

中技社

通訊

100

CTCI BI-MONTHLY 民國101年4月

大陸十二五規劃下之能源政策與台商契機分析
沼氣發電系統發展概況
堅持是實現夢想的進行式
分享藝術聖殿的豪邁隱者

目錄 Content



1995年10月1日創刊
1996年10月1日第一次改版
2000年02月1日第二次改版

發行人 潘文炎
編輯委員會 (依姓氏筆劃排列)
主任委員 林志森
編輯委員 王鈞鈺 李 齡 馬金玲
黃朝仁 鄒 倫 鄭清宗
總編輯 張兆平
副總編輯 余俊英
執行編輯 許湘琴 陳潔儀 劉惠君 薄懷照

發行者 財團法人中技社
地址 106台北市敦化南路2段97號8樓
電話 (02)2704-9805~7轉23
傳真 (02)2705-5044
網址 <http://www.ctci.org.tw>
設計 巨門演繹有限公司
印刷 信可印刷有限公司
登記證 局版北市誌字第372號
中華郵政北台字第5504號

踴躍投稿

1. 歡迎本社同仁及中技社歷屆獎學金得主投稿。
2. 產業科技類限2200字;生態環保類限2200字;
財經管理類限2200字;藝文類限1100字。
3. 來稿請附相關照片(含圖說)或圖表。

注意事項

1. 本刊編輯對來稿有刪改權。
2. 來稿請註明作者真實姓名、服務單位、聯絡電話
及E-mail, 一經刊登即致稿酬。
3. 請勿抄襲或一稿數投。

業務單位

能源技術發展中心 企劃室
電話 (02)2704-9805-7 電話 (02)2704-9805-7
傳真 (02)2709-8825 傳真 (02)2754-5799

環境技術發展中心
電話 (02)2704-9805-7
傳真 (02)2705-9184

傳播站

02 大陸十二五規劃下之能源政策與台商契機分析

12 沼氣發電系統發展概況

思源集

18 堅持是實現夢想的進行式
專訪台北市政府工務局 李咸亨 局長

藝文村

20 分享藝術聖殿的豪邁隱者
專訪藝術家 楊子雲 博士

編輯手記

大陸國家五年計畫施行已邁入第十二個階段，2011年是「十二五規劃」開局之年，也是兩岸進入ECFA新時期的第一年。「十二五」之中，發展戰略性新興產業是主要重點，大陸提出的「七大戰略性新興產業」即包括節能環保、新能源、新材料、生物、新能源汽車、新一代資訊技術、高端裝備製造；在節能產業方面，大陸開始推行的「合同能源管理」制度直接受益於國家補貼政策，日後將進入快速發展階段。台灣廠商若要進入能源市場，應朝推廣過去營運經驗的累積，以協助專業規劃並提供相關服務為主要目標。雖然目前ECFA已使兩岸進入另一個合作階段，未來仍需要持續的配合，促使台商有機會取得投標資格，而不必受制於大陸合資者以及不合理的運轉績效法規。

沼氣是有機廢棄物在無氧環境下經厭氧微生物分解產生的氣體產物，內含甲烷(CH₄)與二氧化碳(CO₂)，甲烷屬可燃燒的氣體能源，可供燃燒取熱也可用於發電。甲烷對全球溫暖化潛勢(GWP)高於二氧化碳之23倍，國際公約「京都議定書」中明文規範沼氣組成氣體中之甲烷是受管制溫室氣體，若善加利用可減少地球暖化之溫室氣體排放。國內有機廢棄物產量龐大，除雞糞因飼養環境關係未採用厭氧發酵處理，而以堆肥處理之外，其他如豬、牛、羊、鴨等之糞尿廢水，都可經厭氧發酵處理產生大量沼氣。台灣自產能源貧乏，沼氣能源是蘊藏豐富的再生能源，政府可於政策面訂定優惠措施，誘使產業界發展沼氣發電。

人終歸是要認清生命中最重要真諦，盡本分做好一件事；相對於企業則是遵循創立的宗旨並達成短中長程的目標；這個銜接過去與未來的進行式就是「堅持」。中技社獎學金得主因堅持的進行式，得以在人生的舞台上綻放精彩，中技社獎學金頒發亦因堅持的進行式而於今年邁入第50屆；無論是本社或者是三千餘位歷屆獎學金得主而言，都是值得欣慰、榮耀與感恩的時刻，藉此也彼此期勉朝美好的未來持續堅持。



大陸十二五規劃下之能源政策與台商契機分析

能源技術發展中心 王新鈞主任・許湘琴組長 / 摘錄



前言

中國大陸之國家五年規劃施行至今已邁入第十二個階段，其內容與「十一五」規劃內容明顯地有相當大的轉變，不再僅是看中單項經濟發展，而是將其他部分(如：環境、社會等)也一起綜合探討並作整體性規劃。而2011年是「十二五」規劃的開局之年，也是兩岸進入ECFA新時期的第一年。ECFA已寫進「十二五」規劃，就代表兩岸經濟關係進入制度化的重要標誌，也進入更緊密合作的階段。隨著貨物貿易關稅的減免，以及各項服務貿易開放，投資保障等協定相繼簽訂，「十二五」將是台商隨著大陸市場一同從世界工廠轉型為世界市場的大好契機。

從宏觀趨勢來看，「十二五」透露出中國大陸經濟社會發展的趨勢是多方面的，例如「加快轉變經濟增長方式」是「十二五」做出的戰略性調整，它將使大陸經濟走出「重增長速度，唯GDP優先」的迷思；區域協調發展也將呈現新格局，國土空間將劃分為「優化開發」、「重點開

發」、「限制開發」和「禁止開發」四類區域，經濟功能和生態功能相兼顧；發展海洋經濟是新亮點；大陸城鄉居民收入將普遍較快增長，實現「民富」目標，這為「擴大內需」戰略提供了物質保障。而從微觀方面來看，就要看「重大專案」。根據企業的特點和利基尋找「十二五」中的重大專案。

「十二五」之中，發展戰略性新興產業是主要重點，相應的政策獎勵手段必然會對產業發展有決定性的幫助，這是台商切入的重要思考方向。大陸提出「七大戰略性新興產業」，包括節能環保、新能源、新材料、生物、新能源汽車、新一代資訊技術、高端裝備製造等，具有技術知識密集，既節能又環保，發展前景寬廣和綜合效益好的特點。其中在節能產業方面，大陸開始推行的「合同能源管理」制度直接受益於國家補貼政策，未來將進入快速發展階段。



傳播站
Communication

科技窗
Technology

思源集
Feed Back

新知識
Knowledge

綠世界
Green World

藝文村
Arts

大陸能源概況

根據大陸國家統計局統計公報顯示，2010年全大陸能源消費總量為32.5億噸標準煤，比上年增長5.9%。按照「十二五」規劃，GDP增長年均將保持8%左右，對能源的需求進一步增強。而一方面能源需求增長加劇，另一方面傳統化石能源總量有限。國民經濟發展的能源需求不可避免地要尋求新的來源，因此新能源的發展將無可避免。在宏觀政策層面，2010年10月18日，國務院下發了《關於加快培育和發展戰略性新興產業的決定》，明確將從財稅金融等方面補助政策來加快新興產業的培育和發展。根據規劃，到2015年，戰略性新興產業增加值佔國內生產總值的比重要力爭達到8%，到2020年，戰略性新興產業增加值的比重爭取達到15%左右。

同時，大力發展新能源也是貫徹落實「十二五」主軸的科學發展觀，實現經濟發展方式轉變的重要步驟。在「十一五」期間，大陸的新能源已呈跳躍式發展，到2010年底，新能源年利用量總計達到3億噸標準煤，佔當年能源消費總量的9.6%，按照「十二五」規劃，單位GDP能源消耗和二氧化碳排放可分別降低16%和17%，主要污染物排放總量減少8%至10%，非化石能源佔能源消費比重要提高到11.4%。且由於大陸目前城市化的程度仍低於世界平均，而「十二五」重大目標之一便是均衡區域發展及縮小城鄉差距，因此意味著將有大量的公共建設在二三線城市以及農村中進行，用電量必定大增。國網能源研究院估計2011年全大陸用電量年成長8.5%~10.7%，總用電量達到4.3~4.5兆度。分區而言以華北與華東地區需求增長最大。而電力供應來源仍是以火力與水力發電為主。由此可見在「十二五」期間能源需求增加以及能源配比的發展調整將是重點。

但是新能源發展還存在著一些限制。目前發電與配電成本過高是最主要因素。現階段在大陸大規模風能和太陽能的發電成本分別是火力發

電的1倍和4倍。而新能源的一些關鍵設備還需要進口，容易受制於人。新能源也成為貿易摩擦的焦點，中國大陸已經在面對其他國家的太陽能反傾銷、反補貼調查。所以新能源產業發展過程中仍有許多市場和機制問題必須解決，才能培育成真正的戰略性新興產業。另外根據規劃，到2010年中國的發電結構中火力發電規模將減少到68%，水電、核電、風電及太陽能發電比例分別達到23%、2%、7%；到2020年火電比例將減少到50%，水電、核電、風電及太陽能發電比例將分別達到30%、8%、12%。因此非火力發電的項目從「十二五」期間開始勢必需要大量發展。

