我国沿海综合灾害风险管理的新领域——海陆关联工程防灾减灾*

于良巨[1]，王 斌[2]，侯西勇[1]

（1. 中国科学院烟台海岸带研究所 烟台 264003；2. 国家海洋局北海分局 青岛 266001）

摘 要：近年来，沿海重大工程在规模上扩大和数量上迅速增加，然而灾害的频繁发生给其带来严重的威胁。如何提高并改善这些工程的防、减灾能力，已成为当今我国特别是海岸带可持续发展的一大难题。文章在概述了国内海陆关联工程发展状况的基础上，通过列举近年发生的典型灾害事件，提出将综合灾害风险管理作为海陆关联工程防减灾的新模式；通过分析我国海陆关联工程灾害风险管理的现状与不足，提出了沿海综合灾害风险管理亟须实施的对策，即，建议成立综合性的常设机构，研究制订海陆关联工程综合灾害风险的管理政策和法规，加强海洋海岸带灾害观测预报体系建设，启动重大科研专项等。

关 键 词：海陆关联工程；综合灾害风险管理；海岸带

1 前言

地球表层系统中的大气圈、水圈、岩石圈、生物圈、人类圈之间相互作用，形成了统一的整体。其中，海岸带处于几大圈层之间交界面，是一个海、陆、气、生等诸圈层互相耦合的区域，不但气、海、陆相互作用剧烈，而且也是当今人类活动最为集中的区域。人口密度及人类活动的增加，干扰了圈层之间相互作用的机制，与此同时，人类自身及其活动也受水圈、气圈等圈层的影响，表现为受海冰、台风、风暴潮等灾害因子频率与强度增加的影响。

进入21世纪，随着我国工业化和城市化进程加快以及国家东部沿海率先发展战略的提出，沿海核电站、大型油气储运设施、跨海大桥等各类大批影响显著的工程项目的数量和规模持续的增加。这些工程与传统的海洋工程或海岸工程相比，投资规模更大、建设和运行中对陆域和海域具有更加显著的影响。这些工程项目可称为海陆关联工程[1]，主要指在建设过程以及运行维护阶段中同时涉及对陆域空间和海域空间的显著利用或者同时影响到这两类空间区域的工程项目，或者说，工程项目在海岸带区域一定空间范围内涉及或影响到区域乃至国家的经济建设、社会民生和环境生态的重大工程项目，主要特征是陆地与海洋，以及自然与社会之间互相联动、互相关联和互相影响等。

20世纪90年代以来，以风暴潮、台风、海冰等海洋灾害所造成的损失每年达数百亿元人民币。伴随全球极端气候事件的频发，未来各类海陆关联工程灾害发生的频率有不断增加的趋势。未来20年我国沿海地区经济发展和人口聚集的趋势仍将延续，海陆关联工程建设正处在全面建设的高潮期，沿海自然灾害和人为事故对经济社会发展造成重大损失的风险越来越大。近年来，沿海重大工程的自然灾害和人为事故表现出点多面广的特点，灾害的多样性、破坏性对地区、国家乃至全球产生了深远的影响。以日本2011年受地震海啸淹没福岛核电站为标志，引起国内外对海岸带灾害的广泛关注，特别是随着沿海涉核、涉油大型工程设施相继建设和投入使用，已逐渐成为我国灾害风险管

* **基金项目**：中国科学院重点部署项目（KZZD－EW－TZ－15）；中国科学院战略性先导科技专项（XDA05130703）；中国工程院重大咨询项目（2011－8）.

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

理和研究的关注焦点之一。然而，目前沿海防灾能力总体上仍比较低，而总体防灾形势十分严峻，防灾减灾任务艰巨，现有防灾减灾体系面临重大考验。由于灾害的多发趋势和不确定性，如果不对海陆关联工程防灾减灾进行系统研究，科学判断未来发展趋势，就无法有针对性地采取措施，做到防患于未然，甚至在重大灾害和事故发生时造成无可挽回的损失。如何预防、应对这些灾害并尽快消除这些影响，对海陆关联工程进行灾害风险管理，如何把灾害风险管理的实践上升为理论，即把灾害风险工作理论化，已经成为政府管理的重大课题[2]。综合灾害风险管理已经成为国际社会获得广泛认同并将在各国广泛实施的风险管理理论与方法，本文在综述海陆关联工程的发展及其灾害风险管理现状的基础上，通过对其趋势与薄弱环节的综合分析，依据国际上综合灾害风险防范框架，就海陆关联工程的综合灾害风险管理对策提出一些政策建议。

