

幸福宜居生態城市之研究

研究機關：秘書處 單位：機要科

研究人員：科員 郭如君

研究期間：102 年 1 月 1 日至 102 年 6 月 30 日

中華民國 102 年 6 月 30 日

摘要

快速科技化與都市化導致過度的資源耗費和生態需求，環境污染、資源銳減、生態失調、生活品質下降等嚴重問題紛至沓來，永續發展理念因應而生，生態城市(eco-city)成為正本清源、撥亂反正的希望所繫，於此衍生的綠能產業成為兼顧永續城市與經濟發展的核心議題。

臺中市升格後，面臨國際城市競爭與宜居環境建設的雙重挑戰；如何在生態城建設中力行綠色經濟發展，成為刻不容緩的施政熱點。爰此，本研究首先透過剖析八個先進國家優質生態城，進行深度個案研究，經由類比、演繹，歸納新城類與更新類生態城發展過程中關注議題與關鍵環節：

- 1.減少都市能耗—能源使用與能源消耗；
- 2.大眾運輸建設—多樣性大眾交通規劃與宣導；
- 3.綠建築推廣—綠建築智識宣導、獎勵與資料庫建置；
- 4.自然共生—廢棄物處理、水資源處理與綠地保留；
- 5.設置專責組織—中長期規劃、資金籌措、財務控管。
- 6.民眾參與—協商機制、參與管道、理念宣達。

為進一步了解綠能產業的實質內涵，本研究參照旭升方案，考量城市特質，就太陽光電產業、LED 照明產業、電動車產業、風力發電、能源資通訊(智慧電網)、生質燃料與氫能與燃料電池等七種綠色產業，進行產業現狀、優劣勢分析、發展契機與發展策略研析；研究揭示臺中生態城綠能產業發展決策參酌原則有四：

- 1.綠能產業決策應以物理原理和經濟成本為基礎，辨析機會真偽。
- 2.國內綠能產業具有產業推展與產品量產的關鍵競爭優勢。
- 3.政府早期支持力道的強弱將繫決綠能技術與產業發展。
- 4.協同產官學研共同投入，實踐市場關鍵策略，掌握綠色經濟發展契機。

臺中生態城發展新興綠能產業時應廣泛審視政策法規支持度、科技創新與量產整合、示範帶動機制建立、產業基礎設施、動態環境敏感度分析等配套要件，建設生產、生活與生態「三生一體」的優質臺中生態城。

目 錄

摘要	I
目錄	II
表目錄	II
圖目錄	II
壹、 緒論	
一、研究緣起與目的	1
二、問題背景與現況	3
三、研究範圍與內容	4
四、研究方法與流程	4
貳、 生態城市理念演繹與發展趨勢	
一、生態城市倡導	7
二、生態城市定義	11
三、生態城市規劃原則	17
四、生態城市類型與指標	21
參、 生態城市優質案例剖析	
一、新城類生態城市	25
二、更新類生態城市	52
三、先進國家生態城市剖析	67
肆、 生態城綠能產業	
一、綠能產業意涵	69
二、綠色經濟發展策略	71
伍、 結論與建議--臺中生態城與綠能產業芻議	
一、臺中生態城芻議	85
二、臺中生態城綠能產業芻議	90

表目錄

表 2-1	國內外推動「生態城市」重要會議	9
表 2-2	生態城市相關理念	15
表 2-3	生態城市規劃原則論點	18
表 2-4	傳統都市與生態城市差異性對照表	20
表 2-5	生態城市指標一覽表	23
表 3-1	PIMWAG生態指標--污染量(Pollution)管制	28
表 3-2	PIMWAG 生態指標--自然資源(Natural Resources)使用最佳化	28
表 3-3	PIMWAG 生態指標--健康(Health)	29
表 3-4	PIMWAG 生態指標--生物多樣性(Biodiversity)	29
表 3-5	PIMWAG 生態指標--增益物質(Nutrition)	30
表 3-6	生態城市特性比較表	68

圖目錄

圖 1-1	研究流程圖	6
圖 2-1	霍華德田園城市構想圖	12
圖 2-2	Register 所描述的生態城市概念示意圖	13
圖 2-3	生態城市內涵關係示意圖	21
圖 3-1	赫爾辛基 Viikki 新郊區計畫區位及建設藍圖	26
圖 3-2	赫爾辛基 Viikki 新郊區實施區位圖	27
圖 3-3	西港區(Vastra Hamnen)計畫圖	32
圖 3-4	西港區(Vastra Hamnen) 太陽能發電板融入建築設計	34
圖 3-5	Turning Torso 是西港新市鎮地標(Santiago Calatrava 建築師設計)	36
圖 3-6	Kronsberg 城區規劃圖	39
圖 3-7	澳洲阿德雷德市中心	44
圖 3-8	阿德萊德影子規劃的三個重要時程	46
圖 3-9	哈利法克斯(Halifax)	48
圖 3-10	Curitiba 具綠美化及舒適之道路系統	53
圖 3-11	Curitiba 80-90 年代道路網絡系統	54
圖 3-12	Curitiba 大眾運輸網絡	54
圖 3-13	Cleveland 生態城市優質水岸藍帶景觀及活潑生動綠意街道景觀	61
圖 3-14	Metro 對 Portland 之規劃圖	66
圖 4-1	各國再生能源推廣目標	70

壹、緒論

一、研究緣起與目的

(一)研究緣起

「城市」乃為人類文明的持續性、階段性產物，是人類進步、昇華的必經過程，而城市化發展狀況更是對全球人類文明發展有著極為重要的影響。隨著人類科技文明的極致發展，城市伴隨著農業社會--工業社會--當代社會的轉型而演繹；二十世紀，都市化成為全球浪潮，都市人口比例從 1900 年 13%(2.2 億)，1950 年 29%(7.32 億)，驟升至 2000 年 46%(28.06 億)，2005 年 49%(32 億)，2010 年 50.5%(35 億)；在「都市千禧(Urban Millennium)」效應催化下，亞洲和非洲國家都市增長(Urban growth)高達 93%；預估 2030 年都市人口比例增至六成(49 億)(徐苔玲、王志弘，2007)，2050 年超過 84%(60 億)，人口集中在少數優質都市，全球將成為一個超大型的都市世界。

然而，快速都市化導致過度的資源耗費和生態需求，環境污染、資源銳減、生態失調、生活品質下降等嚴重問題紛至沓來，尤有進者，二十世紀末期，全球氣候及環境異化警訊已受到世人關注，人類將面對自然環境變異、全球氣候失調、地球資源耗竭、生態惡性循環、聖嬰現象、都市熱島效應、社經結構轉變及新能源開發等課題。有鑑於此，迫使我們重新審視科技發展對都市發展的「雙面刃」作用，從都市生態面向尋求都市問題的可能解決途徑，探索都市發展與生態環境相互平衡、互依互存的最佳解決途徑，生態城市(eco-city)理念遂因應而生。

「生態城市」理念最早出現於 1971 年聯合國教育科學暨文化組織(UNESCO)「人與生物圈計畫」(MAB)，內容包括城市生態、氣候及人類活動等，當時受到國際間重視，開啟後續研究生態城市的發展。1990 年美國柏克萊舉行第一屆生態城市會議，並陸續於澳大利亞、巴西等各國多次舉辦國際性的生態城市會議，2002 年在中國深圳舉辦第五屆國際生態城市會議中針對城市生態理論、生態保護技術、公眾參與城市建設等相關經驗進行探討與交流，且國際間相繼有優質實例報導，顯示出國際各國對於生態城市建設推廣與實踐的重視程度。

台灣將近 80%的人口聚集在 12%的土地上，90%的人居住在西部海岸平原(國科會，2008)，各都市地區發展受到快速都市化持續發展的影響，人類活動、產業發展及其空間實體的相互作用，對都市空間結構所造成的不良效果，已經損及了都市內部調控生態平衡的機制，因此，永續生態城市研究成為各界關注焦點，積極研究都市生態系統的結構，探討都市結構的合理性，與生態功能協調的可行性，及瞭解都市生態環境和生活條件的問題，為都市建設、加強和改善管理政策提供科學的根據。

經歷了 20 世紀發達國家工業社會的高度畸形發展之後，生態城市規劃設計成為 21 世紀城市規劃領域的反動省思與發展核心，「生態城市」成為我們解決都市困境的可行方案，生態城市研究、規劃與示範逐步由理念走向實踐。歐美國家在生態城市規劃設計理論和實踐方面為世界翹楚，本研究列舉歐美新城型與更新型生態城市的優秀規劃實例，進行優質個案研究剖析，根據不同的方法手段以及規劃所涉及的地域範圍大小，對生態城市規劃的各種策略進行分類與內涵特性分析，形成生態城市規劃設計類型與指標矩陣；通過這些具體的實例歸納確實可行的生態城市規劃設計理念和原則；進一步藉由他山之石可以攻錯，探討臺中市特有都市發展下的生態城市發展與綠能產業策略。

(二)研究目的

基於上述動機，本研究透過國外發展生態城市的實際經驗，以文獻回顧方式進行研究，對其定義及相關研究加以整合討論並做出比較。生態城市強調的是城市發展不僅僅能夠達到生態環境上的永續，也期望在經濟方面能夠持續發展，提供臺中市進行生態城市建設之參考。研究目的如下：

- 1.藉由文獻彙整與分析，探討生態城市的內涵與發展目標，作為生態城市永續發展之參考
- 2.探究生態城市發展理念、源由及其重要指標，瞭解生態城市建構歷程與關鍵要素。
- 3.由永續城市觀點，探索臺中市生態城市適宜產業，作為生態城市實質建設之參考。

二、問題背景與現況

近年來，歐盟依據2006年1月11日歐盟大會發表的「Thematic Strategy on the Urban Environment」，戮力推動綠色首都計畫，鼓勵都市採取更整合型的政策來改善都市的環境和降低對外部更大環境的衝擊。經建會進行的2014、2015年綠色首都選拔、國家節能減碳總計畫、國家氣候變遷調適計畫、低碳城市/地碳島/低碳社區，生態城市綠建築計畫、APEC能源智慧社區倡議(ESCI)之知識分享平台(KSP)建置計畫等，皆重視計畫可行性及綠色產業國際接軌，明訂績效指標，期望臺灣能夠早日出現符合國際水準的生態城市典範。

另者，Bucknell University及大陸社科院「2011—2012年全球城市競爭力報告」中以「綠色GDP、人均綠色GDP、地均綠色GDP、經濟增長、專利申請、跨國公司指數」6個綜合競爭力指標以及7大類54個亞類環境指標進行評比，前10名城市分別是美國紐約、英國倫敦、日本東京、法國巴黎、美國三藩市、美國芝加哥、美國洛杉磯、新加坡、香港、韓國首爾，臺北(32)位居百名內；國內高雄(117)、臺中(154)、臺南(192)、新竹(197)等4個城市躋身101-200名中，明確揭示兼顧生態與經濟的雙面向發展是為未來國際生態城市不可偏廢的雙主軸。

臺中市升格後，都市總面積達 2214.8968平方公里，總人口2,690,837人(102年4月)，國內皆排名第3，由於地處臺灣精華區域，又握有國內經貿發展資源與重要交通據點，位居中部樞紐。在國際生態城競爭中，全民齊心戮力合作下，於2011年8月榮獲環保署「低碳示範城市」獎項肯定，同年11月1日成立低碳城市推動辦公室，以「無碳無憂」願景積極推動低碳城市，規劃六大旗艦計畫，執行與實踐低碳城市理念。

臺中市六大旗艦計畫以「低碳生活不是政策選項，而是人類共同的必然依歸」理念，推動生態城市建設成果斐然，將臺中市打造成為國際級低碳城市典範。主要作為：

1.綠色交通方面

配合經濟部「智慧電動車先導運行計畫」，64輛電動公務車配置公務使用，充電站97座；「公車搭乘轉乘優惠(8公里免費)」專案最受民眾喜愛，2012

年全市公車路線共171條，797萬人次搭乘，將裝設智慧型站牌，民眾可更精準掌握公車脈動；先進綠能雙節公車--快捷巴士(BRT)於2014年營運，每年可減少CO₂約2.4萬公噸，將結合2015年捷運通車，建置完善低碳運輸的綠色交通網絡。

2. 建築綠美化方面

2012年完成6所中小學取得綠建築標章，其中「大坑國小老舊校舍整建工程」、「臺中大都會歌劇院」、「新市政大樓」分別取得「鑽石級」、「銀級」候選綠建築證及綠建築標章；綠草如茵的草悟道，串聯科博館至美術館間的園道風情；秋紅谷生態示範園區綠化面積達130公頃，兼具景觀、生態、滯洪、排水及調節空氣品質功能，可降低都市熱島效應，成為都市之肺。

未來，臺中市將大宅門特區打造為全國第一個全方位低碳示範園區，占地面積約254公頃，跨部門結合都發局、建設局和經發局，落實綠建築設計準則要求，再生能源使用率達到總用電量10%至20%；臺灣塔將運用風力發電、太陽能發電及地源熱泵，成為臺中市低碳新地標。

由臺中市生態城建設過程中可知，在綠色環境面向著墨較多，綠能產業則付之闕如。然而，在「都市競爭」成為未來國際競爭主流趨勢下，如何兼顧城市競爭力及生態發展，是為市政建設重要核心議題。

三、研究範圍與內容

- (一) 生態城市開發建設特質彙整分析。
- (二) 國際優質生態城市案例剖析歸納。
- (三) 生態城市適宜產業探討。

四、研究方法與流程

(一) 研究方法

本研究為求完整且連續的研究品質，每一個階段的研究論述與目的，雖各自獨立但邏輯相關，需運用交叉學科的方式進行整合式研究，以下就本研究計畫主要研究方法進行說明：

1.文獻法

文獻法也稱歷史文獻法，主要指蒐集、鑒別、整理文獻，並通過對文獻的研究形成對事實的科學認識，以達到某種調查研究目的的方法，關鍵為如何在文獻群中選取適用於課題的資料，並對這些資料做出恰當分析和使用。本研究利用文獻法不受時空限制的靈活性，收集生態城市基础性資料，並加以整理分析。

2.個案研究法

個案研究是指採用多種方法蒐集有效的完整資料，對單一個案作縝密且深入研究的一種研究方法，是一種研究策略，或是一種研究途徑的設計。本研究以具體實例探討國際優質生態城市的發展歷程與特質。

3.類比法、演繹法

類比法又稱比較類推法，是指由一類事物所具有的某種屬性，可以推測與其類似的事物也應具有這種屬性的推理方法。類比對象間共有的屬性越多，類比結論的可靠性越大。演繹法或稱演繹推理(Deductive reasoning)是指人們以一定的反映客觀規律的理論認識為依據，從服從該認識的已知部分推知事物的未知部分思維方法。

本研究應用類比法、演繹法合乎科學方法的特性，進行生態城市相關史料尋找，檢驗歷史紀錄及遺跡，探究各生態城市相關性。

4.歸納法

歸納法或稱歸納推理(Inductive reasoning)，是在認識事物過程中所使用的思維方法，尋找生態城市基本規律或共同規則，並將已研展之調查、分析資料比對彙整後，歸納成具體結論及建議。

(二) 研究流程

第一階段： 擬定研究主題、撰寫研究動機與研究目的

第二階段： 生態城市文獻回顧。

第三階段： 優質生態城市案例剖析。

第四階段： 生態城市適宜產業探討。

第五階段： 結論與建議。

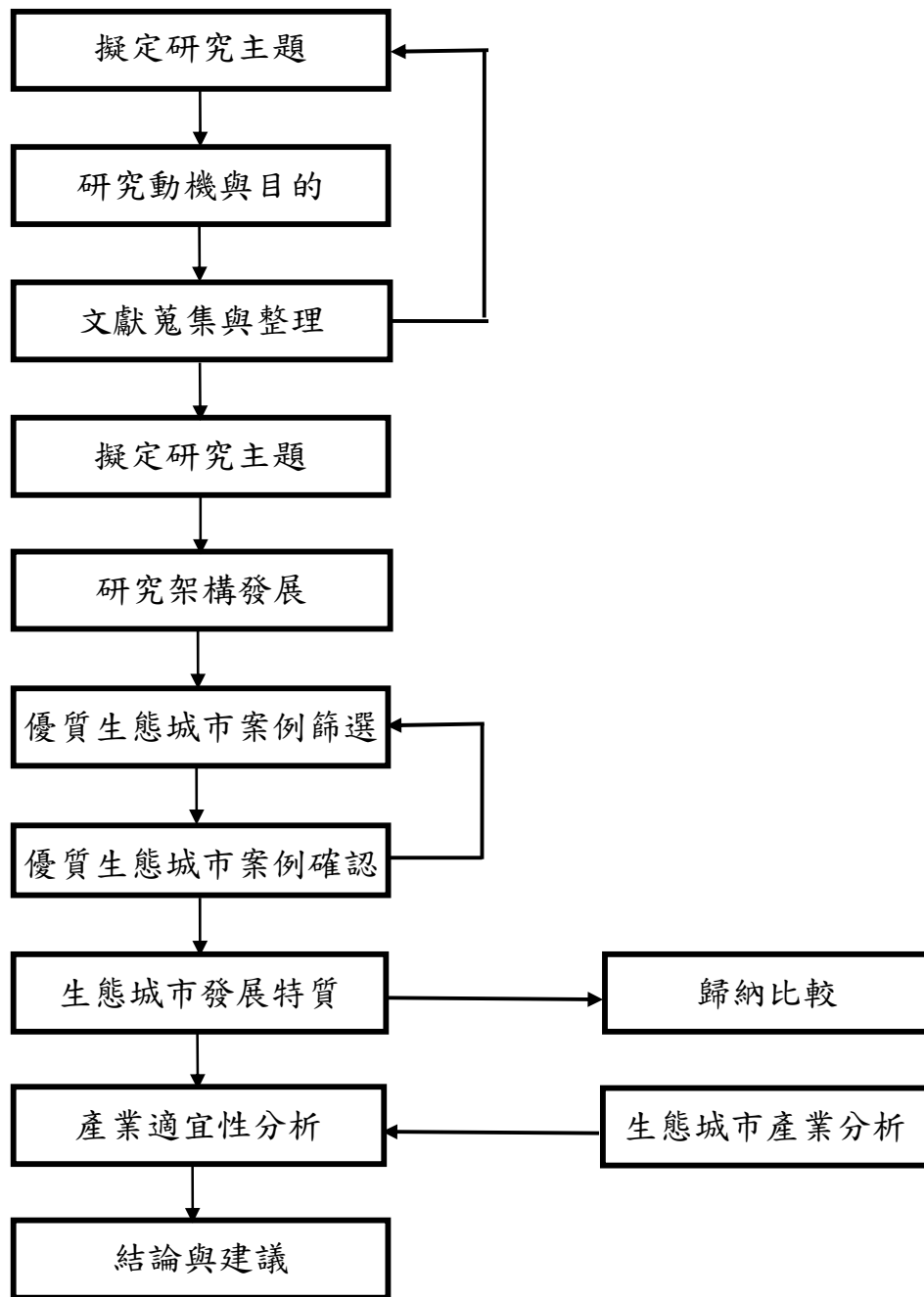


圖 1-1 研究流程圖

貳、生態城市理念演繹與發展趨勢

藉由回顧生態城市相關文獻，瞭解生態城市的發展歷程、意涵及規劃原則，作為後續研究之基礎。

一、生態城市倡導

社會經濟體制的變革和科學技術的精進，總是不斷影響著城市的經濟結構、社會結構、空間形體結構。在探索居住環境過程中，表露出對城市機能的殷切需求，也反映對未來城市的憧憬、理想和期望。然而，傳統觀念中，人類以無限資源的觀點大量掠取地球環境資源，在經濟第一、效益為先的土地使用方式下，出現大量城市醜陋現象；呈現環境污染、氣候異變、資源短缺現象，永續性觀念因應而生、與日俱增。

永續性(sustainability)意指「最大的永續產量」，指在「維持可再生資源存量不損耗下，藉由適當的資源管理政策以確保之最大生產量持續性」(Brown et al, 1987)。1962 年 Rachel Carson「寂靜的春天」(Silent Spring) 和 1972 年羅馬俱樂部(Club of Rome)「成長的極限」(The Limit to Growth) 展開「新環境典範」的論述與呼籲。1971 年，聯合國教科文組織在「人與生物圈(MAB)」計畫，提出從生態學的角度研究都市，指出都市實際上是一個生態系統，是一個以人類活動為中心的生態系統。1976 年於溫哥華召開「聯合國首屆人居大會」，提出「以永續發展的方式提供住居、基礎設施與服務」之目標，揭開人類致力於追求理想住居環境共同目標。國際自然及資源保育聯盟(IUCN, 1980)提出「永續發展」名詞，使得世界各國競相研究並尋找永續發展的策略與對策。

1983 年，聯合國「世界環境與發展委員會」(WECD)於 1987 年發表「我們共同的未來」(Our Common Future)，正式揭櫫「永續發展」的理念，定義為：「既可滿足當代人之需求，又不犧牲下一代人滿足其需求能力之發展」，顯見都市發展是一種能夠持續改善人類生活品質且不超出維生生態系統承载力(carrying capacity)的發展方式，基本原則為公平性(equity)、永續性(sustainability)、共通性(commonality)等。國際自然保護聯盟(IUCN)、

聯合國世界環保總署(UNEP)與世界自然基金會(WWF)於 1991 年提出永續性發展是在自然維生體容受力的範圍內，改善人類生活品質之發展。

其後歷經聯合國人居委員會(CHS)與聯合國人居中心(UNCHS)，乃至 1992 年的聯合國環境與發展大會通過的「21 世紀章程」、1996 年聯合國第二次人居大會與 2001 年的人居特別聯合會，人類住居環境的改善與和諧化進展成為世界各國普遍的共識，將永續發展定義為滿足當代人類的需求，卻又對後代人滿足其需要的能力不構成危害的發展。由生態觀念為出發點的永續發展觀念，成為「生態城市」具體落實的重要引導方向，「生態城市(Eco-city)」即是永續發展觀念於都市規劃與設計的具體落實。

生態城市倡導過程中，聯合國教科文組織在第 16 屆會議上提出「關於人類聚居的生態綜合研究--人與生物圈計畫(MAB)」(1971)，建立城市生態規劃五原則：(1)生態保護策略；(2)生態基礎設施；(3)居民的生活標準；(4)文化歷史之保存；(5)將自然融入城市。人類意識到生活環境和生態互利共生的必要性，生態城市的發展意涵、構想、理念與實踐成為熱點。

40 年來，國際間已有諸多生態城市觀點建構地區發展的成功案例。國內部份，「生態城市」論點最早出現於 1991 年國政研究報告的永續發展議題；有關生態城市的具體落實包括行政院國家永續發展委員會於 2000 年完成永續發展策略綱領的政策，2003 年完成「台灣永續發展指標系統」，2004 年完成「台灣 21 世紀議程－國家永續發展願景與策略綱領」，2004 年，台北市成立永續發展委員會，積極推動「永續臺北生態城」發展願景，掌握永續發展理念(永續發展、永續都市、民眾參與)、國際/國家之永續發展願景、地區發展特色及本市施政願景四層面，以達到「環境資源循環共生」目標。2005 年，台南市因應行政院「挑戰 2008--國家發展重點計畫」之「水與綠建設計畫」，進行「地貌改造與復育」及「城鎮地貌改造－創造台灣城鄉風貌示範計畫」，結合台南市歷史文化資源，提出三生(生活、生態、生產)一體的發展構想。

國內外生態城市推動歷程如表 2-1。

表 2-1 國內外推動「生態城市」重要會議

時程	推動者	內 容
1971	聯合國教科文組織的人與生物圈計畫(MAB)	提出城市生態規劃五原則，探討溫室效應、臭氧層破壞、城市熱島效應等全球性環境課題，引發城市環保意識。
1990	第一屆國際生態城市會議 (The First International ECO-CITY Conference, Berkeley, USA)	議題包括城市環境問題與城市發展之生態原則及目標擬定。 超過 700 人次的世界會議。
1991	第一屆洛杉磯生態城市會議	出版論文集「永續城市-生態城市發展之觀念與策略」
1991	中華民國國政研究報告的永續發展議題	對生態城市觀念與當前台灣環境問題提出說明、解釋與未來管理方向。 提出都市代謝作用理論，說明都市能源浪費、廢棄物回收不當情形。
1992	第二屆國際生態城市會議 (The Second International ECO-CITY Conference, Adelaide, Australia)	共 21 國，超過 400 個組織參加。 介紹 Adelaide 城市發展與生態規劃相關原則。
1996	第三屆國際生態城市會議 (The Third International ECO-CITY Conference, Yoff, Senegal, West Africa)	驗收生態村落(Ecovillage)Yoff 發展成果。議題： 1.土地使用的生態規劃方法；2.科技研發； 3.綠色建築；4.農耕技術的改良。
1996	中華民國國家永續發展論壇	針對永續經濟、環境與社會進行圓桌會議。 提出「創造城鄉新風貌行動方案」。
1997	中華民國永續生態城鄉發展理念與策略研討會	探討城市生態的基本理念及美國洛杉磯與日本海岸地區之實務發展，並以國內之城鄉環境課題為對象，找出生態城市發展議題與有效策略。
1999	台北市主要計畫通盤檢討－綠色生態城市規劃	以「生態城市」為主題的規劃研究。將生態城市理念應用於台北市基隆河河谷行動方案之規劃實務，然生態城市理念與架構說明較不明確，造成後述發展策略僅依據台北市現況訂定，缺乏連貫性。
2000	第四屆國際生態城市會議 (The Fourth International ECO-CITY Conference, Curitiba, Brazil)	以新生態城市案例介紹為主題。討論議題： 1.都市化地區的環境問題與創新解決方案； 2.大眾運輸與土地使用整合設計； 3.人行動線設計規劃；4.生態城市規劃與實踐； 5.資源回收；6.生態科技。

表2-1 國內外推動「生態城市」重要會議(續1)

