

区域海洋减灾能力评估指标体系构建与权重量化

栗健^{1,2}, 方伟华^{1,2}, 国志兴³, 贾慧聪⁴, 杨洋^{1,2}, 赵明利⁵, 管琴乐⁶,
黎舸⁷, 李仪⁸, 蔡大浩⁹

(1. 北京师范大学环境演变与自然灾害教育部重点实验室, 北京 100875; 2. 北京师范大学民政部-教育部减灾与应急管理研究院, 北京 100875; 3. 国家海洋局海洋减灾中心, 北京 100194; 4. 中国科学院遥感与数字地球研究所/数字地球重点实验室, 北京 100094; 5. 国家海洋局南海规划与环境研究院, 广东 广州 510300; 6. 国家海洋局东海预报中心, 上海 200136; 7. 国家海洋局北海预报中心, 山东 青岛 266061; 8. 民政部国家减灾中心, 北京 100053; 9. 国家海洋信息中心, 天津 300171)

摘要: 为有效开展防灾减灾, 需要充分了解区域海洋减灾能力现状, 从而科学确定未来减灾能力建设的优先领域及重点工程。首先梳理了能力评估与灾害管理阶段、能力建设优先领域、能力评估对象与建设主体等要素之间的关系, 以及评估指标体系共性设计与区域个性的关系; 其次, 通过组织部门及地方的相关减灾机构与专家开展多方参与式讨论, 综合了海洋、水文、气象、民政、应急、教育及综合减灾等多个领域专家的减灾经验, 构建了区域海洋减灾能力评估三级指标体系, 包括6个一级指标、21个二级指标及136个三级指标; 然后, 基于专家问卷(有效问卷69份)及层次分析(AHP)方法, 量化了三级指标体系中各指标的权重。区域海洋减灾能力评估三级指标体系及指标权重成果已在相关市县开展了评估试点应用, 为未来在全国范围开展区域海洋减灾能力评估奠定了良好基础。

关键词: 减灾能力; 评价指标体系; 海洋灾害; 层次分析法

中图分类号: X43 文献标识码: A 文章编号: 1000-3096(2016)09-0117-11
doi: 10.11759/hyxx20160524001

中国海洋灾害种类众多, 随着海洋经济的快速发展, 海洋灾害经常造成人员伤亡与重大经济损失。减轻海洋灾害风险, 亟需提高海洋减灾能力。从“国际减灾10年”^[1]到《兵庫行动框架》^[2], 再到《仙台减少灾害风险框架》^[3], 人们对于减轻灾害风险及减灾能力内涵的认识不断加深, 从最初提出发展和加强防灾、减灾能力, 到推进社区减灾体系建设, 再到通过加强灾害风险管理, 投资于减少灾害风险, 提高抗灾备灾能力及加强恢复重建提高减灾能力。

目前对于区域减灾能力评估, 国际上已经具备一定研究基础, 发展出了若干评估方法及流程并得到应用。例如, UNDP (United Nations Development Programme)通过半结构式访谈, 实地考察, 分析大量法律法规、政策、行动计划、项目文件, 从国家减灾能力的5个技术领域(所有权、制度安排、职能、工具和资源、关系)进行评价, 并基于该评估结果, 依据《兵庫行动框架》的5个行动重点, 给出针对性建议, 作为《国家防灾减灾能力建设行动计划》的基础^[4-5]。世界气象组织(WMO)基于国家层面的调查数据, 在国家尺度上对世界各国的气象及水文灾

害减灾能力进行了评价, 并作出了差距分析^[6]。美国在1997年构建了评估各州和地方政府应急准备能力的三级评价指标体系, 由13个应急管理职能、104个属性及453个评价指标组成, 对全美的55个地区进行了全面综合的评估, 并依据评估结果讨论了针对未达到预期和需求地区的发展策略^[7]。

中国在减灾能力评估方面也开展了各类研究。例如, 在城市防震减灾能力评估方面, 构建了一个较系统完整的理论体系框架及指标体系^[8]; 在洪涝灾害防灾减灾能力综合评估方面, 采用层次分析法, 建立了防洪工程、监测预警、抢险救灾、社会基础

收稿日期: 2016-05-24; 修回日期: 2016-07-15

基金项目: 区域海洋减灾能力综合评估(2015); 海洋公益性行业科研专项(201305020)

[Foundation: Study on comprehensive regional marine disaster coping capacity assessment (2015); Public science and technology research funds projects of ocean, No. 201305020]

作者简介: 栗健(1989-), 男, 黑龙江牡丹江人, 博士研究生, 主要从事灾害风险研究, 电话: 010-58805461, E-mail: jian.li@mail.bnu.edu.cn; 方伟华, 通信作者, 教授, 主要从事自然灾害研究, 电话: 010-58805461, E-mail: weihua.fang@bnu.edu.cn

支持、科普宣教、科技支撑、灾害管理等 7 个方面的一级指标,结合专家意见进行了防洪减灾能力的评价^[9];在民政综合减灾领域,构建了 5 个一级指标、12 个二级指标和 42 个三级指标的区域综合减灾能力评价指标体系,并采用层次分析和人工神经网络方法,对区域综合减灾能力进行了评价^[10-11]。

中国当前还缺乏针对海洋减灾能力评估方法的研究,在理念、指标体系设计、方法优选、成果应用等领域均存在着亟待解决的问题。在海洋灾害管理日益重要的背景下,在灾害管理部门系统组织下进行系统的理论研究及业务应用具有重要的意义。为此,国家海洋局启动了“区域海洋减灾能力综合评估(2015-2016)”项目,选择山东省潍坊市、浙江省台州市、广东省惠州市 11 个沿海县,系统开展区域海洋减灾能力评估方法研究及试点评估。本文的研究目标为,探索性地提出一套面向县级行政区的区域海洋减灾能力评估指标体系,并建立各评估指标权重的量化方法,结合试点评估,为中国大范围开展区域海洋减灾能力试点评估奠定基础。

