

# 水旱災防救科技落實應用檢討及發展藍圖規劃

## To Revise and plan the roadmap of technological development for inundation and drought prevention

主管單位：經濟部水利署防災中心

謝正倫<sup>1</sup>

李威霖<sup>2</sup>

鄭蔚辰<sup>3</sup>

Shieh, Chjeng-Lun<sup>1</sup>

Lee, Wei-Lin<sup>2</sup>

Cheng, Wei-Chen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>國立成功大學 防災研究中心 主任

<sup>2</sup>國立成功大學 防災研究中心 工程師

<sup>3</sup>University of California, Los Angeles Ph.D

### 摘要

臺灣環境地理位置特殊，位處板塊交界帶及其颱風路徑要衝上，再加上大氣氣流及太平洋環流交互影響，誘發豪雨現象之中低尺度對流系統常發生於臺灣本島及鄰近海域，在加上海島地形上坡度陡和溪流長度短的特性，導致地表水資源在時間及空間的變化上特別劇烈，上述的種種原因致使臺灣本島成為水災及早災的高風險區位。為使國土內全體居民得以常年安居樂業，勢必要將居民生命及財產受到水旱災的威脅程度降至最低，也因此水旱災防救科技發展成為我國政策的重點課題之一。

回顧國內水旱災防救科技發展始於 1994 年經濟部的全國水利會議，因此水旱災防救科技發展至今已有 18 年的豐碩成果，然而近 10 年來氣候變遷影響越加明顯，1999 年莫拉克風災重創臺灣中南部地區，地區水文特性中降雨延時拉長、降雨強度變大及累積雨量提高趨勢越見明顯，隨著水文特性的改變，中央、地方及民眾對於水旱災防救業務的需求也隨著提高，另外，中央政府為強化行政效能，於 2012 年推動組織再造方案，經濟部水利署將透過組室整併簡化同性質業務办理流程，基於以上理由下階段水旱災科技發展應針對未來的變化及需求作出調整，因此，經濟部水利署水利防災中心於 2012 年委託國立成功大學防災研究中心辦理「水旱災防救科技落實應用檢討及發展藍圖規劃」。

**關鍵詞：**水災、旱災、災害防救

### Abstract

Inundation and draught prevention is a important work for Water Resource Agency in Taiwan. The reason is that there are many heavy rainfall occurring in May to November cause by Typhoons, Southwesterly airstream or plum rain. Moreover, characters of hydrology have been changed obviously due to climate change. The features of storm rainfall trend to stronger intensity, higher accumulated

rainfall and longer rainy duration. The annual rainfall ,which also fluctuates very extremely, results to severe draught recently years. Therefore, Inundation and draught prevention plays very important role in Taiwan.

In this project, it reviewed technological achievements of inundation and draught prevention in Taiwan from 1998. National science and technology program for hazard mitigation was implemented by National Science Council from 1998 to 2006. The theories and models of inundation and draught preventions was established by the program. Then, Program for enhancing innovation and implementation of disaster reduction was carried out by National Science and Technology center for disaster reduction from 2007 to 2010. Central and local governments applied these techniques of inundation and draught preventions for practical works. In recently, National Science Council and National Science and Technology center for disaster reduction cooperated to promote program for applied science and technology of disaster reduction from 2011. For all of these program, Taiwan have been developed abundant and great science and technology of inundation and draught prevention.

However, the circumstances of environment and politic has been changed recently. Typhoon Morakot, which attacked and damaged central and southern Taiwan, is an obvious evidence to illustrate that climate change have influenced and varied characteristics of Hydrology in Taiwan. The Government and Resident will need more powerful science and technology of inundation and draught reduction . Furthermore, government reform and innovation was published in 2009. The context of works of inundation and draught reduction should be adopted on the government reform and innovation. Hence, the roadmaps for technological development of inundation and drought reduction should be reviewed and revised.

In the result of this project, 「To Revise and plan the roadmap of technological development for inundation and drought prevention」 reviewed projects of Water Resource Bureau in disaster prevention from 2002 to 2011. In the consequent, it points out what science and technology of inundation and draught reduction should be developed in next generation. Depending on these requirements, the revised roadmap of inundation and draught reduction integrated latest science and technology of information, television and communication. And then, the revised roadmap was divided to middle term and long term schedule for Water Resource Bureau to implement. We except that the revised roadmap will enhance inundation and draught reduction very much.

**Keywords** : Flood 、 drought 、 disaster prevention

## 一、前言

隨著政府組織再造的推動、氣候變遷的持續影響及人文經濟環境的快速變動，行政院經濟部水利署為強化水旱災防救相關業務的推動效率，除積極推動科技發展、整合科技資源、提升學術研究水準外，並持續加強產業技術的發展，然後為求在效率及政府一體的理念下，我國未來水旱災防救科技的長程規劃除與上、下游單位相關計畫目標與研究做完整密切的連結外，仍應從水旱災防救業務的情勢及需求為出發點，擬定一套針對強化水旱災防救相關業務執行效能的科技發展藍圖。

為能確實釐清國內水旱災防救業務的情勢及需求，本計畫先透過國內災害防救科技相關科研與規劃成果進行文獻回顧，以此來瞭解國內科技政策導向、未來水旱災防救相關業務內容及區域環境特性，再從日本、中國、韓國、美國及歐盟等先進國家汲取水旱災防救相關業務發展經驗，最後再透過行政院經濟部水利署民國 91 年至 100 年災害防救相關委辦計畫之盤點及檢討落實情形，分析評估國內水旱災防救科技發展的優勢及弱勢環節，再以其優勢做為未來科技發展之基礎，並研擬水旱災防救科技的發展目標及策略重點，其內容包括執行之行動計畫、各階段完成之程序、預估時間表及經費需求等等。

為求所規劃之未來水旱災防救科技發展藍圖得以落實於實際政策推動，將藉由座談會之舉辦廣泛蒐集國內各界對本計畫規劃藍圖之意見，座談會將邀請國內產、官、學研各界具有代表性、熱心、資深並充分瞭解水旱災防救相關業務之專家學者，再經由資訊佈達、廣泛徵詢研究課題、意見蒐集、以達集思廣益及建立共識之目的。最後的內容將撰寫成「水旱災防救科技中綱計畫」書並提送行政院經濟部水利署防災中心，以供防災中心於未來計畫的推動時，得以與業務相關各部會單位能共同瞭解計畫推動的重要性，並藉此來凝聚相關業務單位的共識和能量，以期透過團體間資源互相的流通和扶持，來促成計畫的順利執行。

