

防灾事业产业化之发展策略

——以台湾气象产业为例

■ 彭启明 曾鸿阳 赖忠玮

台湾地区地处天然灾害频仍之地带，平均每年约有3.5个台风侵袭陆地区域，由于台湾总面积近70%为山地地形，且具有坡度陡峭、地质脆弱和水流湍急等不利于土体安定的地面条件，加上地震、暴雨集中及人为过度开发等外力之作用，以致台风侵袭后往往伴随着水灾、崩塌、地滑、土石流、山地洪灾等。世界银行于2005年提出的自然灾害高风险区（Natural Disaster Hotspots）评估报告指出，台湾极易遭受天灾侵袭，尤其高灾害死亡率之风险区域高达九成，影响人口高达九成五，位于全球首位。而台湾“消防署”2010年的统计数据显示，台湾近五十年发生的灾害次数接近300次，其中70%为台风，其次17%为水灾，地震占9%。在伤亡人数上，台风引发伤亡人数高达近47%，地震虽排名第三，发生频率也低，但伤亡人口比例高达38%。

虽然台湾地区要面对的天灾风险几近世界之首，然防灾运作上却呈现头重脚轻的现象，例如公务部门或较具资源的直管市在预算、人力及信息等防灾能力上较佳，多数地方县市部门则相对弱势，第一线面对灾害的乡镇市区资源更为匮乏。而防灾的资源投注或运作操作也近乎是以公务部门为主体，尚未从产官学之定位进行分工。本文即探讨防灾产业的问题，希望借由从台湾气象产业发展的经验，提供未来发展防灾产业推动民间参与的发展策略。

一、防灾产业

根据2008年张添晋等人之论述，防救灾产业为“以维护人身或社会大众之生命、财产为首要，而与研制、产销安全产品或提供相关服务等所形成之产业结合”。并指出美国每年之防灾产业需求约为500亿美元，欧洲则约为400亿美元，并持续上升中，因此若能加强防灾科技研究，并配合资通信产业之优势，积极推动防救灾产业，将可及早在此市场中占有一席之地。同时张添晋等于2010年针对防灾科技研究文献回顾，归纳出适合发展及具有潜力的台洪与地震灾害，其中台洪灾害产业有：3D-GIS台风降雨灾害潜势展示技术、实时雨量监测及通报系统、淹水预警技术、坡地灾害预警分析技术、防救灾信息共通平台等。地震防救灾产业定义：为防范及维护当地震发生时危害人身或社会大众所延伸之生命安全及财产之相关产品或服务，并系运用于地震减灾、整备、应变及重建四方面之产业。但与减灾、整备、应变及重建关联度较低之产品及服务则不列入考虑。

面对灾害的过程，可分为预防、预警、动员及重建四个阶段，若以国际上的产业来区分，民间产业多以预防及预警为主，至于动员救灾及重建涉及到公务部门资源的调度分配、公权力或法规之制定，目前多以公务部门或非政府组织（NGO）为主要负责单位。因此，吾人认为在定义“防救灾产业”时，以“防灾产业”之名称较

为合宜现今实际民

间产业型态。从企业经营的角度来看，投注于防灾的整备比较容易看得出效益，例如民间许多企业，可以体认气象经济的重要性，国外许多的气象经济研究宣称，气象投入与产出比为1:98，即企业在气象预测方面投资1元，可以得到98元的经济回报。联合国发展计划署（UNDP）也指出，若能够投资1元的防灾，可减少4~7元的损失，防灾不限于硬件的防灾系统建置或购买相关商业保险服务。国际跨国公司有较佳的防灾应变计划，平均可减少40%的损失。有防灾计划者，平均损失幅度为一般损失的5%。事实上，防灾并非只有特定的防灾产业服务供货商才能做，一般公司只要设置防灾部门，都可视为广义的防灾产业能量，联合国减少灾难国际策略（International Strategy for Disaster Reduction）组织，曾提出以下观点可作为公务部门与民间关系防灾产业的参考。

（1）鼓励发展公-民间企业伙伴关系：为减少城市环境及相关基础公共建设等灾害，鼓励公-民间企业合作，制定政策，开发及利用金融风险分担机制，确保社会具有足够资源及抗灾能力。

（2）利用民间企业之专业知识及优势推动减灾：如建筑业可规划安全土地利用及建筑标准；通信传播业发挥灾害监测、预警及通知之重要作用；保险业进行风险评估，并分担风险；运输业疏散人