1 数据与方法

1.1 指标及权重数据

本文采用多方参与式的指标体系构建方法,由海洋局海洋减灾中心组织涉及到海洋减灾能力的中央及地方不同行业部门、不同专业知识背景的专家参与指标体系构建工作。专家的专业背景涉及海洋、工程、应急、宣传教育以及综合减灾等多个领域。

为了构建评价指标体系,成立了指标体系构建工作组及专家组。工作方式为小组讨论与大会讨论相结合的多方参与式讨论。指标体系构建工作组单位包括国家海洋局海洋减灾中心、国家海洋局东海预报中心、国家海洋局南海规划与环境研究院、国家海洋信息中心、民政部国家减灾中心、山东省海洋生物研究院、寿光市海洋监测站、广东省海洋发展规划研究中心、广东省海洋与渔业局、浙江大学、浙江省海洋规划设计研究院、浙江省海洋监测预报中心、浙江省海洋与渔业局、浙江省水利防灾减灾重点实验室、浙江省水利河口研究院及北京师范大学等 16 家单位,共有 48 位专家。经多次研讨最终确定采用三级指标体系,其中包括 6 个一级指标、21 个二级指标及 136 个三级指标。

指标体系权重值计算的原始数据来源于专家经验。首先,设计了“县级海洋减灾能力评价指标权重

专家调查问卷表”,每份问卷包含 30 张打分表(一级指标 1 张,二级指标 6 张,三级指标 23 张);其次,向 18 个单位 86 位专家发放了打分问卷,最终回收有效问卷 69 份,共 2070 张有效打分表。为充分吸收各领域专家经验,除指标体系构建专家组所在的 16 家单位外,还向水文、气象、应急与综合减灾等领域的专家发放了问卷,专家所在工作单位包括中国水利水电科学研究院、国家气候中心及中国科学院地理科学与资源研究所等。

1.2 指标体系构建

减灾能力评估是灾害管理的一个有机组成部分。在进行减灾能力评估指标体系设计时,首先要明确减灾能力评估在灾害管理中的位置并厘清与其他灾前、灾中、灾后各类灾害管理措施之间的关系;其次,要充分考虑其目的、内容及应用领域。

1.2.1 管理阶段与能力评估

减灾能力评估及能力建设应该建立在较为完备的灾害风险分析基础之上,通过分析自然灾害风险的种类、强度-频率、空间分异等,结合能力评估结果,进行能力建设差距分析,进而进行细化的需求分析,然后设定在一定阶段内区域减灾目标,并最终落实为具体的能力建设项目(图 1)。

从灾害管理的周期来看,灾害管理大致可以分为灾前、灾中及灾后 3 个阶段,其中灾前主要灾害管理内容包括备灾及预报预警,灾中主要为应急响应,灾后主要包括恢复重建等,而灾害宣传教育则贯穿灾害管理的各个阶段;从防灾减灾的手段来看,减灾措施又经常分为工程措施与非工程措施两类,前者强调硬件设施的建设,后者则包括硬件设施建设外的各类软性措施等(图 1)。因此,本文设计指标时,充分考虑了灾害管理周期与防灾减灾手段。分别从灾前预报预警、备灾、灾中应急响应,灾后恢复重建,宣传教育及工程减灾 6 个方面构建了区域海洋减灾能力指标体系。

1.2.2 能力需求与优先领域

减灾能力建设的需求经常与灾害风险的大小相关,风险越大,减灾能力建设需求就越大(图 1)。但人类对于减轻风险的追求可能是无止境的,安全标准会随着社会经济的发展而逐步提高,因此应依据区域风险水平合理设定区域减灾能力建设目标。

