

開普敦抗旱經驗 談台灣節水抗旱作為

■ 編輯室

植物缺水，注定就是乾枯死亡的命運；人類如果面臨同樣的缺水危機，有可能起死回生嗎？南非第二大城開普敦市府，已將 2018 年 4 月 22 日訂為「歸零日」（Day Zero），屆時水壩水位低於 13.5%，全市所有水龍頭將流不出一滴水，開普敦的 400 萬名居民，正以缺水之痛，創下「全球第一個無水可用大城市」紀錄；除非降雨再臨，否則可能改變嗎？每個國家都有自己的水資源議題要處理，台灣距離南非開普敦超過一萬二千公里，缺水問題卻十分接近，殷鑑不遠，如何在這場事件中，找出對策？值得深思！

提起南非，總給人黃金鑽石堆滿地的印象，而最特別地標莫過於開普敦港邊的「桌山」。經過億萬年火山與造山運動隆起的自然地景，被喻為上帝的餐桌，當上方飄著雲霧，人們總是戲稱「上帝在鋪桌巾，準備開飯了！」受到如此祝福的觀光大城，現正飽受「水跟黃金一樣珍貴」的窘境，南非政府甚至公告，將乾旱列為「國家災難」，以利公務人員更容易將資

源運用於抗旱救災及長期復原計畫。

這是一場即將到來的危機，我們已深深、深深地處在其中。」南非自由省大學環境管理中心教授托登（Anthony Turton）接受「紐約時報」採訪時指出，水資源問題，不只發生在開普敦；專家們認為開普敦可能不是最後一個無水可用城市，氣候變化正改寫各地降雨模式，許多地區的乾旱，變得更加頻繁、嚴重，世界眾多城市供水亦飽受威脅。

雨量充沛的台灣，因為地形陡峻、蓄水不易，氣候異常導致的水資源缺乏問題，也是愈來愈嚴重，只要年總降雨量及區域降雨異常，供水立即告急，以民國 104 年為例，全台先後有十個縣市實施第一階段限水，自當年 2 月 26 日起有七個縣市開始實施第二階段限水，4 月 8 日起新北市、桃園市開始第三階段限水，全民繃緊神經，幸好遲到的梅雨及時解除旱象，台灣民眾鬆了一口氣，順利度過缺水困境；但，靠天吃飯的幸運，終究可遇不可求，而開普敦的危機，更說明了極端氣候、全球暖化，需要大家一起正視。

根據開普敦市政府網站的數據顯示，截至今年 2018 年 1 月 13 日，水壩水位為 29%，與 2015 年、2016 年的 57%、48% 相比，落差懸殊。其中 Theewaterskloof 水壩水位只剩 10%，幾乎快乾了。



就以往經驗，水壩水位需在 50% 以上才能正常供水，而水壩內又有 10% 的水難以利用，意味著真正可使用的水位可能更低；初期，開普敦每戶家庭的每月用水量限制在 1 萬 5000 公升，平均每人每天用水量不能超過 87 公升，等於一般蓮蓬頭沖澡四分鐘的水量。連造訪開普敦的印度板球隊球員，也被告知洗澡時間必須控制在兩分鐘內。

2018 年 2 月 1 日起，開普敦市政府實施 6B 等級用水限制，明文規定：不能使用市政飲用水進行灌

溉，包括澆灌花園、蔬菜、農作物、運動場、高爾夫球場、托兒所、公園及其他地方，但從事農業活動或歷史花園的顧客，及幼稚園可申請豁免；所有開普敦市鑽孔與井點使用者，應遵守所有國家水資源衛生部門的規定使用辦法；所有私人游泳池都必須安裝一個棚子，並強烈建議居民安裝節水配件，盡量減少所有水龍頭、淋浴噴頭或其他管道的用水量；配合懲罰性收費機制，使用大量水資源的人，必須支付高昂費用；各項用水限制細節，無疑對外宣告，開普敦的觀光城

