

適當科技 (Appropriate Technology)

方榮爵

南台科技大學資訊管理系講座教授

壹、簡介

1978年作者在台灣師範大學工業教育研究所進修，隔年以交換學生名義前往美國東伊利諾州立大學繼續研究所課程，在科技教育領域，最先設有科技教育研究所的學校，東伊利諾大學自稱是全美第一，設於1976年，教授科技教育的教授，主要是 Dr. Donald Lauda 與 Dr. John Wright 及數位來自於西維吉尼亞大學，早期主修行業與工業教育的學者。在修習的課程中，作者第一次聽到**適當科技**，其後畢業，發現對**適當科技**專業人力的市場，有如一片處女地，專家不多，想鑽研學習的不少。但少有能真正涉獵並瞭解其真意的，主因在於唱高調容易，真要執行能成功的人少，而且成功的案例也不多，值得學習的，也很難移植成功經驗，因為，移植了也不保證成功。

一、何謂適當科技？

簡單說它是一種科技，採用該科技時，選用者思考的核心概念，著重在長期使用後所衍生的影響。所有科技產品，對生活環境都會造成衝擊，人類活動使用的工具材料選擇，長期造成不同程度的環境影響，對未來子孫可致極大的差異。我們現有的生活選擇方式，對於人類未來是否能夠永續，十分重要，因為它直接影響未來環境。我們對於現有科技的認知，除了經濟因素，以及文化層次等的見解，同時涉及政治問題、社會資源分配問題、滿足人類慾望的問題，其產生的互動結果，是實質而且長遠的效用，因此，科技選用的適當與否，涉及人類發展、居住品質、（不同國家的）國民所得、世界能源、經濟產能等各類問題，不可不慎。

對於適當科技有許多不同的定義，但是：較沒有爭議的適當科技帶頭運動發起人是 E. F. Schumacher，一位英國籍的經濟學者，他在1950到1960年間工作於印度及緬甸，他將適當科技的核心概念寫成書本『小就是美』，Small is Beautiful (1973)，他認為適當科技應該要：(a)簡單，(b)小量，(c)低成本，(d)非暴力。這個概念後來經美國政府科技評估室(U.S. Office of Technology Assessment, 1981)採納，並將此教條更明確化，修飾成六項要則：(a)小尺寸，(b)省能源，(c)對環境威脅最少，(d)勞力密集，(e)由當地社群所掌控，(f)在區域內得以永續。就如同科技教育教師委員會(Council on Technology Teacher Education CTTE) 在第50期年刊(50th Yearbook, 2001)其作者 Wicklein 及同僚 Kachmar (Robert C. Wicklein & Charles J. Kachmar, 2001) 所表達的：『適當科技係找出幫助和支援人類的策略，使其有能力去瞭解、操作及永續其科技系統，以使人類在選擇運用科技時，能明智的判定如何在最負面的社會及環境衝擊中，減少對社群及地球的傷害。』

二、何以使用適當科技

Hazeltine & Bull, (1999) 認為科技運用的核心觀念：『使用者必需確定他瞭解問題，思考解決問題時，需運用何種資源（有多少種資源的選擇？何種選擇對環境的衝擊最小？），及為達成問題解決時，所使用的資源規模（規模越小衝擊環境越小），及解決問題所需涉及的複雜度（複雜度越高，估計及控制方法可能受限，對環境的衝擊難以估計）。』資源種類及運用的選擇，對於環境及能源的影響通常可以估計，知道規模的大小，通常對造成的影響，可以經由估計並設法控制其傷害，減少至最低程度，當其涉及問題的複雜度高，則讓我們有機會挑戰人類智能的極限。科技問題的癥結常在：人類經常高估自己的能力，並且低估環境的影響，歷史給我們的借鏡不少，問題在人類其實沒有失誤的本錢，因為地球只有一個。

依現有世界人口的發展，西元二千年的人口總數約六十億，到二十一世紀末，人口將達九十億(Brown, Flavin, & French, 1999)，主要人口成長的地方大都屬開發中國家，這些國家正極力擴充使用它們的資源，因此，為全球人口訂定一個合理的永續生存標準，是迫切而必要的，這些問題不可能由已開發國家，主動提供先進科技來解決發展中國家的問題。最可能的解決方案，是由開發中國家與已開發國家共同合作，依據人類共有的資源，討論如何永續利用。其實使用適當科技的理由，早已散見於各種政治、宗教、社群等活動之中。因為，沒有那一種理論或學說可以涵蓋全部適當科技的理念，所以適當科技的推動力量，來自於全球各種世界性組織活動之中。

