

災防週報

民國 110 年 2 月 25 日
至
民國 110 年 3 月 3 日



行政院災害防救辦公室

110.3.3

行政院災害防救辦公室週報（110 年 2 月 25 日至 110 年 3 月 3 日）

一、美國德州冰風暴致大停電之研析（國家災害防救科技中心、台灣電力公司提供， 本院災害防救辦公室彙整）

（一）北美洲冰風暴氣象分析

1. 事件概述

北美地區於本(110)年 2 月中旬受到冬季風暴(winter storm)襲擊，美國中部許多地區打破數十年來甚至百年最低溫紀錄，尤其是美國德州受到最大影響，由於德州發電設施多無防凍設計，在極端低溫的狀態下，輸氣管、柴油機組、冷卻系統等遭受凍結，且德州為獨立電網無法由別州支援，造成德州大規模停電，最多約 450 萬戶無電可用，後續並發生自來水管凍結阻塞致停水等狀況，總計造成至少 70 人死亡。

2. 美國中南部創史上最低溫紀錄

美國國家氣象局首度針對德州休士頓發布風寒警報(wind chill warning)，此次冰風暴自 2 月 12 日起至 18 日止，影響時間長達一週，在美國中南部地區創下許多最低溫紀錄，於 2 月 16 日美國約有 73%國土被冰雪覆蓋，影響人口約 1.7 億人，而華氏 0 度線(-17°C)在當日甚至達到德州最南端(如圖 1 所示)，德州達拉斯在 2 月 16 日達到-16°C，是 1989 年來的最低溫，而該地區 2 月的氣候平均值為 15°C。

