

广西大石山区农业干旱灾害综合风险管理战略

杨云川^{1,2}, 肖飞鹏³, 程根伟¹, 陈运东⁴, 康永辉⁵, 石刘宏幸³

(1. 中国科学院成都山地灾害与环境研究所, 四川 成都 610041; 2. 中国科学院研究生院, 北京 100049;

3. 广西水利电力职业技术学院, 广西 南宁 530023; 4. 广西省水利厅, 广西 南宁 530023;

5. 广西水利电力勘测设计研究院, 广西 南宁 530023)

摘 要: 伴随着我国干旱灾害管理从危机模式到综合风险模式的转变, 以广西大石山岩溶区为研究对象, 在该区近 20 年农业干旱灾害调查分析的基础上, 采用模糊信息扩散方法对该区 26 个县农业干旱风险进行了评估。研究结果表明: 广西大石山区近 20 年来平均每 2 年至少会发生农业干旱 1 次, 且强度呈逐渐增加的变化趋势; 该区平均发生轻度、中度、重度和特大农业干旱灾害的频次分别为 1.3 年/次、2.2 年/次、6.3 年/次、15.3 年/次。根据区域干旱灾害风险模型: 区域干旱灾害风险 = (危险性 $H \times$ 暴露性 $E \times$ 脆弱性 V) / 抗旱减灾能力 C , 加强该区抗旱减灾能力建设是有效应对日益复杂的干旱灾害和减轻灾害风险最有效的途径和手段。广西大石山区应开展具有可操作性的干旱防备与应对系统以实现该区干旱灾害综合风险管理战略的实施。

关键词: 干旱灾害; 风险评价; 风险概率; 综合风险管理

中图分类号: S423 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-7601(2012)03-0267-07

随全球气候变暖及人类活动强度的加剧, 我国干旱灾害发生的频率、强度、范围呈加剧之势, 其对经济社会以及对生态与环境的影响与破坏, 也越来越引起各界人士的共同关注^[1-2]。国内外近几年的研究表明, 在所有可能避免和减轻干旱灾害的措施中, 最简便有效的方法是在进行风险评价与区划研究的基础上, 将干旱灾害管理提高到风险管理的水平^[3]。干旱风险分析研究不仅是干旱灾害风险管理的基础和前提, 也是农业干旱风险区划和灾前损失预评估的理论基础。针对我国目前干旱灾害传统被动型危机管理模式存在的诸多问题^[4], 区域干旱灾害的综合风险管理业已成为我国当今乃至未来一段时期内的一个必然发展趋势^[4-5]和热点研究课题。

广西地处亚热带季风区, 受冬、夏季风交替影响和境内复杂地理环境的作用, 各地降水量分布不均、季节差异显著, 年际变化大, 造成干旱灾害频繁发生。李艳兰等(2009)研究表明^[6]: 广西干旱指数、干旱受灾面积均呈上升趋势, 特别是秋旱更为突出, 20 世纪 80 年代以来严重干旱灾害的频率明显增多; 降水时间分布更加不均匀, 少雨年的频率增多是干旱加重的主要原因, 而气候变暖则加剧了干旱的影响。广西大石山区地处桂西北, 是全区三大旱片之一, 历年干旱灾害频发, 尤其经历了 2009—2010 年特大干旱灾害后, 整个区域的干旱灾害研究和抗旱减灾工

作引起了各部门的高度重视。因此, 开展该区域干旱灾害的综合风险管理研究, 对气候变暖背景下的农业干旱灾害防御具有重要意义。本文即采用该区域近 20 年历史农业干旱统计资料, 在农业干旱灾害风险评估研究的基础上, 探讨区域干旱灾害发生发展系统结构组成, 进而提出该区综合应对干旱灾害的基本策略和综合风险管理实施战略问题, 以期能为该区更好地应对干旱灾害和开展综合干旱风险管理模式研究提供科学参考。

