

舟曲县特大泥石流灾害发生的深层原因及预警防范

束锡红¹, 杨荣斌²

(1. 北方民族大学 社会学与民族学研究所, 宁夏 银川 750021; 2. 北方民族大学 文史学院, 宁夏 银川 750021)

摘要: 舟曲县“8·8”特大泥石流灾害的发生造成了巨大的人员伤亡和财产损失。从该次特大泥石流灾害发生的地质条件入手, 分析了诱发泥石流的两点主要原因——不可抗力的自然因素和人为因素的破坏。进而得出舟曲县特大泥石流灾害发生的深层原因, 并提出了具有针对性的预警、监测和应急措施。建议构建综合预警防范机制, 以便从根本上防范此类地质灾害的再次发生。

关键词: 舟曲县; 泥石流灾害; 深层原因; 预警防范

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2012)05-0018-05

中图分类号: U418.5+6

Deep Causes and Prevention of the Catastrophic Debris Flow in Zhouqu County

SHU Xi-hong¹, YANG Rong-bin²

(1. *Institute of Sociology and Ethnology, Beifang University for Nationalities, Yinchuan, Ningxia, 750021, China;*
2. *School of Literature and History, Beifang University for Nationalities, Yinchuan, Ningxia 750021, China*)

Abstract: The catastrophic debris flow disaster occurred in Zhouqu County in August 8, 2010 caused great casualty and property damage. Survey, empirical analysis and inductive inference were made to investigate the causes of the Zhouqu debris flow disaster by analyzing the geological conditions of the debris flow. Two main causes were the natural factors like mountain collapse by earthquake, strong rainstorm suddenly occurred in a particular place and antecedent severe drought, and the human factors like disordered exploitation, poor flood control engineering quality and unreasonable urban development planning. Thus, the deep causes were derived, i. e., the lacks of the environmental evaluation, early warning system and mechanisms for disasters, and consciousness for preventing and reducing disasters. The measures for prevention are put forward, i. e., early warning, accurate monitoring and rescuing emergency. The establishment of the comprehensive system of early warning and prevention may fundamentally prevent the recurrence of similar geologic hazards.

Keywords: Zhouqu County; debris flow; deep cause; warning and prevention

1 “8·8”舟曲县特大泥石流灾害的发生与灾情

舟曲县位于甘肃省东南部的白龙江中上游, 地理坐标为东经 103°51′—104°45′, 北纬 33°13′—34°01′, 西秦岭、岷山山脉呈东南—西北走向贯穿全县, 地势西北高, 东南低, 且地表落差大。区内大部分山地属于中、高山, 山地面积占全县总面积的 87.7%。海拔 1 173~4 505 m, 多在 2 000 m 以上, 山坡坡度多大于 50°。年降水量 400~800 mm, 局地暴雨频发, 且降水时空差异大, 西南多于东北。夏季降雨量占全年降水

总量的 50% 左右, 多以连阴雨、大雨和暴雨的形式出现。地层岩性多为泥盆系石英砂岩、页岩、千枚岩、灰岩, 以及第四系的泥石流堆积物、重力堆积物、残坡积物和黄土^[1]等松散堆积物, 岩体软硬相间, 松脆易风化, 地表风化强烈, 极易引起崩塌、滑坡及泥石流等地质地貌灾害, 是长江上游著名的滑坡及泥石流多发区。全县滑坡及泥石流隐患点共有 134 处, 仅两河口至县城 12 km 的路段两侧就有 13 处灾害性滑坡和 12 条灾害性泥石流沟道^[2]。

2010 年 8 月 7 日 23 时, 舟曲县因局地突发强降雨诱发特大山洪泥石流, 40 min 降雨量达 97 mm。

收稿日期: 2012-03-19

修回日期: 2012-05-21

资助项目: 国家民委基金项目“舟曲特大泥石流灾害发生的深层原因探析及灾后重建对策研究”(2011-GM-031)

作者简介: 束锡红(1964—), 女(汉族), 江苏省无锡市人, 教授, 博士, 主要从事社会学、民族学等领域研究。E-mail: shuxihong@163.com。

