

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：考察)

新加坡道路水資源再利用等環境計畫改善策略
暨市區道路管理策略與管理機制
考察報告

服務機關：內政部營建署道路工程組
姓名職稱：張組長之明
服務機關：內政部營建署南區工程處
姓名職稱：周隊長水發
服務機關：行政院交通環境資源處
姓名職稱：涂科長靜妮

派赴國家：新加坡

出國期間：102年8月26至30日

報告日期：102年11月

目 錄

摘 要	-----	3
一、 背景說明	-----	4
二、 參訪經過	-----	7
三、 心得與建議	-----	21
四、 參訪照片	-----	26

摘要

因應全球暖化氣候變遷，國外遇雨成災之報導亦不曾間斷，而近年來國內發生驟降雨的頻率亦持續增加，在部分高度商業化的都市開發成果下，如基礎建設未考量透水保水之設計，即面臨瞬間暴雨造成積水，而水退後卻又無法留住水資源再利用之窘況，都市計畫區內的道路設計必需與原始都市開發理念共同配合，亦應與時俱進勿墨守成規，對於如何減少地表逕流匯入排水系統的方法及如何增加市區的透水面積或涵養水份的能力，將有賴工程界長期進行推動相關研究來增加市區防災滯洪的能力。

新加坡的都市規劃向來為世人所讚許，整潔的街道、綠化的徹底、綠帶的隔離、歷史街屋整頓、社區組屋等為大家所稱譽，內政部營建署既為市區道路中央主管機關，而新加坡的都市範圍面積及人口亦與臺灣都市相近，希望透過這次的參訪，了解新加坡對於水資源再生利用方法、都市環境綠美化及花園城市建設藍圖與市區道路規劃管理無障礙空間營造之相關經驗，轉化為後續推動政策及執行目標之參考。

一、 背景說明

(一) 新加坡水資源概況

新加坡土地面積約 707 平方公里為台北市的 2.6 倍，人口數近 500 萬人，據 2010 年統計年降雨量約 2,400 公釐與台灣 2,467 公釐相仿，皆屬降雨量多的國家，惟因地形平坦難以蓄存足夠雨水，因此，水資源利用為新加坡面臨的主要課題。

新加坡於 1961 年和 1962 年與馬來西亞簽署了兩份長期供水協定，一份已於 2011 年期滿，另一份亦將於 2061 年屆滿。新加坡政府考量屆時如未獲馬來西亞政府續約，水資源問題將成為等同發展生技數位等高科技產業的首要大事，故對於水資源開發不遺餘力。

新加坡水源主要來源有四：**【馬來西亞供水】**、**【水庫集水】**及**【海水淡化】**等三類主要供應民生用水，而**【新生水】**是把回收的污水經過污水處理廠處理後，經過濾、逆滲透、紫外線消毒等步驟，完成飲用水標準，惟因新加坡民眾仍存在心理障礙，故現今仍以工業用水為主。

（二）新加坡交通概況

新加坡人口約 500 萬人，城市人口密度很大。雖然政府以高價進口稅等手段抑制汽車數量增長，然各種機動車數量已達約 85 萬輛，從官方統計數據「用車頻率」來看，新加坡的年均汽車行駛里程約 2.1 萬公里，高於英國倫敦（0.91 萬公里）、澳大利亞墨爾本（1.39 萬公里）以及美國芝加哥（1.98 萬公里）。即使比例如此之高，新加坡的交通仍十分通暢，在繁忙時段和路段，也很少出現嚴重擁塞現象。

新加坡城市交通及步行空間之所以暢行無阻，除了規劃設計完善之交通路網、嚴格的處罰制度及人民守法觀念外，管理的方法更是重要。在新加坡一般很少在街道上看到交警的身影，但「電子警察」24 小時執勤以確保城市交通暢通無阻。

新加坡交通部下轄陸路交通管理局，制定有嚴格的檢查機制，負責國際標準道路設計和道路安全管理，檢查銷售的車輛是否符合當地安全標準，並定期檢查車輛是否符合行駛標準，是交通管理一條鞭的良方。

