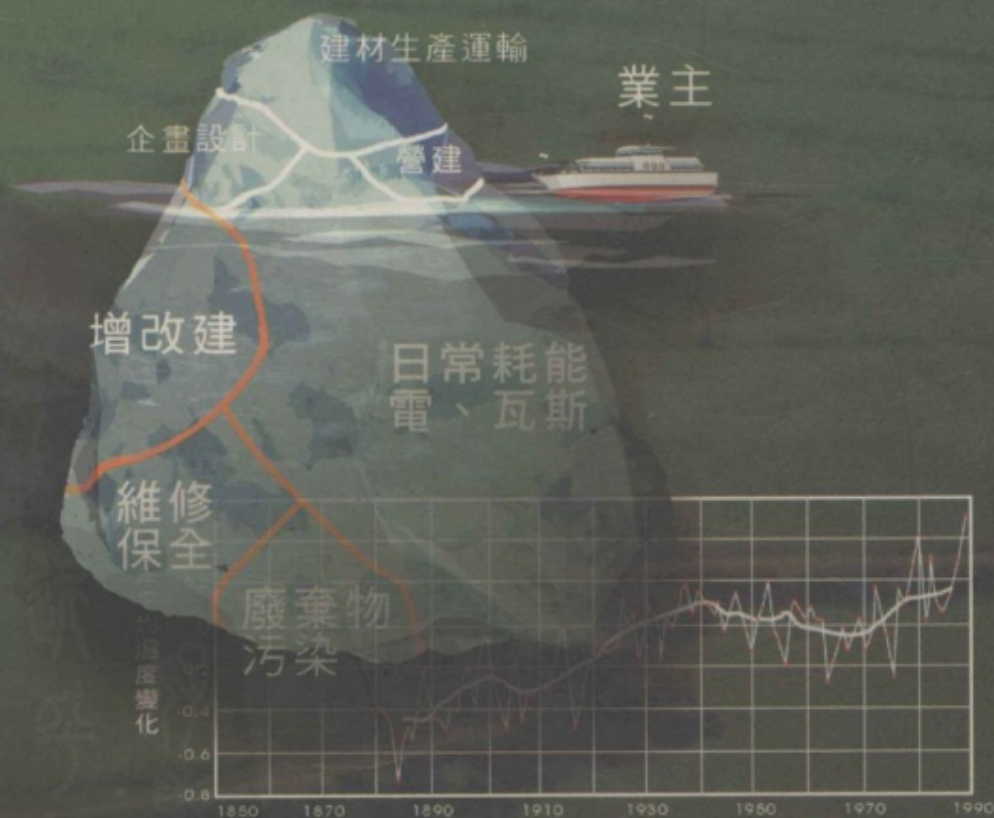


人類居住環境的永續發展
生態、節能、減廢、健康

熱濕氣候的 綠色建築

Green Architecture
in Hot-Humid Climates

林憲德 著





綠色建築就是生態、節能、減廢、健康的建築，也是「建築資源利用的四倍數革命」。許多人常存在「高科技終會拯救人類」之幻想，以為綠色建築必須花更多錢、投資更多設備，事實上正與綠色建築的精神背道而馳，常造成以「更無效率的新科技替代更高效率的傳統技術」的荒謬。地球只剩五十年，必先考慮更便宜、更自然、更有效益、更無公害的「四倍數綠色建築設計法」才能救急，這些方法通常只是「儉樸無華的建築設計、有效率的材料力學、重複使用的家具建材、小巧的遮陽版、韻律變化的陰影、最少管理的自然庭園景觀」而已。

