

第十一篇 氣象

第三章 業務

第三節 氣象資訊

氣象監測、預報須處理與分析大量的資料，因此須具備有效之氣象資訊系統，以迅速處理與顯示各類氣象資料。中央氣象局為達到迅速處理與分析氣象資料之目的，多年來逐步充實資訊設備、發展資訊系統，並自 105 年度起，推動為期 4 年之「氣象資訊之智慧應用服務計畫」(105 年至 108 年)，進一步強化氣象資訊系統，茲將中央氣象局氣象資訊業務概況分述如次：

一、氣象資訊顯示與提供

(一) 天氣資料整合與即時預報

為有效提升預報作業的效能，輔助氣象預報人員能快速地對眾多氣象資料做出綜合的分析與研判，中央氣象局於 83 年建置了一套整合性的氣象預報作業資料查詢與顯示系統(WINS)，其導入的氣象資料與產品包含：雷達、衛星、格點、海象及地面觀測等，歷年來中央氣象局對該系統持續進行功能之強化與作業資料之導入，在 106 年期間，新增 176 項氣象資料之導入，使得整體系統的資料達二千餘項。另外，為分享氣象資源，對國內民航、環保、水利、軍方及學校等相關氣象作業、防災及學研單位，中央氣象局於 101 年起，引用雲端技術，提供 WINS 網路雲端式的應用與服務，於 106 年新增 2 個局外單位申請，至 106 年為止總計 25 個單位啟用該項系統服務，而每日對各單位所提供的即時氣象相關資料總量共達 270GB 以上。

(二) 即時氣象資料供應

為提升即時氣象資料對外供應的效能，中央氣象局自 102 年起進行規劃與建置即時氣象資料供應系統，以模組化的機制提供給外單位的申請者，使氣象資料申請者可以更快速的取得所需資料。106 年進行即時氣象資料供應系統之系統架構調整及各項功能強化，並逐步整合對外資料供應作業，以降低重複資源及人力之投入，同時提升資料供應之服務水準及品質。106 年新增上架資料 240 項，共計 442 項；新增 39 個用戶，共計 51 個。

(三) 數值天氣預報產品網頁

為促進數值天氣資料應用之經濟價值，中央氣象局自 100 年起進行規劃與建置數值天氣預報產品網頁展示，包含模式預報、模式時間序列、天氣分析圖、觀測接收及分佈統計、Google Earth 可呈現的預報圖等 5 類產品，為因應與時俱進的模式產品，並推動該局數值天氣預報專業網站國際化和提供多元服務的目標，106 年該局開始推動第二代數值天氣預報產品網頁的設計與產品內容的更新，已完成雛形系統之建置與測試，預計 107 年上線作業。

二、數值預報系統

中央氣象局數值天氣預報的應用範圍包含月季預報、1-4 週以內天氣與

颱風路徑預報及極短期雨量預報(如中央氣象局數值預報系統於 106 年的應用現況表)。就模式預報範圍分為全球與區域兩大類，現行全球模式系統為波譜模式，同時應用於短期氣候與 1-4 週天氣預報但使用不同的解析度，前者使用水平約 110 公里、垂直方向 40 層解析度的版本執行 9 個月預報，後者則使用水平約 25 公里解析度、垂直方向 60 層的版本執行 16 日天氣預報。近年來透過與國外專家緊密合作，持續引進美國環境預測中心(NCEP)所運用之物理參數化及資料同化等新方法，精進全球模式系統的預報品，以期逐步達到世界先進氣象作業模式之水準。同時積極發展系集預報系統，利用奇異向量技術產製初始擾動場，並以水平解析度 40 公里、垂直方向 60 層的數值模式，每天進行 20 組之 45 天的系集預報樣本，提供預報作業參考及參與國際合作實驗計畫。