## 二、研究方法

本計畫工作執行項目包含有文獻蒐集、水利署計畫成果盤點檢討、規劃水旱災防救科技發展藍圖等三大項目。於文獻蒐集方面，本計畫彙整我國水旱災防救業務相關組織單位，並釐清經濟部水利署以外單位於水旱災防救業務中任務執行的差異性，並釐清經濟部水利署以外單位與水旱災防救業務相關的科研成果；而在國外相關資料蒐集彙整，除單就國外水旱災防救科技發展目標與規劃的彙整外，亦釐清各國於水旱災防救科技發展的需求，以利比較國內外水旱災防救科技發展方向的差異性；接著於水利署計畫成果盤點檢討方面，依經濟部水利署水旱災防救科技既有規劃與各組室業務職掌，盤點分類近 10 年水旱災防救業務相關計畫，並彙整相關計畫的執行成果和進行落實應用評析；經過上述國內外相關資料的彙整，以及完成計畫執行成果分類評析後，據其成果規劃水旱災防救科技發展藍圖，本項工作之執行將先釐清經濟部水利署水旱災防救科技未來的發展需求及方向，並據以規劃水旱災防

救科技發展藍圖，並邀集國內外水旱災防救研究領域專家學者，與會研討本計畫所規劃水旱災防救科技發展藍圖的可行性，經各專家學者之經驗與意見納整彙集後，擇定其計畫的短、中與長期規劃；最後，從上述工作執行成果，擷取與經濟部水利署水利防災中心業務辦理相關內容，撰提下階段中綱計畫書(104年至107年)。計畫執行架構圖如圖1。

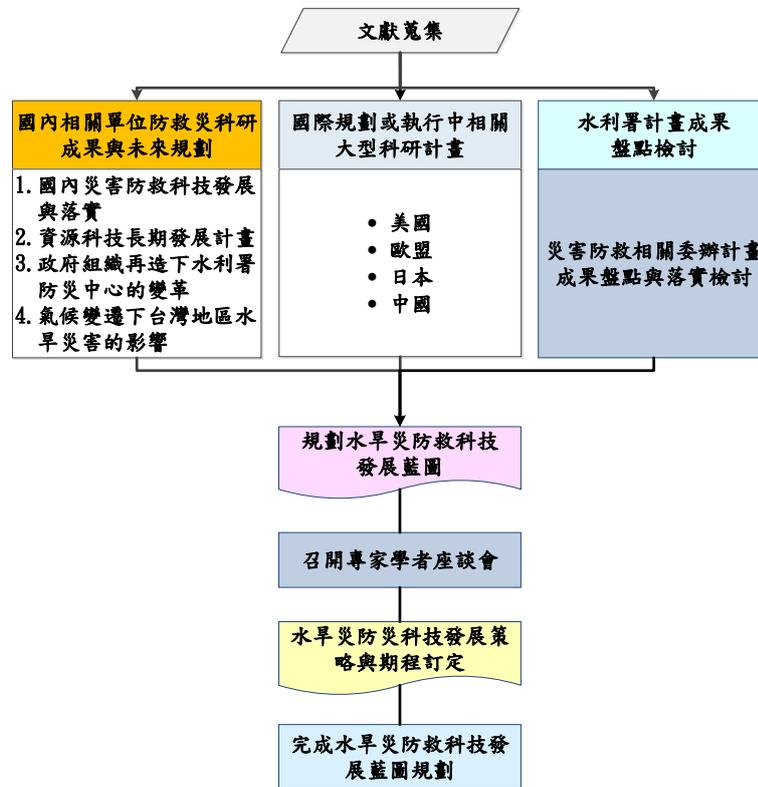


圖1、研究方法流程圖

### 三、研究成果

#### 3.1 國內災害防救科技發展與落實

政府有鑑於臺灣位處於天然災害高風險區域，天然災害造成環境與經濟的直間接衝擊是無可避免地，為將人民因災害事件所導致的生命與財產損失降至最低，防救災業務效能的提升與制度面的強化成為重要課題，是故行政院國家科學委員會與防救災業務相關部會於民國87年起共同推動「防災國家型研究計畫」，計畫迄於民國95年，為期9年的發展成果奠定防災研究基礎，其中成果包括防災資料庫建立與資訊系統建置、災害潛勢調查與危害度分級、災害監測與預警技術開發、防救災體系規劃協助及災害應變作業效能強化等。

然而隨著全球氣候變遷之持續影響，災害型態逐年有大規模化、高頻率化、複合化的趨勢，再加上災害防救工作之推展尚待中央政府、地方政府與民間之間聯繫管道及運作機制健全，以上的種種問題均需以前期科技研發成果為基礎，並加強成

果的落實應用，始能提升社會整體的抗災能力，因此於民國 96 年起由國家災害防救科技中心協同防救災業務相關部會共同執行「強化災害防救科技研發與落實運作方案」，並由行政院國家科學委員會與行政院災害防救委員會監督，主要目標在於強化應用研究與落實，其內容除將前階段預警技術更加精進外，並將強化科研成果應用落實與政策支持，此外還針對新類型災害與新增課題構思因應對策。



資料來源：100 年國科會「強化災害防救科技研發與落實運作方案」

圖 2、災害防救科技研發歷程

於上述期間(民國 71 年至 94 年間)的災害防救科技推動的同時，行政院國家科學委員會多次召開全國科技會議，積極推動科技發展並整合科技資源，於第七次全國科學技術會議召開後，核由行政院核定民國 94 年至 97 年間之「國家科學技術發展計畫」，之後行政院國家科學委員會依相關計畫的推動於民國 96 年 11 月 13 日召開「地球環境科技群組-科技計畫建議整合議題討論會」，會議指示臺灣未來水資源科技長程規劃應於行政院經濟部水利署主導，並與上、下游單位相關計畫目標與研究成果做完整密切的鏈結，因此行政院經濟部水利署據此指示於民國 97 年 4 月完成水資源科技發展藍圖初稿，接續於民國 98 年完成國內「水資源科技長期發展計畫」，架構出我國民國 99 年至 109 年間水資源科技發展的期程與規劃，以期達到行政院經濟部水利署強化水資源經營管理、提升水旱災害防救效能與改善河川環境復育技術等終極目標。

