热带气旋暴雨型地质灾害降雨条件分析

分析214个有降雨资料的热带气旋暴雨型地质灾害个例强降雨发生时间与滑坡发生累计频率(表4)表明, 88%地质灾害发生在强降水后的48 h内, 其中73.4%发生在24 h之内。而由各种强降水(含热带气旋)诱发的地质灾害发生在强降水24 h内的只占50%; 发生在强降水后72 h内的仅79%。可见热带气旋暴雨型地质灾害发生时间更集中在强降水后的一、二天。

表4 强降雨发生时间与滑坡累计频率

延后时间	24 h	48 h	72 h	96 h	120 h
热带气旋频率%	73.4	83.2	88.3	90.2	93
总地灾频率%	50	67	75	79	85

分别分析当天雨量和72 h 累计雨量与热带气旋暴雨型地质灾害概率关系表明, 随着降雨量的增加, 地质灾害发生的可能性越来越大。24 h 雨量达125 mm、72 h 累积雨量达200 mm 时, 地质灾害的概率达80%(图3)。

4 热带气旋暴雨型地质灾害与其他气象因素关系

1990~2006年在台湾和珠海到温岭间登陆的热带气旋共70个, 其中只有42个引发了地质灾害。为此, 对发生和未发生地质灾害这两类热带气旋进行对比分析, 得出如下几点结论:

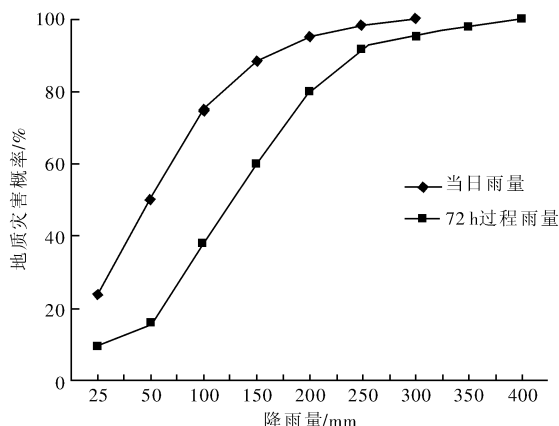


图3 雨量与地质灾害概率

(1) 移速 $< 25 \text{ km/h}$ 的热带气旋易引发地质灾害。移速慢, 有利于雨时长、降水总量大。

(2) 热带气旋登陆时, 副高在加强西伸中、 120°E 处副高脊线在 28°N 以南, 台风降水强度不大, 不易引发地质灾害; 热带气旋登陆时, 120°E 处副高脊线在 28°N 以北, 福建处副高南侧偏东气流 ($> 16 \text{ m/s}$) 时或稳定而强大的华北脊叠在长江口 - 日本海的高压上, 福建处东南气流 ($> 16 \text{ m/s}$) 时, 台风降水强度大, 易引发地质灾害易有暴雨产生。

(3) 热带气旋登陆时, 长江以南到华南沿海有冷锋活动; 或有冷平流影响福建 ($850 \text{ hPa} \Delta T_{24}$ 为 $-1 \sim -4^\circ\text{C}$); 或华东沿海有西风槽活动, 则暴雨强度增大, 易引发地质灾害。

(4) 热带气旋登陆时, 西南季风加强, $850 \sim 500 \text{ hPa}$ 台风后有西南风急流 ($> 16 \text{ m/s}$); 或台风后部热带云团北上, 则大大增强了降水强度和持续时间, 易引发地质灾害。

(5) 热带气旋登陆后, 环流中心向外伸展的暖式切变位于福建, 有利于暴雨强度增大, 易引发地质灾害。

5 结语

(1) 福建省热带气旋暴雨的地质灾害具有点多、面广、规模小, 以土质类灾害为主等特点, 但其规模和强度均比雨季暴雨大; 地质灾害发生率高的地区一般也是热带气旋降雨强度大的地区。防范的重点区域位于德化、安溪等闽中戴云山脉的周边县市; 其次是中北部沿海和闽西南地区。

(2) 诱发地质灾害的热带气旋, 最早出现在 5 月, 最晚到 10 月; 最易造成地质灾害的是正面登陆福建的热带气旋, 其次是登陆广东东部的热带气旋。

(3) 热带气旋影响是否引发地质灾害, 与热带气旋带来的过程雨量和日雨量有很大的关系, 24 h 雨量达 125 mm 或 72 h 累积雨量达 200 mm 时, 极有可能发生地质灾害; 并且 90% 地质灾害发生在强降水后的 72 h 内, 这是防范的重点时间段。

(4) 热带气旋登陆前后, 若有偏东急流、西南季风、冷空气、暖式切变等系统共同作用, 对暴雨具有增幅作用, 易引发地质灾害。

参考文献:

- [1] 魏丽. 暴雨型滑坡灾害预警方法研究评述[J]. 气象, 2005, 31(10): 3-6.
- [2] 林孝松, 郭跃. 滑坡与降雨的耦合关系研究[J]. 灾害学, 2001, 16(2): 87-92.
- [3] 晏同珍, 杨顺安. 崩塌滑坡灾害群发性初探[J]. 灾害学, 1987, 2(3): 23-24.
- [4] 张玉成, 杨光华, 张玉兴. 滑坡的发生与降雨关系的研究[J]. 灾害学, 2007, 22(1): 82-85.
- [5] 陈豫英, 赵光平, 王红英. 宁夏汛期地质灾害气象预报预警模型研究[J]. 灾害学, 2005, 20(3): 26-28.
- [6] 陈震, 杨勇, 徐威, 等. 海峡西岸经济区持续发展环境条件研究[C]//海峡西岸经济区持续发展环境条件研究课题专辑, 2007: 238-250.

(下转第 53 页)