



自然灾害损失、恢复力、风险评估理论与实践丛书

主 编 李 宁

副主编 李春华

洪涝灾害间接经济损失 评估理论与实践研究

李春华 著



科学出版社

自然灾害损失、恢复力、风险评估理论与实践丛书

主 编 李 宁

副主编 李春华

洪涝灾害间接经济损失 评估理论与实证研究

李春华 著

本书研究获

· 国家重点研发计划重点专项课题

“全球变化人口与经济系统风险评估模型与模式研究”
(2016YFA0602403)

· 教育部人文社会科学研究规划基金项目

“基于投入产出局部闭模型的雾霾灾害社会经济影响评价”
(14YJA790021)

· 湖南省哲学社会科学基金项目

“湖南省与美国州域尺度重大气象灾害综合风险防范模式对比研究”

· 湖南省教育厅科学研究重点项目

“长株潭城市群雾霾灾害间接经济损失发生机制、影响评估及调控措施研究”
(15A202)

支持

科 学 出 版 社

北 京

内 容 简 介

本书以洪涝灾害间接经济损失为研究对象,对其发生机制、影响路径、损失评估和管理决策进行了理论探讨和应用研究。以1998年中国洪涝灾害为案例,从孕灾环境、承灾体和致灾因子角度,分析洪涝灾害的发生机制;从供求和时空变化角度,评估洪灾间接经济损失;通过设定不同的目标情景,比较洪涝灾害给不同经济部门造成的直接和间接经济损失。该项研究拓宽了灾害影响评估领域,把洪涝灾害间接经济损失评估结果纳入洪涝灾害治理决策体系中,延伸了灾害脆弱性评估研究,使灾害脆弱性评估涵盖灾后状况。

本书可供全球变化及灾害管理相关领域的科研和决策工作者参考阅读,也可作为地理、经济、应急管理等专业师生的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

洪涝灾害间接经济损失评估理论与实证研究/李春华著. —北京:科学出版社, 2018. 10

(自然灾害损失、恢复力、风险评估理论与实践丛书/李宁主编)

ISBN 978-7-03-059018-3

I. ①洪… II. ①李… III. ①水灾-经济-损失-评估方法-研究
IV. ①P426.616

中国版本图书馆CIP数据核字(2018)第227818号

责任编辑:林 剑/责任校对:彭 涛

责任印制:张 伟/封面设计:盛世图阅

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

<http://www.sciencep.com>

北京虎彩文化传播有限公司 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

2018年10月第 一 版 开本:787×1092 1/16

2018年10月第一次印刷 印张:17

字数:382 000

定价:168.00 元

(如有印装质量问题,我社负责调换)

随着全球变化和社会经济的发展,洪涝灾害发生的频次和损失越来越大,它已经成为对人类产生巨大影响的自然灾害之一,对其直接经济损失评估已经受到广泛关注,但是,隐蔽性和复杂性较大的间接经济损失未得到应有的重视。事实上,间接经济损失有时会超过直接经济损失,特别是对于一些重大的跨区域的洪涝灾害,随着直接经济损失的增大,其间接损失呈非线性递增。可见,目前基于直接经济损失为依据的防灾减灾决策存在严重偏差,因此,探讨洪涝灾害间接经济损失具有重要的理论和实际意义。

本书主要就洪涝灾害间接经济损失发生机制、影响路径和评估及管理问题展开研究,主要研究内容和各部分之间的关系如图0.1所示,其核心部分及价值如下。

研究内容:①灾害间接经济损失发生机制及评估。基于产业关联的经济系统分析,分析洪涝灾害间接经济损失发生机制,评估洪涝灾害的间接经济损失;②基于间接经济损失的洪涝灾害脆弱性评估研究。借鉴经济系统生产效率评估理论,用数据包络分析方法对洪涝灾害的直接脆弱性和间接脆弱性进行区分和评估;③基于间接经济损失或者直接经济损失最小化目标,基于多目标规划和投入产出模型结合,评估不同目标设定下,洪涝灾害的间接经济损失控制路径和进行关键部门识别研究。

