

WMO基于影响的 多灾种预报和预警服务 指导原则



世界气象组织

天气·气候·水

WMO-No. 1150

WMO基于影响的
多灾种预报和预警服务
指导原则



**World
Meteorological
Organization**
Weather · Climate · Water

2015

WMO-No. 1150

编注

WMO术语数据库“METEOTERM”详见：http://www.wmo.int/pages/prog/lsp/meteoterm_wmo_en.html。缩略语也可查询：http://www.wmo.int/pages/themes/acronyms/index_en.html。

WMO 公共天气服务计划欲借此机会感谢所有参与本出版物撰写的作者：Gerald Fleming (爱尔兰气象局)、David Rogers (世界银行/全球减灾和灾后恢复基金)、Paul Davies (英国气象局)、Elliott Jacks (美国国家海洋和大气管理局国家天气局)、Jennifer Ann Milton (加拿大环境署)、Cyrille Honoré(法国气象局)、Lap Shun Lee (香港天文台)、John Bally (澳大利亚气象局)、王志华 (中国气象局)、Vlasta Tutis (克罗地亚气象水文局)以及Premchand Goolaup先生 (毛里求斯气象局)。

WMO-No.1150

© 世界气象组织, 2015

WMO对印刷、电子和任何其他格式的出版物，以及用各种语言出版的出版物拥有版权。短幅选摘WMO出版物无须授权，但须清晰完整地注明出处。涉及编辑及要求出版、重印或翻译本出版物全文或部分者，须联系：

Chairperson, Publications Board

World Meteorological Organization (WMO)

7 bis, avenue de la Paix

P.O. Box 2300

CH-1211 Geneva 2, Switzerland

ISBN 978-92-63-51150-8

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03

Fax: +41 (0) 22 730 80 40

E-mail: publications@wmo.int

注：

WMO出版物中所用的称号和本出版物中的材料表示方式并不代表WMO秘书处对各国、领土、城市或地区、或其当局的法律地位、或对其边界划分的观点立场。

提及的具体商号或产品与未予提及或未刊登广告的同类相比并不表示前者得到了WMO的赞同或推荐。

WMO出版物中显示的带署名作者的结果、解释和结论只是作者的观点，并不一定反映WMO及其会员的观点。

目录

页码

执行摘要	v
第1章：基于影响的预报案例	1
1.1 应对水文气象多种灾害	1
1.2 预期结果	1
1.3 基于影响的预报	1
第2章：基于影响的以及影响预报和预警服务的关键概念	4
2.1 灾害	4
2.2 水文气象预报的不确定性	4
2.3 暴露度	4
2.4 脆弱性	4
2.5 风险	5
2.6 天气预报和预警、基于影响的预报和预警、以及影响预报和预警	5
2.7 服务提供伙伴关系：公共部门和政府职责	6
第3章：逐步推进影响预报工作	7
3.1 常规预报	7
3.2 基于固定气象阈值的预警	7
3.3 按照与用户/实践部门商定的有关阈值发布天气预警	8
3.4 含细分时空阈值的天气预警	8
3.5 基于影响的多灾种预报和预警服务	9
3.6 影响预报和预警服务	10
3.7 影响预报的理论和业务应用示意图	13
3.8 影响预警服务的益处	14
第4章：影响预报和预警服务开发过程中的建议元素	16
4.1 伙伴关系	16
4.2 信息和服务的发展	17
4.3 基于影响的预报和预警的功能要求	18
4.4 发展国家气象水文部门员工和合作伙伴的能力	19
4.5 验证	20
第5章：在向基于影响的以及影响预报和预警服务转变过程中的总体管理方法	21

执行摘要

每年全球灾害性水文-气象事件的影响都会造成大量伤亡，对财产和基础设施造成显著损害，对社会经济的不利影响会持续许多年。尽管已对其中许多灾害事件做出了充分预报，且相关国家气象水文部门（NMHS）及时发布了准确的预警信息，但这类损害仍会发生。

这种明显脱节的原因在于水文-气象事件的预报及预警与民防/应急管理主管部门及民众对灾害事件潜在影响的认识之间存在差距。简而言之，虽然知道会出现什么天气，但往往并不了解天气的影响。

如果要弥合这一差距，则需要制定综合性方法来观测、模拟和预测水文-气象灾害事件以及后续的一系列危害及其影响。解决这一问题将需要多学科、高度综合性和针对性的努力。其重要性在于这不仅能够确保获取尽可能最好的科学和最佳的服务，还能够应对当今的多灾种事件并提供尽可能最佳的证据，从而在未来根据气候变化对必要基础设施做出高代价的决策，保护人民的安全。

提高对水文-气象灾害事件潜在影响的认识会给NMHS及其伙伴机构，特别是减灾和民防机构（DRCPA）带来挑战。本指导原则可制定路线图，用以确定从天气预报和预警到多灾种基于影响预报和预警服务的各项进度。

为了保证完整性，本指导原则还阐明了实际影响的最终预报步骤，尽管认识到这是一个极为复杂的工作，不仅需要与伙伴机构开展强有力的合作，还要大力开展暴露度和脆弱性研究。对于许多WMO会员而言，这一步骤并不是NMHS的职责，而是相关DRCPA和其他伙伴的职责。

从天气预报和预警向多灾种基于影响的预报和预警服务发展表明许多NMHS在服务提供方面的范式转换，除了完全符合2013年通过的WMO服务提供战略实施计划的NMHS。为了帮助会员推进这一进程，本指导原则包含了许多有助于说明所述变化的性质的实例，还包括的一个章节是关于在此背景下相关性变更管理的可能方法。

第1章：基于影响的预报案例

现在只提供良好的天气预报或预警是不够的，人们需要确保安全和保护财产的信息。

1.1 应对水文气象多种灾害

在WMO社群内部，天气预报的科学进展使其有能力提供在准确时间和时间提前量上可靠的水文气象多种灾害预警，这应该直接履行NMHS的任务：提供水文气象灾害预警以支持生命安全并减轻财产损失。为了让各国政府、经济部门和公共采取适当的行动，他们需要了解水文气象多种灾害会如何影响他们的生活、生计、财产和经济。

在一定程度上由于人们对水文气象多种灾害对福祉的影响和产生的后果缺乏认识和了解，仍然会产生人员死亡的情况，而且与水文气象灾害相关的社会经济成本也将继续升高。

WMO会员应如何变革其行动以解决这个问题？如此一来，他们应如何通过利用科学、技术、资料以及来自气象界内部及外来的资源以促进经济增长，从而加强社会应对水文气象多种灾害的能力？

1.2 预期结果

服务和预警的效用取决于人们使用信息和采取有效行动的能力。因此，从体制上加强和提高观测和预报系统以及水文气象预警的质量是必要的，而且是减轻不利影响的先决条件但还是不充分。总之，准确、及时的水文气象预警不能保证生命安全或防止重大经济混乱（参见第2页中的文框）。