另外發展再生能源會受限於自然地理環境，難以滿足社會一天24小時持續不間斷的能源需求。根據中國大陸國電電力公司2010年年報披露，國電電力火電發電機組全年發電設備利用小時數為5,507小時，水電為3,168小時，風電為1,818小時。而太陽能發電設備利用小時數也大多在1,000~2,000小時的水平。很顯然，包括水電、風電、太陽能的全年發電設備利用小時數都沒有火電發電設備利用小時數高。因此單純的發展水電、風電、太陽能等再生能源不足以滿足社會發展的需要，畢竟不可能一天24小時都有水、風、太陽光照來發電。而如果能夠實現大儲量的能源存儲需求，或可有效的解決水電、風電、太陽能發電等再生能源的大範圍推廣應用瓶頸，因為如果能夠實現大儲量的能源存儲，則可以將再生能源存儲起來移放到再生資源缺乏的地區或是時段來應用。但目前看來，這種儲能技術還沒有出現，而如果能夠在這方面實現突破的話，將會極大的推動再生能源的大範圍推廣。

主要能源發展規劃

以下將就「十二五」規劃下之太陽能發電、風力發電、水力發電、核能發電、火力發電，以及智慧電網六大項之發展做些簡要介紹。

一、太陽能發電

由於受到日本東北強震引發核外洩事件影響，大陸發展核電腳步可能因核能安全顧慮而放緩。而這部份的電力缺口則似乎將由太陽能發電取而代之。因此太陽能產業「十二五」規劃目標可望比原定計劃提高100%，也就是從原計劃到2015年實現太陽能裝機5GW(500萬千瓦)提升至10GW。

根據中國工程院的研究顯示，大陸96%的土地面積是屬於日照豐沛的區域，年日照時數都在1,200小時以上，每年地表吸收的太陽能等於1.7兆噸煤所產生的能量。若是以30%的屋頂面積以及2%的沙漠面積都設置太陽能發電設施，則估計可設置電力容量達22億千瓦，年發電度數2.9兆度以及相當於3.2億噸煤炭的熱利用。因此在中國大陸自行的評估中太陽能是潛力最大的再生能源項目。

因此在發改委的策略性新興產業主要技術領域目錄中，關於太陽能發電的項目就有下列：

1. 高效、低能耗、低成本晶體矽太陽光伏電池製備新工藝、元件技術及相關產品。
2. 高效、低成本、高穩定性的薄膜太陽能電池技術及相關產品。
3. 併網光伏技術及相關產品。
4. 太陽能熱發電技術及相關產品。
5. 太陽能中高溫利用技術及相關產品。
6. 太陽能熱利用、光伏發電等綜合利用技術及相關產品。
7. 高效、低成本光伏、光熱與建築相結合的集成一體化實用技術及相關產品。

自從中國大陸可再生能源法頒布以來，各界對於太陽光電的躉購費率要求呼聲越來越高，而未來5~10年中預期太陽光電發電成本持續下降到與市電同價的地步。故「十二五」期間更是增加設置容量與補貼機制的重要期間，加上中國大陸也是太陽光電的主要生產基地，配合全世界發展再生能源的趨勢，中國大陸將持續吸引太陽光電相關的各項投資。但值得注意的是，這2~3

年太陽能發電設備的價格變動大，原物料及產能等因素變動過快，因此整個太陽能產業必須要等待幾年整合之後才會有較清楚明朗的價格及應用趨勢出現，屆時太陽光電產業的扶植政策才容易聚焦，同時廠商才能夠有較穩健的財務穩定性。

二、風力發電

國家發改委在《產業結構調整指導目錄(2011年版)》中，首次將新能源作為單獨門類，列入指導目錄的鼓勵類。但在所涉及的新能源產業中，力推太陽能、生質能，而僅將風電在“風電與光伏發電互補系統技術開發與應用”這一子項中一帶而過。與此同時，指導目錄中還提到部分行業產能過剩矛盾突出，其中風電是唯一被涉及到的新能源產業。

在最新的再生能源發展規劃當中，風電的發展目標沒有太多的變化。據統計，截至到2010年年底，中國大陸已累積風電裝置容量約4,200萬千瓦，如果按照「十二五」規劃，到「十二五」期間結束時風電設置容量目標為9,000萬千瓦，因此五年期間的新設置容量僅為4,800萬千瓦，基本上每年的裝機容量約為960萬千瓦。而目前中國大陸的風電裝機行業的風電發電機組的總產能已經達到2,000~3,000萬千瓦/年，因此這代表著中國大陸的風電裝機產能已經嚴重過剩。同時，大陸風力發電成本目前大多在人民幣0.4~0.6元/度，而水力、火力的發電成本則在人民幣0.2~0.4元/度。相較於水力、火力的發電成本來說，風力發電成本不具有太大的優勢。其實目前營運中的風力發電項目的盈利主要還是來自於中央或是地方政府的補貼。另外，由於技術上目前仍存在電網連接的問題，併網發電仍存在一定的技術障礙。這多方面的原因使得風力發電仍然缺乏商業化營運推廣的市場推力。

面對政策轉向、資源上限、產能過剩及併網困難等一系列不利因素，風力發電行業增長空間日益萎縮。隨著產業集中度的提高以及由陸向海的發展趨勢，風力發電產業的前景不若太陽光電那樣明亮。與此同時，中國將停止風力補貼的



傳播站
Communication

科技窗
Technology

思源集
Feed Back

新知識
Knowledge

綠世界
Green World

藝文村
Arts

消息也逐漸傳出。據了解，中國的風力補貼費率始於2008年，目的在於鼓勵風電設備國產化。若風力採購補貼取消將導致整機製造商盈利小幅下降，零部件供應商受影響最大。而上述政策層面的轉變，使本已因發展過快造成產能過剩等諸多問題的風電行業前景更趨黯淡。國家對風力發電的補貼政策已廢止財政部2008年的《風力發電設備產業化專項資金管理暫行辦法》。該《辦法》規定，對符合支持條件企業的前50臺兆瓦級風電機組，按600元/千瓦的標準予以補助。在此補助標準中，整機製造企業和關鍵零部件製造企業各占50%，並加強重點向關鍵零部件中的薄弱環節，補助資金主要用於新產品研發。財政部這樣“以獎代補”的政策，歷來被美國認為是他們風機出口至中國的最大障礙。所以「十二五」期間，國家對風電設備企業的補貼還將持續，具體措施尚不明朗。

除了政策層面的轉變，風能資源上限的到來也在壓縮行業進一步發展的空間。五大國有風電發電集團已將八大風資源區瓜分殆盡，陸上優質風場已幾乎開發完畢，現在只好轉向華南、西南等風場資源等級較低的地區開發。一位風力發電廠商的高層說：“目前高風速的地方競爭激烈，早晚會被瓜分殆盡，因此大家轉而開發低風速資源也是必然選擇。”據了解，中國大陸的陸上風力可開發容量為2億千瓦，而2020年風電規劃裝置容量目標已達到1.5億千瓦；2010年大陸陸上風力資源開發比例為22%，而2020年此一比例將達到75%，由此可見行業未來增長空間有限。且由於風電行業經歷了連續5年高速增長，2010年增速已開始下滑至37%。按照2020年規劃裝機目標推算，風電年均新增裝機容量僅為1,000萬千瓦，遠低於2010年新增裝機容量1,600萬千瓦。因此，雖然風電產業或將在「十二五」期間完成大部分裝機目標，但預計行業增速將進一步下降。

如果說政策與資源層面的因素限制了風電的未來，併網難題則一直伴隨著風電發展。由於對風力發電實行“保障性收購”的躉購費率；大

量的風力電廠很快就超出了電網的承受力，因此造成在大陸備受詬病的“棄風”現象一就是已併網的風機，出現大規模電力脫網事故。大陸的國家電力監管委員會有通報過“2·24”甘肅酒泉風電機組大規模脫網事故為代表的幾起脫網事故，其中導致598臺風電機組脫網的“2·24”事故堪稱風力發電史上對電網影響最大的一起事故，也同時凸顯了風電場建設、運營中的諸多問題。快速發展的風電與電網的協調性如此之差，因此這種大規模風機脫網事故的發生是必然的。

國家電網能源研究院也提到，風電未來的發展必須依靠電網的大規模發展以及與當地煤電基地的緊密協調。否則，如果僅是風電場的迅速擴張必然不是健康適當的能源發展策略。理論上2015年全中國風電開發規模可以達到約1億千瓦，其中5,000萬千瓦可在設置地使用完畢，1,100萬千瓦則通過區域電網跨省消納，3,200萬千瓦通過跨區消納；因此未來風電對電網發展的依賴性將更強。

風電場的開發營運暴露出諸多問題的同時，上游的風機製造環節更是出現產能過剩而陷入競爭紅海。近年來風電設備價格的不斷下降使製造商在價格戰中越陷越深。從2008年的6,500元RMB/千瓦降到2009年的5,400元RMB/千瓦，再到2010年底的低於4,000元RMB/千瓦，大陸製風機造價走低正成為目前風電設備產業的基本生態。這是因為風機製造行業在2004年和2005年時力量尚十分薄弱，主要從國外進口，因此形成賣方市場；而在金風科技和華銳風電等大型整機製造商快速發展後，眾多實力雄厚的國營企業也加入這一產業，上游配套的生產能力快速提升，因此從2009年開始顯現出供大於求的產能過剩現象。所以目前價格戰仍然是整機廠商競爭的主要手段。2011年預計生產市場集中度緩慢提升，2008年市場排名前8家企業市場份額為71%，2010年提升至82%，預期風電整機環節市場集中度將進一步提高，但過程將是痛苦而漫長的。