區域模式系統方面，97 年建立了以國際性社群模式 WRF (Weather Research and Forecasting)為主的區域作業系統，並透由包含與美國大氣科學大學聯盟(UCAR)之合作等，不斷精進中央氣象局 WRF 系統的預報效能，包含對颱風初始化方案的改進，以及對積雲對流、邊界層、輻射和地面層參數法的改善等。針對 106 年全年西北太平洋發生之颱風個案進行路徑預報校驗分析，該局颱風數值模式(TWRF)之 24/48/72 小時颱風路徑預報誤差為 68/123/201 公里，展現與歐洲中期天氣預報中心全球模式(73/124/225 公里、美國 NCEP 全球模式 (89/138/208 公里)及日本 JMA 全球模式 (108/191/308 公里) 相近或更佳之預報能力。

為有效強化對短延時、強降水事件的定量降水預報能力，發展以三維變分為基礎之雷達資料同化系統，可提供每小時更新、2 公里解析度之定量降水預報產品。106 年更進一步發展系集雷達資料同化技術，於 106 年 12 月正式上線作業。此一預報系統特別是結合系集預報，並直接同化都卜勒雷達觀測變數，比三維變分雷達資料同化系統的降水預報能力提升約 20%，進一步提升台灣地區都卜勒雷達觀測網的效益，由原本僅提供對降水系統的監測與定量降水估計，推展到定量降水預報的領域。

另，為充分掌握預報的不確定性，建立每日可產生 80 組的 3 公里解析度 WRF 系集預報系統，於 106 年 9 月正式上線作業，並修正系集颱風定量降水預報產品偏低的系統性偏差，提供下游使用者不同的降水情境分析，以支援防災決策的風險管理。

為增進 12 小時以內的極短期定量降水預報，中央氣象局積極發展 STMAS (Space and Time Multiscale Analysis System)系統，透由具有雲分析的熱起動過程，改進極短期降雨預報。

中央氣象局數值預報系統於 106 年的應用現況

模式系統	模 式 特 色	預 報 長 度	預報頻率	用 途
氣候預報系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 海溫與大氣模式分離之兩步法系統 ● 解析度 T119L40 (約 110 公里) 	9 個月	每天 1 次 每次 4 組預報	季節預報指引
全球天氣預報系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 波譜模式，解析度 T511 L60 (約 25 公里) ● 使用混合變分-系集資料同化系統 	16 天	每日 4 次	兩週天氣預報指引
全球天氣系集預報系統 (資訓)	<ul style="list-style-type: none"> ● 波譜模式，解析度 T319 L60 (約 40 公里) ● 使用奇異向量法做初始擾動進行系集預報 	45 天	每日 1 次 每次 20 組預報	4 週天氣預報指引
全球天氣系集預報系統 (科技)	<ul style="list-style-type: none"> ● 波譜模式，解析度 T319 L60 (約 40 公里) ● 透過奇異向量的方式產製初始擾動場 	45 天	每日 1 次	第 3~4 週展期預報指引
全球颱風路徑系集預報系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 波譜模式，解析度 T511 L60 (約 25 公里) ● 使用奇異向量法做初始擾動進行系集預報 	7 天	每日 4 次 每次 20 組預報	颱風路徑預報指引
WRF 區域天氣預報系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 15/3 公里之二層巢狀網格 ● 使用混合式三維變分-系集資料同化，並搭配分段式同化循環(partial cycling) 	84 小時	每日 4 次	颱風路徑預報指引、臺灣地區雨量預報指引、鄉鎮預報指引
WRF 區域系集預報系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 15/3 公里之三層巢狀網格 ● 使用初始擾動、邊界擾動和不同物理參數法組合進行系集預報 	84 小時	每日 4 次 每次 20 組預報	機率預報、系集颱風定量降水/風速預報、系集機率擬合定量降水預報產品
WRF 雷達資料同化及預報系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 2 公里解析度之三維變分和系集雷達資料同化系統，直接同化雷達觀測變數，驅動逐時更新之未 	12 小時	每日 24 次	0-12 小時定量降水預報、逐時之雷達回波預報

模式系統	模 式 特 色	預 報 長 度	預報頻率	用 途
	來 12 小時定量降水預報 產品			
STMAS 短期預報 系統	<ul style="list-style-type: none"> ● 以臺灣為主之小地區預報系統，解析度 3 公里 ● 具備雲分析之熱啟動 	12 小時	每 24 小時	臺灣地區 12 小時 內雨量預報指引