(三) 新加坡花園城市規劃及道路綠化概況

新加坡的城市建設定位 50 年完成建設“花園城市”的目標，至今已屆滿 50 年，有計畫及預算性的在不同時期，分期分階段完成城市綠化風貌及重點：

60 年代初期，新加坡政府在道路、廣場及法定空間大量種植高大的喬木，在短時間內提高城市綠覆率。

70 年代，增加空間視覺綠化效果，強化植栽環境綠化中彩色植物，以突顯三度立土空間特殊的景觀空間。

80 年代，種植高經濟價值果樹，並引進更多色彩艷麗、香氣濃郁的植物種類，提高城市色彩繽紛效果。

90 年後至今，發展主題公園並建設連接各公園的廊道系統。使建設「花園城市」由理念轉化為實現。

同時期新加坡也開發基礎建設之推動，將約近 15% 的國土面積辦理市區道路建設，建構市區道路、城市快速公路、地鐵及輕軌系統整合之交通網絡。因此在新加坡的交通建設是具備長遠規劃藍圖，都市街道是以寬闊的綠化帶隔開，以預留未來建設高架道路橋梁用地減少後續徵地拆遷的困擾。

二、參訪過程

本次參訪行程，感謝外交部亞東太平洋司及駐新加坡代表處協助安排拜會新加坡國家發展部—國家公園局、環境及水資源部—公用事業局及建設局。主要參訪新加坡公園規劃設計事宜、水資源回收再利用與綠建築工程發展策略及法令。

(一)、參訪行程表如下(表一)：

表一：中華民國內政部營建署參訪新加坡行程表
**Construction and Planning Agency of Ministry of the interior,
 Republic of China, Singapore visit plan Schedule**

Date	Schedule	memo
8/26(Mon)	Taipei-Singapore 台北—新加坡 Preparation 行程準備	Eva Air BR225
8/27(Tue)		
14:00-15:00	Visit Ministry Of National Development-national park agency Subject: overview of City in a Garden – and management of greenery in Singapore.	Member: Chang, Chih-Ming(Director) Zhou, Shui-Fa(Director)
	拜會 新加坡國家發展部 - 國家公園局 簡報主題： 新加坡花園城市規劃及經營管理	拜會人員： 張之明 (營建署組長) 周水發 (營建署隊長)
Coordinator/協調聯絡： Chan Yang Sun Senior Communications Executive National Parks Board Tel: +65 64717809 Fax: +65 64747074 mobile 65-92993619 Add/地址：Singapore Botanic Gardens, (Nassim Gate) 1 Cluny Road, Singapore 259569		
8/28(Wed)		
街道自由參訪		

表一續：

8/29(Thu)		
AM 10:00	Visit t PUB NEWater Visitor Center Subject: Water resource recycle/reuse	Member: Chang, Chih-Ming(Director) Zhou, Shui-Fa(Director) Accompany by. Ms. Tu, Jing-Ni Division chief of Executive Yuan.
	拜會新加坡環境及水源部-公用事業局 主題： 水資源再利用回收	拜會人員： 張之明（營建署組長） 周水發（營建署隊長） 陪同人員： 涂靜妮（行政院科長）
Coordinator/協調聯絡: Eric Soh 苏舶华 Senior Officer Industry Development Department tel:67313244 fax :67356873 Add/地址： <u>20 Koh Sek Lim Road, Singapore 486593</u>		
8/30(Fri)		
Am 10:00	Visit Ministry Of National Development- Building & Construction Authority policies and regulations of buildings /construction green sustainable developments	Chang, Chih-Ming(Director) Zhou, Shui-Fa(Director)
	拜會新加坡國家發展部-建設局 主題： 綠建築/工程發展策略及法令	拜會人員： 張之明（營建署組長） 周水發（營建署隊長）
Coordinator/協調聯絡:Charles Wee Cho Tat Country Director (China,SEA) Asia Pacific Department • International Development Group Tel: +65 6325 1932 Fax: +65 6253 5692 地址：5 Maxwell Road #16-00 Tower Block MND Complex Singapore 069110		
8/31(Sat)	Singapore-Taipei 新加坡-台北	Eva Air BR226

