

# 基于风险管理的干旱防灾减灾计划

张润润

( 河海大学水文水资源学院, 江苏 南京 210098 )

**摘要** :为了增进干旱管理的科学性、系统性,总结干旱的定义、特性及管理理念,评述干旱风险管理的实践手段,即从干旱监测、旱灾风险分析和防灾减灾对策措施 3 方面构建干旱防灾减灾计划。归纳干旱监测的对象、方法,旱灾风险的含义及评估方法,防灾减灾对策措施的内容及组织形式。基于国内外干旱防灾减灾计划的现状和发展趋势,指出其存在系统性不足、针对性差等问题。

**关键词** :干旱;风险管理;防灾减灾计划

中图分类号 :P339 文献标识码 :A 文章编号 :1004-693X(2010)02-0083-05

## Drought prevention and mitigation plan based on risk management

ZHANG Run-run

( College of Hydrology and Water Resources , Hohai University , Nanjing 210098 , China )

**Abstract** : In order to promote scientific and systematic drought management , the definition , characteristics , and management ideas for drought are briefly reviewed . Practical approaches to drought risk management are summarized , including establishing a drought mitigation plan , which normally contains three basic components : a monitoring system , risk assessment , and prevention and mitigation . The objects and methods of drought monitoring are briefly reviewed . The content of drought risk and risk assessment , and the framework of drought prevention and mitigation are also presented . Based on the current status and development tendency of drought prevention and mitigation plans in China and other countries , it is pointed out that the plans are insufficiently systematic and pertinent .

**Key words** : drought ; risk management ; drought prevention and mitigation plan

## 1 干旱及干旱风险管理

### 1.1 干旱

干旱一直被认为是最为复杂、人类认识最少的自然灾害之一,但由于涉及范围广、影响因素众多,干旱一直没有统一的定义。目前,被广泛接受的干旱定义有:1985 年 Beran 等<sup>[1]</sup>提出的“干旱是特定时段特定区域内可利用水资源量的减少”;1991 年 Correia 等<sup>[2]</sup>提出的“干旱是时空范围内水量的显著减少”;2002 年 Pereira 等<sup>[3]</sup>定义的“干旱是一种天然引发的短时期内的水量不平衡,包括持续一段时间降水较正常水平偏少,以及时频变化上的不确定性,且由于这种不确定不可预知性的存在导致了水资源

可利用量的减少,造成生态系统承载力的降低”。简言之,干旱是指某一时段水资源可用量相对于该地区这一时段正常状态(多年平均)水资源量的严重减少。这里所指的干旱(drought)不同于气候特征范畴里的干旱(aridity),是一种短期效应<sup>[4]</sup>。作为一种气候现象,干旱(drought)在任何气候模式里都普遍存在,且会反复出现。

之所以说干旱是对人类影响最大、最难于应对的自然灾害之一,是因为它有以下不同于诸如洪灾、飓风、海啸等自然灾害的特点<sup>[5-6]</sup>:①持续累积性。干旱是一种缓慢发作并持续作用灾害,持续时间往往达数月,甚至数年,其影响会不断累积,并可能在干旱结束后持续数年。②难于识别与量化性。由

于干旱作用过程缓慢,难于判定干旱开始和结束的时间。目前,关于干旱开始和结束的判别标准主观性比较大,干旱程度也十分难于量化。③影响的复杂与难于评估性。干旱的影响与洪水、飓风及其他自然灾害造成的影响相比是非结构性的,且影响范围相对于其他自然灾害要大,这使得有关评估量化十分困难,尤其是干旱对人类精神方面造成的影响,十分难于量化。④定义多样性。干旱作用范围广、持续时间长,因影响对象及管理目标不同,干旱定义多样,如,农业干旱是指作物成长过程中因供水不足,阻碍作物正常生长的水量供需不平衡现象;水文干旱与某段时间内降水的偏少密切相关,它更强调地表水(径流、水库、湖泊水位)及地下水的短缺;对于供水系统,干旱指的是某一时期供水系统水源不足,需要通过限制供水来保障系统的需求;对于水资源系统和生态系统,干旱意味着由于湖泊、河流、水库等的水位过低,导致水环境、水生态系统受到威胁的现象。

