

国家公园灾害风险管理研究与实践及其对中国的启示

李禾尧^{1,2}, 何思源¹, 王国萍^{1,2}, 丁陆彬^{1,2}, 焦雯璐¹, 闵庆文^{1,2}

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 自然保护区是区域灾害风险管理热点地区, 国家公园是自然保护区体系的重要组成部分。国家公园管理目标的多样性决定其暴露在多种致灾因子下的承灾体多样性, 使其灾害风险管理极具综合性。从国家公园管理职责、管理规划实践与科学研究热点出发, 总结国家公园灾害风险管理的总体理念、共性与差异, 将其置于社会—生态系统管理框架内, 提出对中国国家公园体制试点区灾害风险管理的三个启示: (1) 灾害风险管理是实现国家公园多重管理目标的必然需求; (2) 灾害风险管理要重视维持国家公园社会—生态系统的理想状态; (3) 灾害风险管理需要采用“整体”思想, 在“愿景—目标—目的”的“层级式”管理目标下协调各部门, 以适应性管理方式开展。

关键词: 灾害风险; 国家公园; 生态系统管理; 理想状态; 自然保护区

灾害是一种对社区或社会功能的严重破坏, 导致广泛的人员、物资、经济 and 环境的损失, 且超出受灾社区或社会自身资源的应对能力^[1]。灾害风险是致灾因子和脆弱性结合的产物。联合国国际减灾战略 (UNISDR) 在 2009 年将致灾因子的定义修订如下: “一种可能造成人员伤亡或影响健康、财产损失、社会和经济混乱或环境退化的过程、现象或人类活动。”除此之外, 美国联邦紧急事务管理局 (Federal Emergency Management Agency, FEMA)、联合国开发计划署 (UNDP) 等机构均对 (自然) 致灾因子进行了界定, 认为其为可能对人员、财产和环境带来危险的各种自然现象和社会现象^[2,3]。灾害的消极影响不仅取决于致灾因子的性质、概率和强度, 也取决于实体、社会、经济和环境因素的抗灾能力^[1]。灾害风险管理是实施减少灾害风险的政策和战略, 以防止出现新的灾害风险, 减少现有的灾害风险, 管理残余风险, 从而有助于加强复原力并减少灾害损失^[1]。

当前, 国内外对灾害风险的研究主要关注以下几个方面: 第一是灾害风险管理理念。自 20 世纪初至今, 随着自然与社会环境的变迁与灾害风险多样性与复杂性的日益加深^[4], 出现准军事理念^[5]、自然灾害应变理念^[4]、灾害管理周期理念^[6]、环境安全管理理念^[7]与公共安全管理理念等多种理念。第二是灾害风险管理策略。随着管理实践的不断积累, 目前已发展出多种面向灾害管理的决策工具, 其中具有代表性的包括“危害—风险—脆弱性” (HRV) 决策工具^[8]、博弈论决策工具^[9]、地理空间技术决策工具^[10]、灾害大数据决策工具^[11,12]、移动通信技术决策工具^[13]、灾害管理元模型 (DMM) 决策工具^[14]、复杂网络决策工具^[15]等。第三是灾害风险评估方法。目前在宏观层面已有一些较为成熟

收稿日期: 2019-11-20; 修订日期: 2020-08-27

基金项目: 国家重点研发计划项目 (2017YFC0506404)

作者简介: 李禾尧 (1993-), 男, 陕西西安人, 博士研究生, 研究方向为国家公园保护与社区可持续发展。

Email: tonymarigold@live.com

通讯作者: 何思源 (1984-), 女, 山西太原人, 博士, 助理研究员, 研究方向为国家公园与保护地管理。

E-mail: hesy@igsnrr.ac.cn

的大尺度灾害风险评估框架或模型，如灾害风险指数系统^[16]、灾害风险管理指标系统^[17]、多重风险评估体系^[18]等，在微观层面有地理信息系统与遥感（GIS & RS）方法^[19,20]、灰色系统法^[21,22]、人工神经网络法^[23,24]、层次分析法^[25,26]、加权综合评估法^[27-29]、概率统计法^[30,31]、模糊数学法^[32,33]等应用较为广泛的方法，灾害风险评估结果通常以风险分区地图的形式呈现^[34,35]。

因此，灾害风险研究在管理理念上反映出灾害风险管理目标的不断细化，在管理策略上为提升区域内和多类型灾害风险管理水平提供了重要参考，在评估方法上显示出面向不同尺度灾害风险的探索与创新。然而，灾害风险管理研究中对多种管理理念在特殊区域，如城市、自然保护地的适应和融合的探讨尚不充分；大量框架与方法主要侧重自然灾害风险的评估，综合性评估研究较少。可见，灾害风险管理研究有必要关注特殊区域灾害风险特征和管理需求，将对技术的研究与对理念和制度的研究相结合。

自然保护地是区域灾害风险管理热点地区，也是理论研究和管控技术实践的重要空间实体。一方面，自然保护地针对不同保护对象，承担生物多样性、生态系统和景观要素等保护目标，具有重要的生态价值^[36]；另一方面，自然保护地一定范围内频繁出现的人类活动既为生态保护带来了压力和影响，也受到自然生态过程和社会经济变动的制约^[37-40]。国家公园是一类典型的自然保护地，各国根据其生态环境特征与社会经济发展水平建立了具有不同特色的国家公园^[41]。如何应对气候变化、人为胁迫和自然灾害，保障生物多样性与生态系统健康，服务于国家公园访客，是各国国家公园管理中必须考虑的问题^[42]。

我国国家公园体制试点区以保护生态系统原真性、完整性并提供包括游憩、科研和教育等服务为管理目标，该多元管理目标决定了其暴露在灾害风险下的承灾体的多样性和灾害风险管理需求的特殊性。首先，作为保护对象的动植物的防灾成为灾害风险管理的必要组成部分，但其灾害风险管理需求与人类存在较大区别；其次，以人类为承灾体的视角下识别的灾害风险，如周期性火灾，本身是生态系统过程的一部分；第三，以自然景观和生态体验为目的的游憩活动中的游客，以及科研人员、巡护者等进入国家公园人群从人身安全角度提出的灾害风险管理需求与一般旅游景区的管控需求存在区别。因此，考虑到多元承灾体面临的自然致灾因子、人为致灾因子、次生致灾因子与致灾因子—承灾体相互转化，国家公园的灾害风险管理具有综合性，融生态风险管理、游憩安全管理与社区防灾减灾于一体^[43]，国家公园生态保护、科普游憩、社区发展等主要目标的实现建立在对影响这些目标实现的灾害风险的科学管理之上。我国虽然在多类型保护地上开展了不少灾害风险识别、分析与管理研究^[44-49]，但目前较为重视单一承灾体的灾害风险，尚未从国家公园多元化管理目标及其承灾体的防灾需求角度思考多类型承灾体与灾害风险的管理。

因此，本文着重从灾害风险管理理论及其在世界范围内国家公园的实践，从国家公园管理职责、管理规划实践与科学研究热点等方面总结国家公园灾害风险管理的特殊理念、共同特征与差异，以期对我国国家公园灾害风险管理提出建议。

1 灾害风险管理与国家公园管理职责及其管理规划

国家公园管理政策（management policy）、总体管理规划（general management planning）、单个国家公园管理规划（management plan）是国家公园系统与个体成员的管理依据，是在国家公园基本愿景下设计的具体管理目标和行动计划。本文针对代表性国家公

