

出國報告（出國類別：實習）

# 研習航空氣象現代化作業系統之飛行中 積冰診斷產品製作技術報告書

服務機關：交通部民用航空局飛航服務總臺

姓名職稱：黃禹璫 主任氣象員

官岱煒 主任氣象員

派赴國家：美國

出國期間：102年9月1日至9月21日

報告日期：102年11月5日



列印

## 提要表

系統識別號：	C10203066					
計畫名稱：	研習航空氣象現代化作業系統之飛行中積冰診斷產品製作技術					
報告名稱：	研習航空氣象現代化作業系統之飛行中積冰診斷產品製作技術					
計畫主辦機關：	交通部民用航空局					
出國人員：	姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱
	官岱煒	交通部民用航空局飛航服務總臺	臺北航空氣象中心	主任氣象員	薦任(派)	聯絡人 kuan1025@msl.anws.gov.tw
	黃禹璵	交通部民用航空局飛航服務總臺	臺北航空氣象中心	主任氣象員	薦任(派)	
前往地區：	美國					
參訪機關：	美國國家大氣科學研究中心					
出國類別：	實習					
出國期間：	民國102年09月01日 至 民國102年09月21日					
報告日期：	民國102年11月05日					
關鍵詞：	NCAR, CIP, 積冰, NTDA					
報告書頁數：	45頁					
報告內容摘要：	<p>航空氣象現代化作業系統（Advanced Operational Aviation Weather System；AOAWS）目前已進行至第三期技術強化計畫，新增許多觀測資料以及導出產品，觀測資料如衛星頻道差分資料與雷達原始資料等，導出產品包括NTDA即時亂流診斷產品（NCAR Turbulence Detection Algorithm；NTDA）與即時積冰診斷產品（Current Icing Product；CIP）。此處之即時亂流與積冰診斷產品與AOAWS第一期與第二期之預報產品，在資料架構流程方面有許多出入，尤其本計畫將於明年底暫告一段落，後續將由本總臺以及外維廠商自力維護AOAWS系統，對於亂流與積冰產品演算法、AOAWS系統架構與資料流程、各類子系統與衛星資料處理、系統監控與系統更新步驟等，必須有更深入之瞭解，才能擔負重任。假若未來可獲得新來源且有用之氣象資料，當其資料格式與現行系統接用之所有資料皆不相同時，則如何整併新增資料之基本概念，亦為本次訓練之焦點。</p>					
電子全文檔：	C10203066_01.pdf					
出國報告審核表：	C10203066_A.pdf					
限閱與否：	否					
專責人員姓名：						
專責人員電話：						



# 研習航空氣象現代化作業系統之飛行中 積冰診斷產品製作技術報告書

## 目 錄

壹、目的	2
貳、過程	4
參、心得	6
一、AOAWS 系統維護	6
二、NTDA 即時亂流診斷產品	8
三、即時積冰診斷產品	12
四、AOAWS 系統維護實作練習	18
五、AOAWS 使用者手冊翻譯	20
肆、總結與建議	20
伍、攜回之參考資料	23
一、AOAWS NCAR Turbulence Detection Algorithm (NTDA)	23
二、Current Icing Product (CIP):System Overview, Configuration and Troubleshooting	40

# 研習航空氣象現代化作業系統之飛行中 積冰診斷產品製作技術報告書

## 壹、目的

爲了提升航空氣象服務品質，航空氣象現代化作業系統(Advanced Operational Aviation Weather System, AOAWS)自 91 年 6 月驗收完成並正式啓用，並隨著航空氣象科技與電腦科技之進步，爲了保持航空氣象現代化作業系統能符合最新的作業需求與最新的預報技術，逐年不間斷的引進最新航空氣象預報技術與產品，如亂流偵測技術上由最初爲使用亂流演算法 (INTEGRATED TURBULENCE FORECAST ALGORITHM, ITFA)製作亂流預報產品，引進美國最新的氣象雷達亂流偵測技術(NCAR Turbulence Detection Algorithm, NTDA)，增強對流性亂流之及時偵測，並且提升產品顯示介面使用新一代爪哇版多元化產品顯示系統(Advanced Java-based Multi-dimensional Display System, JMDS)，以及自動氣象觀測系統顯示系統 (Auto Weather Observation System Display, AWOS Display)，這項跨平台的氣象產品顯示系統可以透過網際網路在不同的作業系統上執行，使得航空氣象資訊服務不再受到作業系統及主機位置的限制。

本年度依 AOAWS-TS 計畫中秋季訓練部份奉核派員前往美國國家大氣科學研究中心 (National Center for Atmospheric Research; NCAR)，研習航空氣象現代化作業系統之飛行中積冰診斷產品製作技術，其中主要學習的目標就是目前美國航空氣象中心所使用最新的積冰預報診斷技術與產品－即時積冰診斷產品(Current Icing Product, CIP)，積冰產品由最初模式預報之積冰預報產品(Forecast Icing Product, FIP)，演進爲整合模式與即

時衛星、雷達、地面、飛機報告等觀測資料之即時積冰診斷產品(Current Icing Product, CIP)，提供每小時，三維診斷結冰環境，加入了觀測資料後的新產品提升了對於即時積冰診斷的能力，配合圖形化的顯示介面讓使用者能夠即時快速掌握積冰在三維空間中的分布情況。在此行之中也學習及實作在 JMDS 改寫為全新 Jadeite 架構後，如何透過修改用戶端所屬的 XML 控制檔，讓顯示系統可以讓使用者在用戶端設定與維護、自訂系統顯示的頁面、框架、產品和顯示方式。以及了解航空氣象現代化系統監控頁面(AOAWS SysView Page)如何監控資料、程序，並且實作航空氣象現代化作業系統監控頁面流程版面的編排。

航空氣象現代化作業系統是一套完整的先進系統，包含了資料收集、資料演算、顯示系統及系統監控四大部分，將不同格式的資料轉存相關資料庫中，利用各種用於航空氣象的先進演算法計算出可靠實用的產品，透過顯示介面讓使用者方便使用，並且在這套系統中除了設計了備援方案外，還有監控系統及頁面讓維護者可以快速排除問題。隨著航空氣象技術與電腦軟硬體技術的逐年發展，這套系統也逐步更新最先進的航空氣象演算法、顯示系統、電腦主機設備…等，以提供優質的航空氣象服務，因此臺北航空氣象中心每年均派員前往美國國家大氣科學研究中心，掌握最新的產品內容及系統設定技術細節，以及提升系統維護與管理的能力，透過與美國國家大氣科學研究中心的研究員與專家面對面的研討，學習最新的航空氣象技術與概念，對於臺北航空氣象中心未來航空氣象服務與規劃有莫大的助益。

航空氣象現代化作業系統主要產品有兩大類，其一為模式產品顯示系統(Model Display)，其二，則為多元化產品顯示系統(Multidimensional Display System)。本總臺多次派員赴美國國家大氣科學研究中心研習 WRF

(Weather Research and Forecasting) 數值天氣預報模式，已具備獨立修改模式產品顯示系統之能力，惟該系統已於民國九十六年底移交氣象局執行。至於多元化產品顯示系統，則因新的資料不斷地加入，而且資料演算法持續發展中，本總臺於升級新系統之同時，必須持續派員汲取新知，以維持最基本之系統自維能力。

## 貳、 過程

職等二人與兩位資拓宏宇公司工程師，於民國102年9月1日(星期日)下午，自台灣桃園國際機場分別搭乘長榮及華航班機前往美國洛杉磯，再轉搭美國國內線班機飛往美國中部丹佛市，並於同日美國時間午夜抵達目的地波德市。

9月2日(星期一)，適逢美國勞工節假日，因此前往附近商場購買日常用品及食物，並且熟悉美國國家大氣科學研究中心周邊道路環境。

9月3日(星期二)，在美國國家大氣科學研究中心顧問Celia Chen的陪同下，辦理參訪人員的登記手續並取得臨時通行證，隨後由Jim Cowie帶領職等一行人前往訓練期間的專用辦公室，以及確認美國國家大氣科學研究中心提供的個人電腦主機，設定電腦主機網路環境及帳號密碼，隨後介紹此次訓練行程，訓練教室所屬大樓內外環境。

9月4日(星期三)，上午由Jim Cowie為我們講解AOAWS系統結構、各伺服器主機功能及用途、資料流程、處理程序、系統監控等，以及AOAWS新增的處理程序，包含即時積冰產品(CIP)、即時亂流偵測產品(NTDA)、衛星、AMDAR、AWOS、GRIB2等處理程序。

9月5日(星期四)，上午由Andy為我們介紹JMDS的系統設定，下午則繼續由Andy帶領我們在模擬實驗室中進行JMDS顯示系統設定檔XML檔案之

變更設定、調整，並且提供一份訓練習提供我們按照步驟在實機線上實作。

9月6日(星期五)，今日由Nancy講解衛星資料的處理，以及說明在AOAWS系統中加入新的衛星資料時需要完成的準備工作，下午則繼續Nancy主講AWOS資料顯示系統的架構、資料流程等，以及因應AWOS資料顯示系統所接收的機場增多，爲了減輕因資料量增加所造成系統的負擔，將各機場的AWOS資料庫由原本僅存放於單一SPDB資料庫改爲各機場分別存放。

9月9日(星期一)，與Celia、Jim及Gary共同進行AOAWS使用者手冊、產品手冊的檢視與修改。

9月10日(星期二)，由John爲我們講解NTDA之演算法、資料流及NTDA產品介紹，並且進行個案分析及系統故障診斷。

9月11日(星期三)，上午由Deidre進行關於軟硬體監控系統OpsView的簡報，下午由Jim帶領我們進行系統監控頁面(SysView)之畫面調整、新增監控程序之實機練習。

9月12日(星期四)，因科羅拉多州因豪雨造成洪水災害，NCAR所在波德市聯外公路多處中斷，市區內亦多有災情，NCAR關閉因此停課一天。

9月13日(星期五)，因科羅拉多州豪雨仍持續，NCAR所在波德市聯外公路仍多處中斷，NCAR關閉因此停課一天。

9月16日(星期一)，由jim介紹航空氣象現代化作業系統開發及上線時程，以及發行版本控制之流程，並且介紹NCAR所使用之進度管理介面Trello。另外由Deidre介紹用於航空氣象現代化系統之軟硬體監控管理軟體。

9月17日(星期二)，今日由Dan向我們介紹即時積冰診斷產品(Current Icing Product, CIP)，這是一個結合數值天氣預報模式輸出與即時天氣觀測的產品，可以增強對於即時積冰可能發生區域判斷，除了介紹CIP之演算

法、資料流、產品顯示外，最後還進行個案分析討論及系統故障診斷。

9月18日(星期三)，由Jim向我們介紹航空氣象現代化系統引進新氣象資料時，所需要進行的作業流程。本次的訓練課程到此結束，並且為受訓學員進行結業式。

9月19日(星期四)，自丹佛搭美國國內線飛機至舊金山，翌日凌晨轉機返回臺灣，並於臺灣時間9月21日(星期六)清晨抵達臺灣桃園國際機場。

## 參、心得

### 一、 AOAWS 系統維護

AOAWS 系統維護課程所佔用之訓練時數最多，必須具備資訊系統基礎能力，包括：系統操作與維護管理、程式語言撰寫、程序編寫、網路監控與管理等經驗，即可從容應付。主要課程如下：

#### (一) AOAWS 系統工程

##### 1. AOAWS 系統架構

包括：系統設計、主機群分類、主機角色、程序管理、資料管理

##### 2. 新資料之處理程序

包括：CIP 資料、NTDA 資料、新增衛星資料、AWOS 新增測站、AMDAR 資料、WIFS GRIB2 轉換、主機設定檔備份、實驗室與作業系統間之設定檔變更

#### (二) AOAWS 設定檔管理

##### 1. 設定檔管理

##### 2. 新版上線安裝時程

##### 3. AOAWS 備份

4. Trello 團隊流程管理平臺
5. AOAWS 主機系統升級安裝步驟

### (三) 系統監控網頁之編輯

1. 為 AOAWS 之主要監控工具
2. 監控網頁係以 Java 語言編寫
3. 顯示 AOAWS 主機群之狀態
4. 綠燈、黃燈、紅燈各燈號之意義
5. 顯示主機群之連接架構
6. 顯示資料流
7. 支援子圖顯示