1.2 干旱风险管理模式

人类面对干旱灾害长期以来都是被动应对的,在干旱开始并已给生产生活造成一定负面影响后才采取相关应对措施,即危机管理(crisis management)<sup>[7-9]</sup>。随着水危机在世界范围内不断升级,几乎在所有的干旱易发区,干旱脆弱性都在不断增加。随着干旱影响范围的扩大和气象、水文等方面研究技术的不断发展,干旱风险管理(risk-based management)应运而生<sup>[10-11]</sup>。

传统危机管理主要是被动应对,是在干旱发生后通过一系列措施进行补救的过程。常常因措施缺乏针对性、实施不够及时、各涉水部门之间缺少协作,导致管理效率不高。这种管理模式较多停留在对眼前、局部问题的关注,立足“抗”而忽视“防”。

干旱风险管理是在明确干旱诱因的基础上制定有关国家政策和减灾计划,发展干旱预警系统,从而及时、可靠地提供相关信息给有关决策人员,便于及时采取相关防灾、减灾措施。通过采用多种措施,增强社会因子对于干旱的应对能力,降低干旱脆弱性,达到降低干旱灾害风险的目标<sup>[12]</sup>。这种模式强调主动防旱、积极抗旱、防抗结合,强调系统性和协作性,是一种更为科学有效的管理模式。

干旱的风险管理是一项涉及范围极广的系统工程,以风险管理为基础的干旱防灾减灾计划(以下简称干旱计划)是干旱风险管理的载体,通过干旱计划来明确各涉水部门的相关责任,协调各个部门利益关系,是实施有关干旱管理措施的有力保障。

2 以风险管理为基础的干旱防灾减灾计划

干旱计划基于对历史干旱的深刻认识、对现状

水源的全面了解,提出应对不同程度干旱的相关措施,大多针对干旱的特性、范围,由政府部门研究制定,主要内容一般都包含以下3个方面<sup>[13]</sup>:①干旱监测系统。干旱监测系统需要明确系统主要干旱因子及各因子的评价指标,分析各因子的特性,并对干旱程度进行量化。基于干旱因子特性,构建干旱评价指标,建立干旱预警系统,为有关决策者及时提供有关干旱发展、演变的信息。将有关干旱指标与干旱应对措施相关联,通过指标阈值来触发相应的应对措施。系统还包括与干旱监测相关联的信息交互系统,从而及时、可靠地将信息发布到相关部门。

②旱灾风险分析。旱灾风险分析包含了旱灾风险识别、旱灾风险评估、旱灾影响分析3部分内容。旱灾风险识别是通过大量来源可靠的信息资料进行系统分析,找出风险所在和引起风险的主要因素,并对可能产生的后果做出定性的估计。旱灾风险评估是在干旱监测基础上,考虑系统需求,综合评定出现某种程度旱灾的可能性。旱灾影响分析是对某种程度干旱给系统造成影响

的系统评估,包含经济、环境、社会等方面。旱灾风险分析主要是定量地分析系统的干旱风险特性,阐明灾害的成因,估计灾害在研究时期内发生的概率,以及受灾后可能造成的损失。③防灾减灾对策措施。在明确系统干旱特性并对干旱造成的各种影响进行识别并分级之后,根据管理目标提出应对措施。这些措施既包含长期的管理策略,又包含短期的应急措施,所有的相关措施都要确保能降低系统的干旱脆弱性,并保障其与系统长期发展目标相协调。以风险管理为基础的干旱计划的主要内容及流程如图1所示,干旱计划的有效实施需要保证这3方面信息的交互、畅通。