時程	推動者	內 容
2002	第五屆國際生態城市會議 (The Fifth International ECO-CITY Conference , Shenzhen ,China)	介紹中國生態城市發展與生態復興運動成果： 1.城市、產業和人類生態學理論和方法。 2.生態小區、生態產業和生態景觀保護技術段。 3.公眾參與城市生態文化和建設的創新制度。 4.城市社會-經濟-自然複合生態系統可持續發展的經驗與案例。
2002	永續發展科技前瞻性規劃研究－生態城市的規劃	探討台灣地區環境議題，並針對發展中可能遭遇問題提出四層面對策，包括：(1)資源整合的土地利用與配置；(2)頹廢地區的重新規劃與改造；(3)生態城市之創造：公園綠地、綠建築等創新建設；(4)規劃生態城市所需科技：針對資訊技術與產業影響、建造生態城市技術成本效益、全民參與合作機制作一前瞻性考量。
2002	循環型生態城鄉建設計畫	配合北中南「環保科技園區」計畫於科技園區所在縣市與鄉鎮推動生態城鄉規劃。以「綠敷地率」、「資源回收率」、「節水率」、「二氧化碳減少率」為總指標，使廢棄物可經循環再利用、再生，成為生生不息之生態鏈，提升城鄉環境。
2005	中華民國台北市永續發展國際研討會	臺北市政府按國家及其施政展望與永續發展相關學理之脈絡，將永續發展願景勾勒為：「永續臺北生態城」總目標為：「建構兼顧環境資源循環共生、社會安全進步共享、經濟科技智慧成長的世界級首都」
2005	台南生態城市規劃設計與設計構想	提出台南市生態城市整體規劃設計構想和原則，包括：落實資源保育觀念，使都市發展能根基於生態永續性；透過都市規劃和管理確實推展減廢活動；透過都會區自然資源管理方式，強化自然資源基礎；維護不同生態系統的維生功能，強化地方產業發展；由生態系統福祉觀點，改善地方生活環境品質。
2006	第六屆國際生態城市大會 (The Sixth International ECO-CITY Conference, Bangalore, India)	會議主題是「一般城市從理論和規劃發展轉變成一個生態城市」，匯集世界上最好的城市規劃與發展，治理，環境，科技，教育，非政府組織案例

表2-1 國內外推動「生態城市」重要會議(續2)

時程	推動者	內 容
2007	中華民國建築師公會全國聯合會「第四屆台灣建築論壇－智慧化建築與生態城市」	以「活躍建築創作氣氛，尋找正確思維方向，增加建築發聲管道，廣泛影響實質環境」，提出永續建築及生態城市議題的新概念與研究成果
2008	第七屆國際生態城市大會 (The Seventh International ECO-CITY Conference, San Francisco, USA)	發表舊金山生態城市宣言 生態城市發展的整合願景包括生態安全、生態衛生、生態工業代謝、生態景觀、生態意識
2008	中華民國全國都計建管會議	以「活力都市、永續台灣」為標題，進行「都市計畫」、「都市設計」、「建築管理」及「整合」四大部分，從經濟、健康、特色、安全、永續等層面，打造活力都市、建構優質建築。
2009	第八屆國際生態城市大會 (The Eighth International ECO-CITY Conference, Istanbul, Turkey)	重視低碳經濟、生態城市指數、太陽能生態城市、生態城市的挑戰
2011	第九屆國際生態城市大會 (The Ninth International ECO-CITY Conference, Montreal, Canada)	強調氣候變化與城市規劃、生態交通，城市規劃，公共空間、生態城市治理與民眾參與、生態城市經濟學、健康與建築環境、生物多樣性和都市農業、青年領導和參與

二、生態城市定義

「生態城市(Eco-city)」源於「永續發展(Sustainable Development)」，強調自然生態及其開發程度間的平衡關係，尋求一種最佳的生態系統，以支持生態的完整性和人力願望的實現，使人類的生存環境得以持續。最早提出符合生態觀點的都市規劃理論發展者，可追溯到1898年英國「田園城市」運動創始人都市規劃師霍華德(Ebenezer Howard)，針對英國快速都市化所出現的交通堵塞、環境品質下降以及農民大量湧入城市的所產生的都市問題，出版To-morrow: a Peaceful Path to Real Reform一書(1902年更名為「明日的田園城市Garden Cities of Tomorrow」)(圖2-1)，提出建設新型城市方案，是最早的生態城市雛型，住宅分區、綠地、林蔭大道、公共設施配置的配置原則，對於「生態城市」觀念有重要啟蒙作用，具體影響

了二十世紀歐美新鎮開發，如英國Letchworth新鎮(1905)和英國Welwyn花園城市(1922)；美國紐約市皇后區(Queens)陽光花園新城(Sunnyside Garden)(1924)(謝慶達，1996)。

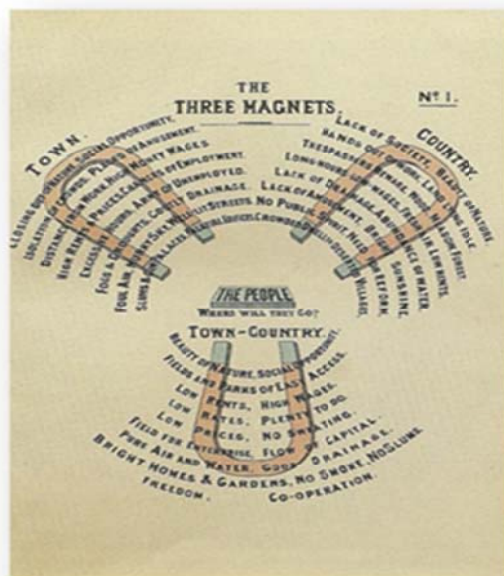


圖2-1 霍華德田園城市構想圖(圖片來源：Beevers, 1989)

「寂靜的春天(Silent Spring, Rachel Carson, 1960)」喚醒社會重視享受科學進步付出環境損害代價；呼籲全球政府、學界及社會大眾關心於環境生態保育課題，環境意識逐漸受到國際重視，追求「生態永續性(Ecological Sustainability)」。McHarg(1969)提出都市空間結構(form)不應是依循人類各種行為的機能(function)，而應遵循自然法則(natural processes)，強調自然生態及其開發程度的平衡關係、建設優質的生活環境，成為20世紀70年代後乃至21世紀環境規劃者重要理念。Odum(1971)則認為生態城市是一個具高自然度與資源自足性並且遵循循環都市代謝作用機制的城市。

前蘇聯生態學家Yantisky(1984)認為生態城市的「生態」，意指人與自然環境及人與社會環境的協調關係，視「城市」為一個自我組織與調節的共生系統(王如松，1988)，提出生態城(Ecopolis)觀念，在生態城市理想模式中，生態結合科技發展模式，創造力和生產力得到最大限度發揮，居民身心健康和環境質量得到最大保護，乃按生態學原理建立社會、經濟、自

然協調發展，物質、能量、資訊高效利用，生態良性循環的人類聚居地。Yanitsky(1984)，馬世駿、王如松(1984)以複合觀點出發研究「都市化」後交錯的環境問題，提出「社會—經濟—自然複合生態系統」論述。美國生態學家Register(1987)仿中國與古歐洲小城鎮以及美國西南部印地安人部落普魏布勒(Pueblos)的尊重自然、自給自足的生活方式，主張生態城市是一個結合生態與健康的城市(圖2-2)。

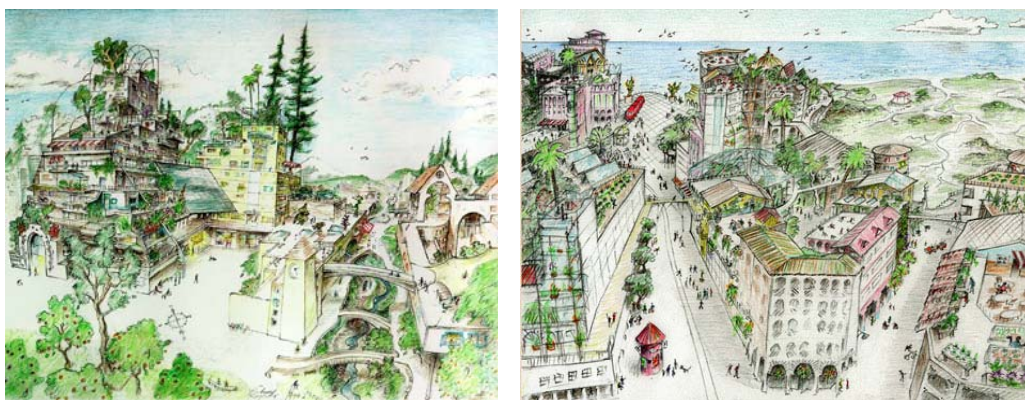


圖 2-2 Register 所描述的生態城市概念示意圖
(資料來源：<http://ecocitybuilders.org/index.html>)

1987年，Register提出「生態城市即生態健全的城市，是低污染、節能源、緊湊、充滿活力並與自然和諧共存的聚居地」，出版「生態城市：柏克萊(Ecocity Berkeley: Building Cities for a Healthy Future)」論述生態城市的概念、標準、區域背景、空間形態與建設程序，並說明現有城鎮轉化為生態城市的方法、步驟等重要內容；於1993提出著名的12項生態城市設計原則：(1)恢復退化的土地；(2)與當地生態條件相適應；(3)均衡發展；(4)防止都市蔓延；(5)優化能源；(6)發展經濟；(7)提供健康和 safety；(8)鼓勵共用；(9)促使社會公平；(10)尊重歷史；(11)豐富文化景觀；(12)修復生物圈，對生態城市建構的想法成為後續生態城市研究與規劃的重要圭臬。

Tisdell(1991)認為永續性是以維護各世代間的經濟福利和生產永續性、生態體系中各物種的永續生存和多樣性、社區永續性等；Brink(1991)更強調永續發展是一種政治概念，而非科學理念；王如松(1991)的生態城市概念可分為三個層次：基層為自然地理層，是城市中人類活動的範圍，即城

市生態位階趨勢開拓競爭與平衡的發生過程，須地盡其能，物盡其用；中間層是社會功能層，重在調整城市組織結構與功能，改善系統間衝突，增強城市共生能力；上層則為文化意識層，目的在增強人的生態意識，變外在控制為內在調節，變自發為自為生態城市，是一個持續發展的過程、破舊立新的生態革命，生態城市不涉及城市自然與經濟系統的改造與建設，而是涉及人們觀念意識、倫理與生活方式。

王如松(1991)認為生態城市的發展必須弄清其生態演替的模式與生態自淨能力的機制，把污染問題放進更大的生物循環與生態行為調控當中，從積極的角度進行生態工程建設和土地利用的生態規劃，以增加自然系統的自我調節功能，以從根本面解決問題；黃光宇(1992)認為生態城市是根據生態原理，研究城市生態系統中人與住所的關係，並運用現代科學技術，整合城市經濟與生態系統，保護環境資源與再利用，藉以提高生態城市系統的平衡發展，使人類、環境與自然資源能達到共生互惠的關係。

Dominsk(1992)建議透過減少(reduce)、再利用(reuse)、以及再循環(recycle)三個階段實踐生態都市，其目的乃希望都市在追求經濟發展與社會福祉的同時，透過實際之行動策略達到與自然環境互利共生、和平相處之目標。Roseland(1997)透過專家綜合討論的方式歸納生態城市所應涉略的意涵與範疇，強調應整合城市發展結構的永續化、健康的社區發展、生態科技應用、社會公平原則、本土世界觀、綠色城鄉推廣與生物區域維護。考量在生態容受力與維持生態與文化的多樣性條件下，追求健康舒適的社區生活並滿足人類基本需求。

黃光宇、陳勇(2002)指出生態城市是融合社會、經濟、技術與文化生態等方面的內容，強調在人與自然系統整體協調基礎上考量人類空間和經濟活動的模式發揮各種功能，以滿足人們物質及精神需求，即社會-經濟-自然複合共生系統的全面持續發展，歸納生態城市的特徵表現面向：(1)生態城市是以人工環境為基底，是朝向生態文明的優質環境；(2)生態城市以人、人居環境、環境生物與物質間達到永續發展為目標；(3)生態城市追求社會的綠色正義；(4)生態城市是三度空間的不是僅由平面進行規劃；(5)生態城市為包含自然、經濟、社會的複合生態系統；(6)生態城市可以透過

技術與方法達到結合生態與健康的城市生活環境；黃光宇(2004)進一步提出生態城市是應用生態學原理和現代科學技術來協調城市、社會、經濟及工程等人工生態系統與自然生態系統之間的關係，提高人類對城市生態系統自我調節與發展能力，使社會-經濟-自然複合生態系統的結構合理、功能協調、物質、能量與資訊高效利用且生態良性循環，生態城市是建立在城市發展與自然演進動態平衡的基礎上，是生態健康的城市。

2002年「第五屆國際生態城市會議」報告中強調生態城市的意涵乃是將城市視為「人類賴以生存的複合生態系統，必須考慮將人類賴以維生的社會、經濟、自然」視為一個大複合的整體。鞠美庭等(2007)認為生態城市的本質，應該是城市、經濟、社會系統的生態化，並依此對於生態城市具有的特徵提出說明，描述出完善的生態城市的具體面貌。

表2-2 生態城市相關理念

提出者	理念意涵
MBA (1971)	生態城市規劃五大原則為：生態保護策略；生態基礎設施；居民生活標準；文化歷史保存，及將自然融入都市。
Yanutsky, O. (1984)	生態城市是一個理想的發展模式，遵循生態學原理建立的一個社會、經濟、自然協調發展，物質、能量、訊息高效率的利用，生態系統良性循環的人類集居地。
Register, R. (1987)	生態城市概括解釋為「生態城市追求人類和自然的健康與活力。」
王如松 (1991)	生態城市是持續發展的過程，涉及三層面。第一層為自然地理層，是城市中人類活動的範圍；第二層是社會功能層，重在調整城市的組織結構與功能，增強城市的共生能力；第三層則為文化意識層，目的在增強人的生態意識。
Walter, B., L. Arkin, & R. Crenshaw (1992)	生態城市發展三重點：社會的公平性，作為生態城市建立的政治基礎；以生態發展為主軸的新產業開發，帶動新城市結構經濟發展；健康的生態，包括提升生活品質、健康狀況與減少生態破壞。
Engwicht, D. (1992)	生態城市應盡可能提高交流機會與減少旅次，使多數人經由步行、腳踏車或大眾運輸產生良好互動，免於汽車與污染空氣干擾。
Roseland, M. (1997)	生態城市應整合城市發展的永續化、健康的社區發展、生態科技創新、社會公平原則、本土世界觀、綠色城鄉推廣與生物區域維護。兼顧生態容受力與文化多樣性，追求健康舒適的社區生活。

表2-2 生態城市相關理念(續)

提出者	理念意涵
Liao, C.M. (1997)	生態城市即為擁有健康生態的城市並將經濟、社會、自然系統整合為高品質、低衝擊的生活。即居住、生計、遊憩與市民活動等皆可完全地整合在城市內，使居民減少開車，而在住家的步行距離範圍內即可獲得大部分的日常需求，應用較少的能源、較少的水源並生產較少的廢棄物。此外，可擁有與自然較為接近的居住環境，並且在城市內種植多樣植物。
胡寶琳 (1997)	生態城市基本觀念是：人文生態和自然生態兩方面力求地方性分散或循環，目標是讓城市機器在輸入及輸出的需求和管理達到「循環代謝」地步，是在全球永續發展前提下的地方自足循環的運作。
華昌琳 (1998)	生態城市意指符合生態狀況健康的城市，城市的發展必須與自然環境條件做適當平衡。
胡聃(2000)	生態城市是人與自然和諧發展、城市空間形態建設與自然環境建設相統一的人居形態總和。
黃光宇、陳勇 (2002)	生態城市是社會-經濟-自然複合共生系統的全面持續發展，強調在人與自然系統整體協調基礎上考量人類空間和經濟活動的模式，以滿足人們物質及精神需求。
賴奕錚 (2003)	生態城市是一個具高自然度與資源自足性並且遵循循環都市代謝作用機制的城市。在城市中人類與自然環境維持相互調合關係，保有生態資源多樣性與完整性，有效率使用各項資源，及透過系統回饋重新利用可再生資源。
張昆民、溫宗國 杜斌及宋國君 (2004)	生態城市是可持續性的、符合生態規律和適合自身生態特色發展的城市。
顧大維(2004)	生態城市是以人為中心的經濟、社會、資源與環境密不可分的複合系統，生態城市的真正核心內涵在於人居生態環境的永續發展。
陳瑞鈴、王小璘 (2008)	遵循生態學原理，以滿足人類物質和精神需求的一種社會－經濟－自然複合共生系統、全面永續發展的健康城市。
李玉生、何友鋒 (2008)	遵循生態學原理建立起來的一種社會、經濟、自然複合共生系統、全面持續發展健康的城市，以建立符合本土化、資源高效率運用、師法自然的原則建立舒適、永續、健康的理想城市。
鄭志明、吳濟華 (2011)	強調「人與自然」的協調關係，規劃相關設施時要求盡量減少對生態系統的干擾，仍應以「點、線、面」方式，促其維持其原有環境關連性，使開發行為對生態環境的衝擊，降至最低。

綜上所述，生態城市可定義為：「內涵包括生態衛生、生態產業代謝、生態景觀整合、生態意識培養。強調推動城市生態建設必須採取合理的生態手段，以人為本，提供安全的人居環境，倡導和推進國際接軌，促進國際間、城市間和社區間的合作，開展生態城市建設的實踐和示範活動。」特徵表現在八種面向：

- (一)生態城市是永續發展的過程，涉及人類觀念、意識，倫理與生活方式；
- (二)生態城市是城市生態化發展的結果，是一個健康的城市；
- (三)生態城市以人工環境為基底，旨在建構生態文明的優質環境；
- (四)生態城市以人為本，永續空間形態建設與自然環境建設的統一調和；
- (五)生態城市追求生態、社會、經濟的綠色發展；
- (六)生態城市須具三度空間立體思維，非僅由平面進行規劃；
- (七)生態城市為一涵括自然-經濟-社會的複合生態系統；
- (八)生態城市應透過技術與方法達到結合生態與健康的人居生活環境。

三、生態城市規劃原則

未來城市是由現今城市的不斷更新與改造中逐步發展而來，一旦過度損耗自然環境的服務功能，或是使用生態資源超出都市生態的承載量，將使都市生態系統循環自淨的功能喪失，都市生態品質將面臨不可回復的惡劣狀況，黃光宇、陳勇(2002)認為傳統的都市計畫所遵循的原則和工業社會追求的最大效率、最大生產、最大開發是一脈相承的，導致早期的最短距離、最小投入、最大產出為特徵的功能都市，是按功能主義觀念設計的都市空間結構，是一種嚴格的、邏輯的、理性主義的分支系統，目標是單純的物質建設需求，強調物質環境建設，重視經濟發展，缺乏對環境、社會後果的思維。然而，生態城市發展是一個長遠的過程，是基於生態價值觀的生態整體規劃設計的方法(Methodology of Ecologically Integrated Planning and Design)；聯合國教科文組織(1971)指出生態城市規劃要從自然生態與社會心理兩方面創造一種能充分融合科技與自然的人類活動的最適環境，表現平衡與協調的規劃思想，將都市與鄉村、人與自然視為一個

整體，綜合空間、時間與人三大要素，協調經濟發展、社會進步與環境保護間的關係，促進人類生存空間有序、穩定發展，實現人、自然和諧共生。

生態城市的發展奠基於長期關注都市生態品質的提升及生態系統的穩定成長，在生態城市的複合生態系統中，建設是多維思考、多向度發展的成果；要實現生態城市絕不能只在平面上進行空間規劃分配，須考慮都市社會、經濟及自然三個層面綜合發展特性(Job characteristics)。中外諸多學者致力於生態城市規劃學理研究，Odum(1989)由都市能量的觀點探討土地永續利用，以新陳代謝與質能互換觀點探討都市生態相關研究。Shireman(1992)由都市規劃觀點，提出生態城市發展原則。Roseland(1997)以專案管理觀點提出建立生態城市十個面向。Williams與Gibson(1997)以生態系統為基礎，加拿大都市區域為範圍提出生態城市規劃的十個準則與五個步驟。華昌琳(1997)提出生態原則(物種多樣性與地區生態特徵)建立自給自足的生態社區觀點。華昌琳(1998)，黃光宇、陳勇(2002)以複合的概念，提出整體性綜合考量的規劃架構，描述生態城市多面向、與動態的特質(表2-3)。

表2-3 生態城市規劃原則論點

學者/年期	規劃原則論點
MBA (1971)	1.生態保護策略。 2.生態基礎設施。 3.居民生活標準。 4.文化歷史保存。 5.將自然融入都市。
Hough (1984)	1.過程(Process):動態過程，場域形成是自然、人類歷史與持續循環過程。 2.經濟方式(Economy of means):目的在於減少資源與能源耗損。 3.多樣性(Diversity):多樣性為環境健康之基礎。 4.以家為環境教育起點(Environmental education begins at home):由生活環境接觸自然，與自然互重、學習改善生活環境、了解生態議題。 5.有益環境健全發展(Human development: enhancement of the environment):有機廢物再利用，可成為土壤之養分，增加再生能力。
Register (1987)	1.多樣性就是健康。 2.需要大片區域才能發展自然物種多樣性。 3.土地對生物數量承载力有其極限，由特定風土條件形成。 4.永續社區規劃應要有綠化層級配套。 5.將廢棄物轉變成新資源。 6.生物性病蟲害防治及施肥作法較化學性佳。 7.生物及其棲息地的保護是區域性問題而非單純性都市問題。

表2-3生態城市規劃原則論點(續)

學者/年期	規劃原則論點
Shireman (1992)	1.更有效率的土地使用：減少對汽車的需求、保護城市邊緣土地、減少基盤設施稅收花費、最少的農業土地及濕地破壞 2.更有效率的使用能源：防止資源的減少與環境的污染 3.改善交通運輸：減少交通時間與汽機車污染 4.減少稅、收減少公部門負擔 5.促進永續生產 6.增加住宅供給與降低空屋率 7.在家庭收入基礎上改善社區及住家環境品質。
Roseland (1997)	加州的都市生態學組織(Urban Ecology, 1996)的十個原則： 1.將交通節點與其他運輸設施附近的土地使用之優先性，以創造景緻、多樣、綠化、安全、愉悅與活力的社區。 2.將運輸設施的優先性由汽車改為有利於徒步、腳踏車、手推車及公共交通運輸系統，並強調「接近的路徑」。 3.恢復受破壞的都市環境，特別是溪流、海岸線、山脊線與濕地等。 4.創造適當的、可承受的、安全的、方便的與經濟的混合式住宅。 5.發揮社會正義創造更多機會給婦女、弱勢團體及身心障礙人士。 6.支持地方性農業、都市綠化方案及社區花園等。 7.在減少污染物及有害廢棄物方面，推廣資源回收、適當的新技術與資源保護。 8.在阻止污染物、廢棄物與有害物質生產及使用時，與企業共同合作支持完全生態的經濟活動。 9.提倡自發性的儉樸生活並減少過度的物質消費。 10.藉由親身參與及教育計畫增加一般大眾對生態永續性議題的自覺。
黃光宇、 陳勇 (2002)	生態城市是社會、經濟、自然複合生態系統，生態規劃設計四原則： 1.社會生態原則：重視社會發展整體利益，實現尊重、包容和公正，改善和提高人類生活品質及健康水準，維持社會平等權利。 2.經濟生態原則：注重經濟發展質量與持續性。貫徹節約能源、提高資源利用效率及再生和利用綜合水準，調整產業經濟結構。 3.自然生態原則：城市化過程必須遵守自然演進基本過程與規律，維持自然環境維生與同化能力。 4.複合生態原則：生態城市的社會、經濟與自然系統是相互聯繫、互利共生的，因此必須共通整合，建立有效機制。

透過生態城市文獻探討可知生態城市和傳統都市存在差異性(表

2-4)。

表2-4 傳統都市與生態城市差異性對照表

問題	傳統都市	生態城市
能源	消耗自然資本，依賴不可再生能源	利用太陽能、風能、水能或生物能
材料利用	過量使用高質量材料，低劣質材料變為有毒、有害物質，遺存在土壤中或釋放入空氣。	利用可再生物質，廢物再利用，易於回收、維修、靈活可變、持久。
污染	大量、氾濫	減少到最低限度，廢棄物的量與成份與生態系統的吸收能力相適應。
有毒物	普遍使用，從除蟲劑到塗料。	非常謹慎使用。
生態測算	只出於規定要求而做，如環境影響評價。	貫穿於專案整個過程的生態影響測算，從材料提取，到成分的回收和再利用。
生態學和經濟學觀點	視兩者為對立，短期眼光。	視兩者為統一，長遠眼光。
設計指標	習慣、舒適，經濟學的。	人類和生態系統的健康，生態經濟學的。
對生態環境的敏感性	規範化的模式在全球重複使用，很少考慮地方文化和場所特徵，摩天大樓從紐約到上海，如出一轍。	應生物區域不同而有變化，設計遵從當地的土壤、植物、材料、文化、氣候、地形，解決之道來自場地。
對文化環境的敏感性	全球文化趨同，損害人類的共同財富。	尊重與培植地方的傳統識能和材料，豐富人類的共同財富。
生物文化和經濟多樣性	使用標準化設計，高能耗和材料浪費，喪失生物、文化及經濟多樣性	維護生物多樣性和與當地相適應的文化以及經濟支撐。
知識基礎	狹窄的專業指向，單一的。	綜合多個設計學科以及廣泛的科學，是綜合性的。
空間尺度	往往局限於單一尺度。	綜合多個尺度的設計，在大尺度上反映了小尺度的影響，或在小尺度上反映大尺度的影響。
整體系統	畫地為牢，以人定邊界為限，不考慮自然過程的連續性。	以整體系統為物件，設計旨在實現系統內部的完整性和統一性。
自然作用	設計強加在自然之上，以實現對自然的控制和狹隘地滿足人的需要。	與自然合作，儘量利用自然的能動性和自組織能力。
寓意	機器、產品、零件。	細胞、機體、生態系統。
可參與性	依賴於專業術語和專家、排斥公眾的參與。	致力於廣泛而開放的討論，人人都是設計的參與者
學習的類型	自然和技術是掩藏的，設計無益於教育。	自然過程和技術是顯露的，設計帶我們走近維持我們的系統。
對永續危機的反應	視文化與自然為對立物，試圖通過微弱的保護措施來減緩事態的惡	視文化與生態為潛在共生物，不拘泥於表面的措施，而是探索積極地

