

# 防洪减灾风险管理之思辨

朱元牲<sup>1</sup>, 刘九夫<sup>2</sup>

(1. 河海大学, 江苏 南京 210098; 2. 南京水利科学研究所, 江苏 南京 210029)

**摘要:** 分析梳理了防洪减灾风险、风险及其分析、风险管理和治理等概念, 指出防洪减灾理念从 20 世纪早期的“控制洪水”到 20 世纪后期的“减小洪灾损失”再到 21 世纪初的“降低洪灾风险”的演变, 与防洪减灾形势、社会公共管理水平等密切相关; 防洪减灾风险源于洪水时空变化的不确定性、承灾体的不确定性和防灾减灾措施实际效果的不确定性等, 需要根据具体问题做具体分析; 防洪减灾风险管理指采取多方参与方式, 在洪灾发展周期的不同阶段, 针对多种不确定性, 综合分析各种风险, 力求做出相对科学的决策。在防洪减灾风险管理的研究和实践中, 应重视有关人文因素及其不确定性、构建风险分析文化的重要性。

**关键词:** 防洪理念; 风险; 防洪减灾; 风险治理; 风险文化

**中图分类号:** X43      **文献标识码:** A      **文章编号:** 1000-0852(2013)02-0001-05

## 1 引言

在古典哲学中, “思辨”常常是与“反思”联系在一起的, 它们都与反观自我有关。但思辨不等于反思, 而是对过去学界流行的既定观念产生的某种质疑, 并进入一个补充、修正和完善的过程。本文旨在对防洪减灾风险管理进行思辨。

“Flood Risk”目前国内多直译为“洪水风险”, 似不够准确。Flood 的释义为“在通常没有水的地面, 暂时被水所淹没”<sup>[1]</sup>, 根据其内涵, 汉语可译为“洪水”和“涝水”; 由于自然灾害风险一般多指负面事件, 因此“Flood Risk”的词义, 不应局限于自然的“洪水”事件, 应与洪水和涝水引发的灾害有关; 考虑到国内外风险研究的内涵, 还往往包括各种防灾减灾行动, 因此把“Flood Risk”译作“洪(涝)灾风险”或“防洪减灾风险”为妥。

虽然“风险”一词已广为应用, 但各个学科迄今并没有统一的定义。风险不同于危险, 危险是泛指引发事物出现不利后果的事件, 无论是已经发生过的, 或者是今后可能发生的事件; 而风险则是指未来可能发生也可能不发生的危险。由于风险的内涵是多维的, 因此风险就不会是一个确定的数值, 也不是一条曲线或一个向量所能概括的, 而是一个代表若干元素的完备集。至

少包括四项要素, 即事件的类型、事件发生的可能性(可以是以概率定量表述, 也可以是以粗略的定性描述)、事件所引发的损害(包括经济的和非经济的后果)和承灾体的脆弱性。

国际电子委员会标准化组织(ISO/IEC)以“决策”为切入点, 从应用的角度给出了一个比较好的定义, 准确地解读了风险的理念, 并进一步阐明了风险与不确定性之间的关系<sup>[2-3]</sup>。ISO/IEC 给出“风险”的定义为: “不确定性对目标的影响”和“风险是风险型决策必要的输入之一”。由于存在不确定性, “决策对象”的发展过程就未必符合人们的预期, 会表现为或正或负的偏离, 在对象的不同层面和不同方面, 都有可能引发不利的后果; 决策人员在作决策时, 必须理性和全面地综合考虑所有可能发生的后果, 特别是各种不利的后果, 需要预估后果的严重性及其发生的可能性, 针对“决策对象”未来发展可能的多种前景, 给出“全面的预测”。

## 2 防洪减灾形势与防洪理念演变

全球自然灾害发生频率的增长记录是非常惊人的, 在 1900~1940 年间, 每十年的增长率为 100%, 20 世纪 60 年代为 650%, 到了 80 年代则达到 2 000%, 90 年代甚至达到 2 800%。每年灾害造成死亡人数达到数十万, 受伤人数达到数以百万计; 灾害造成的经

收稿日期: 2012-08-15

作者简介: 朱元牲 (1934-), 男, 安徽旌德人, 教授, 研究方向为水文分析与计算、风险分析。E-mail: zhuyuanheng502@yahoo.com.cn