1 广西大石山区农业干旱灾害现状与风险评估

1.1 农业干旱灾害现状调查与成因

根据广西大石山区 1990—2007 年共 18 年的历史干旱资料^[7-8], 计算该区农业干旱经济损失指数, 并按该指数来划分大石山区 1990—2007 年的农业干旱程度。其中, 依《旱情等级标准》(SL424 - 2008), 经济损失指数(%) = 因旱损失产量/正常产量; 干旱程度划分为: 损失指数 ≥ 40 为特旱, $20 \leq$ 损失指数 < 40 为重旱, $10 \leq$ 损失指数 < 20 为中旱, $5 \leq$ 损失指数 < 10 为轻旱, 损失指数 < 5 为无旱。划分结果如表 1 所示, 其中 1991 年为特旱, 1990 年、1992 年及 2004 年为重旱, 其他各年多为轻中旱, 而 18 年中农业无旱年份为 8 年, 而 2008—2011 四年都发生

收稿日期: 2012-01-24

基金项目: 国家自然科学基金(39930130)

作者简介: 杨云川(1982—), 男, 宁夏中宁县人, 在读博士, 主要从事水文与水资源研究。E-mail: yyunchuan@163.com。

了不同程度的干旱^[7-8],尤其是 2009—2010 年的特大干旱造成了广西农业的极大损失。由此可知,大石山区在近 20 年来的气候背景,平均每 2 年至少会发生农业干旱一次。从干旱发生的频次来看,2000 年之前的 11 年有 6 年发生干旱,而 2000 年之后的

11 年,除 2001 和 2002 年无旱外,其他年份均发生了干旱,尤其近 4 年来,年年都是季节连旱,显然干旱的频次越来越高,干旱程度也有加重的趋势,这与近些年气候变化下的极端气候、天气异常现象频发有直接的关系。

表 1 广西大石山区历史农业干旱程度统计表

Table 1 Historical statistics of agricultural drought extent in Dashishan region

年份 Year	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
干旱程度 Drought level	重旱 Extreme drought	特旱 Severe drought	重旱 Extreme drought	无旱 Normal	无旱 Normal	无旱 Normal	轻旱 Slight drought	无旱 Normal	无旱 Normal
年份 Year	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
干旱程度 Drought level	无旱 Normal	中旱 Moderate drought	无旱 Normal	无旱 Normal	中旱 Moderate drought	重旱 Extreme drought	中旱 Moderate drought	中旱 Moderate drought	轻旱 Slight drought

影响区域干旱的因素很多,主要有降水、气温、蒸发、旱风等气象条件,土壤、地形、地貌、水文地质等下垫面条件,农作物品种和分布、水利工程的供水等人为因素三大类。从这三个方面看,广西大石山区水资源总量丰富,但干旱灾害仍然频发,究其原因,主要表现在以下几个方面^[7,9]:区域降水、日照时空分布不均匀,蒸发量明显高于降水量,形成气候干旱;碳酸盐岩广泛分布,岩溶发育强烈,地表水渗漏严重,且地形切割深,山高水深,造成地质干旱;人类的不合理生产活动使生态环境破坏严重,降低了小气候调节能力,加重了旱情,且水利设施建设、管理不善,旱情尚未解决。综合上述气候、岩溶地质、人类不合理活动因素分析以及承灾体脆弱性,大石山区干旱主要成因可概括为以下几个方面:(1)气候是产生干旱的基本原因;(2)可溶岩地质基础是干旱形成的重要原因;(3)人类不合理活动及脆弱性则加重了旱灾的程度。由于旱灾害成因以及广西历年干旱灾害资料分析,该区干旱灾害具有频发性、季节性、区域性、连续性、周期性,以及旱涝并存、旱涝交替、影响范围广、灾情严重等特点^[7]。

1.2 农业干旱灾害风险评估

由于干旱灾害从致灾原因(气候干旱、少雨等)到承灾体(农业种植结构)具有很大的不确定性、易变性,以及与人类经济社会的相互作用构成了一个复杂巨系统,因此干旱灾害的不确定性风险概率客观存在,传统的假设干旱风险概率的评估方法存在很大偏差。而近年来提出的基于信息扩散的技术方法即是用模糊集对自然灾害风险的一种近似表达,指明了风险事件以某概率出现的可能性,从而既体现了超越概率估算并不精确这一事实,又为模型容