ISBN 957-705-263-0



9 789577 052636

\$1100

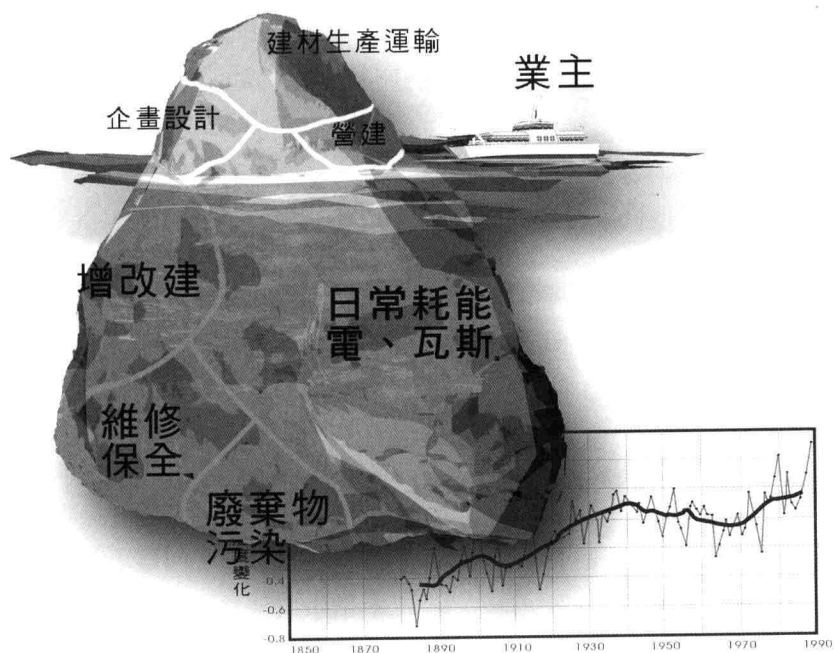
詹氏書局

人類居住環境的永續發展
生態、節能、減廢、健康

熱濕氣候的 綠色建築

**Green Architecture
in Hot-Humid Climates**

林憲德 著



詹氏書局

熱濕氣候的綠色建築

Green architecture in hot - humid climates / 林憲德著.

— (西拉雅生態叢書; 2)

— 初版. — 臺北市. 詹氏, 2003[民 92]

650 面; 26 公分. 參考書目: 4 面

ISBN 975-705-263-0 (精裝)

1. 建築工程 2. 環境保護—建築 3. 建築節能

441.3

92012058

西拉雅生態叢書之二

熱濕氣候的

綠色建築

人類居住環境的永續發展

生態、節能、減廢、健康

作 者：林 憲 德

發行人：詹 文 才

總 經 銷：詹氏書局

登 記 證：局版台業字第 3205 號

郵政劃撥：0591120-1 (戶名：詹氏書局)

地 址：台北市和平東路一段 177 號 905 室

電 話：(02)23918058 • 23412856 • 77121688 • 77121689

傳 真：(02)23964653 • 23963159

網 站：<http://archbook.com.tw>

E-mail：chansbok@ms33.hinet.net • archbook@sparqnet.net

美術編輯：郭柏巖、趙又嬋

印 刷：秋雨印刷股份有限公司

2003 年 8 月初版 • ISBN 975-705-263-0

特惠版定價：新台幣1100元(全彩精裝)

自序

回想大學畢業時，對自己所受的建築教育感到惶恐不安，例如所學的建築物理知識，不是中國東北的炕、北緯35.5度的日照圖，就是美軍的氣象資料，讓我迷失了自我。我曾崇拜Foster N.、Piano R.的高科技建築，卻不知這些閃閃發亮的玻璃建築在熱濕氣候下是能源大殺手。生長在熱濕氣候的我，曾以為在夏天脫光衣服乘涼是最愉快的事，不了解中東人在炎熱的夏日全身裹著「大床單」，更不理解炎熱氣候下的沙漠民居只開小窗又採用厚重的土牆，人住在裏面豈不悶死？後來才恍然大悟，原來裹在阿拉伯人身上的「大床單」，有抵擋日射的功效，可保持衣服內部濕潤條件，並防止皮膚乾燥脫水，而沙漠民居的小高窗，則可防止焚風日射之侵襲，其厚牆則有減緩壁體傳熱的作用。過去我常抱怨現代的建築都市景觀毫無地方特色，一再思索什麼是本土建築風格？什麼是熱濕氣候的建築形式？卻眾說紛

云而無所適從。如今，鑽研綠色建築二十餘年之後，方能略知氣候與建築風土的脈動。

記得1985年剛回成功大學服務時，深覺本土氣象研究是一切建築能源研究的基礎，因此花了好幾年從事建築應用氣象資料研究，但這冷門而艱澀枯燥的研究，引不起學界注意，要不到官方研究經費的奧援。一回，我將一篇自以為得意的論文「建築耗能解析用平均氣象資料研究」，投稿於機械工程學會的空調部門期刊，竟然被退稿，好沒面子。如今，台灣的建築節能法令均立足於這些氣象基礎上而開花結果，成為建築與空調業界必須遵守的規範，真是不可同日而語。二十多年來，本人致力於「建築節能」、「綠色建築」與「城鄉生態」之研究，想不到其中「建築節能研究」催生了台灣的建築節能設計法規，「綠色建築研究」奠定了國家綠色建築評估制度，「城鄉生態研究」誘發了國內生態工程的熱潮，能夠恭逢盛會，甚感榮幸。

台灣今日的綠色建築評估體系，是筆者

主導國內多位研究者十多年來的共同心血，也是立於國際比較的本土化研究成果。事實上，在國際綠色建築的研究浪潮中，台灣的綠色建築發展可說是一匹後來居上的黑馬。綜觀各國綠色建築評估方法，很少能像台灣一般，重視熱濕氣候的建築風土設計，擁有動態耗能特色的ENVLOAD 節能指標，並提出量化的「生物多樣性指標」、綜合綠化評估的「CO₂ 固定量指標」、生態防洪的「基地保水指標」以及結構安全評估的「CO₂ 減量指標」，開創了獨特的前瞻性理論體系。2000年，筆者以「台灣綠色建築的評估體系與政策」論文，在荷蘭馬斯垂克所召開的「永續建築2000 (Sustainable Building 2000) 會議」中，介紹台灣的綠色建築評估體系，深獲國際好評，使荷蘭的永續建築雜誌 (Sustainable Building) 創刊號特別以專文介紹台灣的綠色建築發展現況。2002年，台灣政府以「綠建築推動方案」強制公有建築物進行綠色建築標章預審制度，同年通過140件綠色建築設計案例，合計約19萬m²樓

