

從空氣、水、資源改善 見證台灣努力

財團法人中技社
《2016 台灣資源效率暨環境品質報告》

「我們只有一個地球！」這是一句常見的口號。台灣對賴以維生的空氣及水體品質非常重視，近年來，也開始重視資源運用，讓有限的資源發揮最大的利用價值，但在國際上到底是前段班、中段班還是後段班？財團法人中技社定位為台灣環境及能資源智庫，除針對關鍵及新興議題進行探討外，為釐清國內資源使用效率及環境品質現況，嘗試以公正客觀的角度，製作《2016 台灣資源效率暨環境品質報告》，希望從水質指標、空氣污染指標、資源效率指標，與先進國家及國際大城市的相比，見證台灣的進步與努力。

財團法人中技社董事長潘文炎：為國家前瞻提建言

財團法人中技社 (CTCI Foundation) 於 1959 年創設，以引進科技新知，培育科技人才，協助國內外經濟建設及增進台灣生產事業的生產能力為宗旨，成立以來，參與國家重大經建發展，先後組成觸媒研究中心，綠色、能源、環境等技術發展中心，協助政府擬定環保、能源施政策略，提供產業技術諮詢與輔導，也有設置講座、獎學金，贊助各項學術活動，表揚傑出優秀人才，帶動國內科技研發風潮，一直朝「科技創新·公益永續」的願景邁進。

對於沒有申請政府經費，自費製作《2016 台灣資源效率暨環境品質報告》，就是起源於中技社對台灣未來的關懷。中技社董事長潘文炎說：「過去中技社以技術服務為主，十年前轉型為能源、環境和經濟議題的智庫，希望能夠引進新觀念，引發台灣民眾對環保及能資源的重視。《2016 台灣資源效率暨環境品質報告》就是用指標評估台灣資源使用效率及環境品質現況，瞭解政府做到了什麼，還有哪些進步空間。產業界是可以配合政府政策進行改變，像是中油公司燃料油之硫含量從 3.5% 降到 0.5%，就

是配合改善空氣品質，綠色能源是全球發展的方向，即便要發展經濟，產業界也會配合環保。」

潘文炎表示：「中技社的出版品都會送到國會、部會等，成為政府政策參考的重要指標，中技社希望能夠為台灣提供更多的建言，讓台灣產業與世界潮流同步發展，所以從水質、空氣品質、能源效率等指標，為台灣發展的各面向進行『健康檢查』，讓台灣民眾能夠更安心的生活在這片土地。」



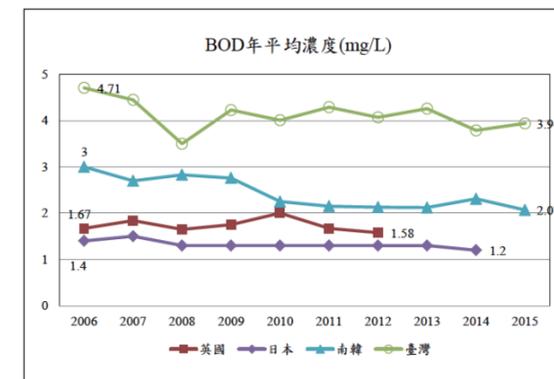
水質指標 從污水到飲水的過程

水是人類生存的重要依靠，世界各國的重要都市，大部份都是倚靠在水源旁邊。像是台灣的台北淡水河、高雄高屏溪、台中烏溪、及美國華盛頓波多馬克河、英國倫敦泰晤士河、日本東京隅田川、韓國首爾漢江、中國北京海河等，《2016 台灣資源效率暨環境品質報告》即是透過比較，瞭解台灣水環境品質與其他先進國家的差異，才能明白台灣的改進空間。

以河川生物需氧量 (BOD) 及溶氧 (DO) 年平均濃度作為評比之水質指標；非水質指標則是以自來水供應人口比率、每人每日生活用水量及污水處理率 (公共污水下水道接管率) 為主。

根據《2016 台灣資源效率暨環境品質報告》顯示，台灣過去 10 年來，BOD 濃度已下降 16.3%，顯示台灣治理河川已經有成果，但是仍可以努力和日本、英國、韓國更接近。流域的部分，淡水河 10 年來 BOD 濃度顯著下降 36.6%，高屏溪及烏溪下降程度不明顯；在 DO 年平均濃度上，淡水河成長幅度最多，高達 137%，烏溪增加 2.6%，高屏溪增加 2.9%，這 3 條河川與漢江相比，仍有一段努力空間。

非水質指標比較上，台灣自來水供應人口比率過去 10 年成長 1.57%；每人每日生活用水量過去 8 年之用水量已達穩定，未持續上升；公共污水下水道接管率過去 10 年增加 25.4%，而污水處理率增加 38.6%，但與英國、南韓相比，台灣的污水處理還有進步空間，許多城市的建設還需要再改進。