纳模糊信息提供了一条途径^[10]。本文即采用基于正态扩散模型的模糊信息扩散方法^[11-12],以农业综合产量损失指数为指标,对该区农业旱灾风险进行评价。

设 $y_1, y_2, \dots, y_m$ 为风险损失指标在 m 年的实际观测值,它由具体的可度量值组成,称 $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_m\}$ 为观测样本集合;设所讨论的风险因素指标论域为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$,限于篇幅,该方法具体计算式可参考文献^[16,17];进而,采用综合产量损失指数 C 对农业旱灾程度进行等级划分^[7],具体为轻度旱灾($5 < C \leq 10$)、中度旱灾($10 < C \leq 20$)、重度旱灾($20 < C \leq 40$)、特大旱灾($C > 40$)。其中,综合产量损失指数指当年农业单产与前三年单产平均值相比减少的比例,按如下公式计算^[13]: $C = I_3 \times 90\% + (I_2 - I_3) \times 55\% + (I_1 - I_2) \times 20\%$;式中, C 为综合产量损失指数(%); I_1 为受灾(减产 1 成以上)面积占播种面积的比例; I_2 为成灾(减产 3 成以上)面积占播种面积的比例; I_3 为绝收(减产 8 成以上)面积占播种面积的比例。

按以上方法计算得该区共 26 个县(市)农业干旱程度及对应干旱风险概率值(这里换算为重现期 $T = 1/P$),最终成果统计如表 2 所示。由表可知,如田东县平均每年都有约 50% 的概率发生轻度农业干旱,中度农业干旱平均每 2~3 年就会发生一次,重度农业干旱平均每 6~7 年(对风险概率 3~10 取平均)就会发生一次,而特大农业干旱每 10 年就可能发生一次。据该区域历史干旱灾害调查情况^[7,8],近 20 年来,1991 年和 2009—2010 年分别发生了特大农业干旱,而 1990、1992 和 2004 年则发生了重度农业干旱,这都与该计算结果相吻合,说明采

用基于模糊理论的信息扩散方法进行区域农业干旱风险评估具有合理性,有较好的精度。另外结果也证实了近 20 年来该区域农业干旱灾害的频次和程度有逐年加重趋势,其它各县有类似结果。

表 2 广西大石山区各县农业干旱程度频次(重现期)统计表(年/次)
Table 2 Statistics of agricultural drought frequency (recurrence interval) in the counties of Dashishan region (a/times)

县(区) County (District)	轻旱 Slight drought	中旱 Moderate drought	重旱 Extreme drought	特旱 Severe drought	县(区) County (District)	轻旱 Slight d'rought	中旱 Moderate drought	重旱 Extreme drought	特旱 Severe drought
马山县 Mashan	1.4	2.2	9	23	右江区 Youjiang District	1.3	2.1	5.8	≥12
平果县 Pingguo	1.3	2.1	5.8	≥12	田阳县 Tianyang	1.3	2.1	5.8	≥12
德保县 Debao	1.3	2.1	5.8	≥12	田东县 Tiandong	1.3	2.1	5.8	≥12
靖西县 Jinxi	1.3	2.1	5.8	≥12	乐业县 Leye	1.3	2.2	6.1	≥13
那坡县 Napo	1.3	2.1	5.8	≥12	田林县 Tianlin	1.3	2.1	5.8	≥12
凌云县 Lanyun	1.3	2.2	6.1	≥13	隆林县 Longlin	1.3	2.1	5.8	≥12
罗城县 Luocheng	1.4	2.3	5.9	≥11	西林县 Xilin	1.3	2.1	5.8	≥12
环江县 Huanjiang	1.4	2.3	5.9	≥11	金城江区 Jinchengjiang District	1.4	2.3	5.9	≥11
南丹县 Nandan	1.3	2.1	5.6	≥11	东兰县 Donglan	1.3	2.1	5.6	≥11
天峨县 Tian'e	1.3	2.1	5.6	≥11	巴马县 Bama	1.3	2.1	5.6	≥11
凤山县 Fengshan	1.3	2.1	5.6	≥11	都安县 Dou'an	1.3	2.1	5.6	≥11
忻城县 Qincheng	1.2	1.7	3.9	≥7	大化县 Dahua	1.3	2.1	5.6	≥11
天等县 Tiandeng	1.6	3.1	18.9	>100	宜州市 Yizhou City	1.4	2.3	5.9	≥11

