

美国灾害地理*

周石 研

自然灾害是自然过程超出了人们通常可以适应或接受的强度,从而造成生命财产和心理损失的现象。它具有两方面的基本规定:一是自然过程或现象超出了一定的限度或阈值;另一方面是有一定的生命财产暴露在危险之中并造成损失。无人居住区是不存在灾害的。因此,自然灾害是自然过程、人类行为过程和社会经济过程的结合。

美国主要关心九种自然灾害:地震、膨胀土、河泛洪水、滑塌、风暴潮、海啸、龙卷风、飓风和暴风(severe wind)。

一、各灾种自然现象(过程)的特征、地理分布、防治措施及其地域组合

1.地震 地震是由于地壳外层沿断层两侧的岩石破裂,所积累的应力释放,从而引起地壳移动或晃动的自然现象。地震通过地面位移、晃动及其它诸如地面倾斜、土壤液化、差异沉降、滑塌、湖震和海啸等地表异常现象造成灾害。中等程度的地面晃动,其振幅可能在建筑物的弹性范围之内;较强的地面晃动或移动可能超出建筑物构件的可塑性范围,从而引起其破裂,严重的破裂会引起整个建筑物或其主要部分的倒塌。在美国发生的几乎所有地震中,未加固的由砂和石灰灰浆砌砖的建筑物损害最为严重;多层钢结构的建筑物,除有时造成一些非结构性损害外,保存相当完好。

Ⅷ级以上的高强度危险区,主要分布在加州的圣安德列斯和嘎劳克(Garlock)断层带、内华达州南部地区(以西南强度为最大)、蒙大那州西北角至怀俄明州西北角一带、华盛顿州的西北地区、新墨西哥州的中西部地区至科罗拉多州中部地区一带、密苏里、阿肯色、田纳西、肯塔基、伊利诺斯五州的交接地区、阿拉斯加东部与中部地区、夏威夷群岛、犹他州西南角至其与爱达荷州交接东端一带及爱达荷州中部地区。

地震减灾战略措施有两类:回避和加固。除交通线路及其它特殊用途,断层带及其紧邻地区应避免工程建设,做农业或娱乐用地等。非断层带地域的建筑物应采取加固措施。对于诸如五十层以上的楼房、核电站、大坝、大跨度桥、海洋钻井平台等重要建筑的设计,必须进行各种综合的动态分析,包括设计范围内的各种规格、允许最大应力、使用的阻尼等。

2.膨胀土 膨胀土是指富含粘土矿物,特别是活性粘土矿物如蒙脱石的土壤或岩石,这种土壤或岩石当水分含量产生变化时,会产生重大的容积变化即胀缩现象。膨胀土通过其过

1946年,阿拉斯加附近的乌尼马克岛发生地震,产生的大范围破坏波及到夏威夷,导致遍及全太平洋海盆的海啸预警系统的实施。海啸预报基础是流体力学原理,一个波列的速度与海深的平方根相关。警报,包括预期的量级和到达的时间,目前,均可以在数小时之内从设在檀香山(Honolulu)的观测中心送到太平洋沿岸所有受威胁的地方。由海啸引起的破坏在很大程度上仍是不可避免的,但随着预测中意料外因素的减少,损失可被缩减。

李明译自《The Geographical Magazine》,1991, Vol. 63, No. 8, 杨燕凤校

* 主要根据William J. Petak等著《Natural Hazard Risk Assessment and Public Policy》一书(489页, Springer-Verlag公司出版, 1982)写成,书中引用了大量的研究成果。

度胀缩使建筑物的墙壁、地基、隔板、饰面等开裂或断裂而形成灾害。

美国土壤保持局用线性扩张系数(COLE)来衡量土壤的胀缩能力。它表示自然土壤膨胀的垂直分量。COLE越大,土壤的胀缩幅度越大,对建筑物造成的损害也越大;反之,则小。一般认为,COLE < 3%为膨胀能力较低,3—6%为中等,> 6%为高。