济损失在过去40年间,每7年就翻一番<sup>[4]</sup>。虽然地震和海啸偶尔造成令人毛骨悚然的严重后果,但引发巨大损害的自然灾害,多数还是源于与气象相关的灾害,特别是与暴雨洪水有关的灾害。虽然人类社会逐年为防洪减灾投入大量资源,但洪灾损失的统计数据并未见明显降低,反而呈现出日渐增高的趋势。联合国最新统计资料表明:洪灾是世界上最主要的自然灾害之一,所造成的损害是极其巨大的,平均每年的受灾人口为5.20亿人,其中罹难死亡人数达到25 000人,平均每年的经济损失达到500~600亿美元,而且对于承灾体的社会和公众而言,洪涝灾害成为挥之不去的梦魇<sup>[5-6]</sup>。

过去我们将洪灾损失增长的原因归结为人口增长和经济发展。虽然统计数据表明,洪灾损失与经济发展状况及人口数量之间存在非常密切的相关关系,但若两个变量 $X$ 和 $Y$ 存在密切的相关关系,可能 $X$ 是因 $Y$ 是果,也可能是相反,甚至还可能是 $X$ 和 $Y$ 并无因果联系,两者都是由另一变量 $Z$ 所引发的<sup>[8]</sup>。社会活动量的巨大增长,并非必定引发事故的发生,两者之间并无因果联系。民航航空业的发展是一个生动的例证,虽然全球航班数量按指数型增加,但航行反而变得更加安全了<sup>[9]</sup>。这一事例可以雄辩地阐明分析和和管理洪灾风险的必要性和可行性。

进入21世纪,世界各国相继召开过多次防洪减灾的学术讨论会。值得注意的是:专家们都强调防洪安全的思维模式必须引入不确定性和风险理念,替代传统的确定性思维模式,防洪减灾的目标不能再局限于抵御一次或几次特大洪水(实际发生过的或虚拟构建的“百年一遇”或“千年一遇”的设计洪水)<sup>[11]</sup>。正如联合国减轻自然灾害十年(IDNDR 1990~1999)活动的总结报告明确指出:针对洪灾的不确定性,防洪减灾需要引入风险理念。

美国土木工程兵团(USAEC)始建于1802年,是美国防洪安全的业务主管部门,在不同的历史时期其工作中心有所变化,早期(1802~1950)是工程建设和洪水控制(Build & Control);中期(1950~1969)为水资源的合理配置(Allocate);近期(1969~ )则是水质保护、抑制水污染和流域生态环境的修复(Protect, Restrain & Restore)。但值得注意的有三点,其一是“防洪减灾”始终是兵团工作的中心,其二是进入21世纪,兵团提出要求将风险分析作为重要的工作模式,从基于确定性理念的思维模式作跨越式变革,其三是

关防洪安全项目的名称和内容也在不断演变,如1950年以前,大力建设防洪水库和堤防等工程措施,先后提出一系列控制洪水(Flood Control)的确定性目标。虽然各项具体目标先后达到了,但洪灾依旧存在,公众的满意度未见明显提升;20世纪后半期,防洪手段由单一依靠工程措施,转变成为工程措施与非工程措施相结合,目标则由全面控制洪水转变为重点地区和重点河段的防洪,后期更进一步转变为防洪减灾和洪泛区的建设及管理。进入21世纪,防洪安全的目标则更加明确为“寻求更加有效的和适宜的途径,管理好洪灾的风险”<sup>[7,10]</sup>。

树立不确定性和风险的意识,有助于提高防洪减灾的两个能力,其一是对洪灾本身和周边环境的复杂多变前景的洞察能力,其二是在灾害管理过程中,面对突发灾害事件的应变能力。事实上,风险理念对于传统防洪安全战略是具有颠覆性的,代表一种“颠覆游戏规则式的创新(Game-changing innovation)”。预期会迫使人们在规划、设计、施工、运行管理和抢险救灾的各个阶段作出重大的变革。

### 3 防洪减灾风险的内涵

防洪减灾风险是与成灾水量在时空变化过程中的不确定性相联系的。洪水及洪灾形成和发展的过程,可通过灾害源~传输途径~受灾体概念模型(见图1)来表述,“灾害源”是指在不同时刻出现在不同地点的成灾水量,其时空分布具有很强的不确定性;流经多种不同的“传输途径”汇集成滔滔的洪流,其组合(整合)的过程存在显著的不确定性<sup>[12]</sup>;由于各种不同的原因,在某个或某几个节点超过当地河道的宣泄能力,就会从河流溢向毗邻的低地形成洪涝灾害,使当时处在承灾体内的资产和居民受到危害,与该地区的生态环境一起成为该次洪灾的“承灾体”。在同一次洪灾事件中,组成SPR(灾害过程)的各项因素都存在各自的时空变化过程,众多变化因素的组合遭遇,加上人类社会的各种防洪减灾行动,构成了影响防洪安全的复杂系统<sup>[7]</sup>。