园,对灾害风险管理在国家公园管理中的特征总结如下。

1.1 灾害风险管理体现在国家公园法定规划中

一般而言,国家公园管理机构在设定和描述管理目标时,明确说明国家公园内部及其边界的人为活动须符合生态系统管理需求^[50]。这类规定在总体规划或管理规划中具有法定效力,目的在于降低人为灾害风险。这一对人为致灾因子的约束鲜明地体现在国家公园管理分区规划与管控上,旨在减小人为胁迫带来的生态风险。例如,禁止某些资源开采活动,对不当行为进行约束和惩罚,对科学研究等活动采用申报许可制度等。此外,还有一部分管理规划措施旨在减小自然过程带来的灾害性后果。例如,对国家公园内的道路和其他基础设施规定抗震防洪标准,要求特许经营企业和游客服务提供者提供必要的防灾信息,设置风险警示标志并提供救援,规定人身伤害与财产损失赔偿等。在这类分区规划与行为管控规定下,单个国家公园可以根据具体的分区管理目标开展风险识别、监测和分析,开展各区域差异化灾害风险管控。

1.2 灾害风险管理支持国家公园核心管理目标实现

灾害风险管理往往融合在国家公园核心管理目标中,包括自然资源管理、生态系统管理、文化资源管理、旅游管理、社区管理等^[51-54]。这是因为灾害风险威胁上述管理目标实现,例如,野生动物、天气状况、环境特征、自然现象等对游客造成威胁;气候变化、生物入侵、病虫害、火灾等对生物多样性和生态系统造成威胁。以前者为例,加拿大国家公园管理局在游客管理中提出识别和整治风险,制定访客风险管理和公众安全计划,并与政府部门、非政府组织、旅游经营者、特许经营者和服务供给者就风险管理进行交流^[52]。

在生态系统管理中,需要对生态系统价值与其威胁因素做出评估,才能将有限的资源有效分配到管理中去^[52]。管理者采用生态风险评价与管理方法应对生态系统不确定性,区域生态风险评价作为灾害风险管理的一个重要工具,能够帮助管理者估计人类活动或自然事件中的物理、化学或生物实体对植物、动物和生态系统影响的可能性及其规模。在生态风险评价中,不同的利益相关方、国家公园管理者和科学家需要共同参与。具体而言,需要根据生态系统理想状态确定评价终点,识别风险源及其特征,分析受体脆弱性,确定风险可能性及其后果。在得到风险水平后,比照可接受的风险基准判断风险优先管理顺序,最后根据对风险的接受与否和接受程度开展风险管理^[55]。

由于上述管理目标中的管理对象具有一定的时空分布特征和流动性,国家公园边界并不是风险管理边界,物种入侵路径、气象、水文、地质条件变化、人类活动干扰等等都可能渗透进入国家公园边界造成影响,因此在管理上往往根据核心管理目标采取区域联动,关注灾害的尺度效应^[51,52]。

1.3 灾害风险管理的目的是维持系统理想状态

因为灾害风险管理必须依据国家公园多元管理对象和管理目标开展风险识别和管控,所以,确定管理对象才能帮助识别相应灾害风险,确定管理对象的理想(desired)状态成为设定灾害风险管理目标的关键^[51,52]。

在国家公园管理中,理想状态用来形容国家公园各种属性,反映出国家公园的长期管理成效。在生态系统管理中,理想状态包括物种和生境具有多样性,外来物种和火灾威胁小、环境良好等;在访客管理中,包括访客满意度高,访客流量控制适宜等;在社区管理中,体现在良好社区与国家公园关系等方面。不同管理对象均具有可以界定的理想状态,因此,灾害风险管理将国家公园管理对象视为承灾体,既包括物种、生境、生

态系统，也包括访客与国家公园各类设施。

理想状态本质上是管理目标的具象化，对其界定依赖于对国家公园管理目标的层级式分解^[56]。其始于管理愿景（vision），即“使命”或“策略性目标”，进一步可被分解为针对不同管理对象的目的（objectives），为实现这些目的，就需要依据管理对象价值和属性最终形成可执行的目标（goals），即理想状态。

不过，自然生态系统的理想状态在自然过程下有时不容易确定。国家公园在进行灾害风险识别时，一般认为自然现象本质上是中性的，是一种自然过程，在它影响下的生态系统一般采用自然恢复；只有当自然过程对人、设备设施、财产等产生影响时才对其进行干预，目的是为了保护国家公园的其他资源、开发的项目、员工或游客安全^[51,57]。同时，为了避免自然过程发展为自然灾害，国家公园在管理中强调要针对野生动物、自然过程等自然现象为各类国家公园活动人群提供足够的信息和预防措施，并明确访客责任^[51,53,54]。在国家公园内存在生计活动时，理想状态的关键是对生态系统的人为干扰不能引起生态退化^[56]，这在气候变化风险下也更加难以确定^[54]，也显得更加重要。

2 与多重管理目标紧密相连的国家公园灾害风险研究

国家公园具有生态保育与公益服务的双重功能。在其管理实践中，不同国家由于不同的自然环境条件、社会经济条件以及人们认知水平的差异，面临的灾害风险问题各有不同，研究者在世界各地国家公园开展实证研究，研究成果具有较强的政策与实践指导意义。从近40年来世界20余个国家的国家公园灾害风险管理研究中发现，灾害风险管理研究具有地域特色，与国家公园发展历史和发展趋势相关，与实现国家公园多重管理目标紧密结合。

2.1 国家公园游客风险管理研究

国家公园的荒野性与自然性使其游憩项目经常以冒险、新奇的体验和观赏奇观来吸引游客^[58]，但自然环境本身会为游客带来风险^[59]，各种自然探索形式使得游客风险管理和管理成为重点^[60]。游客风险管理研究主要集中在两个方面，一方面是自然灾害风险分析，与国家公园的地理位置、地质状况紧密相关；另一方面是行为风险研究，主要针对游客自然灾害风险意识及其行为决策动机。

2.1.1 自然灾害风险

国家公园内的自然过程或环境特殊性可以成为潜在的自然致灾因子，对游客安全和公园设施造成威胁。自然灾害风险管理研究侧重于风险源识别和特征分析，得到深入研究的灾害风险包括雪崩、滑坡、泥石流、落石等地质灾害，这些灾害风险往往在国家公园所在区域内久为人知，随着国家公园的建立和访客的进入，由较为中性的自然过程成为自然风险。

雪崩是冬季山区常见致灾因子，国外山地类国家公园一般都建立常年监测机制并在空间规划上重点关注雪崩地区^[61-64]，相关研究集中在对雪崩的危险性分析、预测、风险制图和形成管控对策上。如在新西兰亚伯塔斯曼国家公园，丰富的区域历史记录数据大量用于分析雪崩风险的时空分布和灾害后果^[57]。

滑坡、泥石流、落石等其他块体运动灾害风险也是山地类国家公园常见的类型。在对加拿大班夫国家公园研究中，研究者提出“高山风险”这一概念，认为在具有高山环境的国家公园中，自然灾害的多样性和不可预测性以及个人和组织的决策过程使得人与

环境都可能处于危险状态,并针对游客在进行高山活动,包括徒步、攀岩、滑雪、骑行和登山时面临的源自野生动物、落石/落冰、雪崩等致灾因子进行综合风险评估^[61]。研究者对美国阿拉斯加冰川湾国家公园、美国约塞米蒂国家公园、澳大利亚伯利角国家公园、加纳卡昆国家公园等处于块体运动灾害风险区域的国家公园也开展过一系列研究^[65-68]。

上述国家在建立国家公园时一般不将社区纳入边界,因此对自然灾害风险的研究和管理一般将访客作为主要承灾体。相对地,发展中国家有针对两个国家公园之间廊道内社区面临的自然灾害开展风险源分析的研究。研究者认为,从社区减灾的灾害风险管理角度出发开展保护地网络体系建设,比直接从生态保护角度出发更能够促进保护地管理者、当地社区与政府间的相互理解,得到社区和政府的支持^[69]。