國家發改委能源研究所前所長周鳳則認為，不應當說陸上風電資源都被瓜分完畢，目前國家電網公司力推的風電、火電打捆外送以及風電監測都在發展當中。但他指出，海上風電目前只是開局，不應當發展過快，因為中國既無核心技術又無經驗，如果發展過快，風險很大。因此目前要把風電發展的重心轉移到海上還為時過早。據了解，即使如華銳風電、金風科技等風機製造龍頭企業目前也只處於生產5MW、6MW風機樣機的階段，遠未達到量產運行的水準。此外，雖然海上風電有著風場佳、沿海地區電網架構優越、緊鄰負荷中心的優勢，但其存在的風險是不容忽視的，海上風電開發是高風險、高難度的計畫，例如海上風機對防腐蝕等要求比陸上風機更為嚴格，一點瑕疵都將造成機組的停轉。由於海上風機的安裝、運輸以及運維等成本較高，且海上機組的運行環境比陸地更加苛刻，市場對海上風電機組單機容量、可靠性和免維護性都提出了更高要求。

雖然大陸內部的風電產業前景不算佳，但是機組外銷或許開始有競爭力。2008年上述暫行辦法出臺之後，經過3年多中國大陸風電設備企業已具備相當的競爭力而形成了產業化。由於美國風電設備價格高昂，難以與有強大成本優勢的中國大陸風電設備相抗衡，因此2010年10月，美國啟動了對中國清潔能源有關政策和措施的“301調查”，認為中國給予新能源企業大量補貼，並在新能源項目招標中排斥美國企業。但是以出口為目標的中國大陸風電技術水平仍亟待提高，自主研發不足，產品更新換代太慢，都影響著出口市場的競爭力。以“價廉”為競爭點，整體上還是遠不如國外同類設備。

因此風力發電在「十二五」階段的發展不太能夠讓有心投入者樂觀以對，可以說接下來的五年風力發電的黃金時期是否能再回來是一個很大的疑問。

三、水力發電

根據中國大陸2003年的水力資源復查報

告，具經濟效益可開發的容量還有4億千瓦，年發電量1.8兆度。但是水力資源分布區域並不平均，特別集中在西南地區的雲南、貴州、四川、重慶與西藏，佔了66.7%。相反的，用電集中的沿海區域從北京、山東、江蘇到福建、廣東只有4.8%的水力蘊藏。此外，水力有季節性，因此必須經由水壩的設置來提高供電穩定度。

目前決策層對大型水電項目核准已經解禁。儘管近期國家能源局是否有大型百萬千瓦的水電項目批准仍難以得知，但是水電投資步伐加快，將是不爭的事實，因為大型水電項目建設週期少則五年，多則需要七八年。如果投資太慢必將對低碳目標的完成產生重大影響。根據估計，2020年單位(GDP)碳排放若要比2005年下降40%~45%，大陸國家能源局局長張國寶判斷水電裝機容量需達到約3.8億千瓦，其中常規水電3.3億千瓦以上(抽水蓄能電站5,000萬千瓦)，年發電量1.15兆度。考慮水電建設週期，初步推算2010~2015年的6年間需核准開工水力發電項目要1.2億千瓦左右。但是考慮到水電等建設週期長的因素，短期內隨著能源需求量的增加，能源供應仍以化石能源為主，同時碳減排仍主要依賴能源強度下降。通過大力發展水電等實現能源結構調整減少碳排放的作用有限。但可確定的是，「十二五」期間水電的核准和投資需要加快是不爭的事實。

中國電力投資集團是五大發電集團之一。目前中電投資集團總裝機容量為6,400萬千瓦，在五大發電集團中裝機容量不是最大的，但清潔能源的比例最高，達到了30%，其中，水電裝機容量達1,480萬千瓦，居五大發電集團首位，在建水電裝機容量419萬千瓦。該公司目前正在加快電源結構調整，重點加快水電、核電、風電等低碳清潔能源發展。根據其發展規劃，到2020年，水電裝機容量將達到4,000萬千瓦。該公司總經理陸啓洲認為政府應該加快水電規劃等系列問題。當前，必須在妥善解決環境和移民問題的基礎上，加快規劃和核准新的水電項目，否則非化石能源佔一次能源的比重達15%的目標



傳播站
Communication

科技窗
Technology

思源集
Feed Back

新知識
Knowledge

綠世界
Green World

藝文村
Arts

不可能實現。

「十一五」期間，本來預計核准7,000萬千瓦水電，實際只核准了2,000萬千瓦的水電項目。中國水力發電工程學會副秘書長張博庭認為「十一五」未核准的很多項目需要到「十二五」來核准，再加上「十二五」需要核准的項目，預計2011~2015新核准1億千瓦的水電項目，才能保證2020年的碳目標實現。他進一步指出，每隔5年按能投產裝機六七千萬千瓦來算，2020年達到3.8億千瓦，那麼2010年實際能完成水電裝機3億千瓦以上就很好了。這意味著「十二五」不只是核准1億千瓦水電，即使裝機完成投資1億千瓦也不為過。

由於「十一五」是大陸水電發展停滯的五年，在做好生態保護和移民安置的前提下積極發展水電是重要目標。重點在於推進西南地區大型水電站建設，因地制宜開發中小河流水能資源，科學規劃建設抽水蓄能電站。建設金沙江等重點流域的大型水電站，開工建設水電1.2億千瓦。從「十二五」規劃綱要中看出，水電開發的前提是做好生態保護和移民安置工作。從技術角度來看，隨著全國電力需求量持續快速增長，電網規模擴大，電力負荷的峰谷差也不斷拉大，對調頻、調峰和填谷的要求也越來越高，水電的優勢越來越明顯。從經濟角度來看，經濟發達的東部地區迫切需要西部水電資源的支持，而西部地區通過水電的開發與利用可以有效地促進自身經濟的發展。以此來看，水電開發的利要遠遠大於弊。所以在加快開發金沙江等資源富集且居「西電東送」戰略性地位的水電基地的同時，政府應進一步提高重點流域連續滾動開發的能力，保持合理規模、連續開發和由遠及近、梯級開發。更為重要的是，必須堅持在保護生態環境的基礎上開發水電，堅持水電開發與環境保護並重；堅持以人為本的移民安置工作。

此外，「十一五」時期，雖然大型水電項目開發停滯不前，但中小水電發展卻相當良好。根據2009年大陸水利部發布的全國農村水力資

源調查情況來看，100千瓦~5萬千瓦中小水電的技術可開發裝機容量為1.28億千瓦，年發電量5,350億度。截至2009年，中小水電裝機容量佔全國水電裝機容量約三分之一，是中國大陸電力結構中的重要組成部分。在中小水電開發比例較高的雲南，中小水電佔全省的65.6%，覆蓋全省90%以上邊遠貧困民族地區、全省農村70%的人口用電、90%的農業生產用電。中小水電對於帶動雲南地方經濟社會發展、保障電力供應、支持「西電東送」功不可沒。但近年來，一些地方中小水電出現了無序開發、過度開發、缺乏監管等問題，特別是一些小水電未經充分論證和合理規劃，或不按規劃建設和運行，對當地生態環境造成了一定影響。因此從保護生態和維繫河流健康生命的角度出發，對於一些對增加能源供給作用不大的中小水電開發，除電網無法延伸的地區，需要建設必要的小水電以滿足當地用電需要外，應當要嚴格控制。

由於中小水電一般由地方政府或民間投資修建，其環評標準遠不及大型水電站嚴格，控制權也掌握在地方政府的手中。而修建中小水電短時間內會為地方經濟發展帶來顯著成效，因此，一些地方政府和投資者只顧眼前利益，而沒有長久規劃，盲目投資修建中小水電站，但由於缺乏對電力行業的了解，在修建之初缺乏統籌規劃加上管理經驗不足造成後來資源的浪費。目前大陸五大發電集團都已成立收購地方中小水電收購小組，收購後將會向其投入資金並對其進行技術改造和規範管理，從而有效提高中小水電的整體素質和水平。「十二五」規劃綱要提出的因地制宜開發中小河流水能資源，就是要加強對中小水電開發建設的科學規劃和管理，制訂一個科學發展規劃，確定大、中、小水電科學發展的規模和比例，防止中小水電盲目發展的傾向繼續蔓延。

另外一種抽水蓄能電站是大陸電源結構中一種新型電源，起步晚而發展快。截至2009年底共建成抽水蓄能電站24個，裝機容量1,563.3萬千瓦，約佔全國總裝機容量的1.79%，目前正在建設的規模為1,294萬千瓦。在「十二五」規劃

綱要中提到要科學規劃建設抽水蓄能電站。抽水蓄能是電力系統的重要調節工具，但不能增加電力系統中電能的供給量，因此抽水蓄能在電力系統中的裝機規模必須適度合理而非盲目擴張。從安全方面考慮，在水電資源缺乏地區優先布置抽水蓄能，對承擔大容量電力轉送任務的電網、核電大規模接入的電網配套建設規模適當的抽水蓄能電站；從經濟角度考慮，抽水蓄能電站應靠近峰谷差較大的負荷中心地區，便於系統接入，避免遠距離輸電；從清潔高效方面看，結合風電等再生資源情況和送出規劃，配套建設適當規模的抽水蓄能電站。

