

广西壮族自治区洪水灾害经济损失评价

肖红霞, 齐实, 李思扬, 王则一, 王劲修, 张广分

(北京林业大学 水土保持学院, 北京 100083)

摘要: 基于广西壮族自治区 1998—2007 年的统计数据, 从洪水灾害经济损失、不稳定性、洪水灾害经济损失对 GDP 的贡献率以及洪水灾害经济损失指数共 4 方面对广西地区洪水灾害的经济损失进行了评价研究。结果表明, 灾害程度是影响该区洪水灾害经济损失的主要原因, 洪水灾害农业经济损失占总经济损失的比重保持在 5%~15%; 区内环境不稳定性度的年际变化较大, 总体趋势逐年下降; 洪水灾害经济损失占 GDP 的比重为 0.5%~9%; 洪水灾害损失指数能反映洪水灾害致灾因子年际变率和孕灾环境的不稳定性, 能够很好地评价洪水灾害经济损失, 同时为洪水灾害发生时能快速评估出洪水灾害的损失及洪水灾害防治提供方法和依据。建议加强对较大洪水的防御能力, 加大该地区的农业基础投资力度, 提高各类防治工程的防洪标准。

关键词: 经济损失指数; 经济损失评价; 洪水灾害

文献标识码: A

文章编号: 1000-288X(2011)04-0232-05

中图分类号: P426.616

Evaluation of Economic Losses of Flood Disaster in Guangxi Zhuang Autonomous Region

XIAO Hong-xia, QI Shi, LI Si-yang, WANG Ze-yi, WANG Jin-xiu, ZHANG Guang-fen

(School of Soil and Water Conservation, Beijing Forestry University, Beijing 100083, China)

Abstract: Based on the statistics data from 1998 to 2007 in Guangxi Zhuang Autonomous Region, four factors: economic loss of flood, instability, contribution of economic loss to GDP, evaluation index of economic loss were used to assess the economic loss of flood disaster in this region. The results indicate that economic loss of flood is mainly affected by the hazard level. The proportion of the economic loss of agriculture maintains at 5%~15% of the total loss. The annual change of environmental instability in the region fluctuates obviously, but mainly with a declining trend year by year. The flooding economic loss is 0.5%~9.0% of GDP. The indexes of flooding loss can not only tell the annual change of the aroused factors of flood, the instability of the environment bearing disasters, but also accurately evaluate the flooding economic loss. At the same time, the indexes can be used as a method for instant evaluation and preventions of the flooding loss and when flood takes place. According to the assessment results, the government is suggested to strengthen the defense capability of larger flood, increase investment in agricultural infrastructure and improve flood control standards of all prevention projects.

Keywords: indexes of economic loss; evaluation of economic losses; disaster of flood

水旱灾害是当今世界发生最频繁、对人类危害最大的自然灾害之一, 它们制约着区域农业生产和人类社会经济的发展, 并且随着经济社会的发展, 水旱灾害造成的损失随之剧增^[1]。据统计, 中国平均每年约有 $7.00 \times 10^6 \text{ hm}^2$ 农田遭受洪水灾害, 洪水灾害所造成的经济损失达 150~200 亿元人民币, 占全年主要自然灾害损失的 30.0%~30.3%^[2]。广西自治区地处我国热带、亚热带季风气候区, 降水丰沛, 热量充足, 农业自然条件好, 但由于水热资源时空分布不均衡, 洪水灾害频繁, 并且水旱灾害相连, 造成了巨大的

损失, 洪水灾害已成为该区经济社会发展的制约因素之一^[3-9]。

洪水灾害评估是防洪减灾领域的一项必不可少的基础工作, 它在防洪规划制定、洪水灾害风险管理、洪水保险、防洪减灾效益评估、法律法规制定等方面都起着重要作用。国内外对洪水灾害损失评估开展了一系列的研究工作, 其中美国和日本于 20 世纪 70 年代开始对洪涝灾害损失评估, 并将其结果用于洪水保险, 在洪涝灾害发生时能够比较快速地评估出洪涝灾害的损失^[10-11]。美国的 Sujit 和 RuellLee^[12] 于 1988 年提出所谓非传统的水深—损失曲线方法, 用