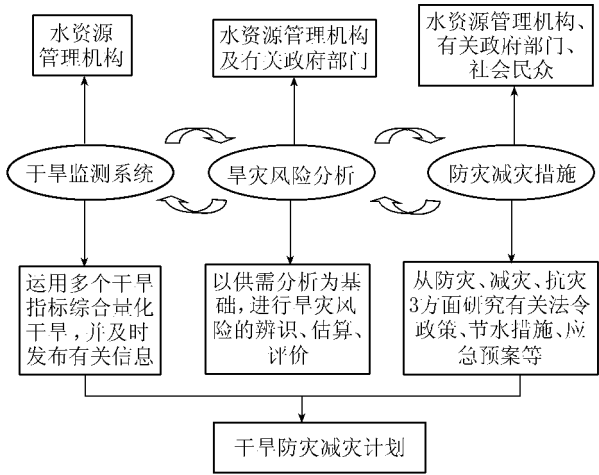


图1 干旱防灾减灾计划的主要内容及流程

2.1 干旱监测系统

干旱监测的目标是准确、及时地提供旱情信息

给有关组织和民众,以便采取相应的措施,将有关部门可能遭受的损失降到最低,从而实现社会各部门产值的最大化。另外,在此基础上对水资源可利用量作可靠性评估,为水资源近期或远期的开发利用提供数据支持。干旱监测系统的监测内容一般包括干旱发生时间、强度、历时、空间范围及干旱发生概率等几个方面,并进一步利用有关干旱指标对干旱特性进行分析<sup>[14]</sup>。

利用干旱指标对干旱进行量化,是干旱监测的核心任务。由于干旱现象的复杂性和影响范围的广泛性,需要利用多个指标(包括降雨、径流、水库蓄水量、温度、土壤湿度、地下水水位等)来实现。同时,干旱程度、开始与结束的时间,以及空间范围的确定都要结合具体的研究时段具体分析,在不同的研究期内,如干季或湿季,指标阈值各不相同。美国怀俄明州所制定的干旱计划就考虑了持续干旱(一年前干旱)对于现状干旱评价的影响<sup>[15]</sup>,其做法值得借鉴。

## 2.2 旱灾风险分析

旱灾风险是干旱事件造成的系统损失及该损失发生的概率。风险管理即为有关决策者根据现有可利用信息,分析旱灾风险并调整有关决策措施。由于干旱事件的损失及其概率不仅受干旱事件本身影响,还取决于系统的干旱脆弱性。因此,进行系统干旱风险评价,首先需要对系统进行干旱影响分析。

### 2.2.1 干旱影响分析

干旱影响分析一般通过分析干旱对经济、环境、社会3方面的影响展开,进而指明系统各部门对于干旱的敏感性。一般基于历史干旱资料,按时间顺序对于易发、非严重干旱及偶发、严重干旱分类进行,便于分析外部环境变化对于系统脆弱性的影响。通过模拟、情景分析,成立专门的干旱影响分析小组,综合多方面的信息,由相关专家进行定性、定量分析,分析系统在什么地方因为什么导致何种程度的受灾,明确干旱脆弱性。

经济方面考虑干旱给农业、工业、旅游休闲业、能源业、金融业、交通业等方面造成的损失;环境方面考虑干旱对动植物、湿地、水质等方面的影响;社会方面从干旱对于人们精神压力及健康、休闲娱乐、公众健康、文化价值和审美价值等方面的影响来分析。在完成干旱对各方面的影响评估后,综合考虑干旱造成的经济损失、影响范围、变化趋势、公众意见及受影响地区恢复的能力等,将干旱影响分级。指出易受干旱影响的及受影响比较大的方面,明确易受干旱威胁的部门、人群及活动,以便及时关注干旱脆弱带。

在时间、人力物力允许的条件下,干旱影响分析

一般包括对一般干旱、极端干旱及历史干旱等不同程度干旱的影响分析。影响分析在考虑过去和现状干旱影响的同时应该考虑干旱对于将来可能产生的影响,即如果同等程度的干旱在将来某个时期重现,将会对那个时期的经济、环境及社会产生怎样的影响,这对于需水变化情况下水资源的管理极为重要。目前,由美国干旱防灾减灾中心(National Drought Mitigation Center, NDMC)提出的干旱影响评估和降低风险的方法相对比较系统,被广泛使用<sup>[16]</sup>。此方法旨在分析干旱造成的影响并对各种影响进行排序,查明造成干旱的原因并进一步选择相应的解决措施。

### 2.2.2 旱灾风险评估

旱灾不同于干旱,发生某种程度的干旱并不一定会造成旱灾。旱灾是某种程度的干旱现象与系统脆弱性相互作用的产物<sup>[13]</sup>。在自然系统存在某一概率的气象干旱时,由于社会系统的脆弱性,系统就存在着一定的旱灾风险。旱灾风险 $R$ 是指由行为决策和客观条件变化的不确定性所致的后果,用风险函数表示为

$$R = f(D, S)$$

式中: $D$ 为决策集合; $S$ 为系统状态集合。

决策集合是可供决策者选择的决策空间;系统状态集合则包括2个方面:事件发生的概率和事件所致的后果。

旱灾风险的诱因包括自然系统发生干旱的可能性和社会系统的脆弱性2个方面。自然系统干旱的可能性可通过干旱监测系统的有关结果分析获得,主要是指降水、径流等自然因子出现某种程度变异的可能性;社会系统的脆弱性反映了社会系统易于受到某种灾害的程度,灾害因子的异常波动抑或系统应对能力都将影响系统的脆弱性。旱灾风险分析则是综合系统自然和社会2大因子的特性,分析评估发生某种程度干旱的可能性以及由此等级干旱可能引发的损失。

