

444392

明日之能源

Energy Future

主編人：Robert Stobaugh

Daniel Yergin

執筆者：I C. Bupp., M Horwitch

Sergio Korsisha, M. A.

Maidique, and Frank Schuller

譯述者：潘 家 寅



科技圖書股份有限公司

明日之能源

Energy Future

主編人：Robert Stobaugh

Daniel Yergin

執筆者：I. C. Bupp., M. Horwitch

Sergio Korsisha, M. A.

Maidique, and Frank Schuller

譯述者：潘 家 寅


科技圖書股份有限公司

本公司經新聞局核准登記
登記證局版台業字第1123號

書名：明日之能源
原著者：Stobaugh and Yergin
評述者：潘家寅
發行人：趙國華
發行者：科技圖書股份有限公司
 台北市博愛路185號二樓
 電話：3110953
 郵政劃撥帳號：15697

七十年四月初版

特價新台幣100元



譯者序

這是一本由哈佛大學商學院的 Robert Stobaugh 及 Danul Yergin 兩氏爲首主編的書，已成爲 80 年代在美國的暢銷書之一。是一本清晰的、逼人的，且具權威性的著述。他們對現有的煤炭、石油、天然氣、核能、以及種種可恢復性的能源均加評估，然而他們是清醒而又用心的，對於保存能源及太陽能，擬致力於說明治國者之方式下造成穩定的美國幣制，他們認爲保存能源及低技術的太陽能是最廉價，最快捷，且最安全的“能源”。當然他們針對的是美國能源問題，不過我們的處境也頗有可以借鏡之處，值得研讀與深思，然後訂定對策分緩急先後逐步實施，才能渡過能源的困境，爲我子子孫孫奠定享有幸福人生的基礎。

能源是經濟發展的命根，人類社會的發展與能量消費的不斷增加齊肩併進，但能源有限，尤其對我省現在的情形而言，不免對今後經濟社會順利而持續的發展懷有疑懼。

去年九月七十八個國家五百零一位代表的世界能源會議在西德慕尼黑召開，其結論不外如下數大端：

能源關係整個世界和平，能源問題不解決，世界更無和平可言。

能源問題不僅是單純技術性問題，而與社會、政治、環境亦發生密切關係。

預測未來五十年內，人類的能源仍將大部分依賴化石燃料，其中三分之二能源來自核能及煤，其餘仍靠石油，其他方式的能源雖在發展中，但仍微不足道。

核能是人類未來能源中的救星，目前雖然發展緩慢下來，但仍需對群眾“再教育”，使群眾了解核能的重要性與安全性。

世界各國在石油危機中，對節約能源無不全力以赴，使其使用效率提高。如經營不善，將造成浪費，自亦影響經濟成長。

以上各項，固為常識性的，但針對各項，我們當如何一一解決呢？綜觀多年來有關當局殫精竭慮的，因應能源危機的各項措施可謂高瞻遠矚，尤其對油源，煤炭及核能等問題。實在令人欽佩。但是，就我們隨時注意各項措施的進展，不曉得是否感覺到，我們一切物質的進步太快速似乎超過了我們國民的道德、教養，與知識的水準，而不能齊一步伐。說得更具體一點，我們能源節約成效不彰，科技發展跟不上能源消費成長，亦即能源的彈性模數過高。所謂能源彈性模數是指其他條件不變之下，實質經濟成長 1% 時，經濟體系消耗能源的增加率（%）。簡言之，能源彈性模數是經濟體系內能源消費增加率（%）對實質經濟成長率（%）之比。前者大於後者，彈性模數高於 1，我國 68 年的彈性模數高達 1.34，與 67 年的 1.32 要比工業國家及韓國的都高。我們能源彈性模數之所以偏高，就是能源消耗量增加率偏高，而能源消耗量增加相對快速即表示經濟體系使用能源的效率相應降低。在民國 68 年（1979）我國國民生產毛額平均一千美元之所消耗的能源數量按油當量（oil equivalent）表示高達 769.2 kg，約比西德、瑞典、荷蘭等國高出一倍，約超過法國及日本的 1.3 倍。可見我國能源使用效率之低。其所以如此其原因不外：