(二)、經過情形如下：

1. 拜會新加坡國家發展部－國家公園局

時間：102年8月27日下午14時

地點：新加坡植物園

參加人員：張之明、周水發

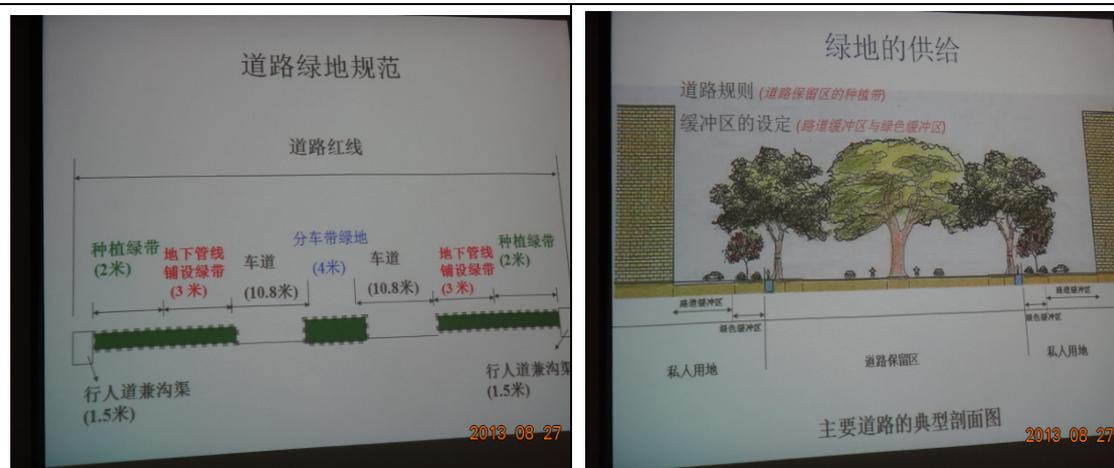
(1) 拜會國家公園局園林處鄭助理處長文勝，致贈本國紀念品



(2) 簡報交換意見



(3) 簡報資料



收集重要資訊：

- A. 西元 1963 年李光耀總理推動「花園城市」，以 50 年期為計畫據以編列預算逐年執行。
- B. 截至目前恰巧滿 50 年新加坡人很自豪的說，已達成「花園城市」目標，現今更細部執行發展成「花園裡的城市」。
- C. 早期大量提高綠覆率，故大量引入外來種（註：新加坡不排斥外來種，以達成目標為優先條件），其中人行道大量種植雨樹（Rain tree 巴西引進），短期內確實提高城市綠覆率，惟因屬淺根數十年後，仍有遇風雨折斷情形。
- D. 新加坡執行綠覆率量化目標為 0.8ha/千人，目前已達 0.75 ha/千人。
- E. 審慎嚴選適合當地樹種，事前規劃詳盡。例如，政策計畫五年後開闢建設道路或公園綠地，今日即著手先種樹苗 5 年後使用。
- F. 由國家公園局訂定道路綠地規範及標準圖，並組成跨部會「行動委員會」嚴格限定道路綠化範圍及面積。

2. 拜會新加坡環境及水資源部—公用事業局

時間：102年8月28日上午10時

地點：新加坡新生水廠

參加人員：張之明、涂靜妮、周水發

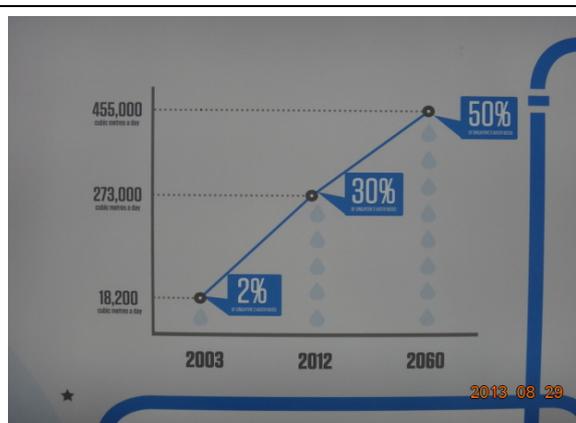
(1) 拜會公用事業局企劃發展署蘇執行官員船華，致贈本國紀念品



(2) 簡報導覽一



(3) 簡報導覽二



收集重要資訊：

- A. 新生水 (NEWater) 至 2012 年已占新加坡日用水量的 30%，預定持續建置於 2060 年時可達 50%。
- B. 新加坡的水價高於我國水價 5 倍，故經訪查即便新生水建造成本達 0.45 新幣/噸，而因民眾疑慮用於工業用水及注入水庫補充水源時，該國並不認為其為投資浪費。
- C. 新加坡因地勢平緩，故無都市遇雨成災淹水問題，2010 年到 2011 年間，市中心鬧區烏節路曾遇淹水的狀況，據蘇執行官口述係因下水道清淤工作不善所致，近年已經重視清淤工作即未再有案例。
- D. 新加坡為全球水處理領域，最具前瞻性的深層隧道污水系統（地下 20~50 米），預估可滿足未來 100 年新加坡全國廢水回收、處理和再利用的需求。
- E. 新加坡在各新生水廠建設水資源教育館，採預約參訪並對其各級國民教育宣導，全民體認節約水資源之重要。

