

区域公共安全动态评价及关键变量甄别

——基于“脆弱性—能力”的视角

朱正威 王 玮 郭雪松 石 佳*

【摘要】我国目前在借鉴和利用国外公共安全评价框架时还存在国际评价方法的标准化和本土化不足、评价工具相对滞后等突出问题。本文在以“脆弱性—能力”为视角的区域公共安全综合评价框架内，利用系统动力学建模工具，以S省为例进行区域公共安全动态评价以及关键政策变量甄别，寻求在研究视角上实现国际视野与国情社情更有效对接的同时，对传统打分排序式的线性评价进行突破，为提高决策者对公共安全复杂性的认知以及进行科学合理的政策设计提供依据。

【关键词】公共安全评价 系统动力学 仿真 关键变量 “脆弱性—能力”

【中图分类号】C912.81

【文献标识码】A

【文章编号】1674-2486(2012)06-0097-21

一、引言

经济全球化的加速推进和信息化程度的快速提高使得世界范围内公共安全事件的不确定性、不可预见性和迅速扩散性都日益增强，社会风险越来越不

* 朱正威，西安交通大学公共政策与管理学院，教授；王玮，西安交通大学公共政策与管理学院，硕士研究生；郭雪松，西安交通大学公共政策与管理学院，副教授；石佳，西安交通大学公共政策与管理学院，硕士研究生。感谢匿名评审人的意见。

基金项目：国家社会科学基金重点项目（09AZZ003）、长江学者与创新团队发展计划（IRT0855）、国家社会科学基金青年项目（10CZZ036）。

容易被统计和预测,随时爆发的可能性正在加大。公共安全具有十分明显的空间属性。不同地域自然禀赋不同,所处的经济发展阶段也有所不同,使公共安全态势带有极大的地域特征。现代社会已经成为“反思性”的“风险社会”,“未来的预期正影响着现在的选择”(贝克,2005:42;吉登斯,1998:4-6)。日趋严峻的公共安全形势迫使我们必须以一种全新的视角来思考和应对公共安全问题。

2007年颁布并实施的《中华人民共和国突发事件应对法》从国家立法层面确立了“预防为主、预防与应急相结合”的公共安全治理原则,并强调建立以“综合性评估”为主要特征的风险评估体系。加强区域公共安全系统综合评价研究,具有十分重大的意义。鉴于我国目前在借鉴和利用国外公共安全评价框架时还存在国际评价技术标准化与国情结合有困难,评价工具方面也相对滞后(朱正威、肖群鹰,2006),我们利用“脆弱性—能力”综合评价框架,选取S省的公共安全状况进行动态评价并识别关键政策变量。期望有助于加深对区域公共安全发展态势的理解,并为加强公共安全治理工作的有效性提供依据。

本文主要围绕以下内容展开:“脆弱性—能力”视角的文献综述与理论探讨;系统动力学建模与区域公共安全动态评价;灵敏度分析与关键变量甄别。以S省为例对评价框架和方法进行了具体论证和说明,并就其评价分析结果进行讨论。

二、文献综述与理论探讨

20世纪60年代以来,西方学者将风险评价引入社会研究领域,并形成了基于风险事件的历史后果来推测未来风险的统计分析范式(Lowrance,1976)。随着研究和实践的深入发展,人们越来越意识到对风险进行归因,探索风险的本质和根源,对防范和化解风险具有更为重要的指导意义。在“联合国国际减灾十年战略”(International Decade for Natural Disaster Reduction,

IDNDR)的推动下,“脆弱性—能力”逐渐成为预测风险灾害造成的潜在损害和生命损失的依据(Cutter, 1996)。

蒂默曼较早给出了脆弱性的权威定义,他认为脆弱性是“系统朝灾害事件发展的倾向或可能性”,对人类而言是“负面的”,“脆弱性同时受到系统恢复力(即应对能力)的影响”(Timmerman, 1981)。也就是从蒂默曼开始,脆弱性与能力这两个概念就相伴地出现在各种文献中,并出现了以脆弱性或能力为视角的评价框架(Burton, 1997; McCarthy et al., 2001; Wisner et al., 2004)。但由于西方学者在传统上更加重视社会元素,风险评价要素在选择上往往围绕社会属性展开,脆弱性与能力两种视角呈现一定程度的趋同(Smithers & Smit, 1997; Kelly & Adger, 2000; O'Brien et al., 2004)。

诺贝尔经济学奖得主阿玛蒂亚·森(Amartya Sen)曾指出,各类风险事件与社会、政治条件密切相关(Sen, 1982)。长期从事公共安全研究的伯顿等学者也强调,评估脆弱性应当加入体制结构因素,单独的经济因素不足以代表脆弱性水平(Burton et al., 1993)。虽然自改革开放以来,我国对国家和社会的关系进行了一系列调整,国家与社会呈现出“适度分离”的趋势,但到目前,完全抛弃政府追求绝对“大社会”的国家与社会关系模式是不存在的,而且这种做法也是非常不可取的(杨海蛟、王浩, 2009)。从SARS事件、汶川地震等公共安全事件中可以看出:“国家—社会”的基本格局决定了政府的应对能力应当纳入到风险评估当中。

9·11事件发生后,西方国家开始愈发关注政府自身能力对于风险化解的重要意义。这其中就以美国联邦紧急事态管理局(Federal Emergency Management Agency, FEMA)的持续性业务评价量表(Coordination Continuity of Operations, COOP)最为典型(FEMA, 2004)。作为美国联邦政府部门及其派出机构用于维持应急能力的基本工具,COOP包含确保政府机构在大范围潜在突发事件中的各种基本职能和可持续能力,保证联邦政府职能连贯性发挥的12张分量表。最近几年,将应对能力评价与脆弱性评价进行整合成为一种趋势,以泛美开发银行(Inter-American Development Bank, IDB)与哥伦比