【编者语】

台湾是全球最易发生天然灾害的地区之一，防灾的投入目前是以公务部门为主体。作者阐述了台湾防灾产业的现状，介绍了日本、美国防灾产业的成功经验，并以台湾气象产业为例对未来防灾产业的发展进行了展望。

群，水资源业进行洪水管理、排污排水等。

(3) 促进信息交换及传播：分享监测、评估、预报、预警等信息，并透过与国际减灾策略系统合作，得到最新灾情及各地需求。

(4) 强化中央及地方风险评估：进行风险评估及社会经济成本效益分析，有助于增加竞争优势及经济发展。

(5) 支持发展及加强国家和地方法律、法规、政策和方案：建置政策及方案以减少灾害风险，提高应变能力，并得到充足的财政及资源分配。

产业化的本质并非将现有业务完全由民间承担，而是重新以新思维来分配资源并创造商机，减少公务部门的预算支出及人力负荷。台湾地区目前的防灾是公务部门直接下达疏散或整备的防救灾指令让民众依循，所有防灾资源集中于公务部门，防灾业务系伴随于公务部门业务机构运作的配属预算下执行，尚欠缺产业化厚植于民间防灾能量的概念，产业界未有太多空间可主动参与或投资在防灾整备或服务供应上。

而日本在灾前整备，甚至在整个防灾产业链中，则是以自助、互助和公助之方式达到全民防灾的架构，中间联系与软硬件建设则透过产业界的力量补足（图1）。也就是说日本政府提供需求设定与政策引导，学者提供技术研发，产业界则投入前两者研发的技术及资源实用化为可供选择的服务供应，以服

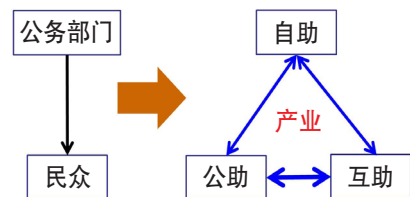


图1 当前台湾地区(左)与日本(右)防灾体系结构

务民众自救的需求，小区邻里、地方政府则在产业界的辅导及设备建置下，可更精确及及时地互助避灾。再结合政府高能量及重装备的后备支持，借由产、官、学及民众公助、互助及自助的互相结合，除了使整体力量更完整扎实之外，也创造防灾产业商机。而台湾的风险相当高，若能够把危机转化为商机，更可将防灾产业对外输出。

日本以产、官、学及民众等四方力量一起达到全民防灾的架构，可从其近年来所发展的地震速报系统为例。根据赖文基等在2007年的论述，日本紧急地震速报系统由日本气象厅提供地震信息，产业界则有效地衔接气象厅所提供的地震速报信息，针对不同地震防灾需求，开发个别领域应用商品。在科学技术上，主要由日本文部科学省提供经费，在日本气象厅的协助之下，进行地震波形处理与提供、信息接收系统开发及远程数据防灾应用等研究，由日本防灾科学技术研究所负责主要技术研究及开发。在推广应用上则委托实时地震情报利用协议会（REIC）与相关支持企业合作，进行地震防灾相关领域应用的研发，其中REIC系由各产官学领域代表所组成，针对实时地震情报、洪水、海啸等实时防灾情报，针对各应用领域进行系统开发之研究。

日本政府于2007年针对此计划投入10亿日元，研发地震速报架构，同年加上在应用端的开发，包含建筑物、水坝、工厂、手机通信、IP电话、学校及电梯等领域，在产、官、学的通力合作下就创造出600多亿日元产值，目前一般利用率高达97%，产业总价值超过1兆日元。而此速报系统除了创造庞大的产值之外，也在2011年的“3·11”日本宫城大地震中充分发

挥功效，此次日本东北地震、海啸及核扩散危机中，日本全国所建置的紧急地震速报系统，让相当多的民众及时逃离濒临崩颓的建筑物、实时疏散到空旷地点、避免被掉落物品砸伤、实时切断瓦斯管线、让急速行驶的新干线列车减速停靠（因地震而死亡人数不到百人）、核子反应炉终止操作。