2 区域干旱灾害风险系统组成与综合风险管理

随着全球气候的变化,传统的干旱应急管理模
式已不能适应社会应对干旱灾害管理的要求,一方面随着人类活动对自然界的干扰影响日益加大,各种潜在的和现实的灾害风险对人类的威胁正变得日益复杂和难以预料;另一方面传统的、单一部门、单一学科的灾害风险管理方式,难于有效应对人类面临的日益复杂的自然灾害风险,人们要有效地减轻和控制灾害风险,就必须采用更加综合的和多学科的方式来应对各种自然灾害^[14]。由此干旱灾害风险管理模式以其多方面的优势将逐渐取代传统的危机管理模式,以克服后者迟缓、协调性差及目标不明确等诸多不足已成为必然。而伴随着干旱管理理念

的变迁,政府部门及各类非政府组织等利益相关者也应联合起来,发挥各自的优势并密切配合,组建综合性的干旱灾害安全网^[4]。

2.1 区域干旱灾害风险系统组成

地区尺度的旱灾风险评价是研究其它尺度的切入点,可为实现空间尺度上推(全球和国家尺度)和下推(县乡农户尺度)旱灾风险评价结果的转换提供依据,也可为不同地区降低旱灾风险提供决策依据和现实模式^[15]。按 1997 年美国气象学会(AMS)对区域干旱的划分,即气象干旱、农业干旱、水文干旱和社会经济干旱,事实上伴随区域干旱的发生、发展及危害到结束的全过程,这四种干旱彼此密切联系,相互衬托,互为补充^[16]。根据自然灾害系统的相关研究认识^[17-19],可将干旱风险因素归纳为四个方面:即干旱灾害的危险性(主要为区域气候和自然地

理条件)、干旱灾害的暴露性(即经济、社会、自然环境承灾体系统)、承灾体脆弱性(反映综合损失程度)和抗旱减灾能力(人类活动抗旱)^[16],某个区域干旱灾害风险大小是这四个因素综合作用的结果。综合干旱灾害发生发展过程及灾害系统理论,可将区域干旱发生、发展及危害系统过程按图 1 描述。图 1 共包括 4 个部分:第 1 部分是从干旱灾害生成的动

力学角度,表征灾害生成的基本要素;第 2 部分是从干旱灾害发生机理的角度,表征灾害生成的机制;第 3 部分是从干旱灾害发生后的影响和危害构成成分,表征灾害内容的构成要素;第 4 部分是从干旱灾害存在的生命周期的角度,表征灾害风险管理的整个过程。

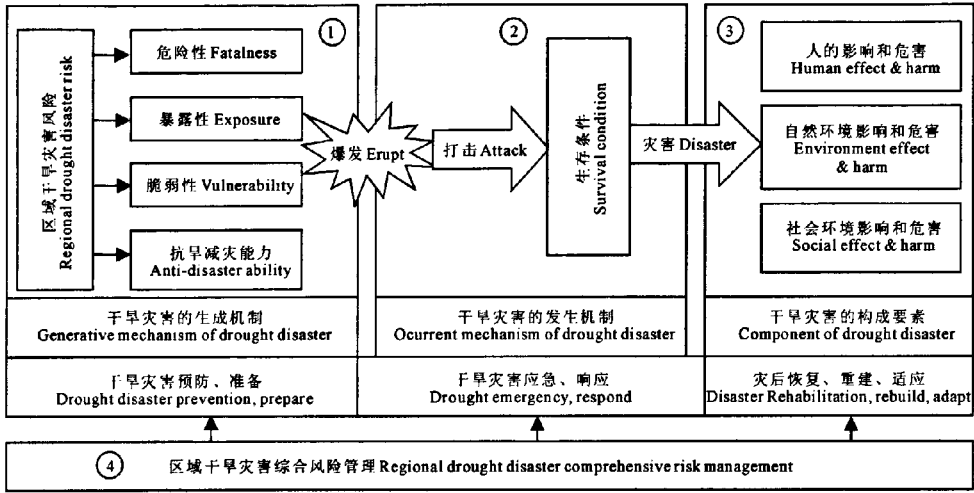


图 1 区域干旱灾害生成、发展及危害内容构成系统结构

Fig.1 The system structure of regional drought disaster about generation, development and harms