2　海陆关联工程防灾减灾的形势

2.1　海陆关联工程不断扩大的数量与规模

从世界范围看，大宗原料和商品的运输靠海运节省运输成本。随着我国资源对外依赖度上升，无论是进口的原料还是出口的商品，都主要依靠海运实现。近年来，沿海各省市提出了各自的石化、钢铁、港口等产业的发展规划与发展目标，纷纷提出要大规模建立石油加工和石化产品深加工基地。以大炼油、大钢铁和大港口等工程项目为特征，少则几百亿动辄上千亿元的投资规模，基本形成了沿海布局和依托资源优势的布局特点。

目前，我国每年建设的数以千计的海洋工程和其他涉海工程中，沿海大型工程约占 40% 以上，涉及沿海核电站工程，海洋石油勘探开发工程，沿海石油化工（炼化）基地工程，沿海石化储藏基地工程，沿海机场，重要海堤防护工程，大型港口码头工程、沿海钢铁基地工程、大型沿海能源工程、大型跨海桥梁工程等[3]。这些海陆关联工程可分类四类[1]均对海岸带和海洋环境有重大影响。

（1）石化类：据石油和化学工业规划院的初步统计，截至 2011 年，我国共有各级各类化工园区近 800 个（主要包括专业化工园区、经济开发区中的化工产业片区以及符合园区特点的化工产业集中区），分布在除西藏自治区之外的 30 个省（市、自治区）、260 多个地级市（地区）。目前在沿海布局的大型石油化工产业基地有 40 个左右。

（2）核电类：我国已建成秦山核电厂一二三期、田湾、大亚湾一期、岭澳六个核电站 16 台机组投入运行（2013 年 6 月份，红沿河核电站一号机组试运行），大部分在建、筹建核电站位于东部沿海地；在建核电机组 29 台，装机容量达 3 166 万千瓦，在建规模继续保持世界第一。今后一段时期，我国仍将处于核能高速发展的时期，是目前世界上在建、筹建核电站最多的国家。

（3）交通运输类：国内具有代表性的交通运输类型有：① 跨海隧道，如厦门翔安海底隧道、青岛黄岛湾口海底隧道、拟建琼州海峡跨海工程、渤海湾跨海工程等（含隧道方案）等。② 跨海大桥，如东海跨海大桥、澎湖跨海大桥、澳门跨海大桥、平潭跨海大桥、青岛胶州湾跨海大桥、杭州湾跨海大桥、厦漳跨海大桥、港珠澳大桥、舟山跨海大桥、厦门海沧大桥等。③ 港口及原油矿石码头，如中国上海 、香港、广州、宁波、深圳等港口；最具代表性的为上海大小洋山港。

（4）沿海钢铁基地：在沿海布局的钢铁基地众多，如，营口市鲅鱼圈区的鞍山钢铁基地、河北曹妃甸首都京唐钢铁基地、山东日照钢铁基地、上海宝山钢铁基地、宁波钢铁基地、湛江、防城港钢铁基地等。

2.2　近年来海陆关联工程典型灾害事件

事件一：2010 年 7 月 16 日 18 时 20 分左右，大连新港至中石油大连保税油库输油管线在油轮卸油作业时发生闪爆，引发管线和储油罐原油起火，致上万吨原油入海，创下中国海上溢油事故之最，造成大面积海上污染，直接经济损失超 2.2 亿元。

事件二：从 2010 年 1 月初至中下旬，黄渤

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

海域受到北方频繁冷空气影响，出现近 30 年同期最为严重的海冰灾害，渤海海域结冰面积已经达到 3 万 km^2，约占渤海海面的 40%。冰情对沿海水产养殖、港口运输和油田钻井平台作业等造成影响，仅山东沿海灾情估计损失近 7 亿元。

事件三：2011 年 8 月 8 日 10 时 30 分，受台风“梅花”影响，大连开发区沿海大型化工企业福佳化工在建防潮堤坝发生溃坝，海水倒灌进入石化储存“罐区”，一度引起公众对化工业安全风险的担忧，该环境事故进一步恶化了化工厂与公众的矛盾，并引发社会群体事件。

