

DOI:10.16788/j.hddz.32-1865/P.2020.04.014

引用格式:刘云,康卉君. 2002—2019年江西省省级地质灾害气象预警分析[J]. 华东地质, 2020, 41(4): 416-424.

2002—2019年江西省省级地质灾害气象预警分析

刘云¹, 康卉君²

(1.江西省地质灾害应急中心, 南昌 330025; 2.江西省核工业地质局二六八大队, 上饶 334700)

摘要: 江西省是我国地质灾害高发、频发的主要省区之一。2002年,原江西省国土资源厅与江西省气象局合作,首次在江西卫视天气预报节目中发布了全国第一个省级地质灾害气象预警产品。江西省省级地质灾害气象预警工作历经十余年的发展,预警等级划分主要采用图层叠加法,经历了无预警等级、五级预警等级、四级预警等级3个阶段,预警信息越来越精准。2002年至2019年年底,共发布预警信息298期,其中红色(五级)预警9期,橙色(四级)预警80期,黄色(三级)预警190期,蓝色预警15期,无等级预警4期;2002—2005年为预警发布尝试阶段,发布的预警信息较少;2006年始,发布的预警信息有较大程度增长。2002年至2019年年底,成功预报地质灾害事件856起,避免可能的人员伤亡8885人,预警成效显著。对2011年以来172期预警命中率和空报率的年均值进行统计,发现命中率尚可,但空报率较高。预警工作主要存在的问题为预警信息仍为手工制作、预案对预警等级划分已出现不适用情况、未制定预警校验要求等。后期预警工作将向自动化、精细化及短临预警方向发展。

关键词: 地质灾害;气象预警;江西省

中图分类号: P694;X141

文献标识码: A

文章编号: 2096-1871(2020)04-416-09

江西省具备地质灾害发育的地质环境条件,是我国地质灾害高发、频发的主要省区之一。江西省也是我国江南丘陵的重要组成部分,地貌以山地丘陵为主,地形高差为地质灾害的形成提供了基础的能源来源;广泛的岩土风化为地质灾害提供了初始的物质来源;村镇大量的人工切坡建房或修路形成临空面为地质灾害体能量的释放提供了空间;集中的强降雨使岩土体饱和,重量增加,摩擦减小,触发了地质灾害体能量的释放^[1]。

2003年5月29日,原国土资源部和中国气象局联合举行新闻发布会,宣布全国地质灾害气象预报预警于2003年6月1日起在中央电视台天气预报节目中正式发布^[2]。2002年6月12日,原江西省国土资源厅与江西省气象局合作,首次在江西卫视天气预报节目中发布了地质灾害气象风险预报,这也是全国第一个省级地质灾害气象预警产品^[3]。自2003年起,中国地质环境监测院逐步建立了地质

灾害气象预警理论方法,指导全国的地质灾害气象预警工作^[4],预警模型由最初的临界雨量判据法(隐式统计模型)修正、发展、完善为现在的多因素判据法(显式统计模型)^[5]。各地根据局部气候和地质环境条件等,建立了诸多的区域预警模型^[6-9]。但预警效果的评价标准和方法较少,近年来参照气象预报、地震预报评价方法^[10-12]探讨的地质灾害气象预警效果评价方法提出了命中率、漏报率、空报率、准确率等概念^[13-14]。但上述方法均是基于有较多地质灾害发生的条件,具有一定的统计学意义,却难以适用于地质灾害偶发的较小空间尺度或较低等级预警的效果评价。本文对江西省十余年省级地质灾害气象预警(以下简称“预警”)工作的技术方法、成效进行分析与展望。

1 江西省地质灾害概况

江西省地质灾害类型主要有崩塌、滑坡、泥石

* 收稿日期:2019-11-20 修订日期:2020-01-15 责任编辑:叶海敏

基金项目:江西省省级地质灾害监测预警项目(2019年度)资助。

第一作者简介:刘云,1981年生,男,高级工程师,主要从事地质灾害气象预警及矿山地质环境调查工作。Email:69580747@qq.com。

流和地面塌陷。其中崩塌、滑坡、泥石流与区域极端降雨天气呈显著的相关性。根据统计数据^[1,15],截至 2016 年 6 月底,江西省共发生有具体记录可查的崩塌、滑坡、泥石流地质灾害事件 25 587 起,灾害类型以滑坡为主,崩塌次之,泥石流较少;规模和灾情等级以小型占绝对优势(99.67%),中型罕有发生(0.29%),大型以上则极少发生(仅 11 起)。江西省崩塌、滑坡、泥石流易发程度划分为高、中、低、不易发 4 个等级。其中,高易发区(约 5.21 万 km²)主要分布省界附近的武夷山、罗霄山、南岭、九岭、幕埠山、白际山、怀玉山区及省内零山山脉,零星分布且面积较小的高易发区有庐山和上栗 2 处;中易发区(约 6.16 万 km²)主要分布在山麓丘陵区,基本围绕或相间高易发区分布;低易发区(约 2.95 万 km²)除环鄱阳湖平原和吉泰盆地有较大面积分布外,在较大水系宽阔沟谷平地及山间盆地亦有零星分布;不易发区(约 2.39 万 km²)分布在环鄱阳湖冲积平原、赣江中游吉泰盆地及赣江上游赣州盆地^[15]。