三、借鏡已開發國家的適當科技運動

已開發國家的適當科技的發展，主要是由世界各國急遽的經貿互動，啓發多元化環境，而後慢慢匯集成新思維，由能源需求不斷的擴張，造成能源危機，為達成經濟所導致的過度需求，希望做到能源使用與環境永續，因而先要求工作產出方式及達成產品與目標的合理性，希望透過民主機制的運作，注重健康的工作方法，並結合本土企業，重建社區及文化傳統，使我們的環境得以永續。質言之，適當科技在於改變物質文化的工業社會傾向，期盼在社會發展和經濟建設中取得平衡，已開發國家有關適當科技基本的運作，則是在此一固有的框架下發展出來的。作者在東伊利諾大學，科技教育所研修的課程中，適當科技的主要讀本有三冊，其它參考書籍四十餘冊，三本主要的讀本：Alvin Toffler 的『Future Shock(未來的震撼)』、Green, Green America、及兩位日本學者合寫的『後工業化社會』，因為作者手邊沒有後兩本書，且已經絕版了，無法正確的列出作者及完整書名，只是對於當時教授耳提面命的重點記憶猶新：(1)地球只有一個，(2)環境不容污染，(3)誰都沒有權利破壞，三項主要原則貫穿全部課程。

四、適當科技的當代趨勢和議題

適當科技在窮國或經濟不利地區發展，分屬不同情況，富國投資所創造的財富，累積迅速，其創造的財富分配，經由稅賦及民主運作分配，大部份回歸

於公共建設及國土環境，最終由每位國民分享，其工作環境及基礎設施的投資成本較高，窮國基礎建設較少，公共投資不足，產能受限，必需投資大部份的經費於生產性的工業設施，才能創造就業機會，其對工作環境的考量較少。

許多的因素都影響適當科技的世界性發展，從它的歷史根源來看，開發適當科技的開發者，都在尋求和設計適用的科技，去幫助世界上其它國家，解決他們的基本問題，各種適用的科技儀器，就生活所需而言，大部份都已經開發出來，並且使用在各世界各地，有些運用的相當成功，有些則失敗的相當慘。因為，發展成功的適當科技，需要相當廣泛的深度知識，開發者必需思考社會學及人類學的議題，同時具備工程與科技的背景，認識經濟和分配的因素，而且必需配合教育、訓練、與維護過程，並將它視為同等重要的因素，才能使適當科技落實生根。

看似簡單的適當科技設備，曾經在以往表現的相當成功，表示在開發過程，有不少人曾經貢獻深度的思考，和有意義的努力，所做到的成果。因為，地球人口不斷的增長，在有限的資源下，不得不迫使人類大量使用適當科技技術和設施，這對於不管住在開發中國家或已開發國家的人民，情況都一樣。適當科技對於人類的衝擊，對於富有和貧窮國家都一樣，科技如果沒有適當選用，可能造成的災難，會是人類存亡的關鍵。

貳、適當科技的限制

維持永續是適當科技的核心觀念，也是發展一個系統或設施成功的要件，要達成永續的唯一途徑，是終端科技使用者必需負責系統所有層面的工作，並建構和維護適當科技設施，使其自給自足，這是達成永續科技系統全面成功的基礎，這個關鍵性的概念，重點在於終端使用者，他必需具有足以維護適當科技設施的材料或設備的經濟能力，因此，基礎建設必需限制在地區水準，而此一觀點不同於現代化高科技，因為它所仰賴的基礎建設，不限於地區的環境(Robert C. Wicklein & Charles J. Kachmar, 2001)，因此現代化的高科技發展難以符合適當科技的要求。