	化，不追究更深的、根本的原因。	再創人類及生態系統健康的實踐。
--	-----------------	-----------------

資料來源：van der Ryn and Cowan，1996

四、生態城市類型與指標

自1971年聯合國教科文組織「人與生物圈計畫(MAB)」提出「生態城市」一詞至今，國際上許多國家已審視自身條件，將生態城市的建設與都市生活環境議題，列入國家政策與發展計畫，建構獨特的生態城市。

任一生態城市皆擁有自己的獨特性格，賴奕錚(2003)依都市化程度將生態城市類型分為保育型、維護型、培育型、流失型及復育型等五大類型，建立於都市生態質能概念的分類，較能提供具體而通用的基準。鞠美庭等(2007)依城市建設模式將中國生態城市分為資源型、政治型、經濟複合型、海濱型及循環經濟型等五大類型，依個案分類較不具通用的客觀性。

基於各國生態城市之不同改善環境觀念，Register將生態城市分成三類型：西瓜型生態城市(Watermelon Eco-cities)、青少年型生態城市(Teenage Eco-cities)及健康型生態城市(Healthy Eco-cities)；西瓜型生態城市僅重視城市外圍綠化，建設公共綠地供民眾休憩、交通與提昇城市美感與意象，關注焦點在於人類生活；青少年型生態城市關注環境極限，解決經濟成長與生態環境正常運作間矛盾問題，如土地利用方式變更、廢水及垃圾處理與交通運輸空氣污染等問題(Moffatt, 2000)。先進國家已將健康型生態城市列為國家建設，不同於傳統尋求經濟與生態平衡短期利益的迷失，而在經濟發展與生態保育利益之間權衡，追求長期和健康的生態城市為目標，被稱為「三贏策略」，宣稱惟有健康的城市才有真實的永續生活(圖2-3)。

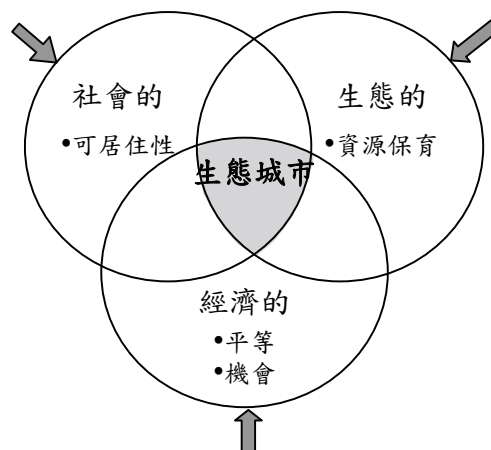


圖2-3 生態城市內涵關係示意圖

生態城市的指標體系是描述、評價生態城市的可量度參數的集合，是綜合評價生態城市發展階段、發展程度、發展品質等的重要依據；生態城市的內涵是一種較廣泛的概念，具體衡量一座城市發展生態城市建設的目標時，必須建構衡量生態城市的指標系統；設計指標體系時，應考慮理論完備性、科學正確性，即指標概念明確，具有一定的科學內涵，又要兼顧資料的可取性、可操作性和可比性。

有關生態城市的指標論述，沈清基(1998)指出生態環境指標除應保持城市生態系統的動態平衡，同時降低自然災害等外部力量的影響、由於生態環境遭受破壞或暫時失衡的各種風險，且提供城市內部動態平衡與動植物、微生物等良好的生存環境。盛學良(2001)認為生態城市評估指標是從社會、經濟、資源、環境與人口四方面所建構出的體系。黃光宇等(2002)認為生態城市的綜合指標體系是以生態城市的創建標準為依據，亦即從社會、經濟與自然三方面建構之。周傑等(2003)認為生態城市指標體系是描述、評價生態城市的可量度參數的集合，是綜合評價生態城市發展階段、發展程度、發展品質等的重要依據。顧大維(2004)認為生態城市應奠基於社會、經濟和自然資源上。鞠美庭等(2007)認為當生態城市是一種目標，也是一種理念，進行生態城市評估時，應結合剛性與柔性方法，並因城市不同而適度調整。

有關生態城市指標體系論述可分為二，一類以社會、經濟、自然系統所構成的指標，此類型應用較為廣泛；另一為以生態系統的結構、功能、協調度所構成的指標體系。目前雖有多位學者建立出生態評估指標體系，但仍未有統一性的認知，關鍵因素在於評估指標應隨各城市建設不同而有所差別，因此各城市在發展過程中均有其特有的指標體系(表2-5)。

建設生態城市除應考量現有城市環境的改善外，還需考慮到往後人類生活環境的發展方向；而要達成此目標則需仰賴生態城市規劃設計手法來推動理念的落實。

表 2-5 生態城市指標一覽表

論著	作者年期	面向	指標內容	
生態城市 衡量標誌	沈清基 (1998)	建構多功能、立體 化綠化網絡	綠覆率 $\geq 50\%$	
			人均綠地面積 $\geq 90 \text{ m}^2$	
			住宅區人均綠地面積 $\geq 28 \text{ m}^2$	
		高水平管理功 能，資源的合理使 用	人口控制	
			資源利用	
			土地使用	
			治安防災	
			城市建設	
			環境整治	
生態城市 建設指標 體系評估 標準	盛學良 (2001)	社會	城市人均擁有道路面積 $\geq 20 \text{ m}^2$	
		經濟	人口成長率 $\geq 4 \%$	
			人居居住面積 $\geq 20 \text{ m}^2$	
			環境保護投資指數 $\geq 3.5\%$	
		自然資源	城市人均公共綠地面積 $\geq 15 \text{ m}^2$	
			建成區綠化覆蓋率 $\geq 40\%$	
			環境功能區達標率 $\geq 100\%$	
			自然保護區覆蓋率 $\geq 10\%$	
生態城市 綜合指標 體系	黃光宇 王勇 (2002)	社會	社會管理機制健全(管理監督、公眾參與、政策制訂)	
		經濟	環保投資指數	
			人居居住面積 $\geq 20 \text{ m}^2$	
		自然資源	自然 環境	大氣環境
				水環境
				建成區綠化覆蓋率 $\geq 50\%$
				人均公共綠地面積 $\geq 20 \text{ m}^2$
				自然保護區覆蓋率 $\geq 5\%$
				生物多樣性
			人工 環境	空間型態與自然的結合
				功能佈局
				風貌景觀
				建築空間組合
				建築物理環境質量
				防災與安全性
				環境設施配置

表 2-5 生態城市指標一覽表(續)

論著	作者年期	面向	指標內容		
生態城市 指標建立	賴奕錚 (2003)	城市結構	人口密度		
			都市化程度		
			每人公園綠地面積		
		自然資源	自然河川比例		
			自然地區比例		
			農業用地面積		
生態城市 發展指標 體系	顧大維 (2004)	社會	人口指標		
			居住水準(居住面積)		
			公共建設水準(每人的道路長度與面積)		
		經濟	土地		
			土地資源(都市保留地、都市地區人口密度)		
		自然資源	生態環境(每人公共用地面積、都市地區公共用地面積的比率)		
			都市土地更新(每年更新的廢棄土地佔已更新的都市土地面積之比)		
			人土關係(都市中公共區域、公共綠地比率)		
			都市土地使用效率(容積率 FAR)		
			土地與都市景觀	自然保護區與保存建築物在都市中比例	
				露天、非廢棄空間在都市中佔有比例	
				受保護的空間在都市中佔有比例	
				不永續住宅的比例	
				被保護區佔據之建築物的比例	
				登記或被公告為古蹟之建築物數	
				閒置與廢棄空間比例	
			交通	道路佔都市土地比例	
				都市地區提供徒步區比例	
				道路上或道路外自行車道長度	
				步行、騎單車、搭車或開車上班比例	
				尖峰時間平均車速	
			大眾運輸易行性		
		自然資源	生態環境為生態價值保護比例		
			城市綠覆率居民人均綠地面積		
			公眾對生態環境滿意度		
			建成地區每人公共用地比率		
			自然保護區覆蓋率		

		生物多樣性和受保護的地區數目比例
--	--	------------------

參、生態城市優質案例剖析

生態城市也稱生態城(Eco-City)，是一種趨向盡可能降低對於能源、水或是食物等必需品的需求量，也盡可能降低廢熱、二氧化碳、甲烷與廢水的排放的城市。一個永續性都市可以自行供應自己本身所需要的能源與食物，盡量減少對於周圍鄉村的依賴，並且盡量使都市居民減少產生生態足跡(Ecological footprint)，能夠對待周圍環境更加友善，減少污染、土地利用與全球暖化，因此，生態城市應表現出「具有永續性、尊重生態環境的都市生活模式」。

國外推動生態城市建設已行之有年，諸多國家並將生態概念落實於其都市發展政策之中。本研究衡諸國際生態城市發展背景，羅列新城類及更新類兩大類優質案例，以為國內發展生態都市之借鏡，以利於針對不同規模的都市採取因地制宜的產業發展策略。

一、新城類生態城市

(一)芬蘭赫爾辛基維琪(Viikki)

赫爾辛基建城於1550年，是芬蘭首都和第一大城市，是歐盟國家中繼都柏林之後第二個城市發展最快的地區，總人口達一百多萬，經濟繁榮，交通發達，赫爾辛基大首都地區目前正經歷自其城市化以來巨大的結構性變化，透過「眾多的吸引亮點」實現整合。

Viikki位於赫爾辛基大首都的特勒灣地區，距赫爾辛基10公里，面積800公頃，建立在芬蘭文化風景區的一個試驗型生態住宅區和高科技大學校園的綜合體(圖3-1)，赫爾辛基Viikki新郊區計畫1990年開始推動，1995年核定，2004年完成第一期建設，2010年完工，計畫提供13,000居住人口，6,000個就業機會，是芬蘭最大的生態建築區，由赫爾辛基市政府和中央部門共同推動，包括芬蘭國家科技署、建築環境科技專案小組、房地產及營造協會等，企圖綜合生態手法、科學技術與環境設計，創造「舒適永續」的城市環境，特點是整體性考量區域生態環境和生物多樣性、水資源的循環、能源節約及創造、廢棄物處理、公共空間和生活品質、交

通運輸系統、社會服務、經濟活動等，是一個綜合科學與生態學的新郊區。

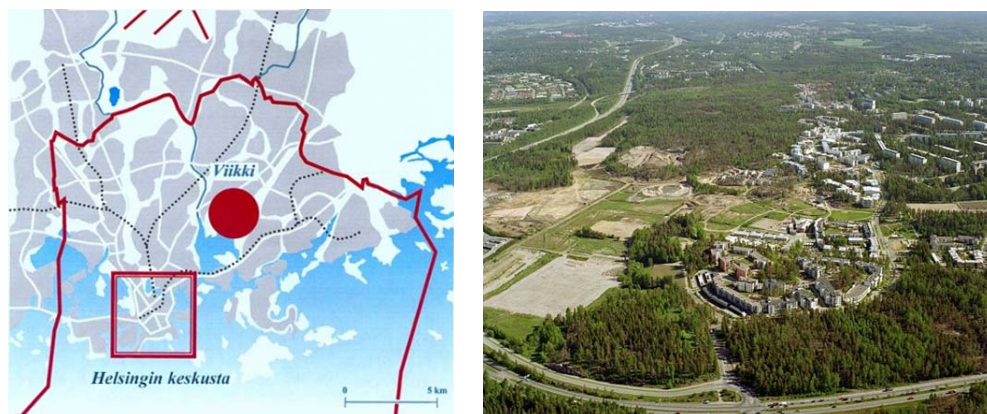


圖3-1 赫爾辛基Viikki新郊區計畫區位及建設藍圖

(資料來源：City of Helsinki Ministry of the Environment)

Eco-Viikki的生態城市發展主要規劃為二大區塊：一為科學園區，另者為生態建築園區(圖3-2)。

1.科學園區

Viikki的科學園區主要以生命科學與生物技術為主要發展方向，目前有超過3000名研究生以神經生物治療藥物、腎臟病治療藥物和低膽固醇食品方面的研究為主，取得了不少研究成果；其他科學研究單位有生物化學研究所、微生物研究所、動物生理學研究所、環境研究所、藥物研究所和赫爾辛基大學生物技術研究所等。芬蘭唯一的農林學院也設置於此。該園區已經成為歐洲第二大生物技術研究中心、歐洲研究領域最寬廣的生命科學研究基地。

2.生態社區

Eco-Viikki的發展重點為生態社區計畫，此為芬蘭最大的實驗住宅群，位於Viikki的東北區，以新型住宅規劃，生態社區的開發過程係以一連串競圖的方式來徵求創新的設計方案，獲得極大的迴響，第一期競圖案即獲得91個設計團隊的提案。第一期新建住宅群面積約23公頃，其規劃內容為容納1700人的住宅社區，包含日間照護中心、學校和商店等…，目前已完成五期；住宅設計強調健康、永續和鄰里關係，利用天然資源，減

少建築物耗能，控制有害廢氣物的排放，並滿足PIMWAG生態指標內容。

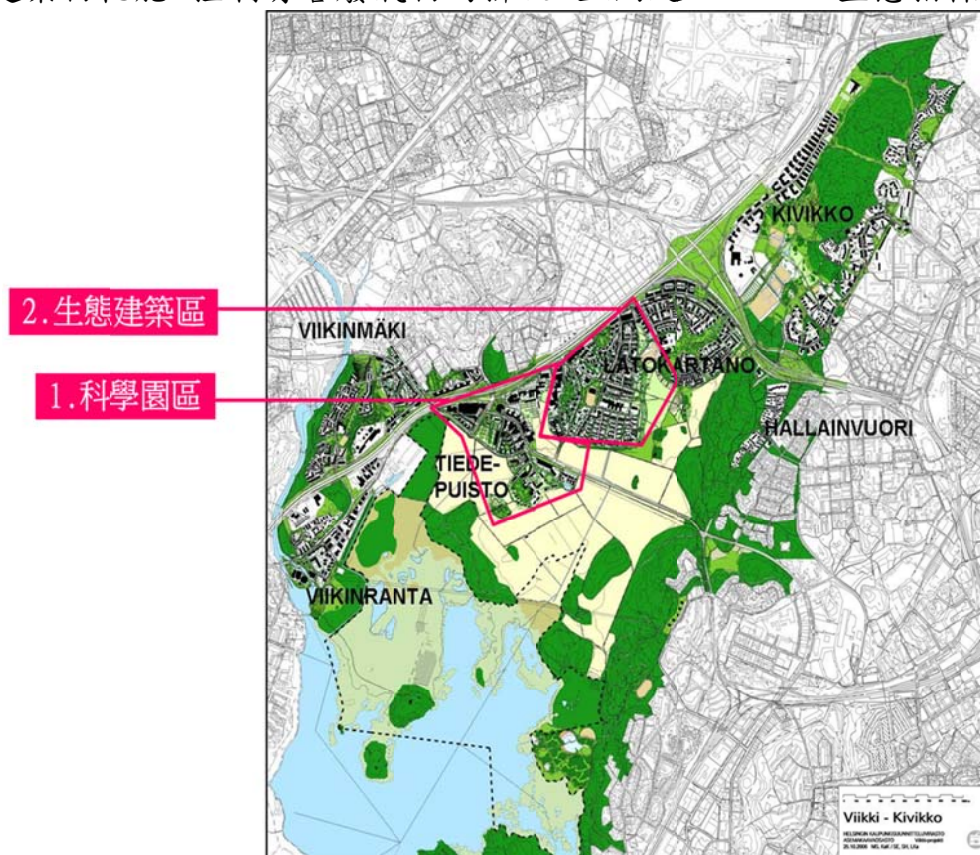


圖3-2 赫爾辛基Viikki新郊區實施區位圖

(資料來源：City of Helsinki Ministry of the Environment)

Eco-Viikki生態都市指標PIMWAG命名集結是開發商團隊之英文字母第一個字而成，針對污染量(Pollution)、自然資源(Natural Resources)、健康(Health)、生物多樣性(Biodiversity)、增益物質(Nutrition)條件規範。

1. 污染量(Pollution)管制

主要規範項目包括二氧化碳排放量、用水量、建築耗材、家庭垃圾量及環境標籤(environment labelling)，依指標完成度進行評分。其中二氧化碳排放量基準值為 $3200\text{kg}/\text{m}^2$ ，每少 $500\text{kg}/\text{m}^2$ 加一分；用水量基準值 $125\text{升}/\text{人}/\text{日}$ ，每少 $25\text{升}/\text{人}/\text{日}$ 加一分；建築耗材基準值 $18\text{kg}/\text{m}^2$ ，每少 $3\sim 5\text{kg}/\text{m}^2$ 加一分，家庭垃圾量 $160\text{公斤}/\text{人}/\text{年}$ ，每少 $160\text{公斤}/\text{人}/\text{年}$ 加一分；環境標籤無基準值，以達到永續的產品數為給分標準(表3-1)。

表3-1 PIMWAG生態指標--污染量(Pollution)管制

Pollution污染	基準	1分	2分
二氧化碳排放量	3200kg/ m ²	2700kg/ m	2200kg/ m ²
用水量	125升/人/日	105升/人/日	85升/人/日
建築耗材	18 kg/ m ²	15 kg/ m ²	10 kg/ m ²
家庭垃圾量	160公斤/人/年	140公斤/人/年	120公斤/人/年
環境標籤	無	只少兩樣產品達到永續指標	多樣產品達到永續指標

(資料來源：City of Helsinki Ministry of the Environment)

2.自然資源(Natural Resources)使用最佳化

主要規範項目包括主要能源、熱能與電力。熱能與電力設定低於傳統平均能耗33%，其中熱能基準值105kwh/m²/年，每少20kwh/m²/年加一分；電力能耗基準值45kwh/m²/年，每少5kwh/m²/年加一分(表3-2)。

表3-2 PIMWAG生態指標--自然資源(Natural Resources)使用最佳化

Natural Resources 自然資源	最低標準	1分	2分
主要能源	30GJ/ m ² /50年	25GJ/ m ² /50年	20GJ/ m ² /50年
熱能	105kwh/m ² /年	85kwh/m ² /年	65kwh/m ² /年
電力	45kwh/m ² /年	40kwh/m ² /年	35kwh/m ² /年
多功能用途空間	一般解決方案	平面可改造或住宅機能集中於公共空間	住宅機能集中於公共空間+多功能空間

(資料來源：City of Helsinki Ministry of the Environment)

3.健康(Health)

主要規範項目包括室內空氣品質、濕度、噪音係數、風與太陽能、住宅配置替選方案為重點。室內氣候環境分類為(1)室內空氣品質的目標值(S)、(2)設計與營建的準則(P)、(3)建築產品的規定(M)；基準為室內空氣品質的class2、設計與營建的準則的class1與建築產品的class2。

濕度則以1997年RakMK C2之建築規定為準；噪音則以RakMK C1規範為準；風力與太陽能的應用，則以能否提出傑出方案為加分標準。

表3-3 PIMWAG生態指標--健康(Health)

Health健康	最低標準	1分	2分
室內氣候	S=class2* P=class1 M=class2	S=class2* P=class1 M=class2	S=class2* P=class1 M=class1
濕度	好的一般解決方案	比RakMK C2(1997)更佳	創新使用
噪音	一般解決方案	達到RakMK C1 level(1997)	比RakMK C1 level(1997)更佳
風與太陽	好的一般解決方案	傑出的解決方案	—
住宅配置替代方案	一般解決方案	15%平面可調整	30%平面可調整

室內氣候環境：S=室內氣候目的標值 P=設計與營建的準則 M=建築產品的規定

4.生物多樣性(Biodiversity)

以植物選擇與水管理為規範項目。若能根據棲地類型選擇植物，則算達到標準，若能以複層化或停院設計促進植物多樣性，則可進階加分；暴雨管理部分，須能配合建築標準 RakMK D1 的解決方案；若能進行與水再利用或創新應用，則可進階加分(表 3-4)。

表 3-4 PIMWAG 生態指標--生物多樣性(Biodiversity)

Biodiversity生物多樣性	最低標準	1分	2分
植物選擇與棲地類型	根據棲地型態選擇物種	藉由多樣複層化的植物群創造植物特性	庭院設計促進生物多樣性及棲地環境生長，植生環境包含多樣物種
暴雨管理	配合建築標準 RakMK D1的解決方案	雨水再利用(提供多樣生態系統及花園用水)	創新使用

5.增益物質(Nutrition)

Eco-Viikki 規定應以栽種有用的植物為主，有用的植物達灌木和樹總量 1/3 時可獲一分，若能提供居民自耕庭院的機會可再加分(表 3-5)。

表 3-5 PIMWAG 生態指標--增益物質(Nutrition)

Nutrition 增益物質	最低標準	1分	2分
栽培有用的植物	一般解決方案	有用的植物達灌木和樹總量的三分之一	提供居民自耕庭院的機會

Viikki 的住宅須符合 PIMWAG 準則的最低標準才可獲得建築基地與建築許可，因此，該地區發展可符合芬蘭生態政策的預期，達到減少 CO₂ 排放量、減少 10% 廢棄物、以自然資源轉化為熱與電、水資源的再利用系統等目標；雖然本準則的最高分數可累積高達 30 分，然而能夠達到 10 分的標準已足以顯示生態計畫方案的傑出表現。

綜觀 Eco-Viikki 的成功作為包括：

1. 政府主導--國家型旗艦計畫(配合 1990 年芬蘭政府推動生態規劃與營建政策標)；
2. 競圖--計畫內容確定，即以競圖徵選優良的設計方案；
3. 財源充裕--主要來自赫爾辛基政府及芬蘭國家科技署(TEKES)、芬蘭環境部(投入 4 百萬歐元)，部分來自於能源應用計畫或相關計畫補助；
4. 廠商配合--
 - (1) 整合能源系統—太陽能住宅區，採低溫技術，以地熱與太陽能滿足住宅能耗需求，利用風能優化室內環境，並使 CO₂ 減少 20%。
 - (2) 建物環境系統—採開放工法，以較大棟距提升通風效果，考量綠建築，種植有用灌木供住戶就近取食，達到百里內取食目標。
 - (3) 提高土地使用效率—500~1000m² 花園土地分配作為家庭農藝、住宅區和公園綠地使用，集結全體住戶的創意用途，以具備多樣化綠色植栽和蔬果，並開發兒童與青年公園、幼稚園、購物中心、商店與餐廳。

Eco-Viikki 的具體成效包括：

1. 能源：太陽能，兩座太陽源供應 10 處住宅計畫區、低耗能住宅設計，面積 1400 m² 熱能收集版，為芬蘭最大；
2. 材質：開放式工法、綠建材；
3. 土地使用：分配小土地供發展家庭農業，住宅區與公園綠地的結合；

- 4.水：雨水再利用；
- 5.廢棄物：減少 10%的廢棄物；
- 6.社會環境：Viikki 園藝中心提供居民 500-1000 m² 花園土地的租用；創造兒童與青年公園、幼稚園，地區商業中心、大型百貨公司，提供多樣化商店與餐廳，豐富多樣化的綠色物種與蔬菜種類。

Eco-Viikki 的啟示：

- 1.積極的計畫目標及生態責任；
- 2.有效率的監控和檢討回饋系統；
- 3.需要資源的長期投入，關鍵因素為健全的財務；
- 4.國家級機構的推動及學校、學會的協力合作；
- 5.具有農業及生物科技等核心產業的研發園區；
- 6.自然環境優先，營造兼顧工作、生活、休閒、健康的居住環境；
- 7.富有教育功能的競圖過程。

(二)瑞典馬爾摩(Malmö)西港區(Vastra Hamnen)

瑞典是全世界最注重且力行環保的國家，完全不用石油發電，已有 1/4 能源使用再生能源，是歐洲國家平均的四倍，為了達成 2020 年零石油的目標，推出 70 幾種環保稅，包括能源稅、垃圾焚燃稅、二氧化碳稅、二氧化氮稅等等，「以價制量」的環保政策推行起來十分最有效；馬爾摩市大力發展公共交通運輸系統，居民生活便利性提高，易達性也提高，因此便能減少一些開車的機會。

瑞典第三大城馬爾摩是北歐最早工業化的都市之一，位於瑞典南部，人口約二十七萬，面臨著重大轉型需求，努力從一個重工業的經濟體系轉型為以知識經濟為基礎的城市。轉型的過程中，馬爾摩積極的依照聯合國「二十一世紀議程 (Agenda 21)」規劃城市的永續發展，期許城市的發展能夠尊重生態系統的健全運作，世紀交接之際，馬爾摩獲得瑞典中央政府撥款補助改善城市的生態環境，市政府執行了西港新市鎮計畫(a new urban district of Vastra Hamnen)，以生態永續為標的再開發計畫被視為是馬爾摩邁向生態城市的重要開拓型的計畫。

西港(Vastra Hamnen)位於馬爾摩的北邊，19 世紀中葉到 80 年代後期，是陸續填海造陸而成的海埔新生地，過去作為造船及其他相關工業用途，20 世紀末造船工業走入歷史，開啟新的契機，佔地約 140 公頃，全區由住宅、辦公、商業、學校與服務設施組成，滿足居住、就業、就學、與休閒需求，容納 10,000 名居民及 20,000 個就業人口及學生，人口密度會達到每平方公里 7,143 人，遠高於目前馬爾摩的平均水準 1,739 人，確保資源有效率利用，工業港區轉型為世界級生態永續新市鎮。

1996 年，馬爾摩策略性的將 Bo01 開發案結合歐洲建築博覽會，以地區規劃、建築、社區管理等方式進行永續發展的超前嘗試，促使城市發軔轉型；2001 年，馬爾摩在西港地區西緣的基地上，以「未來城市」主題舉辦第一屆歐洲住宅展(First European Housing Expo，簡稱 Bo01，又稱「明日之城」，也是第一期開發案名稱來由)，建造了約 350 戶公寓的區域，向世人展示了一個高密度、但卻對生態環境友善的都市發展模式。Bo01 區域佔地約二十五公頃，一千三百個住宅單位，容納兩千人口，另有餐廳、商店、公園等基本的都市機能(圖 3-3)。