(1) 國內油價比國際的偏低，並比每次韓日調整的均偏低，其結果容易使廠商養成依賴低廉油價的心理，而忽視改善設備與提高油電使用效率，且所加的油電價極易轉嫁給消費者去負擔。

(2) 多數小戶補貼少數大戶，由多數使用柴油及燃料油的價格偏低，巨額虧損一直僅由占油品消費八分之一的汽油用戶來貼補。但他們對政府呼籲節省能源的苦心無動於衷。

(3) 電價方面，去年 10 月 1 日調整，商業用電為工業用電的 2.5 倍，而日前三種用電比例為：工業用電，76%，家庭用電 20%，而商業用電 4%。可見商業用戶所能節省有限的電量，却需負擔過

份偏高的電價，而過份偏低的工業用電價格都使工業用戶忽視節約用電的效率。

此外技術密集工業發展緩慢，因此不但燃料能源消費量增加率繼續超過實質經濟成長率。而原料能源消費量的增加幅度更大，而佔能源總消費量的比重從民國 64 年的 7.3% 增到 69 年的 14.7%，十分可怕。

此外，現在享受電力半價優惠的家庭用戶急應考慮每月優待用電量限制在 200 度以內（一般家庭用戶每月為 140 度）。

不過，我在這裡要強調“保存能源”與“微小的太陽能科技”是我們當前人人可行的節約之道，不像核能發電有輕水爐、重水爐、沸水爐、壓水爐，乃至增殖爐（又稱孳生爐）。以及使用後放射性廢料處理等等大計畫，必需由政府妥為處理，而且也已沉着的在進行中。用不着我們每個人都去參與。（欲瞭解核能的有關問題可參閱拙譯“核燃料”）也幸虧一般人對於核能的知識離“一知半解”還差一大截，所以也避免了許多不必要的過份對核子的疑懼，而妨礙核能發電的進展，像美國那樣。而且在本省各種能源均無豐富的蘊藏量而言。美國縱使在十年內使核能生產力加倍也不過供應美國全能量的 7% 而已，但對本省而言，則核能的發展就十分殷切期待了。

“保存能源”是本書第六章中所詳細論述的，這完全是節約能源方面易行而效彰的舉措。就美國而論，若肯做嚴肅的承諾就可能減少消費現在用量的 30~40%，而且仍可享受相同的甚至更高的生活。這種節約無需重要的技術突破，只需要人民生活方式作適度調整，也就是說消費很少的能量就可完成相同的結果。

就美國加州洛杉磯市政府而言，石油禁運後，在十二月中旬便召開特別會議，原來議決之因應對策，第一階段目標為減少該城市總消費電力 12%，而所得結果有令人驚訝的反響，遠出於目標的本身：