国家气象水文部门需要与DRCPA、公众以及各利益相关方开展更有效的合作，以帮助人们了解灾害如何影响他们，从而确保适当的行动。通过将基础设施的脆弱性纳入水文气象多种灾害以及在紧急情况下人们可能的行为，NMHS可帮助减少因与这些灾害相关的死亡、伤害和损失而产生的不利影响。

尽管认识到重要的焦点是人民群众生命财产安全，NMHS还是需要应对商业部门对于有效服务的需求，以实现经济增长和可持续发展；而增长则依赖于利用天气的有利影响以及避免不利影响。

1.3 基于影响的预报

上述问题可加以阐述，以便说明一种或多种灾害可能对存在风险的个人或社区产生怎样的影响。范例包括预报在高峰时段降雨可能对道路使用者产生的影响，或者由于强风而关闭机场对乘客的影响。从主观的角度来说，可以与运输客户合作，或者从客观的角度来

为什么较好的预报会造成应对不利？

有些地方对气象灾害做了很好的预报，但未正确认识到其影响或其影响被低估而且应对不利，这样的例子不胜枚举。以下两个例子说明了需要的不仅是天气预警。

案例1 – 热带气旋“海燕”（当地称“尤兰达”）

2013年11月7日袭击菲律宾的5级风暴，热带气旋“海燕”（当地称“尤兰达”），是近期最著名的例子。截止2014年1月14日，报告的死亡人数达6201人，28626人受伤，1785人仍下落不明。超过1600万人受到影响，根据当前的估算，对基础设施和农业的破坏超过8.27亿美元*。最大十分钟持续风速达到了每小时275公里，强风引发了风暴潮，这也是造成人员死亡的主要原因。更好地掌握了有关此次风暴具体影响的知识，是否减少了人员死亡？答案很可能是这样。气象部门，即PAGASA及时发布了准确的暴雨和强风预警，而政府向最容易受到影响的地区派遣了飞机和直升机。然而，这仍然是不够的。如果能够更好地了解风险的知识（特别是风暴潮），那就有可能更早地、更广泛地撤离暴露区域的群众**。

案例2 – 热带气旋“菲特”

尽管远没有“海燕”强烈，但热带气旋“菲特”印证了天气预警的一些局限性。

热带气旋“菲特”于2013年10月6日开始影响中国大陆地区，造成重大损害和破坏。当地时间10月7日下午8点至当地时间10月8日下午2点间，上海的降雨量达156毫米，这是自1961年以来18小时内最高降雨记录。造成的影响很严重的：97条道路被水淹没；900社区淹水，很多地下停车场和汽车损坏；一些防洪墙壁和其他设施被破坏。河流泛滥淹没了四个区。到10月11日，有超过120万人受到了直接影响，其中有1人死亡；2800万公顷农田被水淹没。据估计，直接经济损失达8.9亿人民币。在浙江省，报告死亡人数为7人，直接经济损失估计超过330亿人民币。

中国气象局/上海市气象局根据标准的运行程序和规定发布了准确的预警，随着形势的恶化将预警的等级从蓝色升至红色。1800万人收到了预警信息。

然而，公众的反应是“为什么预警发布得这么晚”？

当地时间10月8日早5:36分发布了降雨橙色预警，当地时间7:38分发布了红色预警。这一天恰逢中国国庆节假期后返校和上班的第一天。发布最高级预警的时间又正值早高峰，人们在意识到形势的严重性时已经在上班的路上了。

交通阻塞使得人们既不能到达目的地或者返回家中。

如果预报这些准确，为什么还会出现这种情况？

和很多国家一样，中国的预警系统主要是基于气象阈值。每一个预警登记还包括当发布此类预警时，推荐采取行动的概述。其中的行动通常是比较笼统的，并不提供特定情况下的具体指导。预报员通常不会考虑人们对于灾害的脆弱性和暴露度。在“菲特”来袭时，这意味着直至进入早高峰时才发布了最高等级的预警，而这时早已超过了相应的气象阈值。

* 国家减轻灾害风险和管理理事会，2014年。

** WMO，台风海燕之后赴菲律宾专家考察团，2014年4月7-14日，马尼拉和塔克洛班，考察团报告（2014年）

说，可通过制定一个使用脆弱性和暴露度数据集和气象信息的影响模式。一般来说，了解灾害风险以及预报水文气象灾害超出了气象学家和水文学家的职权范围。然而，由于风险和影响往往是由极端水文气象事件引发的，人们认为NMHS是最适合预报这些事件影响的机构，同时要与其他机构合作。在某些情况下，NMHS可能会在提供水文气象信息以促进其合作伙伴预报影响的方面，起到一定的支持作用。

成功的基于影响的预报要求与那些具备额外必要专业技能、资源和知识（例如人口资料、众包技术、地理信息系统（GIS）、互操作性、第三方资料整合和使用）的机构开展协作，以提供NMHS无法

独立提供的影响服务。从服务用户的角度来说，这包括最易受灾的社区，以促进信息系统。服务的提供方和这些服务的受益者紧密合作，会提供一个综合权威、统一的声音，使得所有人能够产生共鸣，进而能够采取有效的行动。

本指导原则的目的是概述路线图，从而协助WMO会员进一步开发既让用户能够充分理解极端天气灾害的后果，又便于采取适当减缓行动的预报和预警服务。如文中所述，该路线图确定了实现上述目标的若干步骤。鉴于每项步骤都意味着复杂性加大，而且需要与相关伙伴机构更紧密的合作，同时还要整合超出提供灾害预警通常所用的资料，因此，在本指导原则的编写过程中，已给予特别关注的是要明确阐明与每项步骤相关的挑战和需求。

本指导原则旨在协助WMO会员在多灾种基于影响的预报和警报服务中，根据《WMO服务提供战略》及其实施计划（WMO-No.1129），在天气预报和警报方面取得进步。它们旨在帮助NMHS更积极地应对不断变化的社会需求并保持相关性；从而履行其职责，作为人们希望听到和了解的权威的声音，并促进获取私营部门和捐助者可持续的投资。

第2章：基于影响的以及影响预报和预警服务的关键概念

从历史上看，所有的NMHS都将预报天气作为其核心任务，大多数NMHS也在预计发生灾害性天气时发布气象预警。就天气预报和预警来说，重点是天气情况将如何。本指导原则主张从这种基于天气的范式演变为主要侧重于预报影响的范式。换言之，侧重点应该放在天气会造成什么影响。

支持影响预报理念的一些概念超出了传统上天气预报中所用术语的范围。下文中，对关键术语进行了定义用于本指导原则。

2.1 灾害

灾害被定义为可对生命、财产或环境构成威胁的基于水文气象、地球物理或人为的因素。

2.2 水文气象预报的不确定性

水文气象预报的不确定性是指科学现状和水文气象系统的内在随机性带来的可预测性的限制。在随后的章节中，本指导原则将更具体地解释水文气象预报的不确定性如何与暴露度和脆弱性相关的因素进行整合以协助量化风险。

