

四川地质灾害背景下世界遗产保护 与可持续发展研究

范文静, 孙建华, 霍斯佳, 孙克勤

(中国地质大学 地球科学与资源学院, 北京 100083)

摘要: 近几年全球自然灾害频发, 特别是地震等地质灾害, 不仅破坏力强, 且常常引发严重的次生灾害。四川省是我国著名的地质灾害多发区, 尤其 2008 年的“5·12”大地震及此后频发的崩塌、滑坡、泥石流等次生灾害, 给环境和人民生命财产带来巨大伤害, 也使其境内的 5 项世界遗产遭到不同程度的破坏。根据四川省地质灾害发生时间集中、连锁反应大、成灾模式清楚的特点, 依托地学原理, 在前人的研究基础上采用逻辑回归模型, 定量分析灾害发生频率, 并建议采用模糊综合评价法对遗产地的潜在威胁进行对比分析。此外, 根据震后灾害的特点和遗产保护及修复的经验, 提出遗产地管理的几点建议, 试图为地质灾害多发区遗产地保护和管理提供理论和实践依据。

关键词: 地质灾害; 世界遗产; 保护; 可持续发展

中图分类号: F205; F590

文献标识码: A

文章编号: 1673-2464(2012)02-0134-07

WORLD HERITAGE PROTECTION AND SUSTAINABLE DEVELOPMENT UNDER GEOLOGICAL DISASTERS IN SICHUAN PROVINCE

FAN Wen-jing, SUN Jian-hua, HUO Si-jia, SUN Ke-qin

(School of the Earth Science and Resources, China University of Geosciences, Beijing 100083, China)

Abstract: In recent years, natural disasters occur frequently all around the world. Especially earthquakes not only are destructive but also lead to serious secondary disasters. Sichuan Province is a well-known geological disaster area in China. On May 12th, 2008, an earthquake struck Wenchuan area followed by avalanches, landslides and debris flows, threatening the very existence of the 5 World Heritage sites, designated by UNESCO, and reducing them to a vulnerable state. This paper summarizes the characteristics of the geological disasters such as short duration, strong chain reactions, clear patterns, etc. Based on geological principles and methods and on previous research results the paper introduces the logistic regression model to do quantitative analysis of disasters frequency. Also via the application of fuzzy comprehensive evaluation method, the potential damages and threats will be evaluated and analyzed together with heritage restoration and protective experience, attempting to provide theoretical and practical basis for heritage conservation and management of geological disaster areas.

Key words: geological disasters; world heritage; protection; sustainable development

收稿日期: 2011-03-12; 修订日期: 2011-10-27; 责任编辑: 车遥。

基金项目: 中央高校基本科研业务费专项资金(2011PY0159、2011PY0160、2011PY0216); 教育部人文社会科学研究项目基金(09YJA630150)。

第一作者简介: 范文静(1983—), 女, 博士生, 主要从事生态地质学、遗产保护方面的研究。E-mail: fanjiaruo@126.com

引用格式: 范文静, 孙建华, 霍斯佳, 等. 四川地质灾害背景下世界遗产保护与可持续发展研究[J]. 资源与产业, 2012, 14(3): 134-140
Fan Wenjing, Sun Jianhua, Huo Sijia, et al. World heritage protection and sustainable development under geological disasters in Sichuan Province[J]. Resources & Industries, 2012, 14(3): 134-140

近几年全球自然灾害频发,尤其地震已成为近期破坏力最强的突发灾害。众多大地震及其引发的次生灾害不仅给人民生活带来巨大灾难,也影响了文化体系的正常发育。2008年“国际地球科学计划”启动了“地震考古:从阿尔卑斯到喜马拉雅地震带”的研究工作,对过去与现在的地震活动展开综合研究和学术交流。我国位于世界两大地震带之间,受太平洋板块、印度板块和菲律宾板块的挤压,地震断裂带十分发育。四川省位于东经 $97^{\circ}21' \sim 108^{\circ}31'$ 和北纬 $26^{\circ}03' \sim 34^{\circ}19'$ 之间,处于地中海—喜马拉雅地震带上,是我国地质灾害发育最多、规模最大、类型最全、受害最严重的省份,素有“地质灾害博物馆”的称号。2008年的5·12汶川特大地震发生于四川盆地西缘龙门山断裂带(表1),强烈的地震及此后频发的崩塌、滑坡、泥石流等次生灾害为世界地震灾害史所罕见,严重制约着灾区的经济发展和生态恢复,也使其境内的5项世界遗产均遭到不同程