此次日本气象厅所发布的紧急地震速报，于12s（侦测到地震波后5.4s）后针对专门使用者（付费的高度利用者）发出第一报，于地震发生后15s（侦测到地震波后8.6s）透过电视、广播等发出公共用途的速报。实时距离震央仅130km的仙台市都尚有20s的救命时间，而距离376km的东京市，获得简讯及电视广播通知后更有超过40s的避难时间。除了人们所熟知的透过电视、广播的一般公共用途紧急地震速报以外，日本气象厅的紧急地震速报也透过特定的54个地震预报许可业者，传送到16个不同领域超过600个业者进行紧急地震速报情报数据接收及分送。这些数据分送的机构包括公共事业、防灾利用机构、网络服务业者、电信业者等。由于紧急地震速报倚赖快速的传输，仅有数秒钟的预警时间，任何因为数据处理及发送造成的延迟都会减弱灾害降低的成效。日本紧急地震速报系统其最大的优势在于产业界有效地衔接气象厅所提供的地震速报信息，针对不同地震防灾的需求：工厂、住家、大众运输等，开发个别领域的应用商品，在充分考虑地震速报的能力与限制后，配合防灾体系的规划，提供不同防灾信息运用者迅速、正确的信息。地震速报系统确实能对地震防灾提供极大的功效，但也有待于相关配合条件（产业技术、防灾体系与防灾教育

等)能同时适切的发展,日本“紧急地震速报系统”的发展经验,值得未来台湾发展地震速报防灾应用参考。

二、台湾可发展的防灾产业

吾人评估台湾可发展防灾产业之分类及架构如图2所示,可区分为八大产业分项。在预测监控服务方面,以雨量站为例,虽然目前台湾气象局所设之雨量站已多达三百余站,另外再加上“水利署”及“农委会水保局”之监测站,于全台之分布密度相当高,然而在易致灾的偏远山区,由于通信及维护不易,仍有多数重要地点未设雨量监测站,为未来必须克服的重点,事实上此亦可借由民间产业之科学技术及研发力量来克服。至于防灾训练体验,台湾目前仅局限于地震发生时之防灾教育,且尚未如日本落实,算是当前较缺乏的部分。解决方式亦可借由民众及产业界的力量推行,例如由通过气象预报认证之讲师或机构至各级学校机关进行气象教育,在防灾部分则可设立诸如防灾认证讲师,或整合于环境教育合格证照中,由获得认证之人员进行基础教育。除了能建立全民防灾观念外,亦可提升相关科系人员之专业价值。天然灾害研究及研发,产业未来可朝向研发相关防灾产品及系统建置、推广防灾产品发展,并针对各产业进行天然灾害风险管理研究,与因应气候变迁研拟各企业防灾解释方案之研究,而公务部门未来可规划辅导各研究中心技术转移至产业界,并鼓励其使用更新之防灾科技研发新产品,建立品牌及外销至国外。