学者Plate针对洪灾形成和发展的全过程,将不确定性粗略地分为3类,即自然类的不确定性、认知类的不确定性和抉择类的不确定性(见图2)。

“自然的不确定性”指自然系统本身运行的不确定性,如全球气候变迁、暴雨、融雪、风暴潮、海啸等,其特点是人类不能干预其发生和发展,也无法进行可控的模拟实验,只能根据历史记录通过统计分析,推断其发

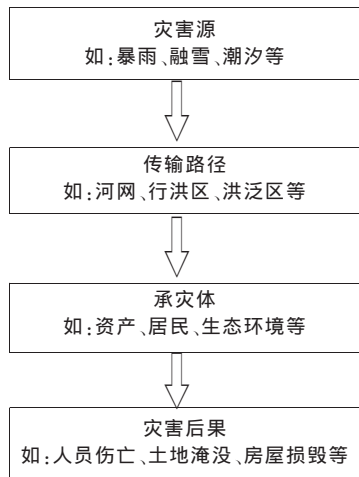


图1 洪灾形成过程的概念模型(引自文献[7])

Fig.1 The conceptual model of flood disaster formation (Source: Reference 7)

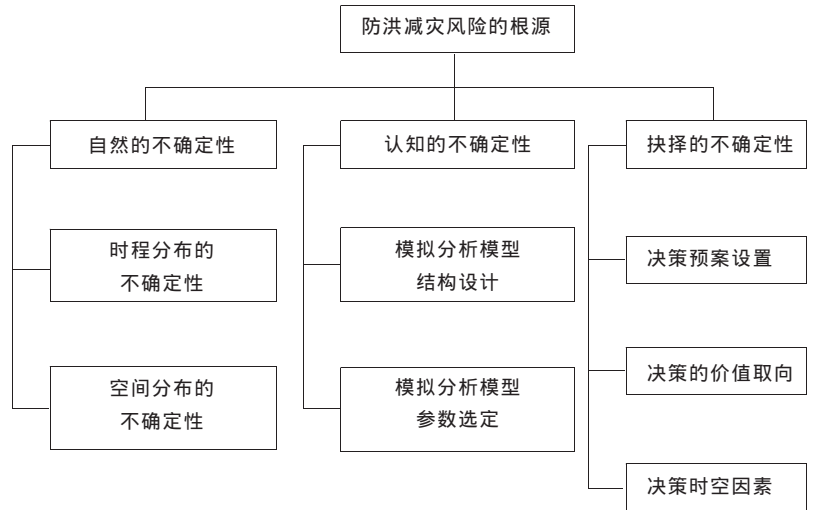


图2 防洪减灾决策中风险的根源(引自文献[11])

Fig.2 The sources of risk in decision of flood disaster reduction (Source: Reference 11)

生的概率。在洪水的形成和发展过程中，需要依靠雨情、水情和灾情的预报和模拟计算，来掌控各种防洪减灾举措的实施。由于所采用的模型和计算方法不够完善，一般是很难精确预报的，就会存在“认知的不确定性”。其特征之一是可依据其历史记录，分析其误差的概率分布。“抉择的不确定性”带有很强的博弈性，因人、因时和因事而异，参与抉择的不仅是从事防洪减灾工作的政府官员和科技人员，还包括众多受灾的公众，所作出的每项抉择都与决策者的价值取向、对风险认知的水平、掌握信息的数量等密切相关。根据心理科学研究，人文因素并非固定不变，而是可以通过沟通和交流等手段，逐步影响或调整的。

虽然三类不确定性具有不同的特质，但往往是相互纠缠在一起的，很难严格区分，譬如在洪灾的形成和发展过程中，同时受到众多不确定性因素的干扰，如上下游、干支流、左右岸暴雨洪水的遭遇组合，水库湖泊的调蓄，堤坝的溃决，两岸的滑坡，河流的改道，各种防洪减灾措施的实施等，一般属于多种不确定性的组合，增加了风险分析的难度。