为了降低灾害风险提高安全水平,减灾能力建设需要减灾资源及手段的支撑。为实现资源的效益最大化,要综合平衡减灾能力建设边际成本与边际

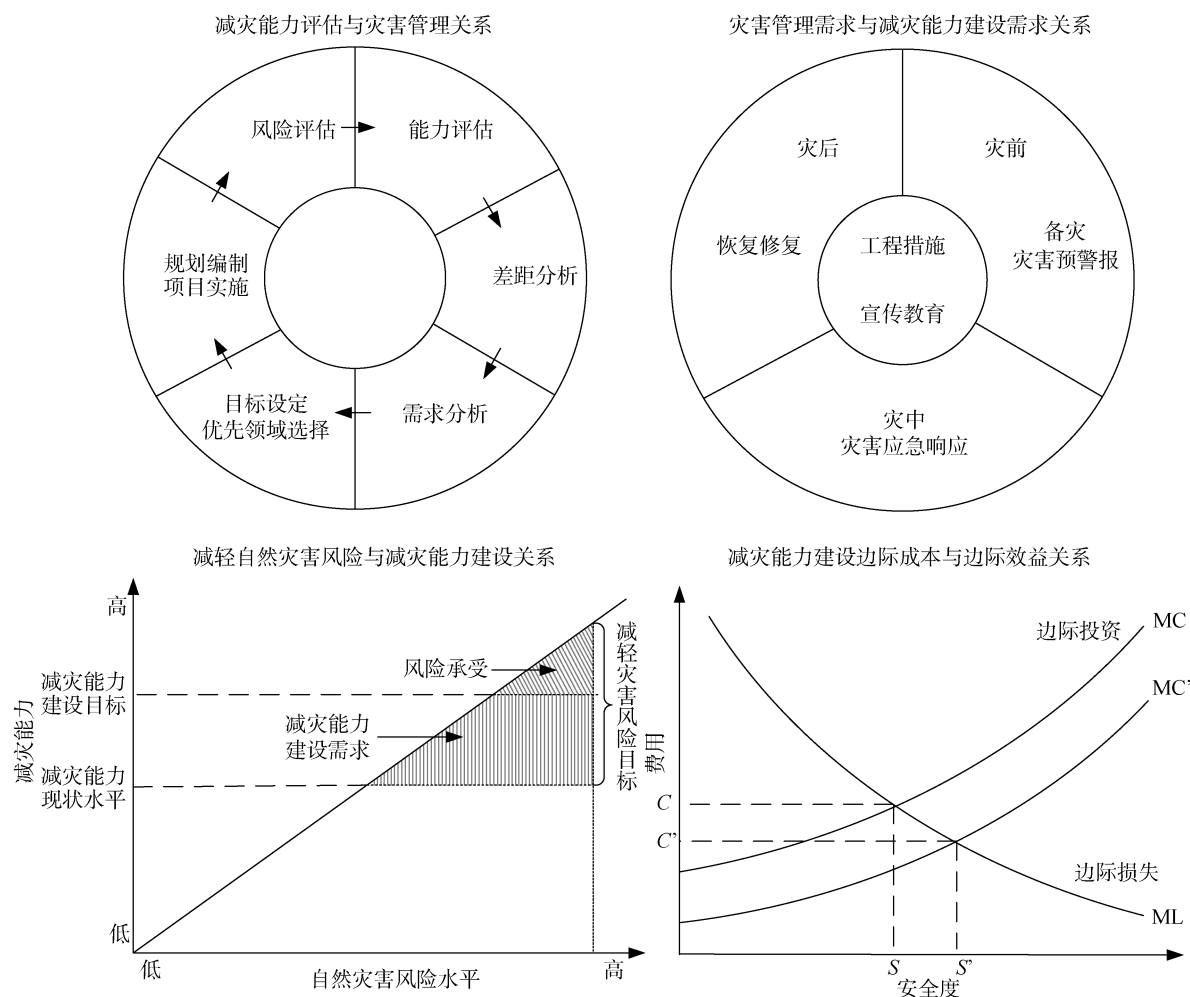


图1 减灾能力与灾害管理关系概念图

Fig. 1 Conceptual diagram of the relationship between disaster management and disaster coping capacity

效益之间的关系(图1): 通过优选能力建设项目, 使得边际投资利用率(Marginal cost, MC)提高, 边际投资曲线下移(MC至MC'), 新的最佳安全度(Safety, S) $S' > S$, 而此时费用(Cost, C) $C' < C$, 即在边际投资较少的情况下, 最佳安全度提高, 边际损失(Marginal loss, ML)减少, 以较少的边际投资, 获得较大的安全度。

1.2.3 评估对象与建设主体

减灾能力评估涉及的主体多样, 从行政角度看, 有国家、省、市、县、乡(镇)等级别; 从社会角度看, 除了政府部门外, 社区(村)、家庭、单位、企业、个人均是减灾的主体。

海洋减灾能力建设, 既要积极调动各类主体的积极性, 同时要重点突出, 避免提出超出不同减灾主体责任范围之外的能力建设要求, 形成高效的综合多主体的能力建设体系。此外, 还应考虑不同主体及部门能力建设目标的差异, 协调处理好与气象、水

利、地震、民政、农业等相关部门减灾能力的关系, 做到资源有效配置。在生命安全、财产安全、环境安全不同主体多层面的需求上, 以人为本, 强化生命安全, 在此基础上考虑财产安全及环境安全。

1.2.4 区域个性与指标共性

构建区域减灾能力指标体系既要考虑指标的共性, 又要考虑指标的区域个性。例如, 海冰灾害一般发生在中国北部, 历史上有相关减灾需求, 海冰多发区域自然形成了较强的海冰灾害减灾能力, 而南部沿海地区则不需要具备应对海冰灾害的能力; 又如中国南方热带风暴潮频发, 应对热带气旋经验丰富, 而北方应对能力相对较弱。

本文构建的指标体系在不同试点区域应用时需要考虑不同区域需要应对的海洋灾害风险不同, 应考虑区域指标的差异性。而通过试点研究, 指标体系最终要推广应用于全国的海洋减灾能力评估, 因此指标体系在中国沿海地区又应具有通用性。为此, 本

研究结合试点区域数据,以山东寿光、浙江三门、广东大亚湾 3 个县级区域为例,分析了依据区域面临的海洋灾害风险筛选评估指标对于评估结果的影响:首先,与 3 个县各单位专家讨论,确定每个县不参与计算的指标。其中,寿光市 14 个、大亚湾 9 个、三门县 8 个三级指标不参与计算,且均为工程防御能力下的三级指标。然后,对 3 个县新的指标体系权重进行了折算。对比评估结果发现,由于具有区域特点的指标非常少,对于评估结果几乎没有影响^[12],因此全国采用统一的指标体系。

1.3 指标权重量化

区域海洋减灾能力评估的关键,是如何客观地将一个多指标问题实现综合评估。评估时,应综合考虑指标体系中的各方面能力,并结合各项能力的重要性(以指标权重表示)以及各区域各项海洋减灾能力的情况,进行综合评价。

权重的确定方法可以分为客观赋权法及主观赋权法两类^[13]。客观赋权法中应用较多的有主成分分析法^[14]、熵值法^[15]、均方差法^[16]等。客观赋权法的信息来自统计数据本身,依据各指标数据,经数学推算得出各评价指标权重。而本文的评估指标体系中定性指标很多,难以通过指标本身的数学计算量化指标权重,因此本文采用主观赋权法。主观赋权法的信息来自专家咨询,即利用专家的知识 and 经验,主要方法有德尔菲法(Delphi)法^[17]及层次分析法^[18]等。

层次分析法(Analytic Hierarchy Process, AHP)是处理综合评估问题的有效模型,其原理是将决策者的经验判断加以量化,从而为决策者提供定量形式的决策依据。AHP 方法可以将大量复杂的问题用明了的层次模型表达出来,用主观判断结合数学方法来定量描述,从而成为问题定性解决的客观根据。AHP 方法以其定性与定量相结合地处理各种决策因素及系统灵活的优点,在社会经济各个领域内得到了广泛的应用^[19-20]。本文利用 AHP 方法,对三级指标体系权重进行了量化。