表 1 開普敦家庭用水限制等級

等級	生效日期	個人限制	家庭限制
6	自 2018 年 1 月 1 日	每人每天 87 公升	每月 10,500 公升
6B	自 2018 年 2 月 1 日	每人每天 50 公升	每月 6,000 公升

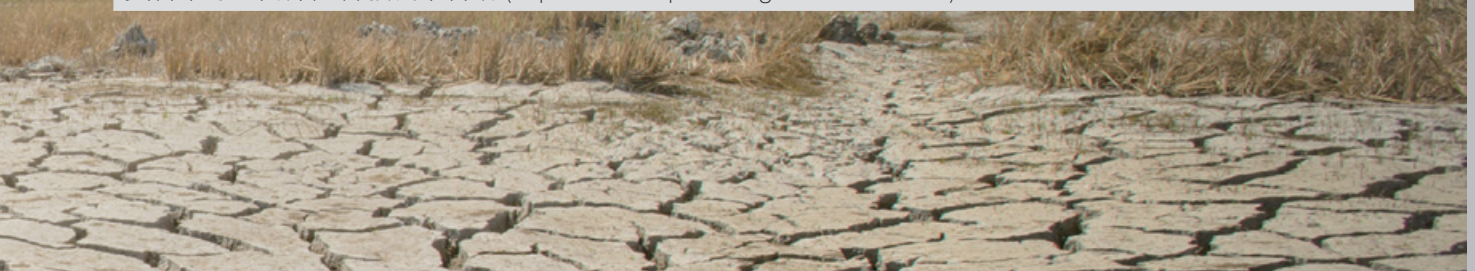
註 1：以一家四口計算

資料來源：南非開普敦城市官網 (<http://www.capetown.gov.za/thinkwater>)

表 2 開普敦 6B 用水限制等級措施

1. 不論在居家、工作場合、學校等任何場所，每人每日用水限制 50 公升或以下。
2. 戶外開鑿井水是強烈不被鼓勵的；灌溉用水的限制一小時為最大上限，只能於每周二、周六的上午 9 點前以及下午 6 點後。
3. 開鑿井水必須被計量，所有的使用者需保留紀錄與數據隨時供相關單位檢驗。
4. 必須得到國家水資源衛生部門核發的執照，才可以販售開鑿所得的井水。
5. 與 2015 年同期相比，農業用水量須減少百分之六十。
6. 與 2015 年同期相比，商業用水量需減少百分之四十五。
7. 住宅單位用水超量將被裁罰或強制安裝用水管理裝置。
8. 使用公共飲用水來沖洗混凝土路面是違法的。
9. 使用公共飲用水來灌溉或澆水是違法的。
10. 使用公用飲用水來洗車、船是違法的。
11. 私人泳池使用公共飲用水蓄水是違法的。
12. 強烈鼓勵居民在所有水龍頭、蓮蓬頭安裝有效的省水裝置來減少水的使用。

資料來源：南非開普敦城市官網 (<http://www.capetown.gov.za/thinkwater>)





LET'S BEAT DAY ZERO

擊敗沒有水的一天，
每日用水少於50公升

每人每日50公升用水指引。
實際用水量取決於你的用水裝置
及個人用水習慣。

圖 1 擊敗沒有水的 1 天宣傳海報 (資料來源：南非開普敦城市官網 <http://www.capetown.gov.za/thinkwater>)

市頭銜，將由「全球第一個無水可用城市」取代。

為什麼會發生這樣的事？開普敦大學氣候系統分析團隊的沃斯基 (Piotr Wolski) 表示，開普敦集水區在 2015-2017 年間出現的乾旱，約 300 年才會發生一次，連續三年旱災、降雨稀少且多集中於冬季，以致於水庫水位不斷下降，水源供給開發跟不上人口成長速度，連續幾個有限的冬季降雨量，終將此事推升成危機，居民不得不開始適應無水生活，隨著「歸零日」的接近，這座無水城市到底該如何運作？讓人十分好奇。