“防洪减灾风险”的内涵为：由于不确定性的存在，洪灾的形成和发展过程未必符合预期，会表现出或正或负的偏离。风险分析就是对于多种可能前景的预测评估，包括“洪水”“洪灾”和“承灾体”，以及各种不利事件发生的“可能性”、后果的“严重性”等。

#### 4 防洪减灾风险中的人文因素

国际风险治理委员会 (IRGC, The International Risk Governance Council) 和国际科学委员会 (ICSU,

International Council for Science) 是非营利的国际学术机构，以全球重大灾难事件为研究对象，以完善对风险的理解、管理和决策为宗旨。重大灾难事件风险的不确定性，不单纯是一些自然因素，还与众多非物质的人文因素的不确定性有关。此类风险往往不受国家或地区边界的限制，因此需要有关国家和各级政府之间的协作，还需包括涉及到的工商企业界、学术界和社会各界的合作，极大地增加了决策的复杂性<sup>[9]</sup>。2008年，ICSU 制定了一项关于灾害风险的综合科研计划，提出三项具体的目标：其一是正确辨识评定和处理灾害的特性、脆弱性和风险，提升对于灾害事件本身的发展及其后果的预测能力。其二是认真分析在复杂和变化风险条件下决策过程的各个细节，研究存在有多少改进余地和如何来改进重大的决策。强调要找出影响决策的因素、剖析限制或促进正确决策的因素。三是在前两项目标的基础上，构建有意识的监测行动计划，强化风险的“治理”，更加有效地降低重大决策的失误<sup>[4]</sup>。现代发达社会的公共事务(包括防洪减灾活动)管理，强调采取多方参与的“治理(Governance)”方式，“治理”强调有关的行动要依据由利益攸关的各方通过民主协商制定的规则。

IRGC 指出决策人员必须要意识到所承担的重大责任，冷静清醒地作出治理风险的决策。“治理”是对风险处理行动的总称，术语“风险治理”得到广泛应用，包括国际关系、政治科学、政策研究、环境科学和技术科学等学科，另在风险研究学科内，针对各种非物质人文因素的调整行动。IRGC 创建的系统性风险治理框架见图 3<sup>[9]</sup>。

为了能够科学地总结系统性风险治理的历史经验和教训,IRGC 创建涵盖社会科学理念的风险治理框架,在框架中除了自然科学的风险分析理念之外,还增加了社会科学理念的有关内容,将两者集中组合在统一模型的框架之中。特别是在风险治理战略的预评估阶段,对作决策过程的逐个细节进行缜密的分析,如决策层的收集、分析、交流风险信息环节,又如决策层的组建、合作伙伴的选定环节,决策层、合作伙伴、受灾地区的公众与基层政府等人际之间关系的协调环节等。风险的“治理优劣的准则”,除了强调透明、公平和公正的原则,还必须尊重当地的法规和法律。选定的方案不仅要求在政治上和法律上可行,同时还要求在伦理道德上和习惯上得到公众的认同,也存在有众多不确定性,稍有疏漏治理意图就很难实现。治理战略力求使生态环境、经济发展和社会成员的健康和安全等各个方面满意,都能在治理行动中获得不同程度的收益,使各种负面后果降到最低。

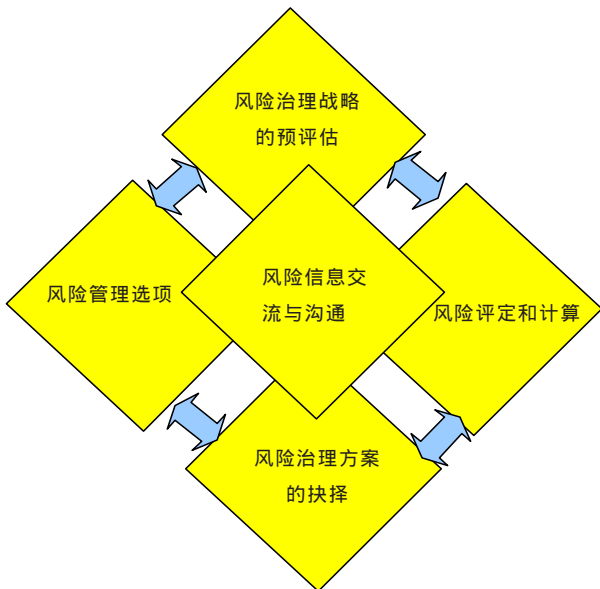


图3 IRGC 创建的 systemic risk governance 框架(引自文献[9])  
Fig.3 The framework of systemic risk governance, addressed by IRGC (Source: reference 9)