度的破坏。世界遗产是人类历史、文化与文明的象征,代表着最有价值的人文景观和自然景观,其丰富的内涵是社会科学和自然科学取之不尽、用之不竭的知识源泉^[1]。对地质灾害破坏和威胁下的世界遗产进行有效保护,就是保护人类文明和人类的生存环境。

1 四川省世界遗产概况

截至2011年第35届世界遗产大会闭幕,中国已有41项世界遗产,分布在全国27个省(直辖市/自治区/特别行政区)内。四川历史悠久,地貌类型复杂,丰富的文化积淀和自然资源孕育了众多名胜,目前有5项世界遗产(表1),仅次于北京(6项),名列全国第二位。其中自然遗产有:九寨沟风景名胜区、黄龙风景名胜区、四川大熊猫栖息地;文化遗产有:青城山和都江堰灌溉系统;自然与文化混合遗产有:峨眉山—乐山大佛。

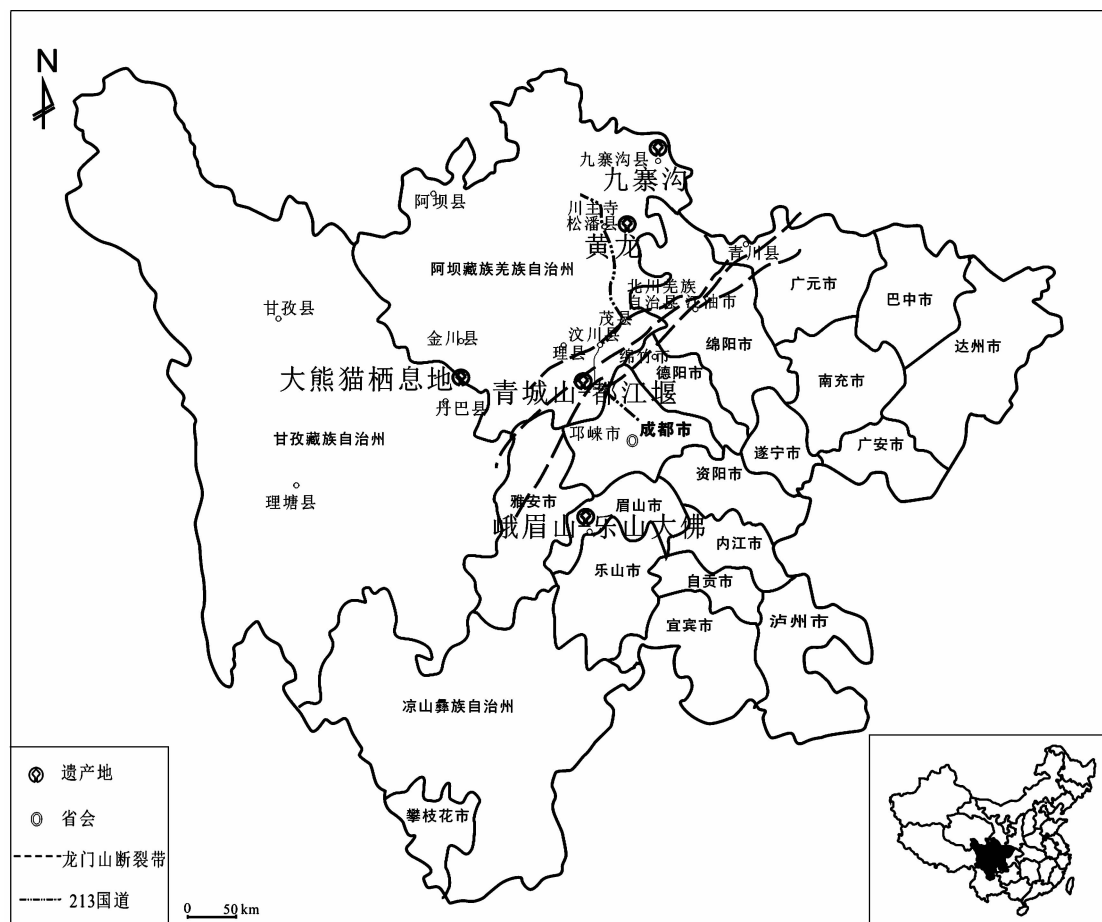


图1 四川省世界遗产分布

表 1 四川省五大世界遗产地的主要特征

遗产地	地理坐标	特征
九寨沟	E103 °54 '60" N33 °04 '60"	核心区 720 km ² ，区内有湖泊 114 个，瀑布群 17 个，钙华滩流 5 处，泉水 17 眼，湍流 11 段，生态环境优良，有维管束植物 2 061 种（高等植物中有 74 种国家级保护植物），脊椎动物 310 种（包括大熊猫和四川扭角羚），1992 年被列入《世界遗产名录》，符合遴选标准 vii。
黄龙	E103 °49 '20" N32 °45 '15"	核心区 600 km ² ，是由众多雪峰和冰川组成的山谷，谷内的巨型钙华是当今世界规模最大的喀斯特典型景观，区内有近 1 700 种生物，其中有许多为濒临灭绝的动植物，如大熊猫、金丝猴、冬虫夏草、贝母等，1992 年被列入《世界遗产名录》，符合遴选标准 vii。
峨眉山—乐山 大佛	E103 °46 '09" N29 °32 '42"	核心区 154 km ² ，峨眉山保存了自寒武纪以来较完好的沉积地层，新构造运动造就了其“雄、秀、神、奇”的特点，区内动植物资源丰富。峨眉山是中国佛教圣地之一，金顶建于公元 1 世纪，是中国第一座佛教建筑。乐山大佛开凿于唐（713—803 年），是中国最大的石刻造像工程，也是世界最大的石刻坐像，1996 年被列入《世界遗产名录》，符合遴选标准 iv、vi、x。