事件四：2011 年 6 月 4 日和 17 日渤海蓬莱 19－3 油田先后发生两起溢油事故，大量原油及油基泥浆入海，对渤海生态环境造成严重的污染损害，引起了国内外的广泛关注。

事件五：2011 年 3 月 11 日在日本发生的严重地震海啸灾害导致核电站泄漏，大量高浓度核辐射物质入海，引起了人们对沿海重大工程的关注和担忧。

然而，相关企业和管理者并不能吸取教训，2011 年大连石化又分别发生“10·24”火灾和“12·15”火灾，后者火灾中有 3 人遇难。2013 年 6 月 2 日 14 时 20 分左右，在同一区域的中石油大连石化公司一联合车间三苯罐区发生 939 号储罐闪爆着火，并相继引起 936 号、935 号和 937 号储罐着火，造成 4 名工人 2 死 2 伤的事故悲剧。

2.3 海陆关联工程灾害特点和面临的挑战

不同于内陆自然灾害特点，海洋自然环境及水文气象条件复杂多变，导致海上或海岸带发生的灾害称为海洋灾害，可分为气象灾害、水文灾害和地质灾害。大气的强烈扰动，如热带气旋、温带气旋等，海洋水体本身的扰动或状态骤变，海底地震特殊地质构造及其伴生之海底滑坡、地裂缝，都可为海陆关联工程结构物带来灾害。另外，由于结构物有的使用钢铁材料，海水使钢铁及其他金属材料受到严重腐蚀，大大影响着钢质构筑物的使用寿命。

上述原因造成的灾害特点如下：① 发生频繁，由于海洋气象与水文、地质构造复杂，灾害发生次数较多，每年风暴潮次数就达几十次；② 种类多，事故种类有爆炸、火灾、泄露、淹没等形式；③ 机理复杂，除自然灾害的原因外，人为管理也是不可忽视的重要因素；④ 影响巨大，海岸带区域人口及资产密集，灾害一旦发生则损失严重，对周围环境影响巨大。

日本 311 福岛核电站事故，仅海啸等自然灾害对当地的冲击与淹没影响相当巨大，但更严重的是，自然灾害造成的对核电站的破坏及其产生的核辐射等次生灾害影响。一旦发生类似的海洋灾害，不但会对海陆关联工程设施产生强大的破坏力，还有可能造成核事故、危险化学品泄漏和溢油等次生灾害，这是造成人们产生恐慌效应的根本原因。

3 海陆关联工程防灾减灾在沿海综合灾害风险管理中的定位

3.1 海陆关联工程防灾减灾的定位

我国海陆关联工程经过 10 多年的建设发展，在推动地方经济社会发展中成为必不可少的一部分，但从防灾减灾角度，并未被有关管理部门所重视。海陆关联工程防灾减灾是在沿海地区实现可持续发展中的一个极其重要问题，海陆关联工程数量的增加及灾害频率和强度的增大与经济社会的发展不相适应，正成为我国沿海地区的严峻挑战，同时也使其在综合风险管理方面成为大有可为的新领域。

目前沿海地区的经济快速发展，但由于规划、设计、施工和管理不当，石化工业园区、核电站、交通设施等重大海陆关联工程本身也可能成为潜在环境致灾因子，所带来的次生灾害相比自然灾害本身可能更为直接和严重。因此，海陆关联工程防灾减灾的主要任务，一方面是最大限度地减少海洋自然灾害的损失；另一方面又要避免造成的新的次生灾害。

3.2 灾害应急管理与综合灾害风险管理

全面认识和恰当评价海洋灾害给海陆关联工程造成的风险，既是我国海洋防灾减灾工作的基础环节，也是沿海经济社会可持续发展的迫切需要[2]。海陆关联工程的防灾减灾就是防止或减少灾害发生、减轻灾害损失，包括灾害