2.1.2 游客风险感知与行为决策

国家公园访客除了面临自然现象带来的风险外,特殊环境内的游憩和旅游方式、设施以及人群本身都会带来额外的风险^[60]。大量实证研究集中在对游客风险认知的分析上,将此作为一种基线数据积累,一方面反映出访客自身的脆弱性及其影响因素,另一方面间接反映出国家公园在灾害风险管理上的不足和改进方向。

从改进国家公园灾害风险管理的角度出发,研究者在世界各地多采用监测与社会学调查结合的方法研究游客风险感知与决策^[58,70-72]。如在新西兰冰川类国家公园进行的系列研究发现利益相关方认知和行为是个体与情境因素共同作用的结果。基于计划行为理论(theory of planned behaviour)的研究发现,国家公园管理者可以针对违规行为决策中的知觉行为控制(perceived behavioural control)、主观规范(subjective norm)和行为态度(attitude toward the behaviour)三个层面进行层级递进管理。首先给出有效的信息交流以明确风险及其后果,然后辅以场地巡护员来增加权威感、强化守规与违规区别以及安全提示的严肃性,最后探寻其他满足访客游憩需求的机会。其他对于有效信息作用的研究也发现,要求导游传递风险管理与责任意识信息能够提高游客行为规范程度,显著减少风险事故发生的频率^[60]。

2.2 国家公园生态风险评价研究

国家公园是保护生态系统的重要空间区域,世界各地生物多样性与生态系统面临各种自然与人为因素威胁,使得生态系统及其组分面临多种风险。因此,各国研究人员关注国家公园生态风险,广泛开展生态风险评价研究,提出评价参数体系模式,应用先进技术辅助,并试图从监测和评价角度入手将可持续的生态系统管理概念在实践中落地,联结科学与管理。

外来物种入侵是一个主要议题,各国研究者根据具体的入侵植物、生态系统或区域进行了广泛的研究。例如在气候变化条件下进行入侵物种分布评估,为开展区域优先管控与物种拔除提供支持^[73],建立评价外来物种入侵风险的程序^[74,75],也从方法上探讨空间尺度如何影响入侵物种分布和丰度分析以及管理和监测生态系统过程^[76]。

此外,研究关注生态风险源与受体的多样化,既包括针对单个或多个物种的污染物环境暴露风险分析。如水银对湖泊生物,泄油对海洋生物的影响,矿区点源污染对典型生物的影响等^[77-79],也包括多元生态风险源对生态系统影响的综合风险分析^[80]。气候变化风险愈加成为国家公园生态风险研究和管理的关注点,特别是气候变化可能引发的次生灾害在气候变化敏感地区得到了广泛关注^[81-83]。

对火灾风险的研究是澳大利亚、美国等国家公园的重点之一。野火或策略性引火是

得到认可的促进生态系统更新的管理方式^[84]。面对国家公园既要保障生态系统完整又要保护生命财产安全的管理目标, 火灾风险以一种生态系统整体方式 (holistic approach) 进行管理^[51]。火灾应急管理 (FEM) 已经成为一门学科和专业, 其流程包含“计划—应对—准备—响应—恢复”等五个阶段^[85]。根据火灾形成的气候气象、助燃剂与点火条件, 不少研究基于历史火灾情况和土地覆被、植被特征、土壤条件、气象条件、人类干扰等多元数据整合进行区域火灾风险评价与火灾风险等级分区制图^[83,86-88]。研究大部分侧重于自然起火风险, 有的则关注国家公园区域内人为刀耕火种的潜在影响, 如在热带地区^[84]。还有研究者将火灾风险分析纳入国家公园规划, 以多准则评价方法寻求火灾最适逃生路径^[89]。

2.3 国家公园灾害风险管理的生态系统理念

美国黄石国家公园建立时就提出“大黄石”这一概念, 成为超越生态系统边界进行管理的先驱理念; 随着对大型食肉动物研究的不断深入, 研究者认为以大黄石国家公园区域 (the greater Yellowstone National Park region) 出发是保持生态完整性的管理途径^[90]。

随着保护地与国家公园建设发展, 人们逐渐认识到对国家公园内部开展生态系统管理必须要考虑其外部人类和自然影响。“大生态系统”在理论上应当是: (1) 为区域内所有自然物种提供可靠的生境; (2) 足以包括自然干扰; (3) 物种和生态系统 (结构与过程) 可以随时间进化; (4) 人类土地利用不会导致生态退化。在研究与管理中, 人们不断探索如何在不同目标和风险动态下界定管理边界, 推动利益相关方在问题界定上形成统一意见从而设定管理方式^[91]。

从灾害风险管理角度而言, 很多致灾因子源自国家公园外部。不同用地类型对国家公园的包围与污染物的传播, 国家公园所在区域的自然灾害与社会变动, 都可以超越国家公园边界产生影响。因此, 研究人员、管理者联合不同利益相关者提出一个基于“大生态系统”的实践性更强的“影响与合作区” (Zone of Influence and Cooperation, ZIC) 概念, 在管理空间上包含国家公园等保护地及其边界外相关区域, 以流域作为基本规划单元, 涵盖国家公园各类生态系统及其周边用地类型, 协调行政管理边界作为统计依据^[92]。在这一空间下, 管理的重点是人类作为生态胁迫因子的生态影响, 以及区域多源自然致灾因子的风险, 将国家公园内外相联结的生态系统统一管理, 便于对超越人为边界的致灾因子进行管理。

2.4 国家公园灾害风险的世界遗产管理视角

不少国家公园本身也是世界遗产地, 可以依据《世界遗产灾害风险管理》手册^[93]帮助遗产地管理者、管理团队以及利益相关者以保护遗产地的突出普遍价值为目标开展灾害风险管理。在灾害风险管理中, 其风险评价具有整体视角 (holistic), 以整合方法 (integrated) 开展管理。

作为世界遗产的国家公园重视对其突出普遍价值的保存, 气候变化、自然灾害与人为活动不仅影响其物理属性, 而且对访客、管理人员和周边社区群众造成威胁。因此, 对灾害风险的识别在风险管理专业人士之外囊括利益相关各方, 以免造成灾害管理与遗产管理目标, 即遗产价值保存的偏差^[94], 在传统的危险分析与脆弱性分析基础上加入利益相关方感知和避免风险的能力分析, 形成灾害风险评价的“整体”视角 (图1), 强调风险管理中的社会与伦理方面和社区对风险与风险—收益的权衡态度, 也涵盖了社会公平原则^[95]。

因为遗产核心区域内外的自然危险所导致的灾害不仅影响遗产实体本身, 而且影响

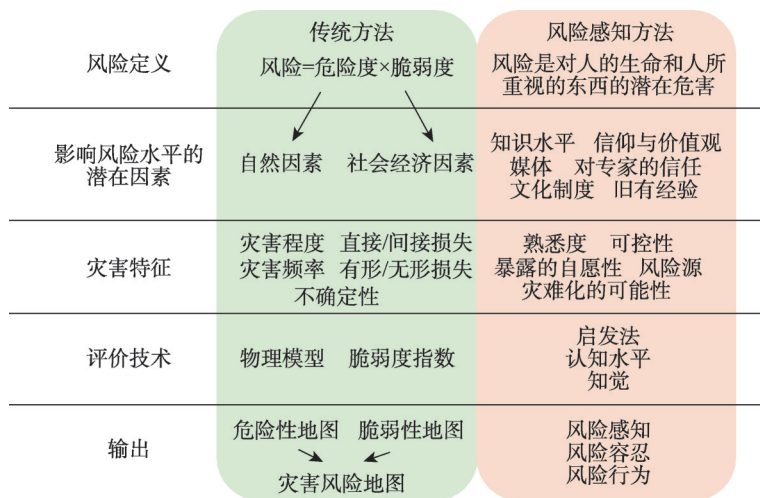
图1 世界遗产灾害风险评价的整体性框架^[95]