青城山—都江堰	E103 °36 '19" N31 °00 '06"	青城山景区面积 200 km ² ，全山 36 座山峰，地质地貌上以“丹岩沟谷，赤壁陡崖”为特征，山上动植物繁多，包括银杏、大熊猫、金丝猴等。都江堰始建于公元前 256 年左右，是当今世界年代最久以“无坝引水”为特征的生态水利工程，2000 年被列入《世界遗产名录》，符合遴选标准 ii、iv、vi。
大熊猫栖息地	E103 °00 '00" N30 °49 '60"	核心区 9 245 km ² ，缓冲区 5 271 km ² ，包括邛崃山和夹金山的 7 个自然保护区和 9 个景区，是全球最大的大熊猫栖息地，有全世界 30% 以上的野生大熊猫，也是小熊猫、雪豹及云豹等严重濒危动物的栖息地，还是全球除热带雨林外植物种类最丰富的地区之一，有 1 000 多个属，5 000 ~6 000 种植物，其中 50 个属中国独有，2006 年被列入《世界遗产名录》，符合遴选标准 x。

资料来源：据联合国教科文组织世界遗产中心网整理。

2 四川省地质灾害特征

四川省地质灾害具有地域性强、时间集中、连锁反应大、成灾模式清楚等特点，主要表现为地震、崩塌、滑坡、泥石流、堰塞湖等，其次为地面塌陷、地裂缝等。2008 年“5·12”汶川大地震震级大、断层长（约为 300 km），是唐山地震断层长度（不足 100 km）的 3 倍多^[2]，产生了迄今为止地表破裂结构最复杂、破裂长度最长，同时兼有逆冲和右旋走滑分量的一次板块内部逆断层型大地震^[3]。地震之后山体破碎松散、水土流失面积增大，侵蚀程度增强，尤其是入汛后暴雨常常诱发群发性滑坡、泥石流灾害。2008 年 9 月 24 日的暴雨诱发北川地区 72 条泥石流；2009 年 7 月 17 日震区发生群发性强降雨过程，3 天累计雨量达 350 ~ 550 mm，由此导致都江堰市出现大规模泥石流；2010 年入汛后至 8 月 20 日，全省发生地质灾害 1 453 处，是 2009 年同期的 2.3 倍，超过 2009 年地质灾害发生量的总和，2010 年 8 月 14 日映秀发生特大泥石流，直接威胁 213 国道和建设中的映汶高速的