然則，民國 98 年 8 月侵台颱風莫拉克於中南部地區造成嚴重災情，災後環境嚴峻並導致災害防救工作進展有限，適逢「強化災害防救科技研發與落實運作方案」將屆，因此行政院國家科學委員會針對災害防救業務需求於民國 99 年推動「災害防救應用科技方案」，其主要目標在於強化災害管理整合平台，其內容包含(1)建構災害資料、模式與管理之整合平台；(2)強化防災資訊整合、流通與交換；(3)藉由管理平台強化策略規劃與防救災決策等三大項目。

同時，隨著行政院「易淹水地區水患治理計畫莫拉克颱風檢討報告」及「98 年全國治水會議」等會議的召開及莫拉克颱風災區復健方案的定調，行政院經濟部水利署依其水旱災防救業務的職掌，於民國 99 年 11 月定案「水災災害防救策進計畫」，

希冀藉由硬體設備的擴充來厚植救災力量，並透過軟體系統整合救災資訊，再經由教育推廣週詳防災規劃，以此來推動及落實行政院經濟部水利署的災防施政主軸。

其中，於行政院經濟部水利署轄下負責水旱災防救應變業務的防災中心，因應行政院國家科學委員會科技方案及行政院經濟部水利署災防政策的推動，於同年(民國 99 年 12 月)爰研提「水旱災救災及預警策進科技之研究」，並依據民國 98 年第八次全國科學技術會議第六議題下四大主軸，包括(1)精進氣候變遷推估能力，以及評估氣候與環境變遷下災害脆弱度與衝擊之影響、(2)提升颱風、乾旱、地震災害監測與預警技術、(3)研擬颱風乾旱極大規模地震之減災策略及(4)建立關鍵基礎設施災害風險評估與安全管理機制，規劃民國 100 年至民國 103 年間水旱災防救科技發展執行目標，以強化水旱災防救體系及整合水文及災情管理並達到減災與救災之目標。此外，其中有幾項是政府為來需要執行的項目，依據民國 101 年 7 月第五屆行政院災害防救專家諮詢委員會「防減災策略與施政優先課題建議」報告成果，綜整近年國內外重大災害事件，從颱風坡地災害防救、災害防救體系、災害防救資訊管理等三項議題說明國內未來水旱災防救業務優先推動的課題。

以下依時間發展順序，將於民國 96 年迄今之相關科技發展方案及推動政策內容節錄重點項目，包含項目如下：

- 一、 防災國家型科技計畫\_民國 87 至 95 年
- 二、 強化災害防救科技研發與落實運作方案\_民國 96 至 99 年
- 三、 水資源科技長期發展計畫\_民國 98 年起
- 四、 水災災害防救策進計畫\_民國 99 年起
- 五、 水旱災救災及預警策進科技之研究\_民國 99 年起
- 六、 災害防救應用科技方案\_民國 99 年起
- 七、 防減災策略與施政優先課題建議

主導單位	87 年	.....	95 年	96 年	97 年	98 年	99 年	100 年	101 年	102 年	103 年	
國家科學委員會	防災國家型科技計畫			強化災害防救科技研發與落實運作方案				災害防救應用科技方案				
行政院經濟部水利署								水資源科技長期發展計畫				
水利署防災中心								水災災害防救策進計畫				
								水旱災救災及預警策進科技之研究				

圖 3、相關科技發展方案及推動政策時程

### 3.2 國外災害防救科技發展與落實

為促成水旱災防救科技發展於國內順利推行，汲取國際間的發展經驗成為重要的前置工作之一，目標蒐集韓國、日本、美國、歐盟和中國等五大國家，其中韓國因與臺灣的經貿發展相似，同樣位於從開發中國家過渡到已開發國家的階段之中，其都市發展過程中遇到的防災課題與我國相當類似；而日本則與臺灣的地理環境特性相似，同樣屬於海島型國家且位列環太平洋地震和颱風移動路徑要衝之上，不論是水災或是旱災的災害特性與我國相當，因此日本面對水旱災害的防救經驗值得我國仿效；另外美國及歐盟雖然在經貿型態和天然環境與臺灣有所不同，但是美國及歐盟屬於世界科技高度發展之國家，不管是承襲或是改良歐美兩地的成功經驗，都將成為我國水旱災防救科技發展的重要推手；而中國則於民國 100 年時經歷近 30 年來最為嚴重之水災災害，從中國的災害復建經驗可以學習到最新的災害應變處置及經驗。因此，基於上述理由，本團隊將先初步掌握上述五國國家水旱災科技發展之現況及未來走向，並鎖定各國重點防災業務相關計畫來進行彙整，以下依各國來說明大型科研計畫彙整成果：

#### 3.2.1 中國水旱災防救科技之發展

針對中國國家水旱災防救科技之發展整理了近五年的相關計畫，包括有五年計畫、中國防汛抗旱採取行動方案及中國近年水旱災預報工程與科技建設等內容，其中五年計畫為中國國民經濟計畫，針對全國的民生需求來進行未來五年的發展規劃，相當具有參考價值。將中國針對水旱災防救執行中或規劃中之科研主題歸納整理如表 1，針對中國國內的問題列舉清單明細，然後將解決國內水旱災議題的對策列於表中右側欄位，與問題清單相互呼應。

表 1、中國針對水旱災防救執行中或規劃中之科研主題整理表

問題	對策
大江大河平穩，局地洪澇頻發 旱澇快速轉換，洪水漲勢迅猛 秋汛範圍較廣，洪水量級偏大 颱風結隊活動，登陸接近常年 乾旱過程偏多，受旱區域較大人飲困難突出，分布區域集中	落實抗旱保供水工作 北方河流防凌工作 強化農田防災抗災能力 落實防汛抗旱準備工作 落實水庫堤防安全度汛 落實颱風、山洪和城市內澇防範 強化監測預報預警工作 落實科學調度各類防洪供水工程 落實防汛抗旱責任制度 強化防汛抗旱訊息發布機制