適當科技要求縮小尺寸和控制規模到區域水準，以這種基本特性，所有生產製造過程，經常都被限制，同時也限制人類使用適當科技的選擇，如同Richard Critchfield (1977)所說『雖然小就是美，但小就是小』，有不少適當科技整體來說非常成功，但是對大環境而言，仍然是微不足道，不足以扮演改善所需。典型上，大尺寸的高科技，通常是發展中國家渴望獲得的科技，在開始發展階段，都是引進國外應用技術，它既非由區域內人員所掌控，也無法考慮到資源分配的平均，對一般人而言，適當科技實質上限制高科技的極端使用。如同Intel對開發中國家所實施的策略，它企圖競爭全球市場，且對其潛在的成長和衝擊必需做限制，因此，許多國家領導人，極度關切高科技的科技應用，尤其是知識移轉情形，如果不要求這些跨國公司進行知識移轉或授權，他們只會不斷的壓榨和吸乾開發中國家的資源。

另外一個適當科技潛在的問題是，即使設備有效，而且符合設計條件，終端使用者都有可能無法接受。社會及人種的議題考量，在適當科技中扮演了顯著的角色，科技設備如果滿足人們的社會需求，才算發揮效用，許多高品質的適當科技設施，由於使用者不接受，結果失敗。市場上銷售最好的產品，並非一定是科技層次最高、最好的，在科技市場上，適用的產品才是最好的產品。

一、適當科技可維護傳統就業市場

窮國對於適當科技的考量，是出自於對工業化策略的認知，體現到工業化並未能改善貧富差距，實質上有許多現代化的努力，對本土文化造成極大的負面影響，由於追求現代化，忽視了建構傳統的手工技藝，造成農地大量集中於少數人或團體，使大量的傳統工人成為經濟變動中的邊緣人。適當科技運動在發展中的窮國，就演變成——用於解決基本問題，或創造本土化資源運用的科技，在封閉的市場經濟及其傳統就業市場中成為“可能永續存在的技術”。德國陶瓷繪工的傳統技藝，具濃厚本土的藝術，德國政府認為應該加以保存，因此在維護文化傳統的理念下，得以永續和傳承。其產品不但擁有高貴的藝術價值，同時兼具經濟的市場價值，最重要的是保留文化的永續及傳統技藝生存環境，這種優勢適當科技的維護，不但值得學習並且值得加以推廣。

二、各國對適當科技的選擇問題

由不同的本質上來看，窮國或富國正彼此在調整其適當科技的重心，對可以重新使用的能源科技，長期以來都是美國適當科技群組人員的關心焦點，在1970代末期，石油禁運的時候，尤其面對到高漲的油價及能源不足，造成大眾運輸系統，大型動力及灌溉系統等，都因耗用大量能源而受到威脅，它們對於可以重覆使用的能源不得不重視。對於窮國，環境的保護，也同時成為它們適當科技的重要課題。尤其農藥造成農地、農人、及森林的大量損害，即使窮國也無法不正視，如何取擇科技的適當性問題，涉及到生活中的所有領域，而且無人可以逃避。

經過百年來機械化、工業化的經濟發展，各種污染對於地球環境衝擊很大，有些地區已經造成無法彌補的缺憾，許多地理區域由於過度污染加上植被不足，已造成生物性的毀滅，顯而易見的在開發中國家，人口迅速的增長將會造成地球更大的災難，適當科技的關鍵性思維，在於設計減少對地球會造成衝擊的科技系統，成功的適當科技，係針對人類需求而設計，不致造成環境污染，對於開發中國家，適當科技提供了一種有利於環境的選項，這種哲學觀，讓適當科技成為未來各種發展的討論議題，因此，民眾在認識適當科技後，將開始掌握生活面向的適當科技，它未來可能在全球扮演顯著的角色，而且會是我們知識整合的一個重點，對於適當科技的瞭解，將有利於解決未來生存的各種問題(Robert C. Wicklein & Charles J. Kachmar, 2001)。

參、構成適當科技的要件

構成適當科技的要件除美國政府科技評估室(U.S. Office of Technology Assessment, 1981) 所提的六個要則外，落實在開發中國家，還必需吻合下列條件(Melcher, 1980; Congdon, 1977)：

- (1) 資本需求量少。
- (2) 為降低成本及減少供應問題，〔適當科技〕極力強調本土材料的使用。
- (3) 雖然〔適當科技〕勞力密集，但卻比傳統科技產值高。
- (4) 量小；家庭及小團體負擔得起。
- (5) 〔適當科技〕很容易由鄉民瞭解、控制和維持，不需經由特別訓練即可上手。
- (6) 鄉民或小工作坊即可執行生產。
- (7) 民眾有意願在一起工作，以改良社群的環境。
- (8) 提供本地民眾參與的機會，與改良創新的過程。
- (9) 它具有彈性，可適用於不同的地區，並且改善環境。
- (10) 〔適當科技〕可用於生產性的製造，卻不會對環境造成傷害。