从灾害风险生成的动力学角度看,在构成干旱灾害风险的 4 项要素中,抗旱减灾能力与干旱灾害风险生成的作用方向相反,即特定区域的抗旱减灾能力越强,灾害危险性、暴露性和脆弱性生成灾害风险的作用力就会受到限制,灾害的风险因素也会相应地减弱。因此,区域干旱灾害风险模型可表述为 $DR = H \times E \times V / C$,其中 DR 为区域干旱灾害风险(drought risk), H 、 E 、 V 、 C 分别为区域干旱灾害危险性(hazard)、暴露性(exposure)、脆弱性(vulnerability)和抗旱减灾能力(emergency response & recovery capability)。显然,在区域危险性、暴露性和脆弱性既定的条件下,加强区域抗旱减灾能力建设将是有效应对日益复杂的干旱灾害和减轻灾害风险最有效的途径和手段。而抗旱减灾能力,是指一个地区在应对突发干旱灾害时,其拥有的人力、科技、组织、机构和资源等要素表现出的敏感性和调动社会资源的综合能力,构成要素包括灾害识别能力、社会控制能力、行为反应能力、工程防御能力、灾害救援能力和资源储备能力^[20]。由此可知,提高全社会应对干旱灾害风险的能力,必须推进区域综合干旱灾害综合风险管理模式研究与实施战略。

2.2 区域干旱灾害综合风险管理战略内涵

与综合自然灾害风险管理概念^[19]相对应,干旱灾害综合风险管理可定义为人们对可能遇到的干旱灾害风险进行识别、估计和评价,并在此基础上综合利用法律、行政、经济、技术、教育与工程手段,通过整合的组织和社会协作,通过全过程的灾害管理,提升政府和社会灾害管理及抗旱减灾能力,以有效地预防、应对、减轻干旱灾害,从而保障公共利益以及人民的生命、财产安全,实现社会的正常运转和可持续发展。

根据图 1 对区域干旱灾害系统的描述,结合综合风险管理概念,干旱灾害综合风险管理的理论依据可归纳为以下几个方面:① 加强区域抗旱减灾能力建设进而限制灾害风险因素作用;② 减轻人类活动对自然致灾因素的强化作用;③ 干旱灾害发生机制表明,需全面加强生存条件抵御干旱灾害风险打击能力,提高区域抗御干旱灾害风险的水平;④ 干旱灾害的构成要素表明,干旱灾前预防、准备,灾后救援、恢复重建,都必须走出传统单一部门和学科管理模式,而要着眼于应对复杂的灾害风险,制定灾害综合风险管理的统一战略、统一政策、统一规划、构

建一体化的救援组织和力量、建立统一的资源支持系统和信息共享平台,最大限度地利用和发挥减灾资源的效益;⑤ 干旱灾害的生命周期和管理循环表明,对灾害实施综合的和统一的管理,即可保证灾害风险管理工作的系统性和完整性,使之符合灾害生命周期发展的客观规律,也可避免不同部门管理处 在同一阶段、内容相同的抗旱减灾任务时,极容易出现相互扯皮和浪费资源的问题。

推进区域干旱灾害综合风险管理战略,一方面,要从提高干旱灾害风险识别能力的角度,不断加强对干旱灾害的致灾因子、发生机理以及危害特征的科学研究,加强对干旱灾害的监测、预报和预警,不断提高科学识别灾害的能力;另一方面,要从提高社会应对灾害风险能力的角度,对涉及干旱灾害风险管理的其它内容,如灾害风险的社会控制能力、行为反应能力、工程防御能力、灾害救援能力等方面,实施全方位、全领域和全过程的集中统一管理,建立统一指挥、运转高效,上下贯通、协调联动的灾害风险管理体系,根据灾害管理从灾前准备、灾时响应、灾后救援和恢复重建的循环过程,整合全社会的灾害管理资源,组建从中央到地方的专司灾害风险管理的行政机构,有效协调社会各方面的力量、高效配置有限的资源,大力推进综合的和统一的减灾行动^[14]。

要实施区域干旱灾害综合风险管理战略,建立干旱灾害网络信息共享平台是必然选择。干旱灾害安全网是指由正规制度和非正规制度构成,具有灾前防范和化解干旱风险,灾后应付干旱风险冲击功能的制度、保险、救助和服务的综合体系。结合我国的实际,程静等(2010)提出了基于利益相关者的干旱灾害安全网管理框架^[4],该框架是一个综合性、全局性、系统性的体系,各个部门密切联系,职责明确,其最终目的是加强防旱抗灾的能力。虽然干旱灾害安全网构建目前还停留在理论探讨层面,要真正转变为现实还需要一个长期的过程,但这种基于利益相关者的干旱灾害管理方法的成功实施将对发展中国家的抗旱保粮具有重要的意义。

