

我国水旱灾害与生态环境破坏的系统分析及经济损失估计

Systematic Analysis and Loss Assessment of China's Floods, Droughts and Damage of Ecologic Environment

张 晓

(中国社会科学院数量经济技术经济研究所, 副研究员 北京 100732)

干旱、台风、风暴潮等)、地震与地质灾害、生物灾害、森林和草原火灾。上述主要自然灾害的危害情况见表 1。
由表 1 可知,不论是在受灾面积和分布地域、受影响的人数还是经济损失方面,在我国频发的若干自然灾害中都首推水灾和旱灾。

一、水旱灾害与生态环境的关系

1. 水旱灾害是我国最严重的自然灾害
中国主要的自然灾害计有大气与水圈灾害(洪涝、

表 1 我国主要自然灾害的危害

灾害种类	常见情况		1990 年至 1992 年情况(1993 年为估计数)			
	主要地理分布	影响人口 (亿人/年)	受灾面积 (万公顷)	地理位置	影响人口 (亿人)	直接经济损失 (亿元)
暴雨洪涝	黄河、海河、淮河流域、长江中下游、太湖及东北地区	2	90 年:1180.4 91 年:2459.6 92 年:942.3 (93 年:1638.7) 3 年合计:4582.3	淮河、长江中下游、太湖、辽河、松花江等流域	3	1800
干旱	西北、华北、华南地区	1.6	90 年:1817.5 91 年:2491.4 92 年:3298.0 (93 年:2109.8) 3 年合计:7606.9	华北、华南、东北、西北、江南地区	2	450
台风、风暴潮	沿海各地	2	—	沿海各地	2	210
低温冻害	西北、华北、东北、江南地区	1.7	(冷冻灾害) 90 年:214.1 91 年:171.5 92 年:370.5 (93 年:471.6) 3 年合计:756.1	华北、东北、西北、江南地区	1.7	150
地震	华北、西北、西南、东南沿海地区	1	—	西藏、云南等地	0.15	25
病虫害害	各地	1.5	—	全国各地	1	200

水旱灾害对人类的威胁是巨大的。水灾的气象现象是暴雨。主要影响和危害表现为:山洪暴发,河流泛滥,内涝溃水,毁坏庄稼、建筑物和物资,造成人员伤亡、疾病,农作物欠收或绝收,交通和通讯受阻。水灾的次生灾害主要为:农林灾害(病虫害)、地质灾害(崩塌、滑坡、泥石流)、水圈灾害(洪水、内涝)。旱灾的气象现象主要表

现为:空气及土壤干燥、高温(热浪)、干热风、焚风;主要危害是,农作物欠收或绝收,人畜饮水困难、疾病(中暑等);其次生灾害主要有:农林灾害(森林及草原火灾、病虫害)、地质灾害(土壤沙化)。
水旱灾害对我国的影响面很广。据我们对 1949~1993 年我国农业自然灾害(水、旱、风雹、霜冻、病虫害及其

他)受灾面积的统计分析,45年平均水灾面积占总面积的26%,旱灾占60%;平均每年水灾受灾886万公顷,旱灾为2 028万公顷,二者合计约占我国农作物播种面积的20%。

我国全国除沙漠、戈壁和极端干旱地区及高寒山区外,约有2/3的国土面积受到过不同类型、不同危害程

度的洪水灾害。我国有100多座大中城市、40~50%的人口、30~35%的耕地和占总量60~70%的工农业总产值集中于七大江河的中下游及东南沿海地区,面积约为74万平方公里(见表2),这些地区(约占国土面积的8%)的地面高程多在江河洪水水位之下,因而,一旦发生洪水就是严重的灾害。

表2 我国主要洪水威胁区域的社会经济指标

流域或地区	土地面积 (万平方公里)	耕地面积 (万公顷)	人口(亿人)	工农业总产值 (亿元)	单位土地面积上的 工农业总产值 (万元/平方公里)
黄河	2.16	112	0.23	365	169
淮河	20.08	1012.27	1.04	1375	68
海、滦河	14.50	105.73	0.80	1833	126
长江	16.40	594.27	0.97	2246	137
太湖	2.51	132.13	0.27	2029	808
珠江	2.36	118.07	0.22	765	324
辽河	4.24	114.80	0.15	679	160
松花江	7.50	262.87	0.12	627	84
沿海诸河	4.06	189.20	0.35	1131	279
黄河洪水威胁区域	13.40	726.8	0.80	1150	86
合计	73.80	3307.73	4.17	11047	150