与西部省份地质灾害相比,江西省崩塌、滑坡、泥石流地质灾害特征显著:一是规模和灾情等级绝大多数为小型;二是汛期集中发生,且具有突发、多发和群发性;三是与人工切坡等人类工程活动密切

相关。根据江西省目前经济技术条件,在不可能对所有地质灾害隐患点开展专业监测预警、实施工程治理或搬迁避让的情况下,开展地质灾害气象预警,不失为一种宏观层面简单、经济、有效的重要防灾减灾手段。

2 预警技术和方法

预警信息由预警范围、预警时间和预警等级 3 个要素构成。其中预警范围根据降雨范围圈划;预警时间以降雨时间为基础,参考地质灾害的滞后性确定;预警等级的确定和划分,目前国内常用的有图层叠加法和指数法(栅格法),均是基于区域地质环境条件和过程雨量开展评价或计算,虽然方式有异,效果是异曲同工。

因指数法涉及空间网格划分、网格赋值计算等,计算略为复杂,在尚未实现自动化预警的情况下,江西省预警等级划分采用图层叠加法。图层叠加法根据预报雨量等级叠加地质环境条件图层(地质灾害易发程度分区图)确定预警等级(图 1),具体叠加分析见表 1—表 4。预警等级划分是预警信息制作的技术核心,根据时间先后,大致经历了 3 个阶段,概述如下。

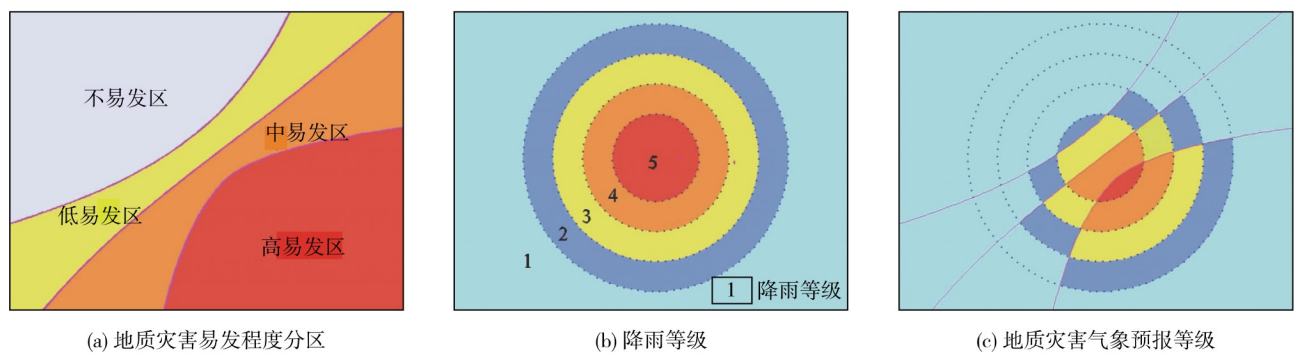


图 1 地质灾害气象预报模型

Fig. 1 Meteorological forecast model of geo-hazards

表 1 预报降雨量等级划分(五级划分法)^[16]

Table 1 Grading of forecasting rainfalls (five-grade classification)^[16]

划分项目	划分结果				
过程降雨量/mm	<50	50~170	170~250	250~320	≥320
日预报降雨量/mm	<30	30~60	60~100	100~150	≥150
降雨等级	1 级	2 级	3 级	4 级	5 级

注:降雨等级根据过程降雨量及日预报降雨量取大值。

表2 地质灾害气象预报预警等级划分(五级划分法)^[16]Table 2 Grading of geo-hazard meteorological forecast and warning level (five-grade classification)^[16]

地质灾害 易发程度	降雨强度等级				
	1级	2级	3级	4级	5级
高易发	一级	二级	三级	四级	五级
中易发	一级	一级	二级	三级	四级
低易发	一级	一级	一级	二级	三级
不易发	一级	一级	一级	一级	二级

表3 降雨强度等级划分(四级颜色划分法)^[17]Table 3 Grading of rainfall intensity (four-grade color classification)^[17]

划分项目	划分结果			
过程降雨量/mm	50~170	170~250	250~320	≥320
日预报降雨量/mm	30~60	60~100	100~150	≥150
降雨强度等级	4级	3级	2级	1级

注:降雨强度等级根据过程降雨量及日预报降雨量取最大值。

表4 地质灾害气象预警等级划分表(四级颜色划分法)^[17]Table 4 Grading of geo-hazard meteorological warning (four-grade color classification)^[17]

地质灾害 易发程度	降雨强度等级			
	4级	3级	2级	1级
高易发	蓝色	黄色	橙色	红色
中易发	不发布	蓝色	黄色	橙色
低易发	不发布	不发布	蓝色	黄色