符合上述的條件，實質上就會產生下列的效果(Congdon, 1977; Linnell, 1995; Hazeltine & Bull, 1999)：

- (11) 本地民眾參與作業，可以直接闡釋他們的需求，因此，互動效益最高也最和諧，最能結合本地傳統和價值。
- (12) 工具的發展在於延伸人力及技術，不是由機器取代人力和技術。
- (13) 在理解所及和控制範圍下進行的活動；不懂管理訓練的人都能一起參與，並且瞭解他們的所有作為。
- (14) 在高價能源的時代，它讓經濟運作減少運輸量，它讓本地工業極力互動，並且讓本土資源（人力及材料）獲得最大的使用效益。
- (15) 它使得許多不必要的、昂貴的、或不易取得的財貨、運輸、教育、廣告、管理、及能源服務本土化，避免使用外來服務，並因應本地需求，尋找控制環境所造成的經濟傷害。
- (16) 它對已有的及傳統的技藝加以保護，並促成社群內技藝的保留和擴張。
- (17) 它形成一個緩衝區，對抗外來的經濟變革。
- (18) 它減少經濟、社會、及政治依賴，不管對個人、區域或國家；讓我們瞭解到，如果有效取得解決問題的方法，人類願意相對的付出。

上述的要件，是適當科技之所以得到特別重視的主因；因為，要件中同時闡述了許多相關議題，它強調自給自足及本土生產，應符合本地區需求等。對於國際貿易障礙中，高度開發的富有國家，它們所主導，運用昂貴機具和強大的經貿實力，造成不公平交易的衝擊，提出回應。同時，由於貧國沒有堅實的硬體條件和良好訓練的跨國企業管理人員，它們的產品沒有任何競爭籌碼，這都是讓適當科技所以受到重視的原因，相信透過適當科技的規範，小型企業資本主義的群體、民主的機構、分權的馬克思主義、歐洲社會主義、非洲通用主義、佛教徒、

以及無數其它系統信徒，都可以在適當科技中找到共同議題(Congdon, 1977)。Nicolas Jequier & Gerard, Blanc (1979)描述適當科技受歡迎的程度，就如同在進行一場文化革命，其中的自給自足、本土自發性、本土掌控等，都是這一個發展方向的基本條件，對於適當科技發展機構，如何繼續維護傳統就是一大挑戰。

肆、人口結構的反思

開發中國家人口的分佈，超過百分之八十的人民居住在鄉下，許多居住鄉下的，都想逃離那毫無機會的區域，因此，成功的運用適當科技，可能會保住 90% 的鄉下人口。有一種說法是：由受過良好教育的專業人員，以小型專案方式，在鄉下區域工作，可以推廣適當科技的影響力，並且促進鄉村人力的有效運用。然而不少具有此能力的人，經常不願參與這樣的一個科技實驗，也許過程太酷似於工程或科學實驗，不過，適當科技並不是一個純工程的設計——它實質上涵蓋很廣的議題。

適當科技的專業程度，一般而言與傳統專家有相重疊的範圍，經由適當的科技移轉教育訓練，本土農民、科技專家、一般教育人員和商人，即可擁有能力選用適當科技，並由實際參與工作中獲益，農莊一般用於創新、解決問題的科技和技藝難度都不高，對於一般人也並不難理解，鄉村中的問題大部份都不需要持有證照的科技、類似多國合作等的活動對它們也都不切實際，至於運用電腦將成果印出更不是它們要的，發展中地區的問題大部份都圍繞在基本需求、居住品質、增產和處理食物、穀物儲存及燃料供應等問題上，許多具有一般背景的專業人員，現在都涉及小村莊的發展專案，也都能夠研究、瞭解及有效使用專案人員所提供的各種想法，我們可以培養發展地區中的農民，讓他們參與一般專業人員訓練，學習完成後，可以期許他們成為鄉村科技人員，他們有能力支援小型的實驗及測試，且由他們帶領村民去認知世界上其它人民，是如何處理這些問題的。