開普敦市長德里爾 (Patricia de Lille) 已下令相關團隊在米歇爾平原 (Mitchells Plain) 鑽井，想辦法到地下 25 公里的含水層抽取地下水。加速海水淡化廠工程，讓海水可以盡快飲用，並同步實施水資源回收計畫等；一般正常淋浴時間一分鐘，加上沖一次馬桶，通常會耗費 15 公升的水，因此鼓勵民眾洗 2 分鐘的戰鬥澡，她認為，市民不遵守用水限制，讓事件雪上

加霜，在每人每日 87 公升時，僅有 41% 市民遵守；西開普敦省總理海倫齊勒 (Helen Zille) 還利用臉書，上傳影片呼籲市民節水，甚至自爆 3 天沖 1 次澡的省水生活，建議關閉馬桶水管，以清洗過的水沖馬桶；機場的「緩緩流動：節約 H₂O」、「一滴水都不要浪費」節水標語，提醒觀光客共體時艱；官員們強調，當乾旱來到極點，「歸零日」將是關掉大多數水龍頭的必要手段，屆時切斷供水，實施水配給制度，市民每天到政府設置的 200 個供水站領取 25 公升用水。

根據 BBC 新聞指出，家庭用水佔開普敦用水量的 70%，家庭節水顯得特別重要，一位住在富裕的 Rondebosch 郊區母親指出，她的 2 歲半小女兒每天在水桶裡洗澡，「如果我們的頭髮是乾的，就會用乾洗髮噴霧 (dry shampoo)。」開普敦居民的省水大作戰，漸漸凝聚出「生活什麼事都先考量用水，每滴都不能浪費。」的共識，人們改變生活習慣，但也有

人因為不知道情況會有多糟，考慮離開開普敦。

住在當地的媒體記者甚至以「新型軟黃金」來詮釋水的價值，在新聞報導中指出，較有錢的開普敦居民，需要排上長長隊伍，才能買到超市的限量礦泉水，而急需用水的當地人，試圖到較遠郊區採集山泉水，就連住家附近的加水站都加派保全，防止搶水案件發生，過去被認為垂手可得的水資源，在倒數計算「歸零日」的不安心情下，不少當地居民開始在社群網絡上，分享生活省水撇步，交換創意，希望安度難關；有些企業實施減少用水計畫，鼓勵員工不要沖洗廁所，並用洗手液代替水洗；部分住在海邊附近的居民，直接使用海水代替日常用水，但此舉卻留下環保疑慮，一旦將使用過的海水排入地底，可能帶來的土壤鹽化問題，或許又是另一個棘手「禍水」。

科學家們則開發科技技術，企圖找出解決方案，包括從數千英里外的高山運輸巨大冰塊，宣稱能夠在行程中保留一半以上的質量，將冰塊融解為淡水，解決燃眉之急；或從屋頂的短陣雨中收取雨水，透過系統過濾並重新分配，提供洗滌之用，甚至研發霧捕集器，將晨霧化做冷凝水，引入容器，但先決條件還是取決於天氣，終究緩不濟急。

無水窘境下，工廠與農田無法正常作業，經濟亮起衰退訊號，面對供水大限，許多企業開始大幅削減用水量，並制定應變計畫，甚至不排除出走尋找其他投資點，調查發現，如果關閉水龍頭，7% 企業將跟著停止營業，為確保供水無虞，超過一半的企業已投資雨水池，33% 的企業進行鑽孔或鑽井，西開普省最大的鑽井公司之一 Drillco，2017 年 6 月以來，員工人數與企業收入提升 2 倍，但多數小型企業無力負擔鑽井成本，中小企業反成了另一群受害者。

南非是全球第 7 大葡萄酒產地，佔全球總生產量的 4.38%，生長在地中海型氣候的葡萄，雖然屬

於乾旱環境作物，全年仍需 250 到 600 毫米左右的降雨量才能生存，面對現今的乾旱，部分葡萄園只獲得 20% 的所需灌溉水供應，果實因為缺少水份，產量與品質大大降低，出口量跟著下滑，而高達 30 萬的葡萄酒從業人員，收入也被波及，業界組織 VinPro 預估，情況持續惡化下去，2018 年葡萄總收穫將比去年下降 16% 到 20%，葡萄酒出口產值可能下跌近六成，產量下降導致價格上升，葡萄酒業界及工作者將陸續被迫離場。