國家層級 - 河川 BOD 年平均濃度比較
資料來源：2016 台灣資源效率暨環境品質報告

歐陽嶠暉：台灣重視水體水質 提升河川飲用安全

台灣水環境再生協會名譽理事長、中央大學榮譽教授歐陽嶠暉表示：「每個國家對水資源的重視不同，像是美國重視生物性、水遊憩活動、飲用的安全性；英國與日本重視船運、觀光、生活使用，台灣則是向先進國家看齊，努力提升河川從改善污染到可以安全飲用及景觀活動，希望從環境整治，達成台灣對水資源的保護。」

歐陽嶠暉說：「《2016 台灣資源效率暨環境品質報告》是台灣環境的指標，能夠看出台灣環境的進步狀況，藉由與國際其他都市的比較，讓民眾知道台灣尚有努力的空間，瞭解水資源的應用及水質狀況，也是對科普知識的推廣。」



PM2.5 污染 台灣人的新恐懼

台灣空氣品質一直是國人重視的一環，國際癌症研究組織 (IARC) 發布細懸浮微粒 (PM2.5)，是一級致癌物，引發台灣社會的重視。當微粒粒徑大於 10 微米 (PM10)，鼻子可以過濾；大於 4.7 微米氣管可以排除；但是在 2.5 微米以下 (PM2.5)，就會進入肺泡，若內含重金屬，如鎘進入骨頭內，就會變成「痛痛病」，所以空氣污染關係著居民的身體健康。

世界各國對空氣污染排放管制大致可分為 3 個階段，台灣於 1960 年代開始經濟發展，管制政策以技術為導向；1980 年代民眾飽受污染之苦後，環保意識高漲，認為汙染皆應去除，以品質管制為導向；1990 年代之後，管制策略以成本效益為導向，朝技術可行、經濟可行及影響環境最少之方向進行。近年來

台灣環保署積極投入空氣品質改善，針對點、線、面施以不同行政管制工具或經濟誘因策略，促成空氣污染物濃度大幅降低。為了解台灣空氣品質改善成效與世界主要國家、城市之差異，《2016 台灣資源效率暨環境品質報告》選定 6 項公開且具代表性之監測項目，包括 PM10、PM2.5、硫氧化物、氮氧化物、臭氧及二氧化碳作為共同比較的指標項目。

報告中除與日、韓、美、德比較外，針對台北、台中、高雄 3 城市，參考美國 BROOK INGS 組織公布之世界各大城市的產業結構分布，挑選出城市背景條件相似者，進行不同城市間之比較，像是台北與洛杉磯、東京、香港、首爾、北京；台中與舊金山、京都、新加坡、上海；高雄與釜山、休士頓、神戶、天津，透過相似特質城市的比較，才能夠瞭解台灣城市空氣品質的現況好壞。

台北、台中、高雄 皆有改善

台灣與日本、韓國、美國及德國相較下，PM10 及 PM2.5 的表現較差，但持續改善中。台北與洛杉磯、東京、香港、首爾、北京相較下，PM2.5 及硫氧化物的表現普通，氮氧化物與臭氧的表現中上，除臭氧外之其他指標項目皆有改善。台中與舊金山、京都、新加坡、上海相較下，PM2.5 的表現較差，氮氧化物表現普通，硫氧化物表現中上，且都有改善，臭氧的表現雖最好，但沒什麼改善。高雄與釜山、休士頓、神戶、天津相較下，PM2.5 的表現較差，且改善成效不大，氮氧化物及硫氧化物的表現普通，但改善幅度顯著，臭氧表現雖最好，但未見改善。

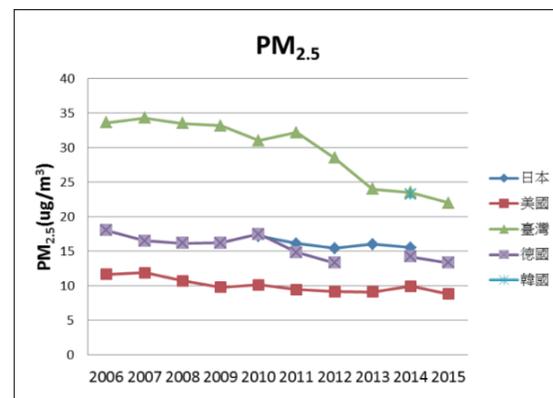


臺灣大學
鄭福田 名譽教授

鄭福田：台灣資料不足 難確切驗證

台灣大學環境工程學研究所名譽教授鄭福田表示：「台灣早就開始注意空氣品質問題，但是目前仍採用美國初期的標準，健康應該要用最高標準檢視。台灣目前非常缺乏相關資料，像是『煙流擴散模式』參數驗證，只有 40 幾年前在大林及林口電廠作過煙流追蹤，氣象參數可能引用離污染源很遠的氣象站資料，都是需要改進的。建議環保署追查空氣內有多少顆粒，台灣若是沒有相關資料，也可以從就醫人數是否增加來觀察。」