2.3 暴露度

暴露度是指可能在发生灾害性事件的地区可能会受到影响的人和物。如果人群和经济资源不位于（不暴露于）潜在危险的地区，就不存在灾害风险。暴露度是风险的必要的，但不足以决定风险。存在暴露的可能性，但并不脆弱；例如生活在洪泛区，但有方法足以建设结构和行为以降低潜在的损失。然而，对于容易受灾害的影响，暴露还是必要的。暴露度取决于时间（t）和空间（x）。

在风暴发生期间驾车穿越一座桥梁是一个与地理位置相关的暴露度范例。为了强调情境的例子，在同样的风暴下一台起重机将比街道上的汽车具有更高的暴露度。由于不同时机，暴露度可以存在于不同的时间尺度。例如在城市高峰时段风暴来袭造成的暴露度因素将比同样的风暴在半夜袭击无人居住的农村地区高得多。

2.4 脆弱性

脆弱性是指易受暴露因素（如人类、人类的生计和财产）的影响，在受灾害影响时遭受不利的影响。脆弱性与倾向、敏感性、脆弱、弱点、不足、或缺乏应对暴露因素的不利影响的能力有关。脆弱性针对具体情况，与产生风险的灾害有相互作用。因此，脆弱性还可能取决于时间和空间。

例如建设防洪设施是为了保护低洼地区的人们。另一个例子是，自1992年遭遇飓风“安德鲁”袭击之后，美国佛罗里达州实施了更为严格的建筑法规。

2.5 风险

在本指导原则中，风险的含义是指因为人们及其生计和资产对某一灾害存在暴露度和脆弱性，由此对它们造成损害的概率和程度。通过应对行动，无论是在事件发生过程中降低暴露度，还是总体减少对相关灾害类型的脆弱性，均可以改变损害的程度。

在数学上风险可以表示为：

$$\begin{aligned} & |\text{影响风险}(\mathbf{x}, t)| \\ & \equiv |\text{灾害}(\mathbf{x}, t)| \cup |\text{脆弱性}(\mathbf{x}, t)| \cup |\text{暴露度}(\mathbf{x}, t)| \end{aligned}$$

其中 \cup 是气象水文预报不确定性水平、脆弱性和暴露度的综合结果。各类风险：

- 相互联系，它们的效应能够叠加。几个或多风险可以在同一区域同时出现。因此需要有能力对它们进行比较，并且通过评估不同风险的相对重要性来做出取舍，其中的风险未必都属于气象水文类别；
- 并非总是能够轻松甄别、量化和分类，甚至有时候要在遭受到非常严重后果很长时间后才能识别出来；
- 在不同社会状况下获得的评判是不同的。因此，某地视为严重的风险在另外一个地点也许并非如此，或者在接受风险上存在一些灵活性。

2.6 天气预报和预警、基于影响的预报和预警、以及影响预报和预警

为了避免混淆，我们在此对三类相互独立的预报模式加以区分，而三者之间存在微妙的区别：

范式1 - 天气预报和预警（仅考虑灾害）：这类预报和预警服务仅提供大气变量及其将如何发生变化的信息。天气预警只重视预报基于天气的灾害。

例 1：“预计今晚布拉风的风速将会达到每秒20米。”

例 2：“预计今天有雷阵雨，伴随时速60英里以上的短时阵风。”

范式2 - 基于影响的预报和预警（仅考虑灾害和脆弱性）：这类天气预报和预警旨在给出预期的天气状况产生的可能影响。

例 1: “预计今晚会出现布拉风，因此可能造成渡轮晚点或取消。”

例 2: “强雷阵雨加上时速60英里以上的短时阵风会对树木和输电线造成损害”。

范式3 - 影响预报和预警（灾害、脆弱性和暴露度）：这类天气预报和预警旨在提供细化到单个个体、具体活动或社区的信息。对于很多NMHS来说，这类预报的职责属于合作伙伴机构，并非NMHS自己的职责。

例 1: “今晚开往布拉奇岛的轮渡将会由于布拉风而被取消。”

例 2: “由于强雷阵雨有可能导致大树倒伏输电线和阻塞道路，因此肯辛顿地区可能会出现大面积交通延误。”

需要重点指出的是，制作影响预报需要掌握局地暴露度的状况（即了解轮渡航线以及输电线上空有特大树木遮挡的社区情况）。

2.7 服务提供伙伴关系：公共部门和政府职责

服务提供伙伴关系是指为了开展影响预报和预警系统所需的地方、市区或中央政府内部NMHS、DRCPA以及其它参与机构之间的互动。某些国家的NMHS有权在预报天气的同时描述各种影响。然而在另一些国家是DRCPA才有权力开展影响预报和预警。如果是这样的情况，必须建立牢固的伙伴关系，从而才能完全实现基于影响的预报和预警服务的效益。

第3章：逐步推进影响预报工作

3.1 常规预报

所有NMHS的一项基本职责就是负责制作自己辖区内的常规预报。这类预报的内容是陈述一些合理的大气变量预期演进情况，例如风速、温度、湿度、降水等。可以提供的是确定性预报或概率性预报。随着集合预报系统的出现，大量预报都进行了调整，更倾向于概率性的方法。预报结果的传播方式也逐渐演变，从固定时间（例如逐日四次订正）提供预报发展为几乎是持续不断订正预报的方式，具体形式包括书面文字、图形和电台，随着无线技术的出现，还利用了短信、电子邮件和移动应用。

中国香港天文台的案例

香港天文台通过各种传播渠道向公众、航运业、航空业以及其他特殊用户提供天气预报，其中包括天文台的网站，移动应用“我的天文台”、“打电话，问天气”电话系统、报刊、广播、电视和社交网站。天文台的专业气象学家每天制作和主持用于电视播出的节目。天文台的预报员和气象服务官员还会接受电台采访，介绍最新天气形势。

天文台还提供基于数值天气预报模式的自动天气预报。通过处理从计算机运行模式的输出，并自动集成，生成特定地点的天气预报，市民能够更好地把握区域天气变化。

3.2 基于固定气象阈值的预警

很多NMHS目前都能够发布预计会危及人民生命财产安全的重大灾害预警。下一个层面的信息包括非常规和按需提供的讯息。一般来说，这些产品的特征是会提供一套有明确的标题性讯息和色码或编号的系统，和/或启动仅在极端事件发生期间使用的公共讯息分发专门系统。采取这类预警方式的气象水文事件可包括洪涝、冬季暴风雪、灾害性对流天气、极端温度和不良空气事件。

虽然预警中分发的文字讯息通常会向公众和DPCPA阐述预计产生的影响，但是发布这类早期预警的动机通常仅仅是源于天气的因子（例如风速达到了时速至少“x”公里，降雪量至少总计为“y”厘米。），而且通常以达到或超过某一个固定阈值的几率的形式表达出来（例如风速达到时速至少“x”公里的概率为百分之60）。