### (四) 新增資料之整併流程

1. 抓取
2. 監視與觸發機制
3. 資料散佈
4. 解碼
5. 顯示
6. 監控
7. 歸檔
8. 定期清除

### (五) AWOS 處理程序

1. 資料流與顯示方式
2. 新增測站之流程

### (六) 衛星資料處理程序

1. 新增衛星頻道差分場

2. 新增全球性衛星合成、美國 GOES-E 與 GOES-W 衛星影像資料
3. 資料流
4. 設定檔

#### (七) AOAWS 新版顯示系統

1. WMDS、JMDS 與 AWOS 之新特色
2. 透過網際網路於 WMDS 網頁下載並啟動 JMDS 與 AWOS 之步驟
3. 建構 JMDS 與 AWOS 顯示功能之外顯且可編輯的 XML 格式之設定檔
4. JMDS 各種顯示功能選項之 XML 設定檔巡禮

## 二、 NTDA 即時亂流診斷產品 (NCAR Turbulence Detection Algorithm ; NTDA)

### (一) 引言

過去數年，美國國家大氣科學研究中心 (NCAR) 在美國聯邦航空總署 (FAA) 的資助下，持續發展一套圖形化亂流導引預報 (Graphical Turbulence Guidance ; GTG) 產品與圖形化亂流導引即時診斷 (Graphical Turbulence Guidance Nowcast ; GTG-N) 產品。

整合亂流預報演算法 ( INTEGRATED TURBULENCE FORECAST ALGORITHM; ITFA) 是基於數值天氣預報模式的預報產品，再求得渦流消散率 (Eddy Dissipation Rate ; EDR) 而成亂流潛勢等值線圖形化產品，即圖形化亂流導引 (Graphical Turbulence Guidance ; GTG) 產品。在此架構之下，加入即時之亂流觀測資料，包括空中之 EDR 觀測及飛行員報告，以及地面 NTDA 雷達觀測資料，此外，再置入亂流誘發推論演算相關資料，舉例如：對流亂

流 (Diagnose Convectively Induced Turbulence ; DCIT)、衛星特性、閃電資料、及廣播式自動回報監視 (Automatic Dependent Surveillance - Broadcast ; ADS-B) 等資料，即可產製亂流 EDR 即時診斷三維網格資料，也就是圖形化亂流導引即時診斷(GTG-N) 產品。

由於各型航空器對亂流強度的感受程度不一致，吾人遂以渦流消散率 (EDR) 來量度小尺度渦流的能量消散率，這是一個與航機機型無關而完全獨立的量度因子，藉由鋒生方程、Dutton 經驗指數、不平衡流、及 Ellrod 變形切變等常見公式來計算分項 EDR，再予以特定權重加乘，換言之，客觀大氣亂流強度即為渦流消散率分項之合成。

渦流消散率 ( $\epsilon^{1/3}$ ) 係由速度及 (或) 溫度的二階函數求得，其單位為  $m^{2/3} s^{-1}$ ，大小介於 0 與 1 之間，按照 2010 年 ICAO 對中型航空器所定義的亂流門檻如下：

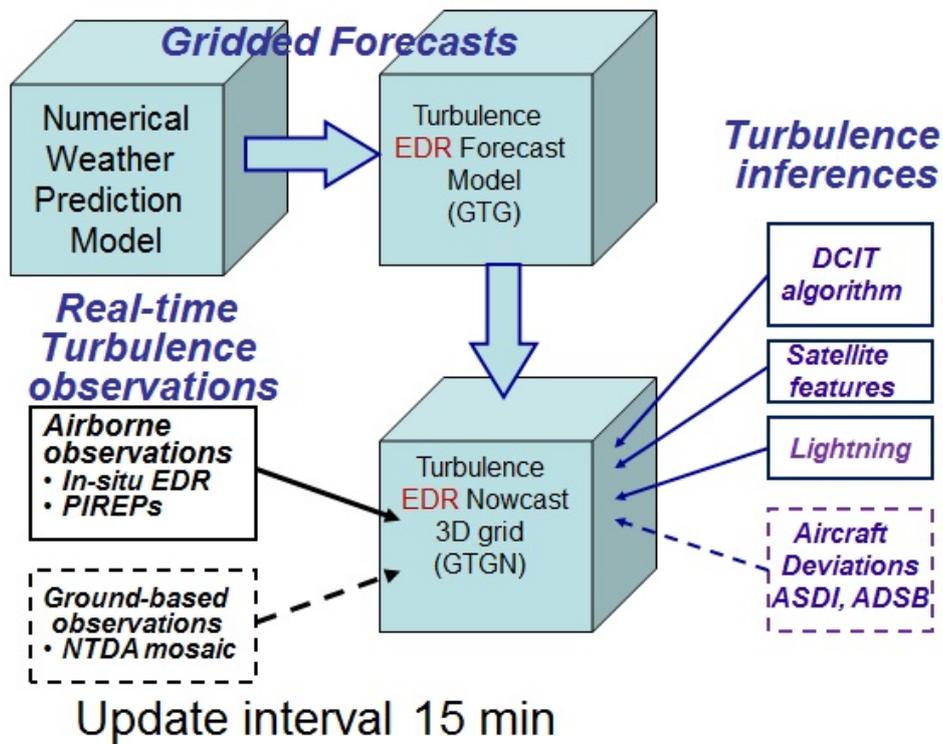
- 0.1 輕度亂流
- 0.4 中度亂流
- 0.7 強烈亂流

而根據資料中位數重新求得門檻值如下：

- 0.06 輕度亂流
- 0.22 中度亂流
- 0.5 強烈亂流

本總臺現行 AOAWS 之亂流產品為 ITFA/GTG，版本為 GTG2.5，主要係針對晴空亂流 (Clear Air Turbulence) 之預報，透過動

態最佳化來自動調整各分項權重以達成模式預報與最新觀測亂流資料間之一致性，此演算法可避免個別亂流診斷公式所造成之分項值失真而影響亂流預報，且經由嚴格地統計校驗可據以比較各類亂流診斷公式之表現及調整權重比。在 GTG 不斷演進發展之下，未來版本 GTG3 將再增加山岳波亂流預報、低層亂流預報、高層亂流預報以及對流亂流（DCIT）預報，結合 GTG 預報與各類即時觀測診斷產品，則可進而產出相應之圖形化亂流導引即時診斷（GTG-N）產品。而本總臺在明年度計畫結束之前，未及採用 GTG3，但將新增 NCAR 亂流偵測演算法（NCAR Turbulence Detection Algorithm；NTDA）即時亂流診斷產品，亦即相當於對流亂流診斷產品。



圖一 圖形化亂流導引即時診斷產品流程

## (二) NTDA 即時亂流診斷產品發展動機

雷達回波區不盡然代表亂流之所在，亂流可能發生於兩塊高回波區之間，抑或高回波區之周邊，雷暴附近的對流亂流可能始於小尺度，但卻出其不意地快速發展，有鑒於此，必須尋找一種能夠偵測大氣亂流強度且具備高解析度及快速更新特性的工具，再搭配適切之演算法，於是 NCAR 選擇了都卜勒氣象雷達資料，以作為發展 NTDA 的基礎。

## (三) NTDA 的限制

1. 由於雷達主要量度水平向的波動，當亂流為等向的，則 NTDA 的偵測效果最好。
2. NTDA 僅能提供特定時間、地點與解析度的資訊，並取決於雷達特性。
3. NTDA 無法完全濾除非大氣之干擾因素，舉例如閃電。
4. 近地屏障。
5. 無法適應流體慣性變化，可能無法精確偵測暴雨或冰雹。
6. 對於發展良好且與理論模型一致的亂流，NTDA 具有最佳之預報能力。
7. NTDA 是一種向後檢視之診斷，不具備預報能力。

## (四) NTDA 演算法概述

都卜勒氣象雷達資料來自中央氣象局，分別位於五分山、七股、墾丁與花蓮，演算法包括偵測及審查劣質資料、經由模糊邏輯理論來評定波譜寬的量測品質、按範圍函數計算波譜寬之 EDR、計算局地信心權重平均 EDR 及其加總。影響 NTDA EDR 量測之資料品質控制的主要因子為各類屏障作用、雷達同頻干擾、重

疊回波、掃描策略、屏障減除過程以及波譜寬之計算與處理過程。

### 三、 即時積冰診斷產品 (Current Icing Product ; CIP)

#### (一) 引言

航空氣象現代化作業系統現階段提供之積冰產品為預報積冰潛勢 (Forecast Icing Potential ; FIP)，有鑒於過冷大水滴 (直徑大於  $50\mu\text{m}$ ) 可於飛行中航空器之未受保護機體上結冰，而影響飛航安全，是以，出現過冷大水滴的機率資訊對於機師與簽派員皆有很大幫助。演算法係透過分析數值預報模式網格點之垂直柱狀體，以決定雲頂與雲底之高度，再辨識雲層之降水型態，即可找到可能出現積冰之所在，其後，再利用模糊邏輯理論來推定積冰潛勢。

然則，NCAR 刻正發展即時積冰診斷產品 (CIP)，此新產品首版將於今年底加入本總臺航空氣象現代化作業系統，以提供更優質之氣象服務。

#### (二) CIP 演算法概述

在數值預報模式網格資料之外，再融入各類觀測資料，形成一個全新資料組，每一種資料相對於積冰形成環境之條件皆有個別之貢獻，這些資料包括：可見光與紅外線頻道之同步衛星資料、雷達三維合成 (mosaic) 資料、地面觀測 (METAR) 資料、飛機報告資料、以及閃電資料，其中，飛機報告資料之演算流程刻正發展中，不會列入今年底驗收之積冰產品資料源，而閃電資料則暫時未被規劃納入。衛星雲圖資料與地面觀測資料之雲頂、雲幕高被用來取代網格空間之數值預報模式之雲層高度，再充分地結合

觀測與模式所提供之物理資訊，以推定積冰產生之可能區域。積冰潛勢數值介於 0.0 與 1.0 之間，若空間某點之積冰潛勢數值超過 0.05，即被 CIP 判定為輕度積冰，CIP 是否警示積冰係根據過冷水 (SLW) 含量來推定，惟必須等到出現過冷大水滴 (SLD) 時，CIP 才會將積冰的嚴重性警示提升至中度積冰等級。

爲了探索雲中過冷水的增減因子、對應之水滴大小、如何辨識、以及運用這些資訊來預測積冰之信心度等，NCAR 研究人員於數值預報模式與觀測資料中，就那些被認為與發生積冰有直接物理關聯者，挑出一百多個參數進行測試，運用統計學並參酌物理過程，再與飛機報告交叉比對，最後將眾多參數篩減至 22 個。

### (三) 資料源特性

#### 1. 數值預報模式

數值預報模式爲 CIP 的骨幹，它提供網格點架構以及溫度、相對濕度、垂直速度與微物理參數等，協助推定積冰潛勢。然則數值預報模式在舉升運動之位置、時間與強度之觀測誤差方面，以及模式本身初始化過程方面，都可能造成預報場之誤差。舉例如相對濕度之誤差，可能影響是否有雲以及其相位與含水量之判斷。即便如此，數值預報模式還是提供一個很有意義的最基本積冰潛勢場。

#### 2. 衛星

衛星資料包括可見光、短波與長波紅外頻道以及差分頻道等，透過反演求得雲頂溫度，同時，必須進行大氣訂正與反射陽光訂正。根據飛機報告以及預報經驗顯示，一旦判定雲中存在液態水，則反照率亦成爲推定雲中液態水含量之重要參數。

### 3. 雷達

雷達觀測資料可提供某地降水之定性資訊，CIP 採用雷達合成 (mosaic) 產品，其具有 5dBZ 之最小回波初值，增量亦為 5dBZ。雷達回波值可代表不同之積冰現象。在典型凍雨情況，較高的回波值意味著較大且 (或) 較多的凍雨滴，也就是積冰情況加重。如果是雪雲情況，較高的回波值暗指較大且 (或) 較多的雪片，經由結霜過程減少過冷水，反而使得積冰情況減緩。

### 4. 地面觀測

地面觀測提供雲量、雲霧高以及天氣現象資料。這些資訊主要用來彌補夜間衛星觀測之不足，而據以評定是否有雲以及推定積冰程度所必須取得之各類參數。

### 5. 飛機報告

飛機報告中的最新積冰資料提供了十分寶貴的即時積冰狀況，而且已經被證實為針對未來 1 至 2 小時內之強而有力的積冰等級預測因子。若某區域可作為積冰演算之同質性積冰報告資料數目愈多，則該積冰資訊更為有用。同時，愈即時且距離愈近之積冰報告就愈重要，在積冰演算過程則必須相對地給予更多之加權。在三維網格中，CIP 會檢視最近 2 小時內，於水平 200 公里及垂直 4000 英尺範圍內之所有積冰報告，將之納入積冰演算。結合積冰報告的強烈等級與權重因子，再計算分項總和，即得飛機積冰報告之網格積冰場。