经对1951~1990年我国出现干旱灾害次数分布图的分析,我国四个比较明显的干旱中心为:吉林西部,华北平原和黄土高原的东部,江西、湖南两省南部和华南大部,云南中、北部和川南地区。表3给出了全国各大区50年代与70年代受旱面积的对比结果。表3告诉人们,黄淮海和长江中下游地区是我国受旱面积最大的地区,共占全国受旱总面积的60~80%。对比两个时期的受旱面积可知,华南和长江中下游地区的受旱面积有明显减少,而北方各地区和西南地区的情况却呈现出明显恶化的趋势,其中以东北、西北的受旱面积增加幅度最大,分别增加了1.4倍和1.2倍。

表3 全国各大区50年代与70年代受旱面积对比

地区	受旱面积占全国总受旱面积%	
	1950—1959年	1970—1979年
黄淮海	44.2	45.4
长江中下游	30.1	18.7
东北	7.1	17.0
西北	2.5	5.5
华南	8.4	3.5
西南	7.8	10.0

水旱灾害给我国造成的经济损失很严重。表4是对我国90年代初期自然灾害造成的经济损失的不完全统计。

随着社会的进步,经济的发展,自然灾害,特别是水旱灾害带给人类的经济损失越来越大。究其原因,一方面是由于受灾地区单位面积上的国民生产总值的增加,公共部门和居民个人的财产密度比以往加大了很多,因而即使是相同强度的灾害,造成的经济损失却成倍地增长;另一方面,是由于水旱灾害发生的频率以及大灾出现的次数增加了。对建国以来灾害次数的统计分析表明,50~60年代,水、旱灾害平均每年出现5.6和6.8次;70年代为6.3和9.3次;80年代为6.1和7.3次;90年代初期则分别为47.3次和29.8次。由于统计灾害次数的方法不统一,所以90年代初期的数字不适宜与其他年代数字进行直接比较,但总的趋势应该是90年代水旱灾害出现的频率高于50年代。

2. 我国严重的生态环境问题

我国严重的生态问题始于清代。清朝以来,人口大幅度增加。从康熙末年(1722年)到嘉庆末年(1820年),全国人口从不到1亿(0.8~0.9亿)猛增到4亿以上。这使耕地严重不足,从而引起了尖锐的社会问题,特别是

表4 90年代初期我国自然灾害造成的经济损失

年代	总损失值 (亿元)	相当于国民生产 总值的%	相当于国家 财政收入的%	水灾损失值 (亿元)	洪涝灾害损失 占总损失%	因旱灾减产的粮食数量 (亿公斤)
1990	616	3.5	18.6	239.8	38.93	46.5
1991	1216	6.0	33.7	779	64.06	118
1992	854	3.5	20.6	402.8	47.17	209.72
1993	993	3.2	19.5	640	64.45	111.8

东南地区口粮需求与土地供应的巨大压力,迫使大批小农从人口密集、耕地饱和的地区向当时尚地广人稀的地区迁移。有民谚谓:江西填湖广,湖广填四川。大批流民

进入川陕楚交界的大巴山区深山老林,刀耕火种、开荒垦田,使大批原始森林遭到破坏。由于我国西高东低的地势,地表植被一旦被破坏,在降水的冲刷和侵蚀作用

下,极易形成水土流失,并且愈益严重。水土流失一方面是形成下游三角洲的来源,另一方面又使大江大河逐渐丧失抗旱排涝的基本功能,造成水旱灾害频繁发生。

新中国成立后,由于强调经济快速增长的发展政策的驱使以及人口增长的推动,我国一些地区生态环境不断恶化。我们认为与水旱灾害有密切关系的生态问题主要是森林减少和水土流失加剧。下面我们从全国总量和典型地区两个方面进行讨论。

森林是陆地生态系统的支柱。表5反映了世界主要

国家土地与森林变化的情况。分析表5的数据我们可以发现:首先,在表中列出的国家中,当属我国土地面积的绝对量最大,但农业用地、森林与林地、永久性草场三项的相对量之和却低于世界平均水平,仅仅大于以色列和加拿大,而这两个国家以上三项 60~80 年代期间的增长率却相当高;其次,只有我国出现了农业用地与森林同步递减的情形,并且总的递减趋势最大,而其他国家的一般情况都为此消彼长。上述两点值得注意。