#### 3.2.2 韓國水旱災防救科技之發展

韓國政府對於水災災害所推動的長期計畫為"i-Flood"(民國 97 年至 102 年)，"i-Flood"旨在提倡既有防洪系統整合(Integrated System for Flood Defense)、智慧防洪系統建置(Intelligent System for Flood Defense)、先進防洪系統創造(Innovative System for Flood Defense)等概念，共分為四個主題分別為：(1)應用高科技技術於洪水預報(Flood Forecasting by using IT/ST)、(2)都市防洪規劃(Flood Defense Capacity)、(3)集

水區防洪規劃(Watershed Flood Defense)、(4)洪水管理系統(Flood Management System)，以分年分期推動各主題下的子題工作事項並於民國 101 年開始整合，來達到水災減災及資訊化的目標；此一規劃整合各領域資源由集水區至下游河道並配合 IT 產業技術的納入，非常值得同受淹水之苦的臺灣學習。

### 3.2.3 日本水旱災防救科技之發展

日本國家水旱災防救科技之發展整理了近五年的相關計畫，目的是在於了解日本如何針對水旱災所提出的對策，相關資料彙整分為執行計畫與研究方針、日本防汛抗旱採取行動及日本近年水旱災預報工程與科技建設等三個項目進行說明，將日本針對水旱災防救執行中或規劃中之科研主題歸納出表 2，依水災和旱災不同內容於各欄羅列清單。

表 2、日本針對水旱災防救執行中或規劃中之科研主題整理表

水災	旱災
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 觀測、監視、預測等技術之研究</li> <li>• 地質調查研究</li> <li>• 災害應變、復原、復育及各項減災技術</li> <li>• 衛星之自然災害觀測及監視技術</li> <li>• 災害發生時的監視、警報、情報傳達及被害預測等的技術</li> <li>• 搜救及應急應變之相關技術</li> <li>• 建構抗災型社會之研究</li> <li>• 基礎設施之安全性提升及基礎設施減災的技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 水源及用水的確保</li> <li>• 節水對策及相關技術</li> <li>• 乾旱預測技術的開發</li> </ul>

### 3.2.4 美國水旱災防救科技之發展

美國水旱災防救科技之發展整理了近五年的相關計畫，目的是在於了解美國如何針對水旱災所提出的對策，相關資料彙整分為執行計畫與研究方針、美國防汛抗旱採取行動及美國近年水旱災預報工程與科技建設等三個項目進行說明，將美國針對水旱災防救執行中或規劃中之科研主題歸納出表 3，依水災和旱災不同內容於各欄羅列清單。

表 3、美國針對水旱災防救執行中或規劃中之科研主題整理表

水災	旱災
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 洪水預報及預警(flood forecasting and warning)</li> <li>• 洪災削減(flood mitigation) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 工程：興建水庫及壩；修建堤防、防洪牆等防洪設施；排水渠道改建；以及分洪及洩洪工程。</li> <li>- 非工程：洪水預報及預警；防屋防水及就地升高；洪災準備及緊急應變方案；信息傳遞及教育；建物收購、拆毀及遷移；洪災保險；政策及法規；以及都市排水系統清淤</li> </ul> </li> <li>• 洪災預防 (flood preventive measures) <ul style="list-style-type: none"> <li>- 法規修訂、兩洪最佳管理措施、綠色基礎設施以及低衝擊開發。</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 旱災監測、預防、分析及規劃技術</li> <li>• 節約用水相關科技</li> <li>• 水資源調度及管理</li> <li>• 地下水資源利用</li> <li>• 水資源保護</li> <li>• 水資源再利用水資源開發</li> </ul>

### 3.2.5 歐盟水旱災防救科技之發展

歐盟水旱災防救科技之發展整理了近五年的相關計畫，目的是在於了解歐盟如何針對水旱災所提出的對策，相關資料彙整分為執行計畫與研究方針、歐盟防汛抗旱採取行動及歐盟近年水旱災預報工程與科技建設等三個項目進行說明，將歐盟針對水旱災防救執行中或規劃中之科研主題歸納出表 4，依水災和旱災不同內容於各欄羅列清單。

表 4、歐盟針對水旱災防救執行中或規劃中之科研主題整理表

水災	旱災
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 歐盟水資源工作架構指南                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 水災風險指南                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>&gt; 初步水災風險評估(已完成)</li> <li>&gt; 水災風險地圖劃設(民國 102 年)</li> <li>&gt; 水災風險管理計畫(民國 104 年)</li> </ul> </li> </ul> </li> <li>• 歐盟科研架構計畫                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 都市地區水災耐受度合作研究計畫</li> <li>- 水資源及全球變遷研究計畫</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 歐盟科研架構計畫                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 乾燥的土地研究計畫</li> </ul> </li> <li>• 乾旱管理計畫(GWP-WMO Drought Management Program)</li> </ul>

### 3.3 水利署防災中心計畫成果盤點檢討

本計畫調閱並彙整水利署防災中心歷年(民國 91 年至 101 年)相關委辦計畫，其中防災中心 91 年至 101 年計畫總數為 194 件，總金額約為 6.8 億元，可以發現水利署民國 91 年至 95 年間著較重於發展水文資料觀測、整合及發布技術，回顧同時期防災國家型科技計畫(民國 87 年至 95 年)的發展目標-防災研究基礎與工具開發，其發展目標及成果相當一致，而至民國 96 年至 99 年間水利署於災害預警及應變技術方面的成果進展相當快速，同樣回顧同時期強化災害防救科技研發與落實運作方案的發展目標-精進預警技術並強化科研成果落實應用與政策支持，從此可以說明水利署於防救科技的研發歷程仍然是追隨在國家政策發展方向的大架構底下，因此未來的水旱災防救科技藍圖發展目標也將與民國 100 年後推動之災害防救應用科技方案發展目標一致，透過災害管理整合平台的強化來提升災害防救資訊的取得、整合、傳遞及發布能力。

表 5、防災中心民國 91 至 101 年歷年災害防救相關委辦計畫盤點成果

發展目標	工作要項	數量	101 年	100 年	99 年	98 年	97 年	96 年	95 年	94 年	93 年	92 年	91 年
A 基本水文資料分析技術提升	1.系統整合平台之通用性與擴充彈性強化	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1
	2.發展以「地球科學系統」為架構之大氣-水文-海洋耦合數值模式	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B 環境水域經營管理科技化	1.應用衛星遙測技術	7	1	0	1	1	0	0	1	1	1	1	0
	2.運用遠端監視設備	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	3.建立整合性河川管理模式	5	1	0	0	0	1	2	0	0	0	0	1
C 水文定量預報能力提升	1.精進雨量預報技術	5	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	0
	2.強化海象觀測與預報技術提	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