### 6. 閃電

發生閃電代表有深對流，也就是存在一團巨狀雲，在其高

層通常帶有顯著可觀的過冷水與大水滴。依 CIP 的理論設計，積冰情況係以網格點方圓 25 公里內，在最近 15 分鐘所發生之閃電為最低限之積冰演算流程觸發機制，是以，閃電擊發次數愈頻繁且距離愈近者，則推算之積冰情況愈嚴重。

#### (四) CIP 演算法架構

##### 1. 推定階段

在完成積冰與過冷大水滴的計算推定之後，才會進行積冰等級之演算。

##### 2. 判定積冰情境

一旦判定某區有積冰，CIP 即會針對觀測資料與數值模式之垂直剖面氣象場進行檢視，就附圖（圖三）之八種積冰情境當中，用以判定何種情境最可能發生。

##### 3. 積冰等級初步計算

被用來加入演算之每一種物理參數，在各種積冰情境中皆有其特殊意義與應用。每一種積冰情境之積冰等級推定可由一個通式來演算，該通式係所有要項之總和，每一個要項則由一種參數所導出，每一個參數皆具備各自的權重與信心度係數。其中，權重係數係根據某積冰情境下推導積冰等級之過程中，該參數之相對影響力而訂定；信心度係數則是基於資料可信度及其相依之各類因子而進行調整。舉例若參數來源為衛星可見光資料，則信心度係數將隨時間變化，白天放大，夜裡迅速減小；又舉例若參數來源為飛機報告資料，則資料愈新、愈多且愈近者，其信心度係數愈高，反之則信心度係數愈低。積冰推定之初判通式如下：

$$SEV_{init} = (c_1 * w_1 * i_1 + \dots + c_n * w_n * i_n) / (c_1 * w_1 + \dots + c_n * w_n)$$

其中，

c 為信心度係數，w 為權重係數，i 為要項參數

#### 4. 阻尼因子

於完成積冰之初判推定後，必須就積冰等級進行適度調整，以納入過冷水反向減少之情況。這個部分包括三個因子：雲頂溫度、溫度以及雷達回波。在幾個積冰情境裡，相對較冷的溫度與雲頂溫度都隱含較可能出現冰晶，連帶地表示該氣柱存在過冷水；同樣地，當雷達回波值升高，很可能意味著雪片體積變大且（或）數目增加，亦代表氣柱存在過冷水。由於雲頂溫度因子的信心度係數自雲頂往下遞減，故僅靠近雲頂的幾個高度層的雲頂溫度會被使用。雷達回波值因子亦採用同樣的信心度遞減原理，只是改由雲底往上減少。然則，溫度因子只是簡單地被套用並建立阻尼方程，不須考慮信心度係數。

除了過冷水之外，還有一個反照率參數必須進行積冰等級之阻尼調整，以適用於白天薄雲情況。低反照率之雲可能代表相對地內含量少，當然過冷水也少，因此，若反照率低，則初判之積冰等級程度就非常弱，當反照率變高，必須令積冰等級之推估仍然維持不變。不過，此阻尼因子不適用於夜間或無陽光之白天。

#### 5. 積冰等級推定：

積冰等級推定之最終輸出值是介於 0.0 至 1.0 之數字，較大數值代表推定之積冰等級較高、較為嚴重。為了將數字轉譯為對使用者較有意義的積冰分類，NCAR 的研究人員分析了一

組三個月期間，包含各類積冰情境以及各式各樣的積冰案例之數千筆積冰飛機報告資料，他們比對了那些積冰報告資料與透過演算而相應推定之積冰等級數字，得出積冰等級分類門檻如下：

	無積冰	< 0.01
0.01	≤ 冰跡	≤ 0.175
0.175	< 輕度積冰	≤ 0.375
0.375	< 中度積冰	≤ 0.7
0.7	< 強烈積冰	

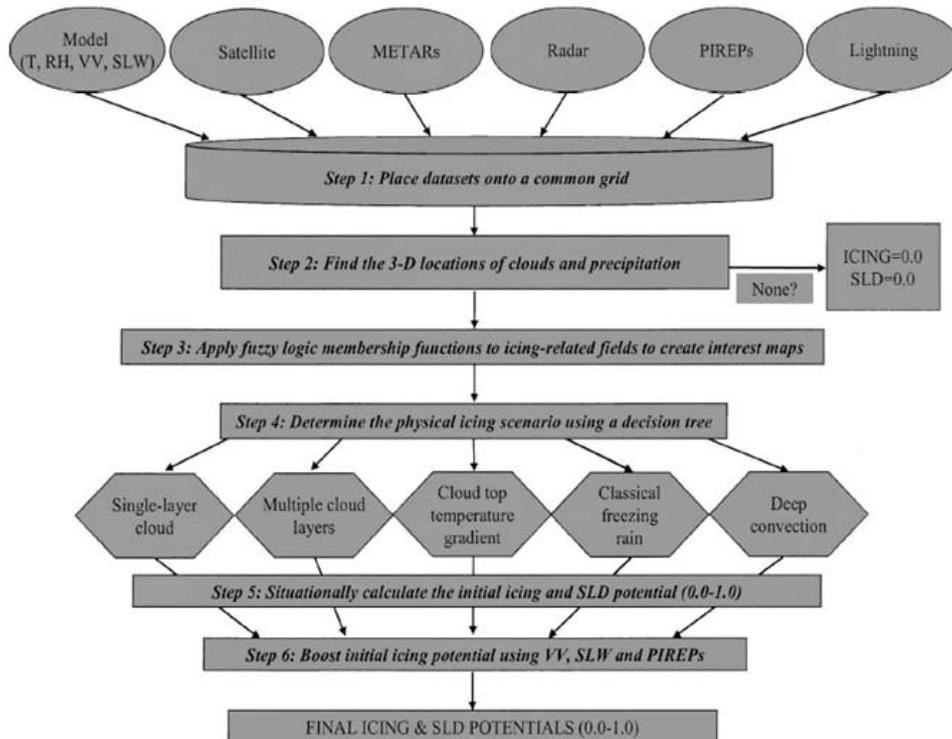
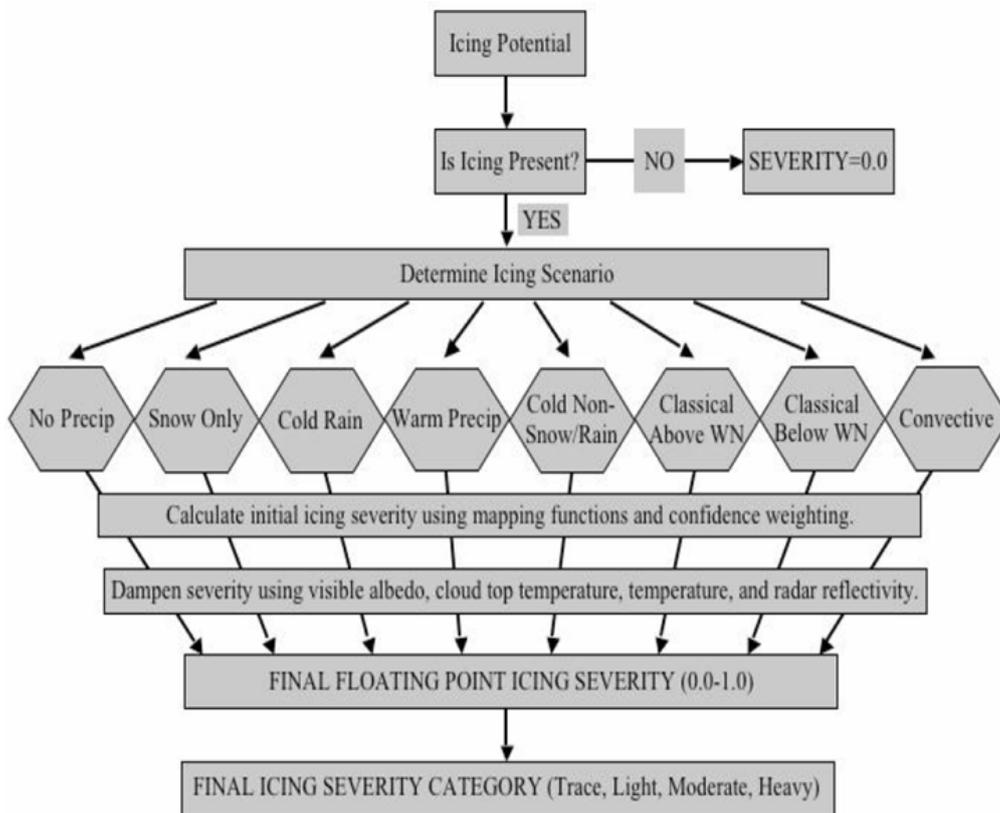


FIG. 2. Flowchart of the CIP process.

圖二 CIP 積冰潛勢推定流程

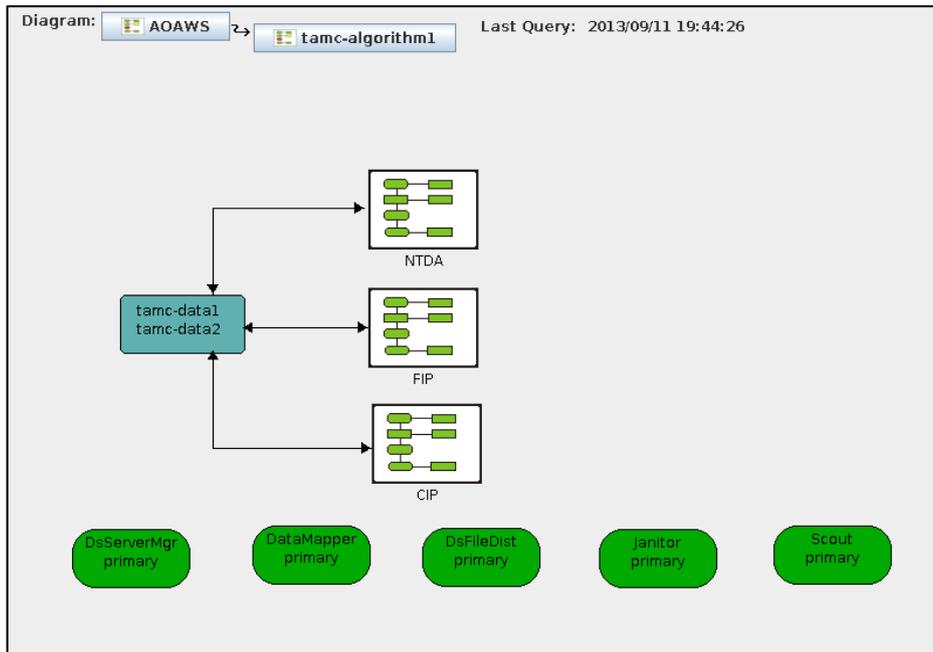


圖三 CIP 積冰等級推定流程

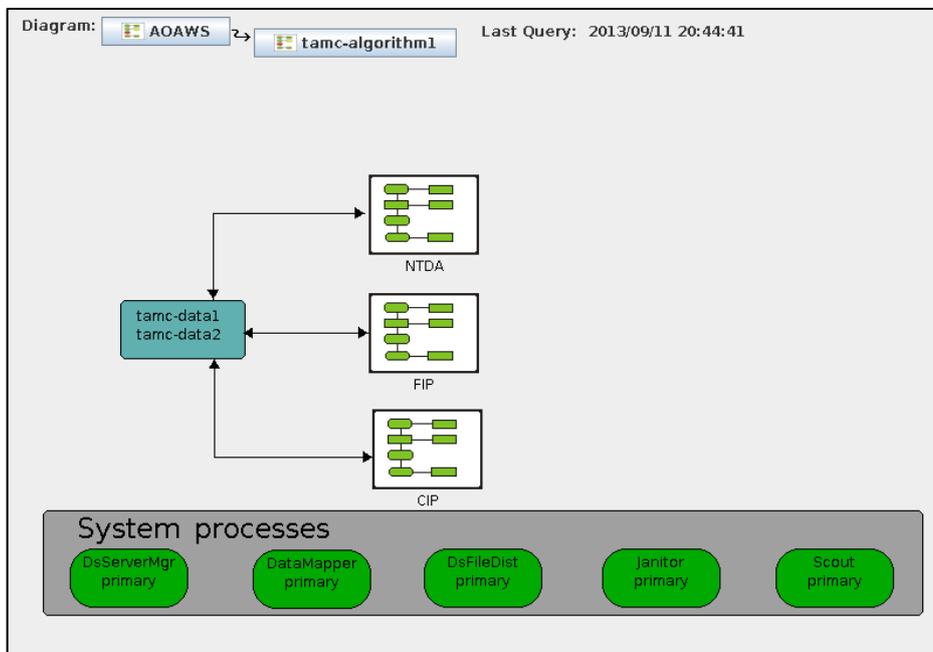
#### 四、 AOAWS 系統維護實作練習

實作練習具有相當之挑戰性，須耗費較長時間來完成所有工作，職等竭盡全力以最快速度完成任務，並經任課教官檢查無誤。茲列舉主要習作項目如下：

- (一) 修改 XML 設定檔以建立 JMDS 新產品選項及其顯示功能
- (二) 系統監控網頁之編輯練習，舉例如圖四、圖五
- (三) AOAWS 主機系統升級安裝