一、維護自然資源

適當科技供給人民區域性平衡發展所需的各種策略，同時也扮演減少生態浩劫的重要角色。為了經濟發展，世界森林正在快速消失，過去 20 年幾億畝的森林消失，成為農莊、牧場、及新生農地。住在森林邊緣的人，對於此一變化，衝擊最大也最直接，對他們而言，烹飪的薪柴減少，可食用的動、植物及藥材也相對減少。雖然對於全球經濟及環境影響不那麼明顯，卻一樣具有毀滅性，森林的消失直接造成全球暖化，極端的氣候效應直接影響農業，洪水泛濫次數增加，緊臨海岸和地球兩極區域的人民，感受到氣候的變化最明顯，森林消失，直接滅絕了少數物種的棲息地和植物生存空間，物種多元化的選擇，彈性正在快速減少，許多的生物學家認為，這是造成地球生命永續的最大威脅。企圖快速經濟發展和保留自然資源，正形成強烈的對立，許多國家政府並未意識到森林、農莊、水壩對於生態的敏感性，在短期獲益後，這些大型設施可能嚴重損毀，然後造成環境災難，帶給社會的成本更高。

一般的社會發展模式，窮困地區的人民移殖到森林區，在沒有適當的工具下只能邊砍邊燒，並沿舊有的道路構工修築房屋，他們如果接受適當科技的教育，能夠注意到屯墾的要則，和自然生息的道理，不會予取予求，就可以減少生態浩劫，和被地球反蝕的災厄。不管富國或窮國，都有走短線的傾向，本就不足為奇，資源有限的問題，反而有助於說服各國政府，幫助改善環境，自然的成本應該共同分擔，許多政府及發展團體，也都意識到環境威脅的重要性，並且支持有創意的地球保護計畫。

二、調整機構的做法

適當科技已經為大多數國家及國際團體所接受，而且某些大型代理團體企圖運用適當科技的元素，去修補經濟計畫案的裂縫。區域性自給自足的觀念，是難於定義及量化的，而且它會因地域不同而有不同定義，此外，適當科技品質維護來自外面經濟支援的滋育，如果沒有適當維持，它很容易摧毀，卻很難再創造。自給自足理念，聽來有點烏托邦或過於理想化，就規劃者的立場，會認為無此必要，而且自給自足情況，如果不適時支援，也隨時有消失之虞。在鄉下的自給自足發展計畫中，要人民參與是同等的困難，科技活動參與或許是最常被提及，卻最困難做到，參與常被形式化，對於鄉村中解決社區問題，最容易發生的就是流於形式，最常見的參與是遭到地區阻撓，而拉高參與的困難度和層次，地區的參與熱度提升，不是對於科技議題，而是規劃者明顯疏失，造成區域社群民眾的集體杯葛，其實這是可以避免的。在真實的自給自足計畫參與中，社群成員由外部加入，依據計畫發展的優先序，建構自給自足條件所需處理的問題，大型的自給自足發展代理機構，通常與計畫的參與社群聯絡，卻不大與本地人員溝通，他們也許期望快速推展計畫，立即執行工作，然後馬上看到成果。在適當科技中另一個重要的觀念是，發展應該是增強窮者解決問題的能力，因設計者無法確定結果，所以應該隨時注意計畫發展中的不確定性，我們執行計畫，應該隨時自問：所做的活動可能發生什麼危機？計畫本身是否會導致未見的問題和危機發生？這些問題在計畫與世界經濟活動接軌時，特別重要。規劃者與決策者引導入國際市場，並且發生彼此依賴，此間所造成的利益是眾人矚目的焦點，而忽視在時局艱難時，誰是輸家的問題。窮國在最後，會因能源不足，造成收成不佳，繼而被飢荒擊倒，設備閒置，民眾流落街頭，更令人傷心的是，流行時尚快速變遷，民眾所輸出的各式手工藝品及技藝不再流行，習得的創新變革，速度趕不上流通時尚，終至被洪流所吞噬。

這是大型代理機構的計畫案，很難與適當科技合作的原因，自給自足及民眾參與很難做到，因此規畫人員都避而不談，而且，當小農與世界經濟整合之後，國際商品市場高低起伏太大，沖銷他們所賴以自恃的所有優勢，除非完整考量所有的各種狀況，適當科技才有可能適當的提供其科技效用。政策的決策者負責國家決策，對於影響科技變革的因素，也需要仔細納入考量和驗證，對其決策是否支援適當科技都必需提出證明。在草根階層支援適當科技的（許多國家的）民眾，對政府和大型代理機構，不理不睬適當科技的態度十分質疑，