研究理论及方法:①灾害系统理论。灾害发生是系统要素相互作用的结果,这些要素包括致灾因子、承灾体、孕灾环境和灾情,系统要素之间的作用决定了灾情的特点;②投入产出分析技术。投入产出法主要是以投入产出表为基础,综合分析和确定国民经济各部门间错综复杂的技术经济联系和再生产中的重要比例关系。本研究主要采用 Haimes 等开发的 IIM 模型(inoperability input-output model)及其扩展模型来分析洪涝灾害的间接经济损失;③数据包络分析技术。数据包络分析方法(data envelope analysis, DEA)是 A. Charnes 等首先提出来的以相对效率概念为基础发展起来的一种崭新的效率评价方法,该研究引入二阶段数据包络模型对洪涝灾害脆弱性进行评价;④多目标优化模型。多目标规划

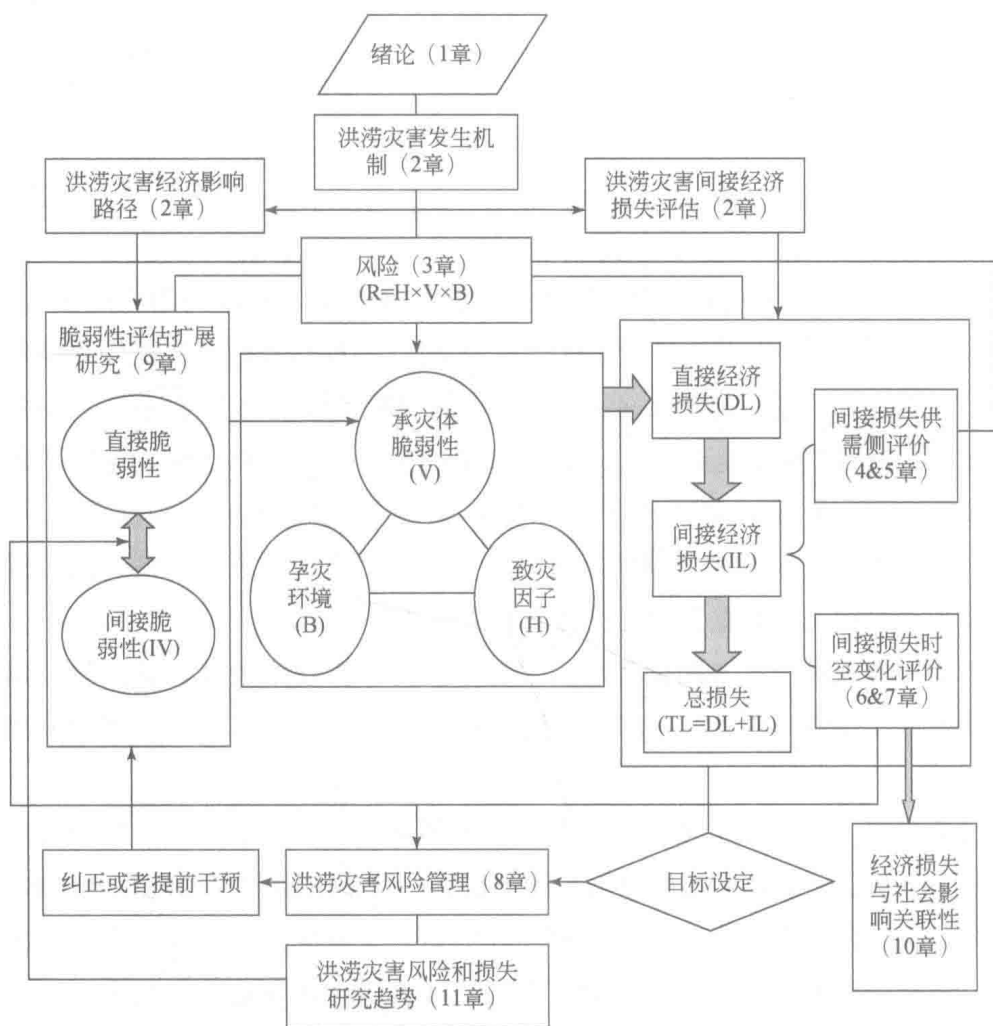


图 0.1 研究内容及相互关系

与投入产出损失评估模型的结合是灾害损失优化的定量化方法，两者的结合可以找到灾害损失最小化的调整路径，能够反应灾害管理目标和手段之间的关系。

理论观点、方法及应用价值：①灾害系统是灾害要素的投入产出系统，灾害脆弱性是灾害系统投入产出过程效应的表达，这个效应必须涵盖间接经济损失。灾害发生类似于经济系统生产过程，灾害系统是投入产出系统，另外，灾害发生是负向投入产出生产过程，脆弱性就是负向生产过程的效应，与灾害损失分为直接经济损失和间接经济损失一样，灾害脆弱性也要区分直接脆弱性和间接脆弱性；②损失评估和脆弱性评估密不可分。灾害间接经济损失和脆弱性评估的各种方法中，投入产出方法具有可靠的理论基础，其评估结果应用性较大，以此为基础建立的损失评估模型（IIM）模型，具有较大的适应性改进能