2.1 无预警等级划分阶段(2002年)

2002年为江西省预警信息制作元年。预警信息根据气象部门提供的预报雨量叠加江西省地质灾害区划图(1:75万,2000年)^[18]形成。由于缺乏具体的预警等级划分标准或参照,预警信息只明确了预警范围和预警时间,未有预警等级划分(图2)。预警文字中多以“可能发生地质灾害”作为预警描述。对于极端强降雨天气,则补充“有的灾情可能比较严重”或“局部地段灾情可能比较严重”的描述。

2.2 五级预警等级划分阶段(2003年—2012年7月13日)

参照国家地质灾害预警等级划分方法^[16],结合江西省降雨特征和地质环境条件,江西省地质灾害预警等级可划分为五级:一级为可能性很小,二级为可能性较小,三级为可能性较大,四级为可能性大,五级为可能性很大。其中,三级在预报中为注

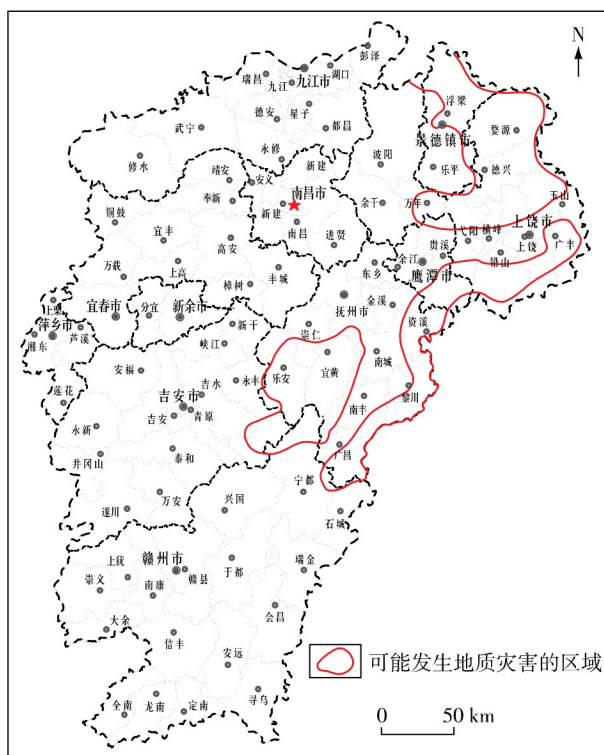


图2 江西省2002年第1期(6月13日—6月17日)预警信息

Fig. 2 The 1st warning information (June 13 to June 17) in 2002, Jiangxi Province

意级,四级在预报中为预警级,五级在预报中为警报级(图3)。预报降雨量参考江西省各降雨量段的频率和致灾性,按过程降雨量和日预报降雨量划分为5个区段。早期的地质环境条件图层仍采用江西省地质灾害区划图(1:75万,2000年)^[18]作为叠加图层,2009年开始采用“江西省地质灾害防治规划(2009—2020)研究报告”^[19]的易发程度分区图作为叠加图层。

2.3 四级预警等级划分阶段(2012年7月15日—2019年年底)

从2012年第21期预警(2012年7月15日)开始,采用颜色进行预警等级标识和划分(表3,表4,图4)。预警等级由弱到强分别为蓝色、黄色、橙色、红色^[17],按降雨强度区段分别对应五级预警等级划分中的二级、三级、四级、五级,略去了原有的一级预警等级。

2013年第2期(2013年4月28日)按照对应关系仍采用原有描述,以“可能性”为基础,按很大、大、较大分别描述红色、橙色、黄色预警等级。2013

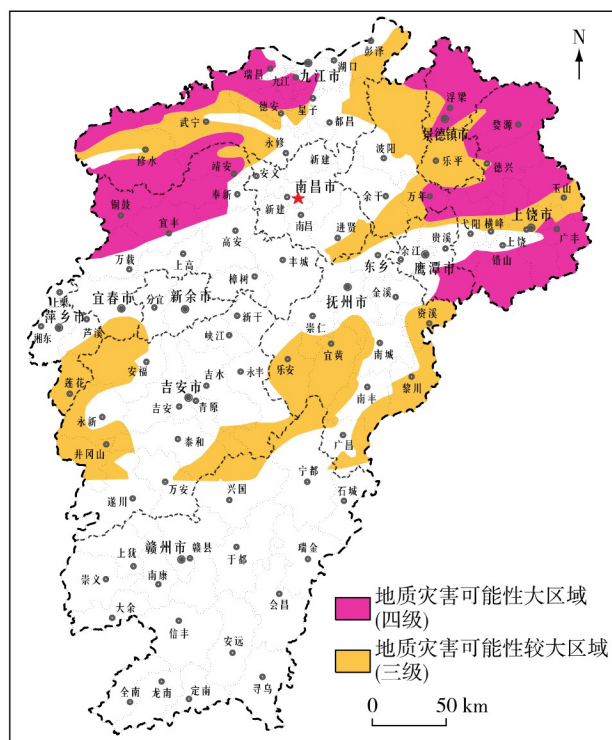


图 3 江西省 2003 年第 2 期(6 月 24 日—6 月 27 日)预警信息

Fig. 3 The 2nd warning information (June 24 to June 27) in 2003, Jiangxi Province