通信作者: 杨荣斌(1981—), 男(回族), 江苏省镇江市人, 讲师, 博士, 主要从事民族学等领域研究。E-mail: yrb1517@sohu.com。

县城北面的三眼峪、罗家峪分别出现大规模的泥石流下泄,大量的泥石流由北向南直接冲向城区。泥石流长约 5 km,平均宽度 300 m,平均厚度 5 m,总体积 $7.50 \times 10^6 \text{ m}^3$ 。泥石流冲毁大量房屋和街道,并直接

冲进白龙江,形成回水约 3 km 长的堰塞湖,堰塞湖最大水深 9 m,蓄水量约 $1.50 \times 10^6 \text{ m}^3$,水位比平时高出 3 m,淹没了舟曲县内 2/3 的区域,半个县城被夷为平地(表 1)。

表 1 舟曲县特大泥石流灾害区范围

灾害分区	受损程度	灾害涉及区域	受损面积/ km^2
极重区域	受到山洪泥石流正面冲击和淤泥严重淤积,造成房屋、基础设施和农田等毁损严重的区域	城关镇的三眼村、月圆村、南街村、瓦厂村、东城社区、西城社区和北街村大部、东街村大部、北关村部分、罗家峪村部分	1.2
严重区域	受积水和淤泥长时间浸泡,造成房屋和基础设施严重受损的区域	城关镇的西关村、西街村大部和江盘乡的南桥村、河南村部分地区	0.2
一般区域	房屋和基础设施等受到山洪泥石流影响而轻度受损的区域,以及白龙江面受泥石流堰塞体淤积和填埋区域	城关镇的锁儿头村、真牙头村、沙川村等村的部分地区	1.0

根据国家减灾委专家委员会和民政部国家减灾中心的《甘肃舟曲特大山洪泥石流灾害评估报告》,此次灾害范围涉及面积约 2.4 km^2 (表 1),水毁农田 $1\,417 \text{ hm}^2$,受灾总人口达 9 412 户,4.7 万人,其中重灾 6 025 户,226 470 人,死亡 1 493 人,失踪 272 人。据初步核算,直接经济损失高达 129.06 亿元。

2 舟曲县特大泥石流灾害发生的基本原因

诱发“8·8”舟曲县特大泥石流发生的基本原因有两点:一是不可抗力的自然因素,即地震震松山体、瞬间性局地强降雨,以及前期的严重干旱等。二是人为因素的破坏,包括生态的无序开发和严重破坏、基础防洪工程质量低、城市发展规划不合理等。

2.1 不可抗力的自然因素

2.1.1 舟曲县属地震的重灾区,地震导致了舟曲县城周边山体松动、岩层破碎,加重了当地岩层的不稳定性

“5·12”汶川地震强度为里氏 8.0 级,破坏强度高,波及范围广。舟曲县是汶川地震灾区的一部分,强震导致舟曲县城周边山体大范围松动,岩层破碎,而在自然条件下,岩体重归稳定至少需要 3~5 a 时间。因此,汶川地震是造成舟曲县“8·8”特大山洪泥石流发生的重要影响因素之一。同时,舟曲县本身就处在地震活跃地带,位于西秦岭构造带西延部分,受印支、燕山和喜马拉雅山等多期造山运动影响,区内构造复杂,断裂发育,褶曲强烈,岩体松动破碎。

舟曲地区地质断裂主要表现为左旋走滑性质,兼有挤压逆冲活动,地质和地形条件屡屡发生改变,直接松动斜坡岩土体,破坏岩土体结构和稳定性,造成大面积的滑坡和崩塌,形成了巨量的松散固体物质,或堆积

在斜坡上,或进入沟道,成为形成泥石流的巨量固体物质来源。所以在地震的作用下,原始地应力和附加引力向软弱夹层或软弱面集中,伴随强降雨的发生,沟道内堆积的大量松散泥沙石块产生滑动,易导致大规模泥石流灾害的发生。