圖四 系統監控網頁修正前



圖五 系統監控網頁修正後

## 五、 AOAWS 使用者手冊翻譯

配合今年度產品更新進度，NCAR 遂針對「氣象產品手冊」以及「多元化氣象產品顯示系統（Java 版）使用者手冊」之相關項目進行英文版之改寫，訓練期間特別安排一門翻譯課程，由學員們協助轉譯為中文，職等透過討論方式，通力合作將其文意以最恰當之中文形式來展現。在過程中，發現了幾個英文版之錯誤與衝突之處，原來係綜整英文版手冊的人員與各單項產品負責人之間未充分溝通所致，經職等提出後，NCAR 已完成錯誤修正。

## 肆、 總結與建議

NCAR 課程設計乃兼容並蓄，涵蓋了亂流與積冰產品演算法概述、AOAWS 系統架構與資料流程、各類子系統與衛星資料處理、系統監控與系統更新步驟、以及新增資料之整併流程等，而且橫跨理論解說與實作練習，加深學員印象，並延伸課程廣度與深度。在三週密集訓練後，職等對於 AOAWS 系統全貌有了更深刻的體認與瞭解，有信心可以擔負重任。

藉由不斷地適時提問，立即釐清心中困惑，增進對於教官授課內容之全盤理解，並可達觸類旁通之效。授課教官對於學員發言之踴躍亦十分欣慰，並積極回應與指引；對於學員要求再提供輔助參考教材之請求，教官們皆大方給與。本次訓練課程難易度適中，不致帶給受訓學員太大壓力，亦適於有氣象與資訊基礎背景之新同仁，可將訓練資源作最佳利用。

在 Jim 與 Paul 兩位教官介紹 AOAWS 系統架構與資料流程的課堂上，職等向其反映一個系統監控畫面的問題，每部主機之監控首頁畫面下方存在五個獨立地橢圓形程序圖示，讓人對該圖示與其上半部流程監控畫面之間的關聯性產生疑惑，NCAR 教官表示，因計畫經理人在幾年前調職所

致，建議應將其全部框住並標示為系統流程，以資區別。此監控畫面之議題立即成為之後監控畫面編輯實作練習之題目，除了 mds 主機監控畫面原本就正常之外，由職等就其餘 18 部主機之監控畫面進行編修更新，更新之檔案並已被列入今年 10 月至 11 月份年度系統版本升級之更新項目，本議題業已圓滿解決。

以下為職等就此次研習之建議：

#### 一、針對氣象局計劃提升模式解析度之因應策略

針對氣象局計劃未來提升 WRF 數值天氣預報模式解析度以及（或）擴大網域範圍之情況，可能對 AOAWS 系統或產品造成影響，惟 AOAWS 第三期計畫即將於明年底暫告一段落，是故每堂課程結束後，就教於任課教官，請其發表對於本身所負責部分之看法，職等獲致幾個不同版本的答案，且 NCAR 人員大都無法給出全面性之確定說法。考量若於 AOAWS 計畫結束後，面對氣象局提升模式解析度之作法，再由本總臺自力修改 AOAWS 相關系統，則風險性相對較高。職等綜整技術可行性且兼顧氣象中心督導席與各預報員歷來之意見與共識，認為三個網域之模式預報產品較符合本中心預報作業之需求。經詳細斟酌後已有新的腹案，本案宜朝二大方向著手：第一，因應氣象局擴充運算資源，建議將現行兩個網域之模式預報回復成以往三個網域之預報；第二，模式解析度、網域總數與相應網域範圍之調整皆應衡量其與 AOAWS 系統之相容性。茲提議於下期本總臺與氣象局之季工作會議進行討論，冀望可圓滿解決。

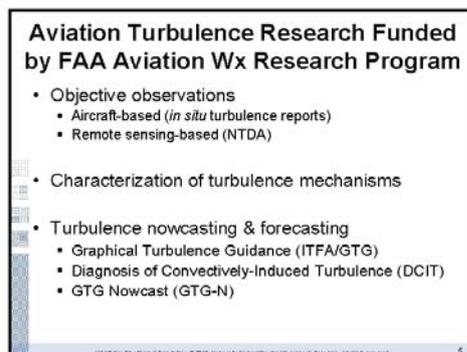
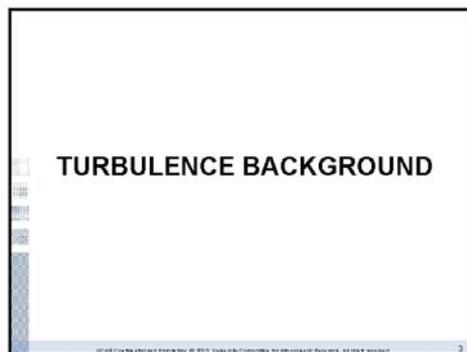
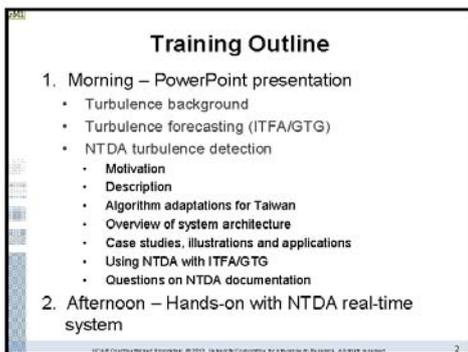
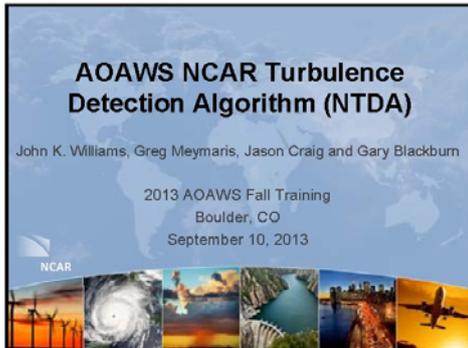
#### 二、輔助參考教材之預習

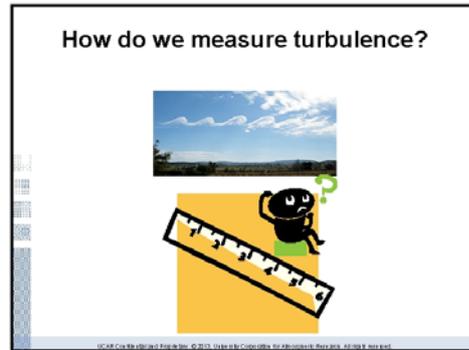
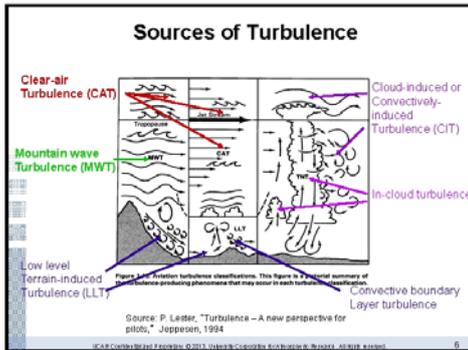
囿於訓練期程，NCAR 只能安排現階段參與研發過程之主要人員擔任教官，然則 AOAWS 系統早期之積冰與亂流屬於預報產品，其資

料架構流程與新近待上線之診斷產品有許多出入，在職等要求之下，於課程結束甚至回國後，始獲得許多輔助參考教材。建議將該資料提供予明年度參訓同仁，可於出國前三個月即開始閱讀預習，以收宏效。

## 伍、攔回之參考資料

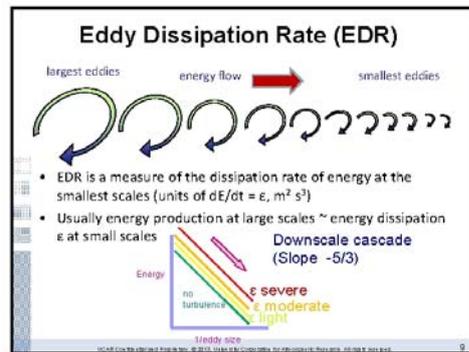
### 一、AOAWS NCAR Turbulence Detection Algorithm (NTDA)





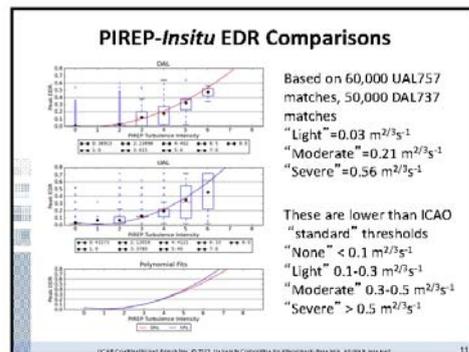
### Measuring Turbulence Intensity

- Pilot Reports (PIREPs)
  - Mainly qualitative and subjective
    - "none"
    - "light"
    - "moderate"
    - "severe"
    - "extreme"
  - Aircraft-dependent relationship to atmospheric turbulence

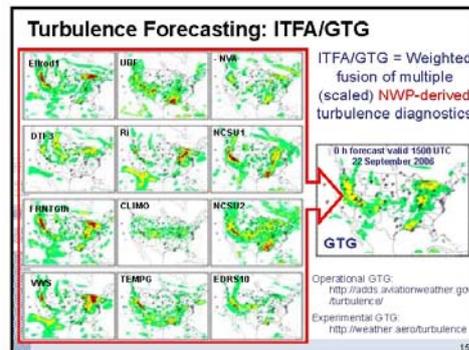
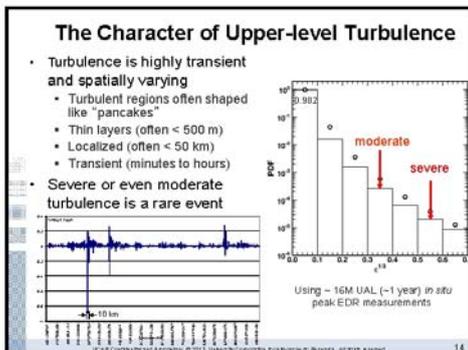
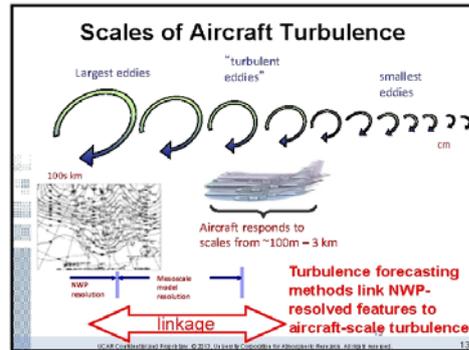


### Objective Observations - In Situ EDR

- Automatically computes and records mean and peak turbulence intensity
- Provides aircraft independent atmospheric turbulence intensity: eddy dissipation rate ( $EDR = \epsilon^{1/3}$  units  $m^{2/3} s^{-1}$ , ICAO standard)
- Automatically downloads data periodically during flight using ACARS network
- Accuracies
  - Time:  $< 1$  min
  - Location:  $< 10$  km
  - On UAL 757, Delta 737, 767
  - Soon on Southwest 737, UAL 737
  - Perhaps KAL 737



# TURBULENCE FORECASTING: INTEGRATED TURBULENCE FORECAST ALGORITHM (ITFA) A.K.A. GRAPHICAL TURBULENCE GUIDANCE (GTG)



### ITFA/GTG: Current US Implementation

- Gridded high resolution (13 km) forecasts of turbulence for FL 100-450 (1000 ft) based on RUC or WRF-RAP NWP model
- Updated hourly out to 12 hours
- Is mainly for Clear Air Turbulence and does not specifically include turbulence due to mountain waves or thunderstorms
- Ongoing verification using 100,000s of PIREPs and in situ EDR data
- CONUS GTG available on Operational ADDS (<http://adds.aviationweather.gov/adds>) as a "supplementary" product to NWS issued advisories

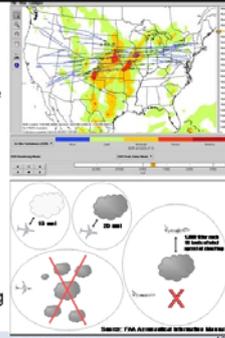
### Discussion

- How does turbulence affect air traffic flow and safety in Taiwan?
- How and by whom is the Taiwan ITFA product used?