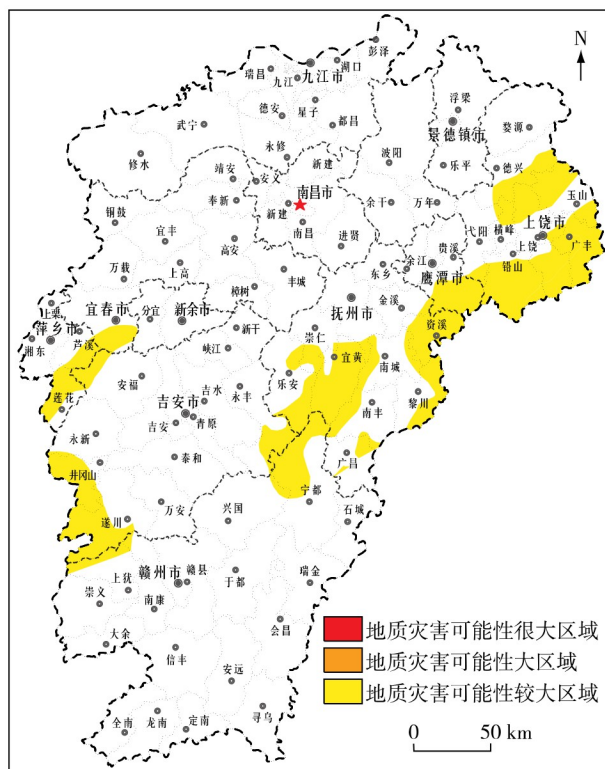


图 4 江西省 2013 年第 20 期(7 月 15 日—7 月 17 日)预警信息

Fig. 4 The 20st warning information (June 15 to June 17) in 2013, Jiangxi Province

年第 3 期(2013 年 5 月 14 日)开始采用《江西省突发地质灾害应急预案》^[20]确定的等级描述:红色预警,发生地质灾害的风险很高;橙色预警,发生地质灾害的风险高;黄色预警,发生地质灾害的风险较高;蓝色预警,有发生地质灾害的一定风险。地质环境条件图层替换为“江西省县(市)地质灾害调查与区划综合研究报告”^[21]形成的易发程度分区图。

3 预警信息制作与发布

3.1 预警信息制作

根据气象部门提供的预报雨量数据,由预警信息制作单位初步确定预警区域和预警级别,完成预警信息初稿,必要时与气象部门会商确定。预警信息包括文字和图件两部分。预警文字包括降雨趋势预报、预报依据,可能发生地质灾害的时间、区域和预警等级,可能受威胁的对象及防治建议等内容;预警图件标示可能发生地质灾害的时间、区域和预警等级。

根据历年的预警信息对比,可以发现如下特征:一是预警等级的划分由无到有;二是预警信息

文字描述由较为简单转向丰富,图件由粗线条(如 2002 年的预警信息范围仅以线条勾绘)转向精细化;三是预警时间的精准化,从 2004 年第 2 期预警开始,预警时间由“日”改为“时”进行描述;四是预警范围发生调整,早期预警信息不反映较低等级(一级和二级)的预警范围,从 2013 年第 4 期开始在图面和文字出现蓝色预警(三级以下)等级范围,从 2014 年第 3 期开始将最高等级为蓝色的预警信息列入考虑发布范围。

3.2 预警信息发布

经审签后的预警信息,由江西省自然资源厅(原江西省国土资源厅)和气象部门联合发布。早期信息发布的渠道主要是电视台的气象节目、电话、传真、广播等,后来增加了网络、电子邮件、短信等方式,目前 QQ、微信也纳入预警发布和传递范畴,信息的受众也由宽泛兼顾向预警区的村镇责任人和群测群防员精准传递。

预警信息发布后,将对气象和地质灾害发展趋

势进行跟踪、分析和研判,必要时对预警信息进行调整,按程序审签发布。为减少不必要的工作流程,一般情况下预警周期结束后,预警信息自动解除;必要时,按程序审签后发布解除预警。

4 预警成果

4.1 预警信息数量

2002—2019年年底,江西省共发布省级地质灾害气象预警信息 298 期次。

(1)预警等级分布。按期次的最高预警等级计算,其中红色(或五级)预警 9 期,橙色(或四级)预警 80 期,黄色(或三级)预警 190 期,蓝色预警 15 期,

无等级预警 4 期。数量分布趋势以黄色(或三级)为主,橙色(或四级)次之,红色(或五级)较少。早期蓝色(或小于三级)预警原则上不对外发布,但是随着对预警工作的重视,2014 年以来,共发布 15 期蓝色预警,其中 2019 年发布 10 期,成为当年数量最多的预警等级(图 5)。