1.3.1 层次结构模型

AHP 方法的第一步,是需要把复杂问题分解为若干要素,并将这些要素按属性分成若干组,形成递阶层次,同一层次的要素作为一级指标层对下一层次的某些要素具有支配作用,同时它又受上一层次要素的支配。在同一层次中的不同要素,关系相对独立,而对于每一个要素下的子要素,在概念上则

具有包含和被包含的关系。层次结构模型由目标层、准则层及方案层构成。其中目标层、准则层构成 AHP 的考评体系层。它包括了目标层所涉及的范围、包含的因素以及各因素之间的相互关联隶属关系,而方案层为 AHP 方法评估的方案。

基于本文构建的三级指标体系,建立区域海洋减灾能力的层次结构模型。区域海洋减灾能力为目标层,6 个一级指标为准则层 A,21 个二级指标为子准则层 B,136 个三级指标为子准则层 C。

1.3.2 判断矩阵

用 6 个一级指标建立判断矩阵,即将各个指标相对于目标层(综合海洋减灾能力)的相对重要程度,按照 1~9 标度法进行标度和赋值,形成 1 个 6×6 的判断矩阵。对于二级指标,用同样的方法和原则,建立 6 个判断矩阵,各个矩阵的维度分别为各个一级指标下一级的二级指标数目。如一级指标工程防御能力下一级的二级指标分别为:公共工程防御能力、典型承灾体防御能力、自然防护能力。以此类推,针对各个二级指标,比较其下的三级指标之间的相对重要程度,建立 23 个判断矩阵(由于二级指标重要承灾体防御能力和海洋防灾减灾宣传教育管理能力分别含有 24 和 14 个三级指标,矩阵元素过多会影响专家判断,因此将这两个判断矩阵分别拆分为 11×11、12×12 和 6×6、8×8 的判断矩阵)。

1.3.3 一致性检验

与其他确定指标权重系数的方法相比,AHP 方法的最大优点是提供了一致性检验,以保证专家思想逻辑的一致性。所谓判断思维的一致性是指专家在判断重要性时,当出现 3 个以上的指标互比较时,各判断之间协调一致,不会出现内部互相矛盾的结果。

本文收集的 2 070 张打分表中,通过一致性检验的打分表有 1 752 张,约占 84.6%。

2 结果

2.1 指标体系与权重

本文构建的三级指标体系及权重如表 1 所示。6 个一级指标分别为工程防御能力(A1)、灾害预警能力(A2)、灾害应急响应能力(A3)、灾后恢复修复能力(A4)、宣传教育能力(A5)及备灾能力(A6),为方便表示,图表中以 A1~A6、B1~B21、C1~C136 分别代表 6 个一级指标、21 个二级指标及 136 个三级指标(表 1、图 2、图 3)。

表 1 区域海洋减灾能力评估三级指标体系列表及权重

Tab. 1 Three-hierarchy indicator and weighting system for marine disaster coping capacity assessment

一级指标及权重	二级指标及权重	三级指标	权重
A1 0.3481	B1 公共工程防御 0.1425	C1 海堤满足防护需求比例	0.0200
		C2 标准海堤比例	0.0137
		C3 防护人口海堤比重	0.0132
		C4 海堤脆弱点密度的倒数	0.0114
		C5 海堤泵站密度	0.0076
		C6 排涝设施排涝能力	0.0101
		C7 海堤管理水平	0.0086
		C8 灾害期间巡视海堤频率	0.0068
		C9 高标准海堤比例	0.0124
		C10 200 年一遇海堤长度	0.0121
		C11 100 年一遇海堤长度	0.0108
		C12 50 年一遇海堤长度	0.0104
		C13 入海管道密度的倒数	0.0055
	B2 重要承灾体防御 0.1285	C14 受标准海堤保护养殖区面积比例	0.0067
		C15 受标准海堤保护养殖区总产量比例	0.0065
		C16 渔船受保护占比	0.0064
		C17 二级以上渔港占比	0.0074
		C18 抗 7 级以上风渔船数	0.0066
		C19 破冰能力港占比	0.0042
		C20 是否开展码头防护能力后评估工作	0.0036
		C21 拥有海浪、海冰预警保障信息石油平台占比	0.0072
		C22 有应急预案平台占比	0.0048
		C23 设计潮位和设计波浪重现期 50 年及以上的防波堤占比	0.0046
		C24 石化区有无制定海洋灾害应急预案	0.0063
		C25 核电站设计潮位重现期	0.0083
		C26 核电站设计波高重现期	0.0070
		C27 核电站设计预防最大海啸波	0.0072
		C28 抗风能力达标率	0.0068
		C29 桥墩防冰能力达标率	0.0047
		C30 可抗 8 级及以上等级风浪船只比例	0.0060
	B3 自然防护 0.0771	C31 开展专项海洋灾害风险评估沿海大型工程数量比例	0.0048
		C32 指示牌(警示牌)设置比	0.0032
		C33 专业救生设备占比	0.0037
		C34 专业救援队伍设置情况占比	0.0044
		C35 应急预案套数	0.0036
		C36 应急演练次数	0.0045
		C37 单位岸线防护林面积	0.0352
		C38 单位岸线盐沼面积	0.0135
		C39 单位岸线珊瑚礁面积	0.0139
		C40 有居民海岛占比	0.0145