## NCAR TURBULENCE DETECTION ALGORITHM (NTDA)

### NTDA Motivation

- Convectively-induced turbulence (CIT) may be responsible for 60% or more of all turbulence encounters
- CIT is not directly addressed by current ITFA/GTG
- FAA thunderstorm avoidance guidelines inadequate for balancing safety and capacity



### Motivation, cont.

- Reflectivity (dBZ) is NOT a reliable indicator of turbulence location
  - Airspace between or around high-echo regions may be turbulent!
- Convectively-induced turbulence (CIT) can be small-scale and evolve quickly
  - Storm observations are key for accurate and timely diagnosis
- When aircraft report turbulence (via PIREPs or *in situ* EDR), it's already "too late"
- Therefore, would like to use remote sensing information (e.g., Doppler weather radar) to identify in-cloud turbulence *before* it is encountered.

### NTDA Objectives

- Provide a high-resolution, rapid-update atmospheric turbulence intensity detection capability for aviation using Doppler weather radar data.
- Make in-cloud turbulence intensity data available with minimal latency to serve users -- airline meteorologists, dispatchers, pilots, air traffic controllers, and private weather services providers -- for tactical decision support.
- Improve situational awareness, airspace utilization, and safety.

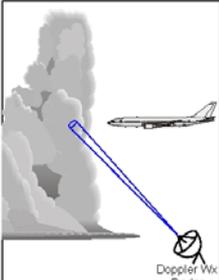
### NTDA vs ITFA (GTG)

- ITFA/GTG is a *NWP model-based* turbulence *forecast* product (includes 0hr) designed to predict *clear air turbulence*.
  - The version currently running in Taiwan was not specifically designed to predict mountain wave or convectively induced (thunderstorm) turbulence.
- NTDA is a *radar-based* turbulence *detection* product.
  - It is spatially limited by the radar coverage due to scanning strategies and sufficiently strong meteorological scatterers.

### NTDA DESCRIPTION

### What is the NTDA?

- The NCAR Turbulence Detection Algorithm uses Doppler weather radar data to measure turbulence in clouds, complementing radar reflectivity.
- In the US, NTDA = NEXRAD Turbulence Detection Algorithm



Doppler Wx Radar

74

### What does NTDA measure?

- Atmospheric turbulence: eddy dissipation rate (EDR),  $\epsilon^{1/3}$ ,  $m^{2/3} s^{-1}$ 
  - EDR can be converted to the impact on an aircraft (RMS-g) based on the aircraft type and flight parameters
- Uses spectrum width, which represents radial wind variability within the measurement volume
- NTDA only measures turbulence where sufficient wind-tracing reflectors exist, i.e., in clouds and storms

75

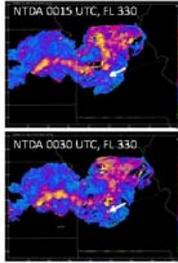
### NTDA Limitations

- NTDA works best when turbulence is *isotropic* (the same in all directions)
  - Radars measure mostly horizontal wind fluctuations, but vertical have greatest effect on aircraft
- NTDA can only provide information at times, locations and resolution determined by the radar
  - E.g., at 60 miles range,  $1^\circ \approx 1$  mile, and there are large gaps between sweeps at high angles
- NTDA may not always filter out all non-atmospheric and measurement noise (e.g., lightning)
- Turbulence is fundamentally a statistical quantity

76

### NTDA limitations (cont.)

- Coverage near the ground is limited by radar geometry and ground clutter
- NTDA does not adjust for hydrometeor inertial effects
  - May not be accurate in heavy rain, hail
- NTDA works best when turbulence is well-developed and consistent with theoretical models
  - May not be true for new updrafts, thin shear layers
- NTDA is a measurement (backwards-looking), not a prediction



United 967 turb. encounter, 21 July 2010 00:14 UTC

77

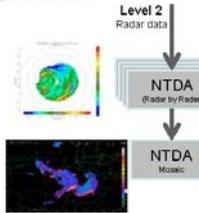
### How can NTDA data be used?

- Tactical decision support for en-route aircraft
  - Improve situational awareness, airspace utilization, and safety.
  - May help obviate the need for "pathfinder" aircraft after airspace closures
- Measurements may be assimilated into turbulence nowcasts
- May be used as verification "truth" data for turbulence forecasts
- Provides a tool for investigating storm dynamics and turbulence climatology

78

### NTDA Components

- NTDA processing
  - Runs radar by radar, producing EDR and confidence on a polar coordinate grid for each sweep.
- NTDA mosaic
  - Merges data from multiple radars to produce 3D grids of EDR and "confidence"
  - CONUS every 5 min
  - dBZ is also mosaicked for diagnostic purposes



79

### NTDA Algorithm Overview

- Detect and censor contaminated data (sun spikes, artifacts)
- Assess spectrum width (SW) measurement quality via fuzzy logic, based on
  - Operational mode for that sweep
  - Signal-to-noise ratio (SNR)
  - Overlaid Power Ratio (PR)
  - Clutter and overlaid clutter contamination
  - Insect contamination
- "Scale" SW to EDR using range-dependent function
- Compute local confidence-weighted average EDR and confidence

Example confidence "interest maps"

Theoretical NEXRAD "scaling" function,  $f(r)$

### NTDA Fuzzy Logic Algorithm

NEXRAD Level II Data (Archive or LDM)

Data Censoring

"Sun Spike" computation and removal - Artifact identification and removal

EDR and EDR Confidence Metrics

At 5 minute intervals, data are collected from all cubes and 3-D EDR and EDR confidence results are formed by computing the confidence and distance weighted mean values across beam point on the grid.

### NTDA Quality Control

- Factors that determine the quality of NTD EDR measurements:
  - Contaminants (censored if possible)
    - Clutter (terrain, biological, sea clutter)
    - Blockage
    - Sun spikes
    - Radar Frequency Interference
  - Weather Signal
    - Signal strength (signal-to-noise-ratio)
    - Overlaid echoes
    - Spectrum width
  - Radar Operating Characteristics and Signal Processing
    - Nyquist Velocity
    - Unambiguous range
    - Dwell time
    - Beam width
    - Scan strategy
    - Pulsing strategy
    - Clutter mitigation
    - Spectrum width computation and upstream processing

### Example: Simulation Results for NEXRAD VCP 12

$N = 40$  pulses,  $T_s = 988\mu s$ ,  $SW = 0.5 m s^{-1}$ , 5000 runs

SNR = 30 dB  
 mean =  $0.8 m s^{-1}$   
 std =  $0.8 m s^{-1}$

SNR = 10 dB  
 mean =  $1.0 m s^{-1}$   
 std =  $1.3 m s^{-1}$   
 (at  $r = 70 km$ )

True SW =  $0.5 m/s$

### NTDA Adaptive SNR Quality Control

- Replaced previous interest maps that were based on "worst case" for each VCP
- Compute maps "on the fly" based on exact operational mode
  - Uses metadata that accompanies the radar sweep data
- Many future radar changes (e.g., new SW estimation methods) may now be handled via simulation database update

Operational mode ( $N$ ,  $T_s$ , etc.), range gate, performance requirements

NEXRAD Simulation Database

Performance data

SNR-to-confidence interest map

### NTDA: Censoring and Quality Control

NEXRAD Level II Data (Archive or LDM)

Data Censoring

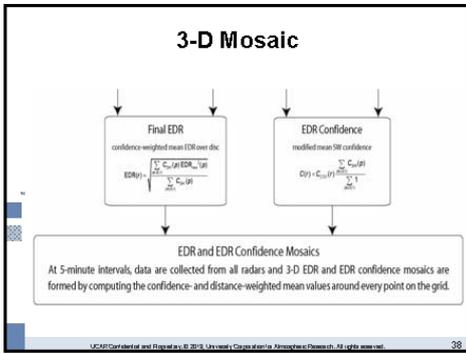
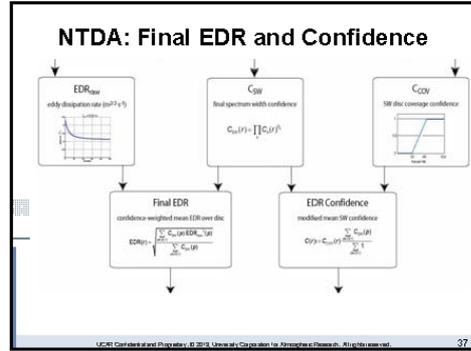
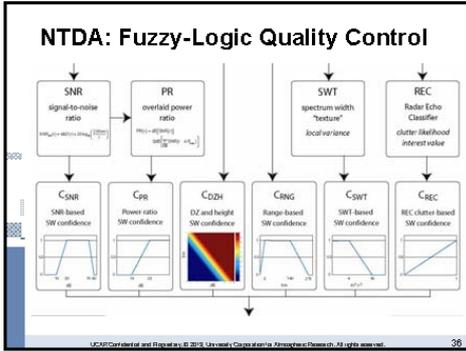
"Sun Spike" computation and removal - Artifact identification and removal

SNR: signal-to-noise ratio

PR: overlaid power ratio

SWT: spectrum width "median" local variance

REC: Radar Echo Classifier clutter likelihood interest value



### ALGORITHM ADAPTATIONS FOR TAIWAN

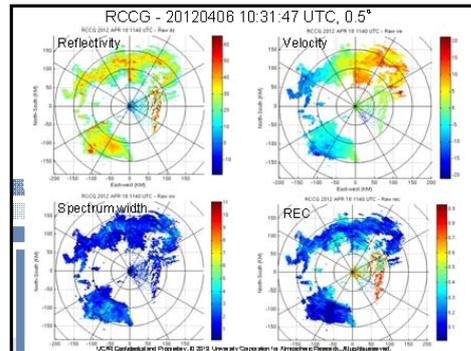
UCAR/Corresponding and Proprietary © 2018, University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved. 39

### Contaminant Mitigation

- Ground Clutter Mitigation
  - Clutter and clutter filters affect data quality
  - RCCG: clutter filters applied everywhere
  - RCKT, RCHD: clutter filters never applied (should generally be handled by existing software)
- If necessary, mitigate RFI (interference), bugs and birds, and/or sea clutter

Clutter detected using REC on RCCG, 4/6/2012 10:31:47 Z, 0.5°

UCAR/Corresponding and Proprietary © 2018, University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved.



### Confidence Based on SW Quality

- SW statistics (bias and variance) are computed using simulations taking into account:
  - Signal to noise ratio (SNR)
  - Number of pulses
  - Scan strategy
  - Pulsing strategy
  - Spectrum width computation (and upstream processing)
- These statistics are stored in a database
- NTDA generates confidence maps at runtime to quality control SW using settings of
  - Radar Constant
  - Ngust Velocity
  - Dwell time
  - Radar operational and processing modes
- This approach allows NTDA to maximize coverage while still ensuring high data quality.
  - An alternative is to tune to "worst-case scenarios," thus losing coverage.

Different confidence maps based on SNR for various possible operational settings of NEXRAD VCP 21.

UCAR Confirmed and Disputed, © 2012 University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved. 42

### RCKT Dual-PRF Simulation Results

UCAR Confirmed and Disputed, © 2012 University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved. 43

### Radar Metadata

- NTDA makes significant use of metadata including radar operating characteristics
  - RCWF is now providing all required fields
  - Gematronik radars are missing:
    - radar constant (needed to compute SNR)
      - We have a solution that estimates it via reflectivity
      - May cause some under-estimates of SNR, reducing coverage, but effect should be minimal
      - It is implemented and continues to be evaluated.
    - a map of clutter locations
      - Looking at REC and a history of radar data to create a "worst case" static clutter map.