圖 3-3 西港區(Vastra Hamnen)計畫圖

Bo01 新市鎮能成為生態、永續發展城市的示範區，主要奠基於節能、節水、節地、節材、環保等五大方向。

1. 節能策略

Bo01 新市鎮是歐盟 100 個「能源再生運動(Campaign for take off)」示範區的首選，透過馬爾摩市政府、Sydkraft 電力公司、Lund 大學及瑞典國家能源部合作實現 Bo01 100% 能源再生計畫，於 2001 年獲歐盟的「推廣可再生能源獎」；經過改造的馬爾摩西部濱海地區成為世界領先的永續發展地區，朝著「生態可持續發展和未來福利社會」邁進了一大步。基本原則為：(1) 能源消耗最低化 (2) 使用再生能源；(3) 年內能源平衡原則；(4) 滿足居住高標準舒適感。其中「年內能源平衡原則」為都市內自給自足觀念，民間工廠與市政能源管網相連結，以備儲存能源。

(1) 能源利用

100% 利用風能、太陽能、地熱能、生質能，實現 100% 能源再生。

- a. 風能——來自於 Bo01 以北 3 公里的 2MW 風力發電廠(2001 年建成，瑞典最大風力風電廠，年產 630 萬 kWh)，充分發揮濱海優勢，可滿足社區所有家庭用電，熱泵及社區電動機車用電，區內電能 99.5% 來自風力發電。
- b. 太陽能——用於發電和供熱，在 5 戶一棟的樓頂安裝 120m² 太陽能光電系統，年發電量 1.2 萬 kWh，可滿足 5 戶住宅單元得年需電量；另裝設 1400m² 的太陽能板於 10 戶一棟的屋頂和牆上，其中 200m² 為真空集熱器，年產熱能 525MWh(375kMh/m² 年)，可滿足社區 15% 供熱需求，將成為瑞典最大的都市太陽能工程，除可滿足能源利用外，有同時成為建築表面造型，相得益彰(圖 3-4)。
- c. 地熱能——採用地源熱泵技術，將海水以及地下水層的熱能透過地下土層管線取出地下熱量，此外，天然氣及人體排泄物產生的沼氣(biogas)，也都是暖氣的能源。地熱泵能比電鍋爐供熱節省 2/3 電能，比燃料鍋爐節省 1/2 能量，用戶可節省 30~40% 供熱費用。另者，室內加裝溫度感測器，自動調節鍋爐或熱泵供熱效率，地熱的合理使用可滿足社區 80% 供熱需求。
- d. 生質能——將生活垃圾及廢棄物透過處理站可將產生的電力及熱能用於社

區。



圖 3-4 西港區(Vastra Hamnen) 太陽能發電板融入建築設計

(2)能源消耗

瑞典地處北歐，冬季長夏日短，建築供暖占全國總能耗 1/4，占建築能耗 87%。Bo01 能耗集中於暖氣和家庭用電。

- a. 管制能耗—建築物和電器用品的設計力求使用最少的電力，透過 IC 技術管控屋內水和能源使用狀況，驅動室內自然通風，強化建物外殼隔熱效果，使每戶能耗不超過 105kWh/m²年，只有馬爾摩平均用電水準的一半，2006 年的平均值是 87 瓦特，遠超越當初設定的目標，證明 Bo01 的節能措施相當成功，市政府也著力於省電常識宣導。
- b. 提高能效—從樓面設計、建材選擇、電器配套等力求高能效、低耗能，普遍採用斷橋式噴塑鋁合金門窗、高效暖氣片斷(配可調式溫控閥)、可調式通風系統、節能燈具、空心磚牆及複合牆體，留存熱氣，保持室內溫穩定溫度。
- c. 充分利用 IC 技術—在能產與能耗、用水、垃圾、交通等設施安裝電子卡，施行全程全面的管理、控制和監測，建立資料庫，並進行動態管理，包括隨時查詢和比較每月用水、電、暖的狀況，建議相關改進措施；提供垃圾回收處理的回饋機制；提供動態停車及公共交通時刻表；提供寬頻網路，實現在家辦公。

(3)能源的供需平衡

導入「大循環週期概念」，社區電網、熱網與市政電網、熱網相串聯，彼此間能源可相支援，使 Bo01 在以年為週期的運作中，實現了社區能源的自給自足和供需平衡；另者，鼓勵再生能源生產與使用，當再生能源價格過高時，採行補貼政策平抑之。

2.節水策略

瑞典國內湖泊眾多，淡水資源豐富，因此，非常重視水污染問題。Bo01 新市鎮實施了三項措施。

(1)給排水系統

Bo01 的給排水系統與市政管網相連結；區內水景由點線構成，成為網狀格局。

(2)雨水處理系統

雨水首先透過屋頂綠化系統過濾處理，補充綠化系統水分，餘水分經簡單處理後排入大海。

(3)節水器具

住宅內使用兩檔、三檔節水馬桶，並安裝節水龍頭。

3.節地策略

透過設計提高社區土地利用效率，並增加社區美學。

(1)土地利用

Bo01 的建物樓層數 3-6 層，配置沿襲低密度、緊湊、私密、高效的傳統用地原則，突顯以人為本的功能性原則。

(2)高層塔樓

Turning Torso 超高層綜合公寓位於 Bo01 北面，外表由九個立方體加疊，經順時針扭轉而成，共分 54 層、高 190m，總面積 12,150m²，150 套居住與辦公單元，2005 年完工(圖 3-5)。

(3)充分利用地下停車空間

極大化使用地下停車場、鼓勵使用自行車和公共汽車、社區內儘可能使用電動車。



圖 3-5 Turning Torso 是西港新市鎮地標(Santiago Calatrava 建築師設計)

4 節材策略

- (1)透過合理的規劃設計和採用先進的住宅建造計技術，達到節約建材之目的，如部分住宅樓版採用鋼結構體系。
- (2)在社區投招標階段，提前公佈建材選用指南，明確列出對環境及人體有害的材料清單，要求所有工程承包商必須遵守。
- (3)社區公共部分儘量採用壽命較長、再生利用的材料(木材石料)，並對未來可再用於鋪設道路的底料加以考量。

5.環保策略

堅持生態多樣性減少環境污染原則。

(1)生物多樣性

Bo01 啟動之初，先由環保和科研機構對住宅示範區進行地毯式的物種搜索及土質和水文測試，務求開工之前，對當地出現的物種進行妥善的移植和保護，並在建設後期進行景觀設計時再移植回來。在 Bo01，賦予綠地另一層意涵，提供生物作為棲息地，以增加生物多樣性，兩個比較大型的公園及各有特色的中庭花園，為了確保綠地發揮生態效用，發展出兩個規範性策略，「綠地指數」(green area factor)以及「綠點數」(green points)。「綠地指數」代表基地生態效用的平均值，建商須在綠地和植栽設計達到規定指數；除了植栽，水塘、鳥箱(bird-box)等非植栽設施也可

發揮生態功能，可以得到「綠點數」。透過「綠地指數」和「綠點數」，建商和居民發揮創意，綠化任何可被綠化的地方，包括建築牆面及屋頂綠化(green roof)。此外，雨水和融雪也被充分利用以營造迷你濕地作為水生動物的棲息地，雨水自然滲入土壤，水生植物負起淨化徑流水質的功能，免除下水道高額建造成本，同時減少徑流對海洋的污染。

(2)植被屋頂

Bo01 區中，碧綠色屋頂成為特色。主要功能是調節降雨，透過植被屋頂可將 60%的年降雨透過蒸發再回歸大氣水循環，餘水經過植被吸收後再進入雨水收集系統；另者，植被屋頂有利屋面保溫隔熱，可讓屋頂溫度從冬季-30°C 及夏季 80°C 轉化為冬季-5°C 及夏季 25°C。

(3)廢棄物處理

a.生活垃圾處理

採行 3R 原則，遵循分類、磨碎及再利用處理程序。首先居民將生活垃圾分為食物類垃圾及其他類乾燥垃圾，透過社區內兩個地下真空管道，連接到市政地下收集器中，食物類垃圾裝滿後，真空垃圾車將其拉走，藉由 KREPRO 脫磷技術後，廢棄物可循環再利用，作為營養素或肥料回到農作中，其餘垃圾與有機廢棄物一起被帶到市政生質能反應器，轉化成甲烷、二氧化碳和有機肥；其他類乾燥垃圾經焚化產生熱能和電能，為社區每戶提供 290kWh/年的電量，滿足公寓全年正常照明用電需求。

b.建築垃圾處理

將垃圾分為 17 類，有效提高垃圾回收利用率，並配合工廠預鑄作業，減低工地現場建築垃圾量。

(4)污水處理

Bo01 區的污水通過市政管網併入市政污水處理系統。其中一廠將收集之污水進行發酵處理產生沼氣，經淨化後達到天然氣品質；另一廠則對污水中的磷等富含營養化學物質進行回收再利用，製造化肥，減少生態破壞。

(5)清潔能源

沼氣發電作為社區電動車能源；馬爾摩的市公車都使用天然氣和沼氣混

和的環保燃油，連 Bo01 的養護工程車也是環保電動車。

Bo01 全區包括街道在內的公共空間完全針對行人和腳踏需求而設，宛若行人徒步區，街道上鮮少看到車輛。私人汽車需求減少，停車位也減少，目前平均每戶人家 0.7 個停車位，低於馬爾摩平均值 1.1，大量減少不經濟的空間浪費。

西港新市鎮的案例呈現了迥異於傳統的都市設計手法，都市設計扮演著重要角色，牽動著都市表面形式的設計，Bo01 的設計看到了人、能源、物質、水、以及其他生物在都市與其他生態系統中的互動和影響，透過重新思考與定位的流動方式，追求生態永續性。

(三)德國漢諾威 Kronsberg

Kronsberg 城區位於下德國薩克森州首府漢諾威市東南，地理位置優越，從上世紀 60 年代開始就被列為城市發展重點地段，直到 2000 年世界博覽會在漢諾威召開，才促成緊鄰世博會區的 Kronsberg 城區規劃的真正實施和完成。Kronsberg 城區以低污染與低耗能兩項中心思想進行規劃，以生態化設計手法，促進城市永續性發展，是目前歐洲地區最大的生態城市典範之一。規劃專案是由漢諾威世博會組委會，德國環境基金會，和歐盟共同參與的。從 2000 年第一批住戶開始入住，到 2004 年已建成 3000 套住房(包括 2800 套普通住房，200 戶連排別墅)，將在未來為 15000 居民提供 6000 套住房，總面積 140 公頃，具有高度生態化標準的中心城區包括 3 個幼稚園，1 所小學，一所中學，一所教堂，一個已經投入使用的醫療中心(圖 3-6)。

Kronsberg 城區作為歐洲住宅模範區，體現出：1.生態最佳化；2.城市是座園林；3.城市作為社會化的生存空間等三項特質。



圖 3-6 Kronsberg 城區規劃圖

1. 生態最佳化

2000 年德國世界博覽會主題為「人類-自然-技術」。展示人類科技的進步以及用來保護環境的先進科技，提倡人與自然的和諧，依此前提和 Agenda 21*主旨建造 Kronsberg 城區，充分體現生態居住和建造的思想，無論是規劃還是施工階段，始終將生態化奉為主臬，成為歐洲生態化居住的模範區。2001 年在奧地利的林茨市(linz)，漢諾威市 Kronsberg 城區以生態化設計，從 83 個國家 1260 個競爭項目中脫穎而出，獲得能源節約奧斯卡大獎第二名。2002 年，在奧地利聖潑爾騰(St.Ploelten)為表彰 kronsberg 城區在能源節約，環境保護做出的模範性作用，主要負責人之一的漢諾威市環保局局長漢斯莫寧霍夫(Hans Moenninghoff)獲得了歐洲氣候聯合會頒發的「氣候之星 2002」大獎。生態最佳化體現面向：

(1) 能源利用

為改進德國每年製造近十億噸的 CO₂，Kronsberg 發展目標設定為降低至少 60% CO₂ 排放量，整體區域上採行熱電聯產的區域集中供暖系統，

及低耗能房屋；局部區域上採行太陽能供暖系統、被動式房屋、風力發電和光發電系統。

①整體區域

a.熱電聯產的區域集中供暖系統

Kronsberg 城區的能源優化方案最大程度體現在就近供暖系統，將所有建物連結至分散式供暖系統，由於分散式供暖系統可同時透過能源動態回收系統或是發電站來供應熱能，使二氧化碳釋放比普通居民區的標準減少了 60%，分散式供暖系統的能源使用效率高達 80-95%。兩個分開的供暖站保證了所有建築的就近供暖，減少了能源的浪費。同時，太陽能發電和共 3.6 MW 的 3 個風力發電機的投入又使二氧化碳釋放量減少了 20%。

b.低耗能房屋

被動供暖房屋(passive house)是一種新型低能源消耗房屋，有極好的隔熱、密封層，幾乎不需供暖，室內保持空氣清新，冬夏恆溫，年均供暖消耗能量低於 15kwh/m²，把通過窗戶照射進屋內的陽光的熱量，所有電器、做飯、洗澡的熱量，以及住戶自身發出的熱量……全部保持在建築內部，基本不流失；關鍵乃採用先進的隔熱技術，3 層玻璃的窗戶提供極好隔熱密封層。室內污濁空氣排出之前，先吸收空氣中儲藏的熱量，再釋放給進入室內的新鮮空氣，使 90%以上的熱量保留在室內，當室外溫度低至 -8°C 時，室內在沒有供暖的情況下仍然可以保持 21°C，房屋三層玻璃吸熱裝置使冬天幾乎可以不用暖氣，並有良好隔音效果。統計說明低耗能房屋每年至少節約 55kWh/m²，且比德國既有房屋節省 1/3 熱能，100m²住宅區年使用低於 500m²的天然氣。

②局部區域

a.太陽能供暖系統

Kronsberg 城區高達 40%的熱能系統來自太陽能供暖系統，關鍵為一 2.75m³的儲熱槽，可將 1,470m²的太陽能版熱能儲存應用。

b.被動式房屋(passive house)

被動式房屋坐北朝南，光線來自南向，使用隔熱建材阻絕熱量散失，並

以密不透氣的門窗減少熱量流失。德國 1995 年新建房屋耗能率需低於 100 kW/h，而被动式房屋卻僅 15 kW/h。

c. 風力發電

1990 年起 Kronsberg 城區已有一小型風力發電機(300KW)，1995 及 2000 年又加裝兩座發電機，年發電量各為 1.8MW 及 1.5KW，可減少 Kronsberg 20%CO₂ 排放量。

同時，社區的居民自身也有很強的節約能源的意識，除安裝節能燈外，還在購買電冰箱，洗碗機時選擇節能型電器。

(2) 節水策略

德國河流眾多，湖泊星羅棋布，主要河流有萊茵河、易北河、多瑙河及悉威河等；湖泊則有博登湖、基姆湖、莫利茨湖，水資源充沛，為維持優質水環境，不僅污水需先治理，且對雨水進行收集再利用。Kronsberg 最有特色的是節水設計，整個城區是個大型雨水收集站，雨水被收集、儲存、生態淨化，作為綠化灌溉，蓄水池也是社區景觀亮點。

① 雨水收集系統

德國規定受污染的雨水需經過處理後才能排放，房屋新建或改建需裝設雨水收集系統，方能免除雨水收集費。Kronsberg 透過雨水收集系統儲存水資源，用於灌溉及環境用水，不足時再以自來水補足，其雨水利用理念為屋頂雨水經由水管進入住宅綠地、土壤滲入地下，若雨水滲透力強，則進入小區的滲透溝或窪地，根據綠地耐淹力準則，只要在標準範圍內，雨水徑流皆可滲透到地下，若超過標準，則藉由溢流系統排入市政污水管道。

社區鋪面都做到最小的封表式地表，也就是全社區雨水滲漏式地表，每一個院落都含有滯洪池及疊水工，滯洪設施進一步變成景觀與淨化設施，充分展現出結合水質水量水生活的觀念。

② 節水設備

德國國人每天消耗 142L 飲用水，多數用於淋浴及沖馬桶，後流入污水系統，只有 3L 用於烹調及飲用，漢諾威水務局將每人每天飲用水設定為 100L，將節水措施全面專注於節約飲用水，提供每戶兩個節水設備，

可大大降低用水量，且無不便影響。另者，縮短傳輸飲用水管徑，並輔以引用水專用管道，可有效降低飲用水的使用量。

③排水溝系統

街道兩側排水溝系統可在最快時效內收集街道雨水，公共區域及私人用地的雨水也同樣被收集，作為景觀水源再利用，水景大力地提高環居住環境品質，同時雨水再利用的視覺化過程讓國人直觀瞭解生態概念，強化資源保護意識。

(3)廢棄物處理

①建築物垃圾處理

漢諾威市政府就減少建築垃圾和建築垃圾再利用問題與施工單位達成了協定，在 kronsberg 城區只利用健康、環保型的建築材料，建築垃圾採取分類處理。kronsberg 的垃圾處理系統早在社區設計施工階段就開始運作了，其中 86% 的事前分類廢棄物皆可回收再利用。

②社區垃圾分類

建築設計也考慮到了垃圾分類的問題，加上社區內的分類垃圾桶，減少了垃圾處理的程式，節約了人力和物力。此外，還鼓勵居民在自家花園裡處理生物垃圾，把垃圾轉化成肥料。社區為自行處理生物垃圾的居民和單位提供相應的技術諮詢和幫助，以達到最佳的處理效果。

(4)土地管理

在施工初期挖出了約 700.000 m³ 土，經分析計算，所有這些土或被生態化處理，或留在原地用作景觀的施工材料，或作為附近的農牧業用土，運輸範圍在 10 平方公里以內。景觀設計師在 kronsberg 城區設計的兩個觀景小山，世博會場地的人造地形，離城區不遠的高速公路的隔音牆，覆蓋舊垃圾場的草地，很好的利用了這些土。十萬多車次的運輸被節省了下來，避免了由此而產生的灰塵，雜訊，交通負擔以及能源浪費，施工單位也節省了處理費用和運輸費用。

(5)環境資訊

城區規劃階段成立了 kronsberg 城區環境資訊交流中心(KUKA)，專責能源、垃圾處理、土壤、水、景觀、農業和交通方面的諮詢和監督，並

從城市發展，生態生存角度進行面向公眾的宣傳工作，城區建成後繼續服務社區，處理一切與環境相關問題。

2.城市是座園林

Kronsberg 城區的林蔭道、樓間綠化帶、公共天井花園、私人花園，形式多樣，植被豐富。還有兩個大型社區廣場公園，多採用當地種植物，自然天成，處處綠蔭掩映，由於巧妙的雨水收集系統設計，處處流水潺潺，詩情畫意。

緊臨的農場和牧場給居民帶來田園的閒適，隨時帶孩子去看農田和動物，既能培養孩子對大自然的熱愛，又可品嚐到新鮮水果和蔬菜。

3.城市作為社會化的生存空間

人具有社會性，生活在群體之中。社區作為人的社會化的生存空間，人性化的設計極其重要，重視人與人的交流與關懷也是 Kronsberg 的特點。城區配置了文化藝術中心，包括圖書館，多媒體中心，老年活動中心，青少年活動中心，藝術工作室等。

另外城區還特別為提供殘障者 30 套、銀髮族 100 套住房，為了不讓老年人產生被社會排斥的孤立感覺，將住房散佈在整個住宅區，並配置了 24 小時應急的專責部門。由於外國人口增多，設計師設計具有不同國家地域風格的 93 套住房，彌補不同種族信仰和生活習慣的差異。

綜觀 Hannover-Kronsberg 生態社區生態永續城市規劃具體實踐手法包括：生態最佳化--街廓計畫配合景觀計畫，提供城市新綠色廊道；透過都市計畫規範，提供城市開發過程的生態補償機會，樹立景觀計畫與都市設計之法令地位；複合的都市設計機制，限制建築工法與材料，減少建築過程能耗；以複合土地使用與生活型態，降低社會衝突；重新建構住宅社區擔任生態鏈回饋角色；建構新的住宅社區與社會型態，以空間手法轉換社會族群衝突；此一生態社區體現許多社會混合的經驗與創新，實現新的居住品質，值得深入探索、瞭解與借鏡。

(四)澳洲阿德雷德 Adelaide

阿德雷德(Adelaide)是澳洲聯邦南澳大利亞州首府、商業和文化中心，以其廣大、眾多的公園，藍灰砂岩的建築和輕鬆愉快的生活方式而著稱，是汽車、電器工業發達的澳洲第四大都市：城市規劃及架構很集中，市區內有許多保存完善的老建築物，整個市中心都被公園綠地包圍，徒步可達性很強，是南澳第一大城，澳大利亞第四大城，人口逾 120 萬，風景秀麗，有「小西歐」之稱，位於印度洋沿岸阿德雷德上，是一個轄域修長的城市，從海濱到山丘寬約 20 公里，長約 90 公里。

阿德雷德是以威廉四世的王后阿德雷德命名，建於 1836 年，設計者是首任總督威廉·萊特上校，建立在托倫斯河(River Torrens)附近。受田園城市運動影響，城市呈棋盤狀，建築區之間有寬敞的大街和公共廣場，城市周圍有公園環繞。今日的阿德雷德以節日慶典、葡萄酒、藝術和體育競賽著稱，其北台地是南澳大利亞州最大中心商務區(圖 3-7)。



圖 3-7 澳洲阿德雷德市中心

位於阿德雷德的澳大利亞城市生態組織(Urban Ecology Australia)成立於 1991 年，是聯合國認可的非營利和非政府組織，致力於將人類居住區轉變為生態城市--活力、公正、永續生態和經濟可行的社區。阿德雷德生態城專案大部分得利於澳大利亞城市生態組織的努力和推動。

澳大利亞城市生態組織認為生態城市應在居民使用最少自然資源下獲得優質生活，以五面向實現生態城市目標：

- 1.使用本地材料和本地能源、空氣和水流以達到最好的效果；
- 2.將自然生態系統融入市區，引入本地野生動植物，提升城市公共空間；
- 3.使用植被控制城市小氣候，穩定溫度和濕度；
- 4.通過創造歡樂的社會環境，增強社區生活和社會人際關係；
- 5.支援創新文化，繁榮和發展創造潛力，使用新技術改善建築宜居性。

生態城市規劃設計原則：

- 1.城市結構：低密度城市成為由綠地分割、一定大小、中高密度的城市居民區網路，多數居民生活在步行或者自行車尺度的工作通勤距離內。
- 2.建築：生態城市的建築應最大程度利用太陽、風和降水以補充居住者的能源和水需求。以多層住宅保有最大綠地。
- 3.生物多樣性：生態城市應當有自然棲息地的穿越廊道，以保有生物多樣性，使得居民能接近自然並獲得愉悅。
- 4.交通：透過最短「食物里程」，使生態城市的食品多數來自城市內部或鄰近地區，減少交通成本。多數居民透過步行、自行車、大眾交通解決工作通勤，最小化對機動車的需求。
- 5.產業：生態城市的產品可以被再利用、再製造和再循環。產業生產過程需要注意副產品的再利用和最小化產品的移動。
- 6.經濟：生態城市是勞動密集型而不是材料、能源和水密集型經濟，以維持足夠的工作和最小化材料的通過量。

阿德雷德生態城發展有著三個關鍵性作為：

1.影子規劃(Shadow Plan)

1992年，理查·雷吉斯特在阿德萊德參加第二次生態城市會議時，驚奇地發現澳大利亞政府的部長和內閣被稱為「影子部長」和「影子內閣」，於是提出「影子規劃」的構想，展現了生態城市在明確的生態規劃和發展框架下被計畫性實踐。

阿德萊德是「影子規劃」成功實踐案例，時間跨度為300年，從1836

年早期歐洲移民來到澳大利亞，到 2136 年的生態城市建成，描述了 300 年來澳大利亞阿德萊德地區的變化過程(圖 3-8)，整個「影子規劃」由六個歷程板塊組成。

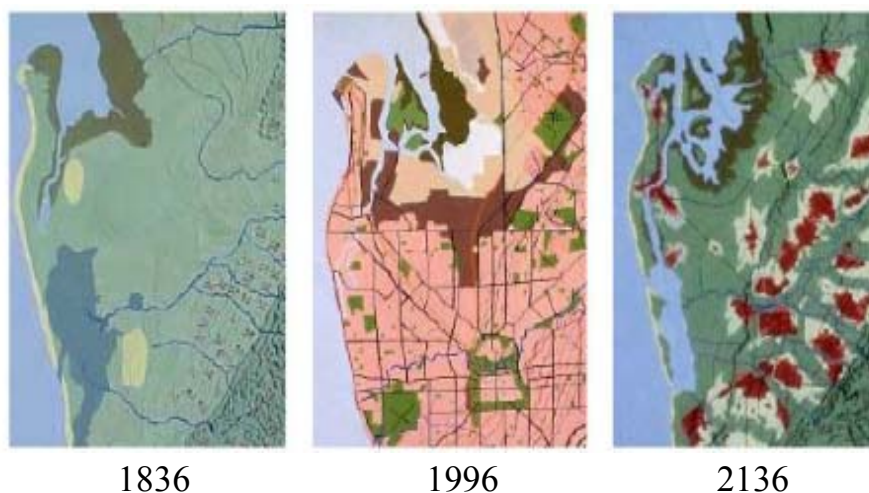


圖 3-8 阿德萊德影子規劃的三個重要時程

第一個歷程板塊(1836)以托倫斯河流域為主，以塔達亞生態區域(Tandanya Bioregion)的原住民為主，整區被自然灌木及植物覆蓋，擁有清澈溪流，海岸濕地及藍色海洋，「阿德萊德國家歷史」有完備記載。第二個歷程板塊(1996)代表現在的阿德萊德，以顏色顯示環境健康狀況，與 1836 年呈現巨大對比，稱為影子規劃發展劇烈，因為 160 年間整片原始生態系統已經消失。

第三個歷程板塊(1996)顯示影子規劃的初步萌芽，公園沿著溪流分布，都會食物花園出現，都市停止擴張等。第四個歷程版塊(2076)是為「重要」板塊，位處時間軸中心點，混合新舊土地使用、都市擴張、高密度都市中心與殖民 VS 原生，明顯地，綠色走廊已在舊市區形成，並朝 2136 年未來都生態都市中心集結。