地版面積，預計在興建完成後每年可以節省1.7億元新台幣的水電費支出，但其審查作業費用只花費區區兩百萬元新台幣，展現出台灣綠色建築評估體系實用而立竿見影之成果。

過去的建築教育常偏重於建築造型遊戲，從機能主義、國際建築、後現代主義到解構主義，只是一波風潮取代另一波時尚，對於真正建築文化與環境責任幾乎無動於衷，許多人徘徊於混亂的建築價值中而不知所措，建築設計者甚至不知道什麼是應該堅持的原則。唯有目前的「綠色建築改造運動」才真正對建築環境與建築風格產生實質影響，例如台灣實施建築節能設計管制六年以來，一些模仿寒帶國家造型的玻璃大樓，因節能指標的管制而明顯減少；許多住宅因屋頂隔熱不良而悶熱不堪的情形，也因屋頂隔熱管制而獲得改善；許多住宅大樓因外牆過於單薄而龜裂漏水的情形，也因外牆隔熱U值的管制而明顯消失；自2003年起，新設學校建築因受到強化外遮陽設計規定之影

響，更漸漸形塑出熱帶校園應有之建築風貌。此外，公有建築物實施「綠建築標章審查」三年以來，透水植草磚與綠地漸漸取代了瀝青水泥鋪面，省水器材漸漸取代了耗水型衛生器具，使台灣的建築生態漸漸獲得療傷的機會。在短短數年內，許多大專院校與社區大學紛紛開設綠色建築的課程，建築系的學生對綠色建築指標皆可朗朗上口。自2002年起，行政院更將綠色建築政策提升為「挑戰2008國家重點發展計畫」，同時以「綠色廳舍改善計畫」編列大量預算，進行舊有建築物之綠色改造工程。許多外國學者看到台灣能傾政府民間之力量，以「綠建築標章制度」、「綠色廳舍改善計畫」、「綠色建材標章」等具體政策，來進行全國性之綠色建築改造運動，莫不由衷羨慕。

二十多年來，我一直以研究亞熱帶風土建築為職責，也寫了不少暢銷台灣的建築科技專書。近幾年出乎意外的，我的著作在新加坡、香港、中國大陸之華人學術圈逐漸受到重視，2002～2003年更託著作之盛名，