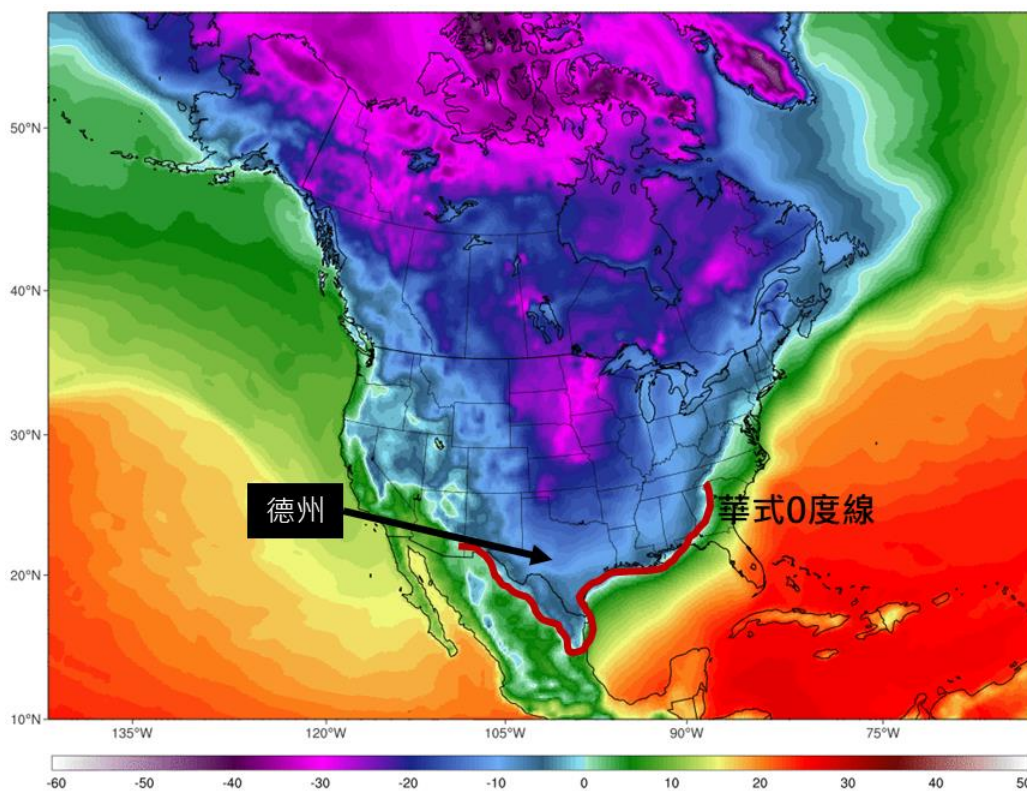


圖 1 2月16日北美地區地面溫度圖，紅色為華氏0度線，2/16 低溫達最南邊
資料來源：Climate Reanalyzer

此次極端低溫天氣是由於1月初的北極上空平流層突然增暖，引發緩慢的大氣連鎖反應，使得原本可將冷空氣鎖在極地渦漩(Polar Vortex)的西風噴流(風速很大的風)減弱，導致冷空氣外溢至中緯度地區，包含歐洲、美國等地(如圖2所示)，而從極地到德州地區並沒有地形阻擋，因此冷空氣長驅直下，造成寒害災害。

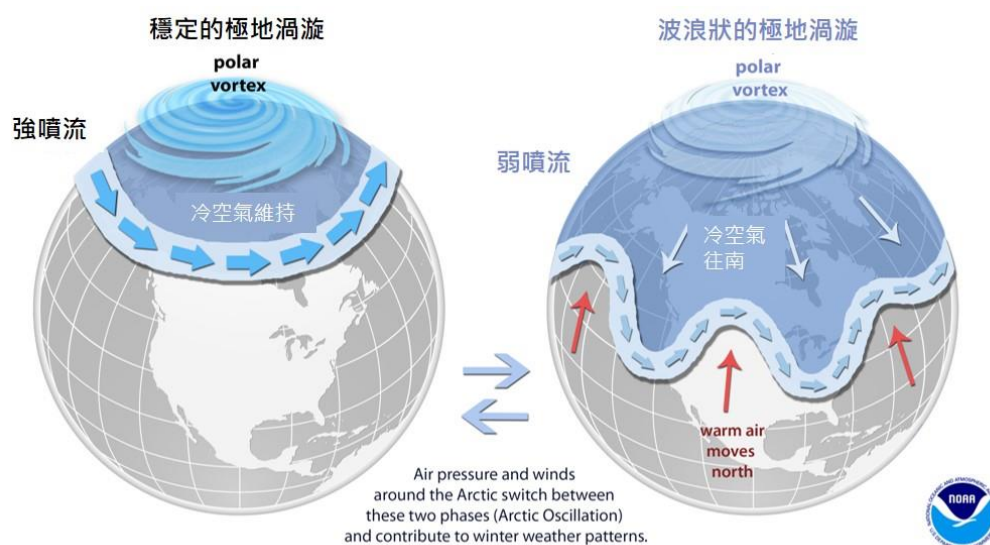


圖 2 極地渦漩變化圖，左圖為平時狀況，通常於冬季極地渦漩會變成較不穩定且往南擴散(右圖)，將極區空氣往南傳送

資料來源：美國國家海洋暨大氣總署

(二) 德州冰風暴大停電事件研析

1. 獨立電網難調度

ERCOT(Electricity Reliability Council of Texas)是 1970 年成立之非營利組織，並於 1996 年成為美國第一個 ISO(國際標準化組織)，所轄供電區域面積約占德州總面積 696,200 平方公里之 75%，用電量占德州 90%，用戶數達 2,600 萬。由於德州電力系統與美國其他交流系統不互聯(如圖 3 所示)，因此與我國獨立電網特性相似，若電源不足將無法自外部供應(僅少數 HVDC 直流輸電)。ERCOT 2020 年發電量 3,810 億度，電力燃料以天然氣發電為大宗，預估 2021 夏季尖峰可用容量超過 86,000MW，2021 年發電機裝置容量占比及 2020 年發電量占比如圖 4 所示。