(2)年度分布。2002—2005 年为预警发布的尝试阶段,这 4 个年度发布的预警较少(共 17 期),但总体预警等级较高,以四级(橙色)预警为主,对预警信息的发布持审慎态度。2006 年开始,预警信息数量有较大程度增长,最多的年份(2010 年和 2016 年)发布预警信息 32 期,最少的年份(2013 年)也发布了 9 期(图 5)。

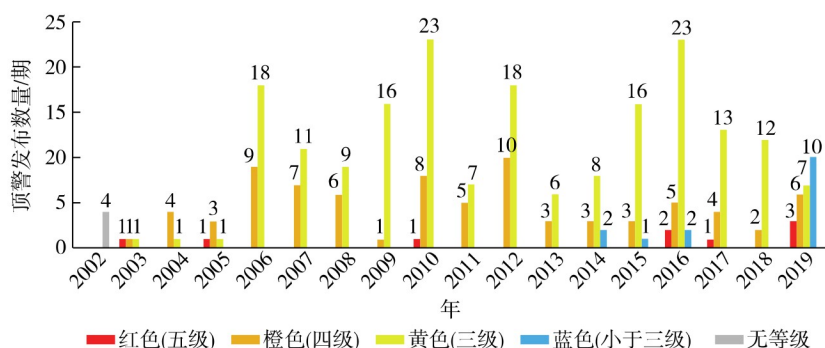


图 5 江西省预警信息等级及年度分布图

Fig. 5 Warning information level and annual distribution in Jiangxi Province

(3)月度分布。地质灾害的分布与强降雨呈显著相关。根据已发布的 298 期次预警信息统计,地质灾害预警信息在每年的 4—7 月(汛期)为高发期,约占总期次的 87.25%;5 月和 6 月分别约占总期次的 21.48%和 39.26%,为预警发布的高峰月;8—10 月季节性降雨减少,预警信息发布主要受台风影响,发布数量相对较少;3 月可能因汛期提前而发布预警,如 2019 年因汛期提前在 3 月份发布了 5 期预警,但预警等级较低;11 月至次年 2 月为枯水季,发布预警数量极少,其中 11 月和 12 月无预警信息发布记录(图 6)。

4.2 预警准确率评价

4.2.1 评价方法

采用预警效果评价方法中常用的命中率、漏报率、空报率^[13-14]3 个指标进行评价。命中率(P_{ht})表达的是预警区范围内准确预报的地质灾害点所占比例,定义为地质灾害预警区内灾害点数(N_A)与研究区内灾害点总数($N_A + N_B$)的比值,用公式表

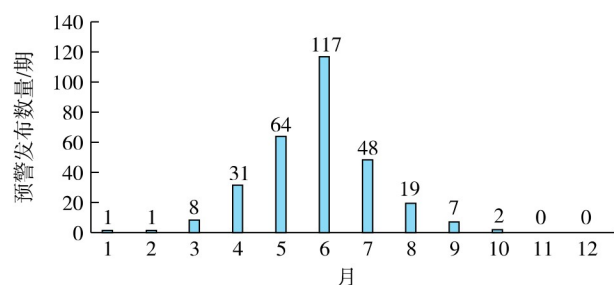


图 6 2002—2019 年江西省预警信息月度分布情况

Fig. 6 Monthly distribution of warning information in Jiangxi Province from 2002 to 2019

达为

$$P_{ht} = \frac{N_A}{N_A + N_B} \quad (1)$$

漏报率(P_{ut})表达的是预警区范围外未能准确预报的地质灾害点所占比例,定义为地质灾害预警区外灾害点数(N_B)与研究区内灾害点总数($N_A + N_B$)的比值,用公式表达为

$$P_{\text{ut}} = \frac{N_B}{N_A + N_B} \quad (2)$$

空报率(P_{ft})表达的是某级别预警区内没有灾害发生的预警单元面积($S-S_A$)与预警区总面积(S)的比值,用公式表达为

$$P_{\text{ft}} = \frac{S-S_A}{S} \quad (3)$$

4.2.2 有关说明

(1)因 2011 年前未建立明确的地质灾害报送制度,本文仅对 2011—2019 年发布的 172 期预警按命中率、空报率 2 个指标进行准确率评价。漏报率与命中率之和为 100%,因此漏报率不再赘述与计算。

(2)部分灾害点坐标有偏差,且预警成图比例尺小(1:200 万)。因此,将预警区界限外附近的灾害点也纳入预警区计算。研究区以江西省行政区划范围计算。

(3)仅计算崩塌、滑坡、泥石流 3 个类型灾害,与强降雨无关的地面塌陷等不纳入计算范围。

(4)对面积或跨度很大的预警单元,计算面积时根据灾害点的分布进行了适当的分割。

(5)当研究区内灾害点总数($N_A + N_B$)为 0 时,命中率(P_{ht})按 0 计算。

4.2.3 评价结果

由于计算的预警期次较多,对 2011 年以来 172 期预警命中率和空报率再以年为单位进行了平均值计算(图 7)。根据计算结果,预警的整体命中率(平均值 0.51)尚可,但空报率(平均值 0.71)较高。其中有 25 期次预警命中率为 100%,有 48 期次预警(蓝色 9 期,黄色 33 期,橙色 6 期)为空报,即命中率为 0,空报率为 100%。导致空报率较高的原因主要有两点:一是降雨的时间、范围、强度等预警前置条件发生变化导致空报;二是人为扩大预警区范围,增加了空报的概率,但扩大预警区范围在一定程度上会增加命中率值,两者存在一定的此消彼长关系(图 7)。

