

出國報告（出國類別：考察）

108 年新加坡環境治理策略與措施考察

服務機關：行政院環境保護署

姓名職稱：葉主任秘書俊宏等 16 人

派赴國家：新加坡

出國期間：108 年 11 月 24 日至 108 年 11 月 30 日

報告日期：109 年 2 月 6 日

目 錄

壹、目的	3
貳、學員名冊	5
參、考察行程	6
肆、考察內容紀要	7
一、環境治理策略討論及交流	7
(一) 新加坡國家環境局	7
(二) 新加坡公用事業局	18
(三) 新加坡水域監督協會	26
(四) 裕廊島石化專區 (長春集團公司新加坡廠)	30
(五) 新加坡 SMIT 公司	35
(六) 駐新加坡台北代表處	39
二、環境與公用設施參訪	42
(一) 新加坡城市展示館	42
(二) 陸路交通展覽館	48
(三) 達士嶺智慧組屋	51
(四) 濱海灣 (濱海堤壩及濱海南花園)	59
(五) 新加坡夜間動物園	66
(六) 皮克林賓雅樂 Parkroyal 飯店設施	68
伍、心得與建議	71

摘 要

一、出國計畫名稱：108 年新加坡環境治理策略與措施考察

二、出國地點：新加坡

三、出國人員/服務機關/職稱：

主秘室 葉俊宏主任秘書
主秘室 陳俊融科長
管考處 葉信君科長
訴願會 陳敏慧科長
綜計處 陳彥男科長
人事室 陳秀琦科長
廢管處 李貞瑩科長
環管處 郭孟芸科長
監資處 黃俊銘科長
基管會 曹芝寧組長
管考處 李奇樺科長
監資處 呂澄洋科長
土基會 王禎組長
化學局 羅啟建科長
環訓所 張雅萍組長
空保處 戴忠良高級環境技術師

四、出國日期：108 年 11 月 24 日至 108 年 11 月 30 日

五、內容摘要：

為瞭解新加坡政府在天然資源缺乏的條件下，如何推動經濟發展並兼顧環境保護，行政院環境保護署特辦理 108 年「新加坡環境治理策略與措施考察」，於 108 年 11 月 24 日至 11 月 30 日前往新加坡，由環保署葉俊宏主任秘書擔任團長，團員包括主任秘書室、綜合計畫處、空氣品質保護及噪音管制處、廢棄物管理處、環境衛生及毒物管理處、管制考核及糾紛處理處、環境監測及資訊處、資源回收管理基金管理會、土壤及地下水污染整治基金管理會、毒物及化學物質局、環境保護人員訓練所、訴願會及人事室等業務及行政單位科長級人員，共計 16 人。

本次透過考察議題學習新加坡之執行與解決方案，重點摘述如下：

(一) 整體規劃國家發展，並輔以經濟誘因推動政策

新加坡國土面積及天然資源有限，其政府對於國家整體經濟發展有完整且長遠之規劃，在國土規劃、都市建設、水資源管理、交通建設及環境保護等各面向政策中具體落實，包括持續填海造陸，將工業區及港區集中至離島，讓市區可以重劃利用，同時輔以完善的組屋政策，讓住者有其屋，採行交通總量管制，推動碳稅徵收，新加坡政府同時提供優渥投資環境與薪資，吸引企業及人才，提高國家競爭力。

(二) 以國家戰略思維進行水資源管理，促使民眾節約用水

對於新加坡而言，水是戰略物資，雖然年雨量高達 2,000 多毫米，但受限於地形及集水面積小，其人均水資源相當匱乏。新加坡政府除了從馬來西亞購買水源，更積極提升集水區內蓄水量、發展新生水及淡化海水等，其研發污水處理與再利用等技術及方法，值得互相交流學習。另以高水價促使民眾節約用水，培養珍惜水資源的憂患意識，更可作為我國未來施政之參考。

(三) 政策推動考量族群和諧與公平，減少施政阻力

新加坡主要由華人、馬來人、印度人及歐亞裔族群共同組成，該政府的官方語言包括英語、馬來語、華語及印度坦米爾語，國語為馬來語。為了種族的和諧考量，新加坡政府在施政上均融入其意涵，包括國定假日的訂定、組屋居民族群比例的規範、登革熱防治的標語、選舉制度的設計、熟食中心的規劃等，在在呈現出對各族群的尊重。我國也是一個由多元族群及成員組成的國家，在政策上如何提升不同族群、新住民或者前來工作的外籍人士等對象的環保意識，一起努力維護共同生活的環境，是我們可以努力的方向。

壹、目的

透過本次考察行程拜會新加坡政府機關及民間企業，促進兩國互動，增進彼此情誼，提升未來合作契機；安排考察議題學習新加坡之執行與解決方案，作為適時調整我國施政規劃之參考；同時感受新加坡城市整體規劃，水資源戰略思維，公共政策及設施蘊含族群融合精神，達到促進交流、考察學習及拓展同仁國際視野的目的。

本次考察重點如下：

- 一、拜會新加坡國家環境局，由該局環境保護政策及國際關係事務處 Tan Li Yen 處長接待，並由該局同仁簡報說明新加坡廢棄物管理、公廁管理、登革熱防治、攤販管理、3P 夥伴關係及溫室氣體減量等環保政策。
- 二、拜會新加坡公用事業局，由該局企業與科技合作署毛頌梁副署長接待，毛副署長簡報新加坡水源管理的三大原則，包括有效收集每一滴水、再生利用每一滴水及增加海水淡化，並於簡報後由其陪同至新生水訪客中心進行現場參觀介紹。
- 三、拜會駐新加坡台北代表處，由我國駐新加坡大使梁國新先生接見，梁大使強調新加坡係以經濟誘因，達成推動國家發展、社會穩定、公共政策等獨步全球的國家願景，並分享其對於新加坡菁英制度及文官培育的觀察。
- 四、考察裕廊島石化專區，參訪長春集團公司，與長春集團公司新加坡廠及負責開發及管理裕廊島石化園區的裕廊管理公司（JTC Corporation, JTC）等單位進行討論，瞭解其如何提供國際大型石化企業集團進駐、基礎設施與管理服務，包括企業申請環境安全相關許可、防災、防爆演練措施及環境保護相關技術。
- 五、拜會新加坡水域監督協會，由其創辦人 Mr. Eugene Heng 接待及解說，使我方瞭解新加坡 NGO 團體與政府機構如何成為合作夥伴，自發性號召志工清除加冷河流域的垃圾，並監督新加坡各水域環境。
- 六、考察新加坡城市展示館及達士嶺智慧社區組屋，瞭解新加坡城市發展演進及蛻變、如何由概念規劃藍圖形成總體發展藍圖，並落實推動城市規劃，同時因應

人口成長推動住者有其屋的政策，並由居住於達士嶺組屋屋主 Vivan 女士帶領團員實地體驗組屋室內外環境。

- 七、考察陸路交通展覽館，瞭解新加坡陸路交通總藍圖規劃，及其車輛總量管制及價格、擁車證及進城費政策。
- 八、拜會新加坡 SMIT 公司，分享海洋污染緊急應變案例與經驗交流，並於簡報後參觀該公司的海洋污染應變設備資材庫。
- 九、考察濱海灣公園的濱海堤壩、濱海南花園的擎天巨樹及雲霧森林、新加坡夜間野生動物園、皮克林賓樂雅飯店設施等，瞭解新加坡推動環境永續工作、建築設計與花園城市的作法。



圖 1 團員於新加坡樟宜機場與駐新加坡台北代表處陳寬享參事及韓嘉駿秘書合影

貳、學員名冊

由環保署葉俊宏主任秘書擔任團長，團員包括主任秘書室、綜合計畫處、空氣品質保護及噪音管制處、廢棄物管理處、環境衛生及毒物管理處、管制考核及糾紛處理處、環境監測及資訊處、資源回收管理基金管理會、土壤及地下水污染整治基金管理會、毒物及化學物質局、環境保護人員訓練所、訴願會及人事室等業務及行政單位科長級人員共計 16 人，詳如表 1。

表 1 108 年新加坡環境治理策略與措施考察團員名冊

序號	單位	姓名	職稱	備註
1	主任秘書室	葉俊宏	主任秘書	團長
2	主任秘書室	陳俊融	科長	學員長
3	管考處	葉信君	科長	副學員長
4	環訓所	張雅萍	組長	業務主辦
5	訴願會	陳敏慧	科長	
6	綜計處	陳彥男	科長	
7	人事室	陳秀琦	科長	
8	廢管處	李貞瑩	科長	
9	環管處	郭孟芸	科長	
10	監資處	黃俊銘	科長	
11	基管會	曹芝寧	組長	
12	管考處	李奇樺	科長	
13	監資處	呂澄洋	科長	
14	土基會	王禎	組長	
15	化學局	羅啟建	科長	
16	空保處	戴忠良	高級環境技術師	

參、考察行程

本次赴新加坡考察自 108 年 11 月 24 日至 11 月 30 日，共計 7 天，整體行程如表 2。

表 2 108 年新加坡環境治理策略與措施考察行程

日期	地點	行程摘要
11 月 24 日 (星期日)	臺灣至新加坡	啟程，由臺灣出發至新加坡
11 月 25 日 (星期一)	新加坡	考察皮克林賓樂雅飯店環保設施 考察陸路交通展覽館 拜會駐新加坡台北代表處
11 月 26 日 (星期二)	新加坡	拜會新加坡國家環境局 考察濱海灣及夜間野生動物園
11 月 27 日 (星期三)	新加坡	考察達士嶺智慧社區組屋 考察裕廊島石化專區
11 月 28 日 (星期四)	新加坡	考察新加坡城市展示館 拜會新加坡水域監督協會
11 月 29 日 (星期五)	新加坡	拜會新加坡公用事業局（新生水訪客中心） 拜會新加坡 SMIT 公司
11 月 30 日 (星期六)	新加坡至臺灣	返程，搭機飛返臺灣