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

测报、防灾、备灾、抗灾、救灾、灾害恢复发展各个环节，而围绕整个减灾过程所进行的管理即是灾害管理。传统的灾害管理强调应急管理，其实质是危机管理，单纯应对某个单独事件，关注灾害事件本身，强调灾害后的救济和恢复，轻视灾前的预防和准备，即重救轻防，综合管理力度不够。相比之下，风险管理是指采用科学、系统、规范的方法，对海陆关联工程所遇到的风险进行识别、处理的过程，以最低的成本实现最大的安全保障或最大可能地减少损失的科学管理方法。其强调在灾害发生前着手进行准备、预测、减轻和早期警报等工作，对可能出现的灾害预先处理，将许多可能发生的灾害消灭在萌芽或成长的状态，尽量减轻灾害出现的概率。

综合灾害风险管理是指人们对可能遇到的各种灾害进行风险识别、估计和评价，并在此基础上综合运用法律、行政、经济、技术、教育与工程手段，通过整合的组织和社会协作，通过全过程的灾害管理，提升政府与社会灾害管理和防灾减灾的能力，以有效地预防、减轻各种灾害，从而保障公共利益以及生命财产安全，实现社会正常运转和可持续发展[2]。这种综合管理就是创造一种环境和条件来协调各方面工作，从而完成将损失降到最低的目标。这种条件包括管理机制、运行机制、法规体系、技术体系和能力建设五大支持系统。

综合灾害风险管理强调的是灾害应急管理工作的关口前移，要求重视做好日常的应急准备，预备和预警等基础性工作，通过提高企业和政府的突发事件的事件预警和防范能力，充分实现日常预防与应急处置、常态管理与非常态管理的有机结合。

4　海陆关联工程综合灾害风险管理实施中的问题分析

尽管国内海陆关联工程的发展在海洋灾害风险管理上提出了新的形势与要求，但在海陆关联工程综合灾害风险管理实施中的存在诸多不足，尚不能为管理提供有效的支持。特别是与我国陆地大型工程青藏铁路工程、三峡大坝工程、南水北调工程以及西气东输工程的防灾减灾研究与管理相比，差距比较巨大，其综合风险研究与管理远远不能满足现实的需要。

4.1　相关理论研究滞后

从全国范围看，不仅缺少海陆关联工程防减灾的规范研究框架，综合灾害风险管理的应用研究也不足。目前对大型海洋工程的灾害风险研究，多是借鉴甚至套用灾害风险的一般理论，没有充分结合和体现海陆关联工程的特殊性，停留在比较肤浅的层次上，既缺乏风险管理体系建设方面的研究，也对典型灾害机理机制研究不足。国内学者多从宏观层面研究海洋工程的防减灾问题，对微观工程主体的关注较少，普遍注重静态的工程灾害的防治，轻视动态灾害减轻过程；重灾中和灾后的评价，轻灾前的预警，以描述现象或政策性研究的规范性成果较多，定量实证性研究不多。对各类工程灾害的形成的机理机制、预防、监测、预报、识别、测定、控制、应急预案和事发时的快速反应研究，是这一领域重要的研究方向，也期望能成为新的研究热点之一。

在研究内容上，需要加强各类灾害对各类工程的致灾形成机理，工程灾害评估和风险控制、防护对策，目前对防灾减灾的体系结构、系统模型、运行机理、调控预警手段等研究少，特别是对能源类海陆关联工程在灾害发生过程后可能出现的次生灾害问题。此外，以单一灾害的职能部门减灾应急为主，综合性的灾害管理模式和方法研究还停留在较低的层次，从海陆关联工程防灾减灾的实质内涵来说，这方面的研究更有意义。在研究方法上，综合灾害风险是一项综合自然科学、社会科学、工程技术专家、产业界、管理者为一体的跨学科综合性的前沿研究科学，需要在方法上进一步探索。

4.2　科技支撑力量不足

防灾减灾体系建设需要以准确的灾害风险成果为基本依据，用风险的理念认识和管理灾害，最大限度地减灾海洋致灾因子对海陆关联工程的影响，谋求社会经济的可持续发展[2]。在减灾的科技进步领域，无论人为还是自然灾害防御。中国与发达国家相差仍甚远，安全科技在中国尚未形成完善的支撑体系，技术与队

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

伍均显不足，从而导致应急响应与风险管理技术落后，缺少减灾成套技术与减灾科技的投入；在综合应急与风险管理上，国家缺乏综合减灾科技平台，导致一些减灾科技设施建设重复，不能发挥综合灾害风险管理的作用[5]。