膨胀土在全美各地广泛分布。COLE高的膨胀土分布在得克萨斯州除西南一隅的大部、衣阿华州南部和密苏里州北部地区、伊利诺斯州南部、内布拉斯加州东南角至堪萨斯州西南角一带、南达科他州西部、蒙大那州中部、怀俄明州西北地区、路易斯安那州东南至密西西比与阿肯色州边界一带、加州中北部中心地带及内华达州零星地域。COLE中等的分布于紧连阿巴拉契亚山地的东面一带、加州北部沿海及东部靠内华达州地带、内布拉斯加南部、堪萨斯东南部、包括新墨西哥在内的西部各州和西弗吉尼亚及肯塔基州的零星地域。

由于膨胀土分布的广泛性,采取避免战略措施减灾通常是不可能的。工程设计和土壤稳定是仅有的两类有效措施,包括下列五种方法:① 在建筑地点使用土壤稳定与含水量控制技术;② 进行地基工程设计;③ 精心规划排水系统;④ 进行景观规划与建设,以提高排水能力;⑤ 密切注意建筑物内部成分的建设。

3. 滑塌 滑塌是在重力作用下,坡地表层物质脱离下层稳定基底向外、向下移动的现象,包括崩塌(falls)、泥石流[流动性滑坡(flow-slides)和自然液化(spontaneous liquefaction)]、滑坡(Slides)和蠕动(Creep)。滑塌是在表层物质的重力牵引大于其对基底附着而形成的抗力时发生。造成坡地不稳而产生滑塌的自然因素很多,有地形的、气候的、地质的和水文的等。在众多因素中,构成斜坡物质的地质特性是决定坡地滑塌难易的基本因子。尽管滑塌可以在任何岩类所形成的表层物质上发生,但一些岩类呈现出较高的滑塌性能:① 美国西部中、新生带的许多火成岩(花岗岩)、变质岩,经历了严重的破碎、风化。因此,这些年轻岩石比东部(如新英格兰)普遍存在的年老、破碎较弱的火成岩更易产生滑塌;② 中新生的沉积岩通常含有大量粘土矿物,特别是蒙脱石,对坡地稳定性产生不良影响;③ 许多西部的新生代喷出岩,含有大量由火山灰变成的蒙脱石,高度破碎;④ 蛇纹岩:主要由次生矿物构成,这些次生矿物系含镁丰富的硅酸盐矿物变成。

对滑塌潜在强度的分级非常困难。Krohn和Slosson(1976)根据岩石类型(是否容易滑塌)、地形(陡峭或稳定程度)和降水量三因素的不同组合制订了如下分级系统(表)。

表 滑塌潜在强度分级标准表

根据岩石类型和地形两因素所分等级	降水量(毫米)	滑塌潜在强度级别
高 (易滑地层) + (陡峭山地)	>813 203—813 <203	XII X IV
中 (易滑地层) + (中等陡峭度地形)	>813 203—813 <203	XI IX III
低(陡) (非易滑地层) + (陡峭地形)	>813 203—813 <203	VIII VI II
低 (非易滑地层) + (中等陡峭度地形) (非易滑地层) + (和缓地形) (易滑地层) + (和缓地形)	>813 203—813 <203	VII V I

不同强度的滑塌全美各地都有分布。按照上述标准，得克萨斯州东部至威斯康星东部一线以东地区降水量都在813毫米以上，因而滑塌潜在强度都在Ⅶ级以上，阿巴拉契亚山地区最高在Ⅷ至Ⅸ级（北段西坡）。西部（包括科罗拉多州）为高原山地区，坡度较陡，且分布较多的易滑地层，降水成为决定滑塌潜在强度的关键因素。加州沿海中北部地区、爱达荷州中北部及蒙大那州东北大部降水大都在813毫米以上，故潜在强度在Ⅶ级以上，沿岸最高（Ⅸ级）；中等强度（Ⅷ级以上）的呈斑块状分布，各州都有一定面积。