圖 3 德州及北美電力互聯系統圖
資料來源：The Evolution of the ERCOT System TSDOS UTA



圖 4 德州 ERCOT 轄區系統 2021 年 1 月各類能源別(燃料)發電裝置容量占比(%)及 2020 年各類能源別(燃料)發電量圖

資料來源：2021/2 ERCOT Fact Sheet ERCOT 網站

2. 停電發生時序說明

依 ERCOT 官方於 2 月 24 日修正公布之最新資料，2 月 14 日前轄區已有 27,800MW 之機組因檢修或故障而停用。2 月 14 日上午 ERCOT 提出加強警示並採取相關措施，當地時間(以下同)19:06 負載 69,222MW 創冬季尖峰新高。2 月 15 日凌晨 00:15 備轉容量低於 2,300MW(第 1 級緊急運轉, EEA1)，1:07 備轉容量低於 1,750MW(第 2

級緊急運轉,EEA2), 1:23 左右停用機組達 35,343MW, 進入第 3 級緊急運轉狀況(EEA3)並開始實施第 1 波輪流停電 1,000MW, 之後 40 分鐘內發電機組因各種因素而停用, 致最高停電量達 10,500MW。整個輪流停電持續長達 3 天之久, 最高停電量達 20,000MW 左右, 2 月 18 日凌晨 00:42 解除停電, 2 月 19 日上午 10:35 系統恢復正常運轉。經統計 2 月 15 日至 2 月 19 日期間因酷寒造成超過 24,000MW 出力受影響, 加計原停用機組容量, 最高達 52,277MW(48.6%)停機。

3.致災關鍵原因

本次停電事件起因於酷寒極端氣候, 惟德州上次 2011 年亦曾經歷如此酷寒, 顯示根本原因並未改善, 初步可歸納六大肇因:

- (1)燃料供應鏈斷鏈: 德州對天然氣安全儲存量規劃不足且天然氣設施耐寒度不足, 水氣結冰阻礙輸氣效率, 近半天然氣生產中斷。
- (2)電力備載容量不足: ERCOT 並無設置容量市場, 亦無其他市場機制提升資源裕度, 導致備用容量率降至 10%為北美地區最低。
- (3)獨立電網缺乏奧援: ERCOT 所轄(德州用電量 90%)屬獨立電網, 能夠從鄰近 HVDC 電網傳輸之容量極為有限, 無法發揮作用。
- (4)負載預測失準: ERCOT 之前預估 2021 年冬季尖載 57,699MW, 暴風雪期間 2 月 14 日用電尖峰達到 69,150MW, 誤差高達 20%。
- (5)缺乏回復機制: ERCOT 僅針對極端氣候事件採取局部緊急措施, 缺乏完整之風險評估機制及緊急應變措施。在極端低溫出現及前述眾多因素導致嚴重供需失衡, 迫不得已只能採取輪流停電。
- (6)未汲取過去經驗, 有效進行設備改善: 儘管 ERCOT 表示在 2011 年後, 其已針對電廠進行升級, 惟仍不足以應對罕見之低溫。