肆、考察內容紀要

一、環境治理策略討論及交流

(一) 新加坡國家環境局

1. 背景介紹

新加坡環境保護主管機關為環境及水源部(Ministry of the Environment and Water Resources)，其轄下有國家環境局(National Environment Agency, NEA)、公用事業局(Public Utilities Board, PUB) 及新加坡食品局(Singapore Food Agency, SFA)等單位。其中國家環境局於 2002 年 7 月 1 日成立，主要業務為環境保護、公共衛生、氣象、政策規劃、3P（人資政）網絡、人力資源等部門及新加坡環境學院。

2. 拜會內容

本次拜會新加坡國家環境局，由該局環境保護政策及國際關係事務處(Environmental Protection Policy & International Relations)Tan Li Yen 處長接待，並由該局同仁簡報說明新加坡在廢棄物管理、公廁管理、登革熱防治、攤販管理、3P 夥伴關係及溫室氣體減量等環保政策之推動情形，並針對我方預先提供之請益問題給予扼要說明。

(1) 廢棄物管理

新加坡 2018 年每天產生約 21,083 公噸廢棄物（包含家戶、商業及工廠等廢棄物），經過分類收集後，約有 12,414 公噸屬於可回收廢棄物（約 59%），約有 625 公噸屬於不可燃廢棄物（約 3%），約有 8,044 公噸為可燃廢棄物（約 38%）。不可燃廢棄物送至掩埋場掩埋，可燃廢棄物經焚化處理後，約產生 1,463 公噸底渣送至掩埋場，且每天產生 2,437MWh 之電力（約新加坡 1%~2%的電力供應量）。另外，於焚化處理時，經進一步分類後，約有 269 公噸金屬為可回收廢棄物，總計每天回收廢棄物約 12,683 公噸，其 2018 年廢棄物產生量與組成分析如圖 2 所示。

Singapore's Waste Management System

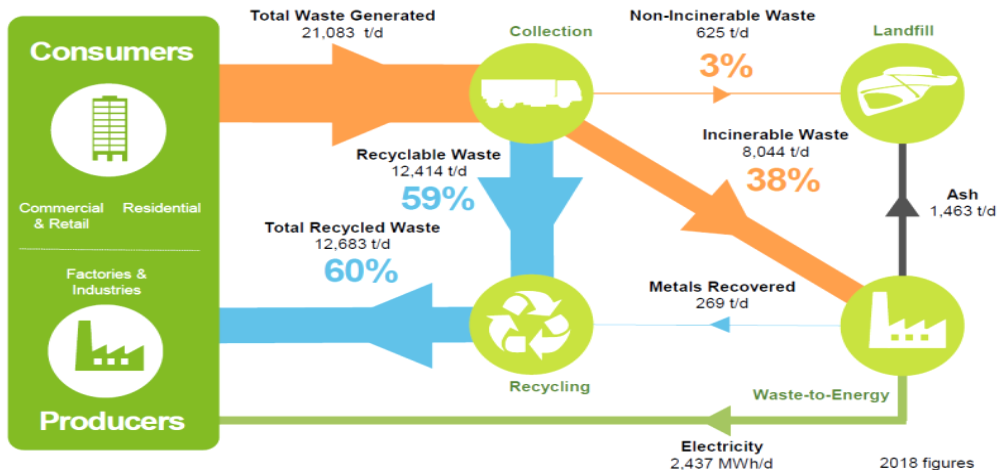


圖 2 新加坡 2018 年廢棄物產生量與組成分析

在家戶垃圾方面，新加坡政府興建的組屋（即公共住宅）、私人公寓、學校等規劃設置家戶垃圾氣動輸送系統(Pneumatic Waste Conveyance System, PWCS，如圖 3)，由管道連通至一樓的垃圾收集處，可更快速收集家戶垃圾，減少髒亂。新加坡垃圾處理費依組屋面積收取（以 3 房組屋為例，每月收費約為 7.71 新幣），符合使用者付費原則。此部分與我國臺北市、新北市採污染者付費，以量計價原則不同，新加坡以組屋面積計價等同管理費，較不具垃圾減量誘因。



圖 3 新加坡家戶垃圾氣動輸送系統

新加坡推動 National Recycling Programme (NRP)，預計 2030 年達到回收率 70% 的目標，其廢棄物管理策略有下列 4 種作法：

- A. 減少廢棄物(Reduce & Reuse)：新加坡政府以成立基金(Fund)的方式，進行廢棄物產生量等基線資料收集，並獎勵參與 3R (Reduce, Reuse, Recycle)之旅館及購物中心，減少廢棄物並增加回收量。
- B. 再循環(Recycle)：新加坡的土地有限，該國目前規劃建置廢棄物處理大樓(Multi-Storey Recycling Facility, MSRF)，使土地作更有效的利用，規劃在大樓中不同樓層進行不同種類的資源利用（例如一樓處理金屬、二樓處理塑料，三樓為分選場等），並預計於 2021 年於北部地區完成第 1 棟廢棄物處理大樓，如圖 4。
- C. 廢棄物處理(Waste Treatment)：目前新加坡計有 4 座焚化廠，第 5 座焚化廠(TuasOne WtE Plant) 預計於 2020 年完工使用，另並與公用事業局合作建置了污水處理廠。
- D. 掩埋場管理(Landfill & Ash Management)：新加坡底渣均運送至實馬高島掩埋場(Semakau Landfill)進行掩埋，實馬高島掩埋場大約可使用到 2035 年；因此，新加坡政府致力於廢棄物減量規劃，透過前述「減少廢棄物」及「再循環」等策略，目標是到 2030 年減少 30 % 的垃圾掩埋量，以延長掩埋場的使用年限。



圖 4 新加坡規劃於北部地區建置廢棄物處理大樓，預計 2021 年完成

(2) 公廁管理

新加坡的公廁都是由事業機構所建置。目前新加坡的公廁管理策略，從事業、清潔人員及使用者 3 個面向進行管理：

- A. 事業：要求業者在建置廁所時，即有節能、容易清潔的設計，國家環境局與 NGO 團體（新加坡公廁協會）合作訂定環境衛生實習準則（Code of Practice on Environmental Health, COPEH），業者必須符合準則規定。例如必須有掛勾的設計、規範男廁及女廁的比例（3 間男廁搭配 5 間女廁）及每間廁所的使用面積等。
- B. 清潔人員：清潔人員應按時進行公廁維護，為使清潔人員能更有效率地清理廁所，政府部門亦會不定期檢查公廁的環境。
- C. 使用者：提高使用者的環保概念，維持廁所的清潔。國家環境局會在公共廁所張貼海報提醒民眾使用廁所的注意事項，或以辦理說明會或活動的方式，提高民眾對於維護公廁清潔的概念。

國家環境局亦研究如何以更有效及更科技的方式維持廁所的清潔，包括設置可自動清洗的馬桶、小便斗使用不易產生積垢的沖洗水、使用不易發霉或不易滋生細菌材質的洗手台等設施。

另外，國家環境局與新加坡公廁協會合作，公廁分級制度係由新加坡公廁協會辦理，而不是由政府辦理評比作業，其評分標準包括公共廁所的清潔度，空間設計以及軟硬體設備等項目，其評分結果可分為 3 顆星到 5 顆星，如圖 5。

我國亦由本署環境衛生及毒物管理處郭孟芸科長說明臺灣優質公廁及美質環境推動計畫精進作為，與新加坡國家環境局進行交流，如圖 6。



圖 5 新加坡多美歌捷運站(Dhoby Ghaut MRT Station)男廁評比標章



圖 6 我國說明臺灣優質公廁及美質環境推動計畫精進作為

(3) 登革熱防治

新加坡登革熱的傳播來源主要為埃及斑蚊，有兩種型式(Aedes aegypti 及 Aedes albopictus)，全年都有可能發生疫情，高峰期是在 6 月至 10 月雨季的時期。

新加坡登革熱的防治是由衛生部及國家環境局共同負責，其中衛生部負責病例的通報，再由國家環境局進行滅蚊的工作。為減少登革熱的發生，國家環境局推動下列措施：

A. 減少蚊子數量

- i. 調查蚊子的數量、生態及分析案例。
- ii. 持續執行防護措施，例如清理積水容器。

B. 防止疫情的擴散

- i. 發現有疫情或可能會發生疫情的熱點時，立即進行檢查，去除積水容器，必要時再進行噴霧消毒。
- ii. 持續進行宣導，輔導民眾清除積水容器。

另國家環境局在全國的組屋都設有捕蚊器(捕卵器)，會視捕蚊器(捕卵器)捕捉到的數量來進行數據分析，以瞭解是否要對特定地區清除積水容器或是噴霧消毒，相關資訊都會放在網站上提供民眾知悉，也希望藉由這樣的資訊分享，讓民眾可以主動清除家裡及住家附近的積水容器，減少登革熱的發生。在登革熱的熱點區域，會懸掛不同語言之布條讓民眾知道登革熱的資訊，如圖 7。再者，針對組屋設計亦進行調整，例如舊式組屋原是以鐵竿作為曬衣服的地方，但是因為鐵竿凹槽容易積水，所以新式組屋調整不再使用鐵竿；另外，舊式組屋的屋簷也容易積水，新式組屋設計時，也改善了屋簷的設計，以避免積水孳生蚊子。