美国国家天气局的案例

国家天气局采用萨菲尔-辛普森分级系统 (<http://www.nhc.noaa.gov/sshws.shtml>)，根据不断上升的风速对热带系统的影响进行分类和传播。

类别：

持续风速：

1	74–95 英里/时 64–82 节/小时 119–153 公里/小时
2	96–110 英里/时 83–95 节/小时 154–177 公里/小时
3 (大)	111–129 英里/时 96–112 节/小时 178–208 公里/小时
4 (大)	130–156 英里/时 113–136 节/小时 209–251 公里/小时
5 (大)	157 英里/时 或更高 137 节/小时或更高 252 公里/小时或更高

3.3 按照与用户/实践部门商定的有关阈值发布天气预警

一些NMHS正在与其它不涉及天气的组织，例如商业、证券金融业、以及卫生和安保组织联手量化一些阈值，以便根据它们各自情况提供定向预警。此类阈值通常是依据某一明确灾害发生的概率进行确定，从而可以帮助这些组织对其开展的活动进行决策和管理。例如可以按照与客户商定的预设阈值为某一机场制定用于预警的各类指标。

3.4 含细分时空阈值的天气预警

在推进到基于影响的预警这个阶段不用预设阈值，这些阈值可根据时间和空间情况进行调整，以便反映随时变化的脆弱性。

法国气象局的案例

法国的热浪阈值是与法国社会事务、卫生与妇女权益部公共卫生监控所 (InVS) 共同制定的。为了这类灾害专门开展了死亡率调查，并将其与气候资料进行配比，最后在整合极端温度的基础上设计了生物气象指数。之后根据调查结果确定了阈值，并且根据全国各地差异调整了阈值，例如法国西北部和东南部的地中海地区就存在显著差异。

阈值中有时间细分 - 美国暴洪指导系统案例

正如其名称所示，该服务旨在提供“小型江河和流域山洪的近期风险”，该系统由位于加利福尼亚圣地亚哥的水文研究中心开发。

暴洪指导系统的目的是诊断性价值（称为暴洪指导），用于估算某一流域某一时间段造成洪水的降雨量。设计该系统能够更新降水值，并且“记住”已经进入本流域的降雨量。这样，该系统就能够考虑流域的初始条件，进而计算如果要发生洪涝还需要多少降雨。当这些数值以实时的方式与临近预报配合使用，或者应用到某种预报能力中，就可以利用这些数值来制作暴洪预警。美国国家天气局已经使用该系统多年了，它是通过非固定、可变降雨阈值支撑的天气预警的一个典范。

阈值的空间细分：克罗地亚气象水文局的案例

在克罗地亚八个城市设定了热浪灾害的温度阈值：

最低温度 (°C)				最高温度 (°C)			
Osijek	20.1	21.2	22.9	Osijek	35.2	36.7	38.8
Zagreb	20.2	21.3	22.9	Zagreb	33.7	35.1	37.1
Karlovac	20.0	21.1	22.7	Karlovac	34.5	35.9	38.0
Gospić	17.0	18.0	19.6	Gospić	32.1	33.4	35.4
Rijeka	22.7	23.7	25.1	Rijeka	32.7	33.9	35.5
Knin	20.5	21.6	23.1	Knin	35.5	36.9	39.0
Split	25.8	26.8	28.2	Split	33.9	35.1	36.7
Dubrovnik	25.4	26.3	27.6	Dubrovnik	32.3	33.2	34.7

阈值说明	
	轻微热浪
	严重热浪
	非常严重热浪

3.5 基于影响的多灾种预报和预警服务

作为迈向影响预报和预警服务渐进过程中的下一步，建议所有NMHS考虑向公众和DRCPA提供基于影响的预警的潜在效益。常规天气预警和基于影响的预警之间的根本区别在于是否包括在水文气象灾害情况下民众、生计和财产的脆弱性。换言之，是用天气的影响、而不是天气自身驱动讯息。

向基于影响的模式过渡涉及一系列复杂因素。例如一项关于超过某温度和相对湿度组合的预报可能会触发一项热预警。然而，在基于影响的预警框架中，热预警的发布不仅仅要考虑灾害本身，还需考虑灾害发生的地点和时间。某些情况下，NMHS也许希望对发生在初夏和仲夏的同一热事件发布有所区别的灾害讯息，或者，预报的洪涝产生的影响在人口稠密地区可能远远大于农村地区（脆弱性因子）。

灾害的脆弱性可能会变化，它受制于基础设施的完整性、人群的暴露度或敏感性。随着基础设施完整的加强，脆弱性本身可随着时间发生变化。例如1992年遭遇飓风安德鲁之后，佛罗里达加强了建筑法规的实施。

开展脆弱性评估通常旨在建立风险转移机制，例如保险，此类评估可提供关于有形基础设施脆弱性的理想资料渠道。其中一个实例是太平洋巨灾风险评估和融资倡议，此倡议已系统收集了许多太平洋岛屿国家的家庭资料。

中国的案例

以下是一个“基于影响的”台风警报案例：2013年8月10日，强台风“尤特”在菲律宾以东海面生成。2013年8月11日，“尤特”已经达到超强台风的强度，并于2013年8月14日登陆广州。广东省气象局尤其是从8月11日起对“尤特”开始高度关注。作为其服务的一部分，气象局使用台风模式预报了“尤特”登陆、带来的降水和风速的分布。通过这些信息，气象局利用台风灾害影响评估模型能够绘制影响地图。该模型使用彩色编码模式将影响分为七（7）级。例如红色表示“严重影响”，绿色表示“轻微影响”。这些影响地图提供给了DRCPA、交通部门和其他省级政府部门。相关部门根据影响地图对防灾减灾工作进行了部署。

3.6 影响预报和预警服务

影响预报和预警服务在考虑灾害和脆弱性的同时要明确考虑暴露度。这些类型的预报和警报的目的是提供详细的信息，准确指明暴露的对象或暴露的内容。

为了提供这类预警，NMHS（或者政府主管机构）必须掌握涉及到灾害以及预报使用机构的脆弱性和暴露度的信息。只有在NMHS已与其他相关机构或与用户界建立起强有力伙伴关系的情况下才能够提供影响预报和预警服务。

如上所述，开展成功预警服务的关键是发展NMHS和DRCPA之间牢固的关系，以便确保这些预警能够具备最大程度的相关性和实用性。事实上，可以说预报员需要将越来越多的时间花在协调和发展关系上，特别是在数值天气预报日益可靠，这些预报的模式驱动的数字预报数据库不断扩大的情况下。