2.1.2 局地性的突发性的强降雨,是诱发山洪、导致舟曲县“8·8”特大山洪泥石流灾害发生的直接外在因素。舟曲县年降水量 400~900 mm,多年平均降水量 434 mm,降水主要集中在 5—10 月,最大月降水量出现在 7—8 月,分别为 75.5 mm 和 74.7 mm^[3]。8 月 7 日的降雨过程是在高空冷空气东移南下的背景下,由低层切变线上产生的中尺度强对流暴雨云团加剧层结的位势不稳定引发的局部地区突发性强降雨。据舟曲县城气象站数据(表 2),自 8 月 7 日 22 时 57 分开始至零时降雨量已为 2.4 mm,最大降雨时段 0—1 时的降水量为 6.8 mm,持续 6 h 的整个降雨过程共降雨 12.8 mm。而位于县城以北的东山乡区域气象站监测到 23—24 时降雨量为 77.3 mm,超过暴雨级别,整个降雨过程延续 8 h,降雨量达 96.3 mm,超过了舟曲县 8 月份平均降水量。上述短历时降雨量远远超过了舟曲县三眼峪沟、罗家峪沟山洪灾害 3 h 临界雨强标准(45 mm/3 h)。

舟曲县域沟道内常年有地表径流,但在无大雨时地表径流小且稳定,若降雨量大、降雨历时长、降雨面积大,地表径流则会增大,即降雨强度愈大,所产生的洪峰流量也愈大。这次洪峰流量之大,且冲刷能力之强,不仅搬动了长期以来的松散堆积物,也搬动了巨大岩块,“8·8”泥石流发生后,沟口堆积岩块最大尺寸达十多米,重量上百吨。

表 2 舟曲县 8 月 7 日 21 时至 8 日 8 时降水实况

mm

区域	时间												合计
	21:00	22:00	23:00	0:00	1:00	2:00	3:00	4:00	5:00	6:00	7:00	8:00	
立节	—	3.0	0.7	0.7	0.3	0.1	0.1	—	—	—	—	—	4.9
武坪	—	—	0.7	—	—	0.1	0.3	0.2	—	—	—	—	1.3
东山	—	1.8	0.5	77.3	10.9	1.1	2.0	2.5	0.2	—	—	—	96.3
木耳坝	1.2	1.2	—	—	—	8.1	7.2	5.3	1.6	0.4	0.3	0.5	25.8
石门坪	—	—	—	2.4	23.5	2.0	1.7	0.5	0.5	—	—	—	30.6
峰迭	—	—	13.8	1.4	1.0	0.6	0.6	0.0	—	—	—	—	17.4
舟曲县城	—	—	—	2.4	6.8	0.7	1.7	1.1	0.1	—	—	—	12.8

2.1.3 “8·8”灾害发生之前,舟曲地区出现高温少雨,7月份还一度发生严重干旱,致使土质疏松、表层岩体出现干裂,对后来的雨水侵蚀有助长作用。舟曲县城附近山体多为强风化的板岩、泥岩等软岩,岩体比较破碎,部分山体裂缝暴露在外。长时间的高温干燥,推动了岩石的风化破碎。持续干旱造成土质疏松,使雨水容易进入,导致岩土体中孔隙水压力升高,土体抗剪强度降低,从而加速对山坡岩土体的软化、潜蚀、侵蚀和冲刷,这有利于泥石流的产生。

自 2009 年 8 月起出现的持续干旱,为“8·8”特大泥石流灾害埋下了隐患。由于持续高温少雨,2010 年 5—6 月春末夏初出现旱情,7 月初出现重度气象干旱。7 月下旬降水虽有所增加,但仍属中度气象干旱。干旱导致土质疏松,岩体、土体收缩,裂缝暴露出来,遇有较大降水极易导致滑坡、泥石流等地质灾害的发生。