世界上只有少數國家決策人員，能提出改善人民的計畫方案，如果世界是由自治團體或社群所組成，民眾就可以選擇自己要的科技變革，遺世獨立的村落，實質上只是幻想。

三、教他們科學

當地人民的經驗及文化，是主要相關研究的元素，改善他們的基本科學教育，會有助於人民提升研究和解決問題的能力，將民眾原有的創意和經驗，教他們用於操作科學教育，以澈底質問的系統化方法，學習解決問題的步驟。在開發中國家，教育很少使用科學的方法，去解決他們困擾的問題，或相關於生活的各種議題，這在最偏遠地區的中、小學，或只提供數年學校教育的地區，特別如此。科學教育不普及，主要的教育問題在於缺乏書籍及實驗設施，教材也很少使用當地語言，而且課程或教材無法結合自然世界與科學生活，加上教師中很少有科學背景的人員。最重要的是，科學的基本方法，在開發中國家的教育系統裏，根本沒有。學生沒有參與簡單實驗的任何機會，無法學習系統化步驟來考驗他的假設，科學成為學生必需死記的抽象觀念，即使學生是由龐大且不同層級學生群體中選出的精英，也是如此，科學只是一門過濾學生的門檻，而不是每位學生應具備的基本素養。

解決這種困境的方法，是將科學與學生生活環境結合，製造低成本的設施，並使用當地的素材實驗，學生即可上手科學程序，並習得問題解決步驟，他們也才能逃脫機械式的學校刻板教育（也就是記憶重於一切，而不是開發學生心智及理解為目的教學），所以，在他們的教學中，與機械有關的農學，可直接與農業活動結合，然後對教師，輔以特殊課程及訓練，必然能讓他們的教育脫胎換骨。

伍、適當科技研發基本步驟

從討論中至少歸納出四個基本的步驟，可以增強適當科技研發的努力：

- (1) 重新下『好的研究』定義，它必需具有減少貧窮的效果。
- (2) 尋求從貧者的觀點——反映他們對問題及機會的看法。
- (3) 研究內容及研究本身，應主動包含貧戶、小農、及技工。
- (4) 提供基本相關的科學教育，並結合本地問題，課程內容加以調整，使其適用本地材料及一般儀器。解說並且提供年青人及農莊發明家，給他們較為科學化的基礎環境，如果提供一般機具的相關課程，應指導他們如何操作及維修。

一、適當科技的教育及訓練

科學教育及相關的教育訓練，有助於加速廉價的鄉村科技，除了上述方法外，還有其它教育及工具改善的技術。增加地區性生活素材的運用水準可以提升產能，伴隨人類智能技術的提升，科學及技術的精進發展，有益當地民生，因此各種機會蓬勃。傳統經濟發展策略和專案計畫，經常集中運用在一定的活動上，只有少數的資本及研發經費溢注在工業界，其作用僅在少數的工作人員身上，昂貴的訓練也只產出少數的畢業生，對於小部門的經濟也少有輔益，大

部份的經濟成長來源，其實出自於工業，但也僅少數人獲益，地區大部份的經濟發展，其實都呈呆滯現象，加上鄉村人口及物料流入都市，傳統部門要發展其實相當困難。適當科技的發展同時被質疑的是，如何創造並增生活動能量？教育訓練遠較策略或增產來得重要，因為它增廣民眾的心智及技術觀點，很遺憾的大部份的規劃者及主持人都不願意正視此一問題，也不願意投資教育以解決困境。

二、適當科技與永續環境的迷思

1960至1970年代期間，Schumacher及其它適當科技的支持者對於永續環境並未特別強調，他們履行的永續，主要是針對自然生態，對Schumacher而言，科技是用以支援物質生產，它強調妥善運用本土知識與經驗，建構分工，相容於生態的法則，不濫用稀少資源，並且運用科技服務人類，所以在他的書本『小就是美』及『好作品』中，他的思維重點在於描述經濟與生態間，精緻的關係。在物質生產、消耗及浪費的過程，他提到已開發國家正在浪費世界的自然資源，以經濟的術語說，就是：正在變賣資本資產。自然資本分為可以更新、補充，及無法更新、補充的部份。當人類觸及無法更新及補充的議題，明顯的就是在自掘墳墓(Schumacher, 1973)。