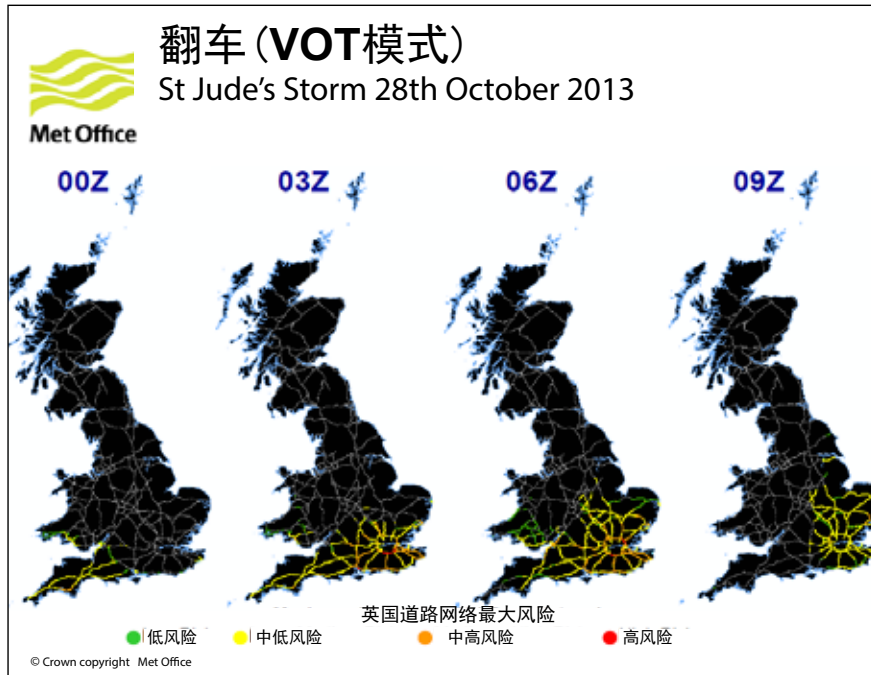
因此，NMHS需要拨出专项资金，用于理解与各种灾害相关的脆弱性和暴露度的时空差异之间的关系。之后将这些了解的信息融入到NMHS的预警信息中，从而为服务对象提供有意义的关于所造成影响的信息。

前面介绍了如何从常规天气预报推进到影响预警，下表将利用一次强降水事件作为案例来说明可以怎样推进文字形式的预警内容。

利用一次强降水事件作为案例推进预警模式：		考虑的因子
常规预报	明天气温偏低、会刮风和下雨，预计明天午后和傍晚会出现强降雨。	灾害
含固定阈值的预警	预计明天午后两点至午夜的总降雨量会达到 30至40 毫米。	灾害
含用户界定阈值的预警	预计明天午后会出现强降雨，强度有可能达到每 10分钟3 毫米，造成排水系统溢流（注意：这类预警通常仅发给市政当局）。	灾害、脆弱性
含有时间和/或空间细分阈值的预警	空间细分：天气预警：预计明天午后两点至午夜低洼地带的降雨总量达到 20-30 毫米，海拔 1500 米以上地区的降雨总量达到 50 毫米。 时间细分：天气预警 — 预计明天午后交通高峰期的降雨总量将达到 15-20 毫米。（注意：道路通勤高峰期情况下的阈值会偏低）。	灾害、脆弱性
基于影响的预警	预计明天午后两点至午夜降雨总量达到 20-30 毫米；在东南地区发生的洪涝有可能导致道路封闭。 （注意：基于影响的预警和上面介绍的阈值预警存在细微、但很重要的区别。该区别就是基于阈值的预警仅仅泛泛指出了洪涝情况；而基于影响的预警明确指出了何种影响，在此案例中具体是指道路封闭）。	灾害、脆弱性
影响预警	由于预计在强降雨后发生的局部洪涝可能会对明天午后东南地区的交通带来显著干扰，因此预计 A111 公路的通勤时间会比平时延长一个小时。	灾害、脆弱性、暴露度

英国（气象局）的案例

对直接影响的预报 — 在该案例中是指由于大风造成翻车的风险。



加拿大环境部的案例

加拿大环境部在其空气质量计划中采用了影响的方法 (http://weather.gc.ca/airquality/pages/index_e.html)。通过联邦、省级和市级环境和卫生主管部门的合作展开了名为“空气质量健康指数”的预报和预警，该服务是建立在确定空气质量对风险人群健康和潜在影响的风险水平的基础上。预报预警产品中包括了“提请采取行动”陈述，以便降低预计空气污染水平带来的相关风险。

Air Quality Health Index

Choose a Provincial Summary
AB | BC | MB | NB | NL | NS | ON | PE | QC | SK

This table shows a summary of the most recent forecast values of the Air Quality Health Index for many Canadian cities.

City	Value
Calgary	3 - Low Risk
Charlottetown	2 - Low Risk
Edmonton	3 - Low Risk
Fredericton	2 - Low Risk
Halifax	3 - Low Risk
Montréal	3 - Low Risk
Ottawa (Kanata - Orleans)	4 - Moderate Risk
Prince George	2 - Low Risk
Quebec	3 - Low Risk
Regina	4 - Moderate Risk
Saint John	2 - Low Risk
Saskatoon	4 - Moderate Risk
St. John's	2 - Low Risk
Toronto	3 - Low Risk
Vancouver	3 - Low Risk
Winnipeg	3 - Low Risk

Toronto – Air Quality Health Index

Current Past 24 hr | AQHI by Station

Observed at: 1:00 PM EDT Thursday 18 April 2013

3

At-Risk Population:
• Enjoy your usual outdoor activities.
• Find out if you are at risk.

General Population:
• Ideal air quality for outdoor activities.

Forecast Maximums Health Message

Issued at: 6:00 AM EDT Thursday 18 April 2013

Thursday	4 - Moderate Risk
Thursday night	4 - Moderate Risk
Friday	3 - Low Risk

Who is at risk?
People with heart and lung conditions are most affected by air pollution.
To find out if you are at risk, consult the [health guide](#), your physician, or your [local health authority](#).
Visit the [national AQHI Web site](#) to learn more about the AQHI.

Did you know...?
To reduce air pollution, you should limit the use of small gas-powered machines such as lawnmowers, leaf blowers, chainsaws and snow blowers.