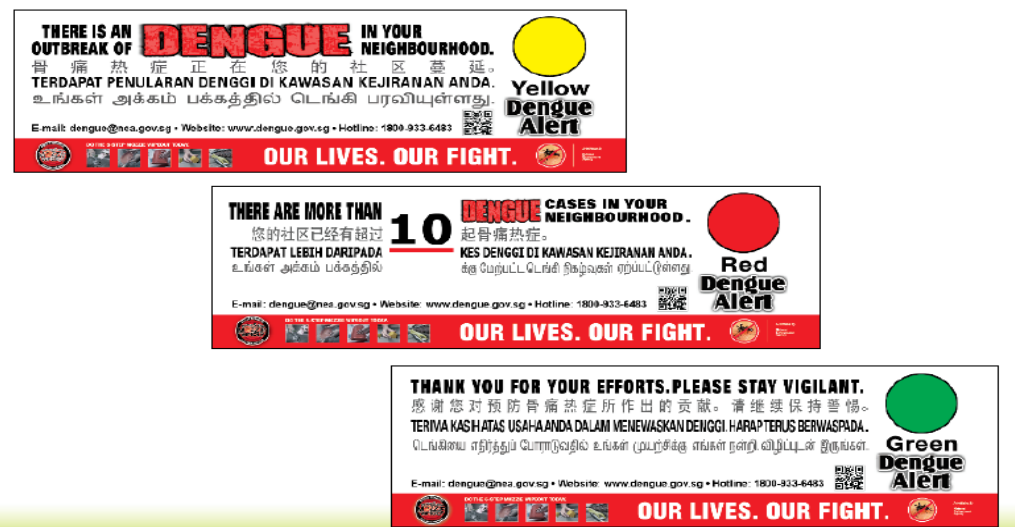


圖 7 登革熱防治布條，以不同語言通知新加坡各族群

(4) 攤販管理

本項議題由新加坡食品局派員進行說明，新加坡為減少攤販造成的污染，其攤販管理策略分為 2 個面向，首先是輔導攤販進入熟食中心集中管理，其次在污染管制方面，則從包括空氣污染防制、土壤污染防治及廢水處理等面向規範攤販，以維護環境。

A. 空氣污染防制：餐飲業油煙管道需遵守防火規定、需委由合格的清理人員進行清理，材質不可以是易燃性質，原則上不可位於住家附近等，且餐飲業油煙排放管制須符合下列規定：

(A) 排放的油煙必須立即收集並經由空氣淨化系統處理。

(B) 淨化後的空氣應通過屋頂或上方的通風櫥或其他排風扇系統排到室外。

(C) 抽油煙機運轉時應保持負壓。

B. 土壤污染防治：需有專門存放廚餘的場所，且必須要以塑膠袋包裝好，並維持清潔。

C. 廢水處理：規範攤販不能將污水直接倒入溝渠，需統一收集處理。

(5) 3P 夥伴關係

A. 3P 夥伴關係的源起

聯合國發布的「翻轉我們的世界：2030 年永續發展方針」提出了所有國家都面臨的問題，並規劃 17 項永續發展目標，2030 年永續發展方針兼顧了「經濟成長」、「社會進步」與「環境保護」三大面向，而這三大面向的交集，即為「全球夥伴關係」。

新加坡國家環境局下設有 3P 網絡部門，負責開發和整合 3P（人民、私人企業和政府）的教育和宣傳計畫。新加坡發展 3P 夥伴關係依循 2015 年聯合國可持續性發展項目第 17 項「全球夥伴關係」，係以民（人民）、資（私人企業）、政（政府）共同合作為目標。

B. 3P 夥伴關係的運作

- (A) 確立國家目標：新加坡國家環境局透過教育、基層領袖與志願組織合作辦理活動，讓人民知道國家遇到的挑戰，並採取提升大環境社會意識與個人修養、藉由人與人之間的互相交流擴大影響力，提供平台予人民和私人企業共同參與友善環境活動，協助企業採用更環保的系統，以及鼓勵更多志願者傳播訊息等策略，以早日達到永續發展的目標。
- (B) 提高公民意識及向移工宣導環保意識：新加坡政府自 1968 年即開始舉辦環境清潔活動，透過基層推廣活動，藉由公車廣告、平面媒體、廣播、電視及社群媒體等媒介提高公民意識。新加坡女傭和外籍工作者占國家總人口數 560 餘萬人的百分之三十至四十，為使外來人士能瞭解上述國家目標，由基層領袖辦理座談會，提升其維護環境清潔的意識。
- (C) 推動獎助計畫：新加坡政府以與人民和私人企業共同合作之夥伴關係為其發展目標，透過共同資助計畫 3R(Reduce, Reuse, Recycle) 基金，辦理廢棄物減量及資源回收，減少進入焚化廠和處理設施的廢棄物；同時獎助旅館和購物中心，減少廢棄物並增加回收量。

(6) 溫室氣體減量

新加坡 2017 年溫室氣體排放量為 52 百萬公噸，新加坡政府依照巴黎協定承諾，持續推動低碳經濟，該國規劃藉由提升能源效率及徵收碳稅兩種途徑，目標至 2030 年左右不再增加溫室氣體排放，並以改善能源效率作為減少溫室氣體排放的關鍵策略，以徵收碳稅提供經濟上的價格訊號，補強新加坡在各項調適方法的配套。

A. 提升能源效率：

新加坡國家環境局在上述架構下推動使用最佳能源效率產品、公部門減少 15% 的電力消耗、提升 5% 的用水效率、每年能源效率改善從 0.6 % 提升為 1-2%。為增進能源效率所採行的方案可分為下列兩個部分：

(A) 由政府部門帶動環境永續

新加坡政府分別在節約用電、省水、綠建築、廢棄物減量、太陽能電力調適等面向進行努力，規劃在 2020 年達到減少 15% 的電力消耗，提升 5% 的用水效率等目標。推動措施上則由環境永續顧問團隊提供協助、建置環境永續指引供政府單位及其他組織參考。

另外，新加坡也推動政府綠色採購，採購具環保標章的 ICT 產品、紙、空調、電冰箱、燈、電視等設備，在合約中要求供應商 5 年內須維持該效能；政府活動必須在綠建築內舉辦；另編撰環境友善活動指引供各界參考。提供經費推動「節能績效保證」，更新大樓的空調冰水機，每年可節省 60GWH (約減少 1,200 元新幣的支出)，預期對 2020 年達成 15% 節能目標可貢獻其中 21%。

(B) 提升家戶能源效率

推廣節能家電及節能家電標章，在需求端增加購買節能家電、供應端要求廠商提供高能源效率產品；訂定燈具、冷氣等產品最低能源效率標準，讓高耗能產品退出市場，整體提升家戶能源效率。節能標章於 2008 年設置並逐步納入各項電器，2014 年重新改版，強化設計，將產品每年能源消耗及所需電費展示於標章中。

B. 徵收碳稅

新加坡氣候變遷行動計畫以碳稅徵收為基礎，採行減少電廠碳排、增加能源效率、發展及建置低碳技術、鼓勵聯合因應氣候變遷行動等策略。碳稅稅率在初期 (2019-2023 年) 為 5 SGD/tCO₂e，之後會進行檢討，長期以 2030 年調整為 10 SGD /tCO₂e 至 15 SGD /tCO₂e 為目標，碳稅檢討時將會考慮各國因應氣候變遷的作法、新加坡國內調適情形及經濟競爭力等因素。

碳稅徵收以排放量超過 25kt CO₂e 的排放設施為徵收對象，約有 40 家公司，合計占新加坡總排放量的 80%。新加坡政府以均一的稅率、透明的方式顯示碳排價格。碳稅將會用於協助工業減少碳排放，另外新加坡政府也規劃在初期 5 年另外籌編預算，以補助相關專案計畫 (例如委

託專業建立減碳技術)。新加坡碳稅執行的要項如下：

- (A) 監測計畫：排放量達 25kt CO₂e 以上的公司需提交監測計畫，內容包含辨識及說明企業設施溫室氣體來源、流向、排放定量方法、替選方法、品質管理程序等。
- (B) 排放報告：企業需定期提交排放報告，內容包括所屬設施活動情形、監測數據、個別設施直接排放量計算及總量統計。
- (C) 由第三方公正團體查核驗證報告內容。
- (D) 企業依照新加坡國家環境局核定結果購買碳權（繳交碳稅）。

3. 心得與建議

- (1) 我國雖非聯合國會員，但身為地球公民的一員，我們一樣面臨自然資源日益匱乏、需長期面對自然災害以及發展經濟所造成的環境污染。因此，如何實踐聯合國永續發展目標，是全民應共同努力的重要課題。透過本次與新加坡國家環境局的交流，其相關政策的觀念及作法可作為我國後續推動的借鏡（如圖 8）。
- (2) 新加坡垃圾處理費用係按家戶面積或事業垃圾產生規模來計算，採固定費率，缺少讓民眾減少產生垃圾或增加資源物質回收的誘因，相較於我國臺北市及新北市採垃圾費隨袋徵收及落實資源回收作業之經驗，採污染者付費原則更能有效減少家戶垃圾產生量。
- (3) 新加坡的人口主要由華人(74.3%)、馬來人(13.4%)、印度人(9.9%)及歐亞裔(2.4%)各族群所組成，本次考察觀察到新加坡針對國內四大族群以及占比高達三分之一左右的外籍移工，分別推出符合穆斯林族群需求的公廁環境（如裝設沖洗設施），並針對外籍移工以社區為單元舉辦座談會，透過雙向互動、潛移默化達成環境教育的目的。我國也是一個由多元族群及成員組成的國家，如何提升不同族群、新住民或者來我國工作的外籍人士等對象的環保意識，與我們一起努力維護環境，是我們未來可以努力的目標。
- (4) 新加坡為熱帶國家，與我們同樣面臨有登革熱疫情，在其街道上除了看