IRGC 和 ICSU 的研究启发我们,防洪减灾风险必须考虑非物质人文因素的不确定性,主要包括社会和公众对灾害的形成和发展过程的认知,对承灾体脆弱性的认知,对灾害后果严重性的认知,还包括主管部门协调防洪减灾的政策和组织防洪减灾行动能力等各个方面的不确定性。

### 5 构建防洪减灾风险分析文化

防洪减灾风险分析是在不确定性条件下作决策的

程序框架中不可或缺的组成部分,防洪减灾风险分析把科学分析和社会价值紧密联系在一起,综合考虑经济、安全、社会发展、生态、环境等,有助于在一致性、公正性和透明性前提下,寻求利益相关各方共赢、满意的决策方案。其实过去很多有经验的水利科技人员早就这么做了,只是没有说明是在作“风险分析”而已。

美国国土安全部(DHS)在 2010 年评审了本部门风险分析途径的应用状况。专家组在评价报告中明确提出要求在 DHS 构建强而有力的风险分析文化(Build a Strong Risk Analysis Culture at DHS)的氛围<sup>[13]</sup>。虽然未作详细的解释,但从报告上下文和专家们的论述中,可以解读出“风险分析文化”的内涵。DHS 工作的特点之一就是必须要分析和处理众多的不确定性和风险,因此对风险的理解和应用,不能仅局限在技术层面上,而是要构建一种思维模式和管理决策方式。

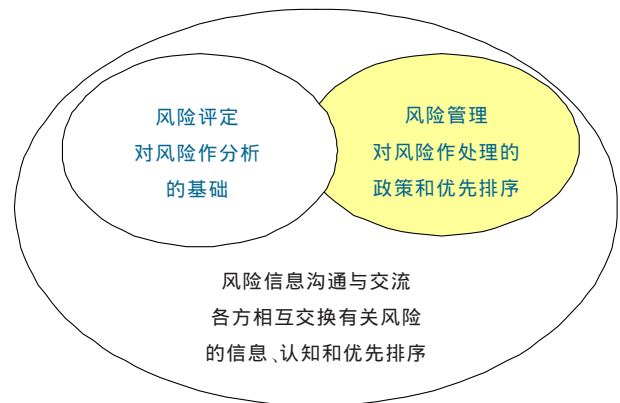


图4 风险分析文化的内涵(引自文献[13])  
Fig.4 Intrinsic concept of risk analysis culture (Source: reference 13)

风险分析文化的内涵包括风险的评定(Risk assessment)、风险的管理(Risk management)和风险信息的交流(Risk communication)三个部分,而在三者之中,风险信息的交流是核心,交流的信息包括风险分析与风险管理的进展,要求决策层面、决策支持层面和执行层面三者都参与交流,而且需要成为正常的工作程序,从而保证在所有层次都将有关“风险”的信息作为决策的输入。风险分析文化的内涵见示意图4。

防洪减灾活动也需要分析和处理大量的不确定性因素,包括自然的和人文的风险因素,目标是使决策层、合作伙伴、公众及基层政府都能正确认识和处理防洪减灾风险。防洪减灾风险必须考虑洪灾的形成和发展过程与防洪减灾行动之间的互动作用,和参与决策的合作伙伴以及受灾公众、社区、基层政府、环境等人

文因素的不确定性。以集合语言表述, 防洪减灾风险  $R_i$  的集合表达为:

$$R_i = \langle S_i, P_i, D_i, V_i \rangle$$

式中:  $S_i$  为洪灾事件的类型;  $P_i$  为事件发生的可能性;  $D_i$  为洪灾事件所引发的损害及后果;  $V_i$  为对承灾体的脆弱性。

脆弱性  $V_i$  为一项综合性指标, 反映处于该类洪灾威胁地区的人员、资产和环境的状态, 定量描述承灾体的人、物和生态环境能够承受危害的度量(例如: 受威胁人员的逃生系统是否完备, 敏感人群的数量、组成和分布, 建筑物安全程度以及存在的缺陷和隐患状况, 生态环境的脆弱性等)。