续表

一级指标及权重	二级指标及权重	三级指标	权重	
A2 0.1947	B4 监测 0.0720	C41 海浪观测点密度	0.0120	
		C42 水位观测点密度	0.0118	
		C43 水温观测点密度	0.0070	
		C44 海况视频监测能力	0.0084	
		C45 卫星监测系统使用能力	0.0072	
		C46 移动监测能力	0.0058	
		C47 航空监测能力	0.0054	
		C48 海啸监测能力	0.0076	
		C49 观测人员队伍规模	0.0068	
		B5 预警报 0.0706	C50 海洋预报机构数量	0.0059
	C51 海洋预报人员队伍规模		0.0073	
	C52 海洋灾害警报能力		0.0163	
	C53 海洋环境预报能力		0.0123	
	C54 高性能计算机计算能力		0.0082	
	C55 业务化数值预报能力		0.0104	
	C56 预警报产品接收能力		0.0101	
	B6 信息发布 0.0522		C57 发布渠道	0.0104
			C58 最高发布频率	0.0075
			C59 预报信息发布系统	0.0092
		C60 短信平台	0.0083	
		C61 户外显示屏数量	0.0056	
		C62 安装渔业生产安全环境保障服务系统渔船数量	0.0068	
		C63 移动预警报手机应用软件个数	0.0045	
		A3 0.1722	B7 应急指挥 0.0549	C64 是否设立海洋灾害应急指挥机构
	C65 海洋灾害应急指挥机构办公室所在部门			0.0066
	C66 海洋灾害应急指挥机构总指挥的行政职务			0.0091
	C67 应急指挥通讯系统的方式种类			0.0090
	C68 极端灾害条件下的应急通讯系统的方式种类			0.0108
B8 应急预案体系 0.0399	C69 沿海乡镇(街道)中, 编制了海洋灾害应急预案的村(社区)比例			0.0137
	C70 技术性应急预案或操作手册的名称与数量			0.0095
B9 辅助决策支持 0.0225	C71 上一年度开展海洋灾害应急演练的次数			0.0166
	C72 是否拥有辅助决策技术支撑专家组		0.0037	
	C73 是否建立或使用辅助决策支撑平台		0.0027	
	C74 是否建立或使用会商系统	0.0025		
	C75 是否建立灾情信息员队伍	0.0028		
	C76 是否开展海洋灾害风险评估工作	0.0038		
	C77 是否建立载体地理信息系统数据库	0.0033		
	C78 是否开展警戒潮位核定等工作	0.0038		
	B10 救助救援 0.0548	C79 是否拥有专业的海上救援队伍	0.0149	
		C80 专业救援队伍人数	0.0098	
C81 专业救援队伍上一年支出额		0.0060		

续表

一级指标及权重	二级指标及权重	三级指标	权重
A4 0.0960	B11 水电修复保障 0.0252	C82 是否具有救援直升机和船舶	0.0095
		C83 单位海岸线长度的救援直升机数量	0.0070
		C84 单位海岸线长度的救援船舶数量	0.0078
		C85 灾后电力保障能力	0.0110
	B12 受灾群众安置 0.0230	C86 灾后供水保障能力	0.0141
		C87 灾后安置组织能力	0.0094
		C88 灾后生活保障能力	0.0136
	B13 心理恢复 0.0095	C89 心理援助能力	0.0095
		C90 灾区防疫能力	0.0077
	B14 防疫 0.0143	C91 人员防疫能力	0.0066
		C92 志愿者数量	0.0114
	B15 社会动员 0.0114	C93 政府补偿能力	0.0035
		C94 渔船互保能力	0.0025
		C95 有无养殖互保政策	0.0024
		C96 投保率	0.0042
A5 0.0794	B17 海洋减灾宣传 教育硬件建设 0.0392	C97 居委会、社区、避难场所是否设置了防灾减灾宣传栏	0.0067
		C98 在其他地方(如道路、广场、商城、户外广告栏)是否设置宣传栏用于防灾减灾宣传	0.0056
		C99 沿海社区(村)是否安置高音喇叭(警报器)	0.0063
		C100 是否设立警戒潮位标示	0.0068
	B18 海洋减灾宣传 教育软件建设 0.0402	C101 是否设立海洋灾害警示牌	0.0069
		C102 防灾减灾宣传教育基地总数	0.0069
		C103 政府每年用于防灾减灾宣传教育资金量	0.0026
		C104 政府每年用于海洋防灾减灾宣传教育资金量	0.0041
		C105 有无海洋防灾减灾宣传教育规划	0.0031
		C106 有无每年制定统一的海洋防灾减灾宣传计划	0.0034
		C107 海洋防灾减灾知识宣传教育的专门机构数	0.0029
		C108 宣传栏每年用于防灾减灾宣传的次数	0.0040
		C109 每年举办海洋防灾减灾宣传活动次数	0.0023
		C110 每年参加海洋防灾减灾培训人次	0.0026
		C111 每年举办一次以上海洋防灾减灾宣传活动的社区(村)数量	0.0022
		C112 编写或使用海洋防灾减灾宣传材料情况	0.0017
A6 0.1096	B19 避灾 0.0451	C113 从事海洋防灾减灾知识宣传教育的人员	0.0020
		C114 中小学是否进行防灾减灾知识教育	0.0039
		C115 媒体是否播放海洋防灾科普知识	0.0026
		C116 媒体每年累计播放海洋防灾科普的次数	0.0028
		C117 单位面积应急避难场所数量	0.0069
		C118 应急避难场所可容纳人数占比	0.0070
		C119 适合海洋灾害避难场所占比	0.0081
		C120 单位海岸线避风港数量	0.0060
		C121 单位海岸线避风锚地数量	0.0049

续表

一级指标及权重	二级指标及权重	三级指标	权重
B20 减灾救灾物资保障 0.0303		C122 可避 12 级风浪设施数量	0.0061
		C123 可容纳避风船只数量占比	0.0061
		C124 救灾物资储备库(点)数量	0.0044
		C125 救灾物资储备库(点)面积	0.0039
		C126 储备物资种类	0.0047
		C127 储备救助物资数量	0.0070
		C128 是否与当地超市有备灾协议	0.0066
		C129 年救灾物资采购经费	0.0038
		C130 财政收入	0.0099
		C131 交通网络密度	0.0054
B21 社会经济基础支撑 0.0342		C132 人民币储蓄存款余额	0.0042
		C133 人均手机拥有量	0.0040
		C134 固定电话普及率	0.0025
		C135 每千人口卫生技术人员数	0.0041
		C136 每千人拥有医疗床位数	0.0042

2.2 指标权重综合

本研究制作了根据专家打分自动计算权重的 Excel 工具。根据 69 份专家打分表,通过 AHP 方法计算得出了三级指标的权重,并制作了一级、二级指标权重箱线图(图 2)。可以看出,专家对于工程防御能力、灾害预警报能力、灾害应急响应能力及备灾能力权重存在一定的分歧。