4.3 防灾减灾预警成效

预警信息的发布为提前转移可能受威胁群众的生命及财产安全争取了宝贵时间。成功预报的数量和避免可能伤亡人数情况是检验预警效果的重要考核因素。2002—2019 年年底,江西省共统计地质灾害成功预报事件 856 起,避免可能伤亡人数 8 885 人,远高于同期因地质灾害人员伤亡人数 978

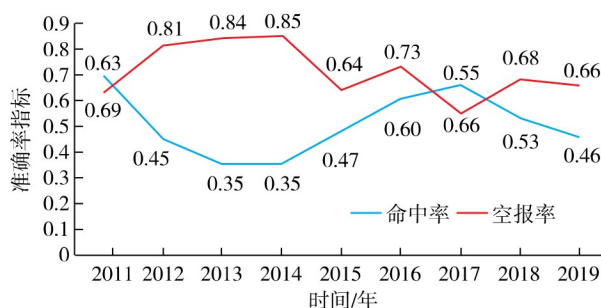


图 7 江西省 2011—2019 年预警准确率指标年平均值

Fig. 7 Annual average of warning accuracy index in Jiangxi Province from 2011 to 2019

人(表 5),预警成效显著。

对 2006 年 27 期次预警信息分析,实际发生地质灾害的主要集中时间、区域与预警的时间、区域基本一致^[22]。根据江西省气象台 2015 年开展的预警效益评估,预警服务效益贡献率为 44.03%,减少人员伤亡贡献率为 67.76%^[23]。根据历年数据对比结果,发现江西省地质灾害死伤人数、灾害损失呈显著下降趋势(表 5)。

4.4 成功预警案例

(1)2002 年 6 月 13 日,宜黄县地质灾害防灾预案中的黄陂镇丰产村丰产组滑坡隐患点,在接到地质灾害短期预报后,组织撤离了受威胁的 11 人。6 月 16 日,滑坡快速下滑,推倒了 3 栋 18 间房屋,未造成人员伤亡。

(2)2002 年 6 月 18 日,永丰县地矿部门接到地质灾害短期预报后在汛期地质灾害巡查中,发现沙溪镇坪上村白沙潭村小组的村后山体开裂,随时可能下滑成灾,当地政府及时组织受威胁的 8 户 30 人和重要财产转移。7 月 1 日,村后约 4 500 m³ 土石下滑,推倒房屋 20 余间,未造成人员伤亡。

(3)2006 年 6 月,黎川县国土资源局和熊村镇政府接到地质灾害气象预报后,在巡查中发现邱源村武林峰村小组滑坡隐患点有活动迹象。6 月 4 日前将全村 17 户 71 人安全撤出,6 月 6 日凌晨发生山体滑坡,5 万余立方米的泥沙在暴雨中倾泻而下,掩埋了 38 间房屋,冲毁农田 200 余亩,直接经济损失 50 余万元,未发生人员伤亡。

(4)2008 年 6 月 13 日,安远县天心镇政府接到地质灾害预警信息后,于当日上午 10 时,在持续强降雨的情况下,该镇紧急启动转移和疏散群众方

案,镇村干部组织受地质灾害威胁的群众进行转移和疏散。11 时 50 分,最后 1 户被转移出危险区,10

分钟后,该户房后的山体发生滑坡,滑坡体将房屋全部掩埋,该户成功脱险^[24]。

表 5 江西省地质灾害灾情^[1]及成功预报统计
Table 5 Statistics of geo-hazards^[1] and successful forecasts in Jiangxi Province

时间/年	预警数量/期	地质灾害				成功预报	
		数量/起	死亡人数/人	受伤人数/人	经济损失/万元	数量/起	可能避免伤亡人数/人
2002	4	19 872	84	539	83 300.00	52	249
2003	3	1 727	11	8	1 631.00	20	106
2004	5	173	7	1	423.00	41	300
2005	5	2 749	29	17	29 106.00	97	938
2006	27	4 389	14	13	6 876.00	57	945
2007	18	1 314	18	6	1 396.95	31	306
2008	15	826	11	5	1 620.28	27	214
2009	17	197	8	2	1 860.90	12	118
2010	32	8 998	39	81	53 966.32	350	3 249
2011	12	660	3	2	4 077.44	19	176
2012	28	636	3	2	3 034.52	14	100
2013	9	281	3	3	1 395.11	2	35
2014	13	348	15	2	1 376.92	6	141
2015	20	2 470	12	6	8 598.28	69	1 218
2016	32	386	10	3	2 583.25	14	463
2017	18	321	5	5	1 856.49	18	165
2018	14	133	0	2	555.16	3	19
2019	26	854	7	2	5 610.41	24	143
合计	298	46 334	279	699	209 268.00	856	8 885