世界環境發展委員會(World Commission on Environment and Development WCED)在我們共同的未來(*Our Common Future*)一書中，定義：永遠的自然資本就是永續，永續發展就是『符合現況需要的發展，無需妥協未來世代的需要考量』(p. 43)。他們同意地球只有一個，但是卻有不同的生活世界，雖然全體都需要依賴地球的生態維繫生命，但是每一個社會及國家都為自己掙扎求生，無視於它國或它人的存在。因此，資源幾乎為現代化人類所耗盡，幾乎未留給子孫任何生存的空間，有些國家自然資源則又保留太多，以致國家生靈塗炭，人民飢荒、邇邇、疾病、早夭(p. 27)。如同許多專家所說，大量生產與消費的環境，必需重新思考生態和社會保護問題，以降低對於人類生存的威脅，永續發展觀念在解讀上也有許多矛盾之處，甚至在『我們共同的未來(*Our Common Future*)』一書中，也是前後矛盾(Wackernagel & Rees, 1996, pp. 32-40)，有些解讀永續，傾向聚焦在生態的穩定性及分配的公平性；有些則解讀為發展，而把永續聚焦在成長；那些解讀永續為發展者，傾向建議以人造的資本取代自然資本，由於誤導的觀點，民眾認為只要資源開發不間斷，所得持續增加，森林的砍伐以至全部淨空，都屬於永續，因此開發國家的永續條件最好，而非洲的窮國永續條件最差，因為等量的人造資本，可以取代枯竭的自然資源，依此，已開發國家在定義上就是好的經濟體，在這樣的定義下，鼓勵高度物質化的社會，已開發國家可以維持對於自然資源的損耗，而且聯合國依據此一思維，建議窮國比照開發國家加速經濟發展，世界銀行組織也認同此一方向為永續發展，並且建議各國交換經濟發展經驗及互相截長補短以聯合運用自然資源，世界銀行對於自然資源的損耗計算方法是，只要人造資源足以彌補自然的損耗，或大於自然資源損耗，就不足以憂心(Norgaard, 1994, pp. 17-20; Sachs, 1996, pp.

22-24)。

三、在適當科技環境下的永續

永續的意思是：吾人居住的環境有一定的吸納能力，在自然的吸納能力極限之下，人類的各種活動產生的影響，必需設定在地球能夠包容的範圍(Madge, 1997, p. 51)，這表示自然資源使用及經濟規模的限制有其必要性，從這個觀點，地球生態的健康，直接影響人類族群的生物量及社會心理，這種強勢解說，挑戰來自於計算經濟活動所消耗的自然資源。

自Schumacher(1973)作成本效益分析後，多數有益於經濟績效的模式，都被開發出來，真實進步指標Genuine Progress Index (GPI)被開發出來輔助1920年代開發出來的Gross National Product (GNP)國家生產毛額及Gross Domestic Product (GDP)國內生產毛額指標，因為GNP及GDP無法正確反映經濟現況，而且有誤導繁榮財富之虞，因為它沒有計入經濟上的生態及社會成本，由三位美國人Cobb, Halstead and Rowe共同開發出來的GPI指標則真實的計入了無價的自然及社會成本(GPI Atlantic, 2000)。

有另外一種計算模式，它可以展示簡易及複雜型的永續性績效，也值得我們注意，由Wackernagel & Rees (1995, p. 3)所發展的生態腳印計算模式，它計入社區經濟資源的流動，不管流入或流出的部份，生態腳印計入所有經濟活動所需能源及物質的流入、流出，並轉換區域內土地／水資源成本，用於支持此一經濟活動的付出。Wackernagel & Rees (1995) 認為資源的耗用及廢棄物產出，需要耗掉一定的自然資源，而且一定會在地球留下痕跡(footprint)，痕跡代表了地球對於人類、社會、國家、及產出物的包容力，而地球對於生物的包容力，在本世紀突然陡升，以北美（美、加地區）現有生態痕跡計算，是地球其它地區三倍，也就是如果其它地區的人民要享有北美同樣的生活水準，地球必需加大三倍，才足以達成永續的基本條件。事實上適當科技的績效，指的是生態、文化、社會成本，不只是傳統的經濟成本，生態成本必需納入發展決策才能永續，如同Schumacher (1973), Wackernagel & Rees (1995)所說：加上生態和社會經濟的永續，才是真正的永續，問題是：如何使貧者和富者都接受生態平衡、社會正義及政治上人民可以接受，才是真正的難處。