4.事件衝擊影響

(1)此次冰風暴導致德州約 5,200 萬瓩之機組停機，至 2 月 20 日德州用戶停電最高達 450 萬戶(如圖 5 所示)，占總戶數之 17.31%。

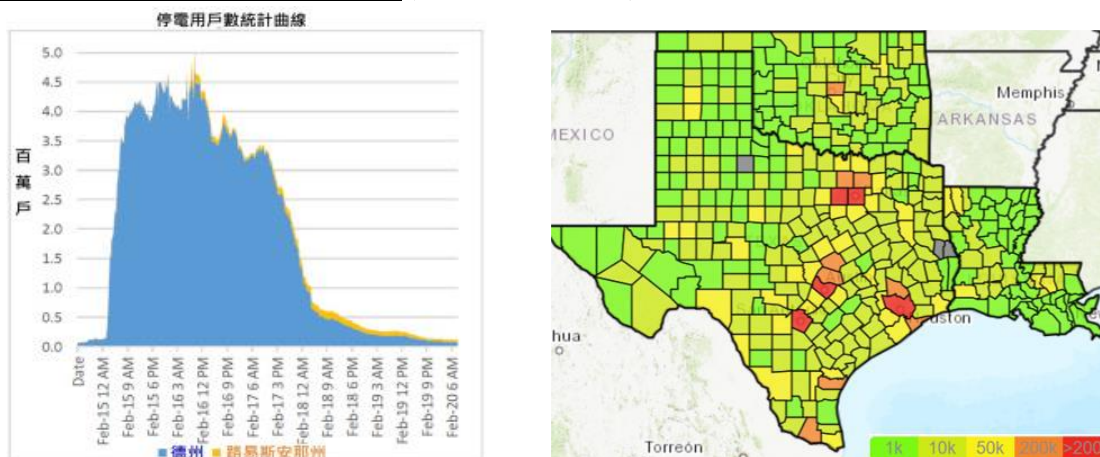


圖 5 2 月 15 日至 2 月 20 日德州(藍色)停電用戶數統計曲線(左)、
停電範圍最大時之區域(右)

資料來源：美國能源部 Storm Hub

(2)低溫停電影響德州多家石化廠家停產，市場預期對每日約有逾 400 萬桶原油產能停產，亦影響每日煉油產能 44 萬桶，德州地區裂解廠及下游塑料因應上游停產及氣溫嚴寒管線冰凍，亦相繼停產。停電亦造成位於奧斯汀之晶圓大廠停擺，致半導體產能短缺情況嚴重。

5.德州供電公司因應作為

ERCOT 於事件前已採取多項運轉準備及相關溝通，主要包括取消許多已排定之設備維護工作、提早結束計劃性停機、強化設備以確保天然氣供應無虞、加強風機發電預測、豁免 COVID 限制增援人力、強化工作人員配備、增加遠程工程/支持人員、積極與系統調度人員協商、要求能源部放寬電廠排放限制等；並持續於公共網站、社群媒體、國家運營中心新聞等各種方式，發布針對酷寒天氣事件的運行狀況通知、簡報及呼籲。惟仍因受異常低溫影響致供電嚴重不足而實施輪流停電。

（三）美國聯邦政府宣布德州進入重大災難狀態

美國總統拜登 2 月 20 日批准德州進入重大災難狀態（Major Disaster），讓德州加速獲得低利貸款、房屋修繕等方面之聯邦協助（德州 254 郡中僅 77 郡適用）。

（四）對我國電力系統之省思與策進

根據台灣電力公司對於此次德州冰風暴大停電事件之分析，提出下列對我國電力系統之省思與策進：

1. **電力系統因應極端氣候之重新檢視與規劃：**通盤檢視系統之耐候度(地震、颱風、酷熱及異常低溫等)，重新思考規劃電力基礎設施新基準與 SOP，以構建更具強度與韌性之電力系統。
2. **配套之燃料供應鏈環節整體檢視與規劃：**重新檢視我國燃料供應鏈各環節(包括安全庫存天數)，盤點潛在風險與耐候度能力，進行能源相依系統之整體規劃，及緊急因應對策與機制設計。
3. **系統供電裕度與配套市場機制設計：**在制定整體穩供策略時，應納入極端氣候考量，重新檢視合理之系統供電裕度，搭配設計合宜之資源裕度市場機制，以滿足系統可靠度要求。
4. **強化預測能力：**電力公司需確保電力系統能夠抵禦日益增加的極端氣候事件，故從規劃面之源頭設計，須持續精進數據分析及優化作為，以因應歷史尖載以外可能出現的系統額外壓力。
5. **檢視獨立電網可能面臨之風險並及早因應：**極端氣候下，各種供應鏈(石油、天然氣及水等)均有可能斷鏈而危及供電穩定，而我國獨立電網因缺乏奧援，須及早研擬相關對策與因應措施。

二、本週國內地震分析（本院災害防救辦公室彙整）

本週全臺有感地震計有 5 起（如圖 6 所示），規模大於 4.0 計有 2 起，其中第 018 號有感編號地震，規模為 5.8，發生於本（3）月 2 日 17 時 23 分，震央位於屏東縣恆春半島與臺東縣蘭嶼間之海域，深度 31.2 公里，苗栗以南地區普遍有感，其中屏東縣鵝鑾鼻及臺東縣蘭嶼測得最大震度 4 級（詳如圖 7 所示）；另一起地震規模 4.6，震央位於宜蘭縣外海，深度 58.8 公里，宜蘭縣武塔測得震度 3 級，相關地震均無災情發生。