对于滑塌的防治尚未有既经济又有效的措施。因此，在土地开发时，必须对其地质条件、危险性等进行评估。某些工程措施对滑塌治理虽有一定效果，但总体上应采取“回避”战略，尽量避免在危险地段搞建设，特别对于泥石流，其发生发展异常快，几乎来不及报警。蠕动虽不构成生命威胁，但可能是坡地险情的先兆，应采取工程措施进行防治。

4.河泛洪水 洪水对于建筑物的损害大小是下列因素的函数：① 建筑物的类型、强度和海拔高度；② 洪水深度；③ 流动洪水对建筑物所施加的力；④ 漂浮杂物对建筑物的影响；⑤ 洪水浸泡对建筑物的副作用；⑥ 洪水作用时间。

全美各地都有不同规模的河泛洪水发生。影响较为严重的州依次是：北、南达科他、密西西比、阿肯色、衣阿华、堪萨斯、内布拉斯加、密苏里、密执安、威斯康星、印第安纳、路易斯安那、俄亥俄、明尼苏达和俄克拉何马。

河泛洪水的防治措施主要包括三大类：① 工程措施：各种防洪堤、坝的构筑，河道加深与修缮等；② 回避战略：减少在洪泛区内搞建设；③ 房屋建筑防治措施：选择高地建房，房屋的加固和保护等。

5.风暴潮 风暴潮是由飓风或其它风暴引起的海岸水位高于正常潮位的现象。风暴潮影响最严重的地区在大西洋和湾区海岸。其中湾区沿岸和大西洋沿岸南部的风暴潮通常由飓风或强度较小的热带风暴引起；北部沿岸的主要由被称作“东北风暴”（“northeasters”）的非热带冬季风暴造成。

风暴潮通常造成两种类型的损害：① 海水淹没作用：与相应深度的河水淹没相似，但由于海水富含盐份，具更大的腐蚀性。一旦物体被海水浸没，盐分的吸湿性将使物体长久保持湿润，引起发霉、腐蚀和其它损害。② 波浪的冲击作业。风暴潮所造成的损失大小一般与潮水深度成正比。

风暴潮的防治除了采用与河泛洪水相同的战略措施外，还包括修建防波堤。

6.海啸 海啸是由地震、海底火山爆发或大规模海底滑塌产生的巨大海浪。这种波浪波长和周期很长。在深海，波长可达161公里或更长，但波高仅半米至几米。其动能巨大。当海啸到达岸边的浅水区时，其速度减小，波高增大。当波谷在前时，海岸水位出现渐退现象；而波峰在前时，则出现急涨。随后，其波高可达30米以上，有着巨大的摧毁力。海啸成灾方式有两种：① 淹没；② 波浪对物体施加力的作用。其强度常用海水深度来衡量。海啸损失是巨大的。除了造成人员伤亡和建筑物损失外，常常还将停泊在码头的船掀走，使之由于与码头、建筑物或相互撞击而损坏。由于海啸的巨大力能，使得对于建筑物等的唯一有效保护措施只能是避免在危险地域搞建设。

海啸主要分布在西海岸、阿拉斯加沿岸及夏威夷群岛。东海岸自欧洲人定居以来，只有过一次海啸造成灾害的记录（1918）。海啸虽然造成的损失大，但频率小。在过去五十年（1982年前，下同）中，死于海啸的人要比直接死于地震的人多。1946年，产生于阿留申群岛附近的一次海啸造成夏威夷173人死亡，而1964年阿拉斯加地震死亡126人。

减轻海啸灾害的有效规划的第一步是确定受其影响和损失的区域。这包括海岸、港区、洋底地形结构等的详细研究。只有在此基础上,才能制订出保护生命财产的有效措施和方法。

7. 龙卷风 龙卷风通常被定义为与地面接触的激烈旋转的空气柱。它是人类已知的最激烈的、突发性最强的风暴或天气现象。其漏斗形云团旋转速度可达805公里/小时,影响到宽0.40—1.21公里,长可达26公里的范围。目前已知的最强的龙卷风影响范围为1.6公里宽,483公里长。