安全；2011 年汛期四川山洪泥石流有增无减，国道 213 线都汶公路段（图 1）再次中断。213 国道因地震次生灾害影响，汛期“逢雨必断”，3 年来已发生 6 次大规模断道。因此，分析遗产分布区综合灾变指数、建立分析模型，防灾、减灾成为遗产保护的一项重要工作。

3 地质灾害对世界遗产地的影响

四川 5 大世界遗产地集地球演化、生物多样性、文化传承、民俗风情等为一体，将自然、文化、社会组合成一个综合的生态系统，具有极高的科学研究价值和旅游价值，地质灾害对其影响冲击四川省整体经济和社会运行。

3.1 有形损毁

青城山：5·12 地震中青城山山体多次崩塌、滑坡，林木摧毁，动植物遭到空前威胁。后山景区关闭，前山道教古建筑群出现垮塌、地基开裂、梁柱折断等现象。

都江堰：二王庙在 5·12 地震中毁于一旦，伏

龙观古建筑屋脊、屋瓦全部损坏，木结构断裂，建筑严重倾斜，地面开裂下沉，秦堰楼下沉，戏楼、厢房、52级梯步、照壁、三官殿、观澜亭、疏江亭、前山门等建筑和围墙全部垮塌，千年“鱼嘴”震裂、地下控制室沉陷、启闭机大梁移位和破裂、沙黑总河堤岸沉陷^[4]。2008年以后都江堰虹口、龙池等地多次发生大小不等泥石流，威胁遗产地安全。

峨眉山—乐山大佛：5·12地震造成峨眉山万年寺屋顶瓦片滑落，圣积寺铜塔塔刹掉落，报国寺佛像脖子断裂；乐山大佛部分建筑物出现轻微裂缝。2011年峨眉山缓冲区九里镇一处山体发生体量约500万m³的大面积滑坡。

大熊猫栖息地：5·12地震造成27个大熊猫自然保护区遭到不同程度的损坏，地震及其诱发的山体滑坡、塌方和泥石流等次生灾害显著破坏了大熊猫栖息地的基础设施和生态环境。2011年暴雨泥石流致一只野生大熊猫死亡。

九寨沟和黄龙：5·12地震阻断了通往九寨沟、黄龙的道路，景区一度停止开放，陆路交通一直存在安全隐患，213国道都汶公路段（图1）作为四川九环线的西通道由于两侧山体被地震震散，极易发生塌方和泥石流，恢复和稳定需要10~100年的时间。

3.2 间接影响

四川省旅游资源丰富，素有“风景省”的美誉。旅游业是四川省的支柱产业之一，在GDP中占重要比重（图2）。地震前3年，5大世界遗产旅游成为带动四川省旅游业发展的龙头，收入占全省旅游总收入的66%，旅游外汇收入占全省的93%^[4]，遗产旅游作为特色旅游具有社会、文化、科学和经济意义^[5]，在旅游业中起着越来越重要的作用。2008年5·12地震不仅破坏了世界遗产地的观赏资源，也对服务设施造成严重损坏，地震、余震及滑坡、泥石流等地质灾害给旅游者带来的心理阴影，对遗产旅游也造成了巨大冲击（图3）。