發展目標	工作要項	數量	101年	100年	99年	98年	97年	96年	95年	94年	93年	92年	91年
	升海象預報能力												
	3.提升降兩資訊即時研判分析	2	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
D 強化天然災害預警應變能力	1.強化水災預報技術	15	2	4	7	2	0	0	0	0	0	0	
	2.建構水理及水文分析數值模式指標示範問題	4	1	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0
	3.建立水理及水文分析數值模式之驗證規範	6	0	0	1	0	2	3	0	0	0	0	0
	4.發展短中長期缺水趨勢指標	2	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0
	5.土石流災害預警	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E 災害潛勢繪圖及相關技術發展	1.精進洪氾或災害高精度潛勢圖製作與應用	25	3	3	4	6	4	2	1	0	1	1	0
	2.發展防災暨資訊加值產業	6	0	2	1	1	0	0	0	0	1	0	1
	3.強化積淹水模式技術	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4.不同特性地區淹水災害原因探討	5	0	0	1	0	0	0	1	1	1	0	1
F 防救災技術及應變能力提升	1.提升決策支援系統功能	42	5	2	3	5	5	4	5	2	5	1	5
	2.強化防救災器材調度	12	3	0	0	1	1	2	3	2	0	0	0
	3.精進災情研判分析	32	10	4	4	3	2	1	1	0	1	4	2
	4.防災設備研發	7	1	0	1	0	1	0	1	1	1	1	0
	5.發展海岸侵蝕災害應變能力	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0
	6.發展地層下陷災害應變能力	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
G 水環境與氣候變遷因應措施	1.全球氣候變遷衝擊效應評估	2	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	2.全球氣候變遷衝擊因應對策	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3.全球氣候變遷防洪策略與海岸防護對策調適	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	4.運輸部門因應氣候變遷政策評估決策系統	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5.人工影響天氣減災技術發展	8	1	0	1	2	0	0	1	1	1		1
合計		194	31	17	26	22	18	17	14	10	16	10	13

民國 98 年「水資源科技長期發展規劃之計畫」下「災害防救與管理」架構中部分的重點策略內容與防災中心的職掌關聯性較低，其原因為重點策略的工作內容與水旱災防救業務的範疇有些落差，上述的重點策略包括有大氣-水文-海洋耦合數值模式(A-2)、土石流災害預警(D-5)、發展海岸侵蝕災害應變能力(F-5)、全球氣候變遷防洪策略與海岸防護對策調適(G-3)、及運輸部門因應氣候變遷政策評估決策系統(G-4)等五項，也因為此類性重點策略內容與水旱災防救業務內容一致性較低，因此與上述內容的歷年相關計畫(民國 98 年至 91 年)將不內入落實與應用評估的作業當中，依此原則比對水利署防災中心歷年計畫發現，該單位於民國 96 年時委辦一件與發展海岸侵蝕災害應變能力(F-5)相關計畫，所以該計畫不納入防災中心歷年計畫落實應用評估當中。是故於此，本計畫扣除 1 個關聯性較低的計畫後，總共對水利署防災中心的 193 個計畫進行落實應用評估。

邀集水利署防災中心 謝明昌主任及其相關業務承辦人員在行政院經濟部水利署防災中心會議室一同評估歷年 193 個計畫，其落實應用評估方式為與會人員逐一

審閱每個計畫成果，依序對計畫進行三種不同落實應用程度的分類，其第一類為「發展中或擴充維運之計畫」，經與會人員認定該計畫為本年度正在執行或是該計畫為分期計畫且下年度仍持續辦理的計畫，這類型的計畫將歸納到第一類當中；其第二類為「已完成，可持續強化之計畫」，此類性質計畫屬於非本年度辦理中的計畫，但經由與會人員共同審閱後認為未來隨著相關科技的進步還有持續發展的必要性時，將歸納為第二類的計畫；最後一類計畫為「已完成階段性發展之計畫」，此類計畫同樣屬於非本年度辦理中的計畫，但經由與會人員判斷此類的計畫發展至此已經足夠或是下一世代的相關科技還不成熟使得該類計畫無持續發展的必要，所以將其歸納為第三類的計畫。經過該次會議後，水利署防災中心歷年 193 個計畫經由以作業原則完成落實應用評估，所有評估成果除彙整於附件 II 中外，並依民國 98 年「水資源科技長期發展規劃之計畫」下「災害防救與管理」架構的重點策略分類製表，其表如表 6 所示。

表 6、防災中心歷年計畫落實應用評估表

重點策略	工作項目	落實與應用評估	計畫數量合計	落實與應用狀況		
				1	2	3
A 基本水文資料分析技術提昇	1.系統整合平台之通用性與擴充彈性強化	<u>1</u>	4	1	0	3
	1.應用衛星遙測技術	<u>1</u>	7	1	2	4
B 環境水域經營管理科技化	2.運用遠端監視設備	<u>1</u>	1	1	0	0
	3.建立整合性河川管理模式	<u>1</u>	5	1	1	3
C 水文定量預報能力提昇	1.精進雨量預報技術	<u>3</u>	5	0	0	5
	2.強化海象觀測與預報技術提升海象預報能力	<u>3</u>	0	0	0	0
	3.提升降雨資訊即時研判分析	<u>3</u>	2	0	0	2
D 強化天然災害預警應變能力	1.強化水災預報技術	<u>1</u>	15	2	11	2
	2.建構水理及水文分析數值模式指標示範問題	<u>2</u>	4	0	1	3
	3.建立水理及水文分析數值模式之驗證規範	<u>3</u>	6	0	0	6
	4.發展短中長期缺水趨勢指標	<u>2</u>	2	0	2	0
E 災害潛勢繪圖及相關技術發展	1.精進洪氾或災害高精度潛勢圖製作與應用	<u>1</u>	25	3	14	8
	2.發展防災暨資訊加值產業	<u>2</u>	6	0	1	5
	3.強化積淹水模式技術	<u>1</u>	0	0	0	0
	4.不同特性地區淹水災害原因探討	<u>3</u>	5	0	0	5
F 防救災技術及應變能力提昇	1.提升決策支援系統功能	<u>1</u>	42	13	8	21
	2.強化防救災器材調度	<u>1</u>	12	3	0	9
	3.精進災情研判分析	<u>1</u>	32	10	0	22
	4.防災設備研發	<u>1</u>	7	1	0	6
G 水環境與氣候變遷因應措施	1.全球氣候變遷衝擊效應評估	<u>3</u>	2	0	0	2
	2.全球氣候變遷衝擊因應對策	<u>1</u>	2	2	0	0
	3.全球氣候變遷防洪策略與海岸防護對策調適	<u>3</u>	1	0	0	1
	4.人工影響天氣減災技術發展	<u>1</u>	8	1	0	7
合計	合計		193	39	40	114