龙卷风由于其巨大的摧毁力,在美国常常被定为自然灾害的“头号杀手”。在过去五十年,全美有9000人丧生。其地方性低压系统在经过建筑物时,建筑物内部的气压会大大超出外部压力,从而形成“爆炸”。但这种“爆炸”作用一直被大大夸张。实际上,几乎所有的损害都源于其极高速的风和风裹着的“飞弹”。

龙卷风在全美各地都有分布。高发区位于西经106°以东、84°以西的广大地区及佛罗里达、佐治亚、南、北卡罗来纳和俄亥俄州;中等频率的分布区是上述范围外的东北地区;西经106°以西地区是发生频率最低的地区。根据1955—1967连续13年龙卷风发生数次的记录,中部高发区大部分在30次以上,位于堪萨斯与俄克拉何马州交界地带的中部最多,达104次,东北地区大部为4—8次,而西部区约一半的地域在5次以下,另一半没有发生过龙卷风。从时间上看,尽管全年都有发生,但主要在4—6月。

由于龙卷风发生的随机性,使防治变得极为困难。其战略措施主要是在龙卷风高发区降低建筑物的易损害性。这包括新建建筑物的大侧向承载力的设计、旧建筑物的加固、避灾地下室的兴建、用木板堵住窗户(在下风方向最好打开窗户,以减少压力差)等。经验显示,短跨度的屋顶或楼板结构、有构架的建筑、钢筋混凝土浇筑结构(但必须使屋顶和楼板等牢牢固定在支撑架上)等抗损害能力较强。

8. 飓风 飓风是一种巨大的气旋,这种气旋由反时钟方向的旋风围绕着一个相对平静的中心(“核”或“眼”)组成,以每小时117公里以上的速度移动。随之而来的是成洪暴雨,有时还会产生风暴潮。形成于热带的典型飓风系统,直径在644公里左右,前移速度为24公里/小时左右,平均寿命9天。最大风速带距中心约32—48公里。目前记录到的最大风速为317公里/小时。但距中心64—161公里的风速可达118—193公里/小时。

飓风强度的分类方法与龙卷风相同。但它在下列方面不同于龙卷风:① 当其经过建筑物时,气压变化是逐渐的,对建筑物几乎无影响,而龙卷风则相反;② 速度远远小于龙卷风;③ 其影响范围要比龙卷风大得多。同时,其垂直风速要比龙卷风低得多,因而不能搬运重物。

飓风分布区为大西洋和湾区沿岸,佛罗里达州最为严重。二十世纪初以来,尽管这些区域人口密度不断增加,但由于预报的改进和警报系统的不断完善,死于飓风的人数一直在减少。然而财产损失却不断增加。

9. 暴风 暴风是与飓风或龙卷风无关的风速超过80公里/小时的风暴。暴风全美各地都有发生,并且其风速常常可达244公里/小时。影响较为严重的州依次有:怀俄明、罗德岛、北达科他、科罗拉多、南达科他、俄克拉何马、内华达、爱达荷、蒙大拿和内布拉斯加州。其防治措施与龙卷风和飓风基本相同。

10. 主要地域组合类型 根据上述各灾种自然现象(过程)的地理分布,可以划分出下列几种主要地域组合类型:① 地震—海啸—滑塌型:主要分布在西海岸。② 飓风—风暴潮—龙卷风型:分布在东海岸及湾区沿岸。③ 膨胀土—滑塌—地震型:主要分布在西部山区,其次是中、东部部分地域。④ 龙卷风—膨胀土型:主要分布于中西部地区。⑤ 河泛洪水—龙卷

风—暴风型：分布于南、北达科他州、内布拉斯加州、俄克拉何马州等中西部地域。⑥ 膨胀土—滑塌型：全美各地零星分布。⑦ 河泛洪水—龙卷风型：密西西比下游及五大湖周围地区。