時間（臺北） 月 日 時 分	位 置	深度 (km)	規模 (ML)	有感 編號
03/02 17:23	臺灣東南部海域	31.2	5.8	018
03/01 22:11	臺東縣延平鄉	5.0	3.4	
03/01 15:49	花蓮縣壽豐鄉	13.6	3.4	
02/27 10:23	嘉義市東區	11.6	3.0	
02/25 04:09	臺灣東部海域	58.8	4.6	



圖 6 本週（2 月 25 日～3 月 3 日）臺灣有感地震分布圖

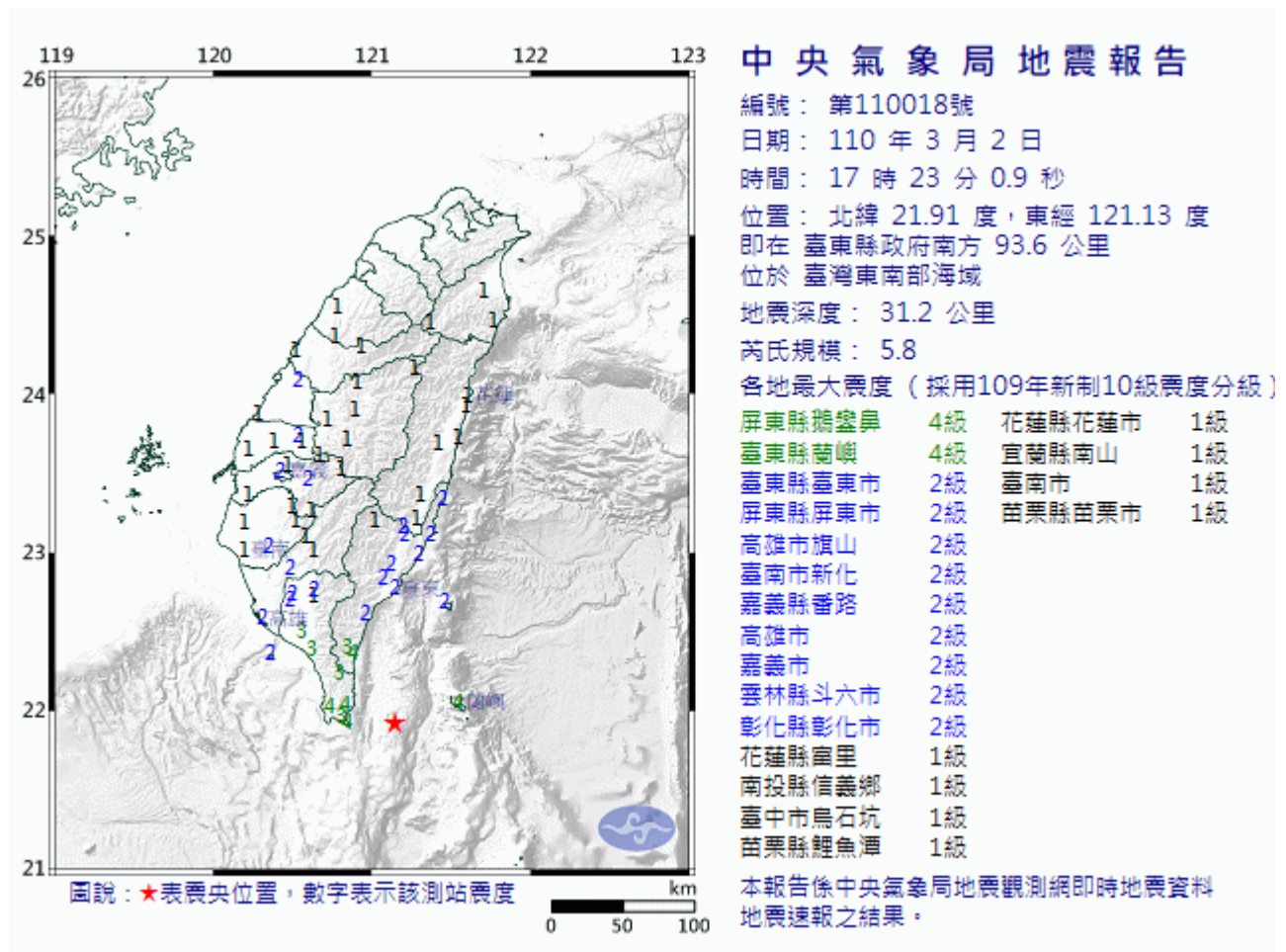


圖 7 編號第 018 號有感地震震源參數及各地震度
 資料來源：交通部中央氣象局

三、近期國際重大災害彙整

事件	災情概述
礦災	一、發生日期與地點 2月24日，印尼蘇拉威西島帕里吉莫縣（Parigi Moutong），一座非法金礦發生崩塌，造成22人受困。 二、災情 6人死亡，1人失蹤。
爆炸	一、發生日期與地點 2月24日，新加坡一間消防安全設備系統公司疑似發生可燃粉塵爆炸。 二、災情 3人死亡，5人受傷。
空難	一、發生日期與地點 3月1日，中國大陸江西省一架飛機在執行人工造雨任務的過程中，失事墜落並衝入民房引發火災。 二、災情 5人死亡。
陸上交通事故	一、發生日期與地點 2月24日，阿富汗烏羅茲甘省一輛小型貨車行駛時發生爆炸。 二、災情 10人死亡。
	一、發生日期與地點 3月2日，美國加州帝王郡（Imperial County）美墨邊境附近，一輛運輸礫石的卡車與載有25人的休旅車相撞。 二、災情 13人死亡，13人受傷。

資料來源：截至110年3月3日止，本院災害防救辦公室綜整

四、110.2.25~110.3.3 全國供水情形分析