表5 世界主要国家土地与森林变化对比

国家	1989 年土地面积 (万平方公里)	1989 年土地分类%				1965-1989 年平均增长率%			
		农业用地	森林与林地	永久性草场	三项之和	农业用地	森林与林地	永久性草场	三项之和
印度	297.3	57	22	4	83	0.2	0.3	-0.8	-0.3
中国	929.1	10	13	34	57	-0.3	-0.8	0.0	-1.1
墨西哥	190.9	13	23	39	75	0.3	-1.2	0.0	-0.9
巴西	845.7	9	65	20	94	2.1	-0.4	1.1	2.8
以色列	2.0	21	5	7	33	0.2	0.2	1.3	1.7
英国	24.2	28	10	46	84	-0.3	1.2	-0.4	0.5
澳大利亚	761.8	6	14	55	75	0.9	-1.5	-0.2	-0.8
加拿大	922.1	5	39	4	48	0.6	0.5	2.1	3.2
美国	916.7	21	32	26	79	0.2	-0.2	-0.2	-0.2
日本	37.7	12	67	2	81	-1.0	0.0	6.0	5.0
全世界	13009.9	11	31	25	69	0.3	-0.2	0.0	0.1

资料来源:根据世界银行,《1992 年世界发展报告》PP201-202 数据整理

建国以来,经过四次森林资源清查,反映出我国森林覆盖率从建国初期的 10%左右提高到 14%左右,这表明全国森林总面积有所增加,但森林(有林地)总蓄积量却有所减少。除去少数年代森林资源的消耗量小于生长量外,多数年代为森林资源的消耗量大于生长量。即使是第四次森林资源的清查结果表明 80 年代末 90 年代初已开始扭转消长量为负值的局面,然而又有数字表明,在我国一些地区,有林地中生态功能较低的中幼林比重偏大,因而成为水土流失最为重要的场所和泥沙的主要来源地区。由上可知,虽然 40 多年来我国森林面积总量有所增加,但还存在着林龄结构低龄化、森林资源长期过量消耗、森林质量下降等问题,因而在总量上森林的生态功能实质上是下降的。

水土流失是中国生态环境最突出的问题之一。在总量上,对我国水土流失的状况有多种估计,有些数字相差很大。但一致的结果是,我国的水土流失正日趋加重。用我们所用的时间序列数字来对比我国三个重要的历史时点——1949 年(建国初期)、1963 年(1958 年大跃进过后,竺可桢等人提出有关生态环境意见)、1993 年(我们考察的 90 年代初期的最后一年)——的水土流失状况,1963 年比 1949 年增加了近 100 万公顷,15 年的增长率接近 1%,而 1993 年比 1949 年增加了 4700 万公顷,45 年增长率超过 40%。若按水利部最新公布的资料,90 年代我国水土流失面积(水蚀)是 50 年代的 1.2 倍,水土流失总面积已达国土面积的半数以上。

中国典型地区的生态破坏更是触目惊心。据张更生等人研究,陕西省在建国后多次出现毁林开荒和乱砍滥伐事件,森林资源遭到严重破坏,森林面积大幅度减少。估计仅在 1971~1985 年期间,全省就毁林 139 万公顷,平均每年损失 9.27 万公顷,其中乱砍滥伐 4.3 万公顷,毁林开荒 4.8 万公顷。陕西的水土流失极为严重,水土流失面积到 1985 年已达 13.2 万平方公里,占总土地面积的 64%。每年流失土壤约 10 亿吨,仅榆林地区平均每年产沙量就达 5.2 亿吨,它是黄河粗泥沙的主要来源

区。陕西省内越是向北,地面植被的覆盖率越低,土壤的侵蚀量越大。我们之所以将陕西列为典型地区是由于它特殊的地理位置,即其境内有黄河、长江两大流域水系。据延军平的分析,陕西水土流失的当前损失在陕西,但潜在的危险却蕴藏在河南、山东,灾害还可波及四川、湖北。