二、灾害损失（影响）及其地域分异 灾害所造成的经济社会心理损失可以分为直接损失和间接损失，而间接损失又可分为不同的层次。直接损失包括：人员伤亡、牲畜伤亡、建筑物以及所含财产损失、基础设施损失、各种交通工具与其它动产的损失、农作物、森林、草场等的损失、各种有价值地形的变化、公共储备损失、人们的心理创伤等等。间接损失（影响）包括：无家可归、工商业的停产半停产、社会服务系统的停顿、灾后清理与重建的各种费用、修复各种受损财产（包括公共设施）的费用、银行保险支出、失业、家庭收入损失、工商业收入损失、投资转向灾后恢复的损失、土地与地产价值的变化、区域人口增长趋势的变化、移民格局的变化、社会经济活力的变化、个人或商业储蓄的衰减等等。

灾害损失大小不仅取决于前述自然现象或过程的强度、持续时间、影响范围（面积），而且也决定于受灾区域的经济水平、生产布局状况、人口密度与分布状况、财产易损性（质量）、防灾与灾害准备状况、人们的灾害经验与灾害意识、救灾组织及其有效性等等。

各种自然灾害每年给美国造成巨大的社会经济损失。据统计，1925—1965的40年中，由于飓风、洪水、龙卷风和地震造成的经济损失为214.67亿美元（按1970年不变美元，下同），死亡人数15768人。1975年15种自然灾害造成的直接财产损失为人均23美元或人均收入的0.05%。这15种灾害是崩落（avalanche）、海岸侵蚀、干旱、地震、洪水、霜冻、冰雹、飓风、滑坡、雷电、龙卷风、海啸、城市雪灾、火山活动和风暴。另有人估计膨胀土造成的年平均损失额为23亿美元或人平11美元。1906年4月18日旧金山发生的强度为Ⅷ至Ⅹ级（MMI）的地震，地震本身（不包括震后火灾等）直接造成700人死亡，20万人无家可归和4亿美元的经济损失。1969年8月在密西西比和路易斯安那州登陆的Camille号飓风造成262人死亡，几千栋房屋倒塌，经济损失超过10亿美元。

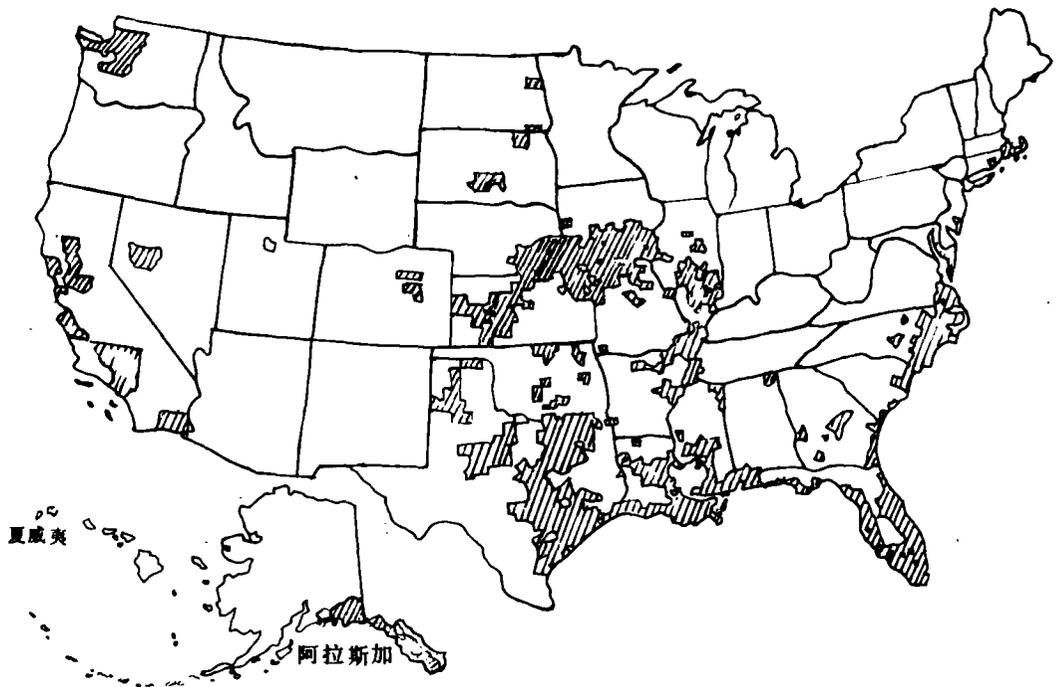
对于灾害对社区的经济活力是否有长期影响的问题，许多学者进行了研究。出人意料，这些研究者的答案都是否定的。一部分学者得出结论：社区实际上“可能在经济上从灾后重建资金的迅速流入和处理危急情况的技术革新措施的采用中获益”；另一些学者则认为：灾前趋势，而不是灾害本身的影响，决定社区未来的命运。“简单说来，快速增长的城市恢复快；稳定的、萧条的或衰落的城市恢复慢且可能加速衰落。”还有学者在对1960至1970十年中经历过洪水、飓风或龙卷风灾害的1612个县的资料综合分析后，未能发现这些灾害的任何“连贯的和重要的”影响。