由于目前处于试点研究阶段,故当前阶段本文以所有专家给出的权重平均值作为三级指标权重值(表 1)。未来研究中,一是要更加广泛地综合不同领域专家的意见,二是考虑对专家的专长,按照专业领域来综合不同类型指标权重值。

2.3 指标权重特征分析

为了直观地表示三级指标的权重,制作了区域海洋减灾能力评估指标体系权重玫瑰图(图 3)。对于一、二级指标,扇形圆心角的大小表示权重大小的比例;对于三级指标,从圆心至最外圆弧依次表示二级指标下的三级指标权重,相邻圆弧的距离表示三级指标权重大小的比例。

可以看出,工程防御能力、灾害预警报能力和灾害应急响应能力权重高于灾后恢复修复能力、宣传教育能力和备灾能力。以往关于洪涝灾害^[9]及区域综合减灾能力^[11]方面的研究中,工程防御、灾害预警、应急响应的权重也相对较高。对于海洋灾害而言,工

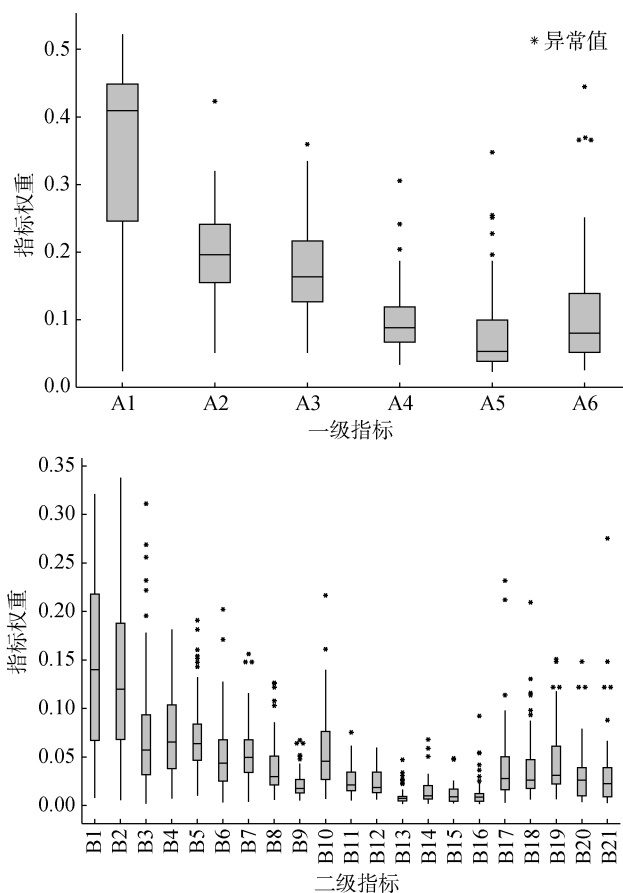


图 2 区域海洋减灾能力评估一级、二级指标权重箱线图
Fig. 2 Boxplot of weights for marine disaster coping capacity assessment: indicators of the first and second hierarchy

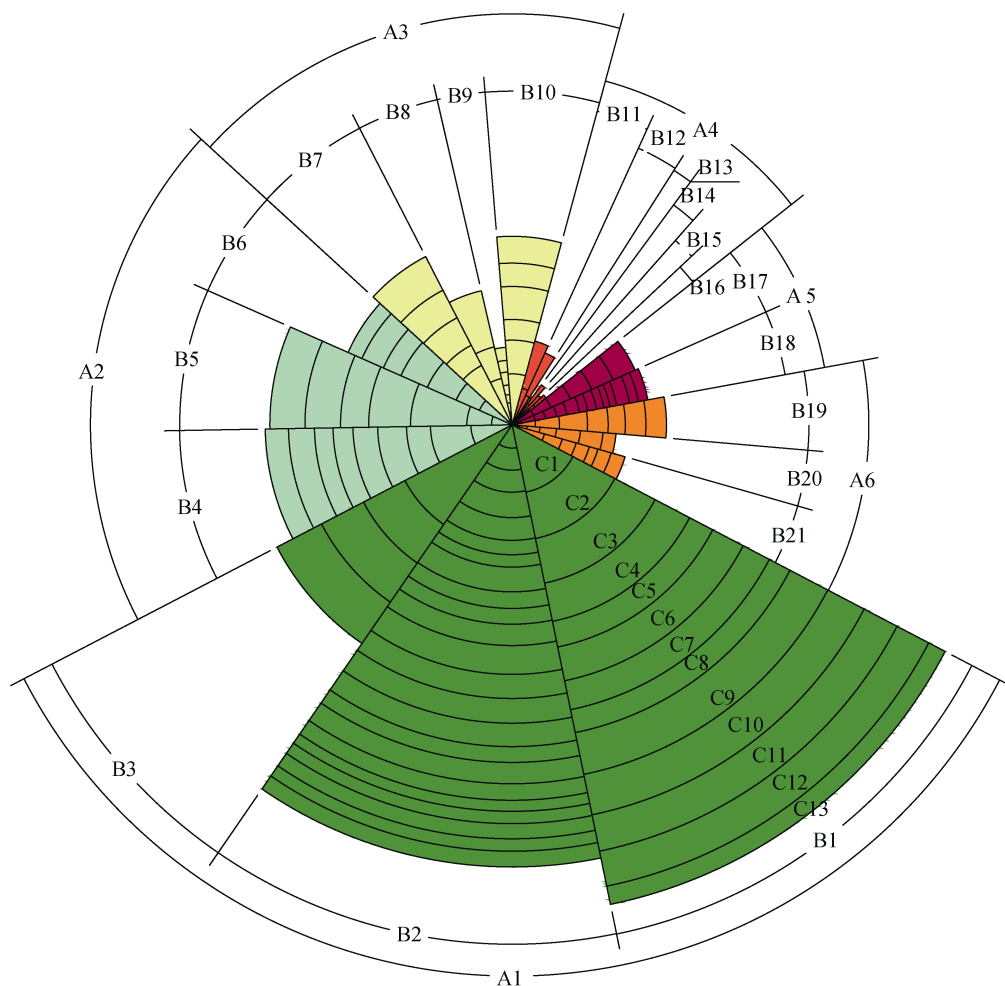


图3 区域海洋减灾能力评估指标体系权重玫瑰图

Fig. 3 Rose diagram of weights for marine disaster coping capacity assessment: indicators of three hierarchies