3. 拜會新加坡國家發展部－建設局

時間：102年8月30日上午10時

地點：新加坡建設局

參加人員：張之明、周水發

(1) 拜會國際開發署亞洲太平洋地區黃主任祖達、虞博士黎明，並致贈本國紀念品。



(2) 簡報導覽一



(3) 簡報資料及會後合影



收集重要資訊：

- A. 新加坡政府強勢推動「綠化政策」，當時有部份人士質疑會削弱政府拚經濟的力道，現在「花園城市」的招牌，反而成為新加坡的吸金保證，新加坡並成為世界第一個立法規定全國實施綠建築的國家。
- B. 都市交通系統建設亦要求以綠色節能材料，減省能源 10%~15%為原則。從各種環境方面來考量，重視在推動道路建設及軌道工程進行中，減少環境負面影響，例如保留自然環境中的樹木，減低工程噪音等。
- C. 新加坡政府一次編列一億萬元新幣，補貼並獎勵建商推動綠色建築，建築物依評鑑結果其所獲得的點數及分數，BCA 會分別給予白金，黃金加，黃金或合格等級。例如符合 Green Mark 白金標章，就補助它的建築經費 2%。
- D. 新加坡交通建設業務已由建設局移出至交通運輸局。

4. 洽取新加坡道路交通資訊如下：

1970 年之前，交通運輸是隸屬於工務局(Public Works Department, PWD)，負責工作包括各項橋樑、道路及建築工作。交通運輸是其中一個單位，因應業務需要逐漸展成為以發展新加坡陸地運輸系統為使命的政府部門。

1995 年 9 月 1 日，交通運輸局 (LTA) 成立，整合 4 個相關公部門，包括監理業務車輛登記、大眾運輸、工務局的道路及運輸部門及交通部的陸地運輸部門。LTA 的綠色運輸政策包括各種工作面向工作，主要工作有：

- A. 推動讓步行上班成為通勤方式之一
- B. 結合腳踏車及大眾運具
- C. 推行綠色運具
- D. 在 LTA 執行的工程中推行環境保護概念
- E. LTA 工程案獲得 BCA 綠建築方案

5. 新加坡街道參訪實錄：

- A. 新加坡道路設計，係以綠化植生帶將車道與人行環境實體分隔，提升人行環境安全，並以簡易鋪面拼貼來營造都市人行道繽紛多變之樣貌色彩，達成易行性、舒適性及安全性目標。



B. 新加坡道路設計，推行「地下管廊」(共同管道)，將各種管線與道路工程同步建設，避免後續開挖和對城市交通的影響，其道路維護亦以車道為單元，維護順向行車之舒適性。



C. 新加坡植樹穴設計，已考量基地保水概念，以「草溝」自然滲流設計理念達成雨水回收再利用之效果，並以複合式植生營造都市綠化三度空間之視覺感受。



D. 新加坡道路路口設計「車阻」，雖造成輪椅族不便需繞彎前進，其間隔設計大於 1.5 米，亦達到人車分隔保障維護人行安全，其無障礙坡度亦能保持平整順暢。



E. 新加坡道路鋪面並未全面採透水鋪面設計，人行道鋪面則以硬底加設排水溝道設計，其面層再以透水磚鋪設。具完善排水並將雨水導入植生帶收集再利用，雨後亦能迅速回復路面乾燥。



三、心得與建議

新加坡政府的確將水資源視為國家重要資產，且透過全面推廣教育珍惜水資源將其價值發揮至極致，每人每日平均用水量維持在 156 公升，低於世界平均值 170 公升，依據經建會統計數據，我國人均用水量高達每日 263 公升，應再強化教育體認節約水資源問題之重要性，政府部門並可效法新加坡使水資源回收再利用之效益提升。然因新加坡政府已將雨、污水回收系統建置完整，其對於市區道路規劃透水鋪面設計部分，即未再深入研究及施築。

新加坡城市整體規劃及建設期限一般以 20 年為長期執行計畫，計畫及預算期初即一次立法核定到位，且為因應臨時重大發展需要每 2 年可再行檢討調整。在具備穩定財源及詳盡規劃與法律保障情形下，政策得以持續推動並達成績效目標。

由於新加坡國情制度及民眾教育認知，與我國國民普遍守法觀念尚有落差，故新加坡完善的城市綠化、多樣的街道景觀、安全的人行步道、民眾不佔用公地及全面的管線地下化推動共同管道，甚或預算編列上，均難以全面在臺灣各城鎮推動，但因應未來新六都的成立，仍應對於都會區人口集中之城鎮，參考其先進理念和方法，經歸納整理未來市區道路執行上可努力方向如下：