Fig. 1 Holistic risk assessment framework for World Heritage disaster risk management

其所在的综合环境，需要从遗产保护、灾害风险管理与自然科学等多角度分析灾害风险与遗产价值的关系，判断潜在损失（图2）。因此，以多学科“整合”方式（integrated approach）开展风险管理^[96]。这一管理过程也要求将影响遗产脆弱性的物理、社会—文化、经济 and 制度方面“整合”入风险分析过程，以更精准的信息提供降低风险的策略。

这种多学科“整合”的灾害风险管理与灾害风险分析的“整体”理论相关联。“整合”方法重在匹配灾害风险管理与遗产价值保护管理，全面分析潜在风险对遗产价值的可能影响，并基于现有管理情况提出预防、应对与准备措施；而“整体”视角重视多个利益相关方的价值认知，强调利益相关方和公众在这种风险评价过程中的参与。

3 对我国国家公园灾害风险管理的启示

3.1 对标国际经验的神农架国家公园体制试点灾害风险管理现状分析

对国际上国家公园灾害风险管理实践特征与研究热点的分析表明，国家公园灾害风险管理具有核心理念，即全面管控影响国家公园管理目标实现的各种威胁因素，使得管理对象达到和维持理想状态；它是一个面向多管理目标和对象的管理过程，从国家公园

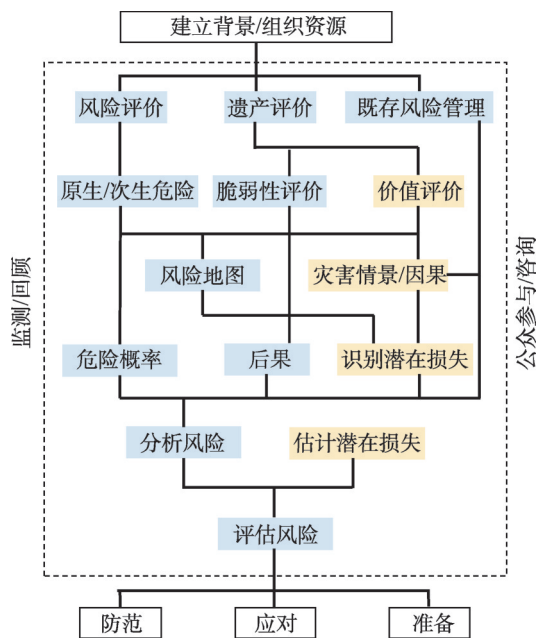
图2 结合灾害风险与价值损失的世界遗产风险管理框架^[96]

Fig. 2 World Heritage disaster risk management framework based on risk analysis and value loss

管理规划针对不同功能分区和管理目标确定原则和标准,到具体落实于自然资源、生态系统、科研游憩、社区发展等方面围绕灾害风险周期的监测、预警、评估、反应。

国际研究和实践都表明,开展国家公园灾害风险管理的一个关键认知在于理解自然环境、生物组分、各类人群等社会—生态系统内核心要素作为承灾体与致灾因子的可能性及其相互转化,在这一认识基础上,国际上的国家公园灾害风险研究直接支持其管理:分析多样化的生态风险以确保生物多样性和生态系统完整性;评估自然过程对不同管理对象的有益和潜在灾害后果,从而整体实现生态系统完整与人财物安全;识别具有区域自然特征和游憩方式的灾害风险与对其认知来寻求有效的访客安全管理保障。相对而言,国外国家公园灾害风险研究与实践很少涉及以社区作为承灾体。

我国自然灾害类型多、频率高,国家公园所处的区域自然环境首先决定了自然灾害风险特征,人为活动、气候变化等进一步带来生态风险,而自然过程也将人群置于风险之中。神农架国家公园就是一个区域自然灾害风险特征明显、人类活动频繁、人地关系复杂的国家公园试点,在国家公园体制建设中,理解上述关键认知有助于开展灾害风险管理。

神农架国家公园位于湖北省神农架林区的西南部,洪涝、干旱、雪灾和低温冷冻、风雹等灾害交替呈现,破坏生态环境,增加政府财政支出,对民众生产生活和经济发展具有较大影响^[97]。火灾、地震、气候变化等其他自然因子,以及道路建设、耕种采集等人为干扰因子都对神农架国家公园的物种生存、分布和活动构成威胁^[98]。同时,复杂的地形与局地天气的多变等也对访客安全形成威胁^[99]。

针对突出的生物多样性和生态系统完整性管理目标,神农架国家公园总体规划主要在功能区划规定设置与生态系统管理过程两方面体现以承灾体为中心的灾害风险管理理念:

一是在功能区划规定设置中对不同分区的各类生产生活活动进行详细规定,以期降低人为风险。

二是在生态系统保护管理中提出野生动物救护、病虫害管理等生物风险防治、自然灾害防控等能够应对多元典型致灾因子,运用在灾害风险周期的不同阶段,依托多部门监测预警信息联动的具体灾害风险管理机制。

针对科研、游憩、环境教育等公益功能的实现,以访客为承灾体,神农架国家公园总体规划仅在访客安全管理和标识系统建设中有所提及;而以社区为承灾体的管理实践中,针对野猪拱地、黑熊偷蜜等情况,规定野生动物肇事补偿原则与标准,购买野生动物侵食与自然灾害损害商业保险。此外,在监测预警评估体系构建中规定以动态监测数据处理、加工和分析支持自然灾害和突发事件的预警,整合国家公园管理局与林区政府相关部门资源,并明确提出建立森林防火监测预警体系。

对标国家公园多元管理目标和灾害风险管理的特殊需求,神农架国家公园总体规划在识别和管控威胁核心保护物种和生态系统的多元致灾因子、根据灾害风险周期匹配管理体系和管理措施方面给出了较为清晰地指导。不过,在管理理念中,虽然继承了自然保护区管理时期对于动植物疫病、外来物种入侵、森林火灾等生物灾害风险的重视,但总体而言,对自然生态系统过程认知还不到位;对访客、社区等社会承灾体面临的灾害风险和管控方式亦不够清晰,对国家公园管理机构与地方政府所承担的相关管理权责不够明确;对野生动物和人群互为致灾因子与承灾体的关系转化的时空条件与相应的管理措施尚不成熟。依托于长期以来的自然保护地管理,神农架国家公园的灾害风险管理能力整体较强,灾害监测与救援设施相对完善,灾害损失呈现逐步降低的趋势。面对国家

公园管理目标的多样性,应基于灾害风险管理的生态系统理念,进一步明确国家公园内及其边界上的生态系统过程特征,划清国家公园管理部门之间与机构外部的权责,优化社会应急联动机制与风险沟通机制,继续降低各类承载体的暴露度与脆弱性,趋近社会—生态系统各组分的理想状态。

3.2 中国国家公园灾害风险管理实践的方向

总结世界范围内国家公园灾害风险管理经验与研究热点,基于代表性国家公园体制十点管理现状,提出我国国家公园体制建设的三个方向:

3.2.1 国家公园灾害风险管理应当成为我国国家公园宏观管理目标实现的必要需求,能够有效支持生态系统管理

灾害风险管理应当成为我国国家公园法定管理规划的必要组成部分,在国家公园的核心管理目标的设定和描述、自然资源与文化资源保护、国家公园多用途使用等方面,应当明确说明对人为胁迫因子的约束以及对自然过程影响下的社区、访客和其他社会经济承灾体的管理理念;在国家公园专题规划中,应当对生态风险、访客安全、自然灾害与公共安全突发事件等方面在生态保护规划、休闲游憩规划、特许经营规划等规划种详细计划。