亚国立大学联合开发的灾害风险综合指数 (Disaster Risk Management Indicators, DRMI) 比较典型 (National University of Colombia-Manizales & IDB, 2005)。其中脆弱性评价成为其分指数 PVI 的主要内容, 而 DRMI 在另一个分指数 RMI 上对危机应对能力评价进行了系统的设计。

国内一些学者已经开始利用脆弱性或应对能力的视角研究公共安全评价问题。史培军 (2002) 在综合国内外相关研究成果的基础上, 提出区域灾害风险系统论的理论观点, 认为灾害是由孕灾环境、致灾因子、承载体之间的相互作用形成的, 并给出了风险评价和脆弱性评价的概念模型。刘铁民 (2010) 结合脆弱性研究的历史脉络以及我国对事故灾难应急管理的实际情况, 建议从自然、技术、社会、管理四个方面对脆弱性进行评价, 其中管理要素包括公共管理、应急管理法制、体制、机制与应急准备等。胡国清等 (2006) 梳理了国内外突发公共卫生事件应对能力方面的评价工具, 指出设计评价体系应考虑系统、机构和人员三个方面的要素。近年来国内区域公共安全评价研究正快速推进, 但多数研究并没有将国际评价前沿与本国国情、社情进行充分对接, 正因如此, 尽管已有大量基于“脆弱性”或“应对能力”视角的研究成果问世, 但多数在研究视角的界定上还存在模糊, 这将对区域公共安全评价结果和研究质量造成重大影响。

朱正威等 (2011) 在总结国内外公共安全评价理论与实践成果的基础上提出了基于“脆弱性—能力”视角的区域公共安全综合评价框架。这里的脆弱性, 是指由自然因素、社会因素、经济因素、环境因素等所决定的, 使一个地区更易受到危害侵袭的各种条件的综合体; 而能力, 即应对能力, 是指可能受到危害的一个系统、社区或社会, 通过抵御或变革, 从而在职能和结构上达到或保持可接受水平的适应能力, 其中政府的应对能力构成其主要方面。在理论研究和现实发展过程中, 脆弱性和应对能力对于区域公共安全的演化方向具有相反的作用倾向。简言之, 脆弱性水平的提高将使区域公共安全形势趋于恶化, 而强化应对能力能够有效削弱公共危机爆发的可能和影响, 脆弱性和应对能力共同决定着区域公共安全风险状况 (本文用区域公共安全

风险指数加以表示，指数数值越高，区域公共安全形势就越严峻）。

三、研究方法 with 数据采集

区域公共安全系统具有非线性、动态化、多耦合等属性，但目前实践中主要还是采用打分排序式的评价方法。这类方法无法回避模型本身的线性假定，也就难以揭示系统的这些复杂特性。系统动力学（System dynamics）建模方法由麻省理工学院（MIT）的福瑞斯特教授在 20 世纪 50 年代中期提出（Forrester, 1961），与常规评价方法不同的是，该方法能够非常直观地反映系统各要素之间的信息反馈关系，通过建立各种反馈回路相对真实地反映区域公共安全系统的运行、演变及其发展过程（Forrester, 1969；王其藩，1988；Magnuszewski et al. , 2005）。

本课题组借助系统动力学建模方法，根据区域公共安全系统演化机理，设计相关变量和方程，选取 S 省的公共安全态势进行动态评价。在此基础上，通过调节变量取值的方法对仿真模型进行政策实验（即灵敏度分析），识别影响区域公共安全状况的关键政策变量（苏懋康、王浣尘，1988）。

四、区域公共安全系统动力学模型构建与测试

（一）区域公共安全系统的界定

基于“脆弱性—能力”视角的区域公共安全评价，分别从脆弱性和应对能力两个角度出发建立区域公共安全风险指数的动态评价模型。对区域公共安全状况而言，脆弱性与应对能力是一对方向相反的作用力。一个地区脆弱性程度越高，区域公共安全风险指数也就越高；相反，应对能力的提高则会降低风险指数。但从经济发展的动态过程来看，当前一段时间内，我国区域经济发展程度越高，区域公共安全脆弱性以及应对能力都会提高，而应对能力

的提高往往比较滞后,导致公共安全问题比较突出。总的来看,区域公共安全风险指数与脆弱性水平之间存在正反馈回路关系:即区域公共安全风险指数的提高,会导致脆弱性水平有所提高,而后者的提高又会反过来加剧区域风险。同时,风险指数与应对能力之间也存在着正反馈回路关系:即区域公共安全风险指数的提高会对应对能力起抑制作用,应对能力受到抑制反过来又会造成风险指数的进一步提高。

从图1中我们可以清楚地看到,经济发展水平的提高客观促进了脆弱性水平的提高,若只存在脆弱性与区域公共安全风险指数之间的正反馈回路,风险指数很有可能会放量增长,因此一定水平的公共危机应对能力对于维持区域公共安全系统的稳定至关重要。若一个地区应对能力长期或较大幅度低于脆弱性水平,极易因各种内外因素的混合作用而引起系统的剧烈变化,即阈值效应的发生。系统动力学建模为全面了解区域公共安全系统的发展态势及演化规律提供了可视化的解决方案。