	目 標	實際節約
居民	10%	18%

工業	10%	11%
商業	20%	28%

故原來目標的 12%，竟降低到總數的 18%。在商業建築中有如此大幅調整，係在縮減期間約 50% 電力多由照明與空氣調節的最佳控制所致。可見這種平淡無奇的保存，或者可稱為能量效率 (energy efficiency)，並沒有給群眾帶來極大的生活上的不便與痛苦，問題是群眾要有高尚的愛國情操，與國家憂戚相關的胸懷，與能源的自覺。小至個人隨手關燈，大至工業家在 BTU 上的奮鬥，例如 Dow 化學公司早在 1960 年末至 1970 年初早已正確判斷市場的趨勢，且長期超越美國其他主要公司，而且已超過十年的經營節約能量消費以 40% 的程度，超前了各主要的化學公司。然則，該公司是採用什麼方式便獲得如此豐碩的成果呢？就是“對於保存能源使各階層監督都敏感的認為是必需的”努力的想由最簡單的管理形式（不需要時便停止馬達運轉），進而“再裝配” (retrofitting)，進而設計現在的完全工廠用更少的能量生產更多成品。譬如建築物一項，1960 及 1970 年代式，高大、玻璃-帷牆、封閉式辦公室建築每平方呎每年使用 150,000 至 250,000 BTU，甚至達 400,000 BTU / 每平方呎。而 IBM 在密西根 Southfield 的建築物每平方呎僅用 51,000 BTU 幾為早年 (1970) 的五分之一。又如加拿大 Toronto (很寒冷的城市) 一座水力發電廠的二十層管理處，每平方呎僅用 65,000 BTU。取暖完全由截取從照明，辦公室的設備，以及職員身上所給的廢熱。同樣新建家屋結構中也有設計上的轉變，由橡嶺國家研究院設計的試驗住宅，只需傳統住宅所用能量的 20% 的電力來取暖、空氣調節，與熱水。都是“能量意識的設計”的發揮。但在已存的建築，則可發展一種“再裝配”，意即添加新裝備在已有的裝置及結構中。最使人銘記在心的，是，節紀三分之二的能源乃由少數或未予投資就完成了。有的家屋只要對絕緣建材，雙重玻璃與防風（門）窗加以注意便見實效，甚至只要在門窗隙縫處多加一條“橡皮嵌條”就行了。常有朋友問

我家裡冷不冷，因為陽明山比較市區海拔高，冬天應更冷些。但實際上比一般用日式的木框玻璃門窗的住宅不會冷，因鉛製新式門窗更少漏風之處。假如添用絕緣建材，有部分的投資將可節省能源50%，投資回收率約為25%，況且有證據顯示，在能量使用與經濟成長率間有一種較想像更大的適應性，而且保存的策略實際上有刺激發展的。保存不需要技術的突破，但也難獲致，因有一連串直接原因——價格，獎勵，及節制——並不能運用適得其分。況且能量消耗不集中的特性不像決定產生能量一樣，必需先要教導千千萬萬的缺乏國民道德，愛國情操的群眾培養其“能量意識”才可實行。

美國加州人口約為全美的十分之一，現已約有四分之一利用太陽能。到1978年底有三千處空間取暖及冷氣裝置，基於現在的成長率，該州計畫在兩年內（1981）要有十五萬處空間取暖/或冷氣的住屋還有廿萬處太陽熱水裝置，約為1978年總太陽能裝置的十倍以上。就Dairs市發展新住宅區內，每社區有一百家住宅使用太陽能設計所獲熱量為所需的50~75%，到1985年計畫會有一百五十萬具太陽能裝置及三萬名人員為太陽能工業服務。

此種太陽能的利用，尤其此處所謂的“微小太陽能”的利用，不像微波太空動力微衛星（microwave space power satellites）及動力塔（power towers）等等“大太陽”研究計畫。無非採取“熱泵”（heat pump）之類在世界各國已是有利用成效的途徑。所謂“熱泵”就是一種能由低溫度的來源吸取熱能，且可成為較高溫度的有效熱能，是一種1950年間成為商業的有效發明品，其工作原理很簡單：在夏天該泵由建築物內移出熱排放到室外，在冬天，則正相反，吹取室外的熱並泵入建築物內，它可以使所企望的內部舒適比傳統的電力加熱更為有效，對熱泵能產生的輸出熱，能比在泵中為發動所用的輸入電能以熱能計要多出三倍之量。現已在住宅建築物中利用。假如用太陽光弗打電池為熱泵的發動電源及以環境中的空氣，或池塘的水為熱源，則可聯合作更完美理想的利用。自然，這要更科技與資金的工作。不

過世界各地已有這種構想的實現了。至於熱泵與上述相關的事項可參閱拙譯“熱泵”一書（不久將由科技圖書公司出版）。

至於用酒精取代（至少摻用）汽油已是成法，我們在抗戰時期就已使用過，但目前酒精的製法不一定只用蔗糖一種，木材及廢料以及藻類都市廢水等等均可採行，可參見拙譯“酒精汽油”一書。這些都是立刻可以實行，立刻可以疏解部分的能源的危機。