灾害风险管理及整備目前仅就建筑物实施环境影响评估及后续之检验,但并未特别针对灾害风险管理,且多由消防单位整合各部会

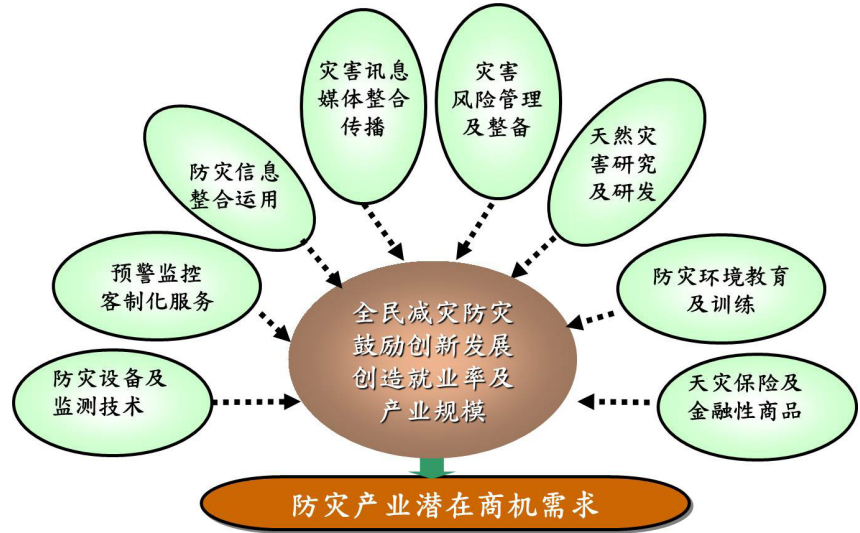


图2 台湾地区防灾产业之架构

担任,灾害风险管理集中在消防单位。未来可加入灾害风险评估分析师顾问服务与管理辅导审核,如农、林、渔、牧、工、商、电子、电机等各产业灾害风险评估分析师,并建立灾害风险管理师认证制度,因应气候变迁,于环境影响评估中提高防灾标准,与针对各产业制定灾害风险管理标准及审核制度。区域型防灾建筑除了诸如防震防风之硬件钢筋建材之外,目前较缺乏的当属通信设备。如何使用高科技通信器材建立小区防灾网,使民众互助防灾及通报公务部门争取防灾资源,以减少生命财产损失,当为未来之重要目标之一。日本目前已有类似之小区防灾通报网络产品,亦由产业界深入研发以补足此缺口。

灾害信息整合传播部分,可发展防灾电视台及相关传媒,提供防灾科普知识教育、剧烈天气及地震等实时相关信息,如实时气象及地震数据整合灾害信息,甚至发展如防灾游乐园,鼓励辅导相关园区之设置,与防灾倡导电影制播及宣传,以实质方式鼓励防灾电影之拍摄。防灾设备及监测技术,台湾为全世界消费性电子产品主要研发生产基地,却没有鼓励发展应付天灾

的消费性电子产品。未来可针对防灾设备之软硬件系统进行研制,应用于各产业之防灾设备,如建筑物中央整合防灾应变系统,辅导重点产业进行防灾设备建置及相关观测站之设置,与其他防灾设备如降雨、地震及土石流等监测仪器等研发。防灾信息整合应用部分,可辅导小区建立区域型防灾网络,研发及推广各种防灾资通信设备,公务部门未来可规划有条件释出各种实时监控数据进行防灾信息整合。

至于天灾性金融商品,目前台湾虽然已有天气保险,但尚未成熟。而天气衍生性商品则是天气保险在资本市场与保险市场发展的结果,将天气因素纳入风险管理。在保险市场已行之多年,长久以来早有因天气造成营业中断或财物损失概念为基准。目的主要在降低企业面对反复不定的天候因素所造成成本增加或收入减少等损失之风险,多数仍以天然气象损害为主要投保方式。

而产业化系以能够发展成为自给自足,成为一个金流的产业服务生态链为主要目的,如图3所示,并非都由公务部门出资,各界透过投标竞争来分享公务部门资源,在初期虽可使用这种方式让公务

部门“减肥”，但长期而言，公务部门的施政计划如需民间参与，必须考虑如何透过扶植民间产业，形成一个明确的产业链，未来可透过民间自行发展生存为主要方向，才能够与国际竞争。

台湾在防灾产业未来发展与推动上，仍有许多问题亟待克服：市场开发层面上，受限于市场规模较小，拓展国外市场时又必须与大厂竞争，厂商在产品研发能力、安全效用验证、设置操作流程与周边服务必须更具竞争优势；政策层面上，目前尚未有明确的产业发展策略，有待各部门整合与规划；社会大众的防灾意识层面上，目前对灾害预防则普遍有认知不足的问题。

基于台湾原有的资通信与制造的产业实力，防灾产业相关技术，以及相关产品、服务等各方面皆有发展潜力与空间，部分类型厂商商业已出现，惟目前还未进行跨领域整合，因而相关子产业或厂商仍然分散于其他产业。未来可透过防灾产业核心发展技术策略联盟之建立，配合防灾产业政策规划，促进防灾产业的发展。

如认知防灾为重点产业，公务部门须明确推动建设防灾为新兴产业，必须投入相当程度的经费、时间与精力。完善的产业发展策略，乃至配套措施规划，每项环节皆是新兴产业能否顺利推行的重要关键。若能仿效日本地震速报计划，利用民间自助、互助及产业的力量，将政府研发之技术及资源转移给民间产业进行商业研发，并针对基层建立良好的天灾知识、防灾观念及良好的资通信防灾设备，在硬设备和软件防灾观念上弥补地方政府资源之不足，一方面可改善台湾防灾效率，另一方面则可创造防灾产业之产值，预估未来两年若积极辅导，预估产值至少可达百亿以上。