决策者的决策是风险的一个重要因子,不同的决策倾向会导致不同的决策,使得系统承担不同的风险。对待风险的态度一般有3种类型:避险(risk-averse)、中性(risk-neutral)和冒险(risk-seeking)。充分可靠的干旱影响分析是合理决策的基石,是避免决策者个人决策倾向过于偏激的有效途径。

### 2.3 干旱防灾减灾对策措施

干旱的对策措施包括防灾、减灾及应急3方面。防灾是指在干旱灾害发生之前所计划的增强系统应对未来阶段干旱的一系列活动。减灾是在干旱发生之前或干旱过程中实施的,以降低人类生命、财产或

社会生产受灾风险的短期或长期的活动、计划、政策,此类举措一般在干旱发生之前实施最为有效。应急措施是在干旱程度超出了历史“典型干旱”和系统应对能力时所采取的临时应急对策,如极端干旱情况下的限制供水措施。对于应急措施的使用应当十分慎重,要保证这些措施的实施与干旱管理的长期目标和策略相一致。这几方面的措施在形式上表现为有关的政策法规、公众教育、技术援助、削减需水量、设定紧急应对方案等。

不同程度的旱灾需要采取不同的对策措施,因此,干旱计划中常针对不同程度的旱灾指明有关对策措施。美国诸州多将干旱分为3级,即一般干旱,严重干旱,极端干旱,有部分地区分为4或5级,如美国德克萨斯北区的干旱管理计划将干旱分为微旱、中旱、重旱、极旱4级<sup>[17]</sup>;而得克萨斯州的干旱计划将干旱分为5级进行管理,即,从对干旱进行咨询(advisory)、观察(watch)、警报(warning)、应急(emergency)直至应灾(disaster)<sup>[18]</sup>。一般在干旱期,政府机构根据干旱防灾减灾组的调查评估结果,发布相应的干旱警报。相关部门及社会民众根据政府的呼吁,自觉主动或按要求配合有关部门采取减灾措施。如,在美国Susquehanna河流域的干旱计划中就明确指出,在干旱紧急阶段可能禁止供给的非必需的需水项,包括餐馆、酒吧及其他餐饮部门的需水,喷泉、人工水幕等美化用水,维持街道、人行道、车道、停车场等场所环境卫生所需用水,球场的维护用水,户外花园、景观区花草树木维护用水等<sup>[19]</sup>。

### 3 干旱防灾减灾计划的现状与趋势

干旱计划发展初期从内容到形式都没有定式,直到1991年,美国提出并公布了制定干旱计划的方法<sup>[20]</sup>。该方法对任何级别任何干旱易发区均具有很好的适用性,在美国及世界性的学术研讨会和大型会议上被广泛关注。干旱计划在其他国家和地区快速发展的同时,其内容和形式结构也开始逐步统一。美国在1976~1977年大范围遭受干旱侵袭时,没有一个州有比较正式的干旱计划。到1982年时,只有3个州制订了干旱计划,到2006年10月已经有37个州有各自的干旱计划,另外有4个州处于不同的发展阶段,仅9个州没有正式的干旱计划<sup>[21]</sup>。澳大利亚在1992年正式通过国家干旱政策<sup>[22]</sup>。联合国亚太社会经济委员会(UNESCAP)按照联合国开发计划(UNDP),在联合国国际减灾战略秘书处(UN/ISDR)、亚洲灾难防备中心(ADPC)、联合国防治荒漠化公约秘书处(UNCCD Secretariat)及美国内布拉斯加州大学的国际干旱信息中心(IDIC)的协助