3 大石山区农业干旱灾害预防策略与风险管理战略

3.1 预防及应对策略

根据以上分析,针对大石山区干旱灾害频发的成因、程度、频次及空间分布等特征,要从根本上提高区域抗旱减灾的能力,就必须从多方面综合考虑。

(1) 大力推进工程措施:主要是大力推进修筑

区域农田水利工程与生物技术工程的防旱治旱措施。由于岩溶区域干旱与地表地下双层空间结构、土层浅薄、植被覆盖率低有密切联系,所以在对区域综合治理的基础上,一方面大力开发利用岩溶水,建立蓄、引、提水等水利工程,但要注意岩溶地貌和水文地质条件的差异;另一方面积极进行植被恢复重建,提高表层岩溶带的调蓄功能,并保障水利工程发挥最大的效益。其中水利工程主要是加大蓄水工程(尤其是大中型水库)的建设,只有大中型的水源存在才能抗御大的干旱,另外辅助小的水库、塘坝建设,提高地表水调控能力,以应对像 2009—2010 这样的特大干旱。而对于离地表水源较远的地区要大力进行引水、提水工程的建设,一方面注重地表水的输送设施建设;另一方面,岩溶地区地表储水能力差,但地下暗河水量充沛,可采用打水井等措施,加大对当地地下水的开发利用;对于山区既远离地表水源,地下水深埋又难以开发利用的区域,就只有进行大量雨水集蓄工程设施的建设,如庭院集雨的人畜饮水利用(如家庭水柜)和多种经营利用模式、人工集雨的农田补灌利用模式(如地头水柜)、山坡地集雨的林草建设利用模式、小流域集雨综合利用模式等类型^[21],综合提高对雨水的利用效率。

(2) 完善抗旱非工程措施:按照“工程措施与非工程措施相结合”的原则,在加强工程措施建设的同时,进一步强化政策法规、监测预警、抗旱保障、公众防灾避灾等抗旱非工程措施,提高抗旱工作的现代化、科学化、规范化水平^[22]。各相关部门要认真组织落实各项有关措施,建立健全适应岩溶石山区现代农业发展要求的抗旱服务体系,及时做好旱情的监测预报与分析汇报工作,同时建立一支能适应岩溶石山地区恶劣环境条件的防旱、抗旱专业化服务队伍,不断壮大防旱抗旱能力。

(3) 加强生态环境保护:按照“人与自然和谐共处的原则”,强化森林植被的保护,加强该区石漠化和水土流失治理,加快水污染防治。进行岩溶区植被的恢复重建,在保水固土、提高可溶岩成土速率的同时,还可以增加表层岩溶带对岩溶水的调蓄功能,促进生态系统的良性循环。

(4) 强化水利管理:按照“总量控制和定额管理相结合”的原则,逐步建立最严格的水资源管理制度;按照“建管并重”的原则,加强水利工程管理。该区域水资源总量丰富而干旱频发,因此在大力推进水利工程建设的同时,对区域水资源及水利工程管理极其重要。

(5) 农户应对干旱策略:对于大石山区,边缘地

区的小农户很多,因为缺乏有效的外部风险分散机制,就采取多种策略进行“自我保险”。深入认识和了解农户风险处理策略将有助于更好地采取措施补充或增强农户抵抗干旱风险的能力。具体地讲,包括分散种植、采用多个品种、种植多种作物、从事多种收入活动等多样化策略(宜作为农业干旱“事前”处理策略,减少农户经济损失);调整肥料和农药的投入,根据气候来调整种植作物的种类及种植时间等的适时调整弹性化策略(宜作为农业干旱发生时处理策略);和灾后农户所采取的如外出打工、消费信贷、变卖资产等的消费平滑策略(宜作为农业干旱“事前”处理策略,减少经济开支)。陈风波等(2005)研究表明^[23],多数农户通过这些策略能成功地应对一般性的干旱风险。

3.2 综合风险管理战略

根据综合自然灾害风险管理的途径和对策研究^[16],相应地可从风险控制和风险财政对策两个方面来实现区域干旱灾害综合风险管理战略的实施。风险控制对策包括风险回避、防御和风险减轻;风险财政对策包括风险转嫁和风险自留。这两种对策侧重点不同,两者相互补充,将此二者有机结合起来即可形成区域干旱灾害风险综合管理的最佳策略和核心内容;至于两对策的优化组合比例主要依据该区干旱灾害的特征、经济水平、社会条件、历史背景和其它因素综合确定。由此可知,区域干旱灾害综合风险管理的根本目的,是为规避风险进行优化决策,并采取相应的行动。