收稿日期: 2010-12-22

修回日期: 2011-01-16

资助项目: 水利部公益项目“水旱灾害分级管理技术标准体系研究”(200801041)

作者简介: 肖红霞, (1986—), 女(羌族), 四川省北川县人, 硕士研究生, 主要研究方向为水土保持。E-mail: hx.xiao.c@163.com。

通信作者: 齐实(1964—), 男(汉族), 陕西省西安市人, 博士, 副教授, 主要研究方向为水土保持。E-mail: qishi@bjfu.edu.cn。

以计算特大洪灾(如溃坝)的经济损失。我国对洪涝灾害损失评估主要采用参数统计模型,即以淹没水深等洪涝灾害特征为自变量,损失率为因变量,利用参数统计方法确定模型参数。冯民权^[13]应用随机过程的观点,建立了财产损失评估随机模型,反映了洪灾财产损失率的随机变化情况;李纪人等^[14]的基于遥感与空间展布式社会经济数据库的洪涝灾害遥感监测评估;王艳艳等^[15]的基于洪水模拟演进的洪涝灾害评估。但这些方法指标繁多、资料信息获取难度大、计算工作量大等,造成这些洪水灾害损失评价方法的实用性普遍较低。

本研究通过不稳定性(U)、洪水灾害经济损失对 GDP 的贡献率(C)构建洪水灾害经济损失评价指数,对洪水灾害进行评价,该指数利于不同时间下发生的洪水灾害比较,具有一定的代表性。通过洪水灾害经济损失评价指数的建立及对广西地区 1998—2007 年近 10 a 的洪水灾害经济损失的综合评价,达到对过去 10 a 广西地区洪灾总体的认识,以及为洪水灾害发生时能快速评估出洪水灾害的损失提供方法,为洪水灾害防治提供依据。

1 研究区概况

1.1 自然概况

广西壮族自治区位于 $20^{\circ}54' - 26^{\circ}23' \text{N}$, $104^{\circ}28' - 112^{\circ}04' \text{E}$ 之间,地处低纬度地区,南濒热带海洋,北为南岭山地,西延云贵高原,境内河流纵横,地理环境比较复杂。广西地区北半部属中亚热带气候,南半部

属亚热带气候,境内冬季短夏季长,雨热同季,年均温在 $16 \sim 23^{\circ}\text{C}$ 之间。广西自治区年降雨量在 $1\,000 \sim 2\,800 \text{ mm}$ 之间,日均温 $\geq 10^{\circ}\text{C}$ 的日数为 $240 \sim 358 \text{ d}$,年积温在 $5\,000 \sim 8\,300^{\circ}\text{C}$ 之间。该区地势为西北高东南低,四周山脉环抱,呈盆地状,有“广西盆地”之称,盆地边缘多缺口,桂东北、桂东、桂南沿江一带有大片谷地。地貌分中山、低山、丘陵、台地、平原和石山共 6 类,中山、低山、丘陵和石山的面积约占全区陆地总面积的 70.8% 。境内石灰岩地层分布广泛,岩层厚,质地脆,褶皱断裂发育,加上高温多雨的气候条件,形成典型的岩溶地貌。

广西自治区境内河流总长度约 $3.40 \times 10^4 \text{ km}$,水域面积约 $4\,700 \text{ km}^2$,占土地总面积的 1.9% 。河流的主要特征:山地型多,平原型少;流向多与地质构造线一致;水量丰富;水流湍急,落差大;河岸高,多弯曲,多峡谷、险滩;河流含沙量少;岩溶地区地下潜流普遍发育。

广西地区形成较大洪水的主要暴雨天气系统大致分布:北回归线以北河系(红水河、柳江、洛清江、桂江等)以锋面西南低压切变为主;北回归线以南河系(郁江、左江、桂南沿海诸河、北流河等),则以热带气旋为主;右江处于南、北过渡带,当南部主要系统热带气旋抵达时,已大为减弱,所以较大洪水的天气系统,基本与红水河一致;桂东的贺江则兼受南、北天气系统的影响,其洪水季节相对较长。低空急流虽然不是主要暴雨天气系统形成的原因,但对暴雨强度和暴雨的扩展有较大影响(表 1)。