到張貼或懸掛宣傳注意防範登革熱的布條外，更以不同顏色燈號顯示提醒人民注意遠離熱區，此項簡潔傳達警訊的作法，可以跨越族群、人種、年齡與知識的隔閡，值得我們參考學習。

- (5) 碳稅徵收充分顯示新加坡策略務實的一面，先以低稅率建立制度，再逐步視產業競爭力來調整，過程充分利用經濟誘因，以公司的角度執行改善措施以節省成本，倘若不進行改善則恐致虧損。於考察長春集團公司新加坡廠時，該公司表示因碳稅徵收政策，增加之成本包括蒸汽 1.38SGD/Ton、電力 0.0021SGD/kw、氧氣 0.889SGD/mt 及氮氣 0.357SGD/mt 等，因此，將努力減少溫室氣體的排放。對照我國在空污費及水污費之徵收上，亦有以經濟誘因引導業者削減污染排放的精神，新加坡在碳稅徵收的作法可作為我國未來推動之參考。



圖 8 團員與新加坡國家環境局業務交流

（二）新加坡公用事業局

1. 背景介紹

公用事業局（PUB）是新加坡環境及水源部所轄機構，主要職責為負責該國的整個供水系統，包括集水系統、排水系統、自來水廠和污水處理系統。本次參訪拜會新加坡公用事業局新生水訪客中心，由該局企業與科技合作署毛埏梁副署長接待，並由其簡報說明新加坡綜合水資源管理工作規劃及推動情形（如圖 9），並於簡報後陪同團員參觀新生水訪客中心（如圖 10）。

新加坡於 1965 年建國，初期受限於國土面積僅有 581 平方公里，無法有效收集貯存雨水，面臨乾旱、水患及水污染等挑戰。新加坡政府認為水源是國家戰略物資，除了仰賴向馬來西亞購水外，必須運用有限的集水面積蓄積水源，同時開發替代水源，在這樣的思維下，促使新加坡政府研謀策略、尋求創新思維，發展確保量足且永續的水源供應計畫。



圖 9 公用事業局企業與科技合作署毛埏梁副署長為團員簡報



圖 10 團員參訪新生水訪客中心

2. 拜會內容

新加坡政府將水源視為國家戰略物資，新加坡建國總理李光耀先生在 2008 年新加坡國際水週會議上發言：「水是國家生存的關鍵資源，它主導其他所有政策，所有政策都屬於賴以生存的水源之下。」

新加坡對於水源管理的三大原則是「有效收集每一滴水」、「再生利用每一滴水」及「增加淡化海水」。目前新加坡的水源有四大主要來源，包括國內集水區、馬來西亞柔佛州外來水、新生水及淡化海水。分別說明如下：

(1) 國內集水區

雨水集水區包含保護區及未保護區，共計有 17 個。保護區內有 3 個集水區，除了少數極低污染的活動外，不允許開發；未保護區內則尚有輕工業存在，總共有 14 個集水區。自 2011 年起，新加坡集水區面積已經涵蓋國土 722 平方公里的三分之二，使新加坡成為世界上少數大規模收集城市區域雨水作為飲用水源的國家之一。公用事業局持續尋求擴大雨水收集的方法，預計到 2060 年能夠將集水區擴大至全國國土面積的 90%，供應新加坡 15 至 20 %用水需求。

除了雨水外，新加坡亦將生活及工業使用過後的水視為水源，並採雨水及用後水(used water)分流方式收集。雨水經由排水溝、管道以及河流收集儲存於水庫及蓄水池中。新加坡政府為有效貯留淡水，於主要河流出海口建置濱海堤壩，將淡水與海水阻隔。

(2) 馬來西亞柔佛州外來水

新加坡與馬來西亞有 2 份購水契約，一份自 1961 年至 2011 年，一份自 1962 年至 2061 年，目前還在有效期的合約內容為馬來西亞應供應新加坡所需用水的一半，目前新加坡每日需水量為 200 萬立方公尺，其中由馬來西亞購入的水是 100 萬立方公尺（佔 50%）。

(3) 新生水(NEWater)計畫

新加坡的生活污水均採用現代化衛生處理方式，工業廢水亦訂有相關管制規定，需處理至一定濃度以下才能排放。用後水是指生活污水及經過事業

單位處理過後的工業廢水。新加坡政府建置完善的深隧道污水收集系統(Deep Tunnel Sewerage System, DTSS)，為符合長期用後水收集、處理、再生及排放需求的解決方案，收集的用後水係採重力流方式，將其輸送至位於海邊的污水處理廠進行處理，污水處理廠處理過的用後水部分則輸送至新生水處理廠，部分則進行海洋放流（如圖 11）。



圖片來源: <https://www.pub.gov.sg/dtss/about>

圖 11 新加坡深隧道污水收集系統

DTSS 是位於地底下 20 公尺至 55 公尺的地下管道，考慮污水成分及微生物造成之腐蝕，選用耐腐蝕的管材建造，耐用年限可達 100 年。其建造工程分為兩個階段，第一階段工程於 2008 年完工，耗資 34 億新幣，其中包括 1 條從 Kranji 到樟宜水回收廠的 48 公里長污水管道，2 條 5 公里長的深海放流管和 60 公里的污水支管。樟宜水回收廠(Changi Water Reclamation Plant, Changi WRP)是 DTSS 第 1 階段的核心，具備先進的污水處理技術，處理水量

達 90 萬立方公尺/日；經過處理的用後水通過海洋放流管排入大海，或輸送到樟宜新生水廠，透過先進的薄膜技術將其進一步淨化為新加坡自有品牌的再生水 NEWater。

DTSS 第二階段工程則是連接第一階段現有的深層隧道，提供新加坡東部和公共下水道網絡用後輸送，以連結成為一個完整的收集系統。第二階段的管道包含 40 公里的深層隧道和 60 公里的支線下水道，深度為地下 35 米至 55 米之間。預計到 2025 年第二階段完成時，DTSS 將可輸送整個新加坡的用後水。用後水將透過重力從 DTSS 輸送到三個水回收廠進行處理，然後再進行進一步純化以生產 NEWater，或排放到海洋。

新加坡的都市污水接管率已達 100%，目前共設有 4 座都市污水回收處理廠，新加坡公用事業局持續尋求較低耗能、產出污泥量較低及產生更多生質能供發電的都市污水處理技術。都市污水經由管道輸送至水回收廠後，先經由初步處理去除水中碎屑和沙質，再流經流速非常緩慢的初級沉澱池，使懸浮在廢水中的固體污染物藉由重力沉降到初沉池底部。沉澱的固體稱為初級污泥，通過刮泥設施將之從初沉池底部刮除收集，並定期清除。此外，浮渣及油膩物質等質量較輕的物質會浮到初沉池表面，並收集與污泥一起處理。經過初級處理的污水則繼續經由活性污泥法進行二級處理，以確保最終放流水符合排放標準（生化需氧量(BOD)20mg/L、總懸浮固體(TSS)30mg/L）。最終放流水有部分將進一步處理為工業用水，提供裕廊島的廠商使用。

本次參訪的新生水廠即是將經過二級處理的用後水，經由管道輸送至新生水廠，再經由微濾(Microfiltration)、逆滲透(Reverse Osmosis)及紫外線消毒(Ultraviolet Disinfection)等三道程序產生的高品質再生水。梁副署長於簡報時強調新生水遠超過世界衛生組織飲用水準則的要求，可直接飲用。

新加坡自 2003 年建置完成 2 座新生水廠，開始生產新生水，同時設置新生水參訪中心，展示永續水源。目前新生水廠已增設至 5 座，每年可將 595 百萬立方公尺用後水處理至符合世界衛生組織要求的飲用水品質，目前可供應新加坡 40% 用水需求，預計在 2060 年提升到供應新加坡 55% 的用水需求。

雖然新生水水質已遠超過世界衛生組織飲用水水質要求，但新加坡政府

目前主要將新生水用於非飲用用途及非直接飲用用途。非飲用用途包括工業用水、晶圓廠空調裝置冷卻水及商業建築等，其中使用比率最高的是晶圓廠，新生水的高品質正好可以符合晶圓廠用水品質高於飲用水的要求。另非直接飲用用途是指在非雨季期間，將新生水抽引至蓄水池，以保持蓄水池水位維持 90%，以符合最基本國家安全之戰略需求。

(4) 淡化海水

由於新加坡四面環海，因此新加坡政府亦積極研謀將海水淡化使用。目前新加坡已設有 3 座海水淡化廠，產水量 130 萬加侖/日，約可供應新加坡每日用水量 200 萬立方公尺之 30%（即 60 萬立方公尺）用水需求，預計至 2020 年將再完成增設 2 座海水淡化廠。

隨著產業經濟與社會持續發展，預估至 2060 年新加坡每日需水量為 400 萬立方公尺，因應馬來西亞供水合約屆期，且面臨氣候變遷，降雨情況難以掌握的不確定性，新加坡政府預定於 2060 年提升新生水比率至總用水需求 400 萬立方公尺的 55%（220 萬立方公尺），海淡水則至 30%（120 萬立方公尺）。

此外，新加坡也力行節水策略，為了確保可持續水源，新加坡政府除了積極開發水源，增加水源供應外，同時亦採取節約、珍惜、享用的節水策略，降低用水需求，相關措施說明如下：