2.2 造成生态破坏的人为因素

2.2.1 滥砍滥伐、烧山开田、过度开采 20 世纪 50 年代到 21 世纪初,舟曲县始终存在森林过度采伐问题,仅 1952—1990 年的 38 a 里,全县累计采伐森林 $1.27 \times 10^5 \text{ hm}^2$,森林覆盖率 1950 年之前为 67%,现下降到 2010 年的 20% 左右,森林面积减少了大约 $4.7 \times 10^4 \text{ hm}^2$,森林木材储量以 $1.0 \times 10^5 \text{ m}^3/\text{a}$ 的速度减少。林木的大量采伐使得地表大面积裸露,生态环境日趋恶化。此外,开垦坡地的行为也在严重地破坏植被,加剧地质环境的恶化。被开垦的林业用地不仅未能给当地群众带来实际经济效益,反而造成大范围的水土流失,加剧了滑坡和泥石流等地质灾害。

2.2.2 无序的开垦与建设 舟曲县是一个农业县,单一的产业结构模式迫使农民大量开垦陡地以扩大种植面积。近年来,平均每年增加农田 $2\,725 \text{ hm}^2$,县内各乡 40° 以下的坡地大部分被开垦。开垦面积越大,水土流失面积越大。舟曲县全县水土流失面积达 $1\,483.96 \text{ km}^2$,占土地总面积的 49.3%。2003 年以来,舟曲县委、县政府出台优惠政策招商引资,大力开发水力资源,广建水电站。2003—2007 年,舟曲县已有 41 个水电开发建设项目建成或在建,合计扰动地表面积达 322.83 hm^2 ,弃渣达 $3.83 \times 10^7 \text{ m}^3$,水土流失预测量

达 $7.49 \times 10^5 \text{ t}$ 。

2.2.3 城市化发展缺乏规划 近年来,随着经济的发展,舟曲县人口迅速增加。舟曲县城区人口从 1996 年的 2.14 万人增加到 2010 年的 4 万多人,许多农田被占用建设住宅楼,不仅县区出现拥挤,白龙江在此也变得相对狭窄,通洪能力受到很大限制。滑坡体上的居民用水、农田灌溉引水工程渠道的渗漏,及农田、林地灌溉等活动均会使地下水位上升,造成土体抗剪强度降低,山坡变形失稳,极易引发山体滑坡和泥石流等灾害。无序的城市化建设侵占了部分排洪沟,山体的稳定性被破坏,是造成巨大人员伤亡和重大财产损失的另一因素。

2.2.4 基础水利设施建设不完善 一方面,大量水电站的建设严重扰动了地表,成为泥石流发生的隐患。另一方面,防汛基础建设标准不高,且存在安全隐患,不能有效地应对特大泥石流的发生。灾害以前,三眼峪沟共建拦洪坝 4 座,“8·8”特大山洪泥石流发生时将其全部冲毁,仅有 1998 年建设的 1 座坝拦住 1 块重约 2 000 t 的巨石^[4]。水电站建设无限制,缺少应有的监管,拦洪坝无法起到有效地疏导作用。建设水电站抬高了水位,极易引起山体发生滑坡和泥沙流。为建水电站而开挖的土石方回填山沟,又为滑坡和泥沙流提供了松散物质材料。大量的不合理的水利工程建设扰动了地表,使本已松动的地表更易遭受泥石流、崩塌或滑坡以及水土流失等灾害。

3 泥石流灾害发生的深层原因

“8·8”舟曲县特大泥石流灾害的发生除了上述基本原因外,政府、专业部门以及群众对灾害的防范工作也存在诸多漏洞和不足,没有建立起有效的灾害防范体系,成为了“8·8”舟曲县特大泥石流灾害发生的深层原因。只有解决这些灾害发生的深层原因,今后才能做好对各种突发性灾害的预警防范工作。