第五個歷程板塊(2112)是影子規劃的最後傳統階段，已加速對影子規劃理念的接受度，大部分生態區域已轉劃成與現存生態區域平衡發展。最後一個歷程板塊(2136)是影子規劃的都市中心已發展為獨立生態城市，擁有獨特產業及交通系統。

影子規劃的實踐步驟分為：

- (1)水路成為未來綠色廊道的骨幹；
- (2)現存都市中心將自然演進成為未來生態城市；
- (3)主要道路將作為未來多重運輸廊道；
- (4)生態城市透過多重運輸廊道連結，每個城市可擁有自己的運輸系統，彼此間卻也方便聯繫；
- (5)城市中的物理生態足跡會被貫穿的運輸線所影響，需採直線管理；
- (6)每個城市具有獨自特色，但非獨特功能；
- (7)每個城市有其特別的小氣候、土壤型態、水紋系統與日照方位及其特殊產業，並依賴多重運輸系統進行連結與交易。

2.Christie Walk 住宅示範區

是位於阿德萊德市中心區的中密度住宅區，面積 2000m²，27 個住宅單元，居民 40 人。關切議題包括水和能源的永續利用、能源的再利用與再循環、健康友好的公共空間；具體實踐面向有五：

(1)雨水回收與利用

Christie Walk 住宅示範區對暴雨的再回收減輕了對於水的依賴，並將之用於花園澆灌與廁所沖水。

(2)能源利用與保存

屋頂上裝設光電版，採用被動式太陽能/氣候反應設計，透過微風、陽光及植栽進行冷熱濕度控制。獨立的被動式太陽能設計(passive solar design)有著低耗能的材料、以及第一、二階的太陽能熱水提供與第三階的光電技術(photovoltaics)。Christie Walk 住宅示範區將戶內溫度維持在舒適範圍內，同時使用太陽能加熱器，因此用電量少，使用最低或不使用冷氣，夏天尖峰電力使用較一般南澳之住家少，一人家庭，能源使用 6.28kWh/人天，低於南澳全燃料式能耗 15.12 kWh/人天，或全電力能耗 14.97 kWh/人天，CO₂ 排放量亦相對降低，一人家庭，CO₂ 排放量 6.95kg/人天，低於南澳全燃料式 CO₂ 排放 11.96 kg/人天，或全電力 CO₂ 排放 16.25 kg/人天。

(3)再利用與再循環

禁止使用對人體有害之產品，並禁止使用冷氣。

(4)健康友善公共空間

建構步行友善空間，並開放公園分享大眾，包括屋頂花園(具當地食物生產力)。

(5)環保政策

積極推動廢棄物分類相關措施，減少廢棄物總量，2014 年可減少 25% 廢棄物掩埋量。

3.哈利法克斯(Halifax)

哈利法克斯生態城是澳大利亞第一例生態城市規劃，不僅涉及社區和建設的物質環境，且涉及社會與經濟結構，提出「社區驅動」的新生態開發模式，位於澳大利亞阿德雷德市內城哈利法克斯街的原工業區，占地 2.4 公頃，與現有城市生活和設施緊密結合，350~400 戶混合型社區，住宅為主，配有商業和社區服務設施。

哈利法克斯生態城是由一家非營利性公共組織--澳大利亞城市生態公司(聯台國註冊的非政府組織、南澳大利亞保護委員會成員)和生態城市股份有限公司合作開發，且得到其他團體和參與者支持，如工會、租賃者協會、教育協會、工業、環境及社區組織等。建成後的哈利法克斯生態城將成為阿德雷德市(Adelaide)的一個有機組成部分(圖 3-9)。



圖 3-9 哈利法克斯(Halifax)

哈利法克斯生態城的規劃設計由建築師保羅道頓(Paul F Downton)與生態活動家查利霍伊爾(Cherie Hoyle)等人，不僅涉及社區和建築的物質環境規劃，且涉及社會與經濟結構，向傳統商業開發挑戰，提出社區驅動生態開發模式。1994 年 2 月，哈利法克斯生態城榮獲「國際生態城市獎」，1996 年 6 月在伊斯坦布爾舉行的聯合國人居二會議「城市論壇」被認為是最佳實踐範例。

哈利法克斯生態城為人們提供直接接觸整個環境和社會問題的機會，且人們應該自己選擇他們理想居住地方或居住模式。認為如果城市是全球生態破壞中心，那城市也必然是全球生態問題解決的途徑。澳大利亞城市生態組織相信一個生態城市如果在人類社會中保持平衡，也就會在人與自然中保持平衡。認為生態發展關鍵是在城市居住區形成過程中真正的社區參與，及影響生態實現(如化石能源真實價格)和促進社會平等的經濟系統。哈利法克斯的技術已在全世界應用，許多理念和技術都包含在一個綜合的生態發展裡。

(1)哈利法克斯生態開發模式

哈利法克斯生態城市的開發 12 項規劃原則：

- a.恢復退化的土地：住宅區發展中，充分重視土地的生態健康性和潛力；
- b.適應生物區：尊重、重視並適應生物區的生態因素，開發模式要與景觀、土地固有形式及其極限相適應；
- c.平衡發展：平衡開發強度與生態承载力，並保護所有現存的生態特徵；
- d.阻止城市蔓延：劃定永久自然綠帶，提高人類住區密度開發或在生態極限允許的開發密度下開發；
- e.優化能源效用：實現低水準能量消耗，使用可再生能源、地方能源產品和資源再利用技術；
- f.利於經濟：支持並促進適當的經濟活動；
- g.提供健康和 safety：生態環境可承受下，使用適當材料和空間形式，為人們創造安全、健康的居住、工作和遊憩空間；
- h.鼓勵社區建設：創造廣泛、多樣的社會及社區活動；
- i.促進社會平等：城市的經濟和管理結構體現社會平等原則；

- j. 尊重歷史；最大限度保留有意義的歷史遺產和人工設施；
- k. 豐富文化景觀：保持並促進文化多樣性，將生態意識貫穿到人類住區發展、建設、維護各方面；
- l. 治理生物圈；藉由對大氣、水、土壤、能源、生物量、食物、生物多樣性、生境、生態廊道及廢物等方面的修復、補充、提高來改善生物圈，減小城市的生態影響。

(2) 哈利法克斯生態城開發策略

- a. 生態開發潛力：人類活動引起土地退化，土地的恢復治理越形迫切，對土地生態開發潛力評價也越形重要。城市開發應與建立在生態原則基礎上的土地利用潛在模式相呼應，城市的生態開發對整體提高生態的健康性有著積極的作用；
- b. 使用現有技術：生態開發應該使用簡易、有效、適當的技術，而不是外來的或不必要的高消耗或高複雜的技術；
- c. 建築與場地的整合：按生態功能與美學標準對建築與場地進行整合，任一建築最重要的關係應該是與其環境協調而不是簡單地佔用空間環境，不僅可反映場地的經濟，同時也反映其生態性；
- d. 綠色建築：健康建築應該在材料、結構、設計和建設過程面助益環境，不產生副作用；
- e. 微氣候：每一建築影響所在場地微氣候，城市則影響區域氣候。生態開發要求建築環境順應微氣候的改變或提供蔽護，滿足住戶要求。
- f. 接近規劃：有效規劃可使能耗降低到最小。可通過降低交通量和儘可能縮短至目的地距離而降低能耗，Richard Register 稱為「接近規劃 (proximity planning)」，首先滿足步行者，回歸到人的新標準；
- g. 靜態交通：應就交通設計與佈局進行整體考慮。汽車通道應進行限制，除滿足必需、應急的車輛要達到所有建築外，私人小汽車是不被允許的。停車場盡可能減小，並使之適合用於其他功能，如雨水收集；
- h. 自我建設：一是透過自己的勞動汗水替代任何貨幣的選擇權利，以便貧困者失業者仍可對城市發展出一份力，特別適用於發展中國家和經濟衰退期；二是生態系統不可能保持靜止不變，生態開發允許每一位公民可

在其後院進行適當調整和改變；

- i.可循環材料：鼓勵可循環材料的適當使用，減少廢物和不必要的能源消耗。建築應採用可循環材料建造，以易於循環利用其整體或部分元件，建築材料選擇也應與其功能、生命週期相適應；
- j.地區資源：建築材料和元件生產應最大限度取自當地，建立在總體系統分析基礎上，尋求降低能源消耗和材料廢物，強化地區經濟發展。
- k.水源和水循環：生態開發的水源應取自區內流域，保持人工環境建成之前的水循環模式，並與周邊地區相適應。
- l.能源供應：生態開發尋求自足的能源供應。能源使用應建立在熱效率基礎上，應來自可更新能源，天然氣最好用作加熱和炊事而不是發電。
- m.廢棄物：自然界是沒有廢物的，所有資源系統、能源和材料使用都被設計成很少或沒有廢物。
- n.再種植：生態開發應以種植當地本土植被為主，並與一定的生態調控目標相結合；
- o.食物：盡可能提高景觀生產力，增加食物(如蔬菜、水果)生產量；
- p.藝術：藝術應與生態開發場地結合起來，如同空氣與水；
- q.工業：產品符合生態開發的工業是被允許的包括空間技術；
- r.教育與技能培訓：生態開發過程和相應運作都需要教育及技能培訓；
- s.銷售管理和社區聯繫：銷售、管理和社區聯繫應確保合乎倫理與平等。
- t.社區：社區需求推動生態開發，生態開發滿足社區需求。社區應自我管理；
- u.資金：生態開發資金來源應合乎道德，理想的資金投入應來自本地。

(3)哈利法克斯生態城開發程序

生態開發另一個重要內容是創立「社區驅動」程式，其理念是開發由社區控制，包括社區的規劃、設計、建設、管理和維護全過程都由社區居民參與，是社區自助性開發方式，發動關鍵是管理機構—管理組，邀請個人和代表加入，協調組建土地信託公司、生態開發公司和社區委員會三組織，建立土地信託公司或土地銀行來購買土地、控制財政，對區內生態開發的不當行為提出警告；生態開發公司是社區基本的開發實體；社區委員

會則代表社區內的承租戶、擁有者、使用者，處理社區內部衝突及需求，利於居民在不斷發展過程中參與設計、維護和管理。

股權與參與權面向的公眾與組織，在個人或組織的目標是恰當的情況下，可通過各種方式參與社區建設。每一位可能成為未來居民者都可參加生態城市「赤腳建築師計畫」。在來自股權登記和居民會議回饋的基礎上，一系列赤腳建築師計畫評議會、設計討論會傳遞有計劃、開發及設計方面的資訊，資訊涉及從區域基礎設施、歷史、生態到社區藝術、設計，從地方規劃、管理到整個場地規劃建議，從詳細設計、材料獲取到場地建設組織和程式等內容。居民都可參與計畫最後的詳細設計，同時在設計、建設過程中學到城市生態學的有關理論和實踐應用知識，使建設者既瞭解社區，又瞭解生態學。建築師、城市生態學家在其中起著諮詢及教育的作用。

二、更新類生態城市

(一)巴西庫里奇巴(Curitiba)

Curitiba是為Paraná州首府，海拔932公尺，為巴西第七大都市，人口數約175萬，城市GDP170億美元，全國第四高。聯合國評選為「最適合人類居住的都市」；1990年聯合國命名為「巴西生態之都」及「都市生態規劃典範」；1996年聯合國「第二屆人類集居地會議」讚譽為「全世界最佳創新城市」。該市以永續發展都市計劃、垃圾循環回收、能源保護專案，及以公車導向的交通系統創新名聞遐邇。

Curitiba市面積432km²，氣候潮濕高溫，屬熱帶雨林氣候。為巴西成長最迅速的都市，1950~1980間由於大量人口湧入該市，為人口驟增最高峰(約5%)，2005年總人口數約300萬人，在缺乏人口控制策略下，造成該市資源嚴重缺乏與長期處於危機之中，居住、交通、廢水與環境問題影響都市整體發展。1966年頒佈綜合性整體規劃方案，發展策略包括都市發展的長遠目標、運輸、交通、工作、居住與社會凝聚力等內容，建構以公共交通為基礎的帶狀城市發展模式。

Curitiba生態城市特色在於有限資源的循環利用，提升整體城市生活

質量，巧思和蛻變始於 1971 年 Jaime Lerner 市長擘畫 Curitiba 未來 30 年人性化都市改造計畫，以「綠色城市」為目標，成立庫里奇巴都市規劃研究中心(IPPUC)，挑選創新、適應自然、具遠見的策略，解決城市所面臨的困境。將過去以工業發展為主、都市交通混亂不堪、社區垃圾漫天飛舞、空氣瀰漫烏煙瘴氣、人民生活環境品質低下的都市，改造成兼具美化綠化、創意美學、交通順暢、生活品質改善、生命價值增進、居住滿意度提昇的都市，所實施的改善規劃包括公車捷運化、綠色交換機制處理廢棄物、收購土地創造綠帶、舊公車與建築再利用、河岸週邊的土地規劃等，將該城市建構成極具自然環境與人性空間的生態城市。

Curitiba 市是快速公交系統的發源地，70 年代起致力於改善和保護都市生活品質的各種土地利用措施，制定公車導向的都市開發規劃，總體規劃採行主軸式--走廊式開發，不僅鼓勵混合土地利用開發的方式，且規劃以市公車線路的道路為中心，對所有的土地利用和開發密度進行分區。因此，公共交通運輸系統為主要該規劃之核心成為 Curitiba 建設新社區的最重要發展項目，原則是將公共運輸、道路建設與土地利用相結合，建構「結構道路(structural avenues)」(圖 3-10)。此外，該城市同時兼顧了居住、水資源、廢棄物、公共建設及環境等生態建設策略。

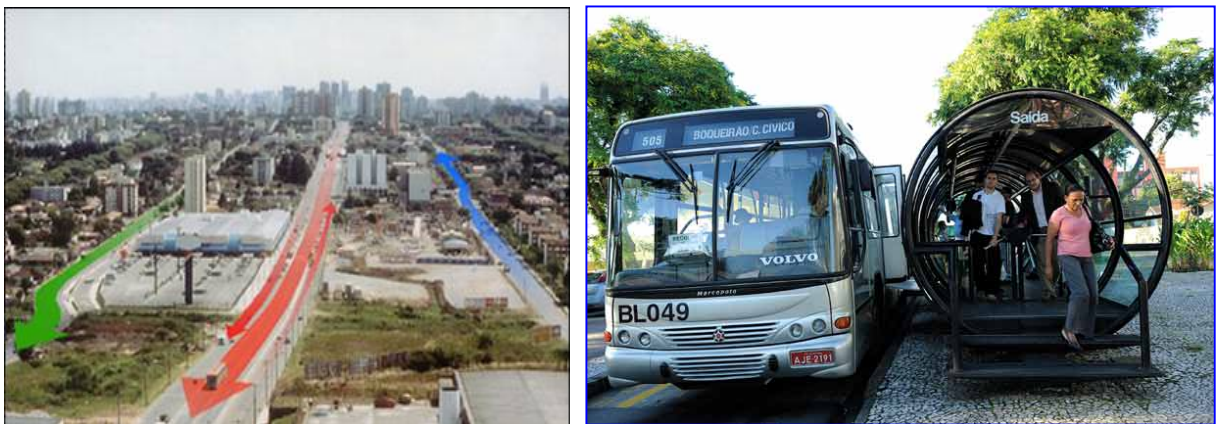


圖 3-10 Curitiba 具綠美化及舒適之道路系統

(資料來源：http://www.ippuc.org.br/pensando_a_cidade/index_transpcoletivo_ingles.htm)

由於都市規劃、土地利用和公共交通一體化等方面具有巨大成就，該市被認為是世界上最接近生態城市的都市。世界銀行和世界衛生組織給予

極高評價。其廢物回收和循環使用措施以及能源節約措施也分別得到聯合國環境署和國際節約能源機構的嘉獎。

這個南美的「第三世界」城市曾創下與巴黎、溫哥華、雪梨、羅馬並列，被聯合國選為「最適合人類居住的城市」、「全世界最創新城市」、「全世界最綠城市」、「市民享有最高綠地比率」、中南美「最綠之都」等佳評；99%市民不願意搬到其他城市居住，99.5%的家戶擁有自來水和電力，98%有做垃圾分類，更有 75%以上的人擁有自宅。Curitiba 的成長指標就是市民生活感受的提升。主要作為：

1.大眾運輸系統

IPPUC 由大眾運輸、土地使用、街道網絡三方面治理都市路網。

Curitiba 的成功，主要環繞著近 40 年來，優異而創新的交通規劃。1968 年，建築師 Jaime Lerner 帶領著帕拉那省聯邦大學團隊，提出「三重道路系統」：兩條單向行駛街道間夾以一條僅容兩公車專用道的街道。五條從市中心幅射而出的三重道路，以及將一條行人大量使用得道路改為徒步街，有效解開交通死結。而精心設計的公車系統，以及由交通帶動都市計畫，讓 Curitiba 市在都市成長同時，維持交通的暢行無阻。

1974 年以整合性運輸網絡(Integrated Transportation Network)讓城市內專用交通道路連結市中心與鄰近地區，提高公車行駛速度及安全性，專用公車道已長達 58km，跨越東西南北，整合區內 270 公里支流道路及 158km 內部區域道路，遍及 65%都會區域，加入便利道路，讓都會運輸系統涵蓋整個城市，擴及整個大都會區域十個城市(圖 3-11 圖 3-12)。

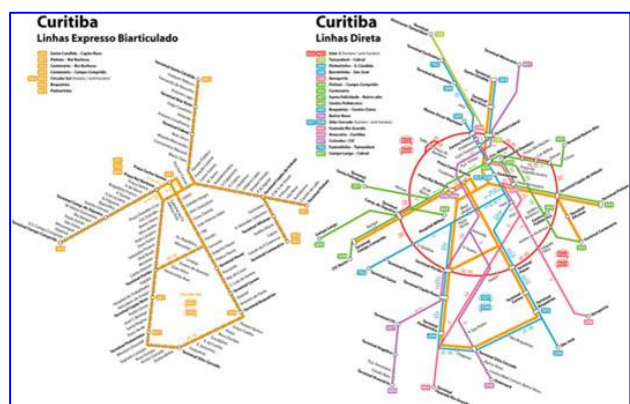
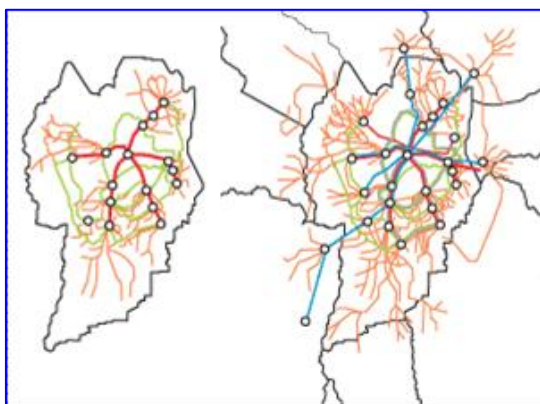


圖 3-11 Curitiba 80-90 年代道路網絡系統 圖 3-12 Curitiba 大眾運輸網絡
(資料來源：http://www.ippuc.org.br/pensando_a_cidade/index_hist_planej_ingles.htm)

今日，Curitiba有著高效率的快速便捷都會運輸系統，1分鐘一班汽車、26分鐘可轉搭三班公車到達30公里外的目的地，雖擁有全巴西最高家庭所得、全國第2高的小客車自有率，每千人擁有267輛小汽車，僅次於首都巴西利亞，卻高達3/4的通勤族搭公車，每天運送214萬人次，超過紐約的地鐵運載量，滿意度更高達89%，一年省下700萬加侖燃料，交通能耗為巴西其他城市1/4，這一低耗能、高品質城市，採用「捷運化」BRT公車系統，設計出與公車高度相當的透明玻璃管狀車站，方便上下車、進站購票、出入動線、無障礙通道；平均上下車只30秒，減少公車停下時間與排放廢氣；良好的路線規劃讓公車等待時間少於一分鐘，搭配公車專用道，行駛相同距離只需過去1/3時間，特殊的兩至三節串聯車廂，可運載270名乘客，每位通勤者平均省下40分鐘通勤時間，節省50%的耗油量，平均每人交通成本僅為收入10%，經過30年的努力，讓「開車不會比較快」觀念深植人心。

1991年起規定汽車燃料可加入最高25%乙醇，使得Curitiba成為巴西空氣品質最好的城市，乙醇汽油對環境污染程度僅為傳統汽油30%，可減少25%的CO、CO₂排放量，降低碳氫、氮氧化合物的排放。

2. 土地再利用

政府將舊垃圾場改建為植物園，將廢棄採石場美化為具有人工瀑布湖區的公園，舊型公車車體被利用為行動圖書館、育兒中心或是公車餐廳，可作為懷舊的教育場地，傳達民眾永續環境理念，創造美化綠化與人性化的都市環境。政府將高乘載公車運輸系統所騰出道路空間，改造為綠地，提供超過聯合國人與綠地空間比例5倍的都會環境綠地，讓市民享有優質「綠地權利」，Green「平均綠地所得——綠地比例」高居全球第二，成為一個光合作用城市，獲得聯合國評選為世界上最宜居城市。

3. 綠色交換計畫(Green Exchange Program)

Curitiba市的都市計畫以逐步聚焦社會福利環境議題，成功地解決當今許多城市困擾不已的廢棄物處理問題，以「綠色交換機制」規劃資助「垃圾採購專案」，解決廢棄物及垃圾資源回收，不需耗費數億經費的環保回收系統及救助弱勢族群的公益資金，一樣可以建立資源整合系統，動

員弱勢族群全面投入環保資源回收，改善弱勢族群的生活。貧民區小巷沒有鋪設柏油路面，收送垃圾卡車無法進入，連經常性垃圾清運工作都無法達成。便透過小型卡車，停在該市一百多個政府公有地定點上，定時回收，附近市民便拿出一袋袋垃圾交換食物、筆記本及其他生活必需品，如 60 公斤垃圾可得到 60 張兌換卷，足夠換取全家一個月食品(可兌換公共汽車票、學校用練習簿或是聖誕節玩具)。兩公斤可回收利用物質，可換得一公斤食品。而大多數的食品是政府向農民購買生產過剩農產品。此舉除可解決廢棄物問題，也同時改善低收入戶生活品質，並善用了過剩農產品，真可謂「一舉多得」。再者，當資源不斷地回收、再利用，垃圾問題也可減少許多。

4. 防洪措施

河岸平原是城市裡美麗的風景；但暴雨時可能淹水的河濱，站在市政府角度，毋寧說是一顆不定時炸彈。Curitiba 長期以來飽受水患之苦，水災問題已非常嚴重，若以工程防洪，花費高達數百萬美元，70 年代起，IPPUC 團隊拋棄「人定勝天」的防堵思維，將河岸轉型為河濱公園，作為洪水的緩衝帶，讓河川自然泛濫，利用河畔綠地，做為市民休閒及教育的場所，逐步將河岸規劃成休閒、公園用地，開發上也以保留自然景觀為主，省下了修築堤防的大筆預算。至今，Curitiba 已是市民平均享有公園綠地面積最大的城市之一；其增進的環境品質，以及預防過度開發的河岸地區淹水損失的效益，更難以估量。

綜觀 Curitiba 40 年改革成果，Curitiba 市政把握「前瞻、利民、創意」的三大利基點，以及政策規劃上，整合都市計劃、環境、社會及經濟等多方面政策的用心，讓 Curitiba 從不起眼的一般區域級大城，發展成繁榮幸福的世界級都市規劃典範。在都市化逐漸成為人口分布主流的今天，Curitiba 的經驗，值得新興都市及發展中都市學習。另者，城市治理利害關係人，若能以卓越前瞻遠見，用心謹慎、人性化與科技化的整合、創意美學的設計、開源節流的思維等理念與方法規劃城市建設，永續生態城市將可披星趕月，指日可待。Curitiba 市的奮鬥經驗，可作為我國生態城市發展標竿與典範。

(二)美國維吉尼亞州亞歷山大(Alexandria)

Alexandria 是美國維吉尼亞州波托馬克河畔的獨立市，位於華盛頓哥倫比亞特區以南約 6 英里。由於非常接近美國首都，居民大多就職於聯邦政府部門、軍隊或為周邊廠商，最大僱主是美國國防部。為了發展永續城市，從城市水質改善、垃圾管理、交通運輸規劃著手，讓 Alexandria 成為提供多樣與美麗的城市環境。

2007 年，Alexandria 市府與 Virginia Tech' s Department of Urban Affairs and Planning(UAP)共同合作推動「Eco-City Alexandria」計畫，以「城市憲章(Eco-City Charter)」及「環境行動方案(Environmental Action Plan)」引導 Alexandria 朝向永續生態發展。市府團隊以一份既存的城市計畫為基礎，透過國家及世界的最佳案例檢查，彙整出提出一份「計畫與實行模式概要(Compendium of Model Programs and Practices)」。2008 年 Eco-City Alexandria 團隊與 Alexandria 市民及企業共同研議方案，促使 Alexandria 朝向生態城市方向發展，策略有八。

1.明確目標與願景

Eco-City Alexandria 描繪 2015 年生態城市規劃願景，是讓 Alexandria 成為活躍性、多樣性、文化性及美麗城市，擁有多重都市村落，讓居民因擁有生態社區而引以為傲，目標有三：

- (1)透過周延規劃並契合 Alexandria 發展願景，規劃及開發新舊社區、自然景觀，並鼓勵高運輸導向的新發展與再發展。
- (2)在新發展、再發展與公設中，強調自然保育、增加開放空間、休閒空間與公園擁有率，維持及增加居民平均樹蔭遮蔽率；鼓勵民眾使用大眾運輸、自行車、步行及自助旅遊，以改善空氣品質。
- (3)整合多模式運輸系統，提高運輸效率，進而使搭乘者意願提高；另者，配合民眾採用替代運輸模式，朝向步行及大眾運輸便利性規劃。

2.節能與綠建築

Alexandria 藉由推動節能計畫與綠色城市作為生態城市發展手段，並聘請能源管理公司遵守美國市長氣候保護協議(the U.S Mayor' s Climate

Protection Agreement)，符合京都議定書規範，防止都市蔓延，進行都市綠地整修，並以都市冷卻計劃因應降低城市熱島效應之目標。

1978 年，Alexandria 實施太陽能設備、設施及驅動裝置免稅措施；2006 年起要求土地開發單位填寫綠建築確認表，確認其使用之綠建築技術，並教育相關單位瞭解綠建築技術；實施綠屋頂、透水性步道、減少停車位等新科技研發與使用。