力，是一种很有理论和实践价值的技术方法。另外，应用数据包络分析方法（DEA）量化直接脆弱性和间接脆弱性，可以分析灾害间接经济损失发生的核心机制，该方法拓展了灾害脆弱性的研究领域；③灾害风险管理受规划目标的影响，不同目标取向决定风险管理决策。耦合多目标规划方法（MLP）和损失投入产出方法（IIM）可以分析洪涝灾害间接经济损失管理效应，对比不同目标设定下的洪涝灾害管理效果。

总之，该项研究拓宽了灾害损失评估领域，把洪涝灾害间接经济损失评估结果纳入洪涝灾害治理决策体系中，不仅可以提高决策的科学性，而且整合洪涝灾害影响的风险回溯研究和间接经济影响的延深评估，可为自然科学研究者和社会科学研究者提供对话平台，使前者明确研究的社会去向，后者清楚洪涝灾害的自然源头。

李春华
2018年5月

■ 1 绪论	1
1.1 洪涝灾害及其经济影响	1
1.2 洪涝灾害研究进展及评述	5
主要参考文献	37
■ 2 洪涝灾害发生机制、传播路径与影响评估	46
2.1 洪涝灾害发生机制	46
2.2 洪涝灾害经济影响路径分析	49
2.3 直接经济影响和间接经济影响评估	57
主要参考文献	61
■ 3 洪涝灾害系统及要素分析	63
3.1 洪涝灾害系统及要素	63
3.2 孕灾环境	66
3.3 致灾因子	67
3.4 承灾体	72
3.5 灾情特点	76
主要参考文献	78
■ 4 基于消耗系数的需求侧 IIM 的洪涝灾害间接经济损失评估	79
4.1 灾害影响经济系统的途径	79
4.2 灾害影响经济系统的定量化描述	80
4.3 研究理论假设与方法	81
4.4 基于消耗系数的需求侧 IIM 的灾害损失评估	83
4.5 部门合并及数据处理	84
4.6 结果及分析	88
4.7 讨论	91

主要参考文献	95
■ 5 基于分配系数的需求侧 IIM 洪涝灾害间接经济损失评估	97
5.1 分配系数投入产出模型	97
5.2 基于分配系数的 IIM 灾害分析模型	99
5.3 消耗系数与分配系数的需求侧计算的灾害损失评估比较	102
5.4 部门数量和区域数量对总的损失评估影响	105
5.5 灾害经济损失关系分析	105
5.6 间接经济损失发生机理分析	109
主要参考文献	114
■ 6 洪涝灾害地域波及影响机制及效应分析	115
6.1 引言	115
6.2 1998 年洪涝灾害地域经济影响评估	116
6.3 小结	129
主要参考文献	129
■ 7 洪涝灾害损失动态分析	132
7.1 动态损失率投入产出模型构建	133
7.2 动态 IIM 的应用领域	136
7.3 洪涝灾害损失变化情景模拟	138
7.4 洪涝灾害损失变化动态分析	143
7.5 小结	156
主要参考文献	156
■ 8 洪涝灾害间接经济损失管理研究	157
8.1 前言	157
8.2 单目标优化模型	158
8.3 多目标优化分析	164
8.4 讨论	167
主要参考文献	169
■ 9 洪涝灾害间接经济脆弱性理论拓展及案例评估	170
9.1 洪涝灾害经济脆弱性和投入产出测度	170