3.1 地方政府在环境损害评估工作方面的缺失

目前,由某些自然因素引发的灾害仍然具有不可抗力,但是通过人们的努力,预防和减少这种具有不可抗力的自然灾害所造成的损失则是可能的。因此,地

方政府作为防范自然灾害的主体,要对由自然和人为的因素造成的环境损害程度及时作出正确评估,以防范于未然。“5·12”大地震发生后,舟曲县既是汶川地震灾区的一部分,又有本县地质构造的特殊性,且有频发地震和泥石流等灾害历史,应该及时组织专家对本县环境遭受损害的程度作出评估。然而,正是由于地方政府在环境损害评估工作方面的缺失,以及没能及时采取防范措施,使得“8·8”舟曲县特大泥石流的发生已不再是一个偶然的突发性事件,而是有一定的必然性。

3.2 专业部门在灾害预报预警制度和环境监测体系建设方面的缺失

目前,各级环境监测部门所开展的环境监测和管理工作,主要是针对工业、农业和城市环境污染,对区域性生态环境和大型自然灾害的监测还是比较薄弱的环节。“8·8”舟曲县特大泥石流的教训告诉我们,今后全国各地都应加强对区域生态环境和重大自然灾害的监管,并且在不同的地方应切实从实际出发,合理确定当地的环境监管重点,抓住主要矛盾,密切监管环境变化动态,搞好预报预警。舟曲县的监管重点应该是林草覆盖率的变化,水土流失量的变化,洪灾、泥石流、地震情况等。

3.3 官方和民众两方面防灾减灾意识的缺失

自然灾害有突发型和缓发型之分。滑坡、崩塌、泥石流等是山区地质灾害的主要类型,具有极强的突发性,往往会造成巨大损失。汹涌而来的泥石流猛于虎。舟曲县某些民众竟敢于挤占排水沟渠,在洪峰路径的边缘建设住房,足以说明这些群众防灾意识之淡薄。当地政府防灾减灾意识的缺失也是必须指出的。在“8·8”特大泥石流灾害发生之前已经多次出现,且为较长时段的高温少雨、气象干旱等异常情况。“久旱必有一涝”,当地官方对此天气变化的基本常识应是清楚的。在当初防旱抗旱的同时,政府有关部门就应该有防范涝灾、洪水、泥石流等突发性灾害的思想准备和应急预案。

4 舟曲县特大泥石流灾害综合预警防范体系的建立

4.1 舟曲县生态恢复与重建的相应对策

4.1.1 生态林业恢复建设 生态林业恢复建设是预防和治理舟曲县泥石流灾害的根本措施和手段,是恢复生态平衡的根本性途径。舟曲县生态林业恢复建设要注重生态效益与经济效益的兼顾,加快森林资源培育,加快国土绿化步伐。

首先,在林业资源保护方面,实施水源涵养林、封

山育林、爆破造林等绿化工程等综合措施,提高县域林木覆盖率、成活率,保护好现有植被。

其次,在林业资源恢复重建方面,综合考虑生态、经济、社会三要素,构建林业资源质量评价指标体系,对林业资源的受损程度进行合理诊断分类,根据受灾损失程度和生态区类型采用合理的技术途径进行植被恢复重建。并建立育苗基地,保障新造林种苗供应林地建设,注重树种的搭配,避免林木的品种单一,大力培育如荆条、马桑等适应白龙江河谷干旱区的优良乡土树种,保持林业资源的多样性,提高造林成活率。

同时,在林业资源的后续管理方面,构建林业资源动态管理信息系统,模拟各因素对林业资源的影响,及时对林业资源进行干预调控。在有效增加林地、未成林造林的同时,加大对林业资源管理的投入,完善林业资源保护和管理机制。

4.1.2 加强水利基础设施建设 舟曲县存在水电站无序开发、防汛水利工程建设标准不高等问题,是滑坡、泥石流等自然灾害爆发的一大隐患所在。一方面需要加强组织领导,制定严格的水利建设规章制度,严格按照可行性建设方案组织实施,层层抓落实,做到责任到位、工作到位。另一方面要高度重视水利建设项目的前期论证工作。水利部门不仅要在水利设施建设项目实施前编制好实施规划和年度实施计划,更要认真组织对项目的论证工作,确保建设项目具有科学性、合理性、可行性和安全性。再着,要加强区域水量调蓄能力建设,扭转盲目开发小水电的不良做法。综合治理古运河及内城河的水污染,严格制止盲目围垦,开展退田还水、疏浚河道等,加强堤防建设,实施河湖清淤和清除行水障碍工程,提高大堤的防洪标准,保证河流岸线稳定和行洪顺畅。