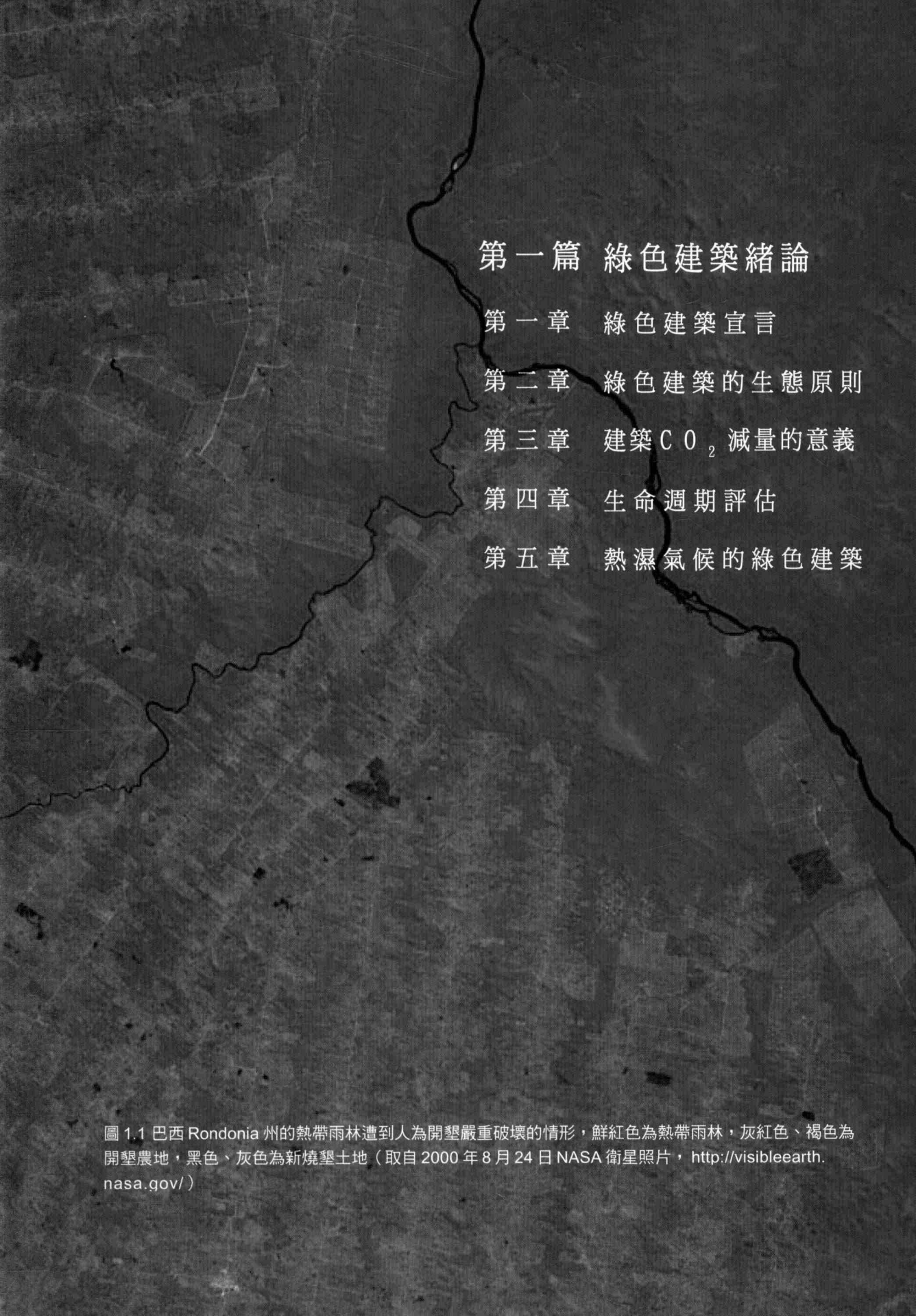
被邀請至香港與中國大陸多所大學進行訪問演講，令我深感必須擴大自己的研究領域，為國際化建築科學效勞，才是此生更大的貢獻。有鑑於此，本人開始思索將研究方向由台灣擴大至亞熱帶與熱帶的熱濕氣候區域，使著書內容能跨越地方性研究，進而與國際接軌。因此，本書特別大量加入鄰近國家建築生態氣候之比較研究，同時也介紹國際綠色建築之發展重點。多年來，本人為了追尋熱濕氣候之建築原貌，走訪東南亞各國、日本南部、美國東南部，以及中國之雲貴、華南、江南，探索熱濕氣候民居與風土建築元素，建立了豐富的生態建築圖片檔案作為本書之素材，相信這些第一手資料能提供讀者對於熱濕氣候綠色建築的體認。過去，本人因對歐美至上的建築教育產生反省，致力追尋亞熱帶氣候的建築風格。如今，卻想跳脫偏狹地方主義的桎梏，試圖由廣域氣候與全球性角度來還原生態建築之定位，其間之變化頗有「見山又是山，見水又是水」的感覺。

本書內容，一部分淬取過去「熱濕氣候的綠色建築計畫」、「建築風土與節能設計」等拙著之內容，一部分整理自本人近年綠色建築評估體系研究與台灣政府綠色建築政策之成效。本書以古西洋神話Ouroboros 神獸傳說為序幕，展開熱濕氣候的綠色建築理論。全書內容分為三篇，第一篇為綠色建築最重要的基礎理論，論述熱濕氣候的建築氣候風土、CO₂減量評估、生命週期評估理論；第二篇為綠色建築的建築節能導論，強調熱濕氣候之生態配置、採光通風、建築外殼節能、空調照明節能等計畫理論；第三篇介紹台灣自立發展的綠色建築評估體系與實務操作，同時介紹國際13種綠色建築評估體系以作為全球化接軌之依據。

本書取名為「綠色建築」，其內容只能提供建築尺度的環保技術，或許有人認為小尺度的環保設計對大生態環境之貢獻太薄弱，真正的地球環保對策必須擴大至都市、國土規劃上，方能發揮整體功效。讀者若有此憂慮，請參照筆者另一姊妹作「城鄉生態」，必能有助於建構環境生態設計之完整

體系。但願我們的居住環境可由「綠色建築」邁向「城鄉生態」，讓我們的子孫能活得更尊嚴、更有希望。

台灣成功大學建築系教授
林憲德 謹誌於雙木堂
2003年6月

A satellite image of Rondonia, Brazil, showing a grid-like pattern of deforestation in the Amazon rainforest. The image is in grayscale, with a prominent black line representing a major river or road running diagonally across the frame. The background is a dark, textured surface representing the forest, with lighter, irregular patches indicating cleared land.