所以在新能源發電較為集中或準備大規模開發的地區，用抽水蓄能電站，把隨機的、質量不高的再生能源電量轉換成穩定、高質量的峰荷電量，成為解決風電和太陽能等再生能源間歇性的優先選擇。抽水蓄能電站逐漸成為現代電力系統發展中不可缺少的重要組成部分，是提高電網安全、穩定運行及經濟性的有效措施。中電聯發佈的《電力工業發展「十二五」規劃研究》報告提出，把抽水蓄能電站納入電力系統進行統籌優化和規劃佈局，同時加強電源整體優化和統一規劃，合理確定抽水蓄能電站的規模、佈局和建設時序。規劃2015年，抽水蓄能電站裝機達4,100萬千瓦左右，但抽水蓄能電站建設成本巨大，建設週期長，是一項資金密集和技術密集融為一體的複雜系統工程。抽水蓄能電站發展規劃是電力系統發展規劃的專項規劃，也應當與電網和常規能源一樣，由國家根據電力系統發展的需要統一制定。規劃時，要結合目前和未來電源結構變化、電網等級發展、電源和電網佈局、負荷變化特點、負荷需求增長等相關因素，以維護電網安全穩定運行，以確保抽水蓄能電站實現健康、快速、可持續發展。

水力發電是高度技術性的設備，尤其牽涉到水庫建置與生態保存、居民遷徙的議題，並非私人企業容易解決的問題。中小型水力發電則可在水力資源豐沛的偏遠地區有效解決電力能源問題，然而如何與地方政府配合且避免浮濫動工則是技術以外的問題。最後關於抽水蓄能電站的商

機，則是必須熟悉電力政策配置、電站設置地形等詳細當地資訊方能介入。加上台灣在抽水幫浦設備生產上也非強項，因此台商在水力的市場似乎可施展性並不大。

四、核能發電

原本核電「十二五」規劃發展目標為4,000萬千瓦，到2020年規劃發展目標為8,600萬千瓦。大陸之前也確定到2020年將實現非化石能源消費占一次能源消費比重15%的目標，但鑒於日本強震造成的核電廠事故，核電的發展思路應該首先高度重視核電的安全而非補足火力發電佔比下降的缺口。目前受到政策調整的影響，核電的額度將會向下調整。雖然長期來看仍會有一定幅度成長，但未來核電在總能源結構中的占比應不會超過3%。

因此，中國大陸國務院已決定，在核安全規劃批准前，暫停審批新的核能項目建設。中國核電信息網統計目前大陸已營運、興建中和籌建的核電廠共43座，其中已營運的核電廠有6座，建設中的核電廠有12座，籌建的核電廠有25座。廣東核電廠最多，包括已營運和籌建及興建中的共10座，其次是浙江的6座，福建4座，遼寧3座，上海和天津沒有，北京有1個「中國實驗快堆（反應爐）」。

而前中國國家能源局局長張國寶則於2010年9月表示，中國已核准的核電機組有34台，裝機容量3,692萬千瓦，其中已開工在建（興建中）機組25台、2,773萬千瓦，是全球核電在建規模最大的國家。在已營運的核電廠中，浙江秦山一期和二期都是中國大陸自行設計的壓水式反應爐，三期是加拿大技術的重水式反應爐，廣東大亞灣是法國技術的壓水式反應爐，嶺澳一期是以大亞灣為基礎再自行改進的壓水式反應爐，江蘇田灣則是俄羅斯技術的壓水式反應爐。至於在建的廣東嶺澳二期，遼寧紅沿河一期，福建寧德一期，福建福清，廣東陽江，浙江秦山擴建一方家山，浙江三門，廣東台山，山東海陽，海南昌江核電廠，都是壓水式反應爐。北京則是俄羅斯技術的快式反應爐，山東石島灣是高溫氣冷式反



傳播站
Communication

科技窗
Technology

思源集
Feed Back

新知識
Knowledge

綠世界
Green World

藝文村
Arts

應爐。

這些都與日本大地震後發生事故的福島核電廠所採用美國通用公司技術的沸水式反應爐不同。沸水式反應爐和壓水式反應爐的主要區別在於，沸水式的熱交換只有一個迴路，而壓水式有兩個，沸水式驅動輪機的蒸氣有放射性，一旦洩露很麻煩；同時，沸水式的蒸氣迴路抗壓能力比壓水式的小。至於重水式反應爐，核裂變產生的熱量從燃料棒傳遞到高壓冷卻水，冷卻水在蒸汽發生器的U型管內把熱量傳遞給管外的普通輕水，普通輕水沸騰所產生的高溫高壓蒸汽驅動發電機發電，低溫低壓的重水則是在燃料通道外側的慢化劑。

儘管中國大陸的核電廠反應爐與福島的不一樣，但是大自然的力量人類無法預計，因而中國大陸國務院總理溫家寶在國務院常務會議仍然決定，立即全面檢查中國的核設施安全，調整完善核電發展中長期規劃，加緊編製核安全規劃，在核安全規劃批准前，暫停審批核電項目。

大陸的核電中長期發展規劃(2005~2020年)原先指出，到2020年核電運行裝機容量爭取達到4,000萬千瓦，在建1,800萬千瓦。根據這項規劃，到2020年核電裝機比重將從目前的1.6%上升到4%左右。之後，國家能源局又調高了核電發展目標，到2020年核電運行裝機容量為7,000萬千瓦，在建3,000萬千瓦。張國寶今年初在卸任前進一步透露，到2020年核電裝機容量要達到8,600萬千瓦。而日前通過的第十二個五年規劃則指出，從2011年到2015年，要開工建設4,000萬千瓦的核電。

顯然，中國發展核電的計劃不斷在擴張。如今，由於福島核洩露事件，全球都已開始重新檢視核能發展的未來，中國也不例外，勢將在確保安全的前提下，繼續發展核能。而發改委策略性新興產業主要技術領域目錄關於核能的項目有下列：

1.百萬千瓦級先進壓水堆核電站關鍵技術及設備。

- 2.鈾濃縮技術及關鍵設備。
- 3.高性能燃料零件技術。
- 4.鈾鈷混合氧化物燃料技術。
- 5.先進乏燃料後處理技術。
- 6.核輻射安全與監測技術。
- 7.放射性廢物處理和處置技術。
- 8.輻射防護材料、儀器及裝置。
- 9.快中子堆和高溫氣冷堆核電站技術。

然而核能相關之產業，從發電技術、設備製造、整廠設計直到放射性廢料處理在台灣都沒有企業有能力處理，因此核能部份的商機可說是相當渺小。

五、火力發電

中國大陸的能源是以煤炭為主，能源供給近七成來自火力發電，而當中85%又來自煤炭。由於中國大陸中西部是產煤區，且火力發電技術成熟，因此從能源自主性、技術自主性、以及成本經濟效益等面向看來，即使火力發電具高排碳性，但短時間內仍然是中國大陸最為倚重的能源來源。但為了達到「十二五」的環境目標，大陸的國家能源局召集了12個省的發改委相關負責人開座談會，專題研究控制能源消費總量的目標與問題。以往在單純考核能耗強度的情況下，地方政府可以通過提升GDP來降低能耗，但現在在節能指標的基礎上再要求地方政府控制能源消費總量，實際上是直接控制地方的GDP增長速度。

能源局的「十二五」能源消費總量控制的初步方案控制對象主要是化石能源，尤其是煤炭，並提出了“核定基數、分解增量”的分解方法，和直接控制能源消費總量、控制化石能源消費總量和約束化石能源消費比重等三種備選方案。能源消費總量控制主要鎖定煤炭，是因為煤炭占中國一次能源消費的比重高達70%以上，只有控制煤炭的總量才能完成中國在國際上承諾的2020年的碳強度下降40~45%的目標。

具體的總量控制指標，國家能源局規劃司規劃處處長何永健透露，在已完成的「十二五」能源規劃初稿裡，非再生能源消費總量將控制

在41億噸標煤。這個消費總量目標是以2015年單位GDP能耗較2010年下降16%，對應的年均GDP增長8.5%為基礎數字提出的。但從目前情況看，要完成這一控制目標難度很大，最終的消費總量目標數字有可能提至42億噸標煤。此前，官方公布的2010年能源消費總量為32.5億噸標煤，和2015年41億噸的控制目標值相比，未來5年只有8.5~9.5億噸左右的增長空間。如果均攤到全大陸31個行政區上，每個省市區允許的最高成長量不到3,200萬噸標煤。因此在潔淨能源不能迅速補上消耗缺口的時候，火力發電的規劃其實是能源規劃中最重要的一環。

同一時間，大陸的煤炭價格也開始高漲，不少電力企業已是不堪負荷，煤炭供不應求。發電成本太高，有些火力發電供電廠已經放棄自己發電轉為向供電網上取電。其他供電公司的重點也逐步放在清潔能源的開發上。對於火力發電占公司經營比重較大的公司來說，火力發電利潤下降的同時，尋找其他經營項目成為了多數企業的選擇。尤其不產煤的省份如江西，發電的成本90%都是來自於煤炭購買。而許多小煤礦的整合也並未紓解缺煤省份的需求，因為被整合的小煤礦大多不走正式銷售途徑，產量通常不會納入官方煤炭數據統計。整合後需要大量時間改善管理與製程，生產不會迅速提升。因此整合後煤炭產量與整合前相比短期內是下降的。而現在能源局要求各地加緊推進煤礦企業兼併重組，所以整合工作短期內會給下游火力發電行業帶來更大的缺料壓力，若大礦再發生幾次礦難，煤炭供應會更加短缺。以山西為例，2009年山西大刀闊斧的進行煤炭整合工作，礦井數量已從2005年的4千多座減少至約1千多座。被整合的近3千多座礦井平均有一年時間是沒有投入生產的。