4.1.3 合理人居规划与建设 舟曲县人居规划布局和建设存在较为严重的不规范和无序性。灾后人居建设需要遵循人居建设可持续发展的趋势,把居住环境的重建与生态建设有机结合起来,同时充分考虑当地的地形、地貌特点,资源环境承载能力以及经济发展水平,对城镇规模、总体布局、居住用地、公共设施用地、道路交通、绿地和景观、环境保护进行科学论证和合理规划,做到科学选址,集约节约用地,并严格执行抗震设防标准和建设规范,实现城镇生态系统的动态平衡,从而调控人与自然的的关系。建设目标应是建成人居规划合理,人居环境优化,居住安全,生态特色鲜明,综合功能显著的新型人居社区。

4.1.4 水土流失防治措施 (1)要严厉查处、打击违法造成人为水土流失的行为,深入贯彻实施水土保持法,加强水土保持预防监督执法。(2)要对水土流失进

行动态监测,实行规范化和科学化的管理体制,建立区域水土流失监测网络和水土保持信息管理系统,及时掌握水土流失动态发展,全面控制人为水土流失。(3)要加强法制宣传力度,提高开发建设单位及广大群众对水土保持、水土保持法制意识,改变治理赶不上破坏的被动局面。(4)要消除产生新的水土流失根源,严把水土保持项目方案的审批、实施及竣工验收。(5)要引进新成果,建立高新技术示范基地,提高水土保持工作的科技含量。

4.2 舟曲县特大泥石流灾害综合预防及应急机制的建立

4.2.1 建立灾害的预警和应急管理机制 地方政府和相关职能部门应在灾害的预警、应急管理,以及灾害监测体系的建立和完善方面发挥主导作用。

(1) 县政府要切实履行灾害应急管理和指挥的职能,建立各级救灾应急指挥平台,进行统一指挥、果断决策和快速行动,发挥综合协调和信息沟通的功能。并且要不断强化部门之间,政府与民众之间的沟通和协调,部门各尽其职,政府与民众联动,共同做好灾害的预防预警和防灾减灾工作,一旦灾害发生,尽可能地把损失减少到最小。

(2) 建立和完善灾害监测体系。对导致灾害发生的因素和征兆进行持续的监测。在坚持进行灾害中长期预测的基础上,不断完善灾害短临前兆监测,注重监测大灾害丰富的前兆信息,建立点多面广的群测群防监测体系,进行有效监测并及时提供预警信息。

(3) 实行灾害预警等级制度。在对灾害前兆异常指标体系进行分析和研究的基础上,根据预警分析指标,制定相应的灾害预警等级制度,必要时发布灾害预警信息。根据不同的灾害预警等级,制定并细化相应的应急措施。

(4) 政府部门要进一步增强应急管理能力。首先,要对地质灾害隐患提前进行排查,制定转移避险预案,层层落实监测防范和应急责任,在全县范围内建立起地质灾害应急处置机制。其次,要加强灾害数据处理分析系统、灾害应急基础数据库和信息传输网络等系统的建设。同时,要对重要隐患点进行实时监控,并储备足够的生活物资,设置应急避险场所。

4.2.2 建立灾害预报预警机制 舟曲县灾后综合预防预警机制的建立,包括灾害监测、灾害预警、灾害信息发布以及气象专业人员的培养,灾害防范知识的宣传,各级防范意识的加强等诸多方面,需要在各级政府、各职能部门,以及广大人民群众的共同努力下完成。