南加里福尼亚大学的William J. Petak和威斯康星大学的Arthur A. Atkisson（1982），根据各种灾害的地理分布、不同灾种和灾害强度下受损财产的数额及各类财产的易损性各灾种影响的区域（范围）和地域类型及不同强度下发生的概率等，对1970—2000年的灾害损失（影响）进行了县、州和全国三级评估。这个评估研究只考虑上述9种灾害造成的损失，不考虑诸如干旱、非河泛的急暴洪水、冰雹、沉降等损失，也不计算汽车、船只、农作物和社区基础设施等损失。其评估内容包括：① 建筑物的经济损失：包括住宅、农业和矿业、建筑业、制造业、交通和公用事业、零售与批发业、金融、服务、联邦政府、州和地方政府等10个部分；② 建筑物所含财产的经济损失；③ 灾害影响区域内由于货物运费增加造成的经济损失即供应（者）损失；④ 收入损失；⑤ 失业；⑥ 无家可归；⑦ 死亡人数。由于在许多情况下，灾害损失的数据系根据概率推出。因此，表示为“年期望”或“年平”。评估结果，1970年全美经济损失总额为81亿美元，人平39.76美元，合人平收入的1.00%，死亡约1000人。2000年

损失总额为 177.7943 亿美元，人平 69.41 美元，死亡人数 1790 人。其损失结构如下（表 2 略）。2000 年的数据系以 1970 年背景资料为起点，并在各级各类区域人口、建筑物增加数额、投资额、防灾减灾工程等等预测的基础上评估而成，并一般假定下列因素不变：① 土地利用分区，② 建筑法规；③ 新建筑方法。

同时，他们还对各州各县进行了建筑物损失率评估。建筑物损失率系建筑物价值（价格）的年平均损失额与建筑物的价值（价格）总额之比。它可以用来衡量灾害损失的相对大小。州级评估采用 9 种自然灾害的损失数据，县级评估则采用除河泛洪水外的 8 种灾害的损失资料，因河泛洪水灾害资料分州收集而成。各州评估结果（1970）如表 3（略）。从表中可以看出，全美 1970 年建筑物的损失额为建筑物总价值的 0.279%。从州级来看，仅有两个州（佛蒙特和亚利桑那）和哥伦比亚区所有 9 种灾害的损失率分别低于全国水平。20 个州 9 种灾害的总损失率大于全国总损失率。这 20 个州中，包括湾区沿岸各州，大西洋沿岸 4 个州和西海岸 2 个州，但内地仅有 9 个州（科罗拉多、犹他、南达科他、堪萨斯、密苏里、内布拉斯加、阿肯色、俄克拉何马和衣阿华）。这 20 个州的人口总数 8189 万，建筑物总价值在 7850 亿美元以上，其损失占全国的 54.6%。