5 问题与展望

5.1 主要问题

(1)预警未实现自动化。江西省作为全国最早开展省级地质灾害气象预警的省份,目前预警信息却仍停留在手工制作阶段,工作手段已远落后于其他地质灾害重点防治省区,且预警信息的手工制作将制约精细化预警和短临预警的发展。

(2)现有预警等级划分已出现不适用情况。《江西省突发地质灾害应急预案》^[20] 预警等级划分主要存在 3 处不适用的地方:一是对前期降雨的时间范围、降雨量的计算取舍等未有规定。虽然在实际预警信息制作时会考虑前期降雨量的影响,但全凭制作人员依据主观经验而定,导致不同制作人员制作的预警信息可能存在等级和范围差异;二是降

雨强度过程划分较简单,仅分为过程降雨量和日(24 h)降雨量,但过程降雨量(时间跨度多从 1 天到 4 天)的降雨量等级范围差异较大,应细化过程降雨量的时间和雨量划分,如按 24 h、48 h、72 h、≥96 h 等进行划分,以实现降雨量划分的平缓衔接;三是未规定 3 h、6 h、12 h、18 h 等短临强降雨雨量的等级划分,短临预警目前无据可依。由江西省应急管理厅修订的《江西省突发地质灾害应急预案(2020 年 6 月)》^[25] 则直接删除了雨量等级划分等内容。

(3)未制定预警校验要求。预警校验是预警工作的后评价,是降雨过后对比实际的降雨量、范围和时间,结合地质灾害发生的时间、范围、规模、灾情等情况,对发布的预警信息时间、范围、等级等要素进行验证,记录有关问题和注意事项及校勘存在的误差,为后续预警积累宝贵经验。截至 2019 年年

底,江西省尚未制定预警校验要求。

5.2 工作展望

(1)预警自动化。虽然预警信息的制作流程及内容都较为简单,但自动化制作可以实现更精准的分析 and 研判,减少人为主观性的干扰,为推进精细化预警和短临预警夯实基础。2013年,原江西省国土资源厅部署“江西省地质环境信息化建设项目”,将预警自动化纳入建设内容。截至2019年12月底,预警自动化建设已开展测试和试运行工作。

(2)预警精细化。现有预警信息勾画的预警区范围多在数百平方千米至数千平方千米,与县级行政单位面积大体相当。在目前没有具体预警准确率分析或考核指标的前提下,似乎是预警区范围越大,准确率越高,但是也意味着大范围的预警响应区需大量基层工作的投入。因此,有必要开展预警的精细化工作,这也是预警工作的重要发展方向。

2015年,江西省气象台和江西省地质灾害应急中心合作开展了“江西省地质灾害气象预警精细化技术与示范区建设”项目,在江西省修水县、瑞昌市、广丰县、永新县、宜黄县、崇义县、寻乌县各选择1个乡镇作为示范区,开展精细化预警研究与建设,但项目进展缓慢,效果有待验证。

(3)短临预警。现有的预警时间跨度多为1~4天,最短预警时间为24 h。但是,过程降雨的降雨时间(或强降雨时间)往往集中在几个小时内,导致地质灾害突发、多发和群发。因此,在过程降雨中加密短临预警能起到突出提示的作用。另外,突发性的雷暴雨等天气,短临预警非常必要。2017年7月2日和8月9日,江西省地质灾害应急中心尝试性地发布了1期12 h和1期6 h的短临预警,但预警效果有限。目前,短临预警已列入预警工作计划,对于短临预警的等级划分已有初步考虑,有望成为日常预警工作的组成部分。

6 结论

(1)江西省省级地质灾害气象预警工作历经十余年的发展,预警等级划分经历了无预警等级、五级预警等级和四级预警等级3个阶段。

(2)2002年至2019年年底,江西省共发布预警信息298期,每年4—7月(汛期)为预警信息高发期。预警命中率尚可,但空报率较高。成功预报地质灾害事件856起,避免可能的伤亡人数为8 885

人,预警成效显著。

(3)地质灾害气象预警工作主要存在的问题为预警信息仍为手工制作,预案对预警等级划分已出现不适用情况,未制定预警校验要求等。后期预警工作将向自动化、精细化、短临预警方向发展。