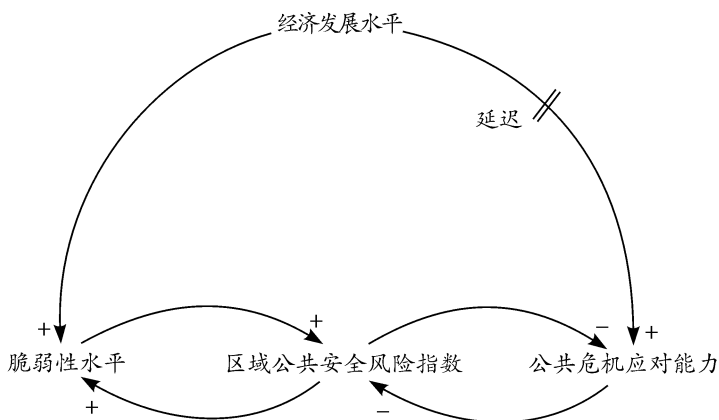


图1 区域公共安全系统的逻辑关系图

资料来源:作者自制。

1. 脆弱性视角下区域公共安全系统界定

脆弱性研究是一个不断深入的过程,起初其概念更多指代客观自然因素。自20世纪80年代起,随着世界范围内防灾减灾实践的发展,国际灾害学界开始重视人类自身存在的脆弱性在灾害形成中所起的作用,并逐步将脆弱性研

究转向融合自然科学与社会科学的综合性定量评价。伯勒定义脆弱性是对人类社会福利的综合度量,集合了自然环境、社会、经济和政治系统对一系列有潜在危害的扰动的防御能力 (Bohle et al., 1994)。特纳认为要以人类—环境系统为分析对象,并提出了“人—地”耦合系统的脆弱性分析框架 (Turner et al., 2003)。斯密特在总结相关研究的基础上,认为社会、经济、政治、生态等因素共同影响着脆弱性水平,而这些因素可以归为互为影响的自然环境和社会力量两大方面 (Smit & Wandel, 2006)。

我们在借鉴国际学术界有关脆弱性主流观点的基础上,将脆弱性视角下的区域公共安全系统分为自然环境和社会经济两个子系统进行研究 (图2),前者主要包含自然资源、生态环境等要素,后者则包含人口、经济、社会等要素。由于政治或体制脆弱性通常以国家为单位进行评价,本次研究暂不考虑。随着社会经济结构的复杂化及人口规模的膨胀,两个子系统的脆弱性水平均会呈上升趋势,区域公共安全状况也将愈发复杂。虽然区域脆弱性水平的上升会对区域整体发展环境构成负面影响,进而对经济和人口因素起到抑制作用,但这种负反馈调节在当前尚无法改变脆弱性水平逐渐上升的整体趋势。

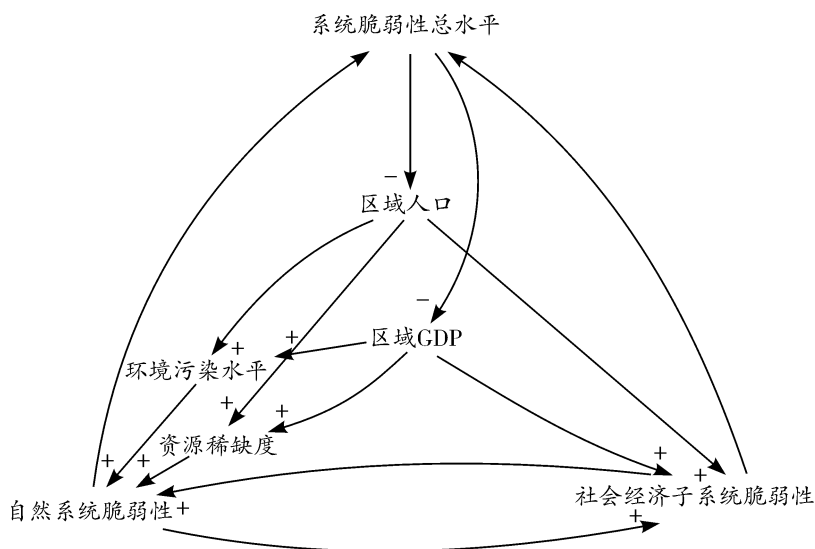


图2 脆弱性视角下区域公共安全系统逻辑关系图

资料来源：作者自制。

2. 应对能力视角下区域公共安全系统界定

公共危机应对能力是危机管理的重要组成部分，本文提到的应对能力主要是就政府而言。作为判断政府治理优劣的重要标准，政府能力正受到越来越多的关注。一方面，人们从经验分析到理性判断愈来愈认识到“国与国之间最大的政治分野，其实不在于政府的组织形式，而在于政府的有效程度”（亨廷顿，2008：1）。其另一个重要原因则是政府正面临着“风险社会”，面临着高度不确定性。夏书章等指出“政府能力是近年来日益引起重视的一个重要问题，它与行政职能密切相关”，“行政职能框定了政府能力的基本内容和发展方向；政府能力的大小强弱则决定了行政职能的实现程度”（夏书章，2008：54）。国内学者张成福在论述“全面整合的危机管理体系”中强调了政府的应对能力，他指出要“充分利用法律、制度、政策的作用，在各种资源支持系统的配合下，通过组织整合、社会协作以及全程化的危机管理，提升政府预防、回应、化解及消弭各种危机的能力，保障公共利益以及人民的生命财产安全，实现社会正常运转和可持续发展”（张成福，2003）。这里，公共危机应对能力包含了制度建设、人员队伍建设、支持系统（基础平台）建设三个方面的要素。