9.2 二阶段数据包络模型 173

9.3 讨论 179

9.4 小结 182

主要参考文献 183

■ 10 基于社会核算矩阵的洪涝灾害损失估算 186

10.1 前言 186

10.2 基于 SAM 分析灾害影响的路径模型 187

10.3 SAM 路径分析与乘数分析 190

10.4 结果分析 194

10.5 小结 203

主要参考文献 204

■ 11 洪涝灾害风险及损失评估拓展路径及趋势 206

11.1 风险及直接经济损失评估 206

11.2 灾前风险损失预估与灾后调查统计 210

11.3 经济系统尺度界定及直接损失的表达 213

11.4 评估模型和评估过程改进 215

主要参考文献 221

■ 附录 洪涝灾害经济损失调查问卷表 224

1.1 洪涝灾害及其经济影响

1.1.1 洪涝灾害风险及过程

随着全球环境演变和社会经济的高速发展，自然灾害发生的频次和强度也越来越强，减灾与可持续发展已成为当前区域研究，甚至全球变化研究的焦点之一。尽管洪涝灾害发生有其不同的自然因素和社会经济因素，但是，其发展过程均涉及灾前、灾中和灾后三个阶段，灾害影响包括经济、社会和环境三个方面（图 1.1）。对于灾害损失，人们容易感知的是直接损失，所以，灾害影响评估关注的重点是直接经济损失，这种损失评估从分析洪涝灾害风险开始，包括灾害因子和脆弱性分析，就灾害管理整个过程而言，这属于一种前端分析。然而，灾害经济、社会和环境的影响分为直接影响和间接影响，间接影响具有滞后性和隐蔽性，分析灾后恢复和重建过程是灾害治理的重要阶段（Mechler, 2005）。

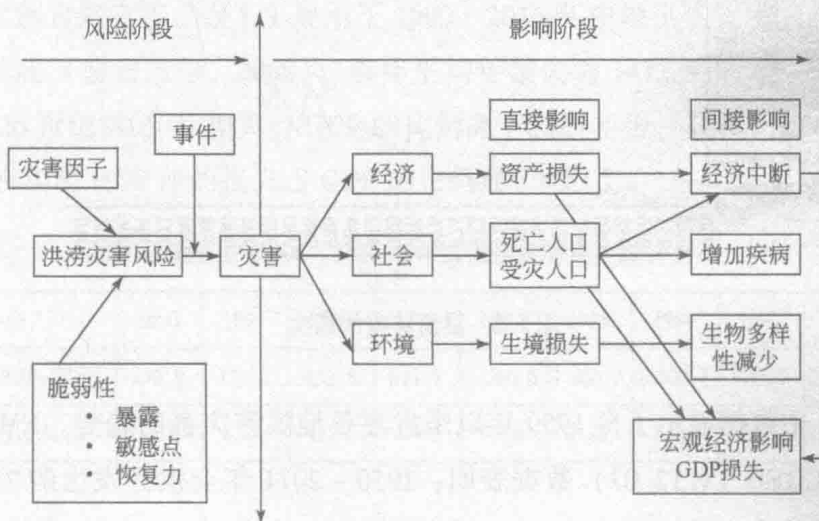


图 1.1 自然灾害风险和影响

洪涝灾害经济损失评估是洪涝灾害管理的基础,但是,就如前面显示的那样,传统的评估更多的是评估其直接经济损失,就可持续发展而言,这种评估结果显然存在片面性,因为对大型灾害而言,其间接经济损失是巨大的,尤其不能忽视的是,间接经济损失随着直接经济损失会呈现指数增长的趋势,因而整合间接经济损失评估结果进行灾害管理成为现实的需求。灾害脆弱性在灾害风险管理中处于核心地位,因为随着对灾害发生和控制的认知加深,人类发现对自然灾害的控制能力有限,所以适应灾害的社会和生产方式成为重点,把间接经济损失评估结果整合到脆弱性评估中,可以为减轻风险损失提供更坚实的基础。

灾害经济损失是灾害系统和经济系统相互作用的结果,灾害的发生受灾害机制和人类适应机制的双重作用,反馈机制是系统功能发挥的前提,不同的经济系统优化目标的设定会对经济系统的正常功能产生重要影响。

1.1.2 洪涝灾害经济影响趋势

从全球范围来看,随着环境演变和经济社会的快速发展,洪涝灾害的发生次数越来越多,灾害损失越来越大(图1.2)。



图 1.2 洪涝灾害的频次

图1.2中数据显示了自1950年以来世界各地洪涝灾害的趋势。EM-DAT灾难数据库/CRED(v.12.07)数据表明:1950~2011年全世界发生的7849次水文气象学事件中,洪涝灾害有3954次,其中52.2%发生在2000~2011年。此

外，数据还显示：约有 2% 发生于 1950 ~ 1959 年，3.9% 发生于 1960 ~ 1969 年，6.6% 发生于 1970 ~ 1979 年，13.2% 发生于 1980 ~ 1989 年及 21.9% 发生于 1990 ~ 1999 年。