第一篇 綠色建築緒論

第一章 綠色建築宣言

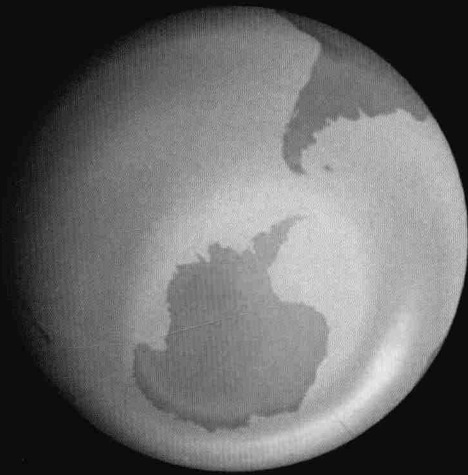
第二章 綠色建築的生態原則

第三章 建築 CO_2 減量的意義

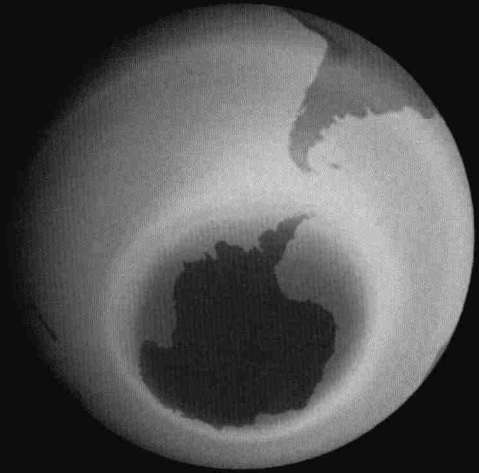
第四章 生命週期評估

第五章 熱濕氣候的綠色建築

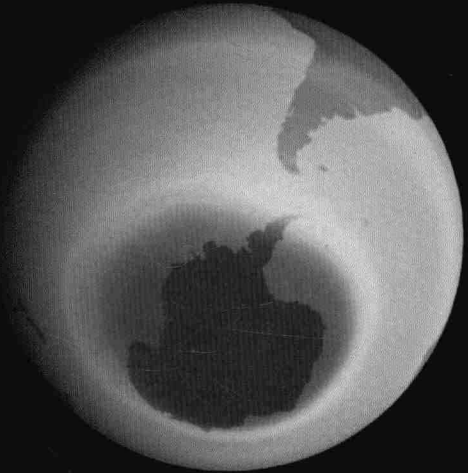
圖 1.1 巴西 Rondonia 州的熱帶雨林遭到人為開墾嚴重破壞的情形，鮮紅色為熱帶雨林，灰紅色、褐色為開墾農地，黑色、灰色為新燒墾土地（取自 2000 年 8 月 24 日 NASA 衛星照片，<http://visibleearth.nasa.gov/>）



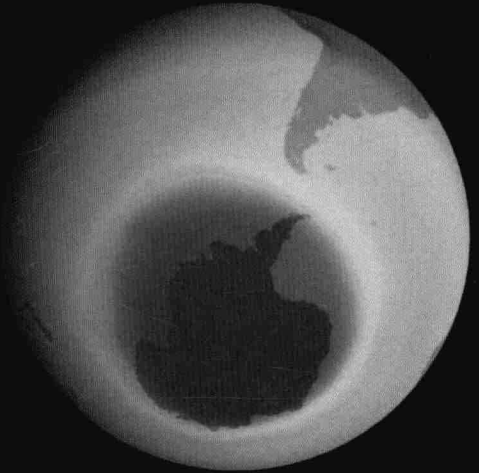
September 1981



September 1987



September 1993



September 1999



圖 1.2 1993 年至 1999 年來 NASA 所測得之地球南極臭氧層破洞日漸擴大之情形
(取自 <http://visibleearth.nasa.gov/>)