相对于国外国家公园内少有社区存在,我国国情决定了灾害风险管理应当更加突出社区风险认知与应对经验对国家公园风险管理的意义。国家与地方政策导向应以结合灾害风险管理与生态系统管理为发展方向,以提高国家公园的生态与社会经济恢复力为目标,一方面发挥国家公园所维护的生态系统本身在减轻自然灾害风险方面的作用,另一方面从生态风险管控的角度维护和改善生态系统价值及其生态服务的供给能力,使得国家公园自然生态系统与社会—经济系统都可以在灾害风险管理中受益并服务于减灾。在目前的国家公园总体与专项规划中,上述灾害风险管理的各个方面能够体现在功能区划与管控措施、生态系统和自然文化遗产保护修复措施、游憩展示等部分中,但对于访客风险管控尚显不足。

3.2.2 国家公园灾害风险管理要重视维持系统的理想状态

国家公园管理目标的多元性与生态系统服务受益人(利益相关方)的多样性决定了理想状态的复杂性——包括生态系统管理、访客管理、社区管理等不同系统的相关属性。理想状态是管理目标的具象化,也是生态风险评价的评价终点,因而国家公园灾害风险管理应当聚焦于影响生态系统管理目标实现的生态风险管理与影响多样化生态服务提供人类福祉的自然/人为灾害风险。当前国家公园体制试点区与未来国家公园包含不同类型的代表性生态系统,其所在不同区域也具有社会—经济差异性。因此,我国国家公园在灾害风险管理中,须根据不同国家公园的生态系统特征与社会经济特征设定具体的理想状态,识别关键的致灾因子并建立它们与自然/社会承灾体间的关系,以是否影响理想状态的实现及其影响程度来判断灾害风险程度。让理想状态建立在科学理论与价值判断结合的基础上,让监测等管理服务于有目的的状态评价,真正联动科学与管理。

当前国家公园规划具有明显的生态系统保护优先导向,表现为从管控负面清单行为的角度进行灾害风险管理。在生态科研监测、自然资源管理等具体管理中,根据生态系统特征和融入了对典型致灾因子如火灾、污染物、有害生物等的监管,客观上视生态系统为承灾体,从管控其胁迫因素的角度进行灾害风险控制,并以生态监测为灾后修复提供基线数据。不过,从实现理想状态这一目标考虑,目前国家公园的灾害风险管理普遍

存在两个问题:一是尚未清晰建立生态系统及其组分与自然生态系统过程的关系。一方面,由于对理想状态不够明确,所以动植物在面临地震、寒冻、雷电等自然灾害风险时的预防、救援、恢复等措施不够清晰;另一方面,由于人与自然生态系统的防灾需求不同,对从自然过程到自然灾害的转化辨识还不够清晰。二是对国家公园各类访客的安全保障机制相对缺失。这一重要的承灾体管理基本还依托于环境容量监测,而重要的保障安全责任主体仍不明确,从安全意识和行为标准角度进行管理难以开展。

3.2.3 我国国家公园灾害风险管理需要有“整体”思想,在时空维度整合国家公园与其周边区域

在空间上,从“大生态系统”出发,重视区域生态风险与区域灾害风险特征;在时间上,整合丰富的历史灾害数据、多部门的相关监测数据以及科学分析模型,支持灾害风险的识别、评价、监测和预警系统的建立;在运行上,整合国家公园管理机构与其他政府部门、非政府组织与利益相关方的信息、技术和经验,以国家公园管理机构为生态保护管理与国家公园运行管理的主体,依靠科学家与风险管理专家提供风险管理理念与技术,依靠其他政府部门共同完善监测平台与信息分析、提供专业灾害援助,依靠社区等利益相关方开展符合生态服务权衡的灾害风险识别、应对与灾后修复。为实现管理“愿景—目标—目的”的层级式目标而协调各利益相关者,以一个适应性管理方式开展灾害风险管理。

当前国家公园在灾害风险管理中,地方政府与国家公园管理机构事权划分相对明确,包括国家公园社区在内的防灾减灾等公共服务职能由政府承担,而国家公园管理机构以火灾、疫病、有害生物风险等生态风险管理为首要任务,并与相关部门进行联合监测、预警和应急响应。同时,国家公园管理机构也配合地方政府和相关部门共同应对区域内常见自然灾害,并根据其所保护的关键生态系统特征和特殊性共同应对诸如草原鼠害等灾害。不过,在进行天空地一体化科研监测网络规划和实施时,对气象、环境、地质等部门的联网联合监测存在缺失,科研生态监测与致灾因子/孕灾环境监测对接不足,不利于从灾害风险全周期的角度进行生态系统保护。

总之,灾害风险管理在我国国情下不是一个新领域,但在国家公园管理目标的实现中,较之风险评估技术、管理策略和管理平台的发展,其管理理念的确定、管理机构权责的划分以及管理规划与相关法律法规的形成还有待于继续深入探讨。

参考文献(References):

- [1] UNISDR. 2009 Terminology on Disaster Risk Reduction. Geneva: United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction, 2017: 3-16.
- [2] FEMA. FEMA's Multi-Hazard Identification and Risk Assessment (MHIRA). Washington D.C.: Federal Emergency Management Agency of United States of America, 1997: 5-25.
- [3] UNDP. Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development. New York: United Nations Development Programme, 2004: 18-37.
- [4] 周利敏. 灾害管理: 国际前沿及理论综述. 云南社会科学, 2018, (5): 17-26, 185. [ZHOU L M. Disaster management: International frontier and theoretical review. Social Sciences in Yunnan, 2018, (5): 17-26, 185.]
- [5] ALEXANDER. Disaster management: From theory to implementation. Journal of Seismology and Earthquake Engineering, 2007, 9(1-2): 49-59.
- [6] CHRISTO C, VAN N. Tracking the evolution of the disaster management cycle: A general system theory approach. Journal of Disaster Risk Studies, 2012, 4(1): 1-9.