陸、結論（適當科技的理想）

既然執行適當科技有困難，把它當做理想，試著逐步進行總是可行，於是在網站上，我們看到有不少的社會團體及社群，努力的推展他們理想的適當科技，Development Center for Appropriate Technology (DCAT) (<http://www.dcat.net/>)就是一個這樣的社群，他們企盼，經由有效領導、策略關係、及教育，提升永續建構和發展，用以增強地球及人類族群的健康。所以他們揭示他們的希望：預見一個族群興盛與自然和諧共處的世界，因為人類瞭解，他們的選擇關係到他們本身與地球的結果。同樣的他們也認為人類正面向歷史的轉捩點，今日的抉擇會決定子孫未來的幸福，他們相信擁有充滿希望而且正向的選擇，可以滿足現在及未來的

需求，保留和增強地球自然和再生的能力，將使人類得以永續。DCAT 社群成員真誠的相信並且企盼：

- (1) 自然和人造的環境能共存共榮
- (2) 人類的生存及自然習習相關，人類必需關心自然如同關心自己。
- (3) 人類必需珍視永續增生的人造系統潛能，並且製造與自然能完全整合的環境。科技主要是應用來解決問題，它結合能源、資源並且可用於解決和創造各式變革，適當科技則是用於降低對於人類生存造成負面影響的各種策略。我們對於所有增強社群自給自足，建構區域經濟繁榮及導引文化智慧的解決方案，均予以肯定。並希望經由適當科技，強化人際間的合作、溝通，彼此分享知識智慧。

參考文獻

- Brown, L. R., Flavin, C. and French, H. (1999). *State of the world*. New York: W.W. Norton & Company, Inc.
- Congdon, R. (1977) *Introduction to Appropriate Technology*, (edited) Netherlands, out of print.
- Critchfield, R. (1977, September). *Small is beautiful, but it's small in RF Illustrated*. New York: The Rockefeller Foundation.
- Darrow, K., & Rick, P. (1976). *Appropriate technology sourcebook*. Stanford, CA: Volunteers in Asia.
- GPI Atlantic. (2000). *GPI Atlantic: Background materials*. On line: <http://www.gpiatlantic.org/>
- Hazeltine B. and Bull, C. (1999). *Appropriate technology: Tools, choices, and implications*. San Diego: Academic Press.
- Linnell, C. C. (1995). *Appropriate technology in the technology education curriculum*. *Journal of Industrial Teacher Education*, 32(3), 83-86.
- Madge, P. (1993). *Design, ecology, technology: A historiographical review*. *Journal of Design History*, 6(3), 159-166.
- Melcher, J. (1980). *Connections: A curriculum in appropriate technology for fifth and sixth grades*. Butte, MT: NCAT.
- Nicolas, Jequier & Gerard, Blanc (1979) *Appropriate Technology Directory (Development Centre Studies)*, OECD, August, 1979.
- Norgaard, R. B. (1994). *Development betrayed: The end of progress and a coevolutionary revisioning of the future*. New York: Routledge.
- Office of Technology Assessment. (1981). *An assessment of technology for local development*. (GPO Stock No. 052-003-00797-5). Washington D.C.: U.S. Government Printing Office.
- Robert C. Wicklein (2001) *50th Yearbook, Appropriate Technology for Sustainable Living*, Council on Technology Teacher Education, Glencoe/McGraw-Hill.

- Sachs, W. (1996). The political anatomy of 'sustainable development.' *Iterculture*, 29(1), 14-35.
- Schumacher, E. F. (1973). *Small is beautiful: Economics as if people mattered*. New York: Harper Perennial a Division of Harper Collins Publishers.
- Wackernagel, M. & Rees, W. (1995). *Our ecological footprint*. Philadelphia: New Society Publishers.
- World Commission on Environment and Development. (1987). *Our common future*. New York: Oxford University Press.

<http://www.ncat.org/>

<http://www.dcat.net/>