從表中可以知道目前落實應用情形屬於第一類的工作項目共有 13 項，包括有系統整合平台之通用性與擴充彈性強化(A-1)、應用衛星遙測技術(B-1)、運用遠端監視設備(B-2)、建立整合性河川管理模式(B-3)、強化水災預報技術(D-1)、精進洪氾或災害高精度潛勢圖製作與應用(E-1)、強化積淹水模式技術(E-3)、提升決策支援系統功能(F-1)、強化防救災器材調度(F-2)、精進災情研判分析(F-3)、防災設備研發(F-4)、

全球氣候變遷衝擊因應對策(G-2)、全球氣候變遷衝擊因應對策(G-4)等，從以上的工作內容可以知道，水利署防災中心相當積極擴充水情與災情資訊的來源，不論是航遙測技術或是遠端監視設備的應用，此外在預報技術研發上已經由中央管河川細微到地方區域排水的淹水範圍預估，不論是尺度或精度都有所提升，而在資訊整合技術面上也隨著業務的需求逐漸健全與完善，最後則是水情與災情的發布工具發展越來越趨成熟，從以上第一類的工作內容可以反映出「災害防救應用科技方案」確實在推動並強化我國的災害防救業務。

而屬於第二類及第三類的工作項目則有 10 項，包括有精進雨量預報技術(C-1)、強化海象觀測與預報技術提升海象預報能力(C-2)、提升降雨資訊即時研判分析(C-3)、建構水理及水文分析數值模式指標示範問題(D-2)、建立水理及水文分析數值模式之驗證規範(D-3)、發展短中長期缺水趨勢指標(D-4)、發展防災暨資訊增值產業(E-2)、不同特性地區淹水災害原因探討(E-4)、全球氣候變遷衝擊效應評估(G-1)、全球氣候變遷防洪策略與海岸防護對策調適(G-3)等，從以上工作內容可以知道，水利署防災中心於水旱災防救相關基礎工具科研成果相當完善，從水文觀測和預報、水旱災模式發展、警戒值訂定及氣候變遷衝擊等等，為未來的水旱災防救科技發展藍圖奠定相當良好之發展基礎。

### 3.4 水旱災防救科技發展藍圖規劃

#### 3.4.1 水旱災防救科技發展現況與影響分析

SWOT 分析	
機會 (Opportunity)	劣勢 (Weakness)
<p>1. 近年水旱災及複合型災害頻率與規模有增大趨勢，已引起國內各界高度注意，預期未來全國將挹注更多專業人力與經費投入防救災工作。</p> <p>2. 若能妥善運用科技方法，落實推動災害防救工作，每年預估可減少約 3 百億元損失，且可促進社會安定，改善投資環境。若國內能加強防災科技研究，並配合資通訊產業之優勢，積極推動防災產業，將可及早在防災產業市場中佔一席之地。</p>	<p>1. 水旱災預警精度與作業效能仍待提升。</p> <p>2. 縣市政府水旱災防救業務機能仍待加強，面對災害預警、應變及搶救作業應由被動轉為主動。</p> <p>3. 災害潛勢分析與境況模擬技術已逐步落實與應用，隨著複合型災害現象與日俱增，相關技術的發展、落實及應用仍待加強。</p> <p>4. 災害應變期間水情及災情資訊來源、整合及發布仍待強化，決策所需正確資訊的精度有待提升。</p> <p>5. 災害防救業務作業有待修正，不利現階段相關政策擬定與防救災資源的運用。</p> <p>6. 複合性災害防救運作體制已初步整合，但落實應用至相關單位及民眾尚待加強。</p>
優勢 (Strength)	威脅 (Threat)
<p>1. 自推動防災國家型科技計畫，以及災防法施行以來，國內已擁有災害防救科技研發能量。</p> <p>2. 科技發展計畫已逐漸由「技術支援」提升至「政策支持」。</p> <p>結合資通訊產業優勢，開發環境與設施監測、決策支援與應用管理相關設備與系統，在防救災研究發展上已奠定良好基礎。</p>	<p>1. 面對全球氣候異常的變遷，氣象水文狀況的掌控與預測充滿不確定性。</p> <p>2. 我國重大颱風豪雨事件形態逐漸複合化，致使災害仍難以掌控與預測。</p> <p>3. 國內總用水量仍持續增加，然則水資源設施壽命逐年減低，未來缺水之情況仍易發生。</p> <p>4. 民眾對災害之認知與知識逐漸普及，但尚待與國民教育結合，否則防災教育承傳不易。</p>

### 3.4.2 水旱災防救科技發展現況

我國水旱災防救業務的運作機制與聯繫，其體系與流程如圖 4 所示，回顧後可以發現未來水旱災防救科技發展目標若要健全水旱災防救運作體系及滿足水旱災防救業務需求，必須針對(1)水情及災情資訊來源的擴充、(2)水文定量觀測及預報精度提升、(3)防救資訊整合及應變作為強化、(4)水情及災情傳遞管道的強化及(5)縣市水情的傳遞協調整合等五大發展目標來進行，各發展目標於水旱災防救體系及災情傳遞流程中對應的環節如圖 4 所示。