- [7] DALBY S. Anthropocene formations: Environmental security, geopolitics and disaster. *Theory, Culture & Society*, 2017, 34(2-3): 233-252.
- [8] WANG J J. Large-scale debris flow disasters: Hazard-risk-vulnerability analysis approach in Taiwan. *Conservation & Management of Archaeological Sites*, 2016, 18(4): 449-463.
- [9] SARWAR D, RAMACHANDRAN M, HOSSEINIAN F. Disaster management system as an element of risk management for natural disaster systems using the PESTLE framework. *International Conference on Global Security*, 2017: 191-204.
- [10] TOPAL G, GÜLAL E. Monitoring of engineering buildings behavior within the disaster management system. *ISPRS Annals of the Photogrammetry*, 2017: 303-306.
- [11] CALLAGHAN C. Disaster management, crowdsourced R&D and probabilistic innovation theory: Toward real time disaster response capability. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 2016, 17: 238-250.
- [12] HOUSTON J, HAWTHORNE J, PERREAULT M. Social media and disasters: A functional framework for social media use in disaster planning, response and research. *Disasters*, 2015, 39(1): 1-22.
- [13] AYDIN C, TECIM V. Improving disaster resilience using mobile based disaster management system. *Procedia Technology*, 2016, 22: 382-390.
- [14] OTHMAN S, BEYDOUN G, SUGUMARAN V. Development and validation of a Disaster Management Metamodel (DMM). *Information Processing and Management*, 2014, 50(2): 235-271.
- [15] 周利敏, 李夏苗. 超越问责: 中美应急管理结构比较研究: 基于天津港大爆炸与德州大爆炸分析. *中国软科学*, 2017, (9): 12-22. [ZHOU L M, LI X Y. Beyond accountability: A structural contrast study on disaster emergency management between China and USA: A case study on explosions in Tianjin and Texas. *China Soft Science*, 2017, (9): 12-22.]
- [16] PELLING M, MASKREY A, RUIZ P, et al. *A Global Report Reducing Disaster Risk: A Challenge for Development*. New York: United Nations Development Programme, 2004: 1-146.
- [17] CARDONA O, HURTADO J, CHARDON A, et al. *Indicators of Disaster Risk and Risk Management*. Washington D. C.: World Bank, 2005: 1-216.
- [18] GREIVING. *Multi-risk Assessment of Europe's Regions: Measuring Vulnerability to Hazards of National Origin*. Tokyo: United Nations University Press, 2006: 210-226.
- [19] CHANG L, DUAN Z, OU J P. GIS application in typhoon simulation and hazard assessment. *Journal of Harbin Institute of Technology*, 2005, 12(4): 383-387.
- [20] 肖志强, 赵彦锋, 吴巧娟. 陇南山区干旱气候特征及其对农业生产的影响与灾害风险区划. *干旱地区农业研究*, 2014, 32(1): 240-245. [XIAO Z Q, ZHAO Y F, WU Q J. The drought climatic characteristics in Longnan mountainous areas and its impact on agricultural production and zonation for disaster risk. *Agricultural Research in the Arid Areas*, 2014, 32(1): 240-245.]
- [21] 裴启涛, 李海波, 刘亚群, 等. 基于改进的灰评估模型在岩爆中的预测研究. *岩石力学与工程学报*, 2013, 32(10): 2088-2093. [PEI Q T, LI H B, LIU Y Q, et al. Rockburst prediction based on a modified grey evaluation model. *Chinese Journal of Rock Mechanics and Engineering*, 2013, 32(10): 2088-2093.]
- [22] 吴晓, 吴宜进. 基于灰色关联模型的山地城市生态安全动态评价: 以重庆市巫山县为例. *长江流域资源与环境*, 2014, 23(3): 385-391. [WU X, WU Y J. Evaluation on the eco-safety of mountainous city based on gray correlation model. *Resources and Environment in the Yangtze Basin*, 2014, 23(3): 385-391.]
- [23] ALEOTTI P, CHOWDHURY R. Land slide hazard assessment: Summary review and new perspectives. *Bulletin of Engineering Geology and Environment*, 1999, 58(1): 21-44.
- [24] 赵源, 刘希林. 人工神经网络在泥石流风险评价中的应用. *地址灾害与环境保护*, 2005, 16(2): 135-138. [ZHAO Y, LIU X L. Application of ANN to risk assessment on debris flow. *Journal of Geological Hazards and Environment Preservation*, 2005, 16(2): 135-138.]
- [25] 费振宇, 周玉良, 金菊良, 等. 区域抗旱能力评价指标体系和评价模型的构建. *灾害学*, 2013, 28(4): 197-204. [FEI Z Y, ZHOU Y L, JIN J L, et al. Construction of evaluation index system and model for regional drought resistance ability. *Journal of Catastrophology*, 2013, 28(4): 197-204.]
- [26] YOSHIMATSU H, ABE S. A review of landslide hazards in Japan and assessment of their susceptibility using an analytical hierarchic process (AHP) method. *Landslide*, 2006, 3(2): 149-158.
- [27] MEYER Y, HAASE D, SCHEUER S. A multi-criteria flood risk assessment and mapping approach. *Flood Risk Management: Research and Practice*, 2009: 1687-1693.

- [28] RAAIJMAKERS R, KRYWLCOW J, VEEN A. Flood risk perceptions and spatial multi-criteria analysis: An exploratory research for hazard mitigation. *Natural Hazards*, 2008, 46(3): 307-322.
- [29] XU L, WEN S, ZHAO D, et al. On the coastal erosion risk assessment indexes. *Journal of Risk Analysis and Crisis Response*, 2013, 3(3): 146-155.
- [30] KORKMAZ K. Earthquake disaster risk assessment and evaluation for Turkey. *Environmental Geology*, 2009, 57(2): 307-418.
- [31] 王威, 田杰, 苏经宇, 等. 基于贝叶斯随机评价方法的小城镇灾害易损性分析. *防灾减灾工程学报*, 2010, 30(5): 524-527. [WANG W, TIAN J, SU J Y, et al. Analysis of disaster vulnerability of small cities and towns based on Bayesian Stochastic Assessment Method. *Journal of Disaster Prevention and Mitigation Engineering*, 2010, 30(5): 524-527.]
- [32] 孙才志, 张翔. 基于信息扩散技术的辽宁省农业旱灾风险评价. *农业系统科学与综合研究*, 2008, 24(4): 507-510. [SUN C Z, ZHANG X. Risk assessment of agriculture drought in Liaoning province based on information diffusion technique. *System Sciences and Comprehensive Studies in Agriculture*, 2008, 24(4): 507-510.]
- [33] 王春扬, 杨超. 信息扩散技术在重大雷灾预测中的应用. *气象科技*, 2010, 38(2): 270-273. [WANG C Y, YANG C. Application of information technique to prediction of serious lightning disasters. *Meteorological Science and Technology*, 2010, 38(2): 270-273.]
- [34] BLAHUT J, KLIMEŠ J, BALEK J, et al. Snow avalanche hazard of the Krkonoše National Park, Czech Republic. *Journal of Maps*, 2017, 13(2): 86-90.
- [35] DUTTON A, STOCKER P. Rockfall risk assessment, Burleigh Head National Park. *Australian Geomechanics*, 2001, 36(3): 43-48.
- [36] 虞虎, 钟林生, 曾瑜哲. 中国国家公园建设潜在区域识别研究. *自然资源学报*, 2018, 33(10): 1766-1780. [YU H, ZHONG L S, ZENG Y X. Research on Identification of potential regions of national parks in China. *Journal of Natural Resources*, 2018, 33(10): 1766-1780.]
- [37] 李孝永, 杜国明, 匡文慧. 九寨沟地震次生灾害风险及对自然保护区和自然遗产地的影响. *水土保持通报*, 2019, 39(2): 301-308, 325. [LI X Y, DU G M, KUANG W H. Risks of secondary disasters and its impact on nature reserves and natural heritages in Jiuzhaigou earthquake area. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2019, 39(2): 301-308, 325.]
- [38] 田书荣, 刘超, 桂小杰, 等. 基于威胁因素的集体林自然保护区管理对策分析: 以湖南壶瓶山国家级自然保护区为例. *野生动物学报*, 2019, 40(2): 403-412. [TIAN S R, LIU C, GUI X J. Counter measures for collective forest management in nature reserves based on threats analysis: A case study of Hupingshan National Nature Reserve, Hunan province. *Chinese Journal of Wildlife*, 2019, 40(2): 403-412.]
- [39] 韦惠兰, 王光耀. 土地沙化区农民特征与其感知的环境灾害风险的关系分析: 基于环境公平视角. *自然资源学报*, 2017, 32(7): 1134-1144. [WEI H L, WANG G Y. Analysis of correlation between the characteristics of farmers and their perceived risk of environmental disasters in desertification area: From the perspective of environmental justice. *Journal of Natural Resources*, 2017, 32(7): 1134-1144.]
- [40] 魏伟, 石培基, 雷莉, 等. 基于景观结构和空间统计方法的绿洲区生态风险分析: 以石羊河武威、民勤绿洲为例. *自然资源学报*, 2014, 29(12): 2023-2035. [WEI W, SHI P J, LEI L, et al. Eco-risk analysis of oasis region based on landscape structure and spatial statistics method: A case study of Wuwei and Minqin oases. *Journal of Natural Resources*, 2014, 29(12): 2023-2035.]
- [41] DUDLEY N. Guidelines for Applying Protected Area Management Categories. Switzerland: IUCN, 2013: 3-25.
- [42] KEITH D. Tourism in national parks and protected areas: Planning and management. *Tourism Management*, 2004, 25(2): 288-289.
- [43] 王国萍, 闵庆文, 丁陆彬, 等. 基于PSR模型的国家公园综合灾害风险评估指标体系构建. *生态学报*, 2019, 39(22): 8232-8244. [WANG G P, MIN Q W, DING L B, et al. Comprehensive disaster risk assessment index system for national parks based on the PSR model. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(22): 8232-8244.]
- [44] 雒剑波. 祁连山国家公园生态旅游环境容量研究. *中国水土保持*, 2019, 39(10): 39-42. [LUO J B. Study on environmental capacity of ecotourism in Qilianshan National Park. *Soil and Water Conservation in China*, 2019, 39(10): 39-42.]
- [45] 赵卫, 沈渭寿, 刘海月. 自然保护区气候变化风险及其评估: 以达里诺尔国家级自然保护区为例. *应用生态学报*, 2016, 27(12): 3831-3837. [ZHAO W, SHEN W S, LIU H Y. Climate change risk of nature reserve and its assessment: A case study of Dalinuoer National Nature Reserve in Inner Mongolia Autonomous Region. *Chinese Journal of Applied Ecology*, 2016, 27(12): 3831-3837.]

