

## 台灣能源環保 ABC

郭位 香港城市大學

近幾個月經常收到各類媒體詢問有關台灣供輸電的問題，由於公務繁忙，兼且自從去年 8 月 15 日台灣斷停電，政爭干擾民生，社會激盪不平靜，不差額外參上一腳，故婉拒採訪。今天電能問題再度浮現檯面，如果沈默不出聲，就真有負身為讀書人了。應要求，以科普通俗的方法綜合回答以下 35 個經常碰到的能源環保問題或說法。

**Q22:** 核電令人不安，有理據嗎？

**A22:** 核電危險不安全的說法、謠言，汗牛充棟，但是哪裡看到專業期刊（referred professional journals）報導？如果核電危險不安全，應該用科學驗證的方式研究分析報告、再送專業期刊經評審後發表。感興趣的各類期刊一定非常多。空談無益，說話容易，驗證困難。

**Q23:** 可以舉出一件專業期刊分析能源安全可靠的資料嗎？

**A23:** 除 Kharecha, Hansen 及其他發表的專業報告，可參考我與潘欽教授發表在 *Joule* 2018 年一月號的 A Reliability Look at Energy Development (<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S254243511730140X>)。這是少數曾由世界頂尖學術期刊發表系統論述能源的論文。該文強調，了解七彩能源的利弊，採用能源必須考慮與環保、可靠度可持續性及社會經濟福祉求得平衡。除了有待開發的儲能技術搭配的再生能源外，做為低碳且可靠的綠能，核電是緩解空氣污染與氣候變遷能源方案不可或缺的一部分。今天眾人面對的挑戰是防止誤用資訊，應對忽視能源環保、喜拋「假仙」（核四前廠長王伯輝所指）口號的政治人物。

**Q24:** 為了下一代好，要反核嗎？

**A24:** 多麼奇怪的口號。怎麼知道去核電就一定會對下一代好呢？大家可以為自己發聲，不必硬把個人的意念加在子女身上，因為他們長大後未必同意父母的看法。清朝時期，漢人家裏生了女孩，媽媽就趕快把她的腳給緊緊地裹住，為恐以後腳長大了不好看。結果

寸步難行四不像，孤女哀嘆親已逝，  
舉目下望腳滄桑，老後思量悔煞君。

後悔莫及。袁枚的妹妹因為被指腹為婚，木已成舟，鬱鬱寡歡，簡直氣死人了！

**Q25:** 綠能 CO<sub>2</sub> 的人均排放量較石化燃料小，可否先去核電，以非核綠能取代缺口？

**A25:** 當然，去核電之後，如果夠努力的話，台灣非核的綠能百分比將可能增加。但是驟然去掉佔全部電力供應 13% - 18% 的核電，而還想維持原有的電力水準，則百分比增長最大的必然是火力發電。2018 年 3 月 14 日，政府再度啟動深澳火力發電廠環評，恰好說明了這個現象。只不過，意外的是，根據 3 月 15 日聯合報的新聞，環保署副署長居然不環保，投票支持空污嚴重的燃煤電廠。

凡此皆因為（1）非核綠能進展太慢、可供選擇的種類太少，而且還有未能考慮的新生副作用（2）必須追補至少每年 2% 的電力增長。如果驟然去核而不增加火力發電，就只有與已經偏低的電力備載容量妥協；但是也因為以上兩點原因，即使備載容量歸零也仍然無法不靠火力發電而承擔去核後所面對的電力缺口。

去核不可一步到位，也不可能憑空到位。台灣的獨立電網自絕於外，除非與日本或福建的核電連線，2、30 年內並無取代核電的完美替代方案。何況這仍然必須維持住當今火力發電的水準。

**Q26:** 能源與空污之間還有什麼值得注意？

**A26:** 如 A2 所述，39% 的台灣能源消耗在石油交通運輸燃料，其對空污的為害甚大。無論是世界環保趨勢或者在理想情況下分析，電動車或是油電智能車都將被廣泛使用。可是，如此一來，必然增加電能的需求。想要保持清新的空氣，電力的供應一定會加大，其額外的電力需求總不能以污染量更大的燃煤電力取代石油驅動的傳統地面運輸工具吧！