而礦難的發生會直接導致事故礦停產整頓，尤其對於大礦，整頓時間越長越影響產量，煤炭的供應就會受到影響，繼而受影響的就是電力企業。電力需求旺盛，經濟發展熱度不減對於電力行業來說本應是好事，現在卻成了負擔，用電量高居不下，火力發電企業儲煤量日漸單薄。

此外，針對火力發電潔淨化的技術，在

《十二五科學和技術發展規劃》提出大力培育和發展煤炭清潔高效利用等戰略性新興產業。重點突破煤氣化、煤低溫催化氣化甲烷化、中溫催化氣化、高溫高壓甲烷化、煤製烯烴等化工品、第三代煤催化製天然氣、重型燃氣輪機整機等核心技術。以煤氣化為基礎進行多聯產工程示範，進一步推進煤氣化技術綜合集成應用；積極發展更高參數的超超臨界潔淨煤發電技術，開發燃煤電站二氧化碳的收集、利用、封存技術及污染物控制技術，有序建設煤製燃料升級示範工程。

以提升傳統能源探勘開發技術能力為目標，重點發展複雜油氣藏探勘、煤炭和海洋油氣安全開採、油氣高效安全集輸等技術，加強煤層氣、頁岩氣、油頁岩、天然氣水合物等非常規油氣探勘開發技術研究，保障傳統能源有效供給。以提升能源的清潔高效利用能力為目標，重點發展煤炭的氣化、液化、煤基化工品加工等清潔轉化技術，發展超高參數超臨界發電、煤氣化整體聯合發電、節能型循環流化床發電等技術。因此在火力發電的研究領域和方向上主要為煤炭資源精細探測、綠色開採、高效潔淨轉換、環境污染控制及災害防治研究。

大陸目前的火力發電已經進入煤炭供應量不足的時期，因此重點的商機在於其他油氣探勘開採技術以及火力發電潔淨化的技術。

六、智慧電網

中國大陸預計「十二五」期間將投資約2.55兆元人民幣用於電網建設，其中將有5,000億元用於特高壓電網線路的投資，5,000億元用於配電網線路的投資，另外約1.55兆元用於其它電壓等級的電網線路投資。相較於在「十一五」期間國網用於電網投資的額度僅為1.5兆，「十二五」電網投資額大增7成，電網建設的加碼將帶動特高壓及智慧電網相關設備市場的大幅提升。

「十二五」規劃綱要中明確定義了智慧電網的建設任務：依託資訊、控制和儲能等先進技術，推進智慧電網建設，切實加強城鄉電網建設與改造，增強電網優化配置電力能力和供電可靠



傳播站
Communication

科技窗
Technology

思源集
Feed Back

新知識
Knowledge

綠世界
Green World

藝文村
Arts

性；開展智慧電網建設試點，改造建設智慧變電站，推廣應用智慧電錶，配套建設電動汽車充電設施。而大陸兩會期間，有關文件對「十二五」規劃綱要中的“智慧電網”作出了如下定義：“智慧電網是將現代資訊、通信和控制技術等深度集成應用於電網各個領域，涵蓋發電、輸電、變電、配電、用電、儲能和調度各個環節，各參與主體之間資訊共用、全面互動、智慧響應，能夠實現電力系統安全高效運行和效率最大化的現代電網。”可以看出，智慧電網是電網未來發展的一個趨勢和目標。國家發展改革委能源研究所研究員姜克雋表示，智慧電網最重要的意義在於可以解除綠色電力的發展瓶頸，大力推動綠色電力的發展。預計到2020年，智慧電網技術將幫助電力企業減少14%的二氧化碳排放量。而轉變電力發展方式的關鍵，是儘快形成交直流協調發展、結構佈局合理的特高壓骨幹網架，構建起資源配置能力強、抵禦風險能力強、技術裝備水準先進的堅強智慧電網。

而智慧電網所帶動的將是一個全新的、龐大的“智慧產業鏈”。隨著智慧電網建設的進一步推動，因其而產生的各種商業模式將逐步建立起來。智慧電網建設是一項長期複雜的系統工程，利益相關者涵蓋電力系統全產業鏈，以及政府、裝備和服務供應商、金融機構、科研機構等多個方面。因此，凝聚共識對於智慧電網發展是極為重要的。

據專家分析，未來因智慧電網發展而受益最大的將是新能源發電產業。智慧電網是解決新能源發電併網問題的有效手段。此外，在電動汽車領域，智慧電網和電動汽車發展同樣相輔相成。「十二五」規劃綱要也已明確提出，“配套建設電動汽車充電設施”。加快電動汽車充電站的佈局和建設，儘快形成規模才能促進新能源汽車快速發展。

另外，對於特高壓的規劃，預計「十二五」期間，國家電網將圍繞華北、華中、華東負荷中心，建成同步電網，形成以「三華」為受端，以西北750千伏、東北500千伏電網為送端的三大

同步電網。到2015年，三華特高壓同步電網將建成「三縱三橫」網架結構，建成投產13條直流輸電工程。對於智慧化規劃方面，智慧化規劃包含發電、輸電、變電、配電、用電、調度6個環節和通信資訊平台，明確規範各環節及通信資訊平台的具體發展目標和重點專案建設方案，「十二五」期間電網資訊化、自動化、互動化水準將大幅提升。

智慧電網除了硬體輸電網路的建置，更重要的是管理軟體的開發。一般輸配電業者有50%的資源放在管理軟體的開發上。而智慧電網這麼複雜的電力系統管理軟體之開發需要高度的經驗與技術，是屬於腦力密集的工作。為電力公司設置整套核心網路部分，是思科及英特爾等國際大廠強項，但對台灣網通來說，智慧電錶的無線傳輸，及室內各個電器裝上感測元件後，透過無線模組來進行資料傳輸，這部分的無線裝置才是台灣業者的利基。

後記

台灣廠商於「十二五」規劃下，若要進入能源市場，所要依靠的是其過去實際營運的經驗，而非龐大的投資金額與尖端科技。一般而言，大型發電廠建設需要政府的資助，尤其是中國大陸主要能源發電廠仍是以國營企業為主，相較於台資企業，若投資建設電廠，其成效並不顯著。此外，因為中國大陸相關設備之標準與規格方面，與台灣不甚相同，中國多偏向俄規。再加上尖端及自主核心技術不足之下，台灣企業應朝向推廣過去營運經驗的累積，以協助專業規劃並且提供相關服務為主要目標。

兩岸在能源產業除了投資市場的結構性之外，另外一點還需靠兩岸政府相互協商。雖然目前ECFA已使兩岸進入另一個合作階段，然而，未來仍需要持續的合作配合，使台商有機會能夠取得投標資格，而不必再受制於大陸合資者以及不合理的運轉績效法規。

本文摘錄自本社與中經院合作研究計畫報告

沼氣發電系統發展概況

郭猛德、陳志成、程梅萍、蘇進興



沼氣產生

沼氣是有機廢棄物在無氧環境下經厭氧微生物分解產生的氣體產物，內含甲烷(CH₄)與二氧化碳(CO₂)，其中甲烷屬可燃燒的氣體能源，可供燃燒取熱也可用於發電，因甲烷對全球溫暖化潛勢(GWP)高於二氧化碳之23倍，鑑於國際公約「京都議定書」中明文規範沼氣組成氣體中之甲烷亦為受管制溫室氣體，若能加以充分利用，可減少對地球暖化之溫室氣體排放。國內有機廢棄物產量極為龐大，包括畜禽糞尿、廚餘、農產廢棄物、工業、食品業、垃圾掩埋場、廢水處理廠污泥等。畜禽糞尿處理在國內除雞糞因飼養環境關係未採用厭氧發酵處理，而以堆肥處理為主外，其他之畜禽如豬、牛、羊、鴨等之糞尿廢水都可將其收集後，經厭氧發酵處理產生大量沼氣。依據報告指出一頭60kg的肉豬每日可產生0.23m³(0.2~0.4m³)沼氣，以台灣目前在養630萬頭估算，每日約可產生150萬m³的沼氣；牛糞尿厭氧發酵處理，每頭牛糞每日約可產

生0.5~0.7m³的沼氣，以目前在養12萬頭估算，每日約可產生60,000~84,000m³的沼氣，畜牧業沼氣含甲烷55~70%、CO₂ 30~45%、硫化氫0.2~0.5%。所產生的沼氣如能全數用於發電，每m³的沼氣可產生1.2~1.5kwh 電力估算，則豬與牛每日所產生的沼氣就可產生200萬度以上的電力，但因畜禽飼養場過度分散，大規模處理有所困難，因此至今實際經由厭氧處理並收集沼氣利用者只有少數。而畜禽糞尿經厭氧發酵處理產生沼氣量的多寡，除受有機物成分濃度與生物分解能力而定外，厭氧發酵之沼氣產生速率也受發酵溫度、水力停留時間(HRT)、發酵液濃度、pH值、營養源及微生物族群等影響，其中以溫度對沼氣產量影響較大，溫度高則沼氣產量也高。

台灣掩埋場收受垃圾種類為：一般家庭垃圾、事業廢棄物、飛灰固化物等三大類，一般家庭垃圾係為鄉鎮市公所清潔隊垃圾車所收集一般



傳播站
Communication

科技窗
Technology

思源集
Feed Back

新知識
Knowledge

綠世界
Green World

藝文村
Arts

家戶廢棄物。目前一般家庭垃圾已全數進入焚化廠處理，不再進入掩埋場掩埋。垃圾進入掩埋場後，因為掩埋場表面施行覆土與壓實作業，使覆蓋於底部垃圾呈現半密閉厭氧環境，微生物分解作用即開始進行，分解的過程依其先後可分為好氧階段、厭氧階段、沼氣生成階段及穩定階段，甲烷約佔氣體總體積之50%，二氧化碳約佔45%，沼氣產生可持續數十年之久。影響掩埋場甲烷生成的因素有很多，大致可分為三類：第一類為垃圾本身之物理及化學因子，如溫度、溼度、曝氣、氧化還原電位差(Eh)、pH、營養鹽、毒性物質及垃圾組成等；第二類為生物影響因子；第三類為環境影響因子，如大氣溫度、大氣壓力、掩埋位置、覆土種類、降雨量、地形及水文等。