(一) 主要水庫集水區

水庫名稱	水位 (公尺)	與前期 水位差 (公尺)	滿水位 (公尺)	有效 蓄水量 (萬立方公尺)	蓄水量 百分率 (%)	與前期 蓄水量差 (萬立方公尺)
翡翠水庫	166.10	-0.89	170	29991.3	89.4	-786.1
石門水庫	231.32	-1.48	245	10069.2	51.0	-849.6
鯉魚潭水庫	264.47	-0.94	300	1796.0	15.7	-123.4
曾文水庫	199.31	0.07	230	7695.0	15.1	51.0
南化水庫	169.90	-0.74	180	4582.1	50.4	-284.0

資料來源：經濟部水利署提供，本院災害防救辦公室綜整

(二) 全國水情分析：

旱災中央災害應變中心已於 109 年 10 月 14 日成立運作，於 110 年 3 月 3 日召開第 9 次工作會報，由指揮官經濟部部長王美花主持。即日起新竹、苗栗及臺中地區的自來水減壓時段，將由晚上 10 時至次日上午 6 時延長至全日實施，台水及地方政府將針對分區供水措施展開整備及演練作業。目前新竹、苗栗、臺中地區、嘉義及臺南地區水情燈號為減量供水「橙燈」，桃園、彰化、雲林、南投、高雄地區為實施減壓供水「黃燈」，澎湖及連江為水情提醒「綠燈」（如圖 8 所示）。此外，桃園新竹備援管線供水量將由每日調度 20.5 萬噸，提升到 3 月底 22.5 萬噸，新竹海淡廠近日測試中，將來可穩定出水。另為降低節水措施之影響，亦將放寬在今年枯旱期間申請臨時鑿井引水，公告取消新竹、苗栗、臺中、嘉義及臺南地下水權用水範圍及引用水量限制，以及開放停灌地區未使用的農業水井，提供各界自行取水載水等配套措施。



圖 8 全國水情燈號
資料來源：經濟部水利署