(1) 充分利用卫星云图、天气雷达、自动气象站、区域气象站等各种监测信息,在汛期要严密监视天气

变化,做好强降水的监测和预报工作,特别是短时临近预报预警。

(2) 拓展气象灾害预警信息发布渠道,通过各种信息发布平台,及时、准确地发布预警信号,特别是短时临近预报预警信息。要确保各类天气监测预报预警信息及时传递到防灾减灾决策部门。要做到对气象灾害预警信息合理分发,需要分发到公众,要做到准确、快速、无误。要拓展气象预警信息的发布的途径和手段,需要通过电视、广播、电话、手机短信、互联网、街道电子屏幕等方式公布的,要做到及时发布。

(3) 要在完善专业气象设备的基础上,注重气象专业人才的培养,切实提高预报预警各类灾害的能力。

(4) 要加大预防气象灾害知识的宣传力度。通过各类宣传形式,不断扩大宣传覆盖面,积极而广泛地向社会各界宣传预防气象灾害的知识,以提高广大人民群众对气象灾害科学的认识,树立积极的气象灾害防范意识,并掌握必要的防灾减灾的技能。

(5) 树立人民群众参与防范的意识。积极动员民众密切注意天气变化,特别是要注意与降雨有关的气象预报,注意房前屋后山坡坡体及沟谷内水流夹带泥沙的变化情况,发现异常情况及时报告。

4.2.3 加强气候灾害的预报预警 在舟曲县灾害预报预警机制中,应根据舟曲县域恶劣气候极易导致泥石流灾害发生的特殊情况,加强对天气的预警和预报。

(1) 运用现代化气象装备,将雷达、卫星和自动站等监测手段配合应用,加强气候灾害的预警。在传统的气象地质灾害预测方法的基础上,结合数值预报及高分辨地理信息等先进科学技术,实现对舟曲县地区相关气候现象的格点化预报,建立时间和空间尺度上精细化到乡、镇一级的突发性气候灾害预警方法,发展和完善气候灾害预警机制。

(2) 提出具有普适性和可操作性的气候灾害预测方法。其中,通过降水量周期与泥石流活动周期叠加,对舟曲县暴雨型泥石流的活动性进行长期趋势预测。并要根据中短期天气预报数据,做好泥石流活动年份频次的态势预测,以及年内月或旬泥石流发生频次的中期预报。

(3) 及时、准确发布气象信息。利用县内气象部门提供的气象资料,采用将降雨综合指标作为天上系统预报要素,进行气象预报;建立泥石流沟技术档案资料,采用地面综合指标作为地面系统预报要素。根据最大雨强出现与泥石流暴发时间间隔的规律和特点等,预报泥石流灾害发生的可能性。

(下转第 144 页)

入岩溶含水层,使喀斯特地区地下水更容易受到人类活动的影响。本文初步探讨了贵州中部喀斯特山区城镇化对浅层地下水氮、磷的影响,就城镇化过程中喀斯特山区地下水氮、磷迁移转化还缺乏系统研究,需进一步进行空间和时间连续性变化的深入调查。

4 结论

在人类活动影响下,贵州中部喀斯特山区城镇化在从林区→农区→村寨居民区→城镇居民区的变化过程中,地下水氮、磷含量出现显著上升的变化。

(1) 调查区内浅层地下水中 NO_3^- 浓度变化范围为 1.18~43.6 mg/L, NH_4^+ 浓度变化范围为 0.017~0.290 mg/L, 其中村寨居民区浅层地下水中 NO_3^- , NH_4^+ 含量达Ⅲ类水质标准,城镇居民区 NH_4^+ 含量超过Ⅲ类水质标准。

(2) 调查区内浅层地下水中总磷含量变化范围为 0.012~0.682 mg/L, 其中城镇居民区、村寨居民区总磷含量超过直接影响水质的限值,对地下水体存在潜在的影响。

(3) 喀斯特山区城镇化造成地下水氮、磷含量增加,从而明显影响地下水的品质。在喀斯特山区发展城镇化的同时要兼顾地下水资源的保护。

[参 考 文 献]

[1] 贾亚男,袁道先,何多兴. 桂林东区土地利用变化对浅层岩溶地下水质的影响[J]. 西南师范大学学报:自然科学

版,2006,31(4):167-171.