三、氣象資訊基礎設施

(一)數值天氣預報系統

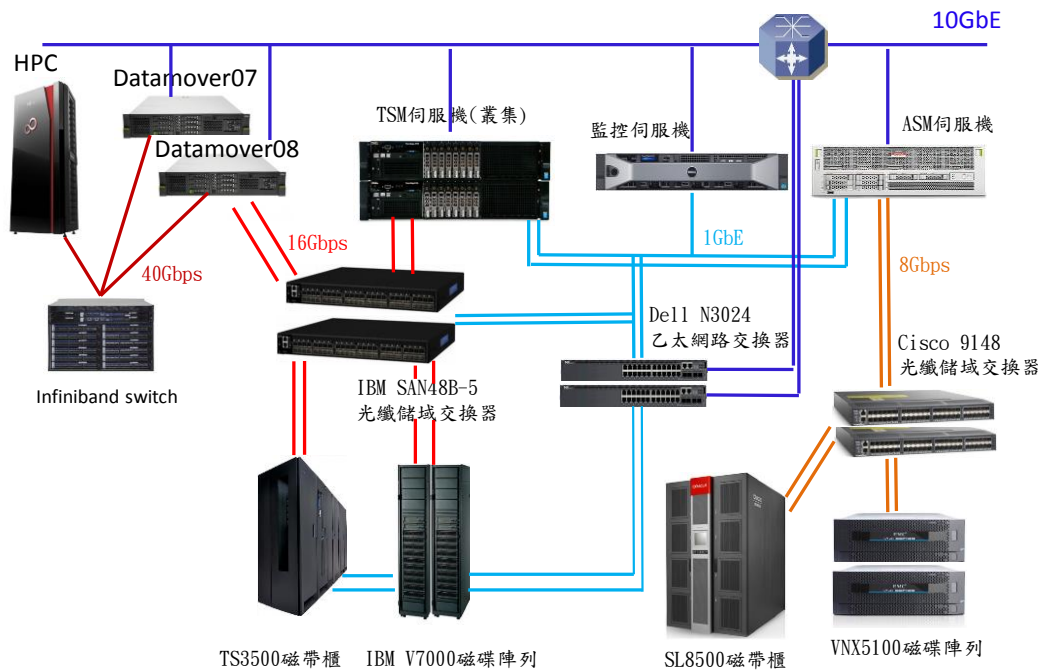
隨著資訊科技的進步，數值天氣預報的複雜與細膩程度也日益精進。為即時產生精確的預報結果，數值天氣預報模式需運用到高效能的數值天氣預報系統主機（HPC）執行數值天氣預報，以及時完成大量運算。

中央氣象局於 104 年度完成第 5 代 HPC 系統建置，共有 13 個機櫃的 Fujitsu PRIMEHPC FX-10 與 PRIMEHPC FX-100 主機，共有 1,848 個計算節點 (46,848 個計算核心)，計算效能為 1.2 PFLOPS，與先前第 4 代 HPC 相較，計算能力約提升 90 倍，105 年度持續擴充本系統之儲存空間 4 PB(PetaBytes 簡稱 PB)，106 年全系統總運算效能值為 1.2 PFLOPS，總可用儲存空間為 5.2 PBytes。

(二)大量資料儲存系統

中央氣象局自 85 年起，採用與國際各主要氣象作業中心大量氣象資料儲存的相似架構，以線上(on line)、近線(near line)與高效能磁帶機等所組成的階層式檔案管理系統(Hierarchical Storage Management，簡稱 HSM)，提供使用者所需之近線儲存功能。此期間隨著高效能磁帶機的演進，而進行更換及建置高可用性機制（High Availability）的磁帶櫃；另為因應第 5 代 HPC 建置完成後產生大量氣象資料儲存的需求，於 104 年底建置完成新一代大量資料儲存系統，該系統除仍採用階層式儲存系統架構外，並提供 400TB(Tera 為 10^{12} ，TeraBytes 簡稱 TB)的磁碟空間當作資料的快取儲存區，以及 10PB 自動化磁碟櫃作為最終儲存設備，經過半年的平行測試後，於 105 年 7 月正式併入原有大量資料儲存系統一起作業。整併後的大量資料儲存系統(如下圖所示)合計可提供 23PB 儲存空間，包括 11PB 的 TSM(IBM Tivoli Storage Manager，簡稱 TSM)階層式儲存管理系統及 12PB 之 ASM(Oracle Automatic Storage Management，簡稱 ASM)階層式儲存管理系統。對使用者而言，使用者只要將檔案傳送至指定的位置即可，此時，檔案伺服機將依據所存放之檔案系統的不同分別交由 TSM 或 ASM 階層式儲存管理軟體完成最終儲存作業，106 年提升階層式檔案管理系統之暫存磁碟系統空間至 30 TB，可增加系統資料存取效能。