表 1 广西自治区 1998—2007 年的降水和洪水情况

年份	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
年平均降水量/mm	1 673.0	1 604.2	1 350.8	1 825.6	1 858.9	1 346.2	1 366.9	1 454.2	1 529.9	1 329.2
洪水强度	特大	一般	一般	特大	特大	较大	一般	特大	较大	一般

1.2 社会经济概况

自 2002 年以来,广西自治区生产总值(GDP)已连续 8 a 保持两位数增长。初步核算,2009 年广西自治区 GDP 为 7 700.36 亿元,增速为 13.9% 。2009 年广西自治区财政收入总量突破 960 亿元;一般预算收入总量突破 600 亿元,地税收入超过 350 亿元,同比增长超过 21% ;全自治区金融机构存款余额 9 587.7 亿元,增长 35.5% ;各项贷款余额 7 363.2 亿元,增长 44.1% ,全年增量达 2 253.2 亿元。

2 数据来源和研究方法

2.1 数据来源

研究数据主要来源于 1998—2007 年中国统计年

鉴的统计数据,其中包括农业生产总值、农作物总播种面积、总成灾面积、洪水灾害成灾面积、直接经济损失和 GDP。

2.2 研究方法

本研究采用洪水灾害经济损失指数评价方法对洪水灾害经济损失进行评价。该方法选取灾害的主要经济损失要素(农业成灾面积、直接经济损失等),这些资料信息完备且容易获取。广西地区洪水灾害经济损失评价分 4 个步骤进行,首先确定广西省洪水灾害造成的农业经济损失和总经济损失;其次利用洪水灾害的总经济损失的最大最小值计算出不稳定性;再利用洪水灾害总经济损失计算出洪水灾害经济损失占 GDP 百分比的平均数;最后依据不稳定性与洪

水灾害经济损失占应得 GDP 百分比的平均数构建了洪水灾害经济损失指数(I),划出相应的等级。

2.2.1 洪水灾害经济损失

(1) 洪水灾害农业经济损失(E_a)。农业经济损失数值是用来直观的表现洪水灾害对农业所造成的影响,采用陈香等^[17]的自然灾害造成的农业经济损失的计算方法:

$$E_a = P \times S_2 \times 30\% / (S - S_1 \times 30\%) \tag{1}$$

式中: P ——农业生产总值; S ——农作物总播种积; S_1 ——总成灾面积; S_2 ——水灾成灾面积。

(2) 洪水灾害总经济损失(E)。洪水灾害经济损失包括了直接经济损失 E_d 和间接经济损失之和,直接经济损失可以取自灾情报告或灾害总结,但间接经济损失目前争议较多,多数人认为其值为可用直接经济损失的 30%。即:

$$E = E_d + E_d \times 30\% \tag{2}$$

2.2.2 环境不稳定性(U) 孕灾环境的稳定与否对洪水灾害经济损失影响很大,能在一定程度上“加重”或“减轻”洪水灾情。洪水灾害造成的经济损失最大值与最小值之间的间距能反映一个地区环境的脆弱性,体现环境的不稳定程度。计算方法为^[16]:

$$U = (E_i + E_{\min}) / (E_i + E_{\max}) \tag{3}$$

式中: E_i ——第 i 年因洪水灾害造成的经济损失; E_{\max} ——该地区洪水灾害经济损失的最大值; E_{\min} ——该地区洪水灾害经济损失的最小值。

2.2.3 洪水灾害经济损失对 GDP 的贡献率(C) 洪水灾害经济损失对 GDP 的贡献率(C),指灾害经济损失占应得 GDP(实得 GDP 与经济损失之和)百分比的平均数。该指标可体现洪水经济损失对于各区的重要性,减轻洪水灾害经济损失,有利于有效提高 GDP 的增长速度,有利于区域经济社会的发展。贡