程防御措施作为减轻灾害风险的直接手段,在这方面进行能力建设可以直接有效地提高区域海洋减灾能力,因此其权重远高于其他指标。灾害预警报与应急响应相对于灾后恢复重建、灾害宣传教育、备灾而言也是较为直接的手段,因此权重也相对较高。

3 结论与讨论

本文针对中国海洋减灾能力建设现状,在对能力评估与灾害管理关系进行系统梳理的基础上,提出了区域海洋减灾能力评估三级指标体系,利用专家问卷及 AHP 方法量化了三级指标的权重。主要结论如下。

1) 本文系统梳理了区域海洋减灾能力与灾前、灾中及灾后灾害管理各方面内容之间的关系,综合考虑了灾害周期,风险应对,能力评估的对象、主体及区域个性与指标共性。通过部门及地方多方参与

式讨论,综合了海洋、水文、气象、民政、应急、教育及综合减灾等多个领域专家的减灾经验,构建了系统、全面的区域海洋减灾能力评估三级指标体系,包括 6 个一级指标、21 个二级指标及 136 个三级指标。

2) 设计了“县级海洋减灾能力评价指标权重专家调查问卷表”,并向涉及海洋减灾能力的各部门及高校专家发放了问卷,综合所有专家给出的权重得到了三级指标体系的权重,权重结果合理。合理综合各相关领域专家的权重,为区域海洋减灾能力评估与能力建设丰富了知识储备,积累了宝贵的经验。

3) 区域海洋减灾能力评估三级指标体系及指标权重成果在山东潍坊、浙江台州、广东惠州地区 11 个县开展了评估试点应用。通过能力评估,进行差距分析,进而进行细化的需求分析,然后设定在一定阶段内区域减灾目标,对于指导区域减灾能力建设具有重要的理论和实践价值。为未来在全国范围开展

区域海洋减灾能力评估奠定了良好基础。

对区域海洋减灾能力评估指标体系构建与权重量化,还应在以下方面进行改进:(1)通过试点评估研究对指标体系进一步凝练。本文构建的指标体系在设计阶段考虑了指标的科学性、全面性及独立性等原则,反复讨论并多次精简了指标。在进行试点评估中,应通过分析海洋灾害系统的致灾因子、孕灾环境、承灾体和灾害的应对情况,并考虑基层海洋减灾能力数据的可获取性,进一步筛选和凝练减灾能力代表性评估指标。要尽量做到指标体系完整性与数据可获取性、数据指标代表性及指标层次数量、关键性指标与替代性指标之间的有效动态平衡。(2)指标权重量化充分发挥各领域专家作用。评估的一个关键是指标权重设定合理与否,为此应与打分专家开展充分的交流沟通及现场培训,保证专家对于指标权重的打分通过显著性检验;在综合专家意见量化权重时,应依据专家的研究领域,对于不同的指标,确定专家的贡献率;既充分尊重不同专家对不同指标权重意见的多样性,又充分考虑不同领域专家在不同指标权重上的权威性,二者有效结合。

参考文献:

- [1] IDNDR. Yokohama strategy and plan of action for a safer world, guidelines for natural disaster prevention, preparedness and mitigation[EB/OL].[2016-03-20]. http://www.unisdr.org/files/8241_doc6841contenido1.pdf.
- [2] UNISDR. Hyogo framework for action 2005-2015: building the resilience of nations and communities to disasters[EB/OL].[2016-03-20]. http://www.unisdr.org/files/1037_hyogoframeworkforactionenglish.pdf.
- [3] UNISDR. Sendai framework for disaster risk reduction 2015-2030[EB/OL].[2016-03-20]. http://www.unisdr.org/files/43291_sendaiframeworkfordrren.pdf.
- [4] UNDP. Capacity needs assessment in disaster risk reduction: county, district and community assessment [R]. Liberia: UNDP, 2009.
- [5] UNDP. Disaster risk reduction capacity assessment report[R]. Georgia: UNDP, 2014.
- [6] WMO. Capacity assessment of national meteorological and hydrological services in support of disaster risk reduction[EB/OL].[2016-03-20]. <https://www.wmo.int/pages/prog/drr/documents/CR/CountryReport.pdf>.
- [7] FEMA. State capability assessment for readiness, a report to United States senate committee on appropriations [EB/OL].[2016-03-20]. <http://www.va.gov/emshg/apps/kml/docs/CapabilityAssessmentforReadiness.pdf>.
- [8] 张风华, 谢礼立, 范立础. 城市防震减灾能力评估研