4 自然灾害预防

自然威胁在遗产保护中具有全球普遍性，比如

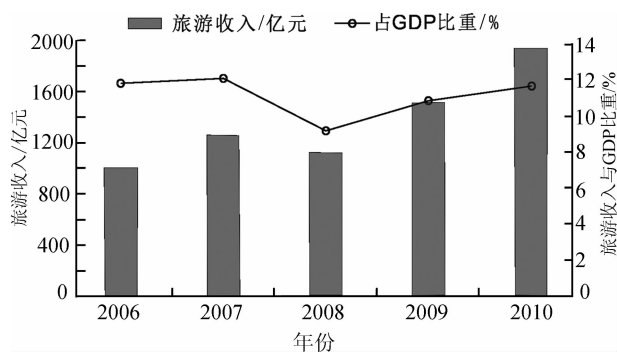


图2 2006—2010年四川省旅游收入及占GDP比

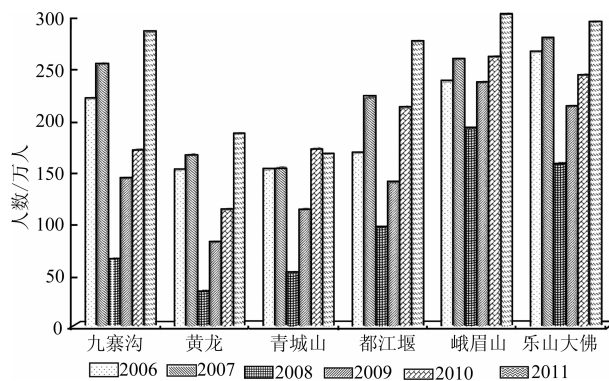


图3 2006—2011年四川省四大遗产地旅游人数

数据来源：四川省旅游政务网。

年久腐变、细菌侵蚀、动物破坏、空气污染、温度变化等，但四川省特殊的地质环境条件使自然灾害预防成为此地遗产保护的首要任务。

4.1 以先进技术为基础的实时监测

四川省地质条件复杂、致灾因子多，自然灾害预防应依托地学原理，利用更精准和先进的技术，如3S、雷达、神经网络、空间对地观测、数字技术等，建立起一整套能感应危机信号并做出判断的实时监测系统。这些技术在遗产地保护和管理上已逐渐成为重要且有效的技术^[6-12]，并且引导了更专业、更高水平的遗产地管理机构的建设，如2011年10月全球首个自然与文化遗产空间技术研究中心（HIST）在北京成立。HIST依托空间对地观测技术在世界遗产地的监测、保护和管理方面，为联合国教科文组织及成员国提供技术支持。这说明世界遗产学已开始同其他领域科学实现技术共享，遗产地管理者应充分利用这些技术，实现对灾害从点到面、从单一到复杂的监测和预防，并借助先进技术充分发挥遗产地的科学教育意义。

4.2 对监测信息进行灾变分析

4.2.1 综合灾变分析

综合灾变的影响因子如图4, 设 $ZD_{(bi)}$ 为地质灾害综合灾变指数, ZD_b 、 ZD_h 、 ZD_n 、 ZD_l 分别为地震、崩塌、滑坡、泥石流等单个灾害的灾变指数, A_b 、 A_h 、 A_n 、 A_l 分别为该4类灾害的危险权重, 任一地质灾害的灾变指数 ($ZD_{(bi)}$) 按下式计算^[13]

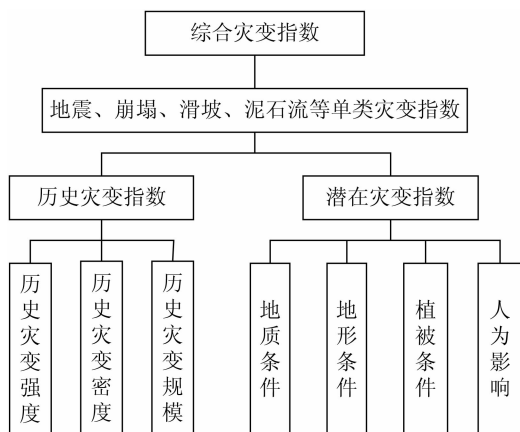


图4 综合灾变指数的影响因子

$$ZD_{(bi)} = ZD_{li} \cdot A_{li} + ZD_{qi} \cdot A_{qi},$$

式中: ZD_{li} 和 ZD_{qi} 分别为历史灾变指数和潜在灾变指数; A_{li} 和 A_{qi} 分别为历史灾变权重和潜在灾变权重。

历史灾变指数

$$ZD_{li} = Q \cdot M \cdot G,$$

式中: Q 、 M 、 G 分别为历史灾变强度、密度、规模;

潜在灾变指数

$$ZD_{qi} = (D \cdot A_D + X \cdot A_X + W \cdot A_W + P \cdot A_P) \cdot K,$$

式中: D 、 X 、 W 、 P 分别为控制地质灾害发展的地质、地貌、地形和人为条件充分程度的标度分值; A_D 、 A_X 、 A_W 、 A_P 分别为上述4方面形成条件的权重, K 为潜在地质灾害判别系数, 其值为0或1。