三、以气象产业为例

气象是台湾现有在防灾产业中，最早出现产业概念的领域，最早系于2002年台湾“交通部”研议“气象政策白皮书”，明订将气象区隔分工，鼓励扶植民间气象产业。2004年“气象法”修订之后，并推动台湾“气象预报证照”制度，有预报证照之公司机关、团体及个人可进行日常天气预报，目前已有五个团体，八张个人的预报证照。民间的气象公司、天气风险管理开发公司，曾与中国文化大学签订产学合作协议，经由产学合作下蓬勃发展，已有将近200家客户。经营团队已经超过30余人，已经可以自给自足，服务区域涵盖全台湾及亚洲部分区域，在民间气象产业发展后，“气象局”并未因此受到阻碍，反而带动良性的竞争或合作，然若能够以更开放及开明的策略辅导，有效的区隔分工，相信更能开拓民间产业的发展，例如精致化乡镇气象预报，如能以更开放思维，更能增进气象产业的发展。

以美国为例，目前美国产官

学界有相当良好的合作方式。事实上，美国分工相当明确，美国海洋和大气管理局（NOAA）服务宗旨即明订为提供信息以了解并预测地球环境的改变，管理海洋资源以符合国家整体经济、社会和环境需求。为了达到此目标，NOAA透过研究计划、多样的评估以及大量信息去维系一个以观测、沟通和预测为基本原则的系统，以支持整个国家体系的运作。同时，NOAA也有提供信息给其他政府机关的义务。在产业界方面，美国气象公司如 Weather Channel，系一完全民营之气象工作机构，其员工包含气象影片制播人员、顾问、风险管理者及媒体工作者等，使用 NOAA 信息建立以观测、传布和预测为基本原则的系统，并借由此系统来产生能符合他们客户需求的产品或服务。NOAA 也会透过与民间气象工作者合作方式，协助发布某些会影响一般大众安全的警告或新闻信息。

美国某些气象公司、媒体和大学系所，经常与地方频道合作，开放实习机会，借由与产业互动，教

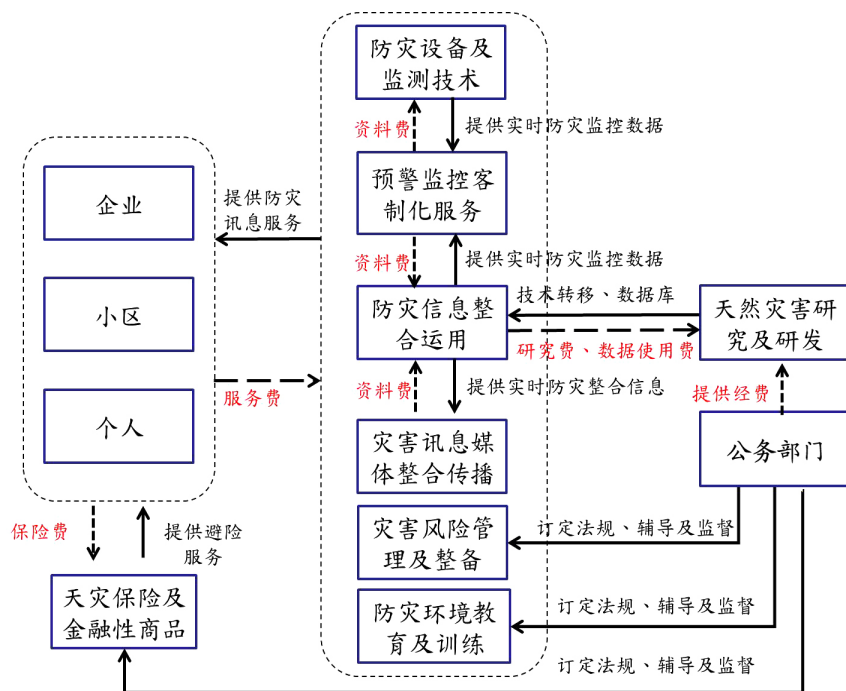


图3 防灾产业之金融服务架构

育下一代关于参与企业、科学研究以及发展新技术和服务的重要性，如此一来，便可促进民间气象工作更深入的发展，以及更高的附加价值。政府和非政府机关的合作对美国气象产业的发展有相当帮助，NOAA十分了解和产业界、学术界及研究机构等对象合作的益处，远大于彼此竞争，唯有在生产、官、学三方通力合作下，才能有效提供专业领域人才就业认知与分工，供应大众所需的信息与服务，满足民间机构之需求，并创造气象信息之价值。