鄭福田認為：「空氣對人很重要，台灣有數千個儲槽、數十座燃燒塔、幾百萬個設備元件，這些都是 VOC（揮發性有機化合物）排放源，台灣十分欠缺本土資料。環保署是花小錢辦大事，所以很辛苦的在推廣空污防制。台灣和其他國家相比較，除了氣象不利擴散，是很努力在防制空氣污染的，大部份時間空氣很舒服，但若是遇到紫爆，民眾宜減少戶外活動，也必須要讓空污降低。」



臺灣與其他國家 PM_{2.5} 年平均濃度 10 年間變化情形
資料來源：2016 台灣資源效率暨環境品質報告

提高資源使用效率 增加國家競爭力

提高能資源使用效率可提高國家及企業的生產力及競爭力。像是英國企業資源利用效率提升，每年可省下 230 億英鎊的成本，在資源和能源使用上可減少 10-20%，亦可促進經濟成長、創造就業機會、提高環境效益及生態系統的應變能力。資源效率的大幅提升也將是全球性結構變化的驅動因素之一，為下一個經濟增長期帶來機會。

為了具體了解台灣在資源使用效率的情形，中技社針對能源、金屬、非金屬、及水資源等 4 類資源，揀選具代表性的資源使用指標（主要為密集度指標，即經濟體每產生一單位 GDP 所需的資源使用量），分析台灣在資源使用效率的歷史發展趨勢，並與先進開發國家進行比較，瞭解台灣與國際間之差異，更希望能藉由國際比較發掘台灣未來進一步發展的潛力。

在能源使用效率的跨國比較中可以發現，台灣在人均電力消費量指標偏高，在初級能源密集度及最終消費能源密集度居於中間，但在初級能源二氧化碳排放係數比較上則明顯優於大多數國家。整體而言，台灣各項指標綜合表現並不遜於先進國家。

在金屬資源效率部分，除了計算金屬資源使用生產力外，另以金屬材料業之附加價值率作為評估指標。在 2013 年的金屬資源生產力的部分，最有效率的國家是日本 26.2（美元 / 10kg），其次是瑞士 20.1，台灣僅為 3.5。從金屬產業附加價值來看，可發現 2004 年至 2013 年來，平均附加價值率最高的是瑞士，其次是荷蘭，最低的則是中國大陸與台灣，均處於後段。

在非金屬資源部分，以非金屬礦物資源使用密集度作為資源使用效率指標。整體而言，在過去 10 年間，各國的非金屬礦物資源使用密集度皆呈現下降趨勢。台灣 2006-2014 年非金屬礦物資源使用密集度逐漸降低，從 2006 年 0.39（公斤 / 美元）降至 2014 年 0.20（公斤 / 美元），顯示台灣非金屬礦物使用效率穩步提升。若與世界各國進行比較，台灣約處於中段。

水資源效率指標設定為水資源利用指數（年取水量 / 年長期平均可再生水資源量）、國家用水密集度（總取水量 / 全國 GDP）、水資源生產力（分農業用水生產力和工業用水生產力），以及人均生活用水取水量。從水資源利用指數來看，可發現 2008 年至 2012 年間美國、日本、法國、英國、荷蘭、澳洲都是水資源利用指數小於 20%，屬「水資源壓力低」的國家，只有台灣跟西班牙超過 20%。在此期間的水資源使用密集度的部分，用水最有效率的國家是英國，每 1 美元 GDP 僅取用 0.003 m³ 水，台灣為 0.04 m³ 水，僅較

中國大陸和馬來西亞有效率。近 10 年間，農業用水、工業用水、或是生活用水，台灣單位用水量皆有改善，但與其他國家相比效率仍較低。

陳家榮：台灣能源使用效率佳 未來要看 CO₂ 排放

成功大學資源工程學系名譽教授陳家榮表示：「除了資源回收外，《2016 台灣資源效率暨環境品質報告》內容已經非常完整了，從過去的台灣趨勢變化，再到現在的國際比較，台灣能源使用效率和國際相比還不錯，但是 CO₂ 排放目標及非核家園會是未來的問題。」

根據報告的研究結果，陳家榮提出建言供政府參考：「因為台灣電價長期偏低，所以每個人使用的電是比其他國家高的，再加上未來溫室氣體的減量目標，總統蔡英文的非核政策及電價政策，會對日後供電產生影響。建議政府應讓所有人的電價能真實反應用電成本，徵收能源稅讓外部成本內部化，並且盡量讓能源政策具一致性，如此台灣的能源效率必可再提升。」



成功大學
陳家榮 名譽教授

政府、產業、學界等必須一同努力，才能夠讓台灣的資源效率指標更優化，為台灣有限的資源做更有效的運用。

《2016 台灣資源效率暨環境品質報告》是給政府建言，促進國家進步，對產業有幫助，如同潘文炎說：「中技社目標就是對國家、產業有幫助，所以中技社所有出版之專題報告公開在網站上，全部免費提供，就是希望引起民眾和產業對於環境及資源的關心，歡迎到網站直接下載。」