4.3 海洋灾害监测能力不足

与美国日本等发达国家相比，海洋观测能力建设与国际发达国家相比差距较大。例如，美国对海洋的研究经费达到 13 亿美元外，还有 6.5 亿～7.5 亿美元的海洋观测专项经费，同时建造了一系列新型观测设施，其目的是保持美国在海洋领域的领先地位。美国、加拿大联合正在东北太平洋海底建设的深海长期观测网——海王星（NEPTUNE）计划最具代表性，它布设在水下约 3 000 m 海床上，覆盖海域约 500 万 km^2，可以长期观测海洋内部和海底各种物理、化学、生物、地质过程，进行几十年的海洋学和板块地壳构造过程研究。在日本列岛东部海域沿日本海沟的跨越板块边界，日本建设了长约 1 500 km，宽约 200 km 的光/电缆连接的深海地震观测网（ARENA）。ARENA 主要监测地震，目前正向地震、海洋学和生物学等多学科观测和研究方向发展[6]。

4.4 相关法律法规及标准滞后

灾害风险管理中的法律和政策具有重要作用，并应将减轻灾害风险战略纳入到国家和区域的发展目标规划中。然而，一方面，国家层面的环保法、安全生产法等法规更新速度慢，没有形成整体的安全环保法规体系，不能满足现实的需要，另一方面，专门灾害风险管理的法律制定和政策不健全，针对综合灾害风险管理的相关法规很少，更多是以单一灾种的评估制度呈现，如《防震减灾法》、《地质灾害防治条例》，缺少层级较高的上位法规范[7]。行业法规不健全，在工程建设各阶段缺乏国家强制性标准的建立与执行等。

4.5 规划保障措施不力

在现有区域或产业规划中，减灾规划不到位，例如，在沿海的各类经济社会发展规划布局、重大基础设施的建设过程中，普遍缺乏海洋灾害风险的评估内容，这带来了很大的安全隐患；有的规划中都对防灾减灾进行了布置，但在实际工作中，往往不能尽如人意，没有将规划中设置的防灾减灾用地落到实处，各类灾害防御措施不协调。“综合”仅限于救灾，而未能贯穿于减灾涉及“测、报、防、抗、救、援”的整个过程中。另一方面，规划制定对可能产生的各类灾害风险考虑不足。目前风险管理还主要集中在自然灾害、事故灾难等传统的风险领域，对工程决策失误等带来的风险关注不足。

5 有关政策建议

海陆关联工程综合防灾减灾进行综合灾害风险管理，从根本上提高各类大型工程的防灾减灾能力；加强防灾减灾体制、机制及法制研究，实现综合防灾减灾的良性互动；加强自然灾害形成机理的研究，提高自然灾害综合管理水平；加强科学技术的应用研究，使其在监测预警、分析评估、应急保障及指挥决策方面发挥更大的作用。

5.1 成立综合性常设机构

成立类似国家防汛抗旱总指挥部办公室的常设机构，专门针对海陆关联工程进行综合风险管理，统一协调交通运输部、海洋局、环保部、国家安监局等工程管理部门和企业，以及中央和地方政府间的关系，整合相关资源，部署与领导减灾规划和灾害的预防、救助等工作。

5.2 研究制定相关政策和法规

将海陆关联工程综合风险管理的关键环节和基本框架、主要内容、对策措施等以政策和法规的形式确定下来。加快完善灾害分类分级、风险预防、监测预警、应急准备、信息发布等方面的具体制度，解决单一法规政策存在的操作性不强，衔接不畅、相互脱节等问题，充分发挥法规政策在灾害风险管理中的引导、规范、保障、促进作用。可以借鉴日本的做法，如日本在综合灾害风险管理体系中，以《灾害对策基本法》和《大规模地震对策特别措置法》为依据，专门针对某一类型灾害进行立法或特别规定，如用于日常风险管理的《台风易发地带灾害防治等相关措施特别法》、《密集地区建立防灾街区的促进相关法》等；用于应急风险管