沼氣利用

沼氣因含甲烷氣體可當燃料與發電用可成為替代能源之一，其熱值介於4,500~8,000kcal/m³間，沼氣中甲烷含量愈多則熱值越高，如能將沼氣加以純化提高甲烷含量至100%，則熱值可達9,000kcal/m³，但因沼氣液態化壓縮困難，只能以氣體方式就近利用為主，所謂分散式電源(distributed generation)就是靠近負載端且發電容量小於10MW的小型發電設備，它可以形成獨立

區域供電系統或者是與大型電力系統併聯供電，故目前沼氣發電的執行理念及方式即是運用此方式，提供最佳之分散式電源來滿足負載需求，其流程示意圖如圖1。

沼氣除應用於燃燒煮沸外，也可取代汽柴油應用於各式引擎，如抽水機、汽車與發電機等，在國內畜牧業沼氣發電最早由2 kw之沼氣發電機開始，再逐步應用於較大型之發電機，沼氣應用於汽油式引擎發電機較容易，只需將原有之化油器更換特製之沼氣用進氣管即可，沼氣應用於發電在民國79~84年間政府曾輔導補助養豬戶普遍設置沼氣發電機700台以上，但因當時沼氣未經純化去除腐蝕性氣體(H₂S)，造成沼氣發電機在使用不久後大部份被腐蝕損壞，只有少數勤於保養者尚存。有關沼氣應用於柴油發電機則較困難，但因超過50kw以上之發電機為節省燃料成本，以柴油發電機較多，因此為擴大沼氣應用於大型柴油發電機需將沼氣適用柴油引擎，柴油引擎因其燃料供給系統使用噴射幫浦(injection pump)以高壓壓進汽缸點火運轉，異於汽油引擎之電火花點燃系統，因此將沼氣以汽油引擎方式供給柴油引擎時無法點火運轉，需加以重新製作一套柴油引擎用之沼氣點火系統外，還需將原柴油噴嘴改成特製之火星塞(sparke plug) 搭配、

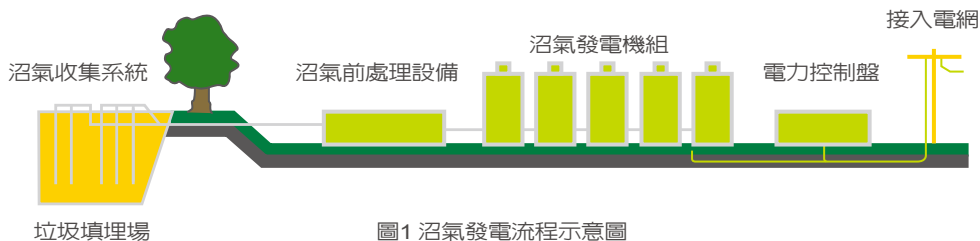


圖1 沼氣發電流程示意圖

分電盤、空燃混合氣與自動調速等改裝，並加以調降壓縮比後才能將沼氣應用於柴油發電機(圖2)。



圖2 柴油式沼氣發電機

養豬業等畜牧業或食品業沼氣發電設備，大多利用汽柴油引擎改裝，運轉時間最多18小時至20小時，無法全天候24小時運轉，渦輪式沼氣發電機(圖3)在2年前設置於新化畜牧場，以純化沼氣(備註)經2年運轉，除應用方便、發電效率高、穩定外，噪音也小，加上可長期運轉可改善一般汽柴油式沼氣發電機之缺點，因此只要價格可被畜禽飼養者接受可取代以往之汽柴油沼氣發電機，使沼氣發電機再次被採用而達到節能減碳之效果。另同類型的氣渦輪機組經過7年餘的推廣與使用經驗，有良好的使用效果及實證。圖4新北市三峽碳中和園區於2005年完成設置(裝置容量90kW)，運轉時數達5萬4千餘小時(記錄時間：10/27/2011)，運轉時數持續增加中；圖5新北市八里掩埋場沼氣發電系

統(裝置容量325kW，2010年12月完成)，連續運轉已超過6,000小時，運轉時間持續增加中。



圖3 渦輪式沼氣發電機



圖4 三峽碳中和園區, 2005,



圖5 新北市八里, 2010,



傳播站
Communication

科技窗
Technology

思源集
Feed Back

新知識
Knowledge

綠世界
Green World

藝文村
Arts

茲介紹此先進的「沼氣發電系統」如下。

微型氣渦輪發電機組

是一套低排放廢氣、可使用多種燃料的發電系統，由一具渦輪驅動的高速發電機與電力控制系統搭配，此系統可與電力網互連或是獨立發電。系統特色是使用無潤滑軸承，以氣冷方式冷卻系統，不需水、冷媒與幫浦。系統唯一的轉動元件是引擎本身，先進的燃燒控制方式避免了使用陶瓷材料或觸媒。

一、外觀構造

微型氣渦輪機組沼氣發電設備技術主要係由航空燃氣渦輪噴射引擎技術衍生而來。具有輕巧便利、佔地面積少、可迅速提供現場電力、符合空污排放標準等優勢，已成為世界潮流。其主要構造包括燃料供應單元、微型氣渦輪機發電機單元、空氣進氣過濾單元及數位電力控制器單元組成，內部構造極為簡單，大幅提升該設備之操作維護便利性。

二、核心元件剖析

此機組的專利技術在於微型氣渦輪機的研發創新，先進的將渦輪、壓縮器及發電機等機組元件設計裝配於單一主軸上，形成一軸整體轉子，如圖6所示。

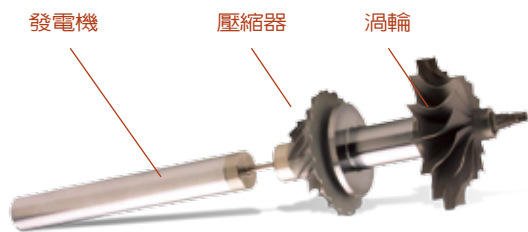


圖6 微型氣渦輪機內部共軸轉子外觀圖

上述共軸轉子元件採用空氣軸承(air bearing)支撐，即使在極高轉速(96,000 rpm)情況下，亦不需使用潤滑油與冷卻劑，完全由發電機組進口端之空氣冷卻，加上其組件簡單，整個機組沒有使用馬達、齒輪箱或其他機構，相對操作上容易維護。且排氣 NO_x 廢氣超低，故不需後置觸媒燃燒或其他的脫硝廢氣處理設備，目前已被廣泛應用於小型發電計畫。氣渦輪機將上述動作所需之機器，裝設於一個箱體(enclosure)中，形成套裝型(package)設備，其外觀尺寸幾乎與冰箱近似。

三、工作流程

微型氣渦輪機啟動時，為了獲得規範壓力之燃燒用空氣，必須迴轉壓縮機。因此，啟動時，係由外部電力利用發電機作為馬達帶動壓縮機，至於獨立運轉型機組運轉時，通常裝設啟動電源之蓄電池。

當系統被啟動後其動作原理說明如後。微型氣渦輪機由大氣吸入空氣，經由壓縮機以0.3~0.4MPa(壓力比3~4)壓縮後，與燃料一起在燃燒室中燃燒，達到800~900°C之燃燒氣體，送進氣渦輪機產生45,000~96,000rpm之高速旋轉動力。氣渦輪機排放之排氣，尚有500~600°C之高熱能量，為善用其熱能，經再生器(或稱空氣預熱器之熱交換器)，以排熱來加熱進燃燒器之空氣，而減低熱損失(將空氣加熱至500°C，將排氣減溫至260°C)，提高熱之有效利用，並提升熱效率，如圖7所示為工作系統流程示意圖。

四、發電設備之作功與輸出

微型氣渦輪機之主要結構中，發電機、壓縮機、氣渦輪機裝配於單一主軸上，形成一軸整體轉子。氣渦輪機所做的功，扣掉壓縮機驅動用動力後，提供發電機產生電力。壓縮機之機械功與發電機電力輸出之關係參見圖8所示。