- [2] 章程,曹建华. 不同植被条件下表层岩溶泉动态变化特征对比研究:以广西马山弄拉电堂泉和东旺泉为例[J]. 中国岩溶,2003,22(1):1-5.
- [3] 刘方,王世杰,罗海波,等. 喀斯特石漠化过程中植被演替及其对径流水化学的影响[J]. 土壤学报,2007,54(2):37-43.
- [4] 蒋勇军,袁道先,谢世友,等. 典型岩溶农业区地下水水质与土地利用变化分析[J]. 地理学报,2006,61(5):471-481.
- [5] 万洪涛,杨勇,史运良. 典型喀斯特流域水资源可持续利用研究:以贵州省普定后寨河流域为例[J]. 南京大学学报:自然科学版,1998,34(3):1-7.
- [6] 路洪海,章程. 后寨河流域岩溶含水层脆弱性及对土地利用方式的响应[J]. 长江流域资源与环境,2007,16(4):520-524.
- [7] Stigter T Y, Ribeiro L, Carvalho D A. Application of a groundwater quality index as an assessment and communication tool in agro-environmental policies: Two portuguese case studies[J]. Journal of Hydrology, 2006,327(3/4):578-591.
- [8] 张庆忠,陈欣,沈善敏. 农田土壤硝酸盐积累与淋失研究进展[J]. 应用生态学报,2002,13(2):233-238.
- [9] 刘方,罗海波,刘元生,等. 喀斯特石漠化区农业土地利用对浅层地下水质量的影响[J]. 中国农业科学,2007,40(6):1214-1221.
- [10] 全国环境水文地质学术讨论会论文选编组. 环境水文地质理论及方法研究[M]. 北京:地质出版社,1987:205-209.

(上接第 22 页)

4.2.4 加大抗旱减灾工作 舟曲地区水资源在季节之间分布的极不平衡,加之抗旱能力不强,由干旱引起的灾害频繁发生,必须加强防旱工作,减少旱灾作为原生灾害造成的损失,同时尽可能地避免由旱灾引起的各种次生灾害和衍生灾害。

(1) 加快抗旱水源工程建设,兴修雨水集流工程和配套蓄水工程,建立节水工程投入的长效机制。在县域白龙江流域内兴建小型灌溉工程、蓄水工程,于降水集中期蓄水以备过后灌溉之用,并注意利用地表水、地下水及汛期洪水作为抗旱补充水源,实施地下水回归工程。(2) 加强旱情监测。根据气象、水文、耕地土壤墒情等情况,及时了解掌握舟曲县区雨情、水情、旱情和长短期气象分析预报,对旱灾发生的时间、受旱范围、程度等进行监测和及时评估,提高县区旱情信息测报系统的覆盖范围和精度,为抗旱提供科学依据。(3) 在全县范围内推广先进节水技术,减少水的深层渗漏,提高灌溉效益,提高水资源利用率。这方面的措施有:实行科学种植,推广种植耐旱、低耗

水农作物新品种,缩减高耗水作物在种植结构中的比重,发展旱生、岩生及喜钙的经济林木,对县内非农业用水进行循环技术改造等。(4) 强化对舟曲县域水资源的统一管理,做到计划用水、节约用水和科学用水,实现各水需求之间的合理比例。及早对全县水资源进行优化配置,合理科学配置农业用水、非农业用水和生态用水的水资源的需求。保障生态用水,维护生态系统,避免土地沙化和地下水位下降,从源头上预防各类自然灾害。

[参 考 文 献]

- [1] 宋宗水. 陇南地区的泥石流及水土流失的治理[J]. 中国水土保持,1989,24(6):43-48.
- [2] 甘肃省舟曲县地方志编纂委员会. 舟曲县志[M]. 甘肃:方志出版社,2010:145.
- [3] 甘肃省舟曲县地方志编纂委员会. 舟曲县志[M]. 甘肃:方志出版社,2010:139.
- [4] 魏新功. 舟曲“8·8”特大山洪泥石流灾难原因分析及山洪泥石流防治对策[J]. 甘肃科技,2011(5):78-81.