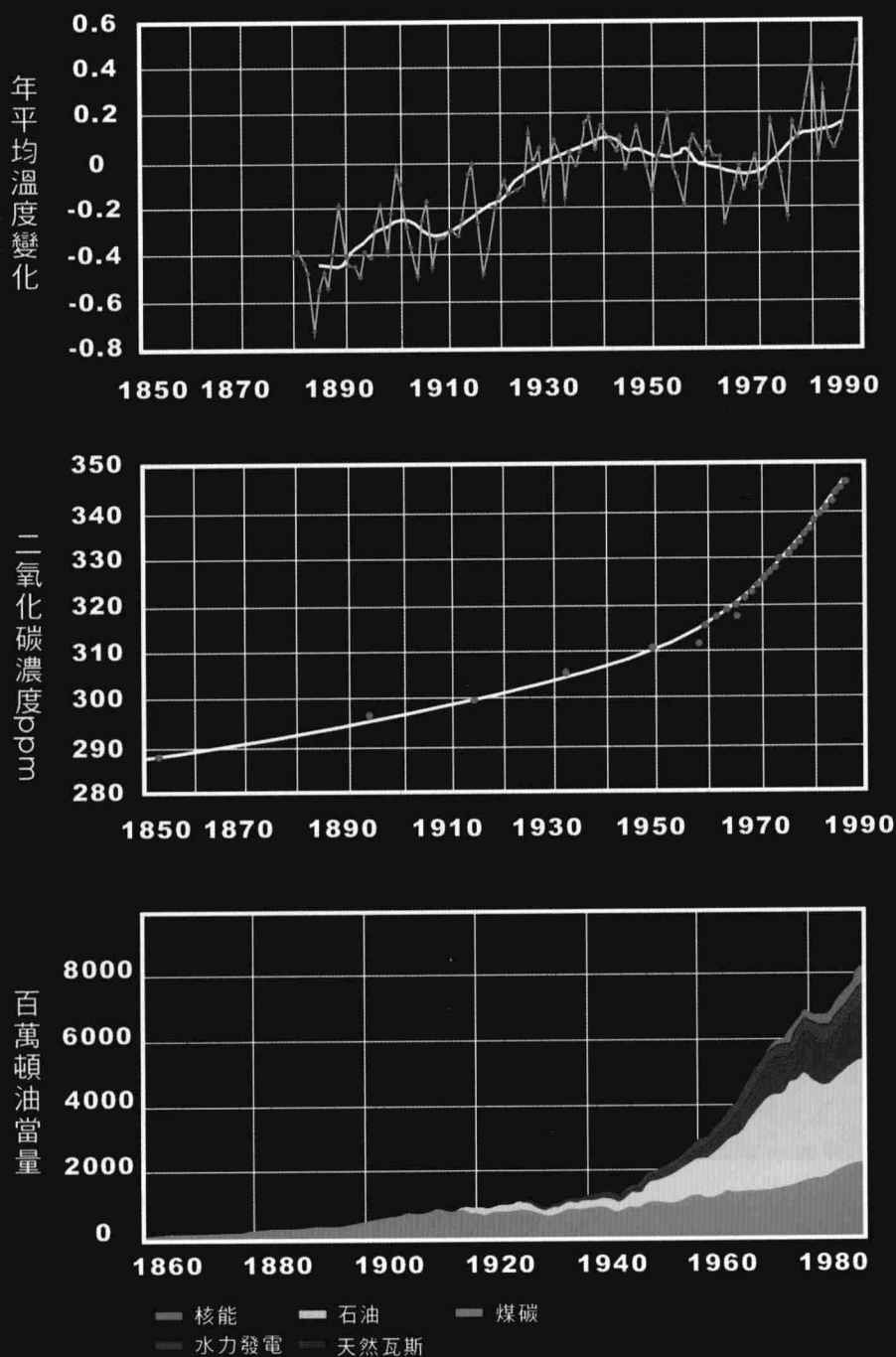


圖 1.3 近百年來人類能源消耗、大氣 CO_2 濃度上升與地球平均氣溫上升狀況

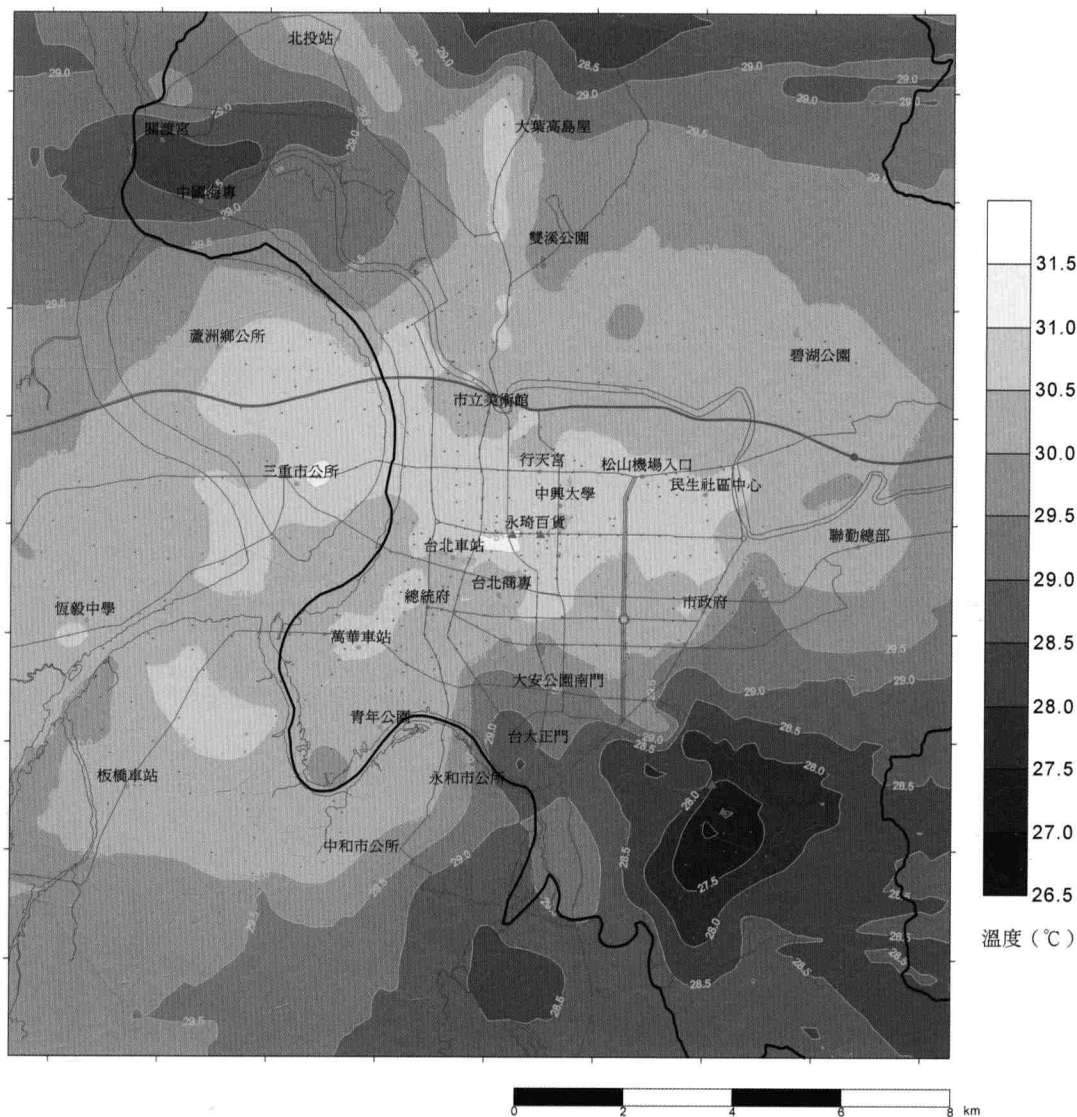


圖 1.4 台北都會區午夜熱島氣溫分佈圖可明顯看出高溫盤踞於三重市至台北市之盆地中心（成大建研所 Siraya 研究室 1998 年 7 月 24 日 02:00 時實測圖，紅點為 640 實測點，最大溫差 4.5°C，最大相對濕度差 26.5%，關渡水鳥保護區、大安森林公園、台大、木柵等多綠地區有明顯低溫，萬華及天母新闢區呈現局部高溫區）

綠色建築目錄

自序	A1
----------	----

第一篇綠色建築緒論

第一章 綠色建築宣言

1-1 綠色建築的展開	1
1-2 綠色建築發展史	4
1-2.1 綠色建築起源於能源危機	
1-2.2 「風土建築」與「生態建築」之脈動	
1-2.3 地球環保時代的綠色建築	
1-3 我們急需綠色建築政策	11
1-4 台灣綠色建築之發展現況	15
1-4.1 台灣綠色建築發展簡史	
1-4.2 台灣的綠色建築評估體系	
1-5 綠色建築宣言（小結）	19

第二章 綠色建築的生態原則