与传统危机相比，现代公共危机作为风险社会的实践性后果具有更大的破坏力和灾难性，“人类正在失去对技术的控制”已成为风险的主要成因之一。英国埃克塞特大学的知名学者特纳对人为灾难的分析也认为，任何对系统失败的分析都应当考虑人和技术两个方面的失误（Turner，1978）。政府危机应对能力这个大系统的强壮性如何，不单包含人的因素，也含有技术的成分。因此公共危机管理也要基于科学技术系统的“再发展”，通过更科学、更具可持续发展性的新科学研究来降低风险。故科研技术水平也是影响风险管理与公共危机管理的重要因素，只有建立起各种危机问题的科学研究机构，保证充足的经费来源，配备高素质的科研人员队伍和先进的科研设备，才能保证政府公共危机管理决策的科学性，提高危机临发生时政府的预警和快速反应能力。

我们从危机应对制度建设、应急人员素质和队伍建设、应急基础平台建设以及危机应对科研技术能力建设四个方面对应对能力进行评价。如图 3 所示,这四个方面的综合作用决定了公共危机应对能力水平,并通过对区域公共安全风险指数的影响反过来又影响到区域经济发展的运行质量。进一步考察后可以发现,能力建设的各个方面相互间存在着密切联系。制度建设水平的提高营造了重要的制度环境(体制、机制、法制等方面),对其他三个方面产生影响;科研技术能力的提高能为其他方面提供学术上和技术上的指导,以克服提高能力建设过程中的盲点和瓶颈问题;平台建设为应急实施过程提供了硬件保障,支持应急管理人力资源的充分发挥。

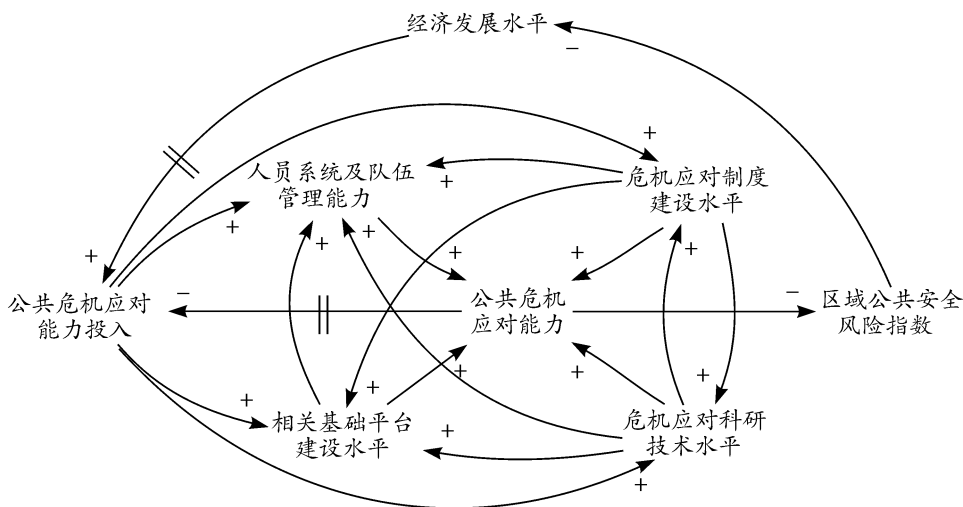


图3 应对能力视角下区域公共安全系统逻辑关系

资料来源：作者自制。

3. 系统动力学模型构建

根据以上的系统界定,从区域公共安全各子系统的众多支撑要素中选取关键性支撑要素作为变量,根据这些主要变量间的反馈作用,描述区域公共安全系统的主要回路关系,研究系统结构及反馈作用机制。

区域公共安全扎根于现实社会，人们的关注焦点以及价值取向具多样化特征，采用解决工程技术问题的思路分析这类问题会遇到很多困难。基于“硬”

系统方法论在处理现实问题上的局限性，我们采用由英国兰切斯特大学切克兰德教授提出的“软”系统方法论处理区域公共安全评价问题。该方法论在20世纪70年代提出，旨在系统科学领域建立用于分析各类现实问题的通用方法论模型。切克兰德教授将其概括为包括七大环节（认识问题、根底定义、建立概念模型、比较及探寻、选择、设计与实施、评价与反馈）的反馈控制过程（Checkland, 1972；1981）。尽管该模型后被不断发展和完善，但其核心要旨始终强调从概念模型与现实状况的比较中探寻改善现状的途径，以达至符合复杂需求的“满意解”（Checkland, 2000）。区域公共安全涉及复杂的自然—社会耦合系统，难以精确计量获得最优解，我们参考“软”系统方法论将现实世界抽象的结果与概念模型进行反复的“比较”和“学习”，以更好地揭示系统的本质构成。系统建模所需的数据量大，并且模型本身需要反复进行修正，这给数据采集工作提出了较高的要求。

我们课题组主要采取三种方法搜集数据：①文献法，利用中国统计年鉴、各省市统计年鉴及相关政府报告，获取历史数据；②问卷法，通过对国务院应急办专家组成员、S省应急办专家组成员、长期从事政府能力及应急管理研究的高校学者以及长期负责应急管理事务的政府官员以发放问卷的方式获取脆弱性和能力影响因素及其重要性的相关数据；③座谈法，课题组在各地调研时参加了数场以公共安全为主题的座谈会议，掌握区域公共安全动态信息和重要线索。