县级评估后，同样对各县进行了排序。头 500 个县 8 种灾害的总损失率在 0.287% — 3.51%，包含了全国 20.4% 的人口和 20.8% 的建筑物价值（价格）总额及 36% 的建筑物损失额。它们的分布如图。



美国对八种自然灾害（洪水除外）建筑物损失率较高的前 500 个县（1970，图中斜线部分）

规划保护区以保护自然资源

N. Leader-Williams, J. Harrison and M. J. B. Green

保护区的功能 真正的自然生态系统可以包括人,如果目前人类应当依赖于并受到其环境制约的话。然而,在现代的思维中,获利的动机占主导地位,因而能源、资源及商品的净出口和进口都发生于目前有人居住的地方。其结果,人类已成了直接或间接地引起许多生境部分或全部毁灭。因此,保护区的首要职能是去保护各种各样的物种和生境,在合适的地方保护部落民族传统的生活方式。与资源保护相联系的最根本的伦理观是承认自然地区与野生生物的内在价值,并促使现代人去充当保护那种财产的角色。

值得强调的还有,除了首要的保护职能之外,保护区还具有一定的经济价值,能提供一系列的商品和服务。保护区的直接利益包括:(1)在其边界内或边界外保护被开发的可再生资源;(2)维持着与自然有关的、庞大和正在发展的娱乐和旅游业;以及(3)保护将来可能有潜在使用价值的野生遗传资源,如作物或药物。保护区的间接利益包括:(1)有助于周围地区的自然生态平衡,比如说可作为附近农田上控制害虫的鸟类避难所;(2)可以使本地及全球气候保持稳定,尤其是在热带森林和南北极地区;(3)防止土壤和海岸线的侵蚀并使集水地区保持稳定;以及(4)给科研和教育提供便利。

保护区和野生生物也有其代价。直接的代价包括野生生物对人类的掠夺或对庄稼的破坏,而间接代价则包括开发土地作其他用途或对自然资源的非持续性开发的机会损失。然而,如果在任何长远的分析中充分考虑自然资源的经济价值,那么利益通常总是超过代价。或许,与保护区的长远成功有关的最重要间接代价是一种冲突,这种冲突通常发生于负责建立和管理保护区的政府部门与一直以来靠保护区内的土地为生的当地人之间。这样的冲突起因于被迫迁居或在保护区建立期间失去传统的狩猎权益,以及没有对那些庄稼被破坏的当地人给予补偿,或者在保护区建立之后所引起的收入与就业机会分配不均。

如果保护区的管理计划把特定景观、生境和物种的保护价值考虑在内,而同时又照顾到国家和当地的社会经济需要,那么冲突就可以减少到最低程度,而资源保护措施的效果则能

研究表明,1970至2000年建筑物价值总额和损失额都将逐渐增长。1970年高低不同的损失率的州和县之间,建筑物的价值总额增长比例基本保持平衡,而损失额的增长则呈现出高损失率的州和县增长比例较大的特点。如在51个州级单位中,损失率高的前13个州和损失率低的后13个州(区),建筑物价值增长总额分别为9.023亿和7.630亿美元,分别占全国总额的31.54%和26.67%,而增加的总损失额(包括建筑物、建筑物所含财产、收入和供应四类损失)分别为51.4003亿和12.4942亿美元,分别占全国总损失额增加的50.71%和14.22%。四类损失中,收入和供应占的比重小。所以,各州的建筑物总损失率排序及损失率高的前500个县的分布到2000年乃至更长时间仍是基本适用的。

应该指出的是,由于资料限制等方面的原因,上述评估一般要比灾害实际损失偏小。如对于膨胀土灾害损失的评估限于住宅,没有考虑非住宅的其他建筑;对于河泛洪水的研究偏重于城市模型,在此模型中,全美1970—2000年有洪水之患的城市被定为5539—6455个,然而在1976年,联邦保险管理局就确定了16000个社区。