在黄土高原上,位于黄河中游,地跨陕北、晋西北、内蒙古南部的能源“黑三角”地区,也是我国生态环境最为脆弱、水土流失最为严重的地区。该区总面积 4.6 万多平方公里,水土流失面积占 86.5%,是黄河泥沙的重要“产区”。这一地区土地侵蚀模数高达每平方公里 1 万吨,为世界罕见,严重地威胁着黄河下游的安全。另一个典型地区我们选择了四川。据陈实等人研究,四川省森林资源破坏严重,全省森林覆盖率由 50 年代的 19%,下降到 80 年代的 13%左右。西南林区地处大江大河的上游或源头,森林的生态防护功能尤其重大。四川沱、涪、嘉陵三江是长江上游的主要支流(涪江系嘉陵江的主要支流)。“三江”流域人口密集,是全省森林植被破坏得最为严重的地区之一。80 年代“三江”流域内的三个主要地区绵阳、南充、内江的森林覆盖率仅为 50 年代的 1/3 左右。

伴随着四川森林资源的严重破坏,是四川的水土流失在 1975~1986 年期间增加了 3.1 倍。据陈实等人估计,四川 1983 年土壤侵蚀面积 24.7 万平方公里,占土地总面积的 43.6%,平均年流失量为 10.27 亿吨,侵蚀模数为每平方公里 4160 吨。四川土壤侵蚀的主要来源是:低效林地,包括疏林、未生成林和采伐迹地及中幼林地,它们的年流失泥沙量为 3.51 亿吨,占全省总产沙量的 34.18%;坡耕地,它的年流失土壤量为 2.25 亿吨,占全省总量的 21.91%。值得注意的是,同期内整个长江上游的土壤侵蚀量是 15.68 亿吨,四川占去 65.5%。

3. 致灾因素的系统分析

形成自然灾害的原因是复杂的,是多种因素综合作用的结果。让我们先考察自然因素的作用。以水灾为例,

从全国宏观来看,据对最近十年(1985~1994 年)的全国年平均降水量的统计分析,最大值为 964.8 毫米(1985 年),最小值为 822.1 毫米(1992 年),十年的年平均值为 905.1 毫米,极差为 142.7 毫米;平均差为 39.8 毫米;方差为 46.6 毫米。并且最大值和最小值与平均值的相对差均未超过 10%,这些统计量都说明,全国年平均降水量近十年并无大的变化。当然,这其中还应考虑地区分布的差异问题,但据郑双治的研究,近十几年来,我国南方(长江流域)洪涝灾害的加重,主要不是由于降水增加引起的。根据上述分析,基本的判断是:我国近年来水、旱灾害频繁发生的致灾原因可能并不是由于降水量的变化。

我们再来考察人为因素的作用。即生态环境遭到破坏后,由于森林锐减、水土流失、土地荒漠化而引发的水旱灾害。

早在 1963 年,竺可桢等科学家针对我国土地资源方面存在的严重生态问题及其危害性曾尖锐指出:在南方不合理地开垦红壤丘陵与西南山地的毁林开荒;在北方不合理地开垦黄土地区陡坡与沙漠边缘地区,造成水土流失与风沙再起;“在丘陵山区进行大量不合理的开

荒,种的地虽不多,却大量砍树、烧山甚至铲草皮,因而引起山上水土流失。山区失去保水能力后,雨水必然猛流,河流必然猛涨,清水变成浑水,泥沙必然淤积,又增加洪水对下游的危害。高产的平地减产了,水灾加重了,把粮食任务又再压到山区,山区又再破坏林木植被,这样就形成了恶性循环”。正如这些科学家所指出,这种破坏生态环境的行为源于不恰当的发展政策。当时就出现了“有些人大肆宣传毁林开荒的十大好处,面对不合理开山造成水土流失的严重后果没有足够的估计。”(详见 1993 年 3 月 12 日《中国科学报》)几十年过去了,这种令人痛心的恶性循环,贻害当代与后代的现象有了多少改变呢?让我们考察我国生态环境遭到严重破坏的典型地区的情况就清楚了。我国水土流失最严重的地区是黄河中游的黄土高原区、长江中上游、南方丘陵区、北方山区和东北黑土山区(见表 6)。实际上,全国的山区几乎都不同程度地存在着水土流失的现象。

水土流失造成了江河、湖泊和水库的淤积,不仅降低了发电、灌溉、通航能力,更为严重的是影响了防洪能力,增加了江河洪水的威胁。

表 6 80 年代我国典型的水土流失区域的情况

地区	总面积 (万平方公里)	水土流失面积 (万平方公里)	百分比 (%)	土壤侵蚀模数 (吨/平方公里·年)		区内的更 典型的地区
				一般	最高	
黄土高原	54	45	83.33	3 000	2~3 万	—
长江中上游	180 (流域总面积)	56.2	31.22	—	—	乌江上游地区
南方丘陵区 (珠江流域)	44.196 (流域总面积)	5.7	12.90	1.0~1.5 万	8~10 万	福建、广东等地的 的花岗岩侵蚀区
淮河流域山区	8.85	5.9	66.67	3 898.3	—	—
辽西低山丘陵区	3.53	—	—	1 723.2	—	—