(1) 高水價措施

在水價方面，為反映水源的戰略性和稀有價值，新加坡政府採行高水價措施。新加坡近期的水價調整分為兩個階段，第一階段是在 2017 年 7 月 1 日，第二階段是在 2018 年 7 月 1 日。水價調整係為因應水源供應基礎設施的高投資及持續成長維運費用，以及因應氣候變遷雨水水源供應的不確定性。新加坡政府為了增加水源供應的韌性，進行水源供應系統的升級，水價調整可使新加坡政府具有因應未來供水需求增加的能力，提升新加坡用水安全，持續供應量足質優的水源。

水費訂定考量的因素包括水處理費用、蓄水設施維運費用、新生水處理費用、海水淡化費用、用後水收集處理費用以及配水管網的擴增與維護費用

等；另外，為了傳達並落實水資源珍貴的觀念，水費包含節水稅(Water conservation Tax)及污水費。依目前實施之水價，家庭用水分為每月用水量介於 0~40 立方公尺（度）及大於 40 公尺（度）來計算，0~40 度的水費為每度新幣 2.74 元（約為新臺幣 62 元），其中節水稅是每度新幣 0.61 元；大於 40 度的部分是每度新幣 3.69 元(約為新臺幣 84 元)，其中節水稅是每度新幣 0.99 元，如圖 12。相較於我國每度介於新臺幣 7.35 元（10 度以下）至 12.075 元（51 度以上）的水費高出許多。由此可知，新加坡除了高水價外，對於高用量用戶的水費與節水稅加乘費率的機制，都確切落實珍貴水資源的理念，並提供足夠的節水誘因。

	Phase 1: From 1 Jul 2017		Phase 2: From 1 Jul 2018	
	Price (\$/m ³)		Price (\$/m ³)	
Monthly Water Usage	0 - 40m ³	> 40m ³	0 - 40m ³	> 40m ³
Tariff	\$1.19	\$1.46	\$1.21	\$1.52
Water Conservation Tax (% of Tariff)	\$0.42 (35% of \$1.19)	\$0.73 (50% of \$1.46)	\$0.61 (50% of \$1.21)	\$0.99 (65% of \$1.52)
Waterborne Fee	\$0.78	\$1.02	\$0.92	\$1.18
Total Price	\$2.39	\$3.21	\$2.74	\$3.69

Note: Water is charged per cubic metre (m³), which is equivalent to 1,000 litres. All figures are before GST.

圖 12 新加坡家庭水費收費表

另外，新加坡電價約為每度 0.168 元新幣（約新臺幣 3.8 元），與我國電價（2.6~2.7 元/度）差異不大。

(2) 智慧水錶安裝計畫

公用事業局目前已為新住家和工商單位安裝 30 萬個智能水錶，未來總計將安裝 165 萬個。透過連結手機的應用程式，用戶可追蹤用水情況和訂定節水目標，預計能節省人均用水量每日 5 公升，每月節省水費 3%。新加坡人均用水量從 2003 年的每日 165 公升降低為 2017 年的每日 143 公升，2018 年再下降為每日 141 公升，預計至 2030 年可達成每人每日用水量 130 公升的

目標。

(3) 省水標籤計畫

省水標籤依耗水程度標示 1 個勾至 4 個勾，1 個勾最耗水，4 個勾最省水（如圖 13）。新加坡政府自 2019 年 4 月起強制零售商及供貨商生產相關用水設備需至少符合 2 個勾以上，同時亦強制規定新設施或現有設施更新時，必須使用在省水標籤計畫下至少有 2 個勾的水裝置。包括洗手盆、水龍頭、抽水馬桶抽水箱、便池沖水閥、洗衣機等，均須強制標示省水標籤。

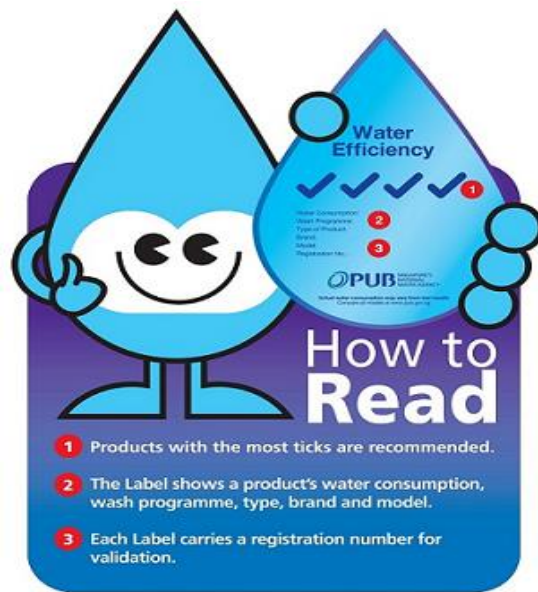


圖 13 新加坡省水標籤宣傳圖卡

(4) ABC 水源計畫

新加坡政府推動 ABC 水源計畫，計畫目標為 Active（活力）、Beautiful（優美）及 Clean（清潔），由政府提供良好的親水環境設施，並努力提升水質，鼓勵民眾親水、喚起民眾的環保意識，一起保護珍貴的水資源。

新加坡為了灌輸民眾珍惜水資源的觀念，會實施不預期的停水演練（亦稱制水演習），有時長達 14 小時甚至 3 天。透過停水演練讓民眾實際練習及應變，就連幼稚園的小朋友也要參與。新加坡公用事業局曾在國內 34 所學前中心（幼稚園）進行約 4 小時的制水演習，在停水期間，孩子們只能使用兩瓶 1.5 公升的水，從小就灌輸正確的環境保護觀念。

3. 心得與建議

(1) 因應氣候變遷進行水資源管理，提升再生水使用比例

因全球暖化氣候變遷，導致水庫及河川等水體水量豐水期愈豐，枯水期愈枯的現象，使我國面臨更嚴峻的水資源挑戰。隨著我國持續發展工業，水資源需求將更高於以往，目前公共污水處理廠處理後之污水再利用率仍偏低，應擴大其再利用率。

再生水依水質特性可提供不同使用用途，包含工業用水、生活次級用水、環境景觀用水、地下水補注、河川涵容維持利用等。目前我國生活次級用水仍普遍使用自來水，而工業用水除自廠內回收水再利用外，使用公共污水處理廠再生水比率仍低。為推廣公共污水廠再生水工業使用，可調查分析工業製程各項用水水質及水量需求，提升公共污水廠再生水進行工業再利用的比率。

(2) 營造優質水環境，宣導民眾一起保護水源並節約用水

我國整體生活污水接管率仍偏低，除了持續提升污水下水道接管率外，加強畜牧廢水資源化的政策應持續擴大辦理，除了現行採用的厭氧發酵進行沼氣發電，以及將沼液沼渣肥分利用施灌農地外，亦可引進創新生質能回收運用技術，採多元方式處理有機廢棄物，減少河川污染。再搭配現地處理設施，進而改善水體水質，營造適合民眾運動休閒的優質水環境，提升民眾親水意願，進而一起保護水源。

另外在民眾用水習慣方面，亦可藉由圖像化用水資訊揭露及節水知識宣傳，說明國內用水結構，並適時研議水價調整之可行性（例如調整高用量用戶水價、補貼低收入戶水費等）。

(3) 完整且長遠規劃公共基礎設施，作為環境永續發展之根基

新加坡在土地面積及天然資源有限的情況下，對於水源收集及再利用方式均有完整且長遠的規劃，作為經濟發展之基礎。本次參訪新生水中心，了解都市污水經二級處理及工業廢水經處理至一定程度後，透過過濾、逆滲透及紫外光消毒等程序，產製出遠超過符合世界衛生組織飲用水標準的新生水。

此淨水技術在我國亦有成熟之發展，並不比新加坡落後。新加坡令人佩服與值得學習的是在整體政策規劃的宏觀視野與長遠思維，例如水資源管理，包括設置堤壩阻隔淡海水流通，有效貯存淡水；用後水收集系統的規劃亦是以長期社會經濟發展需求來考量，我國的政策規劃因選舉考量及國情不同，多以中程計畫（5~8年）或短程計畫（4年以下）為主，新加坡的經驗值得我國參考學習。

（三）新加坡水域監督協會

1. 背景介紹

為瞭解新加坡的民間環保組織在環境保護扮演的角色，以及民間組織與政府的互動關係，本次行程安排拜訪新加坡水域監督協會（Waterways Watch Society, WWS）。新加坡水域監督協會(WWS)為一非營利環保組織，成立於1998年，成立宗旨為河川水質的保護及環境教育的推動。該協會由一群熱愛水域的志工所組成，剛開始僅27個成員，多年來，該組織志工成員已達500多名，其年齡介於14至70歲之間，由專業人士、學生、公務員、家庭主婦及退休人員等不同族群與不同背景人士所組成。

該協會為公用事業局（PUB）、國家環境局（NEA）等政府機關的合作夥伴，平時自發性清理加冷河流域的垃圾及監督該河域，並定期舉辦水域博覽會，同時與學校合作規劃水域清潔及綠色活動等，讓學生與民眾瞭解水資源的可貴。該協會亦常常提供新加坡政府在河川環境維護方面的相關建言與資訊，作為新加坡政府施政參考。該協會過去亦獲得多項環境獎項，包含2006年總統環境獎、2014獲得PUB水域榮譽獎及NEA生態之友獎等。