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

理的《原子能灾害对策特别措施法》、《石油基地等灾害防治法》等。

5.3 建设海陆关联工程综合灾害风险管理体系

对灾害预警、预报，灾害评价、灾害风险区划与规划，灾害应急处置（应急预案、求援队伍等）进行系统和综合管理；同时合理地组织与协调不同管理部门和利益主体在灾害风险管理中的作用，以充分发挥各减灾主体的作用。开展海陆关联工程灾害风险识别与监测体系，建立相应的数据库、评估指标和模型，结合海洋功能区划、土地利用规划等区划规划编制灾害风险图及专门区划。实施综合风险调查，加强风险隐患排查。统筹协调、优化结构、整合资源，全面加强灾害应急预案体系建设、灾情信息管理系统建设、灾害应急指挥体系建设、灾害处置队伍建设、物资装备储备体系建设、科技支撑平台建设等。

5.4 加强海洋海岸带灾害观测预报体系建设

加强海洋观测预报体系建设，完善国家与地方结合的海洋观测预报服务体系，进一步完善海洋观测网络，加大海洋观测站的改造和升级力度。进一步提升海洋预报和服务的精细化水平，提高海洋灾害预警报产品的针对性和有效性，不断丰富预警报产品，拓展海洋灾害预警报信息发布的范围。努力实现大范围、全天候、全天时、精细化、动态化的海洋海岸带灾害监测保障。

5.5 启动重大科研专项

应启动类似三峡工程的重大工程科技专项研究和灾害防治专项，以重大工程事故演化基础理论研究为突破口，围绕工程典型重大事故致灾机理、演化过程、预防控制，揭示灾害事故发生发展规律；重点开展重大灾害风险辨识与防治关键技术与装备，典型事故发生机理、动力学演化过程研究。安全避险、应急救援关键技术与装备，建立基于现代化、信息化、可视化和智能化技术的工程建设安全风险管理信息系统，加强工程安全风险管理理论以及重大事故预测预报和防治技术的研究；开展典型职业危害控制和治理技术与装备研究、个人劳动防护用品和器具研发等；加强行业领域安全技术标准建设，提高海陆关联工程的灾害防治标准。

综上分析，推进海陆关联工程的灾害风险管理，需科学分析评估自然灾害对沿海环境和重大工程安全存在潜在重大影响，以预防、减轻灾害和事故的不利影响为目标，通过动员相关利益方积极应对和控制日益增多的灾害风险，进一步制定海陆关联工程安全和防灾减灾规划，高标准建设沿海安全和防灾减灾工程，构建海陆关联工程安全和防灾减灾标准体系等更为有效的风险管理计划和实施对策，在此基础上，增强对各种灾害事故风险的控制力，完善应对各种灾害问题的机制，减轻灾害造成的损失后果，实现海陆关联工程综合风险管理的战略目标，打造一个安全、和谐、可持续的海岸带。

参考文献

[1] 于良巨，侯西勇，施平．陆海关联工程及其科学研究[J]．海洋科学，2012(4)：73－78.

[2] 张继权，刘兴朋，严登华．综合灾害风险管理导论[M]．北京：北京大学出版社，2012.

[3] 中国海洋工程咨询协会．《沿海大型工程海洋灾害风险评价技术导则(征求意见稿)》编制说明[S]．2012.

[4] 罗沙．海洋局局长：避免日本海啸后发生的灾难在我国重演[EB/OL]．(2011－05－12)[2013－12－28]．http://news.xinhuanet.com/politics/2011－05/12/c_121409338.htm.

[5] 陈婧，刘婧，王志强，等．中国城市综合灾害风险管理现状与对策[J]．自然灾害学报，2006，15(6)：17－22.

[6] 李颖虹，王凡，王东晓．中国科学院近海海洋观测研究网络建设概况与展望[J]．中国科学院院刊，2008，23(3)：274－279.

[7] 刘春晓．我国将完善海洋灾害风险评估机制[EB/OL]．(2011－04－06)[2013－12－28]．http://news.hexun.com/2011－04－06/128507120.html.

[8] 张继权，冈田宪夫，多多纳裕一．综合自然灾害风险管理[J]．城市与减灾，2005(2)：2－5.

[9] 史培军，邵利铎，赵智国，等．论综合灾害风险防范模式：寻求全球变化影响的适应性对策[J]．地学前缘，2007，14(6)：43－53.

[10] 史培军，杜鹃，叶涛，等．加强综合灾害风险研究，提高应对灾害风险能力：从第 6 届国际综合灾害风险管理论坛看我国的综合减灾[J]．自然灾害学报，2006，15(5)：1－6.

?1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net