- [46] 王宝亮, 彭盛恩, 王昱. 重庆风景名胜区旅游公路滑坡灾害及景观治理方案选择. 灾害学, 2010, 25(3): 60-64. [WANG B L, PENG S E, WANG Y. Landslide hazard of tourist highway and landscape management program selection of Scenic Areas in Chongqing. Journal of Catastrophology, 2010, 25(3): 60-64.]
- [47] 刘浩龙, 葛全胜, 席建超. 区域旅游资源的灾害风险评估: 以内蒙古克什克腾旗为例. 资源科学, 2007, 29(1): 118-125. [LIU H L, GE Q S, XI J C. Disaster risks assessment of regional tourism resources: A case study of Inner Mongolia Keshiketeng Banner. Resources Science, 2007, 29(1): 118-125.]
- [48] 李晓阳, 孙傅, 曾思育, 等. 某湿地生态保护区水体中铜的生态风险评价及管理限值研究. 生态毒理学报, 2014, 9(4): 647-656. [LI X Y, SUN B, ZENG S Y, et al. Ecological risk assessment and derivation of a guideline value for copper in the water of a wetland reserve. Asian Journal of Ecotoxicology, 2014, 9(4): 647-656.]
- [49] 田东升, 张国建, 杨进朝, 等. 中国南阳伏牛山世界地质公园地质灾害评价. 地质灾害与环境保护, 2009, 20(4): 3-10. [TIAN D S, ZHANG G J, YANG J C, et al. Geological hazard evaluation of Mt. Funiushan World Geopark, Nanyang city P.R.C. Journal of Geological Hazards and Environment Preservation, 2009, 20(4): 3-10.]
- [50] 国家林业局森林公园管理办公室. 国家公园体制比较研究. 北京: 中国林业出版社, 2015: 2-34. [Forest Park Management Office of State Forestry Administration. Comparative Study of National Park System. Beijing: China Forestry Publishing House, 2015: 2-34.]
- [51] SMIT I, LANDMAN M, COWLING R M, et al. Expert-derived monitoring thresholds for impacts of megaherbivores on vegetation cover in a protected area. Journal of Environmental Management, 2016, 177(5): 298-305.
- [52] PARKS CANADA. Guiding Principles and Operational Policies. Ottawa: Parks Canada, 1994: 7-24.
- [53] DCNZCA. General Policy for National Parks. Wellington: Department of Conservation for the New Zealand Conservation Authority, 2005: 7-33.
- [54] NYMNP. North York Moors National Park Management Plan A Wider Review. York: North York Moors National Park Authority, 2012: 11-32.
- [55] CAREY J, BURGMAN M, CHEE Y. Risk Assessment and the Concept of Ecosystem Condition in Park Management. Melbourne: Parks Victoria, 2004: 23-42.
- [56] KEENEY R. Value Focused Thinking: A Pathway to Creative Decision Making. Cambridge: Harvard University Press, 1992: 4-33.
- [57] NZDC. Abel Tasman National Park Management Plan. Nelson: New Zealand Department of Conservation, 2008: 7-28.
- [58] POKU G. Safety and Security of Tourists at the Kakum National Park, Ghana. Cape Coast: University of Cape Coast, 2016: 8-39.
- [59] GHELICHIPOUR Z, MUHAR A. Visitor risk management in core zones of protected areas: First results from a survey of European park administrations. Challenge, 2008, 2: 5.
- [60] PUTIT N, CHAN M, YOK K. Risk management awareness at Bako National Park. Journal of Tourism, Hospitality & Culinary Arts, 2014, 6(1): 45-53.
- [61] BROWN D. An Assessment of Mountain Hazards and Risk-taking Activities in Banff National Park. Alberta: Banff National Park, 2010: 4-56.
- [62] DINGWALL P, FITZHARRIS B, OWENS I. Natural hazards and visitor safety in New Zealand's national parks. New Zealand Geographer, 1989, 45(2): 68-79.
- [63] BUTLER D. Spatial and temporal aspects of the snow avalanche hazard, Glacier National Park, Montana, USA. In: Proceedings of the International Snow Science Workshop, Lake Tahoe, California, 1986: 223-230.
- [64] BLAHUT J, KLIMEŠ J, BALEK J, et al. Snow avalanche hazard of the Krkonoše National Park, Czech Republic. Journal of Maps, 2007, 13(2): 86-90.
- [65] STALEY D, SMO CZYK G, REEVES R. Emergency Assessment of Post-fire debris-flow Hazards for the 2013 Mountain Fire, Southern California. Washington D.C.: U.S. Department of the Interior & U.S. Geological Survey, 2013: 6-11.
- [66] WIECZOREK G, GEIST E, MOTYKA R, et al. Hazard assessment of the Tidal Inlet landslide and potential subsequent tsunami, Glacier Bay National Park, Alaska. Landslides, 2007, 4(3): 205-215.
- [67] DUTTON A, STOCKER P. Rockfall Risk Assessment, Burleigh Head National Park. In: ISRM International Symposium, International Society for Rock Mechanics, 2000: 3-12.
- [68] STOCK G, LUCO N, COLLINS B, et al. Quantitative rock-fall hazard and risk assessment for Yosemite Valley, Yosemite National Park, California. US Geological Survey Scientific Investigations Report, 2014, 5129(2014): 52.