CNN Money 訪問當地沙龍負責人，老闆說：沙龍花在水上的成本可能會增加 40%，到時候可能要客戶自己帶水來洗頭，因此預估許多商家，可能被迫停止營業；一家企業表示，如果員工無法獲得用水，可能在應該工作時不得不花很長時間排隊，將會影響企業整體商業運作，削弱競爭力；超過四分之一企業表示，缺水危機已經考慮停止或延遲投資計畫，而每年帶來超過 32 億美元，僱用大約 30 萬人的旅遊業，「錢」景岌岌可危，重創的業績，意味著得必須投入更多資金與資源來解決，惡性循環難以解套。

缺水帶來經濟、民生衝擊外，最令人憂心的莫過於衛生問題，夏季期間，南非氣候乾燥，溫度適宜，洗澡問題不大，但排泄物的處理，最是頭痛，在台灣多數馬桶都是需要沖水的，較落後國家則會使用不需要沖水的茅坑，在因應缺水撇步中，南非確實認真考慮，是否要用茅坑替代沖水式馬桶，但部分市府官員很擔心，南非目前已面臨嚴重的食媒性疾病李斯特菌大流行，一旦減少洗手等基本衛生習慣，可能提高疾病傳播機會；開普敦大學學者沃斯基（Piotr Wolski）表示，就算這次的危機解除，開普敦近年來呈現「濕年減少、乾年增加」的氣候趨勢，未來旱季將比雨季更頻繁，供水配給將成為開普敦居民揮之不去的夢魘。

同樣冬雨一少就出現水資源不足問題的台灣，不僅考驗全民用水智慧，亦挑戰著水利單位的抗旱神經；民國 106 年初，台灣地區冬季降雨量偏少，是氣象局從民國 36 年有觀測紀錄以來，第二少雨紀錄，2 月開始旱象陸續發生，台灣中北部水庫蓄水量，快速下降至 4 到 6 成，尤其南部水庫月累積降雨量更低於 5 毫米以下，水情明顯吃緊，抗旱作戰刻不容緩。

經濟部水利署除了密切監控水情、審慎調度用水，模擬各種情境，視水情變化採取各項因應作為，並依各區域需求召開會議，協調水資源調度作業，積極採取跨區域水源調度、水庫出水總量管控、加強灌溉節水管理等策略；水利署並積極與中央氣象局、國

防部空軍單位聯繫，觀察、掌握可能的作業時機，進行人工雨的增雨作業；持續與各部會及地方政府合作推動節約用水，希望降低枯水期可能對民眾帶來不便的影響。

在抗旱行動中，台灣幾年前也實施過分區限水機制，雖然從中體認用水不便的困擾，但不少民眾對於「水」，還是沒有太多節省的概念，反觀國外有些水資源匱乏地區，當地餐廳會表明，如果沒有要喝水就不應要求添加，盡量做到「一滴水都不浪費」目標；106 年 4 月中旬起，幸好連續幾波鋒面帶來顯著降雨，中部以北水庫蓄水率回升至 7 到 9 成，南部水庫蓄水率也回升 3 到 5 成，水情漸趨好轉，5 月初，數波鋒