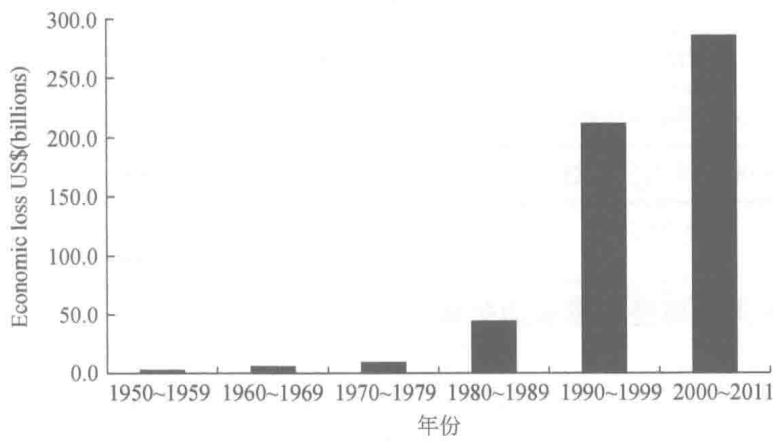


图 1.3 洪涝灾害的损失

如图 1.3 所示，2000 ~ 2011 年发生的洪涝灾害造成了超过 2850 亿美元的经济损失，其中，1990 ~ 1999 年造成的经济损失超过了 2110 亿美元，相反，1950 ~ 1959 年的洪涝灾害相关损失仅为 18 亿美元，1960 ~ 1969 年仅为 49 亿美元，1970 ~ 1979 年为 88 亿美元，1980 ~ 1989 年为 430 亿美元。同时可以发现，这些经济损失在各个大洲上并不均衡。例如，亚洲 1950 ~ 2011 年遭遇了最大的经济损失，共计占全球经济损失的 60% 多，其后是欧洲（19%）、美洲（16.8%）、大洋洲（2.5%）和非洲（1.2%）（Dewan, 2013）。另外，洪涝灾害也是中国损失最大的自然灾害，表 1.1 显示了 1990 ~ 2016 年中国洪涝灾害直接经济损失的变化情况（裴宏志等，2008）。多年平均年损失为 1472.9 亿元，平均占 GDP 0.6%。20 世纪 90 年代损失占 GDP 的比例高于其后年份，其中，1991 年、1994 年、1996 年和 1998 年的损失占 GDP 的比例在 3% 以上。

表 1.1 1990 ~ 2016 年中国洪涝灾害损失统计表

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
直接经济损失/亿元	239.0	779.1	412.8	641.7	1 796.6	1 653.3	2 208.4	930.1	2 550.9	930.2
占 GDP 的比例/%	1.29	3.61	1.55	1.85	3.84	2.83	3.25	1.25	3.26	1.13

续表

年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
直接经济损失/亿元	711.6	623.0	838.0	1 300.5	713.5	1 662.0	1 332.6	1 071	955.0	655.0
占 GDP 的比例/%	0.72	0.57	0.70	0.96	0.45	0.90	0.63	0.39	0.29	0.18
年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	平均值		
直接经济损失/亿元	3 745.0	1 301.0	2 675.0	3 146.0	1 574.0	1 661.0	3 661.0	1 472.9		
占 GDP 的比例/%	0.91	0.26	0.50	0.53	0.24	0.24	0.49	0.60		

1.1.3 洪涝灾害与经济增长的关系

Tol 和 Leek (1998) 研究了 20 世纪 60 年代以前的文献,认为灾害对 GDP 产生积极影响的原因很容易解释,因为灾害破坏的是资本存量,而 GDP 计量的是新创造价值部分。他们强调储蓄和投资在减灾和恢复工作中的刺激作用,但他们实证分析都是在对一部分灾害事件的一系列宏观经济变量的单变量分析基础上进行的,因而结果可能不太准确。Skidmore 和 Toya (2002) 计算了 1960 ~ 1990 年每个国家(用土地面积标准化)的自然灾害发生频率,并对过去 30 年中自然灾害发生频率与平均经济增长率、实物和人力资本积累及全要素生产率(total factor productivity, TFP)的相关性进行经验分析,发现自然灾害对长期经济增长有促进作用,特别是气候灾害频繁发生的地区反而人力资本积累、TFP 和人均 GDP 的增长速度更快。他们认为这是由于在气候灾害的影响下,人们对物质资本投资回报的预期下降,对人力资本投资的回报预期上升,从而加大人力资本投资、减少物质资本投资,使人力资本投资回报上升速度快于物质资本投资回报下降速度,产生较高的经济增长率。Okuyama (2003, 2004) 研究地震灾害问题时发现,旧设备更容易在地震灾害中受损,重置这些设备使新技术得以更快转化进而加速资本周转率,从而对经济产生积极的后果。这个效应即“生产效应”,使整体经济增长率获得永久性上升。