不過上述的“保存”觀念如付諸實施，或者除“再教育”以外，尚需妥訂獎懲辦法，與其將政府目前採行的變相補貼形式，不如轉變為抵繳稅款（credit tax），與津貼等方式，以鼓勵自動自發的，就其本身條件像Dow化學公司那樣自行改進“保存”的各項措施，而不是像不長進的孩子似的事事完全依賴政府苦心孤詣的無盡扶持。在美國各州中也不是各州均推行得很順利，但加州則確具成效，是值得我們借鏡的。據說加州在1978年以前，太陽能工業成長亦停滯不前，應歸罪於聯邦政府對抵繳稅款猶疑不決，但通過加州立法55%的太陽能抵繳稅款後就突飛猛進了。假如以進口石油的巨額外匯提出一小部試辦此種抵繳稅款，不知是否大有激勵的效果。所以展望未來，正如蔣總統語重心長的說：“一個資源與資本不足的國家，今後必需保持我們過去傳統勤儉的美德，方能充實國家的力量”。

潘家寅誌

感 謝 辭

在研究及撰寫本書之過程中，我們倆人曾與三百多位實業家，政府官員，勞工協會領導人，分析家，學會會員，以及專家學者通訊，其中若干只是討論一些小問題，其餘則均投入很多時間與關注。我們共同編輯人也同樣交換了數以百計的意見。顯然需要許多篇幅來開列千餘人士的名單，但也因為有些人士是在匿名情況下和我們坦誠交談的，我們就無法提出芳名來感謝了。不過我們應誠摯的銘感。沒有這些協助，我們的工作是無法推進的。

所幸也有些人士可以提出芳名來感謝的。我們不由個人開始，却由一所學院，哈佛商學院(Harvard Business School)，以及尤其是它的研究部門及其同僚，他們全力以赴，為少數學院之所能為或所應為，提供資料來源，所以才能有充裕的時間來批判及實際的探討許多複雜的事務。先是院長 Lawrence Fouraker 氏在 1972 年曾要求 Robert Stobaugh 氏發起“能量計劃”(Energy Project)，以後又繼續支持之。Richard Walton 教授，前任研究所主任，對着手此計劃提供必需的基金及鼓勵。他的繼任人，助理主任 Richard Rosenbloom 氏對研究計劃多方經營，使之成為一本著作。而且我們對他有一份特殊而持久的謝忱。校方在教室中欣然從事的同事們，在製作及經營方面，都使我們能繼續做所需的研究及撰寫。為此，我們感謝他們，就像感謝前任副院長 Walter Salmon 氏及副主任 John McArthur 氏，區域主席 Wickham Skinner, Robert Hayes, 以及 Philip Thurston 諸氏一樣，他們都艱辛的完成了院方的預定計劃。至於本書的標題曾建議是編置在哈佛大學商學院的一份計劃報告書中，而不是該校的報告書。誠然，結論與意見都是著者的，因此，校方乃政策性的聲稱：“既非哈佛

商學院也非教授們全體所研究的結論，或推荐這是教授們的研究成果”

我們也應樂於感謝“哈佛的國際事務中心”(Center for International Affairs at Harvard)，及其主持人士 Raymond Vernon, Benjamin Brown，以及 Samuel Huntington 諸位先生。因為是在這“國際能量研究會中心”(Center's International Energy Seminar) 完成本書的重要部分。

Nancy Estes 女士職司行政管理助理人，且為本計劃的秘書。無論在倉促的時刻還是臨時性的情形，她都能使計劃繼續進行。她的努力與嫻熟再加上她的敦厚性格，都是無價的。Nancy Armstrong 女士每週都放棄了她優美的女高音更大的發展，而案牘勞形。她也注意此計劃的進程，且具一腔工作的熱誠。Gay Auerbach 氏對本計劃也在多方面參與工作帶着一股鋼鐵般的熱誠與毅力。Carmen Vaubel 氏，雖然在其他指定的事務工作外，但也每個週末騰出時間來服務，遲至夜晚。Stacy Miller 女士，雖然對“能量計劃”的其他出版事務部分工作，但也耗費很多時間在圖書館中以協助搜集許多沒有企望能發現的資料。代表我們共同編輯人們，讓我銘謝那些同他們一齊工作，而且校閱許多章的稿件的人士——Regina Collingsgru, Mary Day, Muriel Drysdale, Althea Martinez, Rose Giacobbe，以及語文處理中心 (Word processing Center) 的其他成員。