下,由世界环境基金(GEF)支持,亚太区域干旱防灾系统正在建设中。目前,阿富汗、柬埔寨、老挝、缅甸、巴布亚新几内亚、越南已经加入了这一体系,印度、巴基斯坦、泰国等也将加入。同时,随着各个国家和地区对于干旱管理的逐步重视,在区域干旱管理的基础上,全球干旱防灾网络(global drought preparedness network, GDPN)正在构建<sup>[23-24]</sup>。它将为各个国家和地区间共享有关干旱管理的技术、经验提供良好的平台,便于在包括有关干旱管理政策、应急方案、减灾计划、公众参与、早期预警、自动测报、干旱指标评价体系、干旱影响评估方法、开源节流的措施和方法等方面进行交流。

干旱计划在内容上强调通过对干旱的主动干预降低干旱灾害风险,在组织结构上强调社会各个部门的协作,技术方法上越来越强调系统性。目前,风险管理一个十分显著的趋势就是管理模式上从自上而下转向由下而上,即,越来越多地关注底层、基层的需要,越来越强调普通民众和基层组织对于干旱管理的参与。这同时也突出了干旱计划的重要性,各个基层机构的管理必须要有统一的指导方针,使得各个机构能够协调一致,有效地防灾、减灾、抗灾。内容上,考虑更多的不确定性,综合考虑干旱自然因子和社会因子的特性。在考虑自然因子演变规律的同时,越来越多地关注干旱对自然、社会系统的影响。

风险管理作为一种科学有效的管理模式正被越来越多的国家和地区所接受,但由于受到技术、经济等方面因素的限制,目前仍有许多国家和地区,尤其是发展中国家和地区,还没能实施,对于旱灾仍处在被动应对的阶段。干旱风险管理目前仍处于初期发展阶段,现有干旱计划也存在许多不足与问题,如,计划多以历史干旱记录为设计标准,难以应对超历史干旱的情况;在用水的社会公平性方面考虑不多;对于干旱风险的评估比较粗略,限制了干旱预警系统的完善;且多以文本形式存在,一旦出现人员变动计划就难于实施,等等。

中国是农业大国,经常受农业气象灾害侵袭,尤其是近些年,由于社会经济的飞速发展,需水量剧增;同时,由于水污染的加剧,水质型缺水严重,干旱问题在我国表现得更为综合,影响范围有增无减。面对日益严峻的用水形势,中国急需建立相应的管理措施,增强应对干旱缺水的能力,降低干旱脆弱性。干旱风险管理和干旱计划的研究在我国仍处于起步阶段<sup>[25-27]</sup>,虽然已有一定的研究,但缺乏系统性、规范性。同时,干旱管理多集中在我国北方干旱地区,对于南方湿润地区的干旱不够重视,多是通过临时调水等途径缓解干旱影响。同时,还缺乏完善

的干旱监测系统。目前,干旱监测仍附属于气象、水文监测,缺乏对系统干旱因子的系统分析、整合。因此,需要结合我国国情逐步加强有关干旱灾害风险管理的研究和实践。

参考文献:

[ 1 ] BERAN M , RODIER J A. Hydrological Aspects of Drought[ R ]. Paris :Unesco-WMO ,1985.

[ 2 ] CORREIA F N , SANTOS M A , RODRIGUES R R. Reliability in regional drought studies[ C ]//JACQUES G. Water Resources Engineering Risk Assessment. Berlin :NATO ASI Series ,1991 : 43-62.

[ 3 ] PEREIRA L S , CORDERY I , IACOVIDES I. Coping with water scarcity[ C ]//UNESCO IHP VI. Technical Documents in Hydrology No.58 ,Paris :UNESCO ,2002 267.

[ 4 ] ROSSI G , BENEDINI M , TSAKIRIS G , et al. On regional drought estimation and analysis [ J ]. Water Resources Management ,1992 4 ( 4 ) 249-277.

[ 5 ] WILHITE D A. A methodology for drought preparedness[ J ]. Natural Hazards ,1996 ,13 229-252.

[ 6 ] MCKEE T B , DOESKEN N J , KLEIST J. The relationship of drought frequency and duration to time scales[ C ]//8th Conference on Applied Climatology. Anaheim ,California :1993 : 179-184.

[ 7 ] WILHITE D A , HAYES M J , KNUTSON C , et al. Planning for drought :moving from crisis to risk management[ J ]. Journal of American Water Resources Association 2000 36 ( 4 ) 697-710.