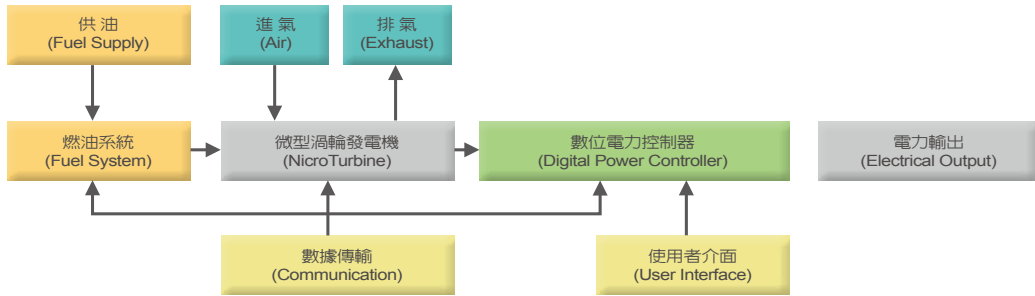


圖7 工作系統流程示意圖

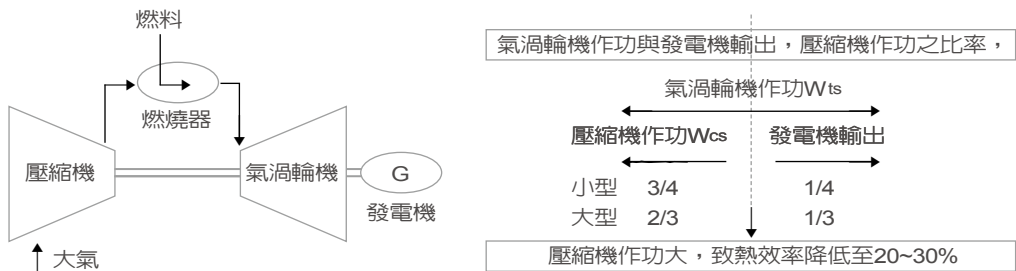


圖8 壓縮機作功與發電機電力輸出之關係示意圖

五、微型氣渦輪機組的技術優點

目前運用於沼氣發電的實例，依使用之發電技術區分為早期的往復式引擎及近期的微型氣渦輪機兩種技術，微型氣渦輪機組與傳統技術的優缺點如表1：

表1 微型氣渦輪機與傳統技術的優缺點

發電技術	優點	缺點 / 問題
微型氣渦輪機	可靠度高 低維護及操作成本 操作容易 可在低CH ₄ 濃度(> 35%)、高H ₂ S濃度(5,000ppm)下運轉 低噪音(< 70 dBA@10m) 佔地小、小型模組化設計，擴增容易	初設費用較高 效率較低(若設置廢熱回收裝置，則整體熱效率可達62%以上) 效率受溫度及海拔影響大



傳播站
Communication

科技窗
Technology

思源集
Feed Back

新知識
Knowledge

綠世界
Green World

藝文村
Arts

先進的氣渦輪設備在國際上有眾多的優異運轉實績，完全符合技術創新、環保安全、操作簡單、維護便利等因素，發電設備具備優點敘述如表2：

表2 選用微型氣渦輪機之優點說明

安全	潔淨
<ul style="list-style-type: none"> ✓ UL 2200, 最新發電機安全標準, ✓ UL 1741, 公用電網互聯標準 ✓ 微燃機是被紐約州和加州批准的各類可直接與電網互聯的微型氣渦輪機中的第一個 (“Rule 21”) ✓ 也同時符合NFPA, IEEE519, CE, CSA 以及其他國際認可的安全標準 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 微型氣渦輪機比美國任何區域的公用發電的廢氣排放量低 ✓ 加州在2003年對分布式發電系統訂定嚴格的標準 ✓ 微型氣渦輪機和Fuel cells是唯一符合標準的系統 ✓ 不需空污防制審核
可靠	保養簡單
<ul style="list-style-type: none"> • 國內新北市三峽碳中和園區，94年正式運轉迄(2010/10/31)累計時數超過54,000小時。 - 新北市八里掩埋場，連續運轉超過6,000小時，持續增加中。 • 具有許多運轉時數里程碑:(2005/08) - 美國羅德島: 第一批安裝至今已運轉 48,000小時，和44,000小時 - Wall, 紐澤西: 36,000小時 - Consort Field, Alberta, 加拿大: 32,000小時 	<ul style="list-style-type: none"> • 氣動軸承 <ul style="list-style-type: none"> - 無需油脂、或液體潤滑油 - 無需油壓幫浦、濾芯或軟管 • 空氣冷卻 <ul style="list-style-type: none"> - 無需防凝固劑或其他液體 - 無需冷卻劑、散熱器或軟管 - 無需齒輪盒或其他易故障的附屬零件 • 無耗材、無污染性氣體排放 <ul style="list-style-type: none"> - 無需防凝固劑或其他液體 - 不會有污染處理成本或罰款

結論

能源與電力的穩定供給是現代經濟發展不可或缺的條件之一，也是企業營運的重要基本要素，但因能源與電力開發所造成的環境破壞卻是長久難以回復，為因應台灣地區自產能源貧乏，沼氣能源是一蘊藏豐富的再生能源，政府可導引產業界向沼氣發電的方向發展，於政策面訂定優惠措施，以誘使產業界尋找替代能源，同時注重環保與經濟的成長。✿

備註：

沼氣純化

畜牧業沼氣中除甲烷氣體可當燃料外，其餘的氣體如CO₂與H₂S都會影響沼氣之利用，尤以H₂S含量如太高，不但會腐蝕輸送管線及器具與機械設備，對人體也有毒性。以往推廣沼氣利用未能長期應用之主因與沼氣中含有H₂S對各種設備腐蝕損害有關。因此為讓沼氣利用更具價值，則需將沼氣中的H₂S與CO₂加以去除。去除沼氣中H₂S的方法有物理吸附、化學吸附及生物脫硫等方法。畜產試驗所所研發的沼氣純化設備屬化學吸附方法，採用氧化鐵當吸附劑，並利用PVC管件及特殊散氣管組合成簡易式之沼氣純化塔，

對沼氣中之H₂S去除效率高達95%以上，每公斤氧化鐵可吸附0.16~0.2 kg的H₂S，操作方便，去除效率穩定及成本低之優點。

作者簡介

郭猛德博士：農委會畜產試驗所 前經營組組長
陳志成：農委會畜產試驗所 產業組 助理研究員
程梅萍博士：農委會畜產試驗所 經營組組長
蘇進興：經濟部漢翔航空工業(股)公司 經理



■ 李咸亨 局長
台北市政府工務局

堅持是實現夢想 的進行式

李咸亨局長於民國60年就讀國立成功大學土木工程系時榮獲中技社獎學金，畢業後雖曾接獲中技社徵才函，然因陰錯陽差，轉而邁向異域留學之路。赴美深造期間，融合學理論述與實務經驗，成就全方位的淬鍊。投注教學與諮詢20餘年後，因赤子之心的想法以及捨我其誰的熱忱，毅然接受公務體系的挑戰，化別人眼中的火坑為實踐學術理想的聖地。

就讀大學時獲得中技社獎學金，畢業後也接到中技社的徵詢函，但是當時已攻讀研究所，緊接著服兵役，以致錯失進入中技社的機會。當完兵正不知道如何與中技社取得聯繫的同時，剛好中華顧問工程司招募新人，就先後到中華、亞新、富國公司任職後出國唸博士。因為累積工作經驗再深造，更加體會全才的重要性：一個人要能夠真正在工作和社會中產生作用，不能只懂專業，而是要跨領域的多方了解。

不過在取得學位回國後卻發現全才生涯開始的不易；因為全才的千里馬，必須有全才的伯樂才能夠識才、用才，否則反而難以被人評估。只有堅持到底，努力不懈，才能等到下一扇門打開；人生即是如此，近日爆紅的尼克隊巨星－林書豪，在不順利的過程中「堅持不放棄」，繼續深耕專業技術，終究等到機會瞬間爆發能量。因為曾經身歷其境，我現在也成為資深的人，對於有潛力的後起之秀，時刻警惕自己不要錯失人才，造成遺珠之憾。

回國教書22年，先後擔任台科大研發處處長、暨南大學土木系系主任和總務長，這些職務皆面對行政管理技術的考驗，只有規模大小的差別而已，另曾兼任4個不同技師公會顧問；因此我帶領學生做研究時，一定選擇能實際運用的主題，也鼓勵學生花較多的時間收集實用的資料以便和理論相互驗證。例如貓纜發生問題後，我再投入3名碩士學生和1名博士學生進行實驗、分析、驗證，找出土石坍塌的主因，然後自然能夠提出具說服力的鑑定結果，且描述現場的種種土石流現象。

繼貓纜事件後，擔任台北花博的總體檢顧問；針對飽受外界質疑的部份項目造價，我被推薦為發言人對外發表說明。以「淨水用空心菜」為例；這種特別經過技術培植的空心菜必需維持一個月的生命期，並且能夠伸展出猶如孔雀開屏般的枝葉，才足以過濾污水成為淨水，而且隨時處於備植的情況，這就造成25元一株的環保空心菜價是一般7元一株的食用空心菜的



傳播站
Communication

科技窗
Technology

思源集
Feed Back

新知識
Knowledge

綠世界
Green World

藝文村
Arts

3.6倍。被視為「竹雞籠」的「藝術竹籠作品」造價也有類似的道理：除了地面上看得見的工藝創作以外，還包括地面下看不見的打樁工程、震動壓入施工和藝術系學生教學指導等費用。

工務建設是件討好不討喜的差事，總須努力二三載才得以舉行半天的剪綵典禮，施工中又得因噪音、振動、污染等問題倍受苛責，但土木建築工程該當如此被誤解嗎？如果技術上沒有問題，總該有人試著站出來溝通與協調，將火坑的熱力轉換成燒烤B.B.Q.的快樂動力，達成雙贏的境界。

台北市政府除了捷運局之工程外，其他所有工程的一半都是由工務局執行，再加上工務局本身的業務，每年經手百餘億工程經費。工務局掌理北市府的工程採購，以及工程的品管與施工查核，堂堂的領頭羊當然不容工程執行效率不佳。我注意了4個月，找出對策，並強化同仁「不是工程做完就好，必須留意會計進度執行率，完成驗收請款才算達陣」等基本的觀念。再經奮鬥3個月，終於擺脫工程執行率不佳的魔咒，成為質優的工務領頭羊。