3.7 影响预报的理论和业务应用示意图

在采用基于影响的预报或影响预报前，NMHS需要理解支撑这种模式的理论模型以及目前业务上已采用的方法，这一点很重要。

理论模式

下图描述了一个影响预报体系中各种关键要素之间的关系。对给定的气象水文灾害展开影响评估可以采取三（3）种可能的路径：

1. 实线箭头代表模拟方法，其中对每一个要素进行了明确计算。这样需要关于脆弱性和暴露度的详细数据，这可能需要从其它机构获取。
2. 橘红色虚线箭头表示一种更主观的方法，其中需要从专业伙伴机构收集定性信息。这些信息是它们经验的综合，可以帮助根据灾害的规模预估产生的直接影响。
3. 红色箭头代表一种更传统的方法，其中的可能发生的影响的规模直接与气象灾害的规模联系起来。这种方法能够有助于识别和降低风险，但是没有明确考虑暴露度和脆弱性，只是考虑了气象灾害本身的规模。

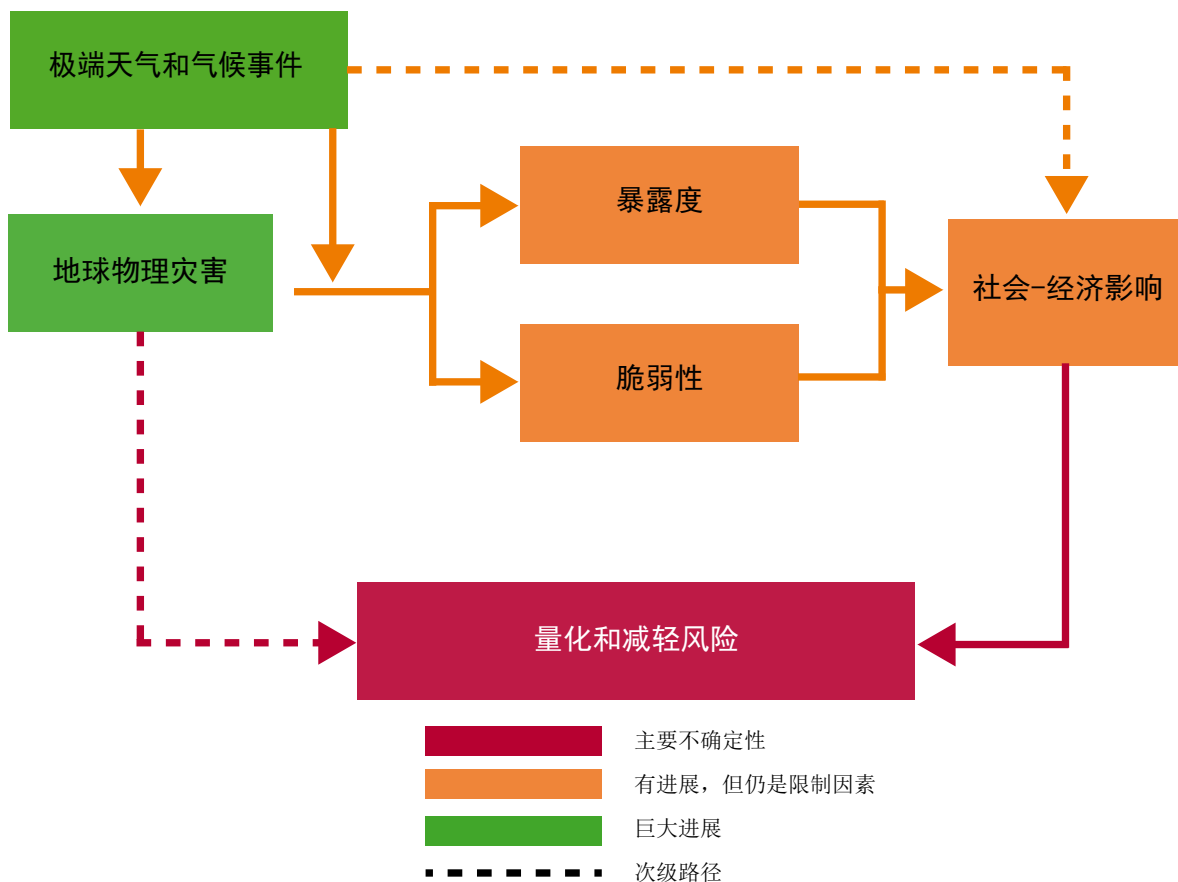


图1 影响预报体系中各种关键要素之间的关系

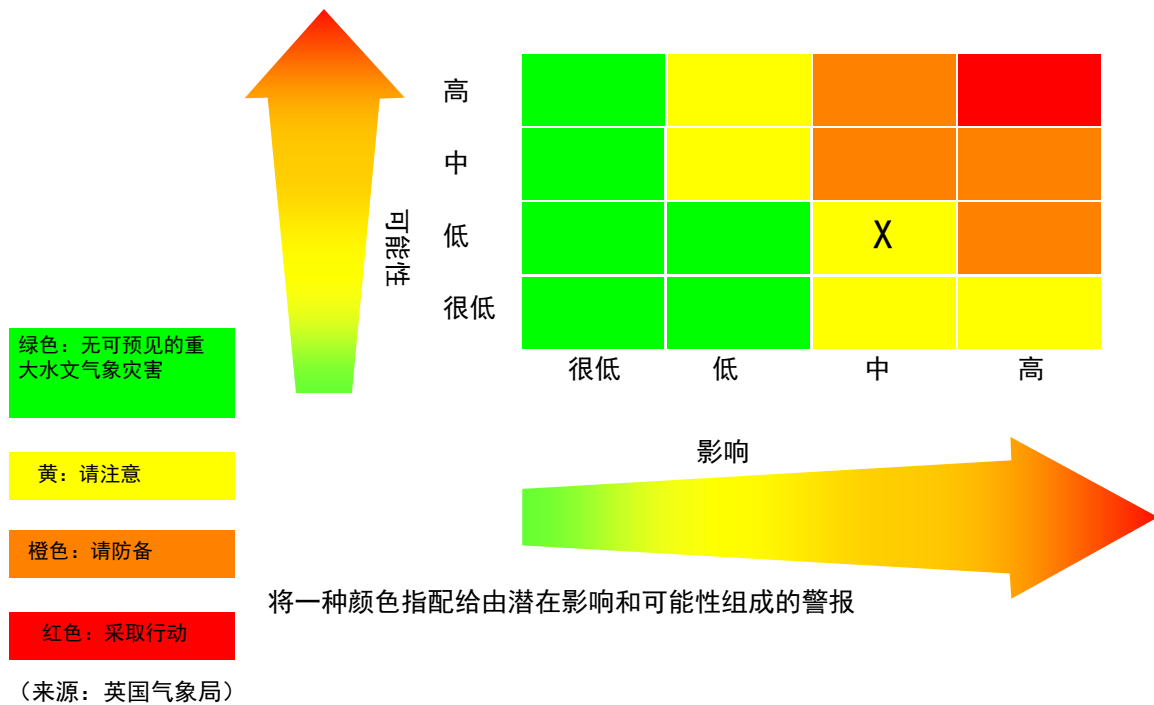


图2 风险矩阵

业务方法：

建议NMHS与DRCPA共同确定如何将预期灾害的可能性及其潜在危害程度一并考虑，以便制作一个“风险矩阵”。下图展示的是影响预警理论的业务应用建议，其中将影响与可能性结合起来创建了一个“风险矩阵”，通过一个简单的“交通信号灯”的配色机制来表示风险程度。在此复习一下，影响就是指对脆弱性和暴露度进行的一种评估。