[ 8 ] 李保俊 ,袁艺 ,邹铭 ,等. 中国自然灾害应急管理研究进展与对策[ J ]. 自然灾害学报 ,2004 ,13 ( 3 ) :18-23.

[ 9 ] WILHITE D A , COLLINS D , HOWDEN S M. Drought in Australia :prediction ,monitoring ,management and policy[ C ]// WILHITE D A. Drought Assessment , Management and Planning :Theory and Case Studies. The Netherlands :Kluwer Academic Publishers ,1993 213-236.

[ 10 ] BRUWER J J. Drought policy in the Republic of South Africa [ C ]//WILHITE D A. Drought Assessment , Management and Planning : Theory and Case Studies. Dordrecht , the Netherlands :Kluwer Academic Publishers ,1993.

[ 11 ] WILHITE D A , ROSENBERG N J. Improving federal response to drought[ J ]. Journal of Climate and Applied Meteorology , 1986 25 ( 3 ) 332-342.

[ 12 ] WILHITE D A. Moving beyond crisis management[ J ]. Forum for Applied Research and Public Policy 2001 ,16 ( 1 ) 20-28.

[ 13 ] HAYES M J , WILHELM O V , KNUTSON C L. Reducing drought risk :bridging theory and practice[ J ]. Natural Hazards Review 2004 5 ( 2 ) :106-113.

[ 14 ] BYUN H R , WILHITE D A. Objective quantification of drought severity and duration[ J ]. Journal of Climate ,1999 ,12 :2747-2756.

[ 15 ] The Wyoming Drought Task Force. Wyoming drought plan

[ R ]. Wyoming :The Wyoming Drought Task Force ,2003.

[ 16 ] WILHITE D A. A methodology for draught preparedness[ J ]. Natural Hazards ,1996 ,13 229-252.

[ 17 ] THOMAS C , GOOCH P E. Model drought contingency plan for North Texas municipal water district member cities and customers[ R ]. Fort Worth : North Texas Municipal Water District ,2004.

[ 18 ] Drought Preparedness Council. State of Texas drought preparedness plan [ R ]. Austin , Texas : Texas Drought Preparedness Council 2001.

[ 19 ] STEPHEN A , RUNKLE P E. Susquehanna River Basin drought coordination plan[ R ]. Harrisburg :Susquehanna River Basin Commission 2000.

[ 20 ] WILHITE D A. Drought preparedness and mitigation :status in sub-Saharan Africa [ M ]. New York : United Nations Development Program 2000.

[ 21 ] National Drought Mitigation Center. Mitigation drought :the status of state drought plans[ EB/OL ].[ 2007-07-01 ]. <http://www.drought.unl.edu/mitigate/status.htm>.

[ 22 ] MEAGHER B O , PISANI L G , WHITE D H. Evolution of drought policy and related science in Australia and South Africa[ J ]. Agricultural Systems ,1998 57 ( 3 ) 231-258.

[ 23 ] LOW P S. Regional drought preparedness network for Asia and the Pacific [ EB/OL ]. [ 2004-10-08 ]. <http://www.iwmi.cgiar.org/droughtassessment/files/workshop/P16-Pak%20Sum%20Low.ppt#8072> ,Drought events.

[ 24 ] Bureau for Democracy ,Conflict and Humanitarian Assistance ( DCHA ) Office of US Foreign Disaster Assistance( OFDA ). Asia and Pacific disaster preparedness and mitigation programs [ EB/OL ].[ 2009-09-30 ]. [http://www.usaid.gov/our\\_work/humanitarian-assistance/disaster-assistance/countries/bangladesh/template/ts-sr/fy2009/asia-pacific-fso1-09-30-2009.pdf](http://www.usaid.gov/our_work/humanitarian-assistance/disaster-assistance/countries/bangladesh/template/ts-sr/fy2009/asia-pacific-fso1-09-30-2009.pdf).

[ 25 ] 张翔 ,夏军 ,贾绍凤. 干旱期水安全及其风险评价研究 [ J ]. 水利学报 ,2005 ,36 ( 9 ) :1137-1142.

[ 26 ] 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.

[ 27 ] 杨帅英 ,郝芳华 ,宁大同. 干旱灾害风险评估的研究进展[ J ]. 安全与环境学报 ,2004 ,4 ( 2 ) :79-82.

( 收稿日期 2009-03-06 编辑 徐 娟 )