献率(C)的计算方法采用张文柳等^[17]的水旱经济损失评价中的方法:

$$C = E / (E + G) \tag{4}$$

式中: E ——洪水灾害经济损失; G ——GDP。

2.2.4 洪水灾害灾损度指数 为了更直观地评价洪水灾害造成经济的损失,将环境不稳定性(U)和洪水灾害经济损失对 GDP 的贡献率(C)进行等级划分,并求其平均值,即洪水灾害灾损度指数(I),作为分析洪水灾害经济损失的总指标,即:

$$I = (U \text{ 等级} + C \text{ 等级}) / 2 \tag{5}$$

其中 U 和 C 通过洪水灾害损失相对量和国内较通行的比率法划分出等级,即 U 和 C 划分 5 个等级,采用 $(E_{\max} - E_{\min}) / 5$ 和 $(C_{\max} - C_{\min}) / 5$ 等比率划分,划分结果见表 2。

表 2 灾害经济损失评价指标及评分标准

等级	环境不稳定性 U	百分比 $C / \%$
5	≥ 0.4	≥ 6.41
4	0.31~ 0.4	4.81~ 6.4
3	0.21~ 0.3	3.21~ 4.8
2	0.11~ 0.2	1.61~ 3.2
1	≤ 0.1	≤ 1.6

3 洪水灾害经济损失评价

3.1 1998—2007 年洪水灾害经济损失分析

根据中国统计年鉴上 1998—2007 年的农业生产总值、农作物总播种面积、总成灾面积、洪水灾害成灾面积、直接经济损失和 GDP 的统计^[18],结合公式(1)和(2)计算出洪水灾害农业经济损失数据和洪水灾害总经济损失数据(表 3)。

表 3 广西 1998—2007 年洪水灾害损失分析

项 目	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年	2005 年	2006 年	2007 年
农业生产总值 P /亿元	476.2	454.9	418.8	439.9	465.5	500.8	623.1	711.9	829.4	970.5
农作物面积 $S / 10^3 \text{ hm}^2$	6 293	6 289	6 261	6 288	6 300	6 279	6 368	6 489	6 460	5 594.4
总成灾面积 $S_1 / 10^3 \text{ hm}^2$	791	918	836	757	723	1134	914	838	741	429
成灾面积 $S_2 / 10^3 \text{ hm}^2$	548	149	150	518	575	128	208	249	123	110
农业经济损失 E_a /亿元	12.9	3.4	3.1	11.3	13.2	3.2	6.4	8.5	4.9	5.9
直接经济损失 E_d /亿元	134.0	23.4	16.0	173.3	116.3	46.2	15.3	98.1	62.8	23.2
间接经济损失/亿元	40.2	7.0	4.8	52.0	34.9	13.9	4.6	29.4	18.8	7.0
总经济损失 E /亿元	174.2	30.5	20.8	225.3	151.2	60.0	19.9	127.6	81.7	30.2
GDP/亿元	1 903.0	1 953.3	2 036.0	2 279.3	2 437.0	2 733.2	3 433.5	4 063.3	4 802.0	5 885.88

由图 1 可以看出,农业经济损失(E_a)和总经济损失(E)各年变化的总体走势比较一致。从 1998—2007 年的 10 a 里,农业经济损失(E_a)和总体经济损失(E)的 4 个较大值均出现在 1998, 2001, 2002 和

2005 年;其中 E_a 与 E 的值在 1998 年分别为 12.9 和 174.2 亿元;2001 年分别为 11.3 和 225.3 亿元;2002 年分别为 13.2 和 151.2 亿元以及 2005 年的 8.5 和 127.6 亿元;在其余年份, E_a 与 E 均处在较低的水

平, 数据的变化上表现出了比较好的连续性和一致性, 同时从 E_a 与 E 的各年的波动幅度的绝对值看, E_a 与 E 的变化有逐年变缓的趋势。

图 1 显示, 近 10 a 洪水灾害对农业造成的损失基本能控制在一个较稳定的水平, 除了 2004 和 2007 年洪水灾害农业经济损失占洪水灾害总经济损失比例分别高达 32.16% 和 19.40%。其余各年损失比例均在 10% 上下波动, 波动幅度在 $\pm 5\%$ 以内。