与传统的基于阈值或“非黑即白”的天气预警体系不同的是，这样一种用如下矩阵来展示的方法有利于找到：

1. 一种一致性途径，用于较早地描述在重大气象水文事件远未发生之前的潜在影响；
2. 一种途径，用于逐渐描述对风险不断变化的预期，其中的风险是通过不同暴露度、脆弱性和气象水文发生的可能性三者之间的函数关系。

英国气象局和欧洲其它的NMHS在其气象警报系统 (www.meteoalarm.eu) 采用了这种方法。

3.8 影响预警服务的益处

影响预警服务的建立其支持系统基于NMHS与不同机构间的协调，包括DRCPAs。这

些伙伴的益处是多方面的，可以确保分享和专业知识带来与这些信息用户相关的影响信息。具体来说，发展影响框架结果的过程如下：

- 基于不同的阈值、影响或发生影响的组合改进的不同的情景规划；
- 更好的应急计划（最好的、合理的最坏情况和最有可能的结果）；
- 能够为更好的决策传递额外信息的预报中的信度水平信息（更明智的风险评估）；
- 新的信息，以支持更广泛的社会益处；
- 多灾种自然灾害影响的事后分析基础，以协助影响的规划、应对和缓解；
- 全面、协调的过程，以解决灾害应对和防范；
- 常见情境意识。

影响预报和预警依靠的是高相关性的信息，以使处于危险中的人采取适当的行动，以减轻水文气象灾害的整体负面影响。

第4章：影响预报和预警服务开发过程中的建议元素

如第3章所述，为了实现影响预报和预警服务的益处，NMHS需要与许多其他机构共同解决系统及其员工的发展。下面介绍其中的一些元素。

4.1 伙伴关系

国家气象水文部门有专业知识和能力，以应对水文气象预报和预警。不过在其正常工作的过程中，气象学家通常无法了解脆弱性、暴露度和紧急灾难管理的知识。因此，需要政府、国际组织、科研机构 and 地方社区的合作和支持。这将带来更好的风险评估、改进的监测、早期预警和对灾害和灾难更有力的总体响应。

需要与那些对人群的安全负直接责任的组织建立主要合作伙伴关系。其中 DRCPA是关键的合作者和用户。他们可以帮助评估脆弱性、潜在的影响和应对影响所需要的减缓行动。根据国家公共政策，这些机构可以在领导以影响为基础的预警发展过程，即使这些过程由NMHS发起并给予支持。

《关于在国家气象或水文气象部门与伙伴机构间建立谅解备忘录和标准操作规程的指导原则 (WMO-No.1099, PWS-26)》提供了在发展这些伙伴关系和协议的过程中确定一定关键步骤的实例。为能支持资料、最佳实践的共享以及NMHS与相关伙伴间的支持，必须建立一个从事件预警到响应和恢复的、对于减灾决策过程共同和集体性的理解。

在发展潜在机构的伙伴关系时，应考虑以下因素：

- 确定应当支持或已经支持了影响预报的政府机构和利益相关方；
- 在伙伴关系间确定清晰的治理，包括指导委员会和咨询小组；
- 确保有一致的法律框架，以支持知识产权共享和交换良好做法；
- 建立计划管理，以便包括对基于影响的产品和服务的制定、实施、交付和验证作用和职责；
- 制定沟通策略来定义预期的服务、各方各自的角色（包括当地居民）和宣传活动；
- 商定策略，以验证、评估和提供质量管理体系并保证产品和服务；

评估国际合作是否是必需的。

2011年，在英国建立了自然灾害伙伴关系(NHP)，以改进政府中灾害管理的协调性和



图3 英国自然灾害伙伴关系

质量，以及对自然灾害的管理、备灾、预警和响应。NHP是在自然灾害科研中起领导作用的英国各关键组织的一个伙伴关系（见图3）。

NHP的愿景是为全英国各地政府和抗灾社区提供有关自然灾害的协调评估、研究和咨询建议。

4.2 信息和服务的发展

一旦NMHS建立了合作伙伴关系，下一步就是要利用这些关系来共同设计和开发以影响为重点的框架。这与有脆弱性、暴露度和记录影响信息的历史水文气象事件相关。

建议HMHS的贡献依靠历史资料以及其气候服务部门中可用的气候资料。发展的基于影响的标准应当供所有各方分享和使用。

这些标准将由多种因素决定，包括基于特定的天气条件、风险评估、地图、以及社会经济资料的风险、脆弱性和暴露度信息。也要求有一种方法来通过许多资源来监测和应对变化的情况，这可能包括社交媒体，从而保证更新的预警信息到达所有用户。

一个观测、模拟和预报灾害天气及其造成的自然灾害和影响的整体性方法需要得到开发。这将需要一种多学科、高度综合和导向性的科学努力，来将自然灾害风险转化为影响服务和一种验证过程，以评估服务益处和性能并向用户传达。观测战略可能需要再次考虑，以使其能获得、交换并将影响观测整合到预报系统中。这会带来两方面益处；第一，验证影响及其后果（这可以通过密集源技术实现），第二，提供驱动下游影响模式所需要的初始条件。观测的列表将有深远的意义，并且非常多样，包括社交媒体，从手机和其他技术（例如交通）和网络摄像头等获得的非传统观测。

这方面将需要进一步考虑，因为要真正分享影响观测资料的话需要一种能力，以用一种此前没有的方式整合、分类并管理第三方观测资料；需要建立商定的资料格式和资料标准，制定资料交换和共享的原则、建立可协作的系统；对知识产权的管理前景和背景达成一致。

服务将被开发，以满足用户的要求，在此过程中会牢记我们降低水文气象事件的不利影响的最终目的。其结果是，时效性、信息清晰性、更新的时间表等要求将与气象专家都比较熟悉的科学或技术要求一样重要。

4.3 基于影响的预报和预警的功能要求

本节介绍了支持以影响为重点的预报和预警协作系统的开发所需的技术和功能特征。

要考虑的技术特点有：

- 资料和元资料管理，包括收集、均一化、互可操作和共享战略；
- 实施有关的技术工具（资料库、模式、资料）；
- 传播平台、协议和格式、如XML /CAP、彩色编码的图形、GIS层；
- 业务的连续性；
- 归档。

应建立合作机构内部和之间的工作特点，以规范：

- 传播过程，与媒体的沟通和互动；

- 备份手段和应急程序；
- 影响和反馈的实时监控；
- 危机管理安排（升级过程，危机传播）；
- 事后评估。

4.4 发展国家气象水文部门员工和合作伙伴的能力

如前述几节已经说明的，开发基于影响的预报和影响预报包括收集需求、建立基础设施、技术开发、运营和沟通流程、确定所有参与伙伴的角色和责任。虽然需要大量的精力和工作来解决这些问题，但该倡议在开发和后期实施的成功将主要基于组织内部的人力资源。向基于影响的预报和影响预报的转化，需要许多NMHS文化的变化及其与现有的伙伴关系的发展。