但 Stewart 和 Fitzgerald (2001) 与 Benson 和 Clay (2004) 认为, GDP 的增长主要是由于“追赶效应”,以及灾害引起的凯恩斯繁荣(增长),而不是由于新技术的更快转化。Benson 和 Clay 还强调,由于缺少时间和经济能力有限,灾后实施新技术是比较困难的。Cuaresma 等 (2008) 研究了灾害对发达国家与发

展中国家之间技术转移的中长期影响,发现外国知识溢出与灾害风险之间存在偏正相关。Hallegatte 等(2007)认为,自然灾害为一些企业重建投资新项目,进行技术和资本升级提供了机会,从而在一定程度上促进了经济繁荣。熊彼特的“创造性破坏”是以上学者得出结论的关键解释,“创造性破坏”是指每一次大规模的创新都要淘汰旧的技术和生产体系并建立起新的生产体系。由于灾害破坏了旧的技术和生产体系,提供了更新资本存量和采用新技术的机会,因此使灾害本身称为重新投资和资本升级的催化剂,反过来促进经济繁荣。Cuaresma 等(2008)对“创造性破坏”假设进行了检验,发现“只有发达国家才能实现创造性破坏”,因为只有发达国家才有充足的资金对重置资本进行技术升级,而发展中国家更可能在原有的技术水平上重置资本。

一般认为极端气象灾害会对宏观经济增长造成负面的长期影响。例如, Noy (2009)认为自然灾害会给一个国家或经济体带来短期和长期的损失。持相反观点的是 Skidmore 和 Toya (2002),他们发现天气类自然灾害风险(除干旱)使实物资本投资的期望收益在下降的同时会刺激人们对人力资本的投资从而对长期经济增长产生积极的影响。Hallegatte 等(2007)通过对索洛模型的改进和拓展形成了一个非均衡动态模型(nonequilibrium dynamic model, NEDyM),用以评估剧烈气候变化对宏观经济的影响。他们发现,灾后重建能力不光取决于财力,影响有限财力在短期充分发挥效能的技术和组织约束同样重要。

1.2 洪涝灾害研究进展及评述

1.2.1 灾害间接经济损失内涵

随着自然环境演变和经济社会的发展,洪涝灾害造成的经济损失越来越大。在洪涝灾害经济损失评估中,洪涝灾害直接经济损失评估越来越受到重视,评估技术手段不断改进,评估方法不断完善;但是,洪涝灾害间接经济损失因其隐蔽性未受重视,而且评估难度大因而研究较少。洪涝灾害间接经济损失与洪涝灾害直接经济损失相比,具有影响程度大、时间长、范围广、损失的可控制性较强等特点,所以洪涝灾害间接经济损失评估重要性更大。

洪涝灾害间接经济损失包含内容十分广泛,合理界定洪涝灾害间接经济损

失对评估结果有重要影响。一般洪涝灾害间接经济损失定义主要从两个方面进行：第一个方面从时空表现，就时间特点而言，定义为流量型间接损失，就空间方面特点而言，定义为地域波及型间接损失；第二个方面是就内在发生机制特点而言，定义为停产减产间接损失、产业关联型间接损失、投资溢价间接损失等。

(1) 产业关联型间接损失

产业关联型间接损失是指不能迅速调整布局，摆脱灾害造成的各部门生产能力的失衡状态而产生的损失，简单来说，就是一个产业部门受灾后，对相关产业部门造成的间接损失，通常，产业关联型间接损失可以利用投入产出模型进行评估。

Cochrane (1997) 认为间接损失是灾害引起经济部门前向产出（依赖于区域市场产出）和后向供给（依赖于区域资源）错位，引起的生产运转中断导致的损失，这种定义与目前世界上大多数国家国民核算体系相匹配，从而便于利用投入产出法计算灾害对经济整体的影响，这个定义也与 FEMA（Federal Emergency Management Agency，美国联邦应急管理署）灾害管理系统平台（Hazus）中对灾害间接损失的定义一致（图 1.4）。