2003 年，Alexandria 開始發展綠建築，整合、設計、革新及操作，以建設自然與人為環境相融合的城市；另者，實施 LEED(The Leadership in Energy and Environment Design)-Silver rating 評價，行部部門並推動設施設備維護訓練，提升節能意識及永續建築智識。

3.城市景觀

1990 年起分二期進行新城區的電線及電話管線地下化；2007 年進行第二階段，在城市中提供適當的路徑及地下化管線，並依據電力設備重建街道及人行道，至 2033 年完成第三及第四階段，在 Mt Vernon 街道上特別針對人行道、公園板凳、街道傢俱與交通號誌進行建設，營造適合人性活動的街道空間與環境。

4.大眾運輸服務

Alexandria 以大眾運輸作為提升城市交通狀況主要手段，執行方式與配套措施如下：

- (1)2009 年起，公車全面使用低硫化燃料。而連結華盛頓地區的公車，未來將以混合天然氣及油電混合做為公車的燃料，以減少廢氣排放。
- (2)規劃 Virginia Railway Express 系統，提供週一至週五交通尖峰時刻，連結 Fairfax and Prince William Counties with Alexandria. Arlington and Washing DC.。
- (3)對非規律大眾運輸需求的民眾，提供 DOT Paratransit Program，讓當地居民及觀光客使用 DOT，提供啟用期起算 36 天內，可使用 21 天的大眾運輸服務。
- (4)由政府部門(Virginia Department of Rail and Public Transportation)協助企業，提供 17 個 Telework Center，由企業志願參與該計畫，讓無法在家

進行 Telework 的民眾能在此工作。

- (5)透過行銷手法，提升民眾對大眾運輸效率的認知，藉由管理規劃需求，搭配共乘制，整體性提升大眾運輸效率。
- (6)在特定時段，針對特定道路進行高承載管制，以降低道路車流量。
- (7)鼓勵大眾搭乘大眾運輸工具，由市府每月提供最高 75 元的補助金給搭乘公車、鐵路等的上班族。
- (8)推動 NTCP(Neighbor Traffic Calming Program)，整合交通工程、加強節能教育、強化基礎建設、減低行車時速，廣納民眾意見，提供行人、自行車族更好的街道與生活品質，

5.食物與健康

Alexandria 環境健康部門推動食物安全計畫(Food Safety Program)，藉由訂定相關標準，檢查食品從準備、儲存到供餐服務，皆需符合相關程序規定。在食品研發與改造方面，更要確保達到適當的健康要求，服務人員及管理人員皆需參加教育訓練。

6.水質管理

(1)水質改善基金

Alexandria 是高度都市化區域，導致降雨沒有辦法自然滲入地下，造成都市污染物隨著驟降大雨四處流溢。因此，面積大於 2,500 平方英尺閒置土地，都需要採取相關措施，包括暴雨管理設施、徑流管理、清理街道、建立污水下水道隔離系統、永久保存的開放空間等，降低土地開發後，市區可能造成的淹水問題。開發商亦可繳交現金給水質改善基金會進行相關措施，降低市區內流入溪中水的含磷量，進而達到改善溪水品質的目標。

(2)水質管理

由於景觀美化常會使用對環境有害的化學物質，且民眾也無法充分瞭解相關物質對自身與環境造成危害的嚴重性。因此，有關當局推出相關手冊，提供最佳管理企業名冊供民眾選擇參考。此外，市府也發文草坪養護公司，對其實施草坪養護時，提供相關建議如下：

- a.避免在街道、車道等地，使用肥料。
- b.應將所有在硬質路面的肥料顆粒，掃回草坪內。

- c.在硬質路面上，避免清洗相關施肥機具。
- d.避免將施肥相關液體，傾倒於排水設施。
- e.光禿的地表應植栽或加以覆蓋，以避免土質流失。

7.垃圾焚化爐

Alexandria 與 Arlington 共同擁有一座垃圾焚化爐，由 Covanta 能源公司代為營運管理。1988 年 2 月起，Alexandria 住宅區垃圾被送至焚化爐，焚化爐產生的電力，約可供應維吉尼亞北部 20,000 戶家庭所需電力。因為焚化爐使得垃圾掩埋場的壽命可以延長，並降低沼氣的產生。焚化爐場有著相關設備，能夠讓焚化後產生的溫室氣體，藉由相關機制加以處理，可避免耗費傳統燃料資源，達到節能減碳。

8.褐地再開發

Alexandria 土地昂貴，因而，褐地對於開發商具有吸引力，對政府而言亦可增加生態面積，促進經濟繁榮，滿足社會需求。有關 Oronono 整治措施即是顯例，藉由參與維吉尼亞自願再生計畫，從地下水處理開始進行高度污染土質改善，直至回復生態安全狀態。

綜觀 Alexandria 生態城建設過程，以相關法令協同補助措施執行，使得 Alexandria 能夠提供更好的生態環境，作為發展生態城市的基礎。同時以便捷交通網絡與配套措施，一方面降低民眾運輸需求，另一方面又能以再生能源的應用，創造優質環境，營造環境永續城市。

(三)美國俄亥俄州克里夫蘭(Cleveland)

Cleveland 又稱森林城、C 城(C-Town)、西儲都會(Metropolis of the Western Reserve)、搖滾世界之都(The Rock 'n' Roll Capital of the World)。位於伊利湖南岸，凱霍加河(Cuyahoga)河口，距離賓州 100 公里，俄亥俄州凱霍加郡首府，美國東北部湖區重要湖港及工商業城市、水陸交通樞紐。18 世紀末成為製造業中心，在大型工業衰退後，轉型成為金融、保險和醫療中心。2010 年，Cleveland 人口 396,815 人，為美國第 45 大城市，俄亥俄州第二大城市，俄亥俄最大的都會區，城內公園面積 7500km²，占市區總面積 1/3 以上，稱之為「城市森林」

Cleveland 的都市再發展始於 90 年代，整合節能、景觀要項，並與保育團體、社區發展團體合作，建設「生態村(ecovillage)」，作為 Cleveland 城市規劃概型；目標在防止 Cleveland 漫無目的的擴張，藉由健康社區營建，吸引市民回歸；2005 年起融入 21 世紀逐步興起的永續理念，執行相關永續計畫(圖 3-13)。

Cleveland 生態城市的成功關鍵環節包括：

1. 制定明確的生態城市建設目標、指導原則和發展措施

Cleveland 市制定明確的生態城市議程，包括空氣質量、氣候變化、能源、綠色建築、綠色空間、基礎設施、政府領導、鄰里社區、公共健康、精明增長、區域觀、交通選擇、水質量及濱水區建設等一系列具體目標和指導原則，其目標是建設成一個大湖沿岸的綠色城市。



圖 3-13 Cleveland 生態城市優質水岸藍帶景觀及活潑生動綠意街道景觀

(資料來源: <http://www.fairviewhospital.org/body.cfm?id=586>)

2. 秉持永續發展理念

Cleveland 市制定詳細的永續計畫；包括目的、組織選擇、可能活動、時間安排等方面，永續發展理念融入具體的都市建設實踐中，使其生態城市的建設更具現實性。

3. 重視與區域的協調

Cleveland 市的生態城市議程強調區域觀(Regionalism)思維，都市面臨許多重大事務須在區域層面與眾多參與者協調，並主張市長必須和俄亥俄的其他市長連手合作，在州和聯邦的層面上推進環境保護、交通規劃、精明增長等一系列政策。

4. 以強大的科技為後盾

Cleveland 市市政府建立專職生態永續研究機構，研究生態城市建設中生態化設計、都市交通、城市發展、歷史文化遺產保護、物種多樣性、水資源循環利用等問題。

5. 以政策和資金為支撐

Cleveland 市市政府為了推動生態城市的建設，在其永續計劃中制定了一系列政策，包括鼓勵在新的都市建設和修復中進行生態化設計、強化循環經濟項目和資源再生回收、規劃自行車路線和設施等 14 條政策措施；政府成立全職的生態城市基金會，啟動生態城市建設基金，用於生態城市的宣傳、資訊服務、職業培訓、科學研究與推廣。

Cleveland 生態城的規劃初期聚焦於能源與建築，讓市民運用永續觀念，推動經濟持續成長，並提供健康空間讓市民居住、參訪、工作；為了讓民眾瞭解生態城建設內涵，設置「Opportunity Areas」展示其成果。生態議題和主要內容有八。

1. 能源稽核

Cleveland 市政府、水資源部門、公營事業等，皆採用節能設備，包括省水水龍頭、省電燈泡，水資源部門一年可省下 US\$150,000。

2. 綠建築及高效能設計

生態城內建築採用綠建築技術，並獎勵新舊建物導入永續設計概念，具體措施包括節能標章及 LEED(Leadership in Energy & Environment)節能

認證；訂定綠建築法規提升建築品質，包括最少能耗，最少廢棄物，提供健康戶外環境。

3.再生與先進能源

透過監測伊利湖的風力，掌握風力發電成效，降低燃油發電需求；另者，「The Great Lakes Science Center」安裝 225 千瓦風力發電渦輪，連結至公共電網中，使 Cleveland 生態城內有著充裕的備載電力；此外，同步進行地熱開發，增加市區電力來源的多樣性；配有電力公司推動太陽能，積極替顧客節省能源。

4.資源回收與廢棄物減量

政府應與民間企業、學校及非營利團體合作解決各種廢棄物問題，包括民眾節能降低廢棄物產生及污染防治等，試圖成為美國五大湖的環境中心。推行當地回收專案，讓地區回收業者回收建築與毀損廢棄物，可確保地區回收業者工作，並可減少費棄物運送成本。Cleveland 在市區主要地點設置回收站，進行資源回收，並發放回收金給績優配合基層廠商；此外，亦同步提倡紙張回收計畫；相關計畫不僅能更有效應用資源，並能節省垃圾掩埋成本。

5.潔淨燃料與潔淨車輛

藉由推廣高效率汽車、油電混合車，降低空氣污染。

6.替代運輸

大空間面向進行州政府合資交通運輸計畫，小空間區域落實自行車及行人徒步區等社區交通網絡設計。重視和支持降低車輛使用等交通工程及街道設計。鼓勵市民以步行、自行車、公共運輸、汽車共乘制或加入 RTA(Regional Transportation Authority)派車機制取代自行開車，加入 RTA 者，可獲得相關稅額優待，每人可省下 US\$4,659/年。

7.健康與環境

市府執行「反待速政策」，除訂定暖車對應時刻與特定狀況暖車外，要求在沒有立即移動車子下，應將引擎關閉，否則將申誡懲處。

8.土地利用

(1)都市農業(Urban Agriculture)

主張生態區內住宅，可整合家禽家畜飼養、蔬果種植成為複合農業，除可降低「食物里程」，並可提升家庭經濟，並可以家禽家畜排泄物作為生質燃料，減輕傳統能源需求，達到分散式供電目標。期待在不損失動植物棲地下，使該市成為最具生活品質適合人類居住之環境。

(2)濱水區規劃(Waterfront Planning)

2004 年起 Cleveland 著手進行濱水區發展計畫，有超過 5000 人提出建議，融入 50 年後，營造 Cleveland 濱水區成為市民休閒、活動場所，經費由公私部，共投入 US\$1 億元；開發項目包括連結碼頭間休憩步道區、規劃及舉辦特色節慶活動、整合生態及當地建築、規劃自行車旅遊步道，建設成為一個大湖沿岸的綠色城市。

(3)密集城市(Compact City)

儘量利用已開發空間進行重整，降低基礎建設費用，包括重建既有社區、重整廢棄工業用地；土地規劃方面，結合就業與生活，減少交通運輸工具及成本，優先選擇大眾運輸，規劃自行車與人行步道，同步兼顧經濟成長與永續環境雙面向。

(四)美國奧勒岡州波特蘭(Portland)

Portland 又譯作砵崙，又稱「樹樁城」，「橋城」、「河城」，評選為全美最適宜育嬰的城市。位於美國西北部，是美國俄勒岡州最大城市，也是默爾特諾馬郡郡府，近俄勒岡州威拉米特河匯入哥倫比亞河的入河口處。2010 年，城市人口 583,776 人，全美第 29 城市；是奧勒岡州人口最多城市，也是太平洋西北地區人口第三多城市，僅次於華盛頓州西雅圖和加拿大溫哥華。整個波特蘭都市地區人口估計為兩百萬人；因為氣候特別適宜種植玫瑰，著名玫瑰花園如國際玫瑰試驗園，別稱「玫瑰之城」(源自 1905 年路易斯和克拉克遠征百年紀念博覽會)。

被譽為設計良好城市典範的 Portland，土地利用政策非常先進，1979 年設立城市發展邊界來保護農業田地。由於城市地區非常緊湊，公共運輸效率高，交通費用少。1958 年通過民眾參與設立波特蘭發展委員會，監督城市更新，關注城市居住環境和經濟發展計劃。

Portland 以其擁有廣大公園和被保護的空地而自豪，擁有美國最高的人均公園數，其公園設計和建設的歷史可追溯到 20 世紀初，1995 年波特蘭公民同意都市地區設置基金購買有價值的自然場地，十年共購買 8200 公頃生態學上有價值的自然地區加以永久保護。

Portland 搭乘巴士、輕軌和有軌電車的乘客佔總通勤人口約 13%。TriMet 為波特蘭地區提供多條短途巴士線，以及連接市中心和市郊的輕軌鐵路系統。而波特蘭市政府轄下的有軌電車則連接市內南北區，並由 TriMet 營運。乘客可在市中心的不收費廣場(Fareless Square)免費乘搭該三種交通工具。

綜觀 Portland 生態城發展策略有四，包括綠建築、土地管理、民間參與、大眾運輸等。

1.綠建築推廣

(1)設置「綠建築諮詢熱線與資源中心(Green Building Hotline & Resource)」

設置綠建築諮詢單位，提供市民、企業、建築廠商能夠獲得綜合性相關資訊；內容包括新興商業區、住宅區等計畫，及綠建築相關策略、資源、獎勵等資訊，提供關於環保建材、能源、設計、廢棄物回收等解決方案，並提供環保產品、廠商名冊等市場資訊，讓諮詢者能獲得充分決策參考資訊。

(2)設立 GIF(Green Investment Fund)

由市政府環境服務部、永續發展辦公室、水資源部、奧勒岡能源信託公司共同發起設立 GIF(Green Investment Fund)。設立目的是支援與協助願意率先投入的綠建築與生態基地相關的計畫專案，讓專案成為綜合性綠建築示範，補助額度為 US\$425,000 元，所有相關產業的公私立組織皆可申請。

(3)綠建築推廣活動手冊

有關綠建築相關教育課程、展覽活動及手冊，皆可藉由網站下載。每年度都有「ReTHINK Education Program」等永續建築議題與課程，提供市民參考，讓民眾能塑造更健康的生活環境；相關議題與課程包括居住環境對健康之影響；泥土、玉米穗、麥稈、石材運用在地板、牆壁、塗漆

等天然建材應用；相關優質案例分析；建築室內污染探討(建材過敏源探討)；室內空氣對流策略。有關雨水處理部分，培訓市民運用生態屋頂、透水鋪面材、修築草溝、雨水植被區等方式，涵養地下水，強化水資源分配；綠建築推廣手冊則提供節能節水、永續能源、溪流防污、建築廢棄物回收與再利用、降低室內污染源等資訊，讓市民對於綠建築有更深一層的認識與了解。

2. 土地管理

1978 年，Portland 經由市民公投票決成立 Metro，為一地方性官方單位，負責管理 Portland 市之邊界成長，擁有土地使用、交通管理、住宅問題等政策決定權。為一優質效能的土地使用規劃單位 Metro，與奧勒岡州土地保護與發展委會取得協調，有效控制城市成長(圖 3-14)。

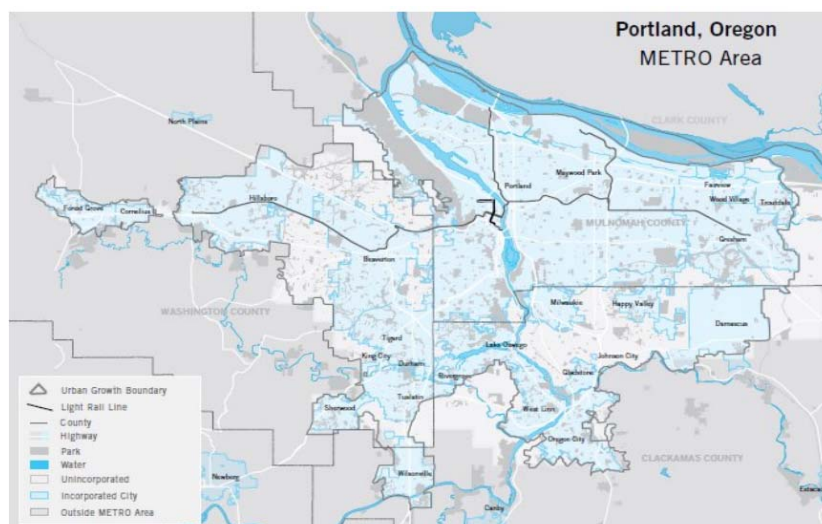


圖 3-14 Metro 對 Portland 之規劃圖

(資料來源: http://www.spur.org/document/051101_article_03.shtm)

3. 民眾參與

1975 年，Portland 成立千友會(1000 Friends of Oregon)，對於 Portland 的城市規劃產生深遠影響，有關城市規劃、輕軌電車、區域規劃等，皆是經由民眾參與形成，且九成以上指標與原始設定相當；在此一經驗下，政府把民眾參與入法，規定相關規劃決策應經民眾參與與聽證會等程序，否

則無效；有因為民眾參與的有效運作，政策得到民眾認同，推動順利，公共交通建設與大眾運輸的政策推定便是一顯著案例。

4.大眾運輸

Portland 具有完善公車交通系統、MAX 輕軌電車(MAX light rail)、有軌電車(Portland Streetcar)，三者構成 Portland 大眾運輸網絡，採行多路線、班次密的服務方式，並於站場設置停放自行車場區、整合不同運輸工具的票務系統，方便市民搭乘不同的、多樣性交通工具。

三、先進國家生態城市剖析

(一)新城類生態城市

綜觀新城類生態城市的建構原因主要源於該國家/地區意識到生態城市的重要性，因此，順應地區轉型與國家需要，積極籌劃與實踐生態城市，引領其他城市發展風潮，並可作為其他國家發展典範。

新城類生態城市的發展有一特性，其腹地範圍較小，施行過程中可搭配全新高科技產業進行，再生能源使用即為典例，綠能產業盛行。

此外，新城類生態城市規劃之初，即兼顧都市景觀美學，且地域較小，交通面向多著重於私人汽車的抑制。

(二)更新類生態城市

更新類生態城市依其城市特性採行不同生態策略，導致生態城市建構有其差異性。Curitiba 面臨人口快速成長，造成交通、治安、垃圾等問題，因此，交通規劃與垃圾處理成為關鍵課題；Alexandria 導因於全球極端氣候變遷、能源成本高漲、雨水系統老舊、綠地面積縮減，使得生活品質降低；Cleveland 則由於環保與社區發展團體的引導，創造了諸多典範，2000年後，隨著永續議題的推波助瀾，生態城市成為焦點；Portland 則奠基於1973年奧勒岡州的全州發展體系，配合千友會與Metro的成立，引導了整體生態城的規劃建設。

從新城類生態城市與更新類生態城市八案例剖析中可知，關注議題與關鍵環節包括：

- 1.減少都市能耗—能源使用與能源消耗；
- 2.大眾運輸建設—多樣性大眾交通規劃與宣導；
- 3.綠建築推廣—綠建築智識宣導、獎勵與資料庫建置；
- 4.自然共生—廢棄物處理、水資源處理與綠地保留；
- 5.設置專責組織—中長期規劃、資金籌措、財務控管。
- 6.民眾參與—協商機制、參與管道、理念宣達。

本研究依綠化覆蓋率、能源使用率、廢棄物處理再利用率及水資源循環再利用率，羅列國際先進生態城市特性比較(表 3-6)。

表 3-6 生態城市特性比較表

指標體系	實踐策略	影響	新城類生態城市	更新類生態城市	附加作用
綠化覆蓋率	屋頂綠化	+	• Vastra Hamnen • Kronsberg • Christie Walk	• Alexandria • Portland	• 調節雨與水 • 保溫隔熱
	增加綠地	+	• Viikki • Kronsberg • Christie Walk	• Curitiba • Alexandria • Cleveland	• 土地充分利用 • 建構當地食物系統 • 保存生物多樣性
能源使用率	使用再生能源	—	• Vastra Hamnen • Viikki • Kronsberg • Christie Walk	• Curitiba • Alexandria • Cleveland	• 促進再生能源發展 • 新型與傳統能源連結 • 運輸系統與再生能源連結
	限制能耗	—	• Vastra Hamnen • Viikki	• Cleveland	• 改變民眾生活習慣
	建築材料減耗	—	• Vastra Hamnen • Viikki • Kronsberg • Christie Walk	• Alexandria • Cleveland • Portland	• 促進綠建築/環保建築業材發展
	IT 監控	—	• Vastra Hamnen		• 促進 IT 與監控系統整合
廢棄物處理再利用率	垃圾分類回收	+	• Vastra Hamnen • Kronsberg	• Curitiba • Cleveland	• 改變民眾生活習慣
	廢棄物處理	+	• Vastra Hamnen • Kronsberg	• Alexandria	• 廢棄物處理技術 • 處理再利用流通系統
	建築物垃圾處理	+	• Vastra Hamnen • Kronsberg		
	限制住家廢	+	• Viikki		• 改變民眾生活習慣

	棄物產量				
水資源 循環再 利用率	雨水收集與 處理	+	• Vastra Hamnen • Viikki • Kronsberg • Christie Walk	• Alexandria • Portland	• 排水系統設計 • 透過綠屋頂調節雨水 排放
	汗水處理為 中水	+	• Vastra Hamnen	• Alexandria	• 污水處理技術 • 區域管線連結系統
	使用潔水器 具	+	• Vastra Hamnen • Kronsberg	• Cleveland	• 減少用水量
	管制用水量	+	• Viikki	• Cleveland	

肆、生態城綠能產業

一、綠能產業意涵

綠色能源意指潔淨能源，舉凡對環境友善的能源使用種類及方式皆稱之為綠能。狹義綠色能源係指對環境友善的再生能源，如太陽能、風能、地熱能、水資源、生質能及海洋能等；廣義綠色能源則包括能源的生產以及消費過程中，選用對生態環境低污染的能源，如水、天然氣、淨煤及核能等。綠色產業宗旨是產業的永續經營，範疇涵括能源永續與環境永續，秉持可回收、低污染、省能源的原則進行產業經營與發展，是兼顧生產、生活與生態三生一體的環保科技產業。簡言之，凡具有節能減碳效益的產業都屬於綠能產業，2015 年全球綠能產業產值將達 4,000 億美元。

UNEP 定義綠色經濟為「藉由減少環境風險及生態破壞，改善人類社會福祉的一種經濟活動」，可知綠色經濟是具有低碳、資源效率及社會包容性。APEC 將綠色成長工作定義為「確保未來經濟成長與環境保護以及轉型為低碳經濟的全球性活動得以協調一致」，強調既有的經濟活動應加速轉型以符合低排碳、低耗能的环境要求，更期待新一代的綠色經濟能提升社會整體健全發展，並增加就業、消滅貧窮、提升生活品質。

因應經濟高度發展、極端氣候變遷，全球興起環保意識，聚焦減碳作為，控制氣溫變化正負攝氏兩度以及大氣二氧化碳濃度在 450 ppm，將是世界優質城市以及企業的艱困挑戰。因此，綠色政策已成為各國政府施政的重點。世界先進國家推動的綠能產業除了促進經濟發展外，更重要的是

對於能源戰略的考量，期待以綠色經濟擴展貿易市場，刺激經濟；再者，尋求長期穩定發展、資源低耗、環境保護的綠色經濟發展模式；另者，是在全球綠色工業革命與全球綠色經濟中爭取主導權。因此，綠能政策除了是因應未來石油枯竭與氣候變遷的挑戰外，也影響各國未來競爭力。地球資源有限，重視節能減碳與環境永續的綠色產業成為發展主流。

在全球能源使用典範質變下，綠能產業發展有著亮麗的未來性：

1. 未來因應極端氣候變遷，低碳社會模式、低碳生活行為與低能耗技術應用的需求將持續擴張；另一方面，傳統能源使用仍依賴著技術變化持續增加其需求量，兩者交織、競逐、遞嬗與取代，快速演化。
2. 傳統能源供應系統是以集中式大型基礎設施為主；但隨著再生能源的多樣性和在地化，配合資訊技術與通訊設備的演進，使得集中與分散設施能夠在不同使用者情境與價格因素間，發揮最高綜效。
3. 新進科技在非連續性創新及不同領域整合的加速運用下，實驗中的能源技術與其效率將被有效突破，新技術進入市場的契機已是指日可待。
4. 傳統能源聚焦在地緣政治著力的石油價格議題，獨占性與寡占性造成一次次「石油危機」；然隨著能源結構轉移、再生能源抬升及重視風險管理等議題，「多元化」將是 21 世紀重大能源議題和各國能源政策主軸。