本書中我們常談到由進口油料轉變至一更均衡的能量系統內。由未成熟的研究轉變到完美的書籍，假如其成果仍未為人認識；那麼你耗費在研究上的歲月有什麼價值呢？出版本書的“Random House”出版社主筆 Jason Epstein 氏了解我們要做的是什麼，像對待作者那樣給我們選擇，給我們鼓勵，但也多次以坦率而粗魯的問題來詰難我們，他的同僚 Grant Ujifusa 氏也給本書很大的貢獻，而且給予的時間與關注都比出版所循的常規更多。正如以前對他曾寫過，他給這計劃帶來洞察；承諾與耐力。Carolyn Lumsden 女士像報館編輯一樣辛勤的工作。Helen Brann 女士相信這是一本她應出版的重要書籍，

而使之成爲可能。我們對她持續的支援表深摯的感謝，而且也對她的同事 John Hartnett 氏表示最高謝意。

在此書進行中，我們與“外交事務”(Foreign Affairs)的編輯 William Bundy 氏(他曾經是若干1970年代真正有意義的有關“能量”論說的編輯)，合作得到無價的經驗，且辛喜對本書還不算太遲。我們對他及他細心的同事，James Chace 氏也表示感佩。

還有三位人士必須述及的是：Sidney Robbins 氏，當時他不是 Robert Stobaugh 的共同編輯人，却對全部手稿都仔細閱讀過。Max Hall 氏在我們的早期章節中提供編輯指導。Herbert Holloman 氏，MIT 的“政策交流中心”(MIT's Center for Policy Alternative)主任，對於我們早期研究“核能”時給予經濟的支援仔細閱讀過許多章，而且全部承擔下道義上的支持。此外我們感謝未來計劃的資源，“能量：今後二十年”(Resource for Future Project, "Energy: The Next Twenty Years)"一書的諸位成員(Robert Stobaugh 氏也是其中之一員)對於我們手稿的討論應該感謝。

只有曾經參與這種研究計劃的人才知道其在家庭生活上的正確評價。夜復一夜，週復一週，假期復假期的工作永無休止，而全體成員的家庭能一致體諒，真值得特爲嘉許。

做爲編輯人，我們極爲幸運的能與一個不尋常的同事集團共事，他們撇開許多其他的職責來推動這項無實體的目標，第一等的問題。意志堅強而肯定的與我們，與每個其他的人士密切的合作，不僅在各章上，而是對我們，而且從未屈服於他們的獨立判斷。對於這樣一個團體，如此協調始終貫徹此重要的計劃，是他們的幹練與學者的執着所致，也歸因於對編輯人的弱點有所瞭解也。

縱觀此手稿，令我們回想起何以常常事先發生：“能量的問題”在許多不同文件中是如此的東鱗西爪，斷簡殘篇。我們從未猶疑的試圖由此等文件中去瞭解其重要性。有時我們甚至懷疑其可行性。我們妥爲打消此念，因爲我們總認爲有機會來試圖瞭解文件中之真義是極

爲重要的。這也是一項重大的責任。我們便在這種雙重精神下，使此項工作克抵於成。

斯托鮑夫 Robert Stobaugh
袁 瑾 Daniel Yergin

於 Soldier Field

目 錄

譯者序

感謝辭

第一章	得來容易的石油時代終結了	1
第二章	巔峯以後：進口石油之威脅	12
2-1	美國石油勢力的興衰	12
2-2	沙烏地阿拉伯：新的控制者	26
2-3	美國國內的石油政策	35
第三章	天然氣：如何分割一塊逐漸縮小的“派”	50
3-1	朝向調整	52
3-2	雙重市場：州際的及州內的	56
3-3	我們有多少天然氣以及該是什麼價格	60
3-4	天然氣政策的論證	64
3-5	未來	69
第四章	煤炭：差強人意的充裕	72
4-1	短期目標	74
4-1.1	制度	74
4-1.2	環境的障礙	83
4-1.3	群眾的障礙	85
4-2	長程	88