項次	建議	說明
1	<p>比照新加坡推動政策魄力，以 50 年「花園城市」藍圖，推動鼓勵各地方政府提出市區道路建設之跨域合作計畫，將之列為優先補助項目並立法保障計畫預算之執行。</p>	<p>行政院98年「縣市改制說明」建議同一區域內的縣市能夠建立起跨縣市合作平臺，共同規劃攸關區域整體發展的事項，於99年核定通過「國土空間發展策略計畫」，屬國土計畫之上位計畫，其中國土空間結構將台灣分為7個區域生活圈(北北基宜、桃竹苗、中彰投、雲嘉南、高高屏、花東、澎金馬)，未來許多施政議題必須採跨行政區界或跨部門的作法，才能發揮最大效益，因此應鼓勵鄰近縣市提出市區道路跨域建設合作計畫，就台灣地區條件每一區域擇定數個人口集中都會區並以大眾運輸發展城市為優先推動目標。</p>
2	<p>賡續檢討並修訂市區道路及附屬工程設計規範，無障礙設施章節，以符合台灣步入高齡化社會的需求。</p>	<p>積極老化(active ageing)是世界衛生組織(WHO)在 2002 年提出的觀念，將積極老化定義為：「使健康、社會參與和安全達到最適化機會的過程，以提升民眾老年的生活品質」，因此，應參考世界衛生組織所正式發布之「高齡友善的城市指南」(Global Age-friendly Cities: A Guide)中所確立的標準，及臺灣的特性，修訂市區道路及附屬工程設計規範無障礙設施章節，使中老年人能在市區道路內安全的步行，營造尊重老人的生活環境，而且，一個高齡友善的城市必定是可以包容所有年齡層的人獲得無障礙環境的城市。</p>
3	<p>應將市區道路人行道與建築物所留設之無遮掩人行道、騎樓、開放空間及公園串連整合之，以減少介面障礙並嚴格取締非法佔用公共設施問題。</p>	<p>因目前市區道路人行道與建築物所留設之無遮掩人行道、騎樓、開放空間及公園綠地之權管機關不同，常產生介面整合及非法佔用影響市容及通行問題，宜比照新加坡組成跨部會整合平台，由【法令訂定】及【推廣執法】面向雙向併行。</p>

項次	建 議	說 明
4	市區道路中央分隔島、綠帶、溝渠川浚之串連與活化運用。	若市區道路中央分隔島或側邊人行道綠帶夠寬廣，甚或有大溝渠與川浚，宜以新加坡為範本強制指定都市道路綠帶範圍並引入生態保育及基地保水之觀念與作法，必要時設置高架棧道串聯之，供人或自行車通行，將空間立體化，活化休閒環境，儘量減少硬鋪面之面積，保有充足之綠覆率。另為強化配合都市排水之效能，道路應配合雨水下水道一併開闢，並同時考量將透水鋪面收集多餘雨水導入下水道之設計。
5	推動市區道路多孔隙瀝青混凝土鋪面之使用，以利建立永續環境。	「黃金十年 國家願景」計畫八大願景、31項施政主軸部分於100年9月29日至10月17日間經 總統召開5場記者會對外公布後，刻正由各部會積極落實推動中，其計畫總目標為『繁榮』、『和諧』、『永續』的幸福臺灣，而永續環境為八大願景之一，故若推動市區道路多孔隙瀝青混凝土鋪面之使用，則可提高輪胎防滑性，減少水霧、路面反光、交通噪音，增加透水性，以利永續環境之建立。
6	依法推動徵收「工程受益費」達成社會公平正義原則。	因大埔農舍事件以來，土地徵收已改以「市價」徵收，並加重政府新闢道路之財政支出，然因政府投資開發地區性道路，使得周邊土地增值並交易熱絡，惟其周邊土地買賣交易獲利卻未相對納入撥充國庫，政府購地後開闢人行道及路邊停車空間又多為原地主所佔據使用。故宜以全面開徵工程受益費，並以「實價登錄」為基礎，於工程劃設範圍內課以一定比例之「受益費」，以符合公平正義原則並使得政府財源得以循環運用。

。

四、 參訪照片

(1) 無障礙環境一



(2) 無障礙環境二



(3) 人行環境實體分隔以維護人行安全，商家也不會佔用及上下貨。



(4) 植樹帶保護措施



(5) 舒適寬闊安全的步行購物空間



(6) 空中花園步道



(7) 共同管道、植栽帶及人行空間分隔，有利養護及維護



(8) 標線及道路鋪面也有劃設不當及龜裂情況



(9) 標線及道路鋪面也有劃設不當及龜裂情況