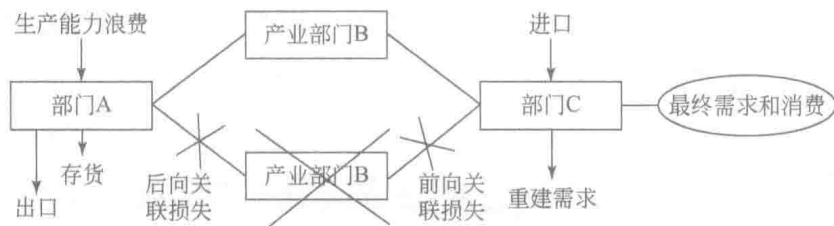


图 1.4 产业关联损失示意图

图 1.4 显示，若产业部门 B 因灾害遭到破坏，则可能引起部门 A 的后向关联损失，部门 C 的前向关联损失，并影响最终需求和消费，造成市场供需不平衡，引起物价、劳动力就业与失业、国民收入、储蓄和投资水平等的变化，进而影响国民经济总产值和经济增长速度。

从投入产出角度分析，间接经济损失等同于流量损失。Parker 等（1987）基于经济学中存量和流量的差异，对洪涝灾害的间接经济损失评估方法的实用性做了理论的说明，指出存量是指在某一个时间点上某一变量的量值，属静态概念，对应于灾害中的直接经济损失；流量是指在一个时段上所累积变动的量，

对应于间接经济损失，其大小有时间维度（图 1.5）。

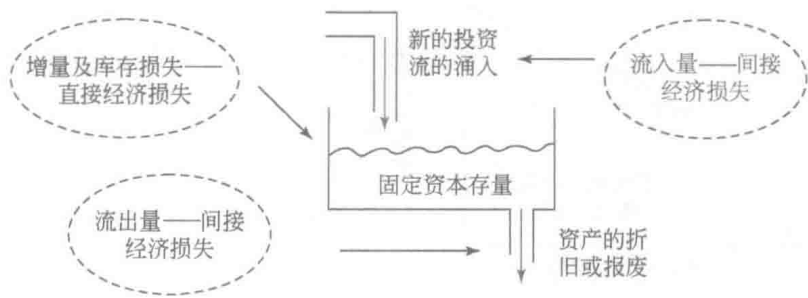


图 1.5 流量与存量关系

(2) 地域波及型间接损失

灾害间接经济损失涉及灾区内部及灾区对非灾区的间接关联影响，这样就产生了灾害间接经济损失的空间尺度界定问题。魏一鸣等（2002）考虑了洪涝灾害产业关联型间接损失的地域性，由于洪水淹没区内工商企业停产、农业减产、交通运输受阻或中断而停工停产及产品积压造成的经济损失，以及淹没区外工矿企业为解决原材料不足和产品外运采用其他途径绕道运输所增加的费用等造成的“地域波及损失”；他们同时考虑了“时间后效性波及损失”，提出洪涝灾害以后，原淹没区内重建恢复期间农业净产值的减少；原淹没区与影响区工商企业在恢复期间减少的净产值和多增加的年运行费用，以及恢复期间用于救灾与恢复生产的各种费用支出等。Cochrane（1997）用损益分析的方法对间接经济损失的影响因素及尺度问题进行了分析（图 1.6）。图 1.6（a）显示，从区域角度计量，灾区由于保险赔付和政府援助而受益 [图 1.6（a）上半部分]，同时也存在间接经济损失 [图 1.6（a）下半部分]，但是从国家范围来说，因灾害而得到的收益就不存在了 [图 1.6（b）上半部分]，与此相对应，间接经济损失反而增大了 [图 1.6（b）下半部分]。

对洪涝灾害而言，洪涝灾害间接损失时空变化是相联系的（图 1.7）。

Ishikawa 和 Katada（2006）通过对比灾害及波及地区的主要经济变量的变化特点，建议利用区域间投入产出模型进行洪涝灾害影响分析。他们认为获取和了解因为意外事故所造成的区域经济影响，需要了解自然灾害发生前后的经济系统投入产出结构，这是衡量一种自然灾害对区域经济影响的最简单方式，然而事前准备的投入产出表中的划分区域无法直接对应受灾的区域，因为大部分的投入产出（input-output，IO）表都是针对区域内部而不是区域之间的。因此，