表 7 中国主要江河含沙量与输沙量

江河	控制面积 (万平方公里)	多年平均年含沙量 (公斤/立方米)	多年平均年输沙量 (万吨)	多年平均年输沙模数 (吨/平方公里)
松花江	52.8	0.16	1070	20.3
辽河	12.9	2.59	1020	79.2
黄河*	75.2	25.60	110000	1470.0
渭河	10.6	49.30	42300	3970
长江*	170.5	0.53	46800	274
汉江	14.2	2.06	12700	893
澜沧江	16.7	1.28	7380	442
雅鲁藏布江	19.0	0.30	1820	95.8

* 在多个测站的观测结果中选择控制面积最大者。

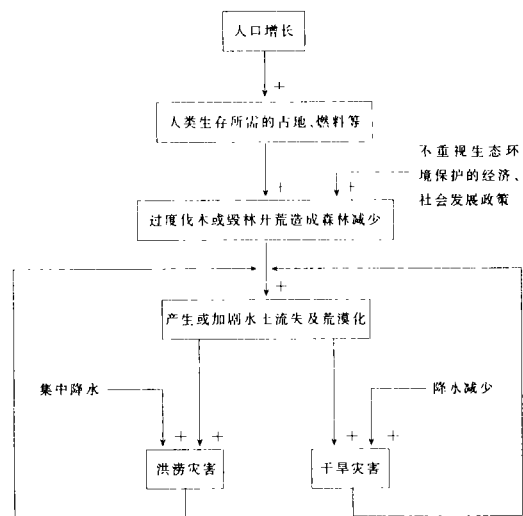
1981 年,我国四川盆地、汉水流域、渭河流域等地区先后暴雨成灾。长江、黄河上游都出现了建国以来的最大洪峰。谭启龙等认为,1981 年川陕等地历史罕见的洪灾,洪水来得迅猛,涉及地区广大,造成损失严重。除去大气环流形成暴雨这一不可抗拒的自然因素外,更重要的原因是长江上游和川中盆地的森林植被遭到人为破坏,自然生态环境恶化。

陈实等将四川水土流失的严重后果总结为:愈流愈瘦,愈瘦愈穷,愈穷愈垦,愈垦愈流,四料(燃、木、肥、饲)俱缺,恶性循环。他们的研究表明,四川的洪涝灾害 50 年代的发生频率为 30%,60 年代为 50%,70 年代为 60%,80 年代年年发生。四川的干旱灾害也有愈演愈烈

的趋势,50 年代三年一大旱,60 年代两年一大旱,70 年代十年八大旱,80 年代年年有旱。

我国西南、西北、东北等典型地区的灾害情况,是循着这样的反馈加强路径发展的,即人口急剧增长和工业、农业的高速发展使人们很少顾及生态环境的保护与恢复,盲目地毁林、开荒、采石、开矿,致使大江大河上游水土流失加剧,冲走大量土壤,使河川水库泥沙淤塞(中国主要江河含沙量见表 7),诱发中下游地区的水灾。此外,因森林锐减,森林所特有的调节地表温度和空气湿度的功能下降,荒坡秃岭、烈日下毫无遮拦,土温和近土层气温变化加大,水分蒸发快,土地迅速失墒,造成干旱灾害。生态环境的恶化,形成了一遇暴雨,甚至中、小雨

便急速形成洪涝灾害,而短时不降水又快速形成旱灾的局面;水旱灾害又不断加剧水土流失和荒漠化,进而又开始新的灾害,如此轮回。下图是上述因果关系分析的简单图示。



我们试图用此图描述目前中国水旱灾害发生的逻辑机理,即自然因素与人为因素共同作用,造成灾害的发生、发展,灾害又进一步加剧致灾因素的蕴酿和产生的正反馈放大闭环灾害系统,可以使系统走出这一闭环的要素是人为的政策因素。图中粗略地反映了这样的系统思想:第一,由于人类的社会经济活动的压力,使生态环境遭到严重的破坏是诱发我国水旱灾害的主要原因;第二,人类的不恰当的社会经济活动最终引发的自然灾害,反过来又加剧生态环境的破坏,这是大自然报复下的一个恶性循环过程;第三,恶性循环并不一定必然发生,这里起关键作用的是系统外生的包含有环境意识和思想的经济、社会发展政策的制定与实施。而政策变量的行为结果是通过自然因素的改变来体现的。