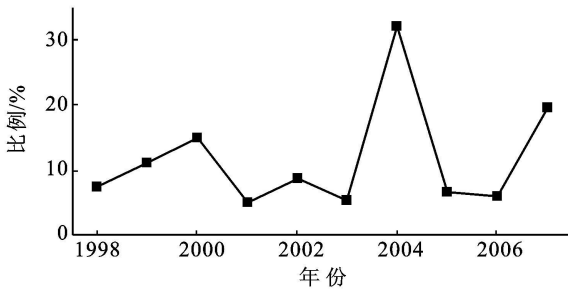


图 1 洪水灾害农业经济损失占洪水灾害总经济损失的比例

虽然 1998, 2001, 2002, 2005 年均出现了较大的 E_a 与 E (特别是在 1998 和 2001 年的特大洪水期间), 但是洪水灾害农业经济损失占洪水灾害总经济损失比例却并没有出现较大的百分比, 损失比例保持在相对稳定水平; 一方面这说明了广西省农业基础工程对于洪水灾害的防御能力较强, 而其它方面的洪水防御能力还有待提高, 另一方面结合表 3 数据, 说明了农业经济在广西地区所占的比例还较小; 相反在 E_a 与 E 值并不高的 2004 年, 损失比例却是这 10 a 来的最大值。结合 2004 年的降水情况, 可推测出当年洪水灾害程度总体并不严重, 可能由于某一方原因造成了农业经济损失的增大, 因结合当年农业基础工程、水利工程等, 对其进行分析, 以备为以后类似情况提供经验, 减少洪水灾害经济损失。

3.2 环境不稳定性 (U) 评价

根据表 3 中的洪水灾害经济损失数据, 结合公式 (3) 可计算出广西壮族自治区 1998—2007 年的环境不稳定性 (U)。其变化趋势见图 2。

根据图 2 可以看出, 1998, 2001, 2002 和 2005 年, 这 4 a 的环境不稳定性处于较高水平, 其中 2001 年不稳定性 (U) 达到最大值 0.54。其余年份处于较低水平。结合表 1, 不稳定性在 0.4 以上的均为降水量较大的年份, 一方面说明抵御洪水灾害的能力还与具体年份洪水强度相关, 若遇特大洪水, 环境的脆弱性将增大, 抗灾能力降低, 如表 3 所示, 1998 年特大洪水造成广西省总经济损失 174.2 亿元。另一方面也说明了广西地区在应对大的洪水灾害时防御能力较弱, 建议在该区提高对较大洪水灾害的防治能力。总体

上看, 自治区环境不稳定性变化起伏大, 1998—1999 年变幅达到 0.29, 2000—2001 年变幅高达 0.37, 2004—2005 年变幅为 0.28, 其它各年间的变化幅度较小, 而出现这些较大变幅的原因则是因为环境的不稳定性随着洪水强度的变化而变化, 再一次证明了洪水强度是广西壮族自治区环境不稳定的主导因素。虽然环境不稳定性的变化起伏较大, 但是变化的总趋势是下降的, 说明广西地区环境脆弱性总的变化趋势在减小, 同时与广西地区近年来加大洪水灾害防御体系建设密切关系。综合以上分析, 建议广西壮族自治区加大力度恢复环境的稳定性, 在加强洪水防御的同时着重加强对较大洪水的防御能力, 对存在洪水隐患的地区提前采取措施, 降低环境不稳定性, 提高抗灾能力。