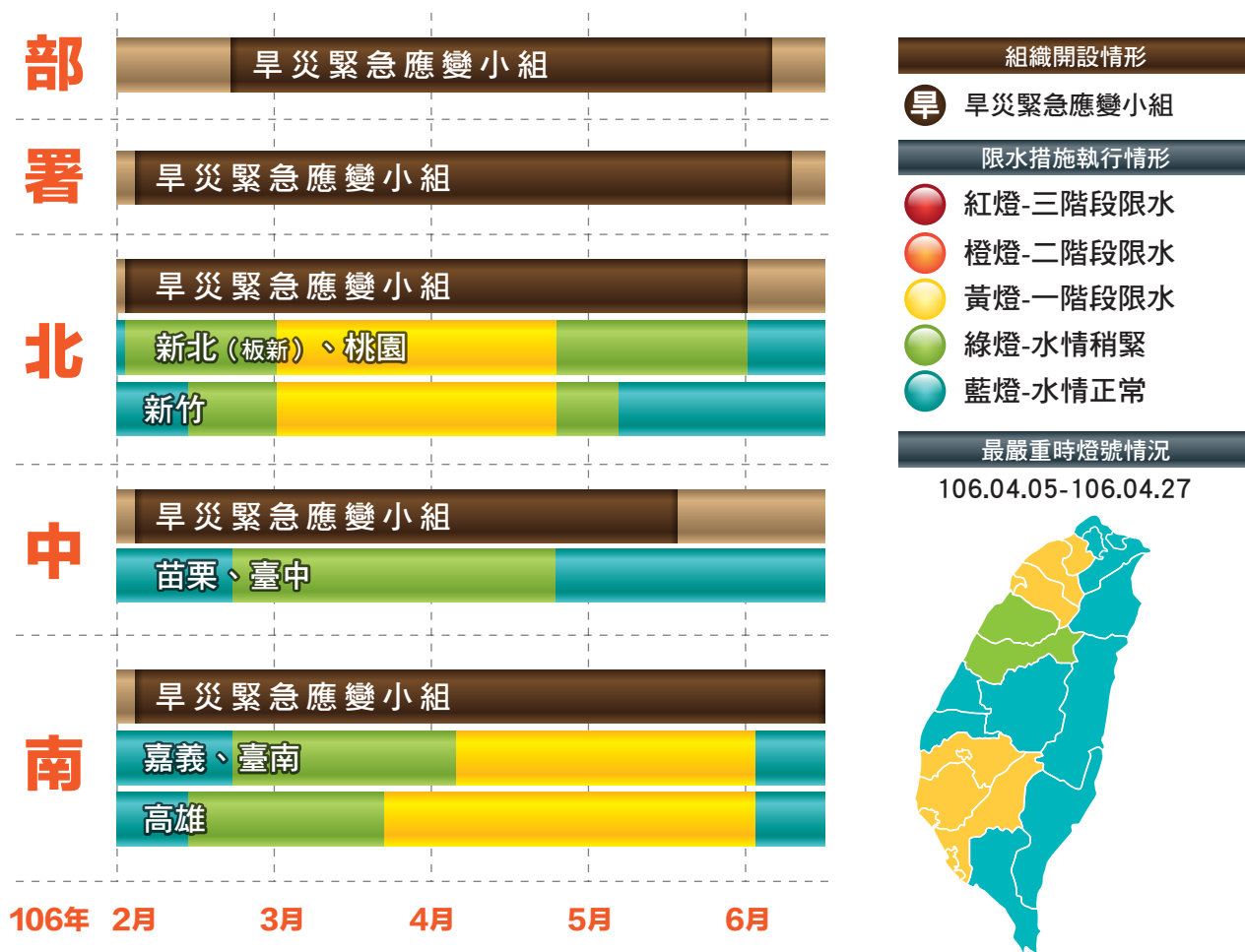


圖 2 各層級旱災緊急應變小組開設時程及各區域水情燈號

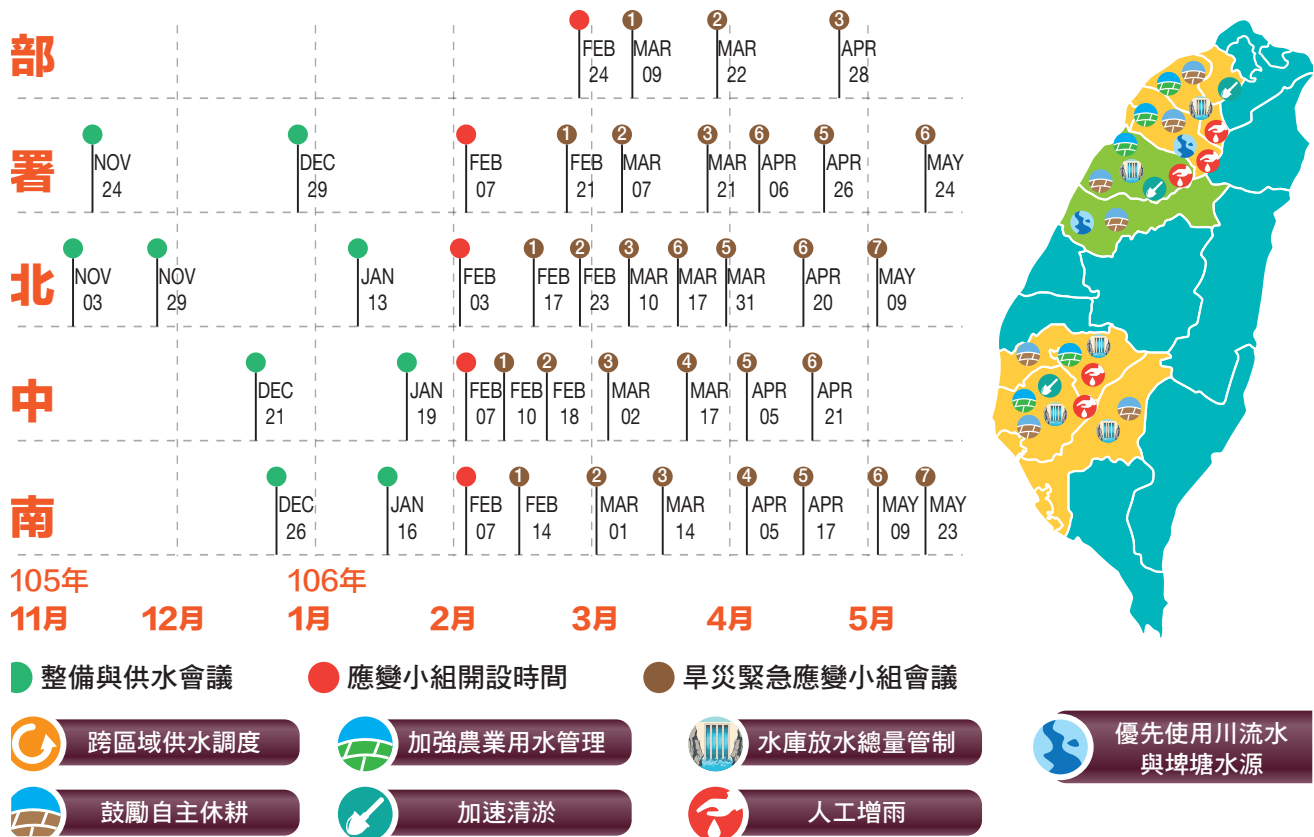


圖 3 各層級旱災緊急應變小組會議時程及採取應變措施

面持續帶來降雨，加上 6 月初梅雨滯留鋒面及西南氣流影響，全省降雨豐沛，水情明顯紓解，限水問題，輕輕帶過，多數人幾乎無感。

台灣 106 年初的旱災，全台各地並未採取農業用水公告停灌，及民生用水二階以上限水措施，民眾用水幾乎不受影響。

從南非缺水狀況反觀台灣處境，更顯水資源的珍貴，國際間搶水行動早已悄悄展開，中國大陸在雅魯藏布江修築水壩，導致河流下游的泰國等國家水資源出現被攔截爭議。為解決水資源問題，水利署提出「開源、節流」，雙管齊下策略，包括增闢大型蓄水空間、水庫永續經營管理、持續研究人工增雨、埤塘與抗旱井維護。積極鼓勵民眾建立節水型社會、降低自來水管漏水率、推動再生水利用，並評估推動合理水價。

氣候變遷是影響經濟發展的重要因素，人類不去處理全球暖化造成的氣候變遷，氣候變遷就會毫不留情反擊人們的經濟活動；國人唯有更謹慎用水，開發更多省水創意加強節約，全民動起來才能以備不時之需。

開源

節流

增闢大型蓄水空間	水庫永續經營管理	建立節水型社會	降低自來水管漏水率
持續研究人工增雨	埤塘與抗旱井維護	推動再生水利用	評估推動合理水價