二、经济损失的初步估计和结论

我们设定我国因生态破坏诱发的水旱灾害的全部经济损失由直接经济损失和间接经济损失构成。

其中,直接经济损失是指报告期内因灾害破坏的作用,国家、集体、个人的财产以及农业(含牧业、渔业、林业)生产损失按现价计算的总价值。间接经济损失被定义为报告期内因灾致使农业(种植业)产值减少而影响工业及其他部门产值减少的总数值,这也是按现价计算的。

方法为:

灾害的全部经济损失的宏观估计实际涉及的关键问题是,怎样将因生态破坏(人为因素)引发的水旱灾害的经济损失从国家每年公布的自然灾害的总损失中分离出来;怎样计量由农业因灾害损失影响到国民经济的其他部门的波及损失值。前者为直接损失,后者即为间接损失。

估计结果见表 8 所示。

初步结论如下:

1. 因生态破坏,更直接的是因森林减少特别是大江大河上游地区的毁林,造成的严重水土流失是我国水旱灾害致灾的重要因素。计算表明,生态因素的影响力为

60~70%。过去的研究多将生态环境遭到破坏作为非主要影响因素考虑,而着眼于降水、风向,以及我国西高东低的独特地形等自然因素的作用。

表 8 90 年代初期中国因生态破坏引发的水旱灾害的经济损失
单位:亿元

年份	直接经济损失值	间接经济损失值	全部经济损失值
1990	315	273	588
1991	700	530	1 230
1992	455	491	946
1993	492	521	1 013

森林减少和水土流失的致灾作用一般是不会即时显现的。水土流失是一个较为缓慢的积累过程,水旱灾害则是一个突变突发过程,这二者之间的关系,过去虽已被人们所认识,但在多数人的思想上并未能建立对水土流失乃至生态破坏的合理预期,更没有进行数量上的分析。我们的研究初步估计了生态破坏与水旱灾害之间的数量关系。经计算认定,前期(2~3 年前)的生态破坏对本期水旱灾害发生的影响力是本期生态破坏影响力的近两倍。

2. 在估计灾害的经济损失时,除了考虑直接经济损失(主要为“物”的损失)外,还应考虑人的生命、健康的损失(主要为伤亡人数折合价值)和间接经济损失(直接经济损失“波及”国民经济其他部门的经济损失)。考虑到现阶段估算人的伤亡的经济损失还颇具难度,故本文暂仅估算直接、间接经济损失。

考虑了间接经济损失的灾害总经济损失比直接经济损失的数额要大许多。我们估算 90 年代初我国因生态破坏诱发的水旱灾害造成的全部经济损失是直接经济损失的 2 倍左右。计量间接经济损失并不意在夸大损失的数额,而是力图全面、完整地反映灾害对整个国民经济体系的危害。实际上,直接经济损失反映的不过是灾害造成的表面损失,它只是冰山的一角,间接经济损失反映了国民经济肌体各个部位的波及损失。二者相加后的损失值则充分地体现着人类为高速经济发展付出的巨大代价。如果说每年几百亿元的直接经济损失还不足以唤起人们对生态破坏致灾的认识,那么每年上千亿元的数额应该让我们正视了。

3. 自然灾害作为社会问题正日益引起人们的关注,但它首先是一个经济问题。正是由于灾害造成了经济损失而使社会受到不同程度的破坏,从而体现出其社会性,因此对灾害的经济损失计量不仅具有经济意义也具有社会意义。在灾害的经济学研究中,特别是在实证经济研究中,欲不再仅仅局限于其中某一个子系统,而试图在经济—社会—生态环境这样的大系统进行成本—效益(收益)分析,以确定防灾、减灾等工作投入资本、劳动力、技术的方向和力度,估计灾害的经济损失,无疑必须以灾害的经济损失计量作为一切工作的基础。面对因人类自己的不当经济行为造成的灾害损失,我们要做的唯一事情就是尽可能地减少或降低损失。

(责任编辑 王宏章)

(编者后注:本文引用了大量的参考资料,主要是基础数据的来源;方法部份也列出了全部计算公式,限于篇幅,全部删去,需要者请与作者联系。)