該協會表示，其運作經費必須自行籌措，經費來源主要為該協會辦理活動酌收費用及由私人企業捐款贊助，以維持協會辦公室租金及6名員工薪資等相關費用。

為有效管理協會志工會員，確實落實義務服務，該協會規定志工會員於星期六、日進行義工服務，試用期2個月，先讓志工了解該協會後，即成為

正式志工，並要求每年必須至少服務 4 次，每次服務時間至少半日。另該協會透過與學校合作舉辦相關活動，藉由口耳相傳，讓一群熱愛水資源的民眾加入志工行列。

2. 拜會內容

本次參訪，該協會除了介紹其成立目的外，並就其參與新加坡河川監督、廢棄物清理及如何推動環境教育等作法向團員說明（如圖 14、15、16）。

(1) 新加坡河的昔與今

新加坡地處熱帶，降雨量雖充沛，但因國土面積有限、境內河流短促、缺乏地下含水層及地下水資源，新加坡曾於 1960 年期間遭遇乾旱而實施配水，且早期新加坡河污染嚴重，直至 1977 年由當時總理李光耀先生發起清理新加坡河運動，歷經 10 年清理，耗資 1 億 7 千萬新幣才完成。後於 1987 年提出興建濱海堤壩(Marina Barrage)的構想，於 2008 年興建完成，於該濱海水道口建造達 350 公尺的濱海堤壩，以阻隔海水，濱海集水區為全國最大的集水區，面積達 1 萬公頃，佔新加坡面積的六分之一。

(2) 辦理環境教育相關活動

A. 自行車水道步道(Bicycle Waterway Trail, BWT)

透過騎腳踏車的方式，帶領民眾淨化濱海集水區水域環境，並有助於了解該區域的歷史；除了知道亂丟垃圾對於公共衛生、安全所造成的問題外，也可明白其對於飲用水品質所造成之影響。

B. 獨木舟水道清理(Kayak Waterway Clean-up)

藉由划獨木舟的方式，讓民眾有機會直接接觸大自然，並了解亂丟垃圾對於野生動物及環境的影響。在划槳遨遊的過程中，除了教導民眾如何操槳外，也會帶領大家清理河中垃圾的熱點區域。

C. 腳踏船水道清理(Boat/ Pedal-boat Waterway Clean-up)

由受過訓練的導覽員帶領民眾，以腳踏船方式悠遊濱海水庫，參加者會配備桶子、手套及網子，體驗如何愛護環境，並學習垃圾如何在水中堆積及了解清理環境所需的人力資源。

D. 學校演講(School Assembly Talks)

該協會所做的演講旨在提升環保意識，內容涵蓋水及環境議題，包括環境變遷、水資源利用、水資源短缺、水污染的成因及影響、國家 4 大水源、新加坡的水故事等，並同時呼籲大家志願參與及教導如何以個人行動對抗這些環境議題。除了演講外，該協會也提供戶外營隊體驗。

E. 河川學前計畫(River Monster/ River Monster Junior)

河川學前計畫包含水及環境議題，例如水資源短缺及水污染，藉此提升民眾環保意識。民眾可以在濱海集水區沿岸實際參與、體驗觀察、監測及撿垃圾。河川學前計畫是專門設計給學齡前孩童，活動內容包括說故事及創意活動。

F. 河川監督(Waterways Watch Explorer, WWE)

WWE 為一個互動式活動，民眾可以參加環境變遷、水污染及水資源永續等相關議題的活動；參加者除了可學習到此活動的內容外，也可以與「新加坡的水故事」有所連結。

3. 心得與建議

- (1) 新加坡政府將水資源視為戰略物資，已成立水資源的專責單位公用事業局(PUB)，也投入相當大的經費來建設水資源設施（蓄水池等），然如能與民間組織互相信任並密切合作成為合作夥伴，透過民間的在地力量，協助河川的清理與環境教育的實施，對於環境的保護，確實可以達到事半功倍的效果。
- (2) 因民間組織的長久維持確實不易，往往擔心經費來源，如政府能定期提供經費補助，或提供平台，媒合企業與民間組織合作，讓企業定期贊助民間組織，應可落實達成民、資、政 3P(People-Private-Public)的政策。



圖 14 水域監督協會人員向團員簡報



圖 15 團員與水域監督協會人員討論交流



圖 16 團員與水域監督協會人員合影留念

(四) 裕廊島石化專區（長春集團公司新加坡廠）

1. 背景介紹

新加坡石化產業於 1960 年代開始發展，歷經政府兩個 5 年計畫，形成勞動密集型態的工業結構，之後新加坡政府再制定「經濟發展十年計畫」（1971-1980 年），目標為改變過去以勞動密集型的產業發展，朝向資金、技術密集型的工業發展。自 1990 年代起因國際情勢的轉變，新加坡政府逐漸將發展重心轉往石化工業與化學品產業，積極擴建裕廊島基礎設施及石化專區，並規劃該島為重工業區，作為新加坡發展世界級化學工業聚落之基地。裕廊島係由新加坡貿易和工業部(Ministry of Trade and Industry, MTI)下屬的裕廊管理公司(Jurong Town Corporation, JTC)為開發主政機構，負責規劃與協調相關政府部門以及園區用地管理等。

裕廊島於 1993 年提出規劃方案，並於 1995 年展開工程，將亞逸查灣島(Pulau Ayer Chawan)、亞逸美寶島(Pulau Ayer Merbau)、梅里茂島(Pulau Merlimau)、北塞島(Pulau Pesek)、巴高島(Pulau Bakau)、沙克拉島(Pulau Sakra)、西拉耶島(Pulau Seraya)7 個島嶼透過「填海造陸」方式連結成一座人工島，面積約 32 平方公里（3,200 公頃，雲林麥寮石化園區的面積為 2,063 公頃），透過長 2.3 公里的裕廊島大道(Jurong Island Highway)連接至新加坡本島，形成一個獨立而與本島有天然安全隔離帶的石化工業專區（圖 17）；該填海工程原訂於 2030 年完成，但基於石化產業投資用地需求成長快速，填海工程提前於 2009 年完成，比預期進度提前 20 年。



圖 17 新加坡裕廊島石化專區衛星照及空拍圖

裕廊島主要提供國際大型石化企業集團進駐，並提供完善之基礎設施與管理服務，項目包括：

- (1) 採用即插即用(Plug and Play)方式，使業者共享廢棄物及廢水處理、蒸汽、供水、電、消防、碼頭等基礎設施，降低業者固定資本投資成本 10-15%。新加坡政府對於裕廊島的規劃，不只考慮該島的競爭力，也重視永續經營的發展概念。選用更有競爭力的發電原料，引進對環境友善的生質材料(Biomass)作為發電的替代原料，該島目前有三間電力公司，位於西北方的大士能源供應公司(TUAS POWER)已發展使用生質材料為原料，是新加坡第一個以煤和棕櫚殼為燃料的大型熱電聯產公司。圖 18 為裕廊島上電力公司的分布圖。

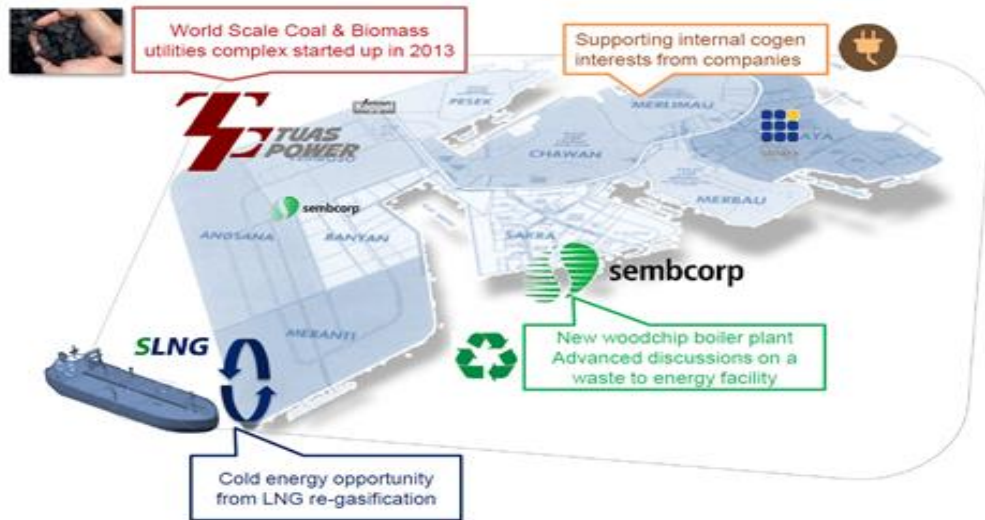


圖 18 裕廊島上電力公司分布圖(資料來源：JTC，2013)

(2) 新加坡政府以租稅優惠及同意外資企業對本地工廠擁有至少長達 30 年的土地租賃權，成功吸引包括德國巴斯夫集團(BASF)、美國杜邦公司(DuPont)、美國埃克森美孚公司(ExxonMobil)、德國朗盛集團(Lanxess AG)、荷蘭殼牌集團(Royal Dutch Shell)、日本三井化學股份有限公司(Mitsui Chemicals, Inc.)、日本住友化學集團(Sumitomo Chemicals)、韓國 SK 集團、台灣長春集團等跨國廠商進駐，成功連結石化上下游產業群聚，並透過園區內管道運輸系統及物流業者，有效降低原料與產品物流成本，提升業者生產效率。

2. 考察內容

(1) 新加坡空氣污染管制現況

- A. 新加坡現有空氣品質監測站共有 22 座，18 座為一般性大氣空品監測，4 座為交通測站。主要監測項目為懸浮微粒(PM₁₀)、細懸浮微粒(PM_{2.5})、二氧化硫(SO₂)、二氧化氮(NO₂)、臭氧(O₃)及一氧化碳(CO)。
- B. 新加坡 2020 年的目標為將 PM_{2.5} 全年大氣濃度降低至 12 µg/m³，SO₂ 上限濃度為 15 µg/m³。新加坡為此定期審查工業及交通運輸的排放標準，為了解決工業的排放問題，政府督促煉油廠使用更有效的污染控制設備，並使用改進的硫磺回收系統。
- C. 新加坡環境管理特色為環境維護和建設並重，在空氣品質管理及能源議