台湾的发展类似日本“气象预报士”的资格考试，则主要由日本财团法人气象业务支持中心（JMBSC, Japan Meteorological Business Support Center）所办理。JMBSC成立于1994年，基于当时气象服务法令而设立，并由日本气象厅（JMA, Japan Meteorological Agency）监督。目的为支持、加强日本国内气象产业发展，达到预防或减轻自然灾害造成的影响。1993年5月日本修订气象法，有意从事气象业务者如民间气象公司、个人气象预报等，预报人员需取得“气象预报士”资格，尔后便发展出“气象预报士”资格考试，以确保预报人员皆具备气象基本知识、灾害管理知识和技能，提供大众正确之信息。JMBSC一年举办“气象预报士”资格考试2次，至今已17年，共有140278人应试，合格8299人，合格率5.9%。台湾“气象预报证照”与日本“气象预报士”制度之推行均为提供社会大众面对气象预报或灾害时，有更专业之人士协助分析、应变。台湾在这几年来公务部门需求气象专业人士客制化协助预判气象业务越来越多，已经有地方单位名列需求气象职系公职人员，然其并非在气象单位内，未来

的发展及职等恐受到限制，或许日本相关发展经验，将部分业务下放至民间方式，可供台湾未来执行之参考。

台湾若要发展防灾产业，可以气象服务发展的策略及方式，进行相当策略之推动，以循序渐进方式提供民间产业发展之空间。

四、结论

危机就是转机，台湾面对天灾的风险系数很高，但目前整个压力全在公务部门身上，民众及公务部门过分强调责任区分，首长的责任相当严峻。因此本研究建议政府应推动“防灾产业”，将公务部门业务进行明显区隔。落实防灾工作为民生消费的一环，而非仅止于公务部门的全民救灾。未来可应防灾的基本精神：自己的安危自己照护；日本新推行的防灾精神：自助（七成）、互助（两成）及公助（一成）可值得学习效法。

公务部门可主动提供释出各种灾害监测数据，提供研发补助，带动民间投入，创造庞大产业价值。同时回馈予公务部门与紧急灾害利用，提升灾害防护系数，如此方可强化民间灾害应变能力。例如“气象法”修正的开放，近几年的松绑，民间企业已经开始深化到各行各业，减少企业界对公务部门防灾的依赖，也创造每年将近一亿多元（新台币）的产值。

在执行方式上，宜结合防灾主管单位及经济部等组织，成立防灾产业推动小组，协调公务部门相

关补助计划（主导性新产品、业界科专等），每年可提拨一亿元（新台币）经费，奖励防灾产业雏形计划，及进军国际市场，成立优质防灾计划服务/产品计划奖励审查小组，设置防灾产业创投资金，提供无息或低息贷款，鼓励大型、国际合作计划，并将核心业务根留台湾，形成产业分工、策略联盟，奖励厂商进行国际市场营销，参加国际展及比赛，建立产业国际形象并争取国际合作机会。运用政策工具（如租税优惠或业界科专等），分摊厂商初期开发风险，创造国际竞争优势。结合国外厂商，共同开发国际级产品，使台湾成为国际级防灾产业中心。运用奖励政策工具加速同业、异业联盟，开发跨平台防灾产业服务/产品，进军国际市场。

防灾产业的推动，除了在防灾救灾预防、预警、动员及重建四个阶段提供民间参与的实质支持能量外，亦能落实防灾工作为民生消费的一环，成为自助、互助及公助的全民参与，而非仅止于公务操作。以回归防灾的基本精神“自己的安危自己照护”的基本原则，并提升面对未来气候变迁情势下环境风险的新思维：修正灾害可预测、可防止的硬件建设思维，转化成降低灾害冲击、增加恢复力的风险管理精神，亦是推动防灾事业产业化的最大回馈。

（作者单位：彭启明、赖忠玮，天气风险管理开发股份有限公司（台湾）；曾鸿阳，中国文化大学大气科学系（台湾））

深入阅读

- 邓敏政,等. 2008. 防救灾产业推动策略与可行性分析研究. 全国灾害危机处理研讨会论文集, A1-31- A1-41.
- 马道,等. 2009. 防救灾产业化的论述与我国的发展, 台湾经济金融月刊, 45(11): 43-53.
- 赖文基,等. 2007. 日本“紧急地震速报系统”发展现况. 气象学报, 12: 35-44.
- 张添晋,等. 2008. 防灾产业调查及其发展可行性研究, 96年度“强化灾害防救科技研发与落实运作方案”成果研讨会.
- 张添晋,等. 2010. 防救灾产业之研究. 国家灾害防救科技中心.