為了保持清新空氣，可以預見先進的社會必然（1）減少火力發電在日常電力供輸的比重，（2）以電力驅動取代石油或天然氣為主的傳統交通運輸，但是不可依靠火力發電，（3）減少製造空污的熱能 -- 廢棄物、石化燃料、樹木等 "不綠" 的再生能源 -- 而以非火力發電的電能取代。

**Q27:** 七彩能源以外有其他的能源研發嗎？

**A27:** 各國對能源的研發投入甚大，改進的太陽光電設備、燃料電池（fuel cell），氫能源，核融合（fusion），鈾（Thorium）反應機組，熔鹽反應器（molten salt），第 4 代的核電，煤液化、滋生反應爐、... 等都是具體的例

子。此外核廢料的再使用、石墨烯（graphene）、抽蓄水力、鋰電池、智慧電錶、... 也是儲電或探討新電能的方法，值得深入研究。廣義而言，這些研發成果都屬於七彩能源的範疇，各國投入甚多，進展緩慢。

**Q28:** 台灣地熱、洋流資源豐富，是否應該多開發？

**A28:** 新能源的探討、研究、開發值得鼓勵。人類不就是在研究改進中享受進步成果的嗎？新能源的開發要考量經濟、安全可靠、環保、... 等各種因素。粗看，地熱、洋流等開發困難，中看不中用，經濟效益堪慮。但是話說回頭，研究後誰又知道結果會怎樣？

**Q29:** 廚餘、垃圾廢棄物利用，可以用來充分發電嗎？

**A29:** 廚餘、垃圾等都是未被充分利用的剩餘物。把腦筋動到這些廢棄物乃是下策，因為產生這些剩餘物所需的能量，要比利用剩餘物而生產的能量多許多倍。最好的辦法是「量出為入」，從源頭控管，用多少製造多少，吃多少煮多少。即使想用愛或運動跑步發電，也要有能量先吃飽，吃飽然後才有愛、才能運動啊！廚餘、垃圾廢物用來發電，好嗎？還是多思考少動口為妙吧。

**Q30:** 「節能減碳」常被大家掛在嘴邊，節能可以去核嗎？合理配電可以取代核電嗎？

**A30:** 「節能減碳」被當成口頭禪，以致說者承諾言不由衷，聽者麻木洗耳恭聽，就像有人喜歡把「透明」、「人民」、「服務」、「傾聽」、「愛」... 掛在嘴邊一樣，未必把他們放在心上。「節能」是生活與公務上必須一體遵行的必要條件，古今中外全無例外。

節能是美德，無論七彩能源如何組合，都要節能，節能與去核與否沒有必然關係。節能不該影響日常生活，否則不就變成削足適履嗎？至於「減碳」就更清楚了，火力 -- 特別是燃煤 -- 發電是空污嚴重的最大來源，要優先處理。同樣地，優化配電是節能的一部分，必須遵行。

如果真心力行「節能減碳」，應該在「節能」之後，先消滅火力發電，再討論七彩能源的分配。請記住節能是常識，減碳是共識。正好像刷牙是常識，體檢是共識，不必相提並論。

**Q31:** 有些什麼能源管理方面的論題值得研究？

**A31:** 能源管理是複雜的系統問題。智慧電網配電最優化、安全可靠度的保證、儲電設施、能源政策、資源利用、能源生態、能源經濟學、生命週

期的維修策略、國際合作、能源環保社會心理學、... 等都是值得探索的論題。空談無益，一定要具備定量分析的能力以及應用科學的基礎，才容易做出有意義的結論。能源管理是專業，旁人最好少貧嘴。

**Q32:** 廢核四的經濟代價為何？

**A32:** 蔡政府執政前，主張廢核，有夢最美，保證絕不缺電、10 年內電價不大漲。執政後，在廢核四的決策下（**A5**），建廠花費的 3000 億台幣泡湯。完工的核四，棄而不用，政府終於領教缺電的壓力，間接承認了對低備載容量率（**A3**）的不安。