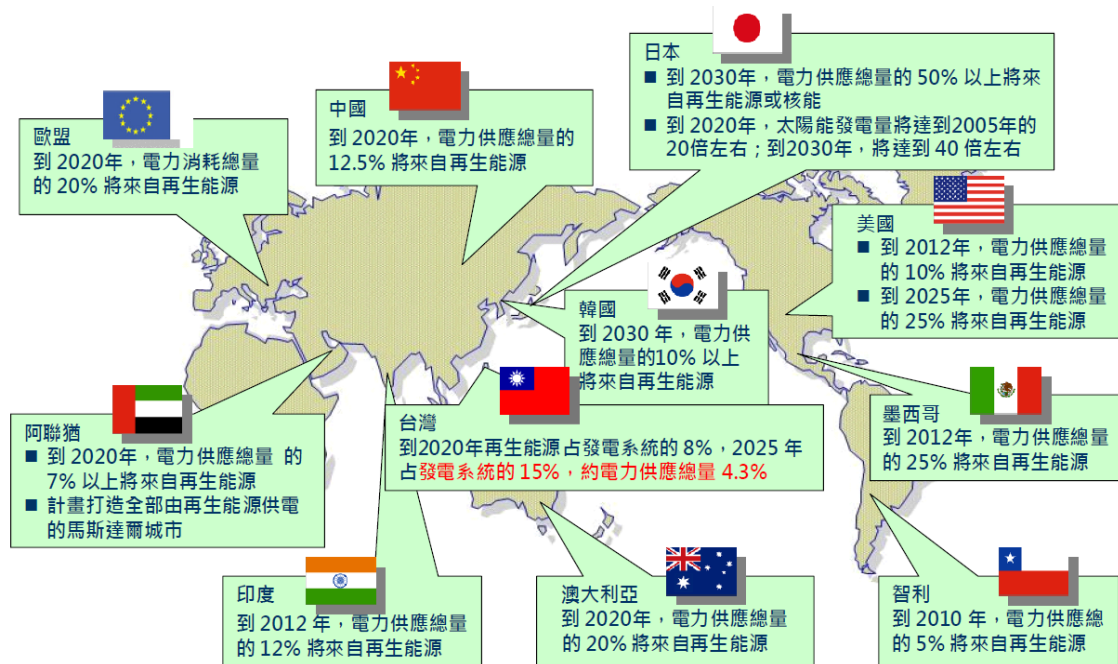


圖 4-1 各國再生能源推廣目標(資料來源：左峻德，2012)

近年來，綠能技術有著跨時代的長足進步，綠能產業範疇主要包含：再生能源產業、低碳能源產業、節能減碳產業、溫室氣體減量產業和節能減碳管理產業。

1. 低碳能源產業：低碳燃料產業、氫能燃料電池產業、核能產業。
2. 再生能源產業：太陽能產業、風力發電產業、水力發電產業、地熱發電產業、海洋資源產業、生質能產業。
3. 節能減碳產業：材料替換或改裝、節能設備產業、系統整合產業、節能產品產業。
4. 溫室氣體減量產業：溫室氣體回收再利用產業、溫室氣體封存產業。
5. 節能減碳管理產業：溫室氣體認證產業、碳資產管理輔導顧問產業、節能驗證產業、能源服務業。

二、綠色經濟發展策略

臺灣能源進口依賴度高達 99.2%，居世界首位，CO₂ 排放成長量亦是全球最快，20 年來臺灣已經由開發中國家的平均值(每人年排放 5 噸以下)，急速成長到已開發國家的平均值之上(超過每人年排放 11 噸)。尤以臺中港空氣汙染居全球之首，臺中市應在綠能產業上有所作為。

有關綠色經濟的發展策略，2009 年 4 月行政院啟動「綠色能源產業旭升方案」，將綠色能源列為六大旗艦計畫之一，推展重點分成「能源光電雙雄」和「能源風火輪」兩波，採取「技術突圍」、「環境塑造」、「內需擴大」、「關鍵投資」以及「出口轉進」等五大策略。第一波能源光電雙雄，發展已具有良好產業基礎的太陽光電和 LED 照明的能量為主，採取技術突破、提昇競爭力、增加投資、拓展海外新興市場的發展策略，藉以形成完整太陽光電產業聚落，並以臺灣成為全球前三大太陽電池生產基地、全球最大 LED 光源及模組供應基地為最終目標。第二波能源風火輪，大力發展關鍵零組件和特殊高附加價值系統的風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊、電動車輛等五項綠能產業，以協助產業取得關鍵技術、建立國內市場示範應用、維持產業活力為主要策略；積極推動臺灣具有產

業良好基礎及躍升能量的綠能產業，行動計畫目標在於10年內將臺灣打造成为能源技術與生產大國，並成為全球前三大太陽電池生產大國、全球最大LED光源及模組供應國以及全球風力發電系統供應商之一，2015年將創造1.2兆台幣產值，綠色就業人口超過 11萬人，厚實我國綠能產業發展利基與國際競爭力。

國內雖然天然資源嚴重缺乏，但卻擁有著極佳的技術研發和製造能力。如果能夠迎合這波全球技術和產業板塊移動，掌握綠能產業關鍵機會，由傳統 OEM 代工轉進到具有創新端 ODM 的系統化生產能力，可望發展成為能源產業大國，引領台灣社會邁入低碳化與產業高值化的境界。

本研究藉由「綠能產業旭升方案」，以「全球觀點、在地思維」，剖析臺中生態城綠能產業之發展願景與可能機會。

(一)太陽光電產業

1.發展現狀

- (1)2012年臺灣太陽光電產值新台幣2,137億元，2015年可達新台幣4500億元；在群聚和量產效益連動下，電網等價(grid parity)能夠在2015年之前兌現，使太陽光電進入大量應用並脫離補貼的窘境；然其多面向的應用情境(集中電廠、屋頂裝置…)，仍有待法規、政策及價格的全力配合。
- (2)太陽光電主流技術(多晶矽、薄膜、聚光三五族…)在效率、產率及價格之競爭條件仍在演進中，尚未有絕對優勢者。可藉由推動太陽光電材料研發與投資生產；開發低成本、高效率、新製程矽晶太陽電池；積極開發高效率次世代太陽光電技術；建立國際模組認證實驗室等方向努力。
- (3)臺灣的半導體與顯示器面板產業已經掌握不同太陽光電的設備與量產之核心技術，如果能夠與國際領先的技術掌握者合作，將有極佳的產業優勢，擴大全球的市場占有條件。

2.優劣勢分析

(1)成熟製造技術及堅定夥伴關係

臺灣過去在半導體、面板等科技產業累積精良的製造生產技術，且在國際上累積厚實的夥伴關係，可以應用在太陽能產業，市場定位上，臺灣的代工生產製造及對產品品質要求獲得國際高度肯定，基於全球分工觀

點，定位高品質製造代工，配合各國夥伴品牌行銷，可突破市場供過於求窘境。

(2) 供需不平衡

近年來，全球太陽光電系統安裝量仍舊持續成長，但需求成長力道卻遠遠小於市場供給產量，價格競爭越趨劇烈，降低公司毛利，模組供給鏈首當其衝，太陽能供應鏈的任何環節都面臨供過於求的問題，除受制於國外市場不穩定因素，且國內需求不強，產業在市場低迷時會受到直接的衝擊。

(3) 技術、原料掌握度低

國內科技工業以製造代工為主，研發技術握於先進國家，主要利基在於生產技術與成本控制，太陽能產業亦復如此；另者，太陽能產業的原料成本占終端模組產品的絕高比例，原料缺乏是國內廠商壓低成本的瓶頸。技術無法有效突破，原料掌握度低，很難與歐美、日本等廠商競爭。

(4) 缺乏大型投資國際經驗

目前太陽能系統的應用以小型家用系統為主，但新興市場以大型電廠發展為主，卻面臨缺乏大型電廠的工程經驗，及資金規劃的實際運作能力，國際工程、財務、法規不甚熟悉，因此產業目前集中在供應鏈中游，可透過專業跨國公司提供各類諮詢服務，尋求當地夥伴，快速進入市場。

3. 產業發展契機

(1) 建立完整供應鏈

垂直整合與經濟規模可以有效降低成本。面對挑戰，剖析國內產業生態，可以朝供應鏈合作方向努力，透過上下游廠商合作，再共同分享研發成果、市場經營等成效，共同打造臺灣生產製造的優良產品。

(2) 開發高價值應用產品

目前主要以併聯電網系統供電為主，然有關離網型供電系統、客製化消費產品，或結合建築的相關太陽能產品，都是未來具備極大潛力的需求市場，由於臺灣整體工業產業鏈具有優質基礎，可讓大型企業主導市場，協同小中企業的專業技術，合作在太陽能產業中發展出一套特有的精緻工業。

(3)參與國際電廠計畫

由於大型電廠蘊含豐富商機，進軍國際大型電廠成為關鍵，政府應加以協助，提供資金保證，將有利於進行大型電廠計畫開發，再由國內企業負責各階段需求，發揮各自優勢，分工合作，扶植國內企業，增加國際經驗，將有利於打入國際太陽能電廠供應鏈。

(4)分散式系統商機龐大

近年來，先國家倡導分散式太陽能系統，住宅及商業成了大型計劃外最主要的市場需求，多以屋頂型為主，整體設計與需求有相當大差異，住宅需求容量較小且客戶分散，通路是最大關鍵，若國內廠商要跳脫代工模式，建立品牌，須投注更多資源與心力，才能在太陽能產業中占有一席之地。

(5)整合性配套服務

太陽能產業需要產品、工程技術、融資資金、維護運作等全面性服務，包含各國法規研究、市場研究、國際金融以及B2C全新商業模式，對所有競爭者是機會也是決戰點，廠商應結合國內資源，跨產業融合硬體及軟實力，帶進更多廠商，共同打造真正屬於臺灣太陽能產業競爭優勢。

4.產業發展策略

(1)推動太陽光電材料研發與投資生產，自主材料供應。

(2)開發低成本、高效率、新製程矽晶太陽電池。

(3)積極開發高效率次世代太陽光電技術。

(4)建立國際模組認證實驗室。

(二)LED(發光二極體)照明產業

1.發展現狀

(1)2012年臺灣LED照明產值新台幣1,919億元，2015年達新台幣5400億元；

白光LED照明效率多已領先其他光源，且技術仍持續進展中；唯其使用的方便性與價格因素，仍在繼續發展尋求市場定位。同時，LED產業由上游晶粒到下游燈具的鏈結，亦將在十年內決定品牌與市場占有率。

(2)先進國家多已將LED燈具用於路燈與公共設施，待其成本效益提昇後，示範計畫將繫決LED住商市場的滲透率。而LED照明的可調性是其最大

優勢，未來與建築物和場景結合的特色照明，將是LED市場的絕佳機會。

- (3)國內LED產業對技術、人才及機具的掌握度極佳，但是在智權與品牌方面較弱，應予積極強化。

2.優劣勢分析

(1)技術佳與產業鏈完整

廠商具核心專利技術，產業鏈相當完整，技術成熟，可扮演OEM，也可成為ODM，並應縮短認證時間，加速進入市場，

(2)客製化彈性大

可根據客戶需求生產非規格品，採用彈性製程，優秀人才與製程，可生產較高單價的產品，協助客戶解決問題。

(3)商業協定效益

ECFA可加速進入大陸市場；與日本簽訂投資協議，使我國較易與日本合作，利於商業訂單與技術合作即轉移。

(4)品質佳產能大

人才與員工素質佳，高品質且晶片產能全球第一。

(5)專利權受限

多數廠商受限於專利，多單方授權，不像日、韓與歐美等大廠交叉授權。

(6)研發少市場小

研發投入較少，忽略燈具與整體照明解決方案的開發。政府對於照明市場的補助不明，導致內需市場小。

(7)匯率干擾

LED產業多外銷，對韓國依賴性大，易受匯率因素影響左右廠商獲利。

3.產業發展契機

(1)產業發展願景佳

各國均開始陸續推動LED 照明、植物照明、低溫照明、情境照明、環保意識的抬頭，加上消費性電子產品多元化，平板電腦、智慧型手機等需求成長，產業發展願景佳。

(2)與日本協同合作

我國與日本簽有臺日投資協議，日本擁有關鍵技術，我國擁有製程技術，政府可促進臺日聯手合作，進軍大陸市場。

(3) ECFA 中轉效益

我國將成為亞洲整體佈局的一環，LED 產業有品質優勢，加上物流成本較低，有勝出條件。

(4) 他應用市場開發

目前LED 廠商多側重一般或商用照明，另在燈具設計、車用照明、植物照明、大型看板等，可多著墨研展。

4. 產業發展策略

(1) 引進世界頂尖企業與本土產業結合，快速建立全球頂尖之系統大廠。

(2) 建構兩岸LED 產業標準，透過搭橋專案平台，成為全球標準。

(三) 電動車產業

1. 發展現狀

(1) 以電動車取代傳統燃油汽車已是全球科技與汽車生產大國的共同願景和政策方向，旨在擺脫對石油的依賴，兌現時程繫決於價格與續航力。目前除了動力轉換與電力管理外，電池的功能是多方競爭的關鍵元件，包括價格、充電時間、貯存電力、安全性等。

(2) 旭升方案從電動自行車、機車、汽車等各式電動車，發展快速，自上游電池原料供應商，至下游整車製造廠，臺灣電動車已漸形成完整產業鏈。

(3) 電動車產業的不同關鍵零組件已有領先條件，短期策略在於如何鏈結國際市場領先品牌；中長期則可配合使用情境，透過示範推廣，成為全球技術勝出團隊，轉型為亞太地區電動車生產基地。

2. 優劣勢分析

(1) 電池產業掌握關鍵技術

電池產業介於美日等研發大國及大陸等生產大國間，握有品質、安全、設計、系統管理關鍵技術，已掌握未來急速擴充市場的良好先機與地位。

(2) 政府重點產業

政府持續協助國內電動車電池產業拓展，包括提高鋰電池研發之法人科專預算補助，業界科專將電動車輛關鍵零組件納入補助範圍，積極協助發展電動車關鍵零組件及建立國內系統整合技術。

(3)內需市場較小

受限於國內市場太小，國內很難培養具規模的系統整合廠、整車廠，而部份關鍵材料與零件也必須仰賴國外進口。

3.產業發展契機

(1)供應鏈夥伴關係佳

臺灣電動車關鍵零組件廠商於國際發展電動車輛之初，即與供應國際大廠零組件鏈結，並可提供客製化之設計研發服務。

(2)全球電動機車基地

為促進智慧電動車發展成為世界典範，落實臺灣低碳島政策，「智慧電動車產業發展策略與行動方案」規劃2016年願景產值1,200億，2.4萬人就業機會，成為全球電動機車標準制定領導者，並使臺灣成為全球電動機車及關鍵模組之設計與生產基地。

4.產業發展策略

(1)鼓勵產業策略聯盟及智慧財產Intellectual Property (IP)佈局，協助開發關鍵組件及整車系統。

(2)建立電動車整車檢測標準與機制，整合鋰電池標準化界面。

(3)以智慧生活為平台推動Light Electric Vehicle (LEV)。

(4)協助業者生產、銷售及建立維修服務體系；消費者購置電動車補助。

(四)風力發電

1.發展現狀

(1)2000年，政府發佈〈風力發電示範系統設置補助辦法〉，由台塑重工、台灣電力公司及正隆公司，分別在雲林麥寮、澎湖中屯和新竹竹北，設置三個風力發電系統，總容量8,640KW。2004年以與市電併聯方式，讓民營公司透過線路直接回售台電，台電以一度電兩元購買風力發電。

(2)「2011年全球風能報告(Global Wind Report 2011)」指出，全球風力機組總裝容量237.7 GW。臺灣風力機設備及上中下游產業供應鏈已趨完整。

(3)囿於土地與環境限制，陸上風電應用漸趨飽和；先進國家均轉向推展海上(離岸)風力發電，雖然成本較高，但是風場條件與環保因素可以提供平衡條件，將是機會所在。

2.優劣勢分析

(1)規模與政策繫決風電產業競爭力

近10年來亞洲風電產業競爭力已可與歐美抗衡，主要國家為中國大陸、印度、日本、韓國，皆具本土自主品牌及強大供應鏈；崛起背景包括企業經營遠見與雄心、重工業基礎雄厚、國內市場支撐、政府策略扶植等。

(2)風電產業仍待政府政策扶植

國內風電產業投資不足，潛藏因素為產業規模及基礎重工業實力不足，僅少數具業者具競爭力，多仍以接單製造為主，自主設計能力、自有品牌欠缺，整體而言，尚屬後進國家，政府扶植或補助確有其必要性。

(3)離岸風電獎勵機制前導風電產業

「風力發電離岸系統示範獎勵辦法」具有帶動國內離岸風電市場及自主產業鏈之效果，應強化跨部會協調成效及掌握推動進程，達成提振產業投資意願及競爭力之策略目標。

(4)離島風能資源豐沛

離島平均風速達7-9m/sec，於離島地區發展小型風力發電較之傳統柴油火力發電，具有高度經濟效益，亦具備環境效益。

(5)小型風力機產業供應鏈完整

產品100%自製，2010年出貨量位居全球第三位，小型垂直軸風力機技術更具全球領先性，為國內具備發展潛力產業。

(6)小型風力機標準測試場已建置

國內已建置台南七股與澎湖兩座小型風力機標準測試場，並已進行國際交互認證及合作，取得國際認證後，國內產品將可直接出口歐美市場。

(7)具有領先國際的小型風力機共通標準技術

兩岸成立小型風力機共通標準工作小組，納入國內研究機構開發的垂直軸風機負載簡易計算模式與氣彈力計算，此為目前國際上IEC61400-2尚未納入之標準技術，具備全球領先性。

(8)欠缺小型風電發展目標

國內僅訂定大型及海上風力發電發展目標，未提出小型風電發展目標。

(9)國內未建置小型風力機驗證機制

國內小型風力機驗證機制不明確，政府應支持產研機構積極建立。

(10)大規模市場激勵目標尚未立

國內已有再生能源躉購電價機制，政府亦在推動公共工程採購小型風力機，但大規模的早期市場激勵目標目前尚未立案；再生能源法案中的躉售電價缺乏實績，顯示對市場誘因不足。

(11)廠商輔導機制

現有廠商多屬於中小企業，處在市場開發及接單產出階段，尚無大規模量產及自動化生產系統；且無融資優惠方案，廠商僅能自行透過合作(大企業)或銀行管道融資，融資利率相當高，營運成本過高。

(12)管理規劃人才

國內相當缺乏再生能源系統整合和整體能源管理規劃人才，中小企業不易招募專業技術人員；且政府科技研發部分，技術專案項目存在著與產業發展脫節的情況。

3.產業發展契機

(1)離岸風電新契機

臺灣本土風電業者除了以優越技術切入關鍵零組件與維修市場供應鏈外，離岸風電的興起將是產業早期參與的新契機。

(2)千架海陸風力機計畫

政府積極推動千架海陸風力機計畫，透過離岸風力政策及研發資源之投入，協助國內業者建置自主開發離岸風機關鍵零組件與系統整合能量，規劃可開發海域區塊。

(3)國際認證及風場實績

劃定海域示範專區，籌設離岸風力發電先導示範場，促成國產離岸風力機系統通過國際認證並取得離岸風場設置實績，以及協助國產施工船隊之離岸風電海事工程業者取得國內離岸風場開發績效，建構有利國內業者進行技術驗證平台與建立實績的發展環境，進軍全球市場。

(4)供應鏈統合能力

過去全球風力發電市場的勝出者均是奠基於本土市場商機，進而培養出品牌與系統整合能力，且帶動供應鏈的其他廠商；客觀而言，臺灣並不具備相關優勢。

4.產業發展策略

(1)開發風力機關鍵元件，發展自主性系統整合技術。

(2)推動跨領域合作計畫、建構風力機設備產業及扶植相關海事工程質能。

(五)能源資通訊(智慧電網)

1.發展現狀

(1)2001年國內智慧型電網產品內銷金額108.74億元，佔總銷售金額86%；外銷金額共17.32億元，佔14%。顯示智慧型電網相關產品以國內市場為主。生產據點分布於台北市、新北市、桃園縣、新竹縣等。海外生產據點以中國大陸為主，沿海省份城市為生產基地。

(2)配合智慧電網的核心能源資通訊技術，是先進國家未來十年大力發展的區塊。現有的最佳著力點是以數位電表為核心來整合各類型資通訊軟硬體技術，帶出未來各國20%以上節能減碳的機會與市場。

2.優劣勢分析

(1)配電與用電為我國強項

電力系統中，電壓等級越高，技術難度越高，臺灣實績與技術發展方向，主要能力集中在配電與用電方面。

(2)節能服務由國際主要廠商掌控

節能服務多由設備或系統商直接提供，另市場由國際主要廠商所掌控，third party不易直接切入此區塊。

(3)欠缺通用之資通訊標準

欠缺通用之資通訊標準，形成系統導入用戶之障礙。

(4)分散式電力設備產業門檻較低

相較於傳統集中式發電設備，新興的微電網系統產業、太陽光電、中小型風機、燃料電池、儲能設備、變頻器(inverter)等分散式電力設備產業之入門技術與資金門檻較低，是臺灣新能源產業的新藍海。

(5)國內傳統電機技術人才難覓

我國資訊電子產業蓬勃發展，使得國內傳統電機技術人才難覓，加上缺乏電力產業相關標準測試平台與研發平台皆為電力產業發展的障礙，應將既有的資訊電子產業利基擴大至電力產業，發展電力自動化與其它新興電力產業與相關衍生服務型產業。

3.產業發展契機

(1)家電產業升級與應用

臺電公司高低壓AMI建置，帶動國內AMI產業，並結合臺灣松下公司完成10戶HEMS之示範系統，以促進家電產業升級與應用。

(2)提升分散式再生能源與家電設備節能技術

今後能源資通訊產業，應掌握分散式再生能源與家電設備節能的技術突破與市場發展機會

(3)具有優異技術基礎與產業鏈結

國內資通訊產品設計與生產已有優異技術基礎與產業鏈結，若能配合快速推動的本土示範與推廣市場，將有機會勝出全球，獨佔鰲頭。

4.產業發展策略

(1)建立跨業整合平台，以智慧型電網為Test Bed。

(2)促進異業結盟發展多功能Advanced Metering Infrastructure (AMI)。

(3)創新產業模式，整合ESCO與網路服務業，擴展能源管理業務應用模式。

(4)提昇研發能力，發展晶片化、系統化技術，降低產品成本，進軍全球。

(六)生質燃料

1.發展現狀

(1)經歷過與糧爭地、環境衝擊、減碳效應不明確等爭議後，生質燃料的應用目前已經漸漸定位為避免使用糧食作物生產生質燃料。

(2)國內生質燃料產業中以生質柴油方面最為成熟，上中下游產業鏈完整；生質酒精方面產業鏈缺乏上中游；生質熱電產業鏈仍在發展中。

(3)目前全球生質燃料以纖維製造酒精和從藻類產油的技術突破為優先政策，但從基本研發到大量生產，仍需長久努力，才能夠有比較大的市場。

(4)短期內生質燃料的市場變動，仍然仰賴各國政府的政策動向，尤其是運

輸工具使用比率要求和市場價格變化，其成長率和變動性將持續持平。

2. 優劣勢分析

(1) 急需技術突圍

藻油、纖維酒精、裂解油、生質炭及氣化合成等商業化技術發展中；高產率生質醇及生質物轉化液體燃料(BTL)技術開發中。

(2) 產業鏈模式待建立

國內料源不足、分散、成本高，將削減產業規模與競爭力；生質物熱電燃料大型電廠應用待驗證；生質物熱電燃料產業鏈經營模式待建立。

(3) 營運環境塑造

生質廢棄物容積龐大運輸不便、季節性產出不穩定、儲運成本高等；廢棄物轉為能源產品之認定機制與法令尚未完備。

(4) 缺乏全球競爭生質燃料企業

國內既有生質柴油業者屬中小型企業，面臨大廠競爭，壓縮產業發展空間；國內缺乏具全球競爭力之生質燃料企業。

(5) 內需擴大料源不足

2016年全面供應B5，生質柴油需求量約25萬公秉，將面臨料源不足挑戰；全面供應酒精汽油，將面臨老舊車輛適用性疑慮之問題。

3. 產業發展契機

(1) 建立自主料源供應系統

應加速建立國內自主料源供應系統，進行開發低成本新料源，活用休耕地、建立供銷機制。

(2) 建立新世代生質燃料品質標準

製造技術方面，建立新世代生質燃料品質國家標準，進行先期新技術的合作布局，逐步提高生質燃料添加比例，擴大使用量，促進產業發展。

4. 產業發展策略

(1) 建構生質燃料使用環境，建立國內生質燃料供銷體系。

(2) 開發多元料源之轉化技術、全株利用與新料源利用技術。

(七) 氫能與燃料電池

1. 發展現狀

- (1) 2011年全球氫能與燃料電池市場規模10.8 億美元，成長49.2%。國內氫能燃料電池產品實績與規模不如國外，產品可靠度與壽命尚待驗證。近年來，台達電、中興電工及中強光電等陸續投入定置型與可攜式應用。
- (2) 氫能將是一、二十年後的重大無碳能源，但需有良好基礎供應系統建設，在不使用電力產生氫氣同時二氧化碳封存技術成熟後，氫氣的利用將有可能產生一個新的機會與情境。
- (3) 目前氫能供應系統與儲存技術有很多競爭與互斥條件，未來20年內，仍然有待各國政府更大力推動；但目前大多數國家的意圖仍然不很清楚。
- (4) 燃料電池未來將集中於電動車和家庭能源供應系統，相關技術研發仍在持續進行，臺灣相關產業非常積極投入。

2. 優劣勢分析

(1) 強化產品技術

量產化技術尚未成熟，產品價格仍高。經由燃料電池示範運轉計畫的運轉數據分析，產品仍有部分問題。

(2) 自動化設備投資

廠商尚未投入自動化設備生產。

(3) 檢驗環境未完備

國內產品標準與驗證能量尚未完備，業務推廣工作不易進行。

(4) 欠缺國際標準/規範認證

國內產品尚未完全通過國際標準/規範認證，不利開拓國際市場。

(5) 推廣不易

產品標準驗證尚不完整，初期市場進入價格仍高，推廣不易。

3. 產業發展契機

(1) 建立燃料電池自主關鍵技術

包括氣體擴散層與膜電極組等核心元件，提升系統效率達國際水準。

(2) 建置國際製程標準

建立國際接軌之調合標準(ISO、IEC、SAE之國家標準)、安全法規及檢測驗證設施，加速商品開發時程。

(3) 強化系統整合技術

加強系統整合技術，促成組件與系統在臺量產。

(4)加速商品化

輔導廠商進行第二階段大規模產品示範驗證，導引國內生產及應用廠商合作以加速商品化，提升市場與民眾接受度。

(5)建立早期市場獎勵機制

導入利基產品早期市場獎勵機制，協助業界拓展新應用領域。

(6)導入國際市場

促成國際技術合作與結盟，加強國際能見度，搶攻國際市場等。

4.產業發展策略

(1)透過資源整合，降低成本及提高產品耐久性，加速產業發展。

(2)籌組國際研發聯盟，尋求創新與技術突破，藉由國際接軌，協助國內產業切入國際供應鏈。

(3)推動示範運轉驗證，提供設備補助措施，擴大市場利基。

聯合國(UNEP)「Towards a Green Economy」報告指出綠能產業為綠色經濟重要環節，我國旭升方案已積極投入能源供應、運輸與照明與具能源效率之設備等三個產業面向；2010 年瑞士國際管理學院(IMD)「世界競爭力年報」首度依全球各國應用綠色科技(green technology)創造經濟優勢的潛力進行調查，評比結果德國第 1、日本第 2、臺灣排名第 6、亞洲國家中臺灣僅次於日本，證明臺灣重視綠能產業並努力發展綠色科技的成果。