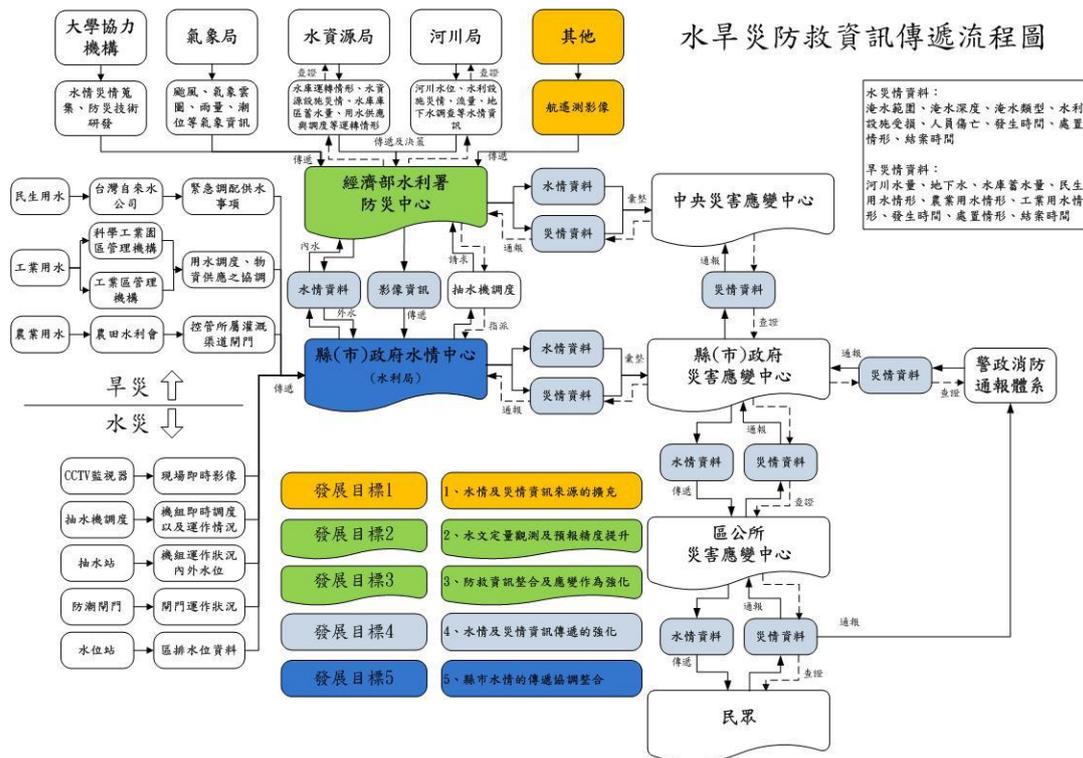


圖 4、水旱災防救體系及災情傳遞流程圖

### 3.4.3 水旱災防救科技發展規劃

於水情及災情資訊來源的擴充此一發展目標下推動重點策略為「航遙測影像應用」技術之應用，國外目前實際之應用面上，美國應用 MODIS 衛星影像及空載 Lidar 等資料來進行水災地圖繪製、日本應用來 SAR 來提高數值地形之精度及歐盟將 UAV 技術應用於洪災緊急應變計畫，因此本計畫於該重點策略下所擬定之行動計畫為(1) MODIS 影像在水旱災評估及分析、(2) 空載 Lidar 在水旱災評估及分析、(3) SAR 影像在水災評估及分析及(4) UAV 技術在水旱災評估及分析。

於水文定量觀測及預報精度提升所擬定之重點策略有三，分別為「觀測技術提升」及「預報技術提升」。其中「觀測技術提升」目前國外實際應用面上，美國、歐盟及韓國皆有將衛星影像技術應用於水情資料的判釋，因此本計畫所發展之即時觀測之技術，其目的在求未來能得到即時之資訊，並藉由該資訊來提升防救災之能力，所以於「觀測技術提升」此一重點策略下之行動計畫擬定為(1) 衛星影像應用於廣域河川水位觀測技術、(2) 衛星影像應用水體含砂濃度觀測技術及(3)即時水文定量觀測技術。其中，行動計畫(1)為透過衛星影像取得水體面積後，透過河道寬度與深

度的關係，回推全集水區的流量，不同於過往的水位站僅取得單一段面的流量資料，而是全集水區河道的流量資料；於行動計畫(2)中則是透過衛星影像的光學特性來取得水體含砂濃度；而在行動計畫(3)中是將目前已經具備之即時流速的觀測技術普及化，並廣設即時流速觀測站。

而在「預報技術提升」的國外實際運用情形上，美國除可預測5天後之淹水範圍外，亦可在洪水來臨時以即時演算來分析淹水情形，而歐盟則針對洪水災害發展即時雨量預報及積淹水演算模型，韓國的 iFlood 計畫更加應用衛星影像於洪水情形的預測。因此，本計畫擬將發展得以即時預報演算的資料、積淹水模式及內外水整合模式，並以此來達成水旱災水災預報技術提升。所以於「觀測技術提升」此一重點策略下之行動計畫擬定為(1)雷達降雨資料應用於河川洪水預報技術之提升、(2)即時積淹水演算模型研發與應用、(3)內水及外水整合性即時預報演算模式研發與應用及(4)發展短中長期缺水趨勢指標。其中行動計畫(1)至(3)針對水災，而行動計畫(4)則是針對旱災。

於防救資訊整合及應變作為強化所擬定之重點策略有三項，分別為「地理資訊及雲端技術用運於資訊整合平台之建置」、「觀測、預報及應變作為之整合」及「開放式地理資訊發布平台」。

其中，回顧「地理資訊及雲端技術用運於資訊整合平台之建置」在國外的發展情形，目前美國、歐盟、日本、韓國及中國均有不同程度的資料蒐集及整合平台。本計畫期許未來能依序由開放式資料庫、模式、運算平台持續發展得彙整資訊、數值模擬之雲端計算之能力。因此於「地理資訊及雲端技術用運於資訊整合平台之建置」此一重點策略下之行動計畫擬定為(1)開放式資料庫建置、(2)開放式模式庫建置及(3)開放式運算平台建置。

而在「觀測、預報及應變作為之整合」、「開放式地理資訊發布平台」等兩個重點策略下，目前國外經驗主要為日本，該國構築一個連接氣象廳、中央政府及地方防災機構、媒體的系統，將監測資料有效運用於災害的早期警戒並建立迅速、可靠的傳遞體制。為能仿效日本於本國建立一套類似的專屬系統，於「觀測、預報及應變作為之整合」此一重點策略下之行動計畫擬定為(1)河川洪水及都會區淹水綜合預警暨應變作業流程及(2)旱災短中長期趨勢暨應變作業流程。其中，前者針對水災後者針對旱災，發展相對應之應變作業流程；而在「開放式地理資訊發布平台」此一重點策略下之行動計畫擬定為(1)即時水災水情及災情訊息發布、通報及查證平台及(2)短中長期旱災水情及災情訊息發布、通報及查證平台。前者針對水災後者針對旱災，發展訊息發布、通報及查證平台，以求正確訊息可以傳達給需要的人員。