題訂定完善的法規，並透過嚴格執行，達成空氣品質改善目標。新加坡在 2015 年發布「永續新加坡發展藍圖」，提出了以下針對固定污染源的管制措施：

- (A) 針對主要工業污染源設置 SO₂ 上限，並同時減少其他污染物排放（包括 PM_{2.5}）。
- (B) 加嚴工業排放標準。
- (C) 推動行政獎勵方案（經濟誘因），鼓勵採用高效污染控制設備。
- (D) 與主要工業污染源（例如發電站）合作，以減少 SO₂ 排放。
- (E) 針對主要工業污染源進行即時排放監測。

(2) 拜訪長春集團公司新加坡廠

- A. 本次參訪長春集團公司位於裕廊石化園區的工廠（圖 19、圖 20），其於 2011 年開始建廠，於 2013 年開始生產，投資金額約 5.4 億美金，雇用員工 182 人，製程為丙烯醇（Allyl Alcohol）、異丙苯（Cumene）、醋酸乙烯單體（Vinyl Acetate Monomer）等三種，年產共達 104 萬噸。
- B. 國家環境局於官方網站有即時顯示新加坡區域之空氣品質現況，但並未針對裕廊島石化專區之環境監測結果對外界公開，區內空氣品質主要係由裕廊集團（Jurong Town Corporation, JTC）監控變化狀況。
- C. 新加坡政府並未對石化業工廠訂有揮發性有機物管制相關法規，長春集團公司新加坡廠之揮發性有機物洩漏管制，皆係延續台灣對石化業管制相關管制規定及工具，執行揮發性有機物洩漏管制及管理（如引進紅外線成像儀及揮發性有機物檢測儀進行偵檢）。
- D. 裕廊石化園區所在地之氣象條件較穩定，不易對廠房管線設備造成腐蝕現象，據該廠運作經驗，當地設備較不易有台灣石化業設備管線腐蝕嚴重之現象，故該廠並未針對石化管線有特別加強檢測之措施。



圖 19 聽取長春集團公司新加坡廠及裕廊管理公司簡報



圖 20 團員於裕廊島石化專區長春集團公司新加坡廠前合影

(3) 石化專區應變演練措施

裕廊島上設置了 2 個消防局，配備有危險物消防設備和 40 人輪值的消防隊，可在 8 分鐘內抵達島上任何事故地點，並針對緊急事件作出快速應變。消防局每 2 個月與大型企業進行 1 次演練，全年共 6 次；每年 2 次實施高層建築火災撲救演練；每兩年辦理 1 次大型聯合演練，以提升島上管理單位及業者對於緊急應變的配合熟悉度，強化應變反應能力。

3. 心得與建議

(1) 裕廊石化園區對於廢氣燃燒塔之管制，並未較台灣對於石化業廢氣燃燒

塔的管制嚴格，目前仍為常態使用。相較我國於 100 年推動之燃燒塔廢氣減量政策，迄今已減量 90%之揮發性有機物排放量，優於該石化園區管制成效。

- (2) 長春集團公司新加坡廠所推動之揮發性有機物減量管制措施，主要係延續在台灣已執行多年之揮發性有機物空氣污染管制及排放標準規定，顯現我國現行對石化業之管制，已見成效，未來將持續精進辦理。

(五) 新加坡 SMIT 公司

1. 背景介紹

SMIT 公司於 1842 年由 Fop Smit 成立，在當時只是 1 家拖曳船公司，於 1872 年逐步擴大船隊以及海事服務項目，該公司因參與多次重大海難救援與打撈作業而成為國際知名企業，也成為打撈作業的代名詞。

2010 年荷蘭皇家博斯卡里斯公司(Royal Boskalis Westminster)收購 SMIT 公司，在全球提供打撈和拖曳服務。SMIT 公司企業總部目前位於荷蘭鹿特丹，整個公司業務分為拖曳船、港務管理、海上吊重及海事救援四大領域，並在鹿特丹、休斯敦、開普敦和新加坡成立 4 個戰略應急響應基地，全球總計共有 8,500 名員工、1,000 艘船舶、遍布於 6 大洲計 75 個國家。本次參訪對象即為 SMIT 公司在新加坡之戰略基地，SMIT 公司全球據點分布如圖 21。

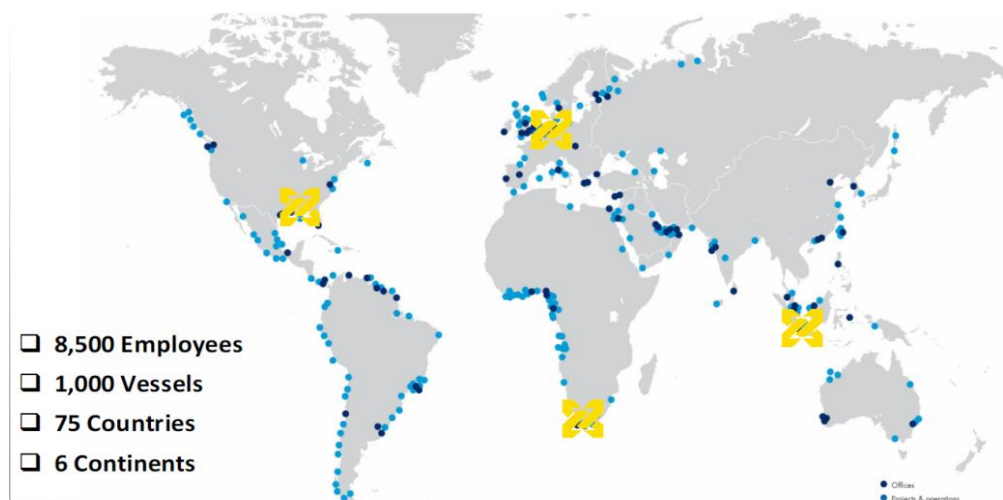


圖 21 SMIT 公司全球據點分布圖(資料來源：Smit Salvage，2019)

該公司擁有數量眾多的拖曳船，包括港口拖船 470 艘、海洋拖船 30 艘，單一船舶海上吊重能力最高達 5,000 公噸，以及半潛式巨型拖船（如圖 22）。

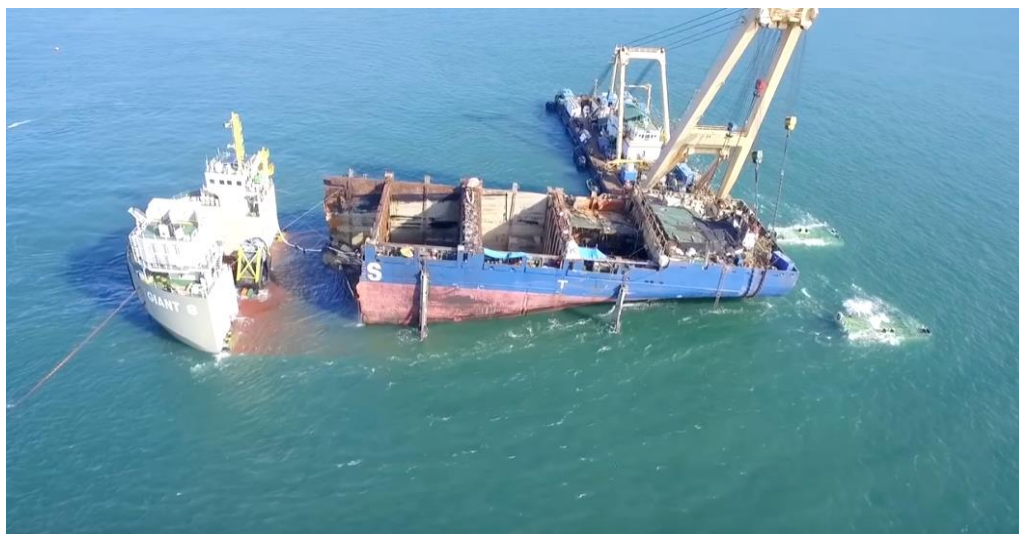


圖 22 半潛式巨型拖船參與我國德翔臺北輪海洋污染事件應變作業

SMIT 公司現行提供之海洋服務有 3 大類型，說明如下：

- (1) 緊急救援：搶救(Dry salvage)，包括擱淺、碰撞、爆炸與失火的救援。
- (2) 殘骸清除：打撈(Wet Salvage)，包括船舶沉沒、可能妨礙航行或有污染之虞之船舶，依當地港口主管機關要求將船舶殘骸移除。
- (3) 環境保護：污染物回收(Pollutant Recovery)，前述 2 項通常都伴隨油料的污染，因此需要將可能產生的污染物回收。

針對緊急救援建立 7 天 24 小時全年無休的制度，以隨時應變可能發生的事故，監控掌握可能的人員傷亡，並於第一時間派員瞭解現場狀況，提供勞依茲救助契約(The Llyod's Open Form of Salvage Agreement, LOF)，契約簽的完成即展開相關救助行動。

2. 拜會內容

本次參訪過程 SMIT 公司李經理分享了許多案例（如圖 23），例如 MODERN EXPRESS 船隻傾斜救助、KYUNG SHIN 沈船透過加熱油料將冰冷海域中凝固的油料及污染移除、BALTIC ACE 沈船因污染與阻擋航道將其分段移除等，其中也包括我們印象最深刻，於 2016 年 3 月發生在我國石門海域的德翔臺北輪擱淺應變事件。