系统动力学模型的建立是一个比较复杂而烦琐的过程。我们在查阅相关文献资料，对应急管理领域的专家学者进行深入访谈和座谈的基础上，反复比对概念模型与当前现状，并对模型有关参数进行修订，最终确定了S省公共安全系统动力学模型的有关变量以及它们之间的相互关系。对受数据来源限制而无法获取的模型参数，将计量模型和模拟迭代相结合，以实现参数的计算和更新。我们使用 VENSIM 系统动力学模拟环境软件进行可视化编程，建立“脆弱性—能力”视角下区域公共安全动态评价的系统流图（图4）。

4. 系统动力学模型测试

S省地处中国西部，属后发展省份，近年来随着西部大开发战略的逐步深入，经济增长的势头明显加快，但社会经济发展又呈现出明显的不平衡状态。2010年该省国民生产总值在中国31个省区中排名第17位，但城乡居民人均收入水平分别仅为全国平均水平的82.13%和69.35%，特别是农民人均收入排名倒数第5。全省83个县市中有50个为国定贫困县，仅次于云南居全国第二。从地域分布来看，S省从北往南依次分三大板块，北部能源化工基地实施跨越式发展进一步加剧了省内甚至该区域本身地区间的差异。在整个“十五”和“十一五”期间，北部与南部两市的人均GDP比值从1.0043上升到3.5176。从仿真结果来看，这一差距还将不断拉大。该省南北跨度大，除中部地区外，其余绝大部分地区极易遭受自然灾害的袭扰，加之近年来部分地区的快速发展，加剧了当地生态环境的脆弱性。发展中存在的不平衡问题以及城市化进程的加快，使得各类矛盾和社会问题逐步聚积放大，短期内该省公共安全态势不容乐观。

我们利用系统动力学模型对S省公共安全态势进行仿真，仿真期间为2005年—2030年，时间间距为1年。

通过比较该区域GDP、区域人口、城镇居民人均收入、农村居民人均收入四个水准变量的历史数据和仿真数据（2005年—2010年），检验模型拟合精度。从表1所列的检验结果可知，模型拟合效果较好，能够反映该省公共安全的基本情况。

表1 S省仿真模型的精度检验

区域GDP（亿元）				区域人口（万人）			
年份	实际值	仿真值	相对误差	年份	实际值	仿真值	相对误差
2005	3 933.72	3 933.72	0.0000	2005	3 690	3 690.00	0.0000
2006	4 480.51	4 519.82	0.0087	2006	3 699	3 699.10	0.0000
2007	5 188.43	5 192.87	0.0009	2007	3 708	3 708.35	0.0001

(续上表)

2008	6 039.33	5 965.83	0.0123	2008	3 718	3 717.75	0.0001
2009	6 860.68	6 853.59	0.0010	2009	3 727	3 727.31	0.0001
2010	7 862.34	7 873.28	0.0014	2010	3 735	3 737.01	0.0005
城镇居民人均收入(元)				农村居民人均收入(元)			
年份	实际值	仿真值	相对误差	年份	实际值	仿真值	相对误差
2005	8 272.0	8 272.0	0.0000	2005	2 052.6	2 052.6	0.0000
2006	9 267.7	9 421.8	0.0164	2006	2 260.2	2 337.9	0.0333
2007	10 763.3	10 730.6	0.0031	2007	2 644.7	2 662.7	0.0068
2008	12 857.9	12 220.5	0.0522	2008	3 136.5	3 032.4	0.0343
2009	14 128.8	13 916.8	0.0152	2009	3 437.6	3 453.3	0.0046
2010	15 695.2	15 848.2	0.0097	2010	4 105.0	3 932.6	0.0438

资料来源:作者自制。

五、基于“脆弱性—能力”视角的区域公共安全动态评价

从仿真结果可知,随着经济发展水平的稳步提高,S省公共安全脆弱性水平和公共危机应对能力均有不同程度的提高。区域脆弱性水平从2005年的0.56提高到2030的0.63,年增长幅度在0.002到0.004之间,比较平稳;应对能力水平则从0.26提高到0.37,增幅先慢后快,头5年年均增幅仅为0.001,但到最后5年年均增幅达0.010。应对能力的发展滞后于脆弱性水平的提高,符合能力建设的迟滞效应。由图5可知,在仿真的开始几年,能力增幅与脆弱性增幅差异较小,区域公共安全风险状况比较平稳;但随着应对能力上升幅度的加快,风险状况将逐渐得到改善。