## 6 结语

防洪减灾风险是随时空变化的, 而且还受到自然因素的不确定性和非自然因素的不确定性两者的共同驱动。风险的变化体现在洪灾的形成和发展的全过程之中, 体现在和众多合作伙伴共同参与的风险治理行动之中, 体现在承灾体的脆弱性和灾害后果严重性的变化之中。防洪减灾风险变化是属于非线性的, 洪灾的形成和发展过程与防洪减灾行动之间互为因果。而防洪减灾行动又有多种多样, 包括灾前的准备, 临灾的应对, 和灾后的恢复重建等, 使防洪减灾风险的变化过程非常复杂。国外已有的防洪减灾风险治理实践表明, 并不存在一种适合所有各种情况的“最佳实践”模式, 必须根据本地特定的条件和需求, 经过量体裁衣, 从已有经验之中选取合适的做法集成创新出适合自己的模式。

参考文献:

[1] FLOOD site. Language of Risk - project definitions, FLOODsite

Final Report: Volume 1 [Z], 2009.

- [2] International Electrotechnical Commission. Risk Management - Risk Assessment Techniques [Z]. ISO/IEC 31000, 2009.
- [3] International Electrotechnical Commission. Risk Management - Vocabulary - Guidelines for Use in Standards [Z], ISO/IEC 31000, 2009.
- [4] International Council for Science (ICSU). A Science Plan for Integrated Research on Disaster Risk - Addressing the challenge of natural and human-induced environmental hazards [Z]. 2008.
- [5] S. Begum, M. J.F. Stive, J.W. Hall. Flood Risk Management in Europe - Innovation in Policy and Practice [M]. Springer, 2007.
- [6] M.T.Schulze, K.N.Mitchell, B.K.Harper, T.S.Bridges. Decision Making Under Uncertainty [M]. USACE, 2010.
- [7] Committee to Assess the U.S. Army Corps of Engineers: Flood Risk Management Approaches as Being Practiced in Japan, Netherlands, United Kingdom, and United States [Z]. September 2011.
- [8] S.D. Levitt, S. J. Dubner. FREAKONOMICS --- A Rogue Economist Explores the Hidden Side of Everything [Z]. 2005.
- [9] International Risk Governance Council. Risk Governance Towards an Integrative Approach [M]. Geneva: IRGC, 2005.
- [10] Committee on Risk Based Analysis for Flood Damage Reduction. Risk Analysis and Uncertainty in Flood Damage Reduction Studies [M]. Washington. D. C.: National Academy Press, 2000.
- [11] Erich J. Plate. Flood risk management for setting priorities in decision making [A]. Extreme Hydrological Events: New Concepts for Security [C]. Springer, 2007.
- [12] 朱元甦. 学科发展之思辨 - 挑战和机遇 [A]. 刘光文先生纪念文集 [C]. 南京: 河海大学出版社, 2011. (ZHU Yuanseng. The scientific development of the speculative - challenges and opportunities [A]. Liu Guangwen Memorial Anthology [C]. Nanjing: Hohai University Press, 2011. (in Chinese))
- [13] Committee to Review the Department of Homeland Security's Approach to Risk Analysis. National Research, Review of the Department of Homeland Security's Approach to Risk Analysis [M]. National Academies Press, 2010.

## Discussion on Flood Risk Management

ZHU Yuansheng<sup>1</sup>, LIU Jiufu<sup>2</sup>

(1. Hohai University, Nanjing 210098, China; 2. Nanjing Hydraulic Research Institute, Nanjing 210029, China)

**Abstract:** The concepts, including flood risk, risk analysis, risk management, as well risk governance, were discussed in this paper. It pointed out: (1) The idea of flood disaster reduction was changed from “flood control” in the early 20 century, to “flood-induced loss reduction” in the late 20 century, then to “flood risk reduction” in the 21 century, and the changes were closely related to the practical situation of flood disaster reduction, social public administration level, etc, in different stage. (2) Risk in flood disaster reduction was sourced from uncertainties in spatial and temporal distribution of flood, receptors of disaster, and measures of disaster prevention and reduction, etc, therefore, flood risk analysis should be based on practical situation of flood aiming at different issues. (3) Risk governance in flood disaster reduction emphasizes public involvement mechanism, and tries to provide a satisfied decision based on comprehensive evaluation for risk of profit and loss for each stakeholder according to multiple uncertainties in different evolution stages of flood disaster. Finally, this paper emphasized the importance of human factors and its uncertainties in the practice of risk management for flood disaster reduction.

**Key words:** idea of flood prevention; risk; flood disaster reduction; risk governance; risk culture