2-1 生態系的「能量第二定律」	23
2-2 「適當技術」的原則	28
2-2.1 「高科技」絕非拯救地球的萬靈丹	
2-2.2 小即是美	
2-2.3 由高科技建築邁向生態科技建築	
2-3 「源頭管制」的原則	37
2-4 全球性思考與本土化行動	41
2-4.1 經濟全球化的危機	
2-4.2 生態風險的全球化	
2-4.3 全球性思考與本土化行動	

2-5 儉樸的建築美學.....	49
2-6 小結.....	52

第三章 建築 CO₂ 減量評估

3-1 綠色建築與 CO ₂ 減量問題.....	56
3-2 台灣建材 CO ₂ 排放量統計.....	59
3-2.1 建材 CO ₂ 排放量統計法概說	
3-2.2 建材生產之 CO ₂ 排放量統計	
3-2.3 建材運輸之 CO ₂ 排放量統計	
3-3 建築物 CO ₂ 排放量評估實例.....	69
3-3.1 建築軀體 CO ₂ 排放量	
3-3.2 建築規模與 CO ₂ 排放量	
3-4 鋼構造建築與國土保護.....	73
3-5 是誰殺了八色鳥？.....	76
3-6 木構造建築是 CO ₂ 減量的新風潮.....	80
3-6.1 木構造建築的環保特色	
3-6.2 推廣木構造建築市場	
3-7 小結.....	87