大量資料儲存系統架構圖



(Giga 為 10^9 ，Giga Bits per Second 簡稱 Gbps；Gigabit Ethernet 簡稱 GbE)

(三) 虛擬化作業環境建置

中央氣象局為了有效運用與管理運算資源、降低硬體採購成本，自 98 年起逐步建置虛擬化作業環境，利用虛擬化軟體功能結合實體伺服器與儲存裝置，整合 CPU、Memory、儲存空間等硬體，形成一硬體資源池，提供眾多虛擬主機(virtual machine)運作其上。發展至 106 年該虛擬作業環境包含 14 台實體伺服器與 4 組磁碟陣列，提供該局行政系統、服務系統、資安系統(防毒、網域、網路管理等)、氣象供應管理系統等超過 235 台虛擬主機運作，提升運算資源之利用，為中央氣象局局內雲端服務建立基礎。

為強化個人作業電腦之使用、部署及有效管理，降低個人電腦硬體採購及故障維修成本，該局自 103 年建置虛擬化桌面雲，使用 3 台實體主機，可提供 100 台虛擬桌面，至 106 年，已部署 70 台虛擬桌面供同仁使用。

(四) 氣象網路

中央氣象局自 85 年起陸續建置局屬網路與不同網域，106 年度主要網路通信設備含：

- 1、骨幹網路：於中央氣象局安管內外網域各建置 2 台骨幹核心交換器，提供超級電腦及局本部各單位網路設備介接。106 年為確保骨幹網路的高可用性與提升網路頻寬，進行安管內外網路架構的調整，將安管內外核心交換器調整為虛擬埠通道(VPC，Virtual Port Channel)，核心交換器由原主備援(Active-Standby)架構變成雙活(Active-Active)架構，頻寬由原

10G 提升為 20G。

- 2、氣象資訊作業：建置了 5 台 10G 乙太網路交換器，提供虛擬主機及伺服器連線，以及 2 台 Internet 路由器，供中央氣象局 3 條聯外線路及局屬安管外 GSN-VPN 電路界接，以提供高速電路的連線服務、備援機制及 IPv6 環境。
- 3、通信備援：建立局屬網路 2 重備援機制及異地備援中心電路，於各氣象站及該局臺灣南區氣象中心共安裝 52 台各式路由器、27 台網路交換器及 53 條通訊電路。105 年度進行 25 個氣象站的路由器與交換器全面汰換，同時將大部份氣象站電路更換為 NGSDH 4G 與 FTTB 6M/2M，以達成局屬網路全面光纖化的目標。
- 4、資安防護：為強化資安防禦縱深及滿足 IPv6 作業需求，建置 2 台 Internet 防火牆、2 台安管內外防火牆與 1 台 Extranet 防火牆等多層防護網。105 年完成 IP 理管工具(IP-SCAN)建置；並新增 F5 伺服器負載平衡(含網頁防火牆模組)，提升網站的攻擊防護能力；新增 CheckPoint 新世代防火牆，強化對應用服務的資安防禦層面。另外，建置了資安監控中心(SOC)系統，進行資安事件的監測、通報及安全維運。為強化對各邏輯區域與存取權限的控管，逐步進行主機與個人電腦網路架構的隔離，於 106 年完成安管內外網路架構使用者群集(User Farm)的邏輯區域調整，規劃 107 年繼續進行局本部各單位個人電腦移入使用者群集(User Farm)作業。
- 5、無線網路：建置 85 台無線感應器及無線網路控制系統，提供中央氣象局局本部無線網路服務。