4.2.2 单种灾害分析

四川省地质灾害时间集中, 降雨是其主要诱因。四川省降雨集中在5—10月, 占全年降雨量的70%左右。尤其2008年震后岩体松散, 大量降雨入渗、浸润、软化岩土体, 降低斜坡的稳定性。据统计几乎所有地质灾害暴发均与暴雨及长时间降水有关, 特别是泥石流的发生更与降雨关系密切, 是每年汛期最严重的灾害。

目前许多学者运用多元回归分析, 建立了灾害区暴雨泥石流危险范围预测的数学模型。多元统计回归分析可以找出影响地质灾害发生的因子及其关系, 根据相关性系数的分析结果对未来的灾害发生概率进行预报, 预报过程及预报结果没有人为参与, 可以排除人为干扰, 但模型对原始数据的敏感性较大^[14]。黄润秋针对震后四川省泥石流特点运用多元回归分析, 建立它们之间的函数关系, 做出危险范围预测的数学表达式为^[15]

$$\begin{cases} S = -0.0100 + 1.1130 \times L \times B + 0.0180 \times B^2 \\ \quad \times \sin R / (1 - \cos R) \\ L = 0.2550 + 0.0050 \times A + 0.000019 \times W \\ B = 0.1900 - 0.0090 \times D + 0.000035 \times W \\ R = 74.0460 - 1.3560 \times D + 7.1010 \times H \end{cases}$$

式中: S 为泥石流最大堆积体面积, km^2 ; L 为预测的一次泥石流最远冲出的距离, km ; B 为泥石流的堆积宽度, km ; W 为强震区泥石流源地滑坡体积, 万 m^3 ; A 为泥石流流域面积, km^2 ; R 为泥石流堆积幅角, $^\circ$; H 为流域最大相对高度差, km ; D 为主沟长度, km 。

4.3 地质灾害对遗产地的影响

基于上述研究, 笔者建议将模糊综合评价法应用于地质灾害^[16-19]对四川省5处世界遗产地的评价中。此方法既可对每一处遗产地的单项地质灾害的权重进行评价, 也可对5处遗产地地质灾害的发生概率进行综合评价并比较其差异, 具体评价流程图如图5。

5 世界遗产管理及可持续发展

世界遗产地管理涉及体制、技术、方法、资金、理念、人员等多因素、多方面、多角度、多手段, 是一项复杂的工作。世界遗产是全人类的共同财富, 如何使世界遗产的价值得到提升, 并把它不加破坏地传给下一代, 是当前所有世界遗产地的重要议题。

5.1 健全法律法规

世界遗产保护与开发的实施是需要制度支撑的, 而法律法规是制度的载体, 忽略制度性的保障, 就无法真正保护世界遗产的真实性和完整性。

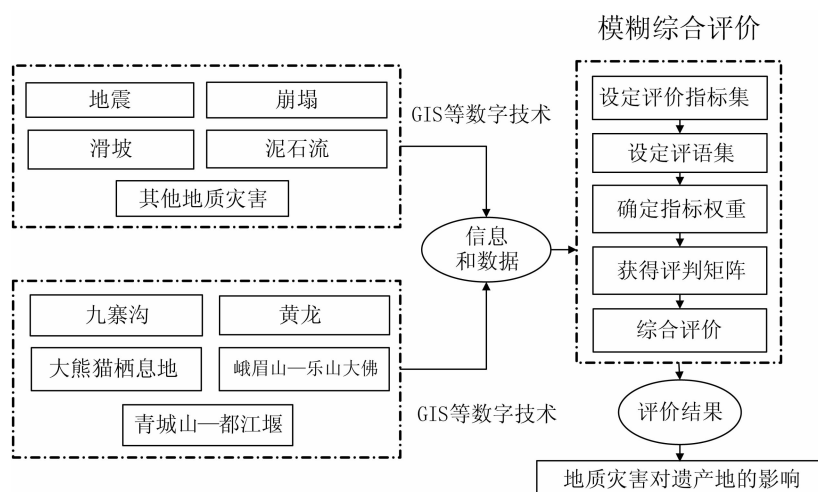


图5 地质灾害对遗产地影响的评价流程

虽然我国世界遗产数目居世界第三位，但在世界遗产的保护和管理上却不具领先意识^[20]，迄今中国还没有《世界遗产保护法》。在法律法规建设上四川省在中国属于走在前列的省份，于2002年通过了《四川省世界遗产保护条例》，但整个条例只有23条，许多问题根本无法可依。在此，笔者呼吁政府出台详细的法律法规，不仅建设中国的《世界遗产保护法》，不同省份、不同世界遗产地还要根据实际情况出台具体细则。为实现《世界遗产公约》、行动指南、本国法律和当地法规对遗产地的多面维护，政府应体现其越来越重要的作用。