第四章 生命週期評估

4-1 建築生命週期之挑戰.....	90
4-2 如何掌握建築物的生命週期.....	92
4-2.1 建築物生命週期的意義	
4-2.2 經濟活動與建築物 LC 的關係	
4-3 台灣建築物 LC 統計.....	98
4-3.1 拆除建築物之平均拆除年數統計	
4-3.2 住宅平均拆除年數特性分析	
4-3.3 台灣建築物 LC 統計	
4-4 建築物 LCCO ₂ 評估.....	103
4-4.1 如何設定建築物 LCA 的生命週期	
4-4.2 台灣建築物 LCCO ₂ 評估	

4-4.3 建築 LCCO ₂ 評估的國際比較	
4-5 耐久化的建築物生命週期設計.....	110
4-6 LCA 與舊建築物再利用.....	115
4-7 小結.....	117

第五章 熱濕氣候的綠色建築

5-1 熱濕氣候的綠色建築.....	120
5-1.1 玻璃大樓是寒帶國家的產物	
5-1.2 玻璃建築是能源大殺手	
5-1.3 玻璃建築在居住環境上之弱點	
5-1.4 向柯比意致敬	
5-2 熱濕氣候的風土特色.....	129
5-2.1 熱濕氣候的範圍與特徵	
5-2.2 人類發源於熱濕氣候	
5-2.3 熱濕氣候是最難控制的氣候	
5-2.4 近代科學小看了熱濕氣候的壓力	
5-2.5 熱濕氣候的綠色建築日益重要	
5-3 綠色建築之「氣候文化論」.....	139
5-3.1 由 Bergmann 法則談起	
5-3.2 隔熱的建築文化論	
5-3.3 「遮陽文化」的熱濕熱帶建築	
5-3.4 「隔熱遮陽並重文化」的亞熱帶建築	
5-4 輕巧謙虛、陰影韻律的熱濕氣候建築美學（小結）.....	149

第二篇 建築節能導論

第六章 建築生態節能導論

6-1 生態節能配置.....	154
6-1.1 由大處著眼的建築節能配置	
6-1.2 建築外形節能計畫	
6-2 環境風水理論.....	158

6-2.1 推土機的風水觀	
6-2.2 以「環境風水」取代「民俗風水」	
6-3 建築節能的意義.....	163
6-3.1 建築是人類的第三層皮膚	
6-3.2 建築節能設計是建築風格的雕刻師	
6-3.3 先有建築節能，才有設備節能	
6-4 以柔克剛的超節能建築－荷蘭 ING 銀行總部.....	169
6-5 建築節能是綠色建築最重要的一環.....	173
6-6 小結.....	176

第七章 熱濕氣候的建築通風文化

7-1 通風智慧二則.....	178
7-1.1 「草原犬鼠」的通風智慧	
7-1.2 Sind 的通風塔	
7-2 熱濕氣候的通風防潮智慧 --- 「干欄」、「平台屋」與「吊床」.....	182
7-2.1 干欄	
7-2.2 平台屋	
7-2.3 吊床	
7-3 熱濕氣候最富風力通風潛力.....	186
7-4 風力通風設計.....	189
7-4.1 風力條件	
7-4.2 風力通風設計實例	
7-5 浮力通風設計.....	193
7-5.1 利用煙囪效應的通風換氣設計	
7-5.2 通風塔建築設計	
7-5.3 中庭浮力通風設計實例	
7-6 熱濕氣候的通風建築文化.....	200
7-6.1 自然通風採光是一切建築節能的基礎	
7-6.2 現代建築教育的警訊	
7-6.3 「深度低於 14 米」的平面通風配置	
7-6.4 多孔隙導風建築文化	

7-6.5 熱濕氣候的「干欄型覆土建築」	
7-7 熱濕氣候建築通風文化（小結）	213

第八章 建築外殼節能計畫

8-1 建築外殼節能設計的重點分析	216
8-2 開窗節能計畫	219
8-2.1 玻璃科技與建築節能	
8-2.2 大開窗是能源殺手	
8-3 外遮陽節能計畫	225
8-4 屋頂節能計畫	229
8-4.1 屋頂隔熱之節能效益	
8-4.2 屋頂通風排熱設計	
8-4.3 屋頂採光與隔熱	
8-5 建築外殼耗能量解析	236
8-5.1 建築空調耗能量動態模擬程式	
8-5.2 林氏建築耗能簡算法	
8-6 建築風土與外殼節能設計	243
8-7 小結	247

第九章 建築空調節能計畫

9-1 大自然的空調設計奇蹟	251
9-2 建築界的空調節能常識	252
9-2.1 建築與空調系統整合是空調節能之母	
9-2.2 不要迷信中央空調	
9-2.3 不要迷信地區冷房系統	
9-2.4 小心造假的空調節能評估報告	
9-2.5 空調節能與室內環境品質	
9-3 熱源系統節能計畫	261
9-3.1 冰水主機超量設計與低效率的困擾	
9-3.2 如何防止冰水主機超量設計	
9-3.3 如何掌握高效率冰水主機設計	