UCAR Confirmed and Disputed, © 2012 University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved. 44

### NTDA QC: Radio-Frequency Interference

- Radio-frequency interference (RFI) often affects spectrum width measurements, so regions where RFI is experienced should be censored
- RFI is not a problem in the US, so a new algorithm for detecting it may be needed
  - Possible approach: identify radial artifacts in reflectivity, velocity and spectrum width data, and censor affected locations

UCAR Confirmed and Disputed, © 2012 University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved. 45

### NTDA QC: Birds and Insects

- Birds and insects can affect spectrum width measurements, so NTDA confidence values are lowered in suspect locations
- The current NTDA QC algorithm uses an interest map with a reflectivity threshold that varies with altitude above ground
  - This threshold may need to be tuned for Taiwan
  - Alternatively, a more sophisticated algorithm may be developed to take into account other characteristics of the radar echoes

UCAR Confirmed and Disputed, © 2012 University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved. 46

### NTDA Tuning and Verification

- Radar simulations have been performed to characterize spectrum width accuracy for various radars, operational modes, and signal-to-noise ratio values
- Spectrum width to EDR translation tables will be updated
- In the absence of aircraft turbulence observations, tuning and verification will be performed via case studies and statistical comparisons of NTDA output from adjacent radars

UCAR Confirmed and Disputed, © 2012 University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved. 47

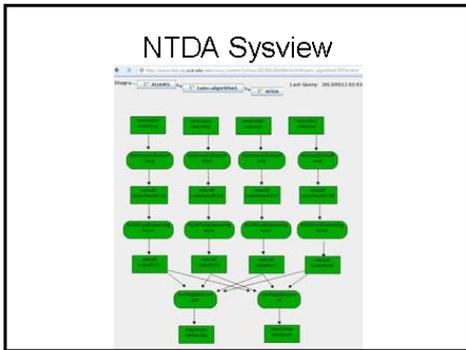
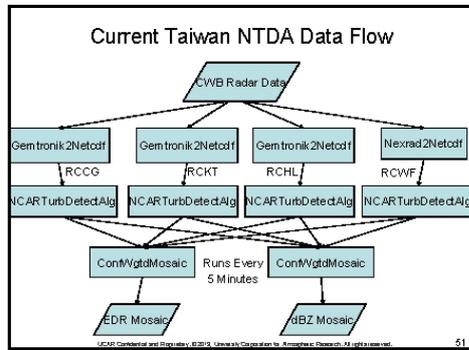
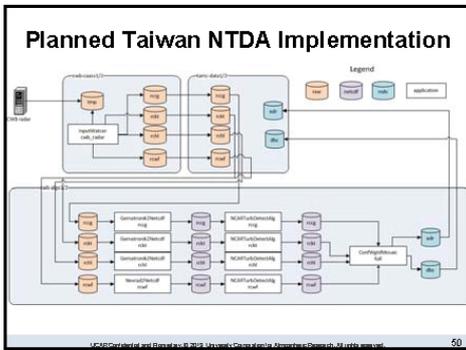
### Data Transfer

- Radar Data Transfer Latency
  - Currently, Taiwan radar data are being assembled into volumes and sent to NCAR
  - Including transmission latency, data may be close to 7 minutes old or more when received, and therefore up to 12 minutes old by the NTDA mosaic valid time.
  - Receiving data for each elevation sweep as soon as it is completed (so called PPI data), or in smaller chunks, would reduce the NTDA product latency and increase its tactical value.
    - A sample PPI data from Gemtronik have been successfully translated and appear to be suitable.
    - Sample PPI data from RCWF have not yet been fully evaluated.
  - This issue be further explored next year.

48

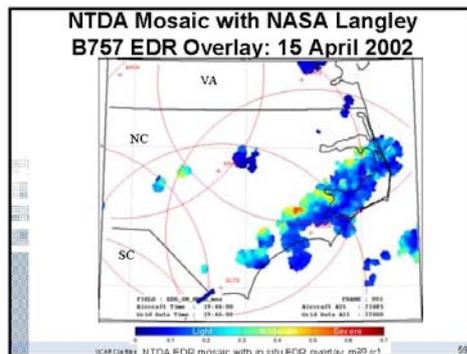
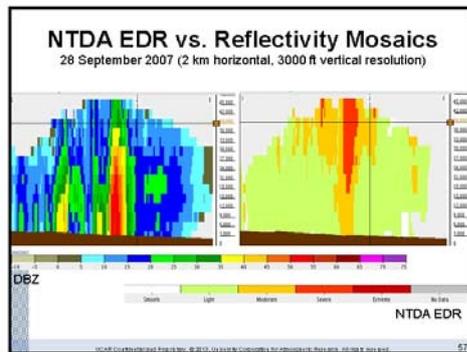
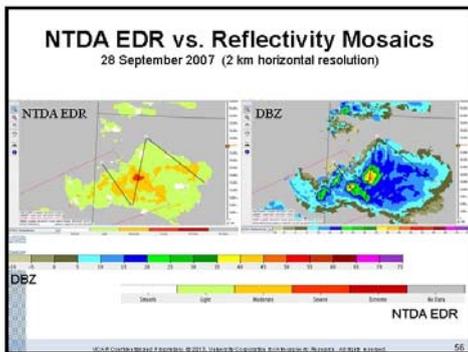
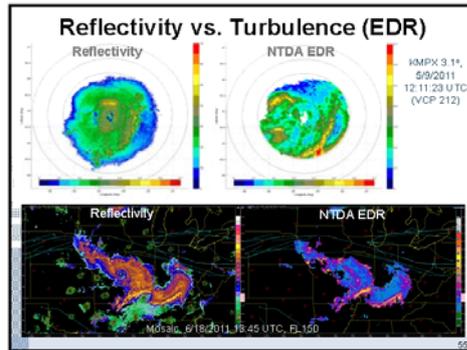
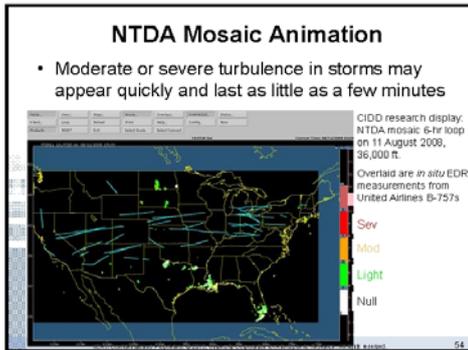
## SYSTEM ARCHITECTURE

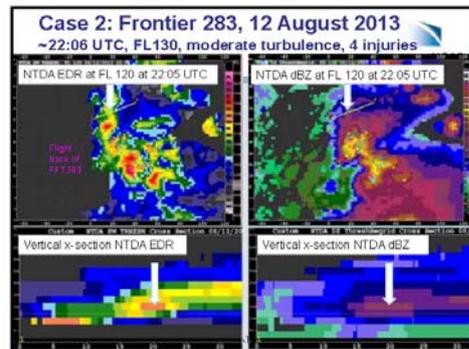
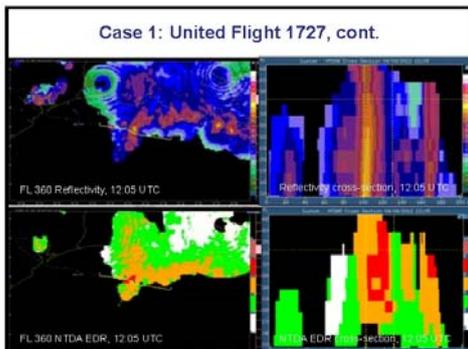
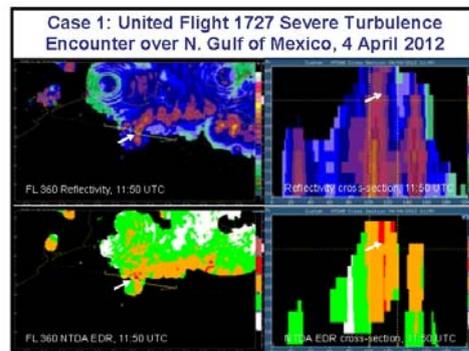
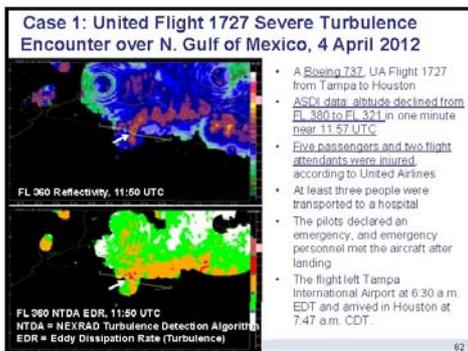
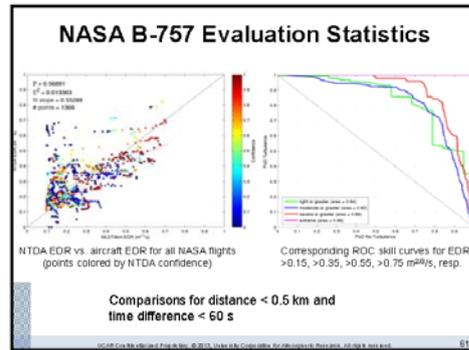
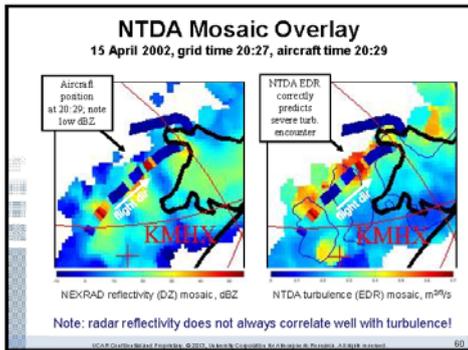
50

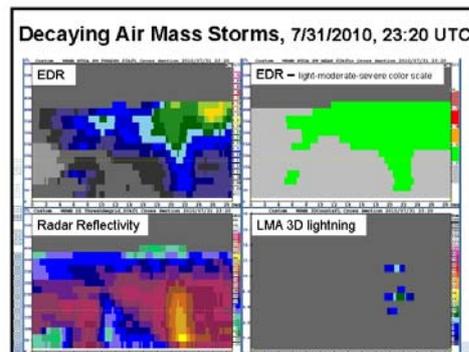
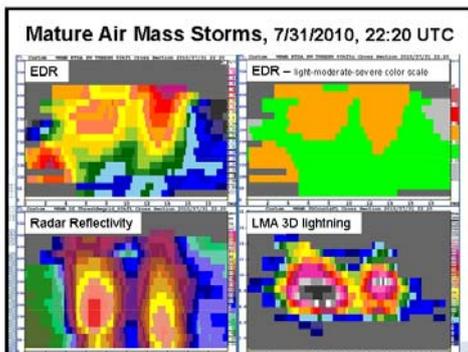
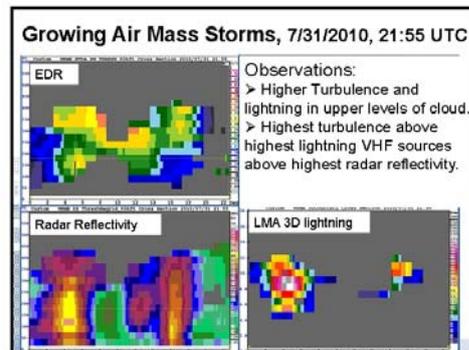
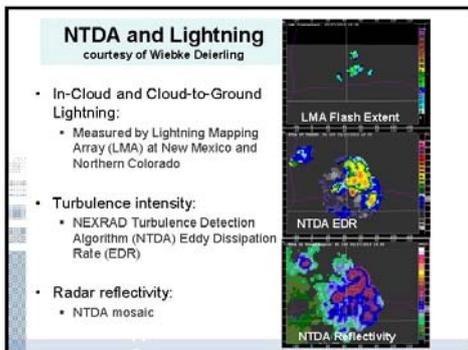
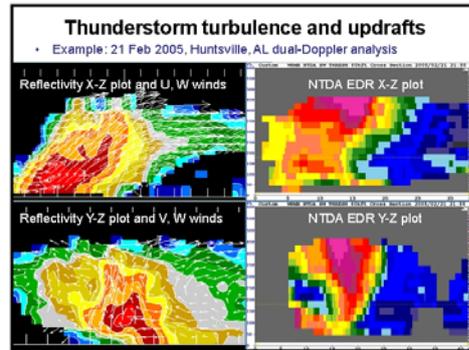
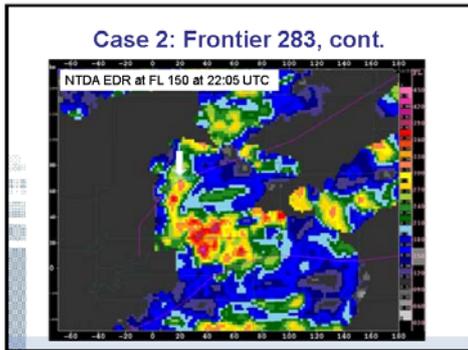