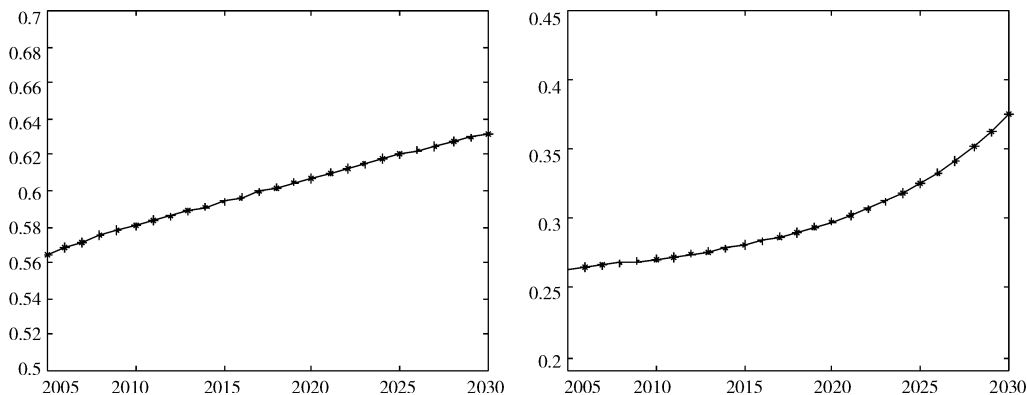


图5 S省脆弱性、应对能力仿真结果

资料来源：作者自制。

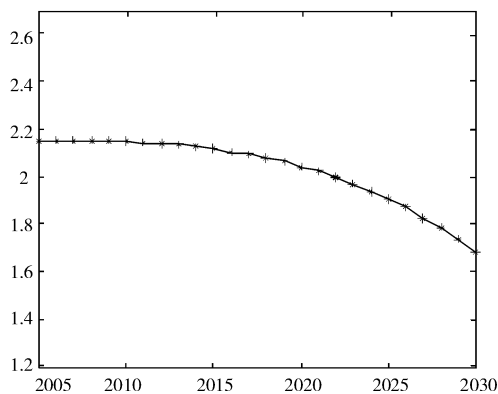


图6 S省公共安全风险指数仿真结果

资料来源：作者自制。

脆弱性和应对能力作为评价区域公共安全风险指数的两个维度，与风险指数之间分别存在正向和负向的变动关系，因此我们采用脆弱性与应对能力的比值（脆弱性/应对能力）来表示区域公共安全风险指数。从仿真结果（图6）看，区域公共安全风险指数的发展存在明显的阶段性特征。2015年以前，风险指数一直保持在较高水平（2.10以上），波动极小；2016年往后，风险指数的下降态势趋于明显，到2030年已跌至1.68。这一阶段性特征与区域公共安全能力建设的迟滞效应有关，并与上述分析相一致。

六、灵敏度分析与关键变量甄别

系统动力学模型的突出特点在于可以通过调节政策变量的相关取值进行灵敏度分析,观测政策变化对公共安全状况的影响。但由于区域公共安全系统涉及多个子系统的综合,关键变量往往不只一个,难以通过调节单一变量引起系统全局输出值的剧烈波动(也就是阈值效应)。为了识别影响该省区域公共安全风险指数的这些关键影响因素,我们分自然环境脆弱性、社会经济脆弱性以及公共危机应对能力三个子系统进行灵敏度分析,对相关变量进行政策实验。若改变这些政策变量的相关参数引起输出值的剧烈变化,这些变量就共同组成了影响区域公共安全风险指数的关键影响因素(表2)。

表2 区域公共安全系统动态评价主要参数表

变量名	单位	变化范围
自然环境监管力度	无量纲	0—10
单位 GDP 能耗	吨标准煤/万元	0—5
经济发展速度	无量纲	0—10
三农扶持力度	无量纲	0—10
应急管理事业财政投入力度	无量纲	0—10
危机应对制度建设投入系数	无量纲	0—10
应急人员队伍建设投入系数	无量纲	0—10
应急基础平台建设投入系数	无量纲	0—10
危机应对科研技术投入系统	无量纲	0—10

资料来源:作者自制。

自然环境子系统,分别调节自然环境监管力度和单位 GDP 能耗两个政策变量。自然环境监管力度分别取值 1, 3, 5, 10, 单位 GDP 能耗分别取值 2, 1.5, 1, 0.5, 观察脆弱性输出值的变化。由图 7 可知,当环境监管力度取值分别为 1, 3 和 5 时,自然环境脆弱性呈快速上升态势,但取值为 10 时,脆弱性水平始终维持在 0.55—0.60 的区间内,保持相对稳定,脆弱性水平发展态势出现显著的变化。同样,当单位 GDP 能耗取值分别为 2, 1.5 和 1 时,自然环境脆弱性也呈现快速上升的态势,而取值为 0.5 时,脆弱性水平不再持续

上升，而转为平稳窄幅波动的态势。由此可以判定自然环境监督力度和单位 GDP 能耗是区域公共安全系统的两个关键变量。

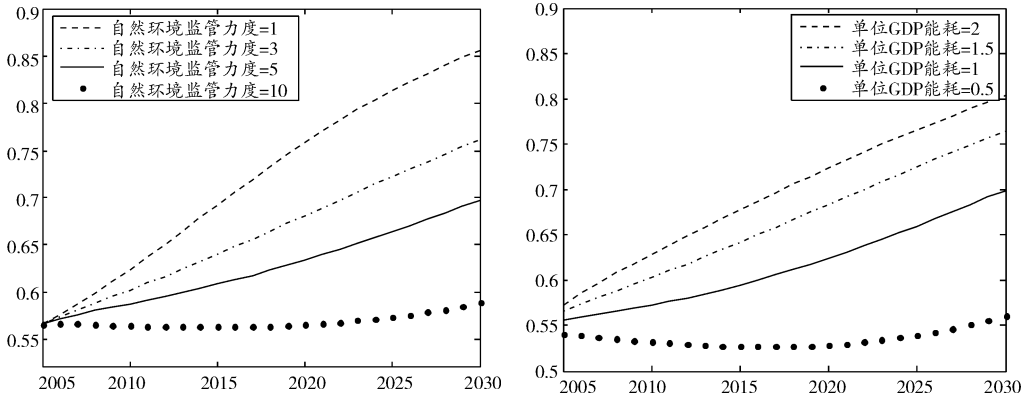


图 7 自然环境监督力度、单位 GDP 能耗对自然环境子系统脆弱性的灵敏度分析结果

资料来源：作者自制。

在社会经济子系统，分别调节经济发展速度和三农扶持力度两个政策变量。经济发展速度分别取值 9，8，7，6，三农扶持力度分别取值 5，4，3，2，观察脆弱性输出值的变化。由图 8 可知，当经济发展速度取值分别为 9，8 和 7 时，脆弱性水平呈下降态势，下降幅度逐渐增大，但当取值为 6 时，脆弱性则呈上升态势，变化显著。同样，当三农扶持力度分别为 5，4 和 3 时，社会经济脆弱性也呈加速下降态势，而当取值为 2 时，脆弱性水平反而逐年上升。因此可以认为经济发展速度和三农扶持力度也是区域公共安全系统中的两个关键政策变量。