参考文献

- [1] 刘云,康卉君.江西崩塌滑坡泥石流灾害空间分布特征分析[J].中国地质灾害与防治学报,2020,31(4):107-112.
- [2] 李晔,张淑月.地质灾害预警明起在央视发布[N].中国气象报,2003-05-31(4)[2019-11-20].
- [3] 严春银,袁正国.江西将发地质灾害风险预报[N].中国气象报,2002-06-06(1)[2019-11-20].
- [4] 温铭生,刘传正,陈春利,等.地质灾害气象预警与减灾服务[J].城市与减灾,2019(3):9-12.
- [5] 刘艳辉,刘传正,温铭生,等.中国地质灾害气象预警模型研究[J].工程地质学报,2015,23(4):738-746.
- [6] 郭富赟,宋晓玲,谢煜,等.甘肃地质灾害气象预警技术方法探讨[J].中国地质灾害与防治学报,2015,26(1):127-133.
- [7] 朱映橙,李益敏,魏苏杭.怒江州滑坡地质灾害气象预警模型研究[J].云南大学学报(自然科学版),2016,38(4):610-619.
- [8] 温智熊,蓝俊康,梁一敏.广西龙胜县崩塌和滑坡地质灾害的气象预警预报[J].桂林理工大学学报,2018,38(3):464-468.
- [9] 德庆卓嘎,张国平,胡骏楠,等.西藏公路交通地质灾害气象预警[J].中国地质灾害与防治学报,2018,29(4):121-129.
- [10] 张国民,刘杰,石耀霖.年度地震预报能力的科学评价[J].地震学报,2002,24(5):525-532.
- [11] 矫梅燕.关于提高天气预报准确率的几个问题[J].气象,2007(11):3-8.
- [12] 倪化勇.地质灾害预报预警水平的评价[J].中国地质灾害与防治学报,2006,28(2):130-133.
- [13] 温铭生,王连俊,连建发,等.区域地质灾害气象预警效果评价[J].工程地质学报,2011,19(6):839-843.
- [14] 刘传正,刘艳辉,温铭生,等.中国地质灾害区域预警方法与应用[M].北京:地质出版社,2009.
- [15] 刘云,刘修奋.江西省地质环境图系编制项目成果报告[R].南昌:江西省地质灾害应急中心,2019.
- [16] 刘传正,温铭生,唐灿.中国地质灾害气象预警初步研究[J].地质通报,2004,23(4):303-309.
- [17] 刘传正,刘艳辉,温铭生,等.中国地质灾害气象预警实践:2003—2012[J].中国地质灾害与防治学报,2015,

- 26(1):1-8.
- [18] 刘修奋,白细民.江西省1:50万环境地质调查报告(1996.4—2000.9)[R].南昌:江西地质工程勘察院,2000.
- [19] 白细民,刘修奋.江西省地质灾害防治规划(2009—2020)研究报告[R].南昌:江西省勘察设计研究院,2009.
- [20] 江西省自然资源厅.江西省突发地质灾害应急预案[S].南昌:江西省自然资源厅,2013.
- [21] 甘增亮,刘修奋.江西省县(市)地质灾害调查与区划综合研究报告[R].南昌:江西省地质环境监测总站,2010.
- [22] 周玉才,雷万荣,余广文,等.江西省地质灾害-气象预警预报系统研究[J].中国地质灾害与防治学报,2008,30(2):67-70.
- [23] 唐春燕,朱星球.江西省地质灾害气象监测预警服务效益评估[J].江西科学,2015,33(5):666-670.
- [24] 彭晔,纪仁刚.预报预警在地质灾害防治中的应用[J].资源调查与环境,2009,30(1):62-65.
- [25] 江西省应急管理厅.江西省突发地质灾害应急预案(2020年6月)[S].南昌:江西省人民政府办公厅,2020.

Analysis on the meteorological early warning of geo-hazards in Jiangxi Province from 2002 to 2019

LIU Yun¹, KANG Hui-jun²

(1. Jiangxi Provincial Geological Disaster Emergency Center, Nanchang 330025, China;

2. NO. 268 Brigade of Jiangxi Nuclear Industry Geological Bureau, Shangrao 334700, China)

Abstract: Jiangxi is one of the main Provinces with high frequency of geological disasters in China. In 2002, the former Department of Land and Resources of Jiangxi Province, in cooperation with Jiangxi Meteorological Bureau, issued the country's first provincial meteorological warning product of geological disasters in China in the weather forecast program of Jiangxi Satellite TV for the first time. After over ten years of development, the provincial geol-hazard meteorological early warning work in Jiangxi has been divided into three stages by layer overlapping method: no early warning, five-grade warning and four-grade warning, with the more accurate warning message. Since 2002, a total of 298 alerts have been issued, including 9 red (Grade-5) alerts, 80 orange (Grade-4) alerts, 190 yellow (Grade-3) alerts, 15 blue alerts and 4 non-grade alerts. From 2002 to 2005, there were a few warnings issued during the trial period. Since 2006, the number of alerts issued has increased considerably. Since 2002, remarkable early warning effect has been achieved with 856 geological disasters successfully predicted and 8 885 possible casualties avoided. The statistics on the annual average of early warning hit rate and false prediction rate of 172 alerts since 2011 show that the hit rate is acceptable, but the false prediction rate is high. The main problems in early warning work are that the early warning information is still hand-made, the warning classification is not applicable to preparedness plan, and no warning calibration requirements are established. The later warning work will develop to automation, refinement and short impending warning.

Key words: geo-hazard; meteorological early warning; Jiangxi Province