5.2 探索新的管理体制和方法

目前我国管理体制创新不够，一定程度上制约了遗产地的发展，探索新的管理体制和方法是遗产地发展的必然。为了提高资源利用效率，笔者认为GAP分析方法能够找出遗产地内部影响效率的“短板”，较大幅度提高管理的规范化和制度化。

GAP，是保护生物多样性的地理学方法的简称，其基本原理是通过系统分析自然遗产资源分布和保护现状，找出目前在保护和管理上存在的空缺。GAP分析已成为对自然遗产资源进行精细化管理的国际通用分析方法，《中国文化遗产事业发展报告（2010）》将其运用到文化遗产中，分析中国“十一五”期间文化遗产事业管理水平^[21]，经验证，此方法在文化遗产管理中仍然适用。

5.3 警惕文化瓦解

遗产地有其独特的历史文化信息，如青城山的

道教文化、峨眉山—乐山大佛的佛教文化，黄龙、九寨沟的藏羌文化，这些文化资源也是遗产地价值的一部分。九寨沟、黄龙作为中国唯一一条“国际精品旅游路线”，在文化保护方面做得比较成功，藏族风情体验、梦幻九寨演出等起到了传播当地文化的作用，但目前中国很多遗产地的旅游并没有将遗产地的价值发挥出来，甚至游客还对当地文化造成侵蚀。因此，警惕旅游开发过程中的外来文化渗透和入侵，重视保护和发掘优秀民族文化所蕴含的历史信息、精神价值和思想观念，是保证遗产地可持续发展的重要方面^[22]。

5.4 加强公众参与和国际合作

在中国，世界遗产与民众关系淡漠，很多人对世界遗产的认识就是“旅游景点”甚至是“考古”^[20]。人民群众是世界遗产的所有者、鉴赏者和传承者，提高地方政府、社会团体、慈善机构及个人的参与性，将“部门管理”扩展到“社会监督”，使遗产保护形成强大的社会意志，增加遗产保护的把关机制。

在国际合作方面，不同国家在遗产保护上还存在许多障碍，这些障碍除了理念和方法的不同，还包括法律法规。可以这么说，目前尚没有一个国家为充分积极的国际合作做好准备^[23]。在全球地质灾害频发的大背景下，每个国家都应该学习、理解他国遗产保护的观念、技术和法规，这不仅能提高本国的管理和保护水平，一旦灾难发生，还能积极行动起来共同保护世界遗产。

6 结论

目前全世界已有 936 项世界遗产, 其中许多遗产地受到地质灾害破坏。阿塞拜疆的巴库围墙城及城内的希尔凡沙宫殿和少女塔和伊朗的巴姆及其文化景观更因遭到强震破坏而被列入《濒危世界遗产名录》。2011 年日本新增两处世界遗产地: 小笠原群岛 (Ogasawara Islands) 和岩手县的平泉文化遗产 (The Buddhist Pure Land) 近期均遭到过地震破坏。“地震之国”土耳其 2011 年 10 月 23 日的 7.3 级强震震源点 ($N38^{\circ}48'$, $E43^{\circ}30'$) 靠近文化遗产特洛伊考古遗址 (Archaeological Site of Troy) ($N39^{\circ}57'$, $E26^{\circ}14'$)。因此, 减少自然灾害对世界遗产的影响, 加强灾前预测和防治, 灾后保护和修复, 是一个全球性问题。

本文以中国四川省为例, 提出在地质灾害多发区建立以先进技术为基础的遗产地灾害预警系统, 并针对发生概率大、危险系数高的单种灾变做专门、定量研究, 减少自然灾害对遗产地破坏的可能性。与此同时, 遗产地管理者和相关政府部门应该提高遗产地管理水平, 促进世界遗产社会、文化、科学、教育和经济意义的传承。