综上所述,从干旱灾害发生发展系统过程的角度看,干旱灾害综合风险管理亦是不断完善的一个系统过程和循环,主要包括防灾/减灾、预防/准备、回应(应急和救助)和恢复/重建等4个阶段,是一个整体的、动态的、过程的和复合的管理。对具体区域干旱灾害综合风险管理实施可归纳如下几个方面的内容:

(1) 收集区域已有资料系统开展变化环境下区域干旱灾害成灾机理(表现为生成、发生机理)、发生发展规律和变化趋势、时空分布格局等方面的研究;

(2) 进行区域干旱灾害监测预警技术研究:主要包括旱情监测、旱情分析预测评估和旱情预警三个部分,最终构建旱情监测预警系统,包括软件开发、支撑软件、硬件设备和科研攻关四个方面;

(3) 开展区域干旱灾害损失评估、影响评价的方法与技术研究:主要是采用多种技术方法进行综合量化分析研究,进而利用多源遥感信息和社会经济数据建立区域干旱灾害应急灾情评价模型;

(4) 进行区域干旱灾害风险评价理论、方法研究:主要是在干旱灾害危险性、暴露性、脆弱性、抗旱减灾能力分析评价基础上研究干旱灾害评价指标体系、基本程序、评价模型、风险评估软件、风险等级、风险区划图系、乃至仿真及可视化等方面;

(5) 研究区域干旱综合风险管理对策与应急响应体系:主要是确定风险控制与风险财政对策耦合的最佳策略、灾后救助、恢复、重建的优化分析方法、及灾害应急管理能力和机制;

(6) 干旱灾害应急管理决策支持系统研究:主要是在上述研究基础上,采用多种技术建立干旱灾害数据库,系统需实现上述各环节成果的处理、输出及信息共享和应用服务,真正做到灾前预防/准备、灾时回应(应急和救助)、灾后恢复/重建各方面的及时、准确信息服务和辅助决策支持。

由此可得区域干旱灾害综合风险管理的一般程序:即数据收集与处理→干旱监测预警→GIS信息管理系统→干旱风险分析与评价→综合风险管理与应急响应。就目前广西大石山区干旱管理及研究的现状来讲,该区域就上述(1)、(2)、(3)、(4)方面已做了一定的研究和相应抗旱建设工作,但还远不能满足综合风险管理的最终目标,自2009—2010西南五省大旱后,该区干旱灾害的防备工作得到了进一步的重视,然而区域干旱管理从危机模式向综合风险模式的转变还需要长期的努力。

4 结 论

综上所述,我国区域干旱灾害管理急需向综合风险管理模式转变,以区域干旱灾害综合风险管理内涵为理论依据和导向,大力开展风险管理模式研究将是未来一段时期内,我国干旱灾害乃至自然灾害防灾减灾研究工作的核心和热点。就一个具体的干旱区域而言,开展具有可操作性的干旱防备与应对(DPPS)系统^[7]理论、方法及软件开发研究,对实现区域干旱灾害综合风险管理战略的实施具有重要的推动作用。

参 考 文 献:

- [1] 李中峰,刘昌明,王红瑞.构建干旱防备系统—减免干旱灾害损失[J].中国水利,2011,(6):75-79.
- [2] 张 强,张 良,崔显成,等.干旱监测与评价技术的发展及其科学挑战[J].地球科学进展,2011,26(7):763-778.
- [3] 黄崇福,张俊香,陈志芬,等.自然灾害风险区划图的一个潜在发展方向[J].自然灾害学报,2004,13(2):9-15.
- [4] 程 静,彭必源.干旱灾害安全网的构建:从危机管理到风险管理的战略性变迁[J].孝感学院学报,2010,30(4):79-82.