- [69] MARHAENTO H. GIS-based analysis for assessing landslide and drought hazard in the corridor of Mt. Merapi and Mt. Merbabu National Park, Indonesia. *Geoplanning: Journal of Geomatics and Planning*, 2016, 3(1): 15-22.
- [70] ESPINER S, WEISS R. Evaluating aspects of hazard awareness, safety message effectiveness and behavioral compliance among visitors to the Glaciers, Westland National Park, New Zealand. South Westland: Department of Conservation, 2010: 4-20.
- [71] ESPINER S. The phenomenon of risk and its management in natural resource recreation and tourism settings: A case study of Fox and Franz Josef Glaciers, Westland National Park, New Zealand. Canterbury: Lincoln University, 2001: 32-45.
- [72] HAYES D. An Investigation of visitor behavior in recreation and tourism settings: A case study of Natural Hazard Management at the Glaciers, Westland National Park, New Zealand. Canterbury: Lincoln University, 2008: 17-38.
- [73] WEST A, KUMAR S, WAKIE T, et al. Using high-resolution future climate scenarios to forecast *Bromus tectorum* invasion in Rocky Mountain National Park. *PLoS One*, 2015, 10(2): e0117893, Doi: 10.1371/journal.pone.0117893.
- [74] FOXCROFT L, ROUGET M, RICHARDSON D. Risk assessment of riparian plant invasions into protected areas. *Conservation Biology*, 2007, 21(2): 412-421.
- [75] WALDEN D, FINLAYSON C, VAN D, et al. Information for a risk assessment and management of *Mimosa pigra* in Tram Chim National Park, Viet Nam. Research Institute, 2002: 160.
- [76] FOXCROFT L, RICHARDSON D, ROUGET M, et al. Patterns of alien plant distribution at multiple spatial scales in a large national park: Implications for ecology, management and monitoring. *Diversity and Distributions*, 2009, 15(3): 367-378.
- [77] STAFFORD C, DOWNS , LANGNER H. Mercury hazard assessment for piscivorous wildlife in Glacier National Park. *Northwest Science*, 2016, 90(4): 450-469.
- [78] CIAPPA A, COSTABILE S. Oil spill hazard assessment using a reverse trajectory method for the Egadi marine protected area (Central Mediterranean Sea). *Marine Pollution Bulletin*, 2014, 84(1-2): 44-55.
- [79] BAYLISS P, VAN D, BARTOLO . Quantitative ecological risk assessment of the Magela Creek Floodplain in Kakadu National Park, Australia: Comparing point source risks from the Ranger Uranium Mine to diffuse landscape-scale risks. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*, 2012, 18(1): 115-151.
- [80] EVEREST T, TASLI T, AKBULAK C, et al. Ecological risk assessment for protected areas: Case of Troia Historical National Park, Canakkale-Turkey. *Feb-Fresenius Environmental Bulletin*, 2017, 26(12): 7463-7472.
- [81] NIKOLOV C, KONÓPKA B, KAJBA M, et al. Post-disaster forest management and bark beetle outbreak in Tatra National Park, Slovakia. *Mountain Research and Development*, 2014, 34(4): 326-335.
- [82] MURDUKHAYEVA A, AUGUST P, BRADLEY M, et al. Assessment of inundation risk from sea level rise and storm surge in northeastern coastal national parks. *Journal of Coastal Research*, 2013, 29(6a): 1-16.
- [83] LADÁNYI Z, BLANKA V, MEYER B, et al. Multi-indicator sensitivity analysis of climate change effects on landscapes in the Kiskunság National Park, Hungary. *Ecological Indicators*, 2015, 58: 8-20.
- [84] LEWELLING M. Wildland Fire Use Risk Assessment In Lassen Volcanic National Park. Washington D.C.: USDI-National Park Service, 2006: 6-32.
- [85] ALSHARIF M. Fire Emergency Management System for Joshua Tree National Park. Redlands: University of Redlands, 2010: 59-71.
- [86] AMALINA P, PRASETYO L, RUSHAYATI S. Forest fire vulnerability mapping in way kambas national park. *Procedia Environmental Sciences*, 2016, 33: 239-252.
- [87] GHIMIRE B. Fire hazard zonation of Bardia National Park, Nepal: A disaster preparedness approach. Kathmandu: Institute of Science and Technology Tribhuvan, 2014: 5-33.
- [88] BANU T, BANU C, BANU C, et al. GIS-based assessment of fire risk in National Park Domogled-Cerna Valley. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 2014, 18: 52-56.
- [89] ASBI A. Emergency Response and Evacuation Route Planning in case of Wildfires in Gunung Merbabu National Park, Indonesia. Bulaksumur Yogyakarta: University of Gadjah Mada, 2017: 7-23.
- [90] Greater Yellowstone Coordinating Committee. Vision for the Future-A Framework for Coordination in the Greater Yellowstone Area. Washington D.C.: USDI-NPS and USDA Forest Service, 1990: 4-22.
- [91] CLARK T, AMATO E, WHITEMORE D, et al. Policy and programs for ecosystem management in the greater yellowstone ecosystem: An analysis. *Conservation Biology*, 1991, 5(3): 412-422.
- [92] RUW M, POULIN A, TREMBLAY E, et al. An environmental risk management approach: Zone of influence and coop-

- eration of Kouchibouguac National Park. *Journal of Geography and Remote Sensing Research at Sherbrooke University*, 1999: 145-146.
- [93] UNESCO. *Disaster Risk Management of World Heritage*. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization, 2010: 7-22.
- [94] VOJINOVIC Z, HAMMOND M, GOLUB D, et al. Holistic approach to flood risk assessment in areas with cultural heritage: A practical application in Ayutthaya, Thailand. *Natural Hazards*, 2016, 81(1): 589-616.
- [95] BIGENWALD C, WHITE R. *Heritage preservation and disaster risk management: United States and Canada. Policy Options-Montreal*, 2003, 24(4): 36-40.
- [96] RAVANKHAH M, SCHMIDT M. Developing methodology of disaster risk assessment for cultural heritage sites. In: *Proceedings, ANDROID Residential Doctoral School*, 2014: 13-22.
- [97] 易寿生, 熊川伟, 杨亮, 等. 神农架灾害规律与防治路径选择. *自然灾害学报*, 2018, 27(2): 191-200. [YI S S, XIONG C W, YANG L, et al. Disaster feature and control path selection in Shennongjia. *Journal of Natural Disasters*, 2018, 27(2): 191-200.]
- [98] 张宇, 李丽, 张于光, 等. 人为干扰对神农架川金丝猴连通性及遗传多样性的影响. *生态学报*, 2019, 39(8): 2935-2945. [ZHANG Y, LI L, ZHANG Y G, et al. Study on the effect of human disturbance on the connectivity and genetic diversity of Sichuan snub-nosed monkey (*Rhinopithecus roxellana*) in Shennongjia National Park. *Acta Ecologica Sinica*, 2019, 39(8): 2935-2945.]
- [99] 程绍文, 张晓梅, 胡静. 神农架国家公园社区居民旅游感知与旅游参与意愿研究. *中国园林*, 2018, (10): 103-107. [CHENG S W, ZHANG X M, HU J. Study on residents' tourism perception and participation willingness in Shennongjia National Park. *Chinese Landscape Architecture*, 2018, (10): 103-107.]

Practice of disaster risk management in global national parks and its enlightenment to China

LI He-yao^{1,2}, HE Si-yuan¹, WANG Guo-ping^{1,2}, DING Lu-bin^{1,2},
JIAO Wen-jun¹, MIN Qing-wen^{1,2}

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: Protected areas are hot spots for regional disaster risk management while national parks are the important components. Multiple management objectives of national parks determine the diversity of the hazard-bearing bodies that are exposed to a variety of hazards, making the disaster risk management of national parks very comprehensive. From the perspectives of management responsibilities, management planning practice and research hot topic of national parks, this paper summarized the general idea, common features and differences of disaster risk management in global national parks, and proposed three points of inspiration for China from the perspective of socio-ecological system management. First, disaster risk management is necessary for realizing the multiple management goals of national parks. Second, disaster risk management should aim at maintaining the desired state of the socio-ecological system of national parks. Third, disaster risk management should be carried out in an adaptive and holistic way through coordinating hierarchical management goals in an aspect of "vision-goal-objective" of departments concerned.

Keywords: disaster risk; national park; ecosystem management; desired state; protected area