水情及災情傳遞管道的強化的重點策略為「設備及管道」，此方面的國外經驗以日本最為豐富，其中包括氣象廳、中央政府、全國消防機構、地方防災機構、公共機構及地方公共團體間的防災專用網絡等等，參考上述的經驗，本計畫規劃未來將透過專用網路及發布技術來強化及加速訊息的傳遞。因此在「設備及管道」此一重點策略下之行動計畫擬定為(1)防洪專用通聯網的建置、(2)發展無線網路(無線個人網 WPAN、無線區域網 WLAN、無線城域網 WiMAX、行動裝置網 GSM or 3G)發布

技術及設備研發、(3)發展多媒體(文字、圖片、照片、聲音、動畫及影片)發布技術及設備研發及(4)發展手持式行動裝置發布技術及設備研發。其中，行動計畫(1)及(2)為資訊傳遞網路基礎建設之設置，行動計畫(3)及(4)為發布技術之研發，透過網路及發布技術之發展，以加速正確訊息之傳遞。

縣市水情的傳遞協調整合的目標在於強化地方水情及災情蒐集、整合及發布能力，為求此一目標，本計畫於此目標下的重點策略為「都市積淹水防洪操作資訊」。此部分之國外經驗顯示，美國各地方單位均設有水情中心或應變中心，並具備傳遞影像訊息之相關技術及能力，而韓國則是在硬體設備技術上領先，其中包括移動定位技術(LBS)及手持式裝置等等。本計畫認為遠端監視技術取得水位、水災情況、抽水站及抽水機等相關資訊的發展相當重要，因為這些技術對於水災評估及分析扮演重要角色。因此於「都市積淹水防洪操作資訊」此一重點策略下之行動計畫擬定為(1) 縣市行政機關遠端監視(CCTV)系統整合並應用於水災評估及分析、(2)應用遠端監視(CCTV)系統取得即時水閘門及水位站觀測資料及(3) 應用移動定位技術(LBS)及遠端監視(CCTV)系統取得即時抽水站和抽水機調度操作資料。

表 6、水旱災防救科技發展目標暨行動計畫表

發展目標	重點策略	行動計畫
1.水情及災情資訊來源的擴充	1.航遙測影像應用	1.MODIS 影像在旱災評估及分析
		2.空載 Lidar 在水旱災評估及分析
		3.SAR 影像在水災評估及分析
		4.UAV 技術在水旱災評估及分析
2.水文定量觀測及預報精度提升	1.觀測技術提升	1.航遙測影像應用於廣域河川水位觀測技術
		2.航遙測影像應用水體含砂濃度觀測技術
		3.即時水文定量觀測技術
	2.預報技術提升	1.雷達降雨資料應用於河川洪水預報技術之提升
		2.即時積淹水演算模型研發與應用
		3.內水及外水整合性即時預報演算模式研發與應用
		4.發展短中長期缺水趨勢指標
3.防救資訊整合及應變作為強化	1.地理資訊及雲端技術用運於資訊整合平台之建置	1.開放式資料庫建置
		2.開放式模式庫建置
		3.開放式運算平台建置
	2.觀測、預報及應變作為之整合	1.河川洪水及都會區淹水綜合預警暨應變作業流程
		2.旱災短中長期趨勢暨應變作業流程
		1.即時水災水情及災情訊息發布、通報及查證平台
3.開放式地理資訊發布平台	2.短中長期旱災水情及災情訊息發布、通報及查證平台	
4.水情及災情傳遞管道的強化	1.設備及管道	1.防洪專用通聯網的建置
		2.發展無線網路(無線個人網 WPAN、無線區域網 WLAN、無線城域網 WiMAX、行動裝置網 GSM or 3G)發布技術及設備研發
		3.發展多媒體(文字、圖片、照片、聲音、動畫及影片)發布技術及設備研發
		4.發展手持式行動裝置發布技術及設備研發
5.縣市水情的傳遞協調整合	1.都市積淹水防洪操作資訊	1.縣市行政機關遠端監視(CCTV)系統整合並應用於水災評估及分析
		2.應用遠端監視(CCTV)系統取得即時水閘門及水位站觀測資料
		3.應用移動定位技術(LBS)及遠端監視(CCTV)系統取得即時抽水站和抽水機調度操作資料

#### 四、結論與建議

民國 98 年莫拉克風災過後災害特性明顯改變，因其災害影響範圍變廣、降雨延時變長、降雨強度變強與累積雨量變大等災害特性使然，使得嚴峻惡劣氣候、地理環境阻隔、災中通聯受阻、山區洪水對都市排水效能的影響與複合型災害等問題，有待透過新的科研技術發展來解決。因應我國政府組織再造以及環境水文條件改變，本計畫針對水利署防災中心水旱災防救業務需求，依據歷年計畫的盤點與落實應用檢討成果，發現缺少地面上水情觀測及災情研判技術、水文定量預報整合模式、複合型災害應變機制、災情及防救資源開放式整合平台、水情及災情傳遞管道和縣市水情中心等項目，未來應加速發展及推動才能有效的改善災害問題，所以調整水資源科技長期發展計畫災害防救與管理面向下的科技發展內容，研提水利署防災中心中程(5 年)和長程(10 年)的水旱災防救科技發展藍圖。透過歷年計畫的盤點與落實應用檢討，現階段水利署防災中心的科研發展項目中僅剩 55%屬於「發展中或擴充維運之計畫」與「已完成，可持續強化之計畫」，經本計畫調整後於水旱災防救科技發展藍圖架構下，屬於「發展中或擴充維運之計畫」與「已完成，可持續強化之計畫」的行動計畫佔 72%，「新發展之計畫」的行動計畫佔 28%。本計畫研提之水旱災防救科技發展中綱計畫(民國 104 年至 107 年)，分年經費分別為 6900 萬元、6950 萬元、7050 萬元及 7150 萬元(總額 28,050 萬元)，相較水旱災減災及預警策進科技之研究中綱計畫(民國 100 年至 103 年)計畫總額 23,700 萬元，增加約 4,350 萬元。