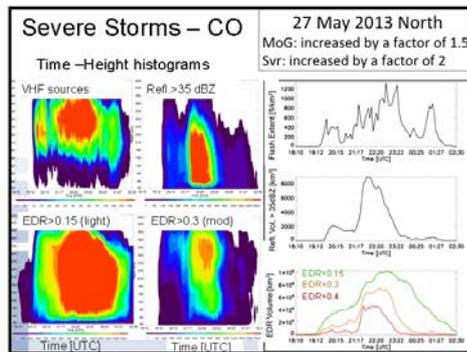
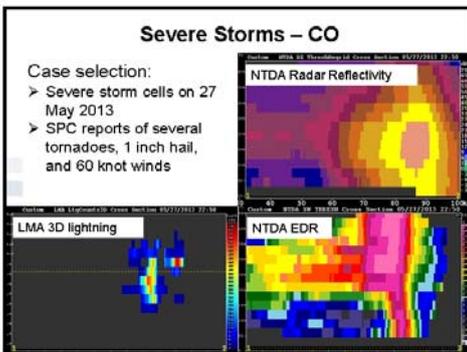
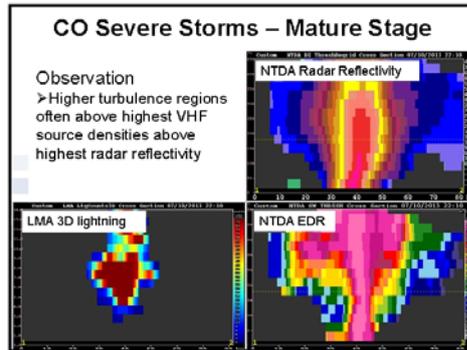
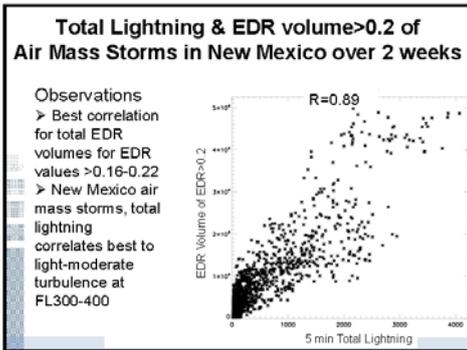
## NTDA CASE STUDIES AND ILLUSTRATIONS

53



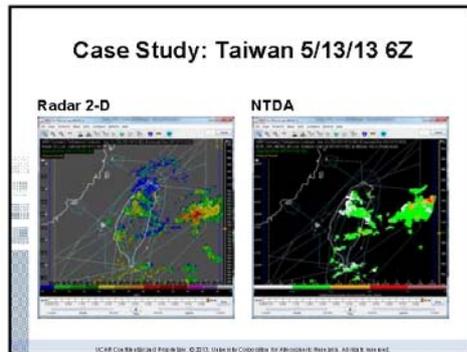


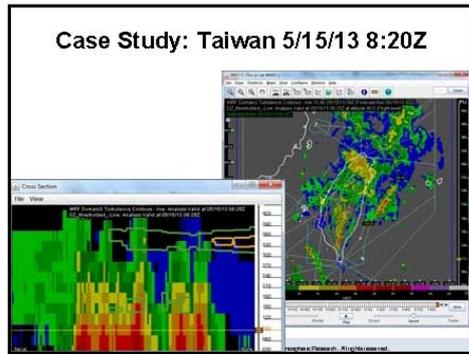
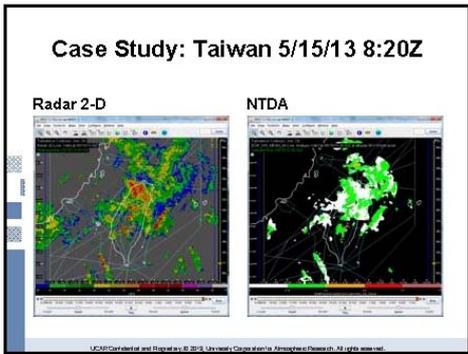
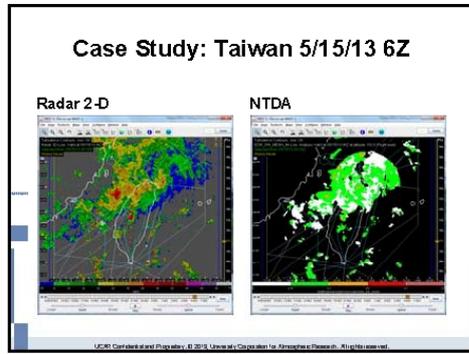
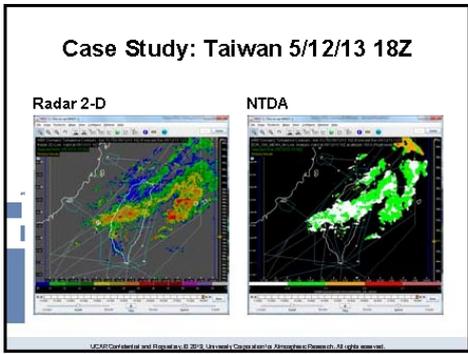
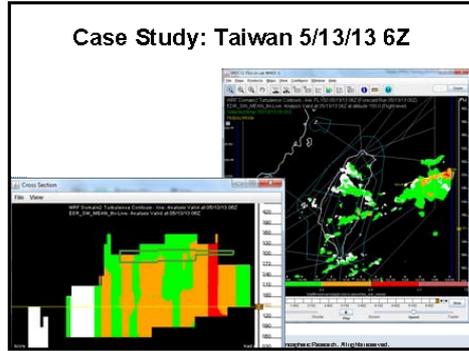
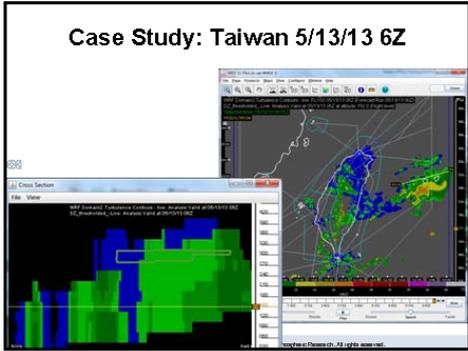


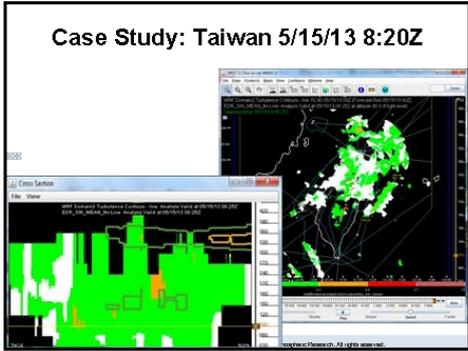


### Taiwan Case Studies

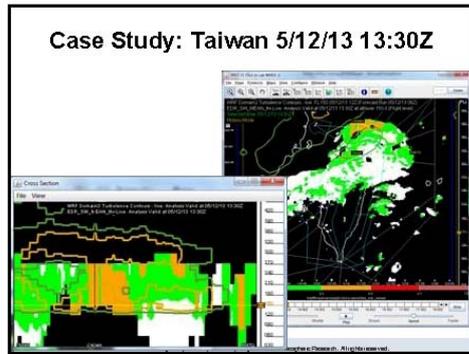
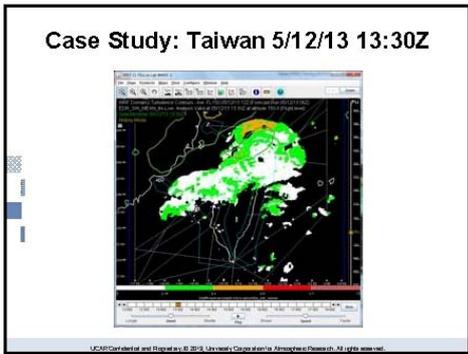
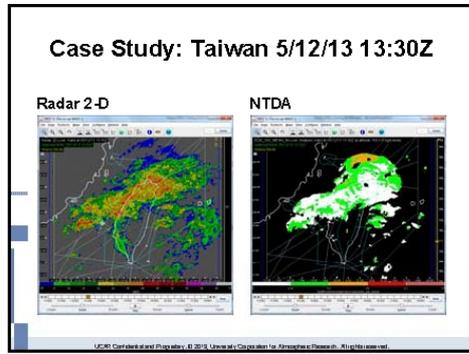
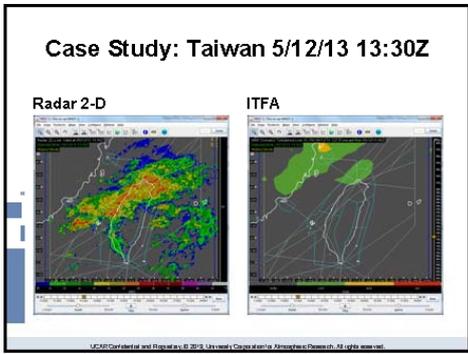
- Note that NTDA on the Taiwan radars is still under development

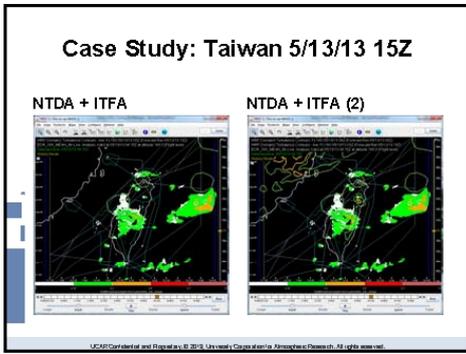
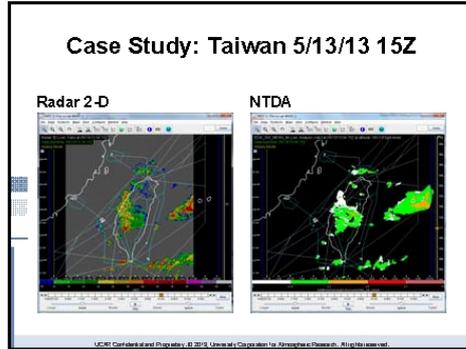
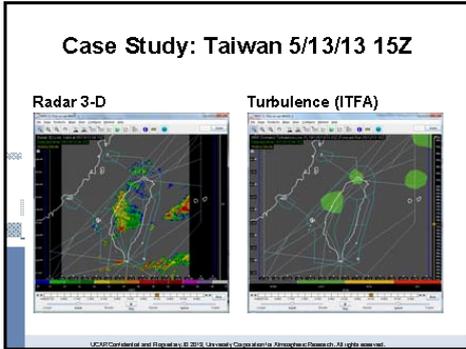






**USING NTDA WITH ITFA/GTG**





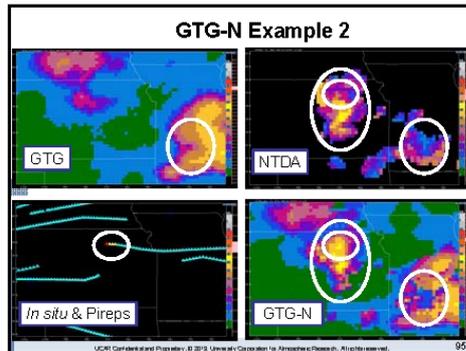
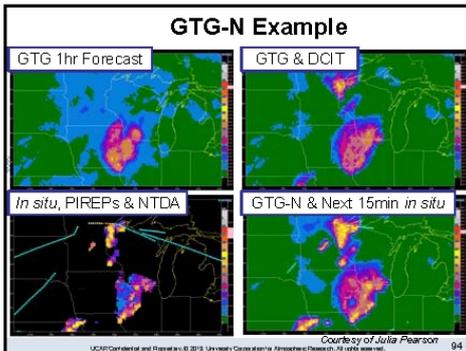
### Blending NTDA and ITFA: The GTG Nowcast (GTG-N) Prototype

- Rapidly updated nowcast system driven by most recent available turbulence information
  - *In situ* EDR, PIREPs, NTDA, etc.
  - Merged with GTG short term forecast
  - Updated every 15 min
- Developed for use in *in-flight tactical turbulence avoidance*
- Output is gridded EDR at GTG resolution

**GTG**

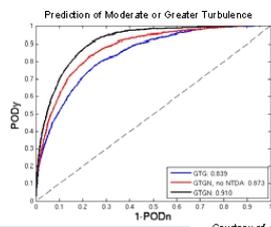
**GTG-N**

UCAR Confidential and Proprietary. © 2013, University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved.