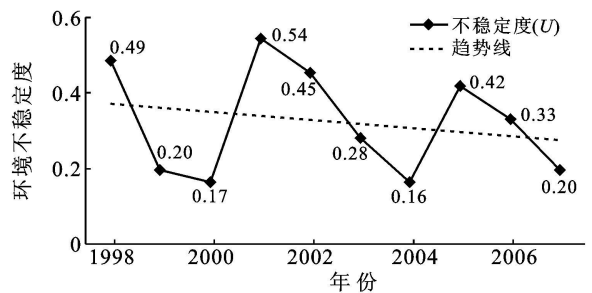


图 2 广西壮族自治区 1998—2007 年环境不稳定性 (U) 变化趋势

3.3 洪水灾害经济损失对 GDP 的贡献率 (C) 分析

根据公式 (4) 可以计算出广西壮族自治区 1998—2007 年的洪水灾害经济损失对 GDP 的贡献率 (C), 其变化趋势如图 3 所示。

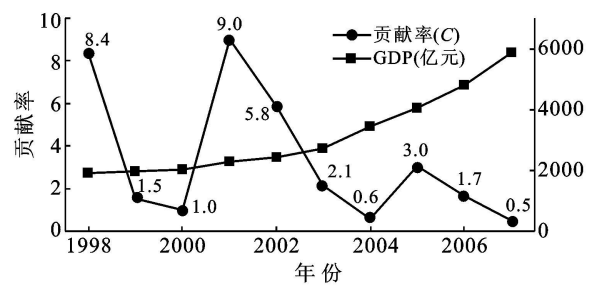


图 3 各年的 GDP 及洪水灾害经济损失对 GDP 的贡献率

由图 3 可以看出, 广西地区 1998 年 GDP 为 1 903.04 亿元, 到了 2007 年则增加到 5 885.88 亿元, 增长了近 2 倍, GDP 增速逐年加快的同时, 并没有使洪水经济损失对 GDP 的贡献率逐渐下降。洪水经济损失对 GDP 贡献率的变化趋势为: 从 1998 年的 8.4% 骤减到 1999 年的 1.5%, 后又从 2000 年的 1.0% 猛增到 2001 年的 9.0%, 以后各年逐渐减少趋于缓和, 变化幅度也相对较小。表明了 1998 年和 2001 年洪水对社会经济的发展造成了较大的影响, 结合表 1 的降水量和洪水灾害经济损失情况, 可看出

这 3 者之间呈正相关关系,同时也再一次说明广西地区对较大灾害的防灾能力比较弱。

3.4 洪水灾害经济损失指数(I)

根据环境稳定度(U)和贡献率(C)结合表 2 的 U 和 C 的等级,并根据公式(5)可计算出自治区洪水灾害经济损失指数(I),其变化趋势如图 4 所示。

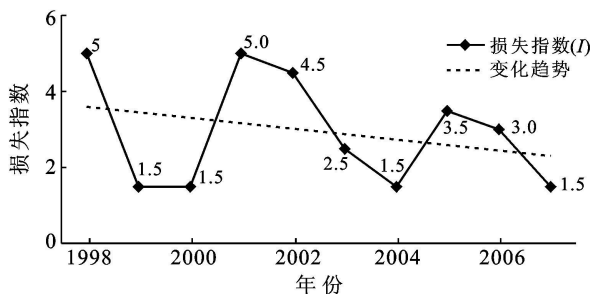


图 4 广西自治区 1998—2007 年洪水灾害经济损失指数变化

从图 4 可以看出洪水灾害经济损失指数(I)由高到低的顺序为: $I_{1998} = I_{2001} > I_{2002} > I_{2005} > I_{2006} > I_{2003} > I_{1999} = I_{2000} = I_{2004} = I_{2007}$ 。从趋势线看,广西地区洪水灾害经济损失指数呈波动下降的趋势,起伏较大。这说明了广西地区洪水灾害造成的经济损失比重有所减小,但是在特大洪水期间,比重仍然较大,已经威胁广西地区社会经济的可持续发展。此外,图 4 反映了洪水灾害致灾因子年际变率,同时也反映了广西自治区孕灾环境的不稳定性,即脆弱性差异。

4 结论

(1) 采用环境不稳定性(U)和洪水灾害经济损失对 GDP 的贡献率(C)构建的洪水灾害经济损失指数用于分析洪水灾害经济损失是合理、可行、便捷的。可较真实反映洪水灾害造成的经济损失程度及变化趋势,也可用于比较对不同时空下发生的洪水灾害损失,可比性强。