参考文献

- [1] 孙克勤. 世界遗产学[M]. 北京: 旅游教育出版社, 2008
- [2] 陈运泰. 汶川特大地震的震级和断层长度[J]. 科技导报, 2008, 26(10): 26-27
- [3] 徐锡伟. 5·12 汶川 8.0 级地震地表破裂图集[M]. 北京: 地震出版社, 2009
- [4] 孙克勤. 四川汶川地震灾后世界遗产保护与旅游重建[J]. 北京第二外国语学院学报, 2008, (9): 1-5
- [5] 孙克勤. 中国的世界遗产存在的问题及对策[J]. 可持续发展, 2011, 1(1): 6-13
- [6] Alexakis D, Sarris A. Environmental and human risk assessment of the prehistoric and historic archaeological sites of Western Crete (Greece) with the use of GIS, remote sensing, fuzzy logic and neural networks[C]// Proceeding EuroMed 10 Proceedings of the Third international conference on Digital heritage. Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag, 2010
- [7] Banno A, Masuda T, Oishi T, et al. Flying laser range sensor for large-scale site-modeling and its applications in Bayon digital archival project[J]. International Journal of Computer Vision, 2008, 78(2-3): 207-222
- [8] Saha A K, Gupta R P, Sarkar I, et al. An approach for GIS-based statistical landslide susceptibility zonation: with a case study in the Himalayas[J]. Landslides, 2005, 2(1): 61-69
- [9] YU Hui, ZHAO Yongtao, MA Yuewei, et al. A remote sensing-based analysis on the impact of Wenchuan Earthquake on the core value of world nature heritage Sichuan Giant Panda Sanctuary[J]. Journal of Mountain Science. 2011, 8(3): 458-465
- [10] Chapman H, Adcock J, Gater J. An approach to mapping buried prehistoric paleosols of the Atlantic seaboard in Northwest Europe using GPR, geoarchaeology and GIS and the implications for heritage management[J]. Journal of Archaeological Science, 2009, (36)10: 2308-2313
- [11] 郑巨欣, 陈峰. 文化遗产保护的数字化展示与传播[M]. 北京: 学苑出版社, 2011
- [12] 周明全, 耿国华, 武仲科. 文化遗产数字化保护技术及应用[M]. 北京: 高等教育出版社, 2011
- [13] 高庆华, 马宗晋, 张业成, 等. 自然灾害评估[M]. 北京: 气象出版社, 2007
- [14] 刘传正, 刘艳辉, 温铭生, 等. 中国地质灾害区域预警方法与应用[M]. 北京: 地质出版社, 2009
- [15] 黄润秋. 汶川地震地质灾害研究[M]. 北京: 科学出版社, 2009
- [16] 马平均, 龙万学, 孔纪名. 基于模糊综合评价的地质灾害危险性分区[J]. 贵州工业大学学报: 自然科学版, 2007, 36(6): 70-74
- [17] 丁军, 朱静, 王磊, 等. 5·12 汶川地震灾区茂县地质灾害危险性评价[J]. 水土保持研究, 2010, 17(5): 12-17
- [18] WU Juanjuan, YI Qinglin, LEI Bao, et al. On study of landslide disaster risk assessment applying fuzzy comprehensive evaluation method[J]. Lecture Notes in Electrical Engineering, 2012, 112: 269-276
- [19] 胡焕校, 张立明. 三峡库区地质灾害易损性模糊综合评价[J]. 地质灾害与环境保护, 2008, 19(2): 57-61
- [20] 范文静, 陈玲玲, 霍斯佳, 等. 中国建筑遗产保护与可持续发展研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2011, 21(s1): 251-254
- [21] 刘世锦. 中国文化遗产事业发展报告(2010)[M]. 北京: 社会科学文献出版社, 2010
- [22] 范文静, 孙克勤. 世界文化遗产北京故宫的保护与可持续发展研究[J]. 可持续发展, 2012, 2(1): 41-47
- [23] Shimizu S. Research report on international cooperation in the recovery process of disaster-affected cultural heritage[R]. Tokyo: Japan Consortium for International Cooperation in Cultural Heritage, 2010