「防災業務是一項寂寞又容易被誤會的工作」，然雖千萬人，吾往矣。遠在921地震之前，個人曾以營建署顧問的身份向署長建議著手防災事宜，編撰「紅黃綠單緊急鑑定制度」，以及「地震後建築物安全緊急鑑定手冊」，並訓練120位鑑定師。3個月後遭逢1998年瑞里

地震，我就帶領剛結訓的其中40位學員前往災區，3天內完成紅黃綠單建築物安全緊急鑑定。經由此洗禮，再獲得署長同意訓練1,200名，徵召國內土木、結構技師，完成第一批的鑑定技術訓練。

這項未雨綢繆的訓練計畫雖曾遭受反對者誤解，沒料到3個月後竟然發生921大地震，這批結訓的技師馬上派上用場，另外又緊急培訓千餘人，在短短一個月內就完成災區所有受創建築物安全緊急鑑定，讓災民有所歸依。當下深切領悟梁啓超的一句話：「人生須知盡責任的苦處，才能知道責任的樂處」；回想先前推動防災的種種無力感，相較此刻安定民心的貢獻，心中感到無比的快樂。

工程始終是自己的最愛，個人擅長地震、山坡地、土石流等防災業務與研究，因而在工務局成立若干防災專案；包括「地震防災專案小組」，進行北市24條防災道路、橋樑的編號及安全調查；「颱風專案小組」則將北市的8個易淹水區，進行堤內、外防水，分門別類加以計算分析，目前已改善減少至5區。未來，如果要打造台北成為國際都市，不但要有工程技術的支持，也需要市民以寬容、客觀的智慧加以審視，讓全方位的人才共同投入，才足以讓台北在國際舞台上綻放精彩。✿

採訪整理/鄭清宗主任・張兆平

分享藝術 聖殿的豪邁隱者

► 藝術家 楊子雲 (本名:楊維鴻)



淡水三芝的「芝柏山莊」，藝術家群聚，其中最具特色的首推「楊子雲美術館」。楊子雲老師畢業於政大企管系，因著對藝術的狂熱，先後取得文化大學藝術研究所、荷蘭Utrecht音樂院學位，並分別於比利時根特大學、魯汶大學，從事藝術史及哲學研究。雖名為美術館，然因楊老師集傳統書法、前衛書藝、現代畫、雕塑、陶藝、聲樂於一身，所以館內交織著古典宏偉與現代即興的氣勢與氛圍。

藝術工作者默默耕耘，卻未必有市場與舞台，但還是有很多人前仆後繼而來；因為投注藝術的理念非以賺錢為主，而是沉浸其間太久，影響舉手投足而導致生活的轉向。以書法為例，楊老師在36歲之前寫的是純傳統書法，經由歷鍊與探索的內化與質化，演變成集中在丹田再透過身體的能量，揮灑出「相由心生、意到筆到」的前衛書藝。

科班出身的人往往會被技巧所網綁，能夠忘卻技巧才是最真誠的表達；藝術家應該是自己做真實的自己，並呈現在作品當中。楊老師自退伍的第二年開創貿易公司，前後長達十年，足跡遍及中南美洲、南非、蘇丹。1994年去比利時正式踏入歐洲德法等國，獨一無二的現代書法作品也是在這個區域最受市場的青睞；之後也去過美國、日本、大陸、澳洲等國，但是坦白說內心並不快樂。直到兩年前回到台灣，重新認識這塊土地，現在可以很肯定的說這裏是此生的最愛，並決定在此落地生根。

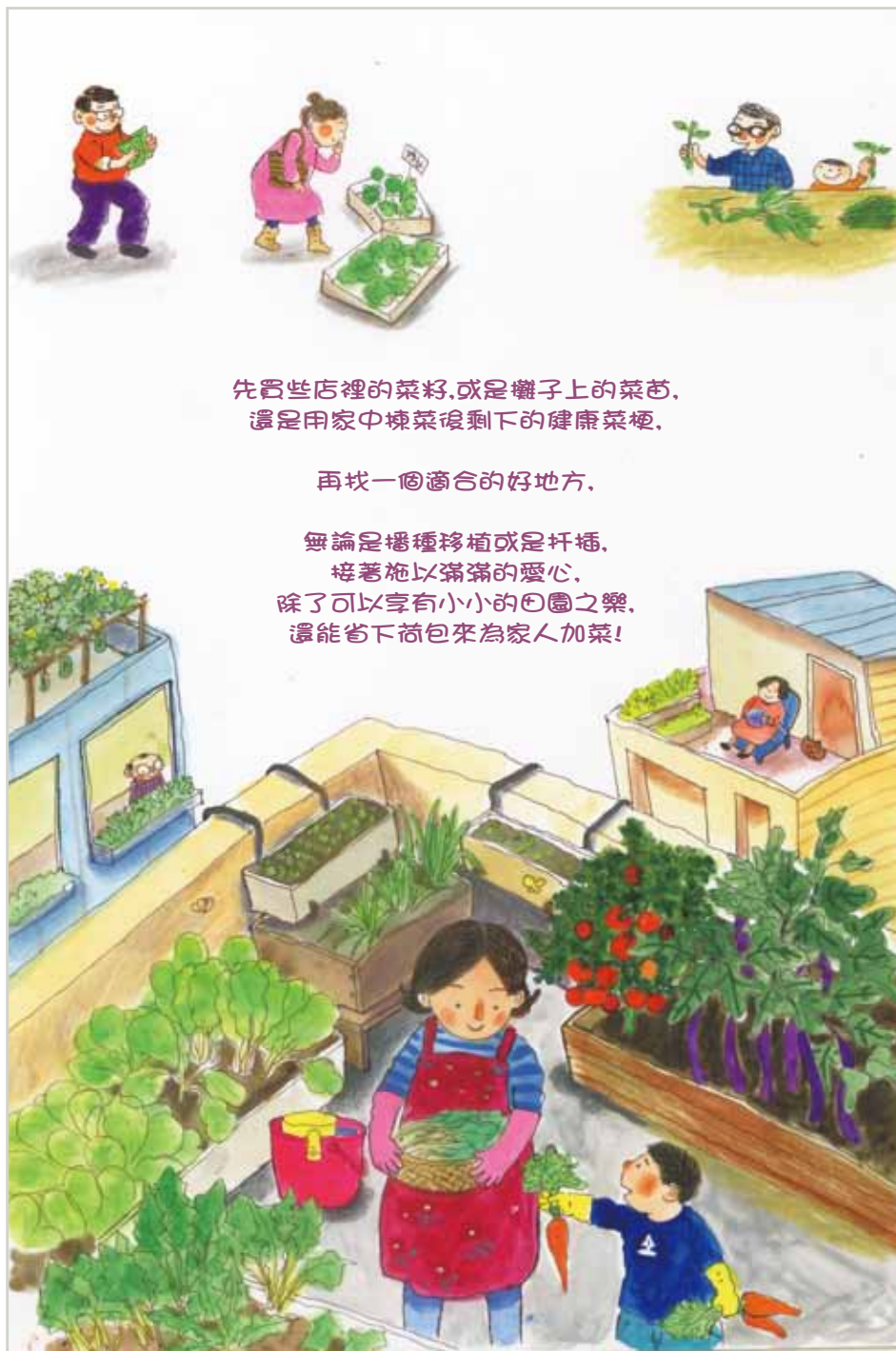
最近「文創」搞得十分沸揚，其實藝術和文創是兩回事，不可混同；藝術是原創，經由原創衍生成為文創。時代的轉變，審美觀與速率也大不同，在介於缺乏原創的古典主義和「蝦米攏無驚」的表現主義之間的極端處，創作者不能置身在生命世界之外，必須溶入時代、溶入社會，才能賦予創作的內涵，展現炙熱的創造力。

前台北縣長周錫璋規劃淡水老街公務機構拆遷移至淡海新市鎮時，擬將原國有地改建為藝術展示館；楊老師以宏觀深遠的思維，建議邀集雲門舞集、曾道雄、明華園、李安等闖出國際名號之藝術表演團體建構藝術村，這樣才能將休閒旅遊與藝術涵養合而為一，吸引國內外川流不息的永續人潮。

人終歸是要認清生命中最重要的真諦；盡本分做好一件事，藝術家就是做好藝術創作。藝術無非就是R&D，做很多沒有用的東西，然後找到有用的東西；技巧不是關鍵，而是需要經由沈澱、思考中摸索出生命的感動。徜徉於大屯山與三芝外海、琴聲韻樂、如詩歌舞蹈般的書畫以及隱約如宮崎駿動漫場景的「楊子雲美術館」，亦開放部份空間做為民宿及Long Stay，並可預約一日藝術體驗營；對喜歡接觸自然、尋求禪定放空、感受藝術的人，不妨抽空前往體驗不一樣的山居歲月。☼

採訪整理/余俊英組長・張兆平

節能減碳三十六計



先買些店裡的菜籽,或是攤子上的菜苗,
還是用家中揀菜後剩下的健康菜梗,

再找一個適合的好地方,

無論是播種移植或是扦插,
接著施以滿滿的愛心,
除了可以享有小小的田園之樂,
還能省下荷包來為家人加菜!



大嘴鴨

看似平凡無奇的禽鳥，經由時空的淬鍊，不減熱情與赤誠，
扭轉出曼妙慧黠的身姿。

99x79cm 2010年 楊子雲 壓克力創作



財團
法人

中技社

106台北市敦化南路2段97號8樓

電話：(02)2704-9805

傳真：(02)2705-5044

網址：<http://www.ctci.org.tw>