4-2.1	新的參與關係	88
4-2.2	新技術	92
4-3	失望與希望	96
第五章 核子的困境		98
5-1	早期的商業勝利	102
5-2	政府對反應爐政策的轉變	104
5-3	輕水反應爐：一種不完全的系統	106
5-4	何種安全算是安全	109
5-5	廢料：在系統中的一項物理瓶頸	114
第六章 保存：能源的關鍵		123
6-1	三種保存的型式	124
6-1.1	障礙	125
6-1.2	當燈火熄滅時	130
6-2	運輸	133
6-2.1	生活上汽車風尚	133
6-2.2	一加侖的濫用	134
6-2.3	標準與調整	136
6-3	汽車製造工業	139
6-3.1	障礙	141
6-3.2	合併生產：北坡的工業	143
6-3.3	行不通的政策	146
6-3.4	Dow 化學公司在 BTU 上的奮鬥	148
6-4	建築物	151
6-4.1	巧妙的建築物	151
6-4.2	再裝配	153
6-4.3	百分之六十七的不足	155

6-4.4	政策何在？	157
6-4.5	行爲	160
6-5	結論	160
6-5.1	客裔的公共政策	163
第七章	美國的太陽能	167
7-1	太陽能加熱：一種新成長的工業	170
7-2	木材與廢料：比羅馬人經營的更古老	181
7-3	動力塔：在NASA 的夢想裡	185
7-3.1	兩種相反的取代方法	187
7-4	光電弗打電池：突破的機會	190
7-5	結論	193
第八章	結論：朝向均衡的能源計劃	198
8-1	荒涼的前途	198
8-2	進口石油的問題	204
8-3	一種公平的機會	205
8-4	一種均衡計畫的結果	212
附 錄	模式的規範	215
A-1	Kenredy - Honthokker 世界石油模式	220
A-2	MIT 能量自給自足的研究	227
A-3	獨立評估體系的計畫	234
A-4	模式的困境	241
附 錄	參考資料	245

第一章 得來容易的石油時代終結了

Robert Stobaugh 及 Daniel Yergin 共同執筆

1968年頃，美國國務院（State Department）曾行文給外國政府——美國石油生產即將達到其能力的極限。友好國家的政府必需知道美國的額外國力的緩衝情形，其在緊急情況時之生產力，即將消失。一個時代的終結即將來臨了。

但對於這不斷適意地使用石油而成長的工業世界，已史無前例的助長了1950及1960年代的經濟成長，無論何處，少數人士已嚴肅的考慮到這種失落的緩衝之後果了。西歐及日本主要依賴中東，而且美國也已開始由此地區輸入了。中東石油是世界上受人喜愛的燃料——易於極大量生產〔一兩毛錢一桶（通常一桶36加侖）〕，易於運輸，而且易於燃燒——肯定的比煤炭容易使用。

1970年，距美國石油工業之誕生約111年之後，國內生產達最高峯，且開始走下坡。但對於石油的需求繼續洶湧而來，且此需求只能由中東愈來愈多的石油才能應付，意即增長依賴性——而且增加了脆弱性。在增長的依賴性中已有若干威脅的想法總比置之不問好多了。假如一個人認為一樁潛在問題，若以為多用石油即可解除此項障礙之一般情勢，那麼如何處理此事就更難澄清了。

第一次衝擊，在1973年底至1974年初便呈示可靠而廉價的石油時代已結束了。阿拉伯石油生產國下令對美國封港，且減縮全部輸出及船載至其他國家。第一次，OPEC（Organization of Petroleum Exporting Countries，石油出口國家組織之縮寫）停止與石油公司