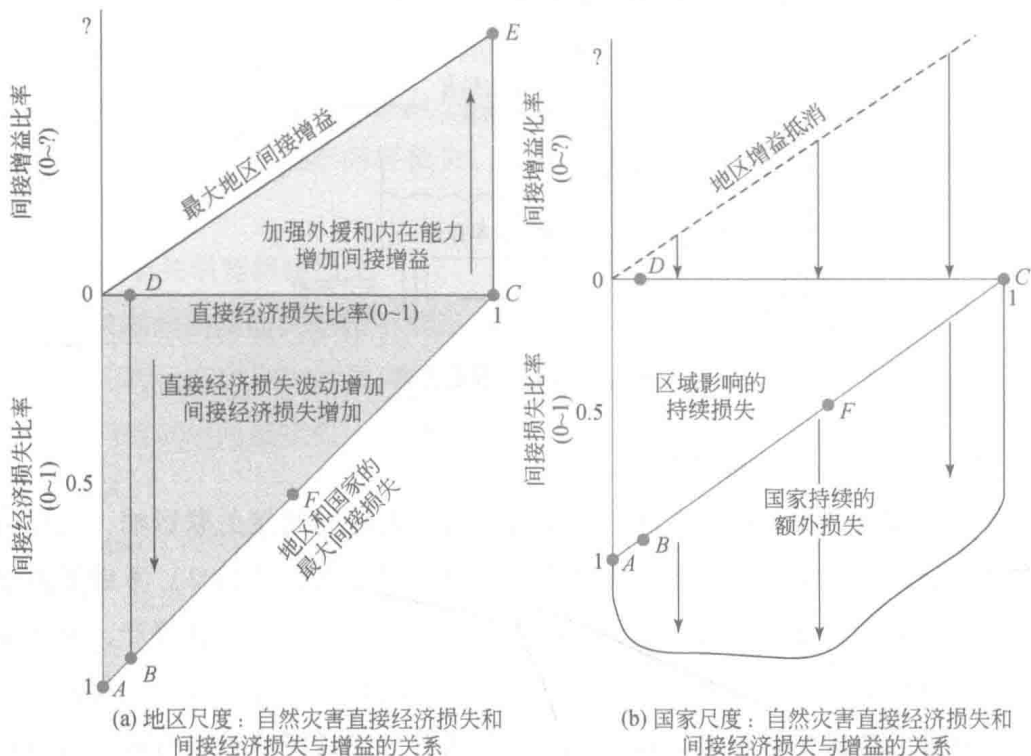


图 1.6 灾害对国家和地区尺度的直接经济损失和间接经济损失对比

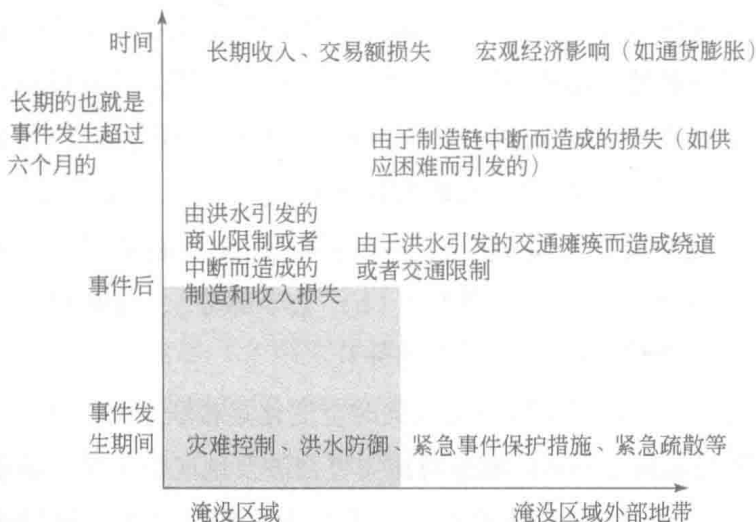


图 1.7 洪涝灾害淹没时间和地域变化

用这些表格分析突发事件的经济影响时候没法考虑区域之间的影响。此外，在灾后短时间内，人们不能建立一个具有代表性的区域经济的投入产出模型表。例如，工厂可能将供应商从受灾区域换成另外其他未受灾区域的供应商。按正