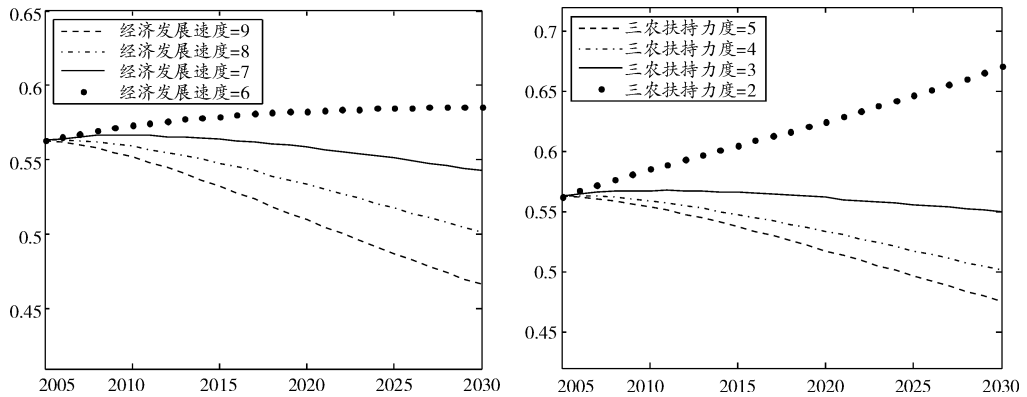


图 8 经济发展速度、三农扶持力度对社会经济子系统脆弱性的灵敏度分析结果

资料来源：作者自制。

管理事业财政投入力度这一政策变量,分别取值8,6,4,1,观察应对能力输出值的变化。由图9可知,财政投入力度取值分别为8,6和4时,公共危机应对能力呈指数型上升态势;但当取值为1时,应对能力变动不大,变化不显著。因此应急管理事业财政投入力度也是区域公共安全系统的关键政策变量。

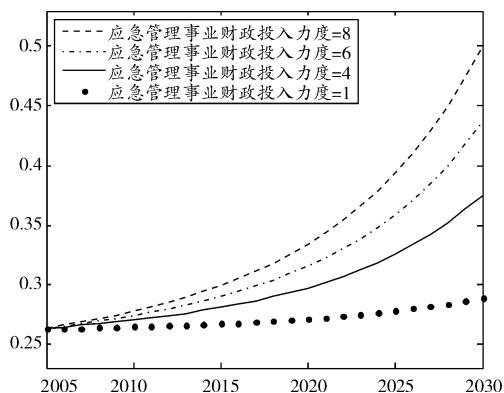


图9 应急管理事业财政投入力度对公共危机应对能力水平的灵敏度分析结果

资料来源:作者自制。

需要注意的是,单方面提高经济发展速度本身而不注意节能减排和环境监管可能对当地自然环境构成更大的压力。通过经济发展速度对自然环境子系统脆弱性的灵敏度分析可知(图10),经济发展速度虽无法引起脆弱性增长态势的根本性改变,但单独提高经济发展速度会造成自然环境脆弱性的加重,因此在进行政策设计时,需要综合考虑各关键变量的作用,避免出现“头疼医头,脚疼医脚”的问题。

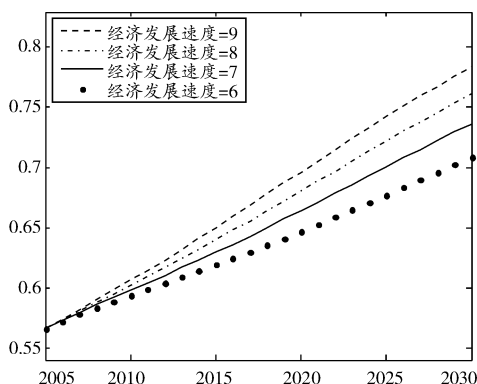


图10 经济发展速度对自然环境子系统脆弱性的灵敏度分析结果

资料来源:作者自制。

综上所述，S省公共安全脆弱性水平和公共危机应对能力在仿真期间内均呈上升态势；与脆弱性水平平稳上升有所不同，应对能力的升高先慢后快，带有明显的时滞效应。总的来看，尽管该省公共安全状态突破阈值引发高烈度公共危机事件的可能性较小，但未来几年公共安全态势依旧比较严峻。利用灵敏度分析，我们识别了影响区域公共安全风险指数的五个关键政策变量，分别是自然环境监管力度、单位GDP能耗水平、经济发展速度、三农扶持力度和应急管理事业财政投入力度（尤其在制度建设方面）。这些变量更加综合地而不是单独对公共安全状况产生决定性影响，在进行政策设计时，需要格外注意这些变量的综合影响，以提高区域公共安全治理的针对性和有效性。

七、结论与展望

本文的理论贡献主要体现在下列几个方面：

首先，将灾害学、社会学领域中的“脆弱性”和“应对能力”的视角加以结合改进引入区域公共安全评价系统，并结合具体国情，提出区域公共安全评价“脆弱性—能力”的综合评价框架。

其次，考虑到区域公共安全是一个复杂巨系统，而且其评价指标中的变量与结果不是简单的线性关系，我们把系统动力学模型分析工具与“脆弱性—能力”的综合评价框架相结合，深入挖掘区域公共安全各支撑变量之间存在的反馈回路关系，从而建立了区域公共安全动态评价模型，并可对关键政策变量进行识别，这是对传统打分、排序式评价在方法上实现的一个重要改进。