### GTG-N Statistical Evaluation

- Verification via *in situ* EDR reports shows that adding NTDA considerably improved GTG-N skill



Courtesy of Julia Pearson  
UCAR Confidential Property. © 2013 University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved. 98

### Discussion Questions

- Turbulence changes rapidly. So how can NTDA information be used to improve air traffic flow/safety?
- What decisions may be made based on NTDA information?
- How does the information get to the pilot?

UCAR Confidential Property. © 2013 University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved.

### QUESTIONS ON NTDA DOCUMENTATION

UCAR Confidential Property. © 2013 University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved. 99

### Any further questions?

Thank you!

UCAR Confidential Property. © 2013 University Corporation for Atmospheric Research. All rights reserved.

## 二、 Current Icing Product (CIP): System Overview, Configuration and Troubleshooting

NCAR

### Current Icing Product (CIP): System Overview, Configuration and Troubleshooting

Dan Adriaansen  
Cory Wolff  
12 September 2013

National Center for Atmospheric Research

### Outline

NCAR

- AOAWS CIP refresher
- System overview
- Data processing

AM

- Application configuration
- Identifying common problems
- Question and answer

PM

### CIP domains

NCAR

Domain 2 (D2)  
~ 15 km

Domain 3 (D3)  
~ 4 km

### CIP input datasets

NCAR

Surface: Cloud cover, icing height, precipitation, and type

RAOBS: Real-time Observations

MODEL: Numerical Weather Prediction, Model Output Statistics, and other

SATELLITE: Satellite Data for Icing

D3 Only

### CIP input datasets

NCAR

(a)

Normalized Icing Severity vs. Time

- Input dataset values are translated onto interest maps
- These functions allow multiple datasets to be combined into an icing probability or severity
- Values range from 0.0-1.0
- Developed using PIREPs
- Dependent on scenario identified by CIP

Benech et al., 2005

### The CIP ingest system

NCAR

AOAWS System Page

### The radar subsystem (D3)

NCAR

ADAMS System Page

- Assigns radar data to the model grid
- Computes statistics about radar data at each gridpoint
- 25<sup>th</sup> percentile of dBZ
- 75<sup>th</sup> percentile of dBZ
- Difference between 75<sup>th</sup> and 25<sup>th</sup> percentiles used in CIP

RadarMapper

### The radar subsystem (D3)

NCAR

Radar Reflectivity

RadarMapper 75<sup>th</sup> percentile

### The radar subsystem (D3)

NCAR

75<sup>th</sup> - 25<sup>th</sup> percentile radar reflectivity (dBZ)

75<sup>th</sup> percentile of radar reflectivity (dBZ)

### The model subsystem (D2/D3)

NCAR

ADAMS System Page

derived\_model\_fields

- Same processing as FIP
- Computes derived variables required by CIP
  - Accumulated precip
  - LCL Temp
  - Theta-E
  - $T_{wp}$
  - Ice condensate
  - Liquid condensate
  - SLW
  - TWP
  - Convective indices

### The model subsystem (D2/D3)

NCAR

WRF cloud liquid

Liquid Condensate

WRF cloud liquid

### The model subsystem (D2/D3)

NCAR

liquid or ice condensate (g m<sup>-3</sup>)

ice (g m<sup>-3</sup>)

### The METAR subsystem (D2/D3)

NCAR

AGAWS SysView Page

- Assigns METAR data to the model grid
- Uses a concentric circle approach around a model gridpoint to identify influencing surface stations
- Cloud base height, and distances to cloud coverage and precipitation type

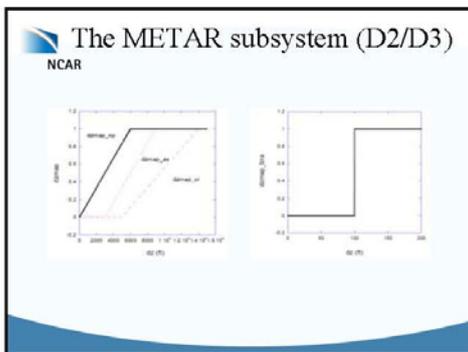
MetarMapper

### The METAR subsystem (D2/D3)

NCAR

Drizzle (DZ)

Cloud Base Height



### The satellite subsystem (D2/D3)

NCAR

AGAWS SysView Page

- Assigns satellite data to the model grid for use in CIP
- Several channels are combined into a single file
- Products are derived from the native channels that CIP uses:
  - ✓ Satellite geometry
  - ✓ Sun geometry
  - ✓ IR2-IR4
  - ✓ Normalized albedo
  - ✓ Satellite icing

### The satellite subsystem (D2/D3)

NCAR

Visible

Normalized Albedo

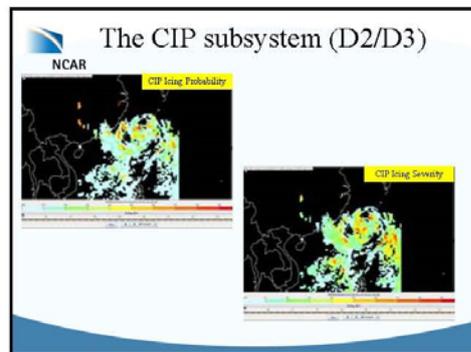
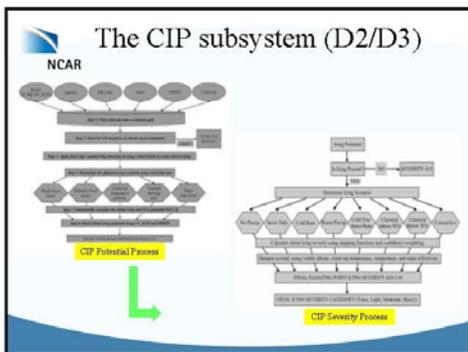
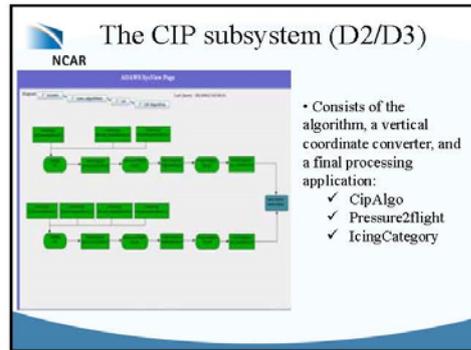
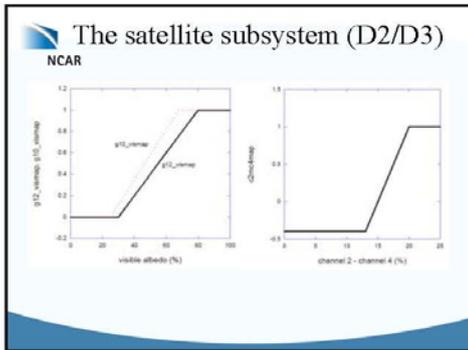
### The satellite subsystem (D2/D3)

NCAR

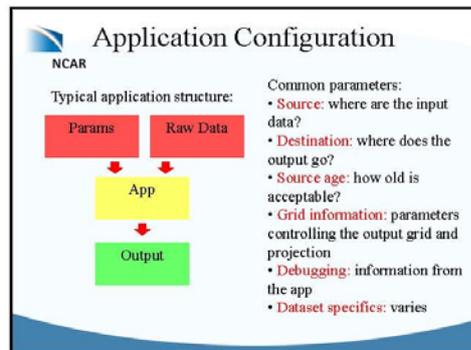
IR2 (11.5-12.5)

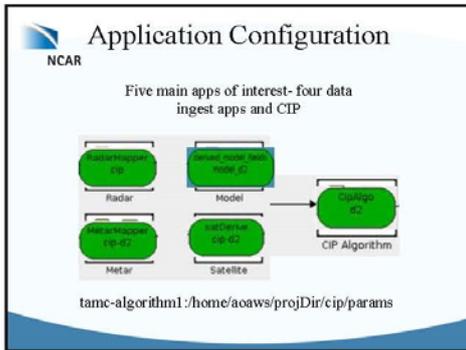
IR4 (3.5-4.0)

IR2-IR4



- ### Questions - AM
- NCAR
- Sysview usage?
  - Frequency of input dataset vs. CIP final output visualization?
  - Is this possible?
  - Ability to view intermediate data in display?





## RadarMapper (D3)

NCAR

- **inputUrl**
  - > path to location containing 3D radar mosaic organized by date
- **inputMaxValidAge (3600s)**
  - > maximum allowable age for 3D radar data in seconds
- **outputUrl**
  - > path to location to contain output from RadarMapper
- **outputProjection**
  - > information about the map projection
- **outputGrid**
  - > grid parameters for the output grid
- **dbzFieldNumber (0)**
  - > the field number of the dbz field in the input file
- **percentiles (25, 75)**
  - > Add additional percentiles of dbz to be calculated
- **minDBzPoints (10)**
  - > the minimum number of grid points required to compute percentiles

## derived\_model\_fields (D2/D3)

NCAR

- **inputUrl**
  - > path to location containing model data organized by date
- **max\_valid\_age (22800s → 6.3 hrs)**
  - > maximum allowable age for model data in seconds
- **topography\_url**
  - > path to location of topography file for model grid
- **topography\_field\_name**
  - > string containing the name of the topography field in the topography file
- **outputUrl**
  - > path to location to contain output from derived\_model\_fields
- **wrf\_cwb\_model\_field\_names**
  - > a structure containing a list of strings representing the name of the model fields from the model files
- **num\_levels\_precip\_condensate (3)**
  - > number of vertical model levels to sum over when calculating precipitable condensate

## MetarMapper (D2/D3)

NCAR

- **inputDir**
  - > path to location containing sp-4b METAR data
- **outputProjection**
  - > information about the map projection
- **outputGrid**
  - > grid parameters for the output grid
- **outputUrl**
  - > path to location to contain output from MetarMapper
- **radiusOfInfluence (125 km)**
  - > maximum distance in km to look outward from a grid point
- **weatherProcessingLimits (0,40,60,80,100,125 km)**
  - > radius values of concentric circle rings from grid point in km
- **lastMetar Only (FALSE)**
  - > process only the latest for a given station (TRUE) or process all (FALSE)
- **minNumMetars (100)**
  - > minimum number of METARs required in order to run successfully

## satDerive (D2/D3)

NCAR

- **inputUrl**
  - > path to location containing combined satellite data
- **outputUrl**
  - > path to location to contain output from satDerive
- **maxRealtimeValidAge (3600s)**
  - > maximum allowable age for combined satellite data in seconds
- **satelliteLongitude (-145.0)**
  - > longitude of satellite
- **desiredSTD**
  - > list of field names to compute standard deviation of (3,9,6,7,11,0,12,0, VIS)
- **desiredSUB**
  - > structure of two field names to be differentiated and the output field name
- **calculateShortwaveReflectance (TRUE)**
  - > control whether SW reflectance is calculated
- **micron\_110ShortwaveRefThreshold (60.0)**
  - > threshold on the 11.0 micron data for SW reflectance calculation in degrees C

## CipAlgo (D2/D3)

NCAR

- **start\_time, end\_time, run\_time**
  - > YYYY MM DD HH MM SS
- **trigger\_max\_valid\_age (1800s)**
  - > maximum age of data allowed in seconds from the trigger URL (input path)
- **sat\_grid\_shape**
  - > control the shape of the sampling of satellite data (rectangle or circle)
- **sat\_grid\_reet\_width / sat\_grid\_reet\_height (44)**
  - > the number of gridpoints controlling the width and height of the rectangle
- **sat\_grid\_circle\_rad (2)**
  - > number of gridpoints in the radius of the circle used for sampling satellite data
- **diagnostic\_mode (TRUE)**
  - > write diagnostic output from the algorithm
- **satellite\_percentile\_steps (10,20,30,40,50,60,70,80,90)**
  - > percentiles for binning CTT values
- **Interest map configuration**