- 究[J]. 地震学报, 2004, 26(3): 318-329, 342.
- Zhang Fenghua, Xie Lili, Fan Lichu. Study on evaluation of cities' ability reduction earthquake disasters[J]. Acta Seismologica Sinica, 2004, 26(3): 318-329, 342.
- [9] 胡俊锋, 杨佩国, 杨月巧, 等. 防洪减灾能力评价指标体系和评价方法研究[J]. 自然灾害学报, 2010, 19(3): 82-87.
- Hu Junfeng, Yang Peiguo, Yang Yueqiao, et al. Study on evaluation index system and method for flood control and disaster reduction capacity[J]. Journal of Natural Disasters, 2010, 19(3): 82-87.
- [10] 胡俊锋, 杨佩国, 吕爱锋, 等. 基于 ISM 的区域综合减灾能力评价指标体系研究[J]. 灾害学, 2014, 29(1): 75-80.
- Hu Junfeng, Yang Peiguo, Lü Aifeng, et al. Regional comprehensive evaluation index system of disaster reduction capacity based on ISM[J]. Journal of Catastrophology, 2014, 29(1): 75-80.
- [11] 胡俊锋, 张宝军, 杨佩国, 等. 区域综合减灾能力评价模型和方法研究与实证分析[J]. 自然灾害学报, 2013, 22(5): 13-22.
- Hu Junfeng, Zhang Baojun, Yang Peiguo, et al. Research and empirical analysis of evaluation model and method on regional comprehensive disasters reduction ability[J]. Journal of Natural Disasters, 2013, 22(5): 13-22.
- [12] 方伟华. 区域海洋减灾能力综合评估方法研究报告[R]. 北京: 北京师范大学, 2016.
- Fang Weihua. Study on comprehensive regional marine disaster coping capacity assessment[R]. Beijing: Beijing Normal University, 2016.
- [13] 李亮. 评价中权系数理论与方法比较[D]. 上海: 上海交通大学, 2009.
- Li Liang. Weights theory and weighting methods comparison in the evaluation[D]. Shanghai: Shanghai Jiao Tong University, 2009.
- [14] 凌子燕, 刘锐. 基于主成分分析的广东省区域水资源紧缺风险评价[J]. 资源科学, 2010, 32(12): 2324-2328.
- Ling Ziyang, Liu Rui. Risk assessment on regional water scarcity in Guangdong Province based on principal component analysis[J]. Resources Science, 2010, 32(12): 2324-2328.
- [15] 陈明星, 陆大道, 张华. 中国城市化水平的综合测度及其动力因子分析[J]. 地理学报, 2009, 64(4): 387-398.
- Chen Mingxing, Lu Dadao, Zhang Hua. Comprehensive evaluation and the driving factors of China's urbanization[J]. Acta Geographica Sinica, 2009, 64(4): 387-398.
- [16] 戴全厚, 刘国彬, 刘明义, 等. 小流域生态经济系统可持续发展评价——以东北低山丘陵区黑牛河小流域为例[J]. 地理学报, 2005, 60(2): 209-218.
- Dai Quanhou, Liu Guobin, Liu Mingyi, et al. An

- evaluation on sustainable development of eco-economic system in small watershed in hilly area of Northeast China [J] *Acta Geographica Sinica*, 2005, 60(2): 209-218.
- [17] Dalkey N C, Brown B B, Cochran S. The Delphi Method: An Experimental Study of Group Opinion[M]. Santa Monica, CA: Rand Corporation, 1969.
- [18] Saaty T L. The Analytic Hierarchy Process[M]. New York: McGraw-Hill, 1980.
- [19] 赵赛帅, 刘永学, 李满春, 等. 基于 AHP-变异系数法的越占南沙岛礁战略价值评价[J]. *海洋科学*, 2015, 39(6): 114-121.
- Zhao Saishuai, Liu Yongxue, Li Manchun, et al. Strategic assessment of the Nansha Islands occupied by Vietnam based on AHP-variation coefficient method[J]. *Marine Sciences*, 2015, 39(6): 114-121.
- [20] 吕妍, 魏文普, 张兆康, 等. 海洋石油平台溢油风险评价研究[J]. *海洋科学*, 2014, 38(1): 33-38.
- Lü Yan, Wei Wenpu, Zhang Zhaokang, et al. Risk assessment of oil spill on the offshore platform[J]. *Marine Sciences*, 2014, 38(1): 33-38.

Establishment and weight quantification of indicator system for marine disaster coping capacity assessment

LI Jian^{1, 2}, FANG Wei-hua^{1, 2}, GUO Zhi-xing³, JIA Hui-cong⁴, YANG Yang^{1, 2}, ZHAO Ming-li⁵, GUAN Qin-le⁶, LI Ge⁷, LI Yi⁸, CAI Da-hao⁹

(1. Key Laboratory of Environmental Change and Natural Disaster, Ministry of Education of China, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 2. Academy of Disaster Reduction and Emergency Management, Ministry of Civil Affairs/Ministry of Education, Beijing Normal University, Beijing 100875, China; 3. National Marine Hazard Mitigation Service, Beijing 100194, China; 4. Key Laboratory of Digital Earth Science, Institute of Remote Sensing and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100094, China; 5. South China Sea Institute of Planning and Environmental Research, State Oceanic Administration, Guangzhou 510300, China; 6. East China Sea Marine Forecasting Center of State Oceanic Administration, Shanghai 200136, China; 7. North China Sea Marine Forecasting Center of State Oceanic Administration, Shandong 266061, China; 8. National Disaster Reduction Center of China, Ministry of Civil Affairs of the People's Republic of China, Beijing 100053, China; 9. National Marine Data and Information Service, Tianjin 300171, China)

Received: May 24, 2016

Key words: coping capacity; indicator system for assessment; marine disaster; analytic hierarchy process

Abstract: Marine disasters have been causing enormous economic and human loss to the coastal areas of China. Understanding and quantification of disaster risk reduction (DRR) capacity is of great significance for the governments to determine DRR-priority areas and key projects at both local and national levels. There are very few comprehensive studies on DRR capacity quantification methods or applications for marine disasters. In this article, first, the relationship between DRR capacity and other components of disaster management, including capacity needs, DRR cost and benefit, priority areas, and capacity building entities, is discussed. Second, a three-hierarchy indicator system, which comprises six first hierarchy indicators, 21 second hierarchy indicators, and 136 third hierarchy indicators, is proposed through multiple-round discussion with multiple stakeholders, including DRR government departments, research institutes, and independent experts from China. Finally, the weights of indicators are quantified on the basis of valid questionnaires from 69 experts by using analytic hierarchy process method. Based on the indicator system and weights developed in this study, three cities and 11 counties of China have successfully assessed their DRR capacities. The results and experiences presented in this article are of great value to future DRR capacity assessment promotion and practice in all coastal counties of China.

(本文编辑: 刘珊珊)