第三，本文以S省为例对“脆弱性—能力”的综合评价框架进行了仿真应用，对该省的公共安全状态进行了分析，得出了与实际相符的结论，提出了

改进工作的基本路径。

区域公共安全评价是一个新的研究领域，国内外的研究正逐渐深入。评价视角以及分析方法上的理论创新和突破是该领域未来发展的两个重点任务。当然，受到认知水平和技术条件的限制，本文的研究仅仅是初步的、阶段性的，有待在今后的研究和实践中进一步提高和完善。

参考文献

- 安东尼·吉登斯 (1998). 现代性与自我认同. 北京: 三联书店.
- 胡国清等 (2006). 突发公共卫生事件应对能力评价工具研究. 中华医学杂志, 86 (43).
- 刘铁民 (2010). 事故灾难成因再认识——脆弱性研究. 中国安全生产科学技术, 6 (5).
- 塞缪尔·亨廷顿 (2008). 变化社会中的政治秩序. 上海: 上海人民出版社.
- 史培军 (2002). 三论灾害研究的理论与实践. 自然灾害学报, 11 (3).
- 苏懋康、王浣尘 (1988). 系统动力学模型的灵敏度分析. 系统工程, 6 (4).
- 王其藩 (1988). 系统动力学. 北京: 清华大学出版社.
- 乌尔里希·贝克 (2005). 风险社会政治学. 马克思主义与现实, 3.
- 夏书章主编 (2008). 行政管理学 (第四版). 广州: 中山大学出版社.
- 杨海蛟、王浩 (2009). 中国政治建设和政治发展 30 年. 西北大学学报 (哲学社会科学版), 39 (1).
- 张成福 (2003). 公共危机管理: 全面整合的模式与中国的战略选择. 中国行政管理, 7.
- 朱正威、肖群鹰 (2006). 国际公共安全评价体系: 理论与应用前景. 公共管理学报, 3 (1).
- 朱正威等 (2011). 基于“脆弱性—能力”综合视角的公共安全评价框架: 形成与范式. 中国行政管理, 8.
- Bohle, H. G. et al. (1994). Climate Change and Social Vulnerability: Toward a Sociology and Geography of Food Insecurity. *Global Environmental Change*, 4 (1): 37 - 48.
- Burton, I. (1997). Vulnerability and Adaptive Response in the Context of Climate and Climate Change. *Climatic Change*, 36: 185 - 196.
- Burton, I. et al. (1993). *The Environment as Hazard*. New York: Guilford.

- Checkland, P. B. (1972). Towards a Systems-based Methodology for Real-world Problem Solving. *Journal of Systems Engineering*, 3 (2): 87 – 116.
- Checkland, P. B. (1981). *Systems Thinking, Systems Practice*. John Wiley: Chichester.
- Checkland, P. B. (2000). Soft Systems Methodology: A Thirty Year Retrospective. *Systems Research and Behavioral Science*, 17 (S): 11 – 58.
- Cutter, S. L. (1996). Vulnerability to Environmental Hazards. *Progress in Human Geography*, 20 (4): 529 – 539.
- FEMA. (2004). *FEMA/DHS Office of National Security Coordination Continuity of Operations (COOP) Assessment Questionnaire/Worksheet*. Washington D. C. : FEMA.
- Forrester, J. W. (1961). *Industrial Dynamics*. Cambridge: MIT Press.
- Forrester, J. W. (1969). *Urban Dynamics*. Cambridge: MIT Press.
- Kelly, P. M. & Adger, W. N. (2000). Theory and Practice in Assessing Vulnerability to Climate Change and Facilitating Adaptation. *Climatic Change*, 47: 325 – 352.
- Lowrance, W. W. (1976). *Of Acceptable Risk: Science and the Determination of Safety*. Los Altos: William Kaufmann.
- McCarthy, J. J. et al. (2001). *Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Cambridge: Cambridge University Press.
- National University of Colombia-Manizales & Inter-American Development Bank. (2005). *System of Indicators for Disaster Risk Management: Program for Latin America and the Caribbean Main Technical Report*. Universidad Nacional de Colombia: <http://idea.unalmzl.edu.co>.
- O'Brien, K. et al. (2004). Mapping Vulnerability to Multiple Stressors: Climate Change and Globalization in India. *Global Environmental Change*, 13: 303 – 313.
- Magnuszewski, P. et al. (2005). Conceptual Modeling for Adaptive Environmental Assessment and Management in the Barycz Valley, Lower Silesia, Poland. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 2 (2): 194 – 203.
- Sen, A. (1982). *Poverty and Famines: An Essay on Entitlement and Deprivation*. Oxford: Oxford University Press.

- Smit, B. & Wandel, J. (2006). Adaptation, Adaptive Capacity and Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16: 282 - 292.
- Smithers, J. & Smit, B. (1997). Human Adaptation to Climate Variability and Change. *Global Environmental Change*, 7: 129 - 146.
- Timmerman, P. (1981). *Vulnerability, Resilience and the Collapse of Society*. Institute for Environmental studies, Toronto University.
- Turner, B. A. & Pidgeon, N. F. (1978). *Man-Made Disaster*. London: Wykeham Publications.
- Turner, B. L. et al. (2003). A Framework for Vulnerability Analysis in Sustainability Science. *PNAS*, 100 (14): 8074 - 8079.
- Wisner, B. et al. (2004). *At Risk*. London: Routledge.