为了使工作人员注意和采用这种新的努力，各组织必须确保提供发展所需要的技能和能力的手段，以及合作伙伴之间如何互相使用信息来履行其职责的知识。了解水文气象的概念是该过程的一部分。然而了解这些是如何结合到合作伙伴的决策过程中是必不可少的。要考虑以下需求：

1. 确定所需的能力和技能

一旦角色和出现在机构中建立，就必须确定一个专业能力框架，该框架与功能和沟通等行为能力两方面都相关（见基本系统委员会特别届会（2014）含决议和建议案的最终节略报告(WMO-No. 1140)，建议1 (CBS-Ext.(2014) –公共天气服务预报员和咨询人员的能力框架）。

2. 有关具体要求和程序的交叉培训

NMHS的工作人员和这些合作伙伴都应该对于系统的共同特征以及工具和解释潜在的限制有所了解，以便充分理解将要交换的信息和资料。建议举行模拟练习和协作研讨会来实现这一培训。

3. 就如何使用影响预报信息教育用户

媒体、公众和特定的用户必须被告知产生的警告信息如何可以被最好地用来减轻影响。

4.5 验证

这里的验证说的是一般的质量管理方面，目标是说明系统中哪些方面正常，哪些需要改进。

这不只是客观验证和计算NMHS日常产生的分数（比如数值天气预报的验证），而且还有评估基于影响的或影响预报和预警系统的总体性能。

在伙伴关系建立阶段就应该组织并协商验证过程，因为重要的是，此类评估针对总体系统并且要在合作的基础上进行。

除了帮助验证程序的模拟练习，基于影响的预报或影响预报验证程序的成功取决于NMHS和伙伴收集、存储和分享尽可能多关于水文气象事件实际影响信息的能力。

强烈建议：

- 已开发了基于影响的监测工具、能力和网络以验证基于影响的预报和预警；
 - 为显著事件进行系统的评估（有待确定和商定，参见上文第4.1节）；
 - 所有事件参与方参加其贡献的评估和参加关于履行其职责的反馈过程；
 - 与利益相关方定期召开会议，以建立事件的综合分析，包括从预警到采取行动，以及从用户/利益相关者的角度所看的后果；
 - 根据用户评估和反馈计划、试行和操作改进；
 - 成功案例在合作伙伴、利益相关者和公众之间作为最佳实践的例子和概念的验证。
-

第5章：在向基于影响的以及影响预报和预警服务转变过程中的总体管理方法

实施基于影响的以及影响预报和预警服务需要NMHS员工及其伙伴的行为发生重大变化。一种推荐方法是采用变化管理框架政策，以支持从天气预报到影响预报的成功过渡。本章提供了一个系统性的方法，说明此类框架如何使用，其基础是一个5步的方法，这5步是：认识、需要、知识、能力和加强，即所谓的“ADKAR”模型。

“应用于影响预报的变化管理模型”

步骤1：认识：确保意见一致

- 发起讨论，以在NMHS内和NMHS和DRCPA或等同政府部门之间提高对基于影响和/或影响预报和预警服务问题的认识（参见4.1节）；
- 扩大利益相关者，包括政府机构和学术界之间的协商；
- 与这些机构协调，以提高基于影响的以及影响预报和预警服务的相关性及其益处；
- 同意初步沟通和信息传递，以供内部和外部使用；
- 达成共识并支持需要，以进行到下一个步骤（步骤2）。

步骤2. 需要：背书和评估

- 通过研讨会汇聚合作伙伴和专家，最好在中立地点主办，从而：
 - 介绍基于影响的预报和影响预报的好处；
 - 分析和审查问题和差距；
 - 查找每个伙伴想从合作中获得什么，不想要什么；
 - 就必要的影响预报水平达成一致，从较简单的多种灾害以影响为基础的预报和预警（参见3.5节）到用户专用、量身定做的影响预报和预警（见第3.6节）；
 - 进行优势、劣势、机会、威胁（SWOT）分析，找出每一个合作伙伴的能力；例如响应DRCPA预警的能力。
- 研究、重点考虑和评估对特定国家或区域重要的危害和影响；
- 确定脆弱性评估对重点气象灾害的目前状况；找出知识差距；并制定计划来解决这些差距；
- 制定针对特定危险的，随时间变化的人类活动的暴露度信息；
- 创新地利用科学为服务的精神，以确定新的、增强或取消现有基于影响的或影响服

务。

步骤 3. 知识：规划与整合

- 制定谅解备忘录 (见第4.1节)；
- 引进项目的管理和控制，以便：
 - 发展业务计划，其中包括商定的愿景、使命、目标、阶段性目标、筹资模式和融资试验、益处、实现计划、风险登记等；
 - 创造知识产权和资料交换/使用等的法律框架；
 - 收集、管理、分类、存储和利用资料；
 - 设立工作组、主席和相关的职责；
 - 建立试验，以开发新的服务，或增强或者取消现有服务；
 - 确保做纪要和记录；
 - 使利益相关方进行沟通和参与；
- 建立所需的制度框架；
- 基于一个能力框架培训服务的提供商和使用者；
- 制定监测和评估工具来评估服务的进步和改善。

步骤 4. 能力：应用与实施

- 实施基于影响的和/或影响预报和预警服务；
- 监测执行情况，并与用户进行沟通；
- 准备合作伙伴和用户之间的定期更新；
 - 简讯/新闻组/网站/会议；
- 创建客户的用户群，并建立协议条款；
 - 与用户组建立反馈协议和质量保证，以便在试验中合作伙伴关系可以评估和验证新服务的实用性和相关性；
- 创建核心利益相关者和出资者合作组，以便挑战、支持和帮助建立和实施可持续的业务/融资模式；
- 制定品牌推广和营销策略（归属于合作伙伴）；
- 进行事后评价，促进基于影响预报的效益；

- 继续完善协议和服务；
- 挑战科学以发展影响、风险和社会科学的研究；
- 挑战技术，以提供应用层，如GIS工具，以混合资料和传送渠道来传播信息；
- 建立基于影响的监测能力和资料库，用于采集影响信息。

步骤 5. 巩固

- 实施和执行具有最高的成本效益并提供最大的价值给客户的试用的服务；
 - 运行质量管理体系；
 - 增强合作伙伴和用户的协调；
 - 维持资金和融资，以加强服务；
 - 提供持续的培训和指导；
 - 注重持续改进；
 - 考虑扩大伙伴关系。
-

欲了解更多信息, 请联系:

世界气象组织

7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Geneva 2 – Switzerland

沟通和公共事务办公室

电话: +41 (0) 22 730 83 14/15 – 传真: +41 (0) 22 730 80 27

E-mail: cpa@wmo.int

www.wmo.int