(2) 广西自治区洪水灾害农业经济损失占总经济损失的比例处于较低水平,该区洪水灾害经济损失随着降雨量(灾害)的变化而变化,环境不稳定性总体上虽有减小趋势,但是年际变化很大,在一定程度上不能“缩小”洪水灾情,抵御洪水灾害的能力还与具体年份洪水强度相关,若遇特大洪水,环境脆弱性将增大,抗灾能力降低;洪水经济损失对 GDP 的贡献率、洪水灾害经济损失与降水量呈正相关关系,建议加强协调与合作,协同应对洪水灾害。既要完善洪水灾害预警系统、提高城市防洪和农村水利工程防洪水平,也要大力恢复环境的稳定度,对存在洪水威胁区域提前采取措施,提高其抗灾能力。

(3) 采用不稳定性(U)和洪水灾害经济损失占应得 GDP 百分比的平均数(C),构建洪水灾害经济损失指数 I ,并划出了相应的等级,很好地反映了洪水灾害致灾因子年际变率和孕灾环境的不稳定性,与实际情况相符,取得较好的结果,评价合理。

[参 考 文 献]

- [1] 吴瑞良. 云南省防汛抗旱的形势及对策[J]. 人民珠江, 2000(4): 11-13.
- [2] 中国大百科全书编委会. 中国大百科全书: 水文卷[M]. 北京: 中国大百科全书出版社, 1985.
- [3] 吴瑞良. 云南省水旱灾害概述[J]. 人民珠江, 1999(1): 18.
- [4] 王芳, 万振凡. 论近现代江西水旱灾害及防治构想[J]. 南昌大学学报, 1999, 30(4): 104-107.
- [5] 吴士章, 朱文孝, 苏维词, 等. 贵州水资源状况及节水灌溉措施[J]. 贵州师范大学学报: 自然科学版, 2005, 23(3): 24-27.
- [6] 陈润东, 李林. 广西防汛抗旱工作回顾与展望[J]. 广西水利水电, 2004(S): 59-102.
- [7] 广东省地方志编纂委员会. 广东省志自然灾害志[M]. 广州: 广东人民出版社, 2001.
- [8] 于海鹰, 刘永强. 论我国四川地区生态屏障的构建[J]. 攀枝花学院学报, 2005, 22(1): 81-84.
- [9] 路琮, 魏一鸣, 范英, 等. 灾害对国民经济影响的定量分析模型及其应用[J]. 自然灾害学报, 2002, 11(3): 5-20.
- [10] Jonge T D. Model floods and damage assessment using GIS in Hydrology CIS 96[C] // Application of Geographic Information Systems in Hydrology and Water Resources Management. IAHS, 1996: 299-306.
- [11] Profeti G, Macintosh H. Flood management through Landsat TM and ERSSAR data a case study[J]. Hydrological Process, 1997, 11: 1397-1408.
- [12] Sujit, Lee R. A Nontraditional Methodology for Flood Stage-damage Calculation[J]. Water Resources Bulletin, 1988, 24(6): 1263-1272.
- [13] 冯民权, 周孝德, 张根广. 洪灾损失评估的研究进展[J]. 西北水资源与水工程, 2002, 13(1): 33-36.
- [14] 李纪人, 丁志雄, 黄诗峰, 等. 基于空间展布式社会数据库的洪涝灾害损失评估模型研究[J]. 中国水利水电科学研究院学报, 2003, 1(2): 104-110.
- [15] 王艳艳, 陆吉康, 郑晓阳, 等. 上海市洪涝灾害损失评估系统的开发[J]. 灾害学, 2001, 16(2): 7-13.
- [16] 陈香, 沈金瑞, 陈静. 灾损度指数法在灾害经济损失评估中的应用: 以福建台风灾害经济损失趋势分析为例[J]. 灾害学, 2007, 22(2): 34-35.
- [17] 张文柳, 张杰. 环渤海地区水旱灾害经济损失评价[J]. 灾害学, 2005, 20(2): 74-76.
- [18] 国家统计局. 中国统计年鉴 1998—2007 年[M]. 北京: 中国统计出版社, 2007.