- [5] 顾颖. 风险管理是干旱管理的发展趋势[J]. 水科学进展, 2006, 17(2): 295-298.
- [6] 李艳兰, 何如, 覃卫坚. 气候变化对广西干旱灾害的影响[J]. 安徽农业科学, 2010, (21): 11299-11301.
- [7] 广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院. 广西桂西北大石山区旱片综合治理规划报告[R]. 南宁: 广西壮族自治区水利电力勘测设计研究院, 2010.
- [8] 广西壮族自治区水利厅. 广西抗旱规划报告[R]. 南宁: 广西壮族自治区水利厅, 2010.
- [9] 周游游, 蒋忠诚, 韦珍莲. 广西中部喀斯特干旱农业区的干旱程度及干旱成因分析[J]. 中国岩溶, 2003, 22(2): 144-150.
- [10] 张俊香, 黄崇福. 自然灾害软风险区划图模式研究[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(6): 20-25.
- [11] 王积全, 李维德. 基于信息扩散理论的干旱区农业旱灾风险分析[J]. 中国沙漠, 2007, 27(5): 826-830.
- [12] 陈家金, 等. 基于信息扩散理论的东南沿海三省农业干旱风险评估[J]. 干旱地区农业研究, 2010, 28(6): 248-252.
- [13] 俞日新. 广西水旱灾害与减灾对策[M]. 南宁: 广西人民出版社, 1997.
- [14] 王绍玉, 唐桂娟. 综合自然灾害风险管理理论依据探析[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(2): 33-38.
- [15] 霍治国, 薛昌颖, 李世奎, 等. 华北北部冬小麦干旱和产量灾损的风险评估[J]. 自然灾害学报, 2003, 12(1): 31-39.
- [16] 张继权, 李宁. 主要气象灾害风险评价与管理的数量化方法及其应用[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2007.
- [17] 史培军. 四论灾害系统研究的理论与实践[J]. 自然灾害学报, 2005, 14(6): 1-7.
- [18] 苏桂武, 高庆华. 自然灾害风险的分析要素[J]. 地学前缘, 2003, (10): 272-278.
- [19] 张继权, 冈田宪夫, 多多纳裕一. 综合自然灾害风险管理—全面整合的模式与中国的战略选择[J]. 自然灾害学报, 2006, 15(1): 29-37.
- [20] 王绍玉, 冯百侠. 城市灾害应急与管理[M]. 重庆: 重庆出版社, 2005.
- [21] 黄占斌, 程积民, 赵世伟, 等. 半干旱地区集雨利用模式及其评价[J]. 农业工程学报, 2004, 20(2): 301-304.
- [22] 马建华. 西南地区近年特大干旱灾害的启示与对策[J]. 人民长江, 2010, 41(24): 7-12.
- [23] 陈风波, 陈传波, 丁士军. 中国南方农户的干旱风险及其处理策略[J]. 中国农村经济, 2005, (6): 61-67.

Comprehensive risk management strategy for agricultural drought disaster in Dashishan region of Guangxi

YANG Yun-chuan^{1,2}, XIAO Fei-peng³, CHENG Gen-wei¹, CHEN Yun-dong⁴,
KANG Yong-hui⁵, SHI LIU Hong-xing³

(1. Institute of Mountain Hazards and Environment, CAS, Chengdu, Sichuan 610041, China;

2. Graduate University of CAS, Beijing 100049, China;

3. Guangxi Hydraulic and Electric Polytechnic College, Nanning, Guangxi 530023, China;

4. Department of Water Resources of Guangxi, Nanning, Guangxi 530023, China;

5. Guangxi Institute of Water Conservancy and Hydropower Design, Nanning, Guangxi 530023, China)

Abstract: Along with the transformation of drought disaster management in China from a crisis mode to a comprehensive risk model. With the karst area of Dashishan region in Guangxi as research area, investigation and analysis of agricultural drought disaster were made in this region during last 20 years, and diffusion method of fuzzy information was adopted to calculate and study agricultural drought disaster risk assessment. The results indicate that agricultural drought disaster occurs once every 2 years in last 20 years, and the intensity increased gradually. With respect to drought levels of extreme, severe, moderate and slight, the frequency is averagely 1.3, 2.2, 6.3 and 15.3 years every one time respectively. According to the regional drought disaster risk model: $DR = (H \times E \times V) / C$, strengthening the capability of drought mitigation is the most effective way and means to cope and mitigate the drought disaster and risk. Overall, prevention and response capability of the drought disaster lags far behind to meet the objective of integrated risk management. Therefore, developing the operable Drought Prevention and Preparation System will effectively promote the strategy implementation of integrated risk management.

Keywords: drought disaster; risk assessment; risk probability; comprehensive risk management