於是多管齊下，先於 2018 年 3 月 1 日放出風聲，指電價偏低，4 月可能漲電價。台灣電價偏低是事實，但是，有沒有想過為什麼以前的電價可以偏低？怎麼這麼快就忘了誓言、急著調整電價？是想修補財政缺口，還是有什麼難言之隱？究竟又是為了什麼原故，政府多方提出一個又一個總額 3000 億台幣的預算，用以投入再生能源、前瞻計劃、及增加天然氣採購與周邊設備等。即使如此花大錢，似乎仍然沒有順暢供應電力的把握，於是再逆勢（**A9**，**A19**）加碼投入逾千億台幣，強推建造深澳火力發電廠（**A25**）。以上非核計劃，尚未包括運轉經費及國際石油、天然氣價格的高度不確定性，也未包括環境污染、身心摧殘之外許多難以估計的經濟面損失。到底何時、由誰來吸收這些代價？

正當台灣有意調高電價時，美國總統川普於 2018 年 3 月 23 日簽署備忘錄，對中國進口的商品徵收高關稅，此舉料將雪上加霜，造成連鎖反應，影響台灣的製造業。當下有誰真心在乎台灣或因低備載電力容量而導致科技企業外移、阻礙新科技企業內移？除了已知的經濟損失及花費，還有誰計算過那些高調的電價、低供應的電力備載、意興闌珊的投資意願、川普因素、... 等相織而成的機會成本嗎？

哪裡來的"了尾仔囡"，這般輕諾寡信亂花錢？

**Q33:** 如何分配台灣的能源？

**A33:** 適時適地考量環保、經濟福祉、可靠度與可持續性三者的平衡。挪威 95% 的電能來自水力，法國近 80% 的電力來自核能，德國計劃性去核電而導致到處停電，日本遭受 311 核電事故後又恢復了核電廠運轉。有人吃青菜、有人吃蘿蔔，有人喜歡新竹米粉，有人喜歡台灣牛肉麵，法物所須，各以差降，不要一廂情願地看問題。

台灣火力發電的比例超沈重（A3），名列世界前端，有急迫的危害性（A18, A19）。優先撤走火力發電中燃煤的比重，才能夠照顧居民的健康，也盡了做為世界公民共同減少 CO<sub>2</sub> 排放所應盡的義務。

**Q34:** 民主之下的台灣，為什麼能源環保被搞得亂七八糟？

**A34:** 民主造福民生，應該捨小利、求大利；台式民主奪權爭私利，上智者隱匿保身，中智者沈默無奈，下智者當政忙於去小害、求大害。扁、馬政府徘徊核能，而今蔡政府深化反核，加碼以污染嚴重的燃煤（A25）取代核四燃料束（A5），不正像是飛蛾撲火（A7, A18, A19）嗎？

生活中最不可靠的是人，當執政者做出不可靠的決策後，總是人去樓空，再也找不著他們了。舉例來說，外行教改 30 年後的今天，學位充市、學而無用，肥了官僚，然而不少空擁學位的人連謀個相稱的職位都有困難，卻是無人聞問。如今全球各種大學評鑑一致認為台灣高教落後亞洲其他三小龍，當年倡議教改的人士，忽然都洗手轉身，消失得不見蹤影。

台灣的能源環保，無論政策面或是實踐面，都有如當年的教改，徒呼民主，外行掌舵，視力模糊，剛愎了無章法，海外徒聞更九州，他生未卜此生休。走錯一步，害死一堆人，苦了大眾，無人問罪，誰來補償？

**Q35:** 到底該如何看待台灣的能源未來？

**A35:** 秋風起，炎夏盡，電力消耗壓力減輕，限電停電機會減少。健忘的人們繼續享受著奢華的生活、電力廉價，歌照唱，趴照辦，陶然共醉菊花杯，火力為害大地依舊。當春風不再拂面，炎夏再度造訪寶島的時候，台灣面臨的能源麻煩怎麼仍然懸而未決？

由於經歷與認知的不同，一般人受到譁眾取寵的口舌導引，容易把高曝光度的核能風險看得嚴重，沒有料到心中想像的風險遠大過實際狀況，對擺在眼前影響巨大的燃煤發電視而不見。很多對於能源的看法與決策並無所本，更多的則是自我包裹違背大數據的口號。

要以平靜的心情、持平的態度面對眼前的七彩能源，追求有利、少害、可行的能源方案。不要存有偏見，不要為了自己吃素，就反對別人吃肉。無家可歸的人，有什麼就吃什麼；體質特殊的人，面對很多好吃的食物，不論葷素，都碰不得。量力而為，台灣地理、地位特別，盲目去核或擁核都沒有道理。

為了增進社會福祉，確保永續經營，請官僚止步，把能源環保交到專家的手中吧！