此外，為提升國內節能減碳成效，政府刻正推動國家節能減碳總計畫，並涵蓋大多數綠色經濟議題，以達成節能減碳目標，共計十大標竿，三十五大標竿型計畫，透過完善法規、再生能源發展、低碳社區與社會、低碳產業結構、綠色運輸網絡、綠色景觀與綠建築、節能減碳工程、節能減碳科技、節能教育與宣導溝通等面向，帶動臺灣綠色經濟成長，增加綠色就業機會。

伍、結論與建議--臺中生態城與綠能產業芻議

一、臺中生態城芻議

1992年第一次地球高峰會通過「21世紀議程(Agenda21)」，提出「全球思考、在地行動」，呼籲各國共同追求永續發展。呼應國際競爭潮流，「生態城市(Eco-City)」成為政府因應全球永續發展與環境變遷、推動永續發展與生態保護的建設基調與行動方針，目標為生態城市全面向的自給自足與循環不息。

生態城市應奠基於生態學，結合社會進步、經濟發展及環境保護等三層面平衡發展，方能使城市邁向永續發展；綜觀國際先進生態城市的發展特性是整體性和特色性，兼顧社會-經濟-生態複合共生系統的均衡進展，即社會和諧進步之追求、經濟智慧成長之持續與自然再生循環之實踐，以此推衍的相關政策則涵蓋節能減碳、資源回收再利用與綠色交通等；目前，國內對生態城市的開發多處於綠色環境層面的單一思維，鮮少考量到社會與經濟層面的綠色發展，忽略生態城市永續發展需由社會、經濟與環境三者所構成之複合系統的平衡發展與共依共存。

「都市千禧效應」揭示「都市競爭」成為未來國際競爭主流，五都體制的主要空間布局是以「一點多核心」的理念，讓臺灣成為世界經濟發展的重要節點，並通過「三大區域、五大都會與七大發展生活圈」作為國內空間發展的架構，呈現「五直轄市十七縣市」全新風貌，擘劃我國 21 世紀戰略藍圖。

2010年，臺中市升格為直轄市，為國內第三大城市，位居南北交通最重要樞紐，擁有絕佳的藍綠帶系統條件，尤以綠園道系統所構成的大臺中綠色網路及舒適的氣候條件，具備成為生態城市優勢的外顯條件；然而，現階段發展多著重環境層面，有關綠色社會與綠色經濟層面明顯不足；故本研究以臺中生態城建構基本理念為中心，依「社會－經濟－環境」三大面向論述臺中生態城發展課題與發展策略。

(一)臺中生態城建構基本理念

1.保護發展兼備

每個城市有不同的特性，同一套做法並不適用於每一個地區，市政府在規劃時應以當地地形與環境應為優先考量，做到保護與發展兼顧。

2.完善配套措施

規劃及建設生態城市需要相應的技術及完整的法源做依歸，提供生態城市建設上完善的法律保障。

3.民眾參與機制

城市居民欠缺生態城市理念，環境保護意識淡薄，在建設生態城市的過程中群眾參與力度不足，將使得生態城市建設延續性不足，政府在制定生態城市發展相關政策時，須奠基於市民意見的基礎上，只有充分反映民眾的需要，政策才有說服力和影響力，才能使民眾在參與中，形成關注生態、保護環境的自覺行動，有助於社會的發展。

(二)臺中市生態城市發展課題

綜觀先進國家生態城市演繹，省思國內生態城市發展，聚焦於臺中市生態城的發展課題，包括有土地規劃與區位選擇、綠色交通、綠色能源、水資源回收再利用、地表透水、溫室氣體、生態綠網、民眾參與等要項。

1.土地規劃與區位選擇

本研究探討之先進國家生態城市，涵括新城類與更新類兩種類型的生態城市，其首重者除了歷史因素、區位特性、產業優勢外，生態城市的區位選擇成為繫決成敗關鍵，單一區塊施為抑或整體性發展皆有其特性與

限制；臺中市幅員廣大，涵蓋既成市區與山、海、屯區，城鄉落差大，亦各具特色；城區透過市地重劃，促進市區發展，展現時代涵蘊；屯區則具山海風華，美不盛收。繫決思維者當從生態理念、城市特質切入，運籌於千里之外，施為於方寸之間，作長遠計！

2.綠色交通

先進國際生態城皆將綠色交通作為生態城建設核心指標，戮力建構健全的大眾運輸系統，包括公車系統、軌道式電車系統及捷運系統。臺中市目前雖有補貼式公車機制；然具體而言，現行大眾運輸系統(密集的公車系統及捷運系統)尚不完備，造成民眾使用大眾運輸系統的不便與意願低落；其關鍵要素為交通格局之限制與交通系統之規劃，交通格局者受限於傳統同心圓與放射狀街道之既成現狀，如何與格子系統之重劃區形成道路網絡，是一重要課題；而交通系統則應以步行、自行車道為主，輔以公車系統及捷運系統等形成之大眾運輸系統，因此，「路平專案」、「專屬自行車道」、「捷運系統網絡」的快速展開成為施政要點，方能事半功倍，有效達到綠色交通之生態城目標。

舒適安全的步行空間與自行車道為建構綠色交通系統中最堅實的重要環節，目前臺中市對於人行步道留設僅有鬆散規範，市區內人行空間屢遭佔用、步道不連續及人車爭道等諸多安全事件屢見不鮮，究其因未對人行專用道完整性進行嚴格規範及建置，居民短距離步行意願低落，造成都市中汽機車使用率居高不下。

3.綠色能源

國內資源短缺是與生俱來的劣勢條件，綠色能源的開發將可扭轉此一條件，並可減輕國民經濟負擔，免除高污染國家之名；然目前國內再生能源法剛通過施行，且政府對綠色能源多以示範性及政策性宣導方式進行，造成國人對於綠色能源使用不普遍，市政府可於中部科學園區之招商作業中，積極規劃與落實綠能產業。

另者，除了減少能耗的既定政策外，綠能產業的發展一直是先進生態城市的核心焦點，包括風力發電、太陽能、生質能等再生能源的研究發展與應用，依臺中市區位要素與工業發展特質，風力發電與太陽能研發應用

並不具優勢，發展生質能或可成為生態城建構施為要點，透過廢棄物、廢水收集，經由燃燒技術使之發電，將有利於生質能之發展，成為臺中生態城特色。

4.水資源回收再利用

國內現階段水資源利用主要以川流水、水庫水及地下水為主，年平均供水量約175-180億噸，預估2021年，國內總用水量約為200億噸，將呈現嚴重短缺情形。水資源的短缺是國內的燃眉事件，臺中市應將水資源的有效利用視為推動與建設生態城的核心議題。經濟部水利署指出相較於雨水利用系統，再生水利用系統收集了較高污染源，具有水源穩定的優點；目前經濟部正積極推動該項計畫，並於部分學校進行示範性建置，但仍未普及全台，相較於其他地區，臺中市雨水並不充裕，可列為優先施行項目，建構完善中水系統，配合水力分配系統，完善水資源運用體系，作為國內示範生態城。

5.地表透水

目前國內土地開發多講求最大面積之有效利用，大量使用硬式鋪面，造成地表透水與土地含水能力盡失，可針對學校、社區、學校或建築基地的保水性及建材使用進行規範。

6.溫室氣體

雖然台灣並非京都議定書締約國，對於溫室氣體減量的政策無明確規範；然鑒於空污環保是島國溫室效應的重要環節，為有效減輕電氣能耗，市府環保局可分設二氧化碳監測儀監測站，強化資訊收集，並採可行因應對策。

7.生態綠網

目前國內對於生態綠網建置多以探討論述為主，欠缺建構都市生態綠網的實質性計畫；臺中市有著舉國聞名的綠園道，較之Portland都市邊界綠化美景有過之而無不及，應順勢而為，建設高優質綠園道，提供市民休閒與宜居環境。

8.民眾參與

先進國家生態城之發展有一鮮明特質，即民眾參與的平台建置與意見

協商，由於民氣可用，造成市民接受度高，順遂建設。臺中市可於相關官方網站中載明生態城建設資訊，並定期召開公聽會，傳遞資訊、教育民眾，分期分項落實生態城規劃與建設。

(三)臺中市生態城發展策略

2009年經建會於「國土空間發展策略規劃」中，明確揭櫫未來國土發展將以環境保育與永續發展為基礎，朝低碳城市發展，鼓勵清潔生產應用、能源高效使用及全面發展人本綠色交通系統、溫室氣體減量等，可知生態城市與綠能研展是國家既定政策與方向，臺中市應提出綠色生產、綠色經濟及綠色交通等永續發展策略，有助於生態城市建設優質的人居環境及永續發展，依社會、經濟及環境三面向羅列之。

1.社會面向

生態城市之社會進步應兼顧社會公平與富裕，建構健全的社會服務及完善的保障體系，以滿足公眾之生活質量，達到社會永續發展。

(1)優化城市人口結構

儘速落實臺中都會區之綠色公眾運輸系統(捷運、自行車、步行系統)，將部分人口分散於鄰近鄉鎮，降低都市人口密度，維持都市生活品質。

(2)強化綠色文明教育

建構E化宣導平臺、揭示綠色生態理念、落實綠色環境教育、強化環境保護意識，提高公眾自我道德素養。

(3)建立民眾參與機制

擴大民眾參與機制與機會，積極宣導民眾參與重要性，扮演「赤腳醫生」，共同參與及投入市政建設。

(4)建置社區服務體系

激發市民參與意願，鼓勵民眾自發性參與社會服務。

2.經濟面向

生態城市應發展綠色經濟，利用循環經濟之3R原則--減量(Reduced)、再利用(Reuse)及再循環(Recycle)，使人類經濟活動對環境影響降至最低，達到環境保護與經濟發展「雙贏」目標。

(1)資源再使用

儘速建置完成污水下水道系統，推動水資源回收再利用(中水及雨水的回收系統)，達到水資源的永續使用。

(2)發展綠色交通

建置安全舒適的人行步道系統及以通勤為主之自行車專用道，必要時限縮汽車車道及降低汽車車速，以提高使用者之安全性及舒適度。

(3)開發綠色能源

目前綠色能源使用率不高，應從公教部門逐步推動，新建建物應大量採用綠色能源設計及鼓勵發展綠色技術等。

3.環境保護

生態城市之環境保護應以生態學為基礎，積極建設綠色基礎設施，以建置人與自然和諧的人居環境，達到環境永續發展。

(1)健康綠色環境

積極建設及落實城市綠化數量及綠色基礎建設，提高市內潛在綠化空間的活化與利用，進行道路等開放空間之全面綠化，鼓勵垂直綠化及屋頂花園設計，提高綠色環境品質及健康舒適的綠色空間。

(2)生態環境保育

進行市內河道恢復原貌與生態機能之整治計畫，推動都市綠網的建置計畫，提高整體環境親近自然的可及性。

二、臺中生態城綠能產業芻議

再生能源及配合節能的新興綠能科技，展現出工業革命後具有50年以上長期效益之產業機會，是未來科學、工程、產業發展主題，且可能在本世紀下半葉，發展成熟並廣泛應用而徹底解決人類能源短缺以及溫室效應之重大危機。然而，由於現在與綠能有關的科技、政治及經濟條件處於一個急遽變動的階段，仍然有許多情境因素對綠能技術與產業落實的時程和階段性成效起著關鍵性影響；特別值得關注的條件包括：溫室氣體減量承諾壓力、科技的不連續性、經濟與金融條件、能源安全決策、化石燃料價格、基礎設施的發展、綠能宣導與知識擴散等。

(一)綠能產業環境發展趨勢

國際先進國家藉由綠色政策推動，進行綠色經濟之提升。政府目前亦正藉由國家節能減碳總行動方案與旭升方案之推動，期望透過節能減碳與綠能產業之發展，帶動臺灣綠色經濟。臺中生態城之綠能產業發展應關注下列趨勢：

1.綠色消費意識抬頭，企業思維變遷

傳統廠商追求低成本、高效率、及時反應市場等競爭要素，前衛廠商則需進一步重視綠色生產、供應鏈管理、C2C之產品循環應用。

2.環境議題繫決企業競爭力

企業社會責任增加，企業不應僅消極地致力降低伴隨企業活動而來的環境負荷，更應積極地將環境議題視為提升企業競爭力的契機。

3.綠色節能新商機

由於環保意識提升，因此，潔淨能源、資源回收再利用、綠色節能運輸等面向皆有新商機。

(1)潔淨能源有風力、太陽能、燃料電池、生質能、絕緣材料、節能科技等獨立式發電系統之商機。

(2)資源回收再利用則有助於廢棄物減量科技、資源回收管理與再利用等科技發展。

(3)綠色節能運輸方式將有利大眾運輸服務、交通廢氣排放管制及節能控制科技等產業之商機提升。

4.節能減碳新興產業

(1)減碳需求環境服務：受惠於環保、氣候變遷相關法規的公司。

(2)追求更健康的永續餐飲：減少碳排放、永續耕作以及有機食物。

(3)污水變藍金之水資源管理：水利科技發展、污水治理工程等基礎建設。

(二)綠能產業發展困境

綠色經濟是未來國際經濟新主軸，配合國際綠色經濟發展趨勢，綠能產業成為行政院推動的六大新興產業之一，行政院訂定 2010 年為「節能減碳元年」，通過「國家節能減碳總計畫」及十大標竿方案，跨部會統籌規劃邁向低碳社會。臺中生態城綠能產業發展過程面臨困境有五：

1.綠能產業技術有待提昇

- (1)綠能產業關鍵技術之自主與創新須予強化。
- (2)綠能科技創新與管理人才嚴重短缺。
- (3)提高層次參與國際合作，快速提昇技術水平。
- (4)跨領域資源整合，提升產業價值與競爭力，及時全球分工佈局。

2 關鍵綠能產業技術闕如

- (1)無矽基太陽能電池上游矽材原料之自主生產能力。
- (2)白色 LED 光源專利受制於國際大廠。
- (3)基礎與高階技術仍在萌芽期。
- (4)氫能與燃料電池核心關鍵組件性能有待提昇。

3.欠缺綠能產業系統整合技術

- (1)風力發電系統整合技術仍有賴國外引進。
- (2)能源資通訊產業無大規模整合應用系統經驗。

4.欠缺綠能產業市場應用實績

- (1)風力發電產業欠缺運轉實績，不易鏈結國際供應鏈。
- (2)燃料電池系統耐久性有待驗證。

5 綠能產業規模不足

- (1)內需市場不具經濟規模，品牌建立與行銷通路更顯艱難。
- (2)綠能產業發展易受國際經濟波動影響，企業規模不大，產業鏈不夠完整，關鍵原物料缺乏議價空間而降低競爭力。

全球科技發展中，各國皆賦予新興綠能產業時代使命及高度期待，戮力投入研展與應用，進行全球分工布局，冀望在綠能經濟的高度競爭中脫穎而出，未來是能否場勝出的關鍵十年；衡量全世界重大產業變革過程中，市場機會常伴隨著過度投資與違反經濟原則而發生折損，臺中生態城綠能產業發展決策時應可參酌下列原則：

- 1.未來十年，綠能產業已成為全世界先進國家產業發展的關鍵項目；考量技術與產業時應以物理原理和經濟成本為基礎，辨識真正的機會。
- 2.綠能科技創新與運用仍以歐美日為主要平台，產業推展與產品量產以中國、日本、韓國及臺灣較具關鍵競爭力。

3. IEA 預估 20 年內綠色經濟發展仍需國家政策的強力支持，政府早期支持力道的強弱將繫決綠能技術與產業發展。
4. 高科技產業發展歷程中，明證我國具有極佳技術研發與製造能力；未來政府與企業界應協同投入，展現更大企圖，實踐市場關鍵策略，發展綠色能源技術與產業，不可錯失與誤判綠色經濟發展機會與契機。

龐大產業商機伴隨著潛在風險危機，臺中生態城發展新興綠能產業時應廣泛審視配套要件，包括政策法規支持度、科技創新與量產整合、示範帶動機制建立、產業基礎設施、動態環境敏感度分析等，知己知彼，謀定而後動，運籌決勝於千里之外，審慎施為於方寸之間，擘劃永續生態與綠色經濟兼備，生產、生活與生態三生一體的優質臺中生態城。

參考文獻

- 內政部營建署城鄉發展分署中區規劃隊，2008，生態城市案例-芬蘭 Eco-viikki。
- 王如松，1991，走向生態城—城市生態學及其發展策略，都市與計畫，18卷1期，頁01-17。
- 王如松，1988，高效、和諧—生態城市調控原則和方法。長沙：湖南教育出版社。
- 王小璘、何友鋒、黃晏淨、吳靜宜，2011，生態城市評估指標體系之研究—以台中市為例，建築學報，第75期，中華民國建築學會，115-134，(TSSCI)
- 王俊秀，2007，低碳社會與典範轉移：環境社會學的觀點，2007台灣社會學研討會論文集，臺灣大學社會學系。
- 方暮晨，2012，全面推動綠色生態城市，邁向未來都市，經建會都住處，My Go News新聞稿，2012.3.20。
- 中國社會科學院，2012，全球城市競爭力報告(2011~2012)，2012.6。
- 白宜珊，2012，國內外生態城市比較研究，2012臺灣地理資訊學會年會暨學術研討會論文集A7-3，臺灣地理資訊學會。
- 左峻德，2012，我國明星產業競爭優勢及市場利基研究-綠能及綠建築，行政院經濟建設委員會，No.(101)005.601。

行政院國家科學委員會，2008，全球環境變遷與都市周邊土地使用改變研究成果發表記者會，2008.8.27。

行政院國家永續發展委員會，2003，臺灣永續發展指標，行政院。

行政院經濟建設委員會，2004，臺灣二十一世紀議程--國家永續發展願景與策略綱領，行政院國家發展委員會第十八次委員會議，2004.11.8。

李玉生、何友鋒，2008，都市設計審議結合生態城市概念之研究，內政部建研所。

沈清基，1998，城市生態與城市環境，同濟大學出版社。

周傑、朱德明、袁克昌，2003，生態城市研究，污染防制技術，第16卷第1期，1-6。

吳志強、宋雯珺，2008，國際生態城市理論與範例，2008城市發展與規劃國際論壇論文集，中國城市科學研究會。

胡寶林，1998，都市生活的希望，中山學術文化基金會中山文庫，臺灣書局發行。

孟曉蘭、劉國慶，2011，永續的城市藍圖—「生態城市」，中華技術，92期，46-57。

馬世駿、王如松，1984，社會-經濟-自然複合生態系統，生態學報，頁4。

徐苔玲、王志弘譯，Simon Parker著，2007，《遇見都市—理論與經驗》，群學出版社。

盛學良、彭補拙、王準、吳以中，2001，生態城市建設的基本思路及其指標體系的評價標準，環境導報，第1期，5-8。

許耿銘，縣(市)改制直轄市後建構生態城市指標之初探，行政民主與都會永續治理學術研討會，頁1-51~1-68。

陳世圯、黃鎮江，兩岸綠能產業發展與合作契機，第五屆兩岸經貿文化論壇，國家政策研究基金會。

陳瑞鈴、王小璘，2008，都市計畫通盤檢討結合生態城市概念之研究，內

政部建築研究所。

黃楹鈞、溫谷琳、陳孟敏、陳玫鈴，2008，全球生態城市之趨勢、標竿及衍生產業研究，經濟部技術處。

黃光宇，1992，田園城市·綠心城市·生態城市，重慶建築工程學院學報，14卷3期，63-71。

黃光宇、陳勇，2002，生態城市理論與規劃設計方法，科學出版社。

黃光宇，2004，生態城市研究回顧與展望，城市發展研究，第11卷第6期，頁41-48。

華昌琳，1998，生態都市之實踐，永續國土發展講座彙編，中華民國永續發展學會。

張昆民、溫宗國、杜斌、宋國君，2004，生態城市評估與指標體系，化學工業出版社。

楊致行，2010，新興綠能產業之發展趨勢，證券櫃檯專題報導，85-90。

葉惠青，2009，綠能產業與科技發展現狀，經濟部。

經濟部，2009，綠色能源產業旭升方案，經濟建設委員會。

經濟建設委員會，2005，挑戰2008：國家發展重點計畫(2002-2007)，行政院經濟建設委員會。

臺中市政府，2012，臺中市政府低碳城市建構白皮書。

劉振邦、邱錦松，2013，綠能對台灣產業轉型之機會與挑戰，工業技術研究院。

劉弘雁，2011，我國綠能產業發展現況與趨勢探討，工研院產業經濟與趨勢研究中心。

鄭志明、吳濟華，2011，生態城市理念對我國城市規劃與治理之啟示暨規劃原則之應用—以新台南市為例，2011第四屆城市學研究學術研討會論文集，No.24，高雄市立空中大學。

賴奕錚，2003，以生態城市觀點檢視台灣城市發展之環境課題，臺北大學都市計畫研究所碩士論文。

謝慶達，1996，找尋失落的空間：都市設計理論，田園城市。

鞠美庭、王勇、孟偉慶、何迎，2007，生態城市的建設理論與實踐，化學工業出版社。

顧大維，2004，台灣地區因應生態城市發展之對策架構的探討，淡江大學建築學系碩士論文。

Carson, R. 著，李文昭譯，2008，寂靜的春天(Silent Spring)，晨星出版社。

Liao, C.M., 1997, Guiding Principles and Policies for Sustainable Eco-City Development-Works in Progress in Los Angeles. 載於內政部營建署、財團法人七星農業發展基金會、中國文化大學環境設計學院景觀學系舉辦之「永續生態城鄉發展理念與策略研討會」。

Meadows, D., Randers, J. & Meadows, D. 著，高一中譯，成長的極限(The Limit to Growth)，2007，臉譜出版社股份有限公司。

Walter, B., Arkin, L. & Crenshaw, R., 1997, Concepts and Strategies for Eco-City Development. 載於內政部營建署、財團法人七星農業發展基金會、中國文化大學環境設計學院景觀學系舉辦之「永續生態城鄉發展理念與策略研討會」。

Brink, B.T., 1991, The AMOEBA approach as a useful tool for establishing sustainable development? In O. Kuik and H. Verbruggen (Eds.), In search of indicators of sustainable development, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA, 71-87.

COMMISSION OF THE EUROPEAN COMMUNITIES, 2006, COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE COUNCIL AND THE EUROPEAN PARLIAMENT- on Thematic Strategy on the Urban Environment, SEC 16, Brussels.

Dominski, T., 1992, Reduce, Reuse, Recycle. In: Sustainable Cities—Concepts

- and Strategies for Eco-City Development, edited by B. Walter et al., Los Angeles: Eco-Home Media Press, 16-18.
- Engwicht, D., 1992, Towards an Eco-City: Calming the Traffic. Envirobook, Sydney, Australia.
- Hough, M., 1984, City form and natural process. Routledge. London.
- Howard, E., 1902, garden cities of tomorrow, Swan Sonnenschein & Co., Ltd.
- Howard, E., 1965, Garden Cities of To-Morrow, Cambridge, MA: The MIT Press (originally published in 1898 in England).
- IUCN · UNEP & WWF, 1991, Caring for the earth: a strategy for sustainable living, IUCN, UNEP & WWF. Gland, Switzerland, and Earthscan, London.
- Miller, M. & Allen, W., 1990, Garden Cities And New Towns-Five lectures, England: Hertfordshire Publications.
- McHarg, I.L., 1969, Design with Nature, New York: Natural History Press.
- Moffatt, S., 2000, Creating an Eco-City: Method and Principles, The Sheltair Group Inc, Vancouver, Canada, 1-19.
- Odum, E.P., 1971, Fundamentals of Ecology. 3rd. ed. W.B. Saunders. Company, Philadelphia, London, Toronto.
- Odum, E.P., 1989, Ecology and our endangered life-support systems, Charlotte: Baker & Taylor Books.
- Register, R., 1987, Eco-city Berkeley, North Atlantic Books.
- Roseland, M., 1991, Toward sustainable cities, Ecodecision, 3: 48-52.
- Roseland, M., 1997, Eco-City Dimensions: Healthy Communities Healthy Planet Publishers, New Society, 5-7.
- Shireman, W.K., 1992, How to Use the Market to Reduce Sprawl, Congestion, Pollution and Waste in our Cities, Sustainable Cities- Concepts and Strategies for Eco-city Development, edited by Walter, et al., pp.219-226, Los Angeles:

Eco-Home Media press.

Tisdell, C.A., 1991, Economics of environmental conservation: economics for environment and ecological management, Elsevier, New York, USA.

United Nations, 1992, Earth Summit, Agenda 21, The United Nations Programme of Action From Rio United Nations Publication, New York, USA.

World Commission on Environment and Development, 1987, Our common future, Oxford University Press, New York.

Yantisky, O., 1984, Towards creating a socio-ecological conception of a city In: Cities and ecology: The international expert meeting, Suzdal, 24-30.

http://www.hel.fi/static/ksv/julkaisut/eco-viikki_en.pdf.

http://www.unesco.org/new/en/natural-sciences/about-us/single-view/news/20_new_biosphere_reserves_added_to_unescos_man_and_the_biosphere_mab_programme/.

http://www.ippuc.org.br/pensando_a_cidade/index_transpcoletivo_ingles.htm.

http://www.ippuc.org.br/pensando_a_cidade/index_hist_planej_ingles.htm.

<http://www.fairviewhospital.org/body.cfm?id=586>.

http://www.spur.org/document/051101_article_03.shtm.

<http://www.la.thu.edu.tw/tnecocity/index.htm>(台南生態城市規劃)