圖 23 團員聽取 SMIT 公司李經理簡報

德翔臺北輪為中華民國籍全貨櫃船，發生船難擱淺時船上共有 392 貨櫃（含 9 個危險化學品櫃），船上有燃油 411 立方公尺，柴油 42 立方公尺，潤滑油 52 立方公尺，由於石門周邊海域及岸際為觀光及漁產區，屬於環境敏感地帶，且附近有 2 座核能發電廠，擱淺地點距核一廠僅約 2 公里，情況相當緊急。環保署於接獲通報後，立即依照行政院核定之「重大海洋油污染緊急應變計畫」啟動應變機制，當天下午於石門區公所開設現場應變中心，組織各部會及民間量能成立應變團隊，針對事故船、海面與岸際分別委託專業團隊協助處理事故與污染移除工作，岸際污染概況如圖 24。在應變團隊的齊心努力下，最終妥善完成岸際油污清除、事故船移除及環境復原工作，降低環境影響衝擊。

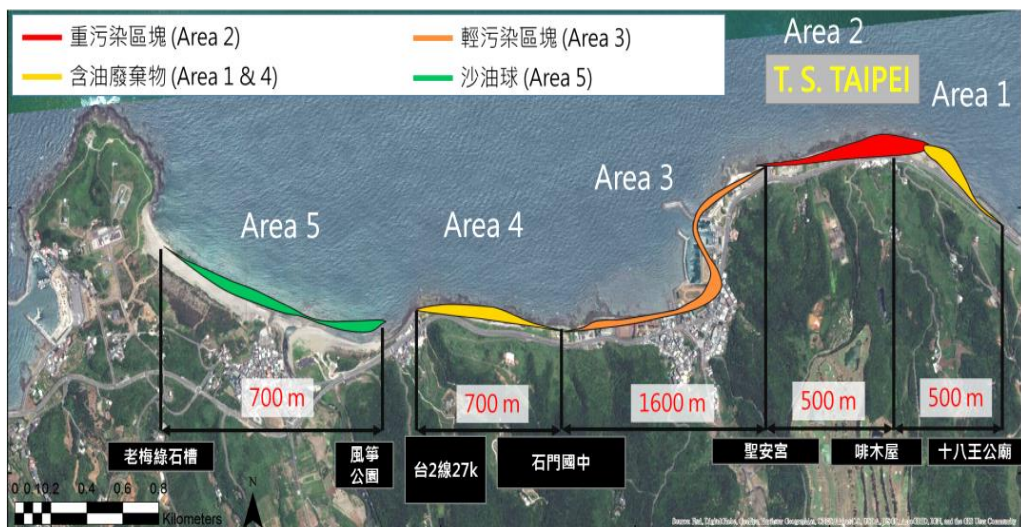


圖 24 德翔臺北輪岸際污染概況圖

SMIT 公司於簡報後邀請團員參觀該公司的應變物資器材儲存倉庫（如圖 25），該公司應變器材與物資非常完整，並分門別類擺放，於使用後回到倉庫前需先行測試設備完善情形，俾利下次出勤能正常使用。各項設備定期檢查，以確保器材完善；此外也將常用的應變器材先行裝箱，如遇出勤需要時，即可立即將整箱工具托運，縮短應變時間。



圖 25 團員參觀 SMIT 公司的應變設備器材庫

3. 心得與建議

- (1) 海洋污染緊急應變必須針對事件發生性質、危害情形、海象潮流等因素進行分析，根據所獲得的資訊投入應變器材，才能有效率地清除事故或移除殘骸。因此有集中儲存應變器材之必要，並將所有的應變器材分門別類，用不同的置物設備儲存備用，並且定期維護保養，如有事故發生可立刻針對現場的狀況研判，並調用所需器材投入事故現場，提升應變時效。
- (2) 海上救助與海上緊急應變十分專業，在重大船難事件尤其需借助國際的力量協助處理。因此，我國建立海洋污染事件緊急應變計畫時需同步建置英譯本，包括案件通報、組織運作、人力動員、資材調度及政府相關文件等，俾利支援之外國專家能於第一時間瞭解我國的法令及作法。
- (3) 在海上救助與海上緊急應變之重要核心人物為「打撈長」，需有專業知識與充足之經驗，在事故現場與負責應變之政府單位指揮官充分溝通協調，

所有應變團隊人員均聽從其指揮調度，以順利完成任務。我國近年來積極組團派員赴國外參加海洋污染應變之訓練，學習國外專家之應變專業知識並汲取經驗，以充實我國海洋污染應變人才。

- (4) 由於國際環保意識抬頭，近年來海上船難事故之發生，洩漏之油或化學品污染對於環境的影響甚大，有時往往發生事故的船隻殘骸都已經移除完成，但殘留在事故現場的油污、危險化學品仍須持續處理，才能完成整體環境復原工作，尤其是危險化學品多遭管制，甚至連避難港口都無法選定，或是缺乏專業人員協助處理，這方面需要持續建立相關專業領域的應變團隊及制度。

(六) 駐新加坡台北代表處

1. 背景介紹

駐新加坡台北代表處 (Taipei Representative Office in Singapore) 是我國政府派駐新加坡的代表機構，負責推動台灣與新加坡間的經貿投資、教育文化、科技交流及觀光旅遊活動等各項層面的雙邊關係。1968 年 11 月 14 日台星兩國換文同意互設商務代表，「中華民國駐新加坡商務代表團」於 1969 年 3 月成立。1990 年 9 月 30 日起，「中華民國駐新加坡商務代表團」更名為「駐新加坡台北代表處」。

2. 拜會內容

本次拜會駐新加坡台北代表處，由我國駐新加坡大使梁國新先生接見，梁大使闡述新加坡清楚定位國家目標，推動國家發展、經濟成長、族群融合、水源供應等公共政策，並分享其對於新加坡菁英制度及文官培育的觀察，鞭辟入裡，讓所有團員對於新加坡有更進一步的認識，對於在本次在新加坡的考察甚有助益（如圖 26）。



圖 26 團員與駐新加坡台北代表處梁國新大使合影

(1) 多面向認識新加坡

- A. 面積：新加坡是一個小島國，領土面積約 722 平方公里（約為臺北市的 2.6 倍大）。
- B. 人口：約 570 萬人（2019 年 6 月統計資料）。
- C. 種族：74.3%為華人、13.4%為馬來西亞人、9.9%為印度人，其餘 2.4%為歐亞裔民族。
- D. 語言：新加坡有四大官方語言，即英語、華語、馬來語及印度塔米爾語，其中新加坡的國語是馬來語。
- E. 宗教：憲法保障宗教自由，主要宗教有：佛教、回教、道教、基督教、天主教、印度教。

(2) 藉由發展經濟推動環保

新加坡係以經濟誘因，達成推動國家發展、社會穩定、公共政策等獨步全球的國家願景，特別在公務體系菁英管理及以優渥薪資吸引人才投入公部門運作，更為新加坡政府奠定重要治理策略，其薪資訂定原則如下：

- A. 反映經濟狀況之彈性工資制度：新加坡公務人員在 1987 年前為固定薪資，缺乏彈性。而現今改為固定成分及變動成分（約占年收入 40%

以上) 組成，其中變動成分係包括年底花紅、隨經濟狀況(GDP)變動(若 GDP 達標，至少支給 3 個月)，工作績效表現與薪資高度相關。

B. 與私人薪資市場緊扣：該國每年均會進行私人公司薪資調查，將公務員薪資與相應工作市場之相當職位及資歷之私人企業薪資進行比較，以確保公務員薪資具競爭力，進而招攬優秀人才及留才。

(3) 政治傳承與政務推動

新加坡總統是由各種族推派人選參選，現任總統為穆斯林人哈莉瑪，然執政大權實際掌握在總理，現任總理為李顯龍先生。新加坡為培養新一代的國家領導人，源自高中時期即以國家獎學金吸引國內菁英人才至國外拓展視野與培育國際觀，學成歸國後擔任國家重要職務，推動國家發展與國際接軌，並計畫性地從中培育及歷練，最後挑選出政務資歷完整的優秀人才作為下一任總理接班人。

3. 心得與建議

新加坡在民主國家中，其行政效率值得我國學習，探究其行政效率高的主因，在於具國際觀的政策規劃能力與不容質疑的執行力。新加坡政府善於運用經濟誘因以及果決的行動力，管制危害環境行為，而非僅依憑法律。以新加坡的組屋政策為例，由國家整體規劃管理，訂定許多法令推動組屋政策，落實了「住者有其屋」，減少街上的流浪漢，扮演了穩定社會的重要角色，在環保上同時也規範住戶垃圾投放、收集的方式，達到城市環境整潔的目的。

二、環境與公用設施參訪

(一) 新加坡城市展示館

1. 背景介紹

新加坡自 1965 年獨立建國以來，在短短的 50 年內，從一個落後的小漁村變成亞洲四小龍，如今更蛻變成爲國民所得超過臺灣 2 倍的國際化大都市。為了認識新加坡的演變，我們考察了隸屬於城市重建發展局 (Urban Redevelopment Authority, URA) 的新加坡城市展示館 (Singapore City Gallery)，該館透過照片、影片、模型及各種互動展示方式，述說著新加坡的發展歷史、永續城市發展規劃及未來展望，讓參觀者容易瞭解新加坡是如何演進及蛻變，是個寓教於樂的展示場所。

2. 考察內容

來到新加坡城市展示館，映入眼簾的是門口 3 座戴著頭巾且扛著水泥的婦女雕像 (圖 27)，象徵著新加坡在 20 世紀發展初期有許多來自中國的華人工女工，對於新加坡的建設付出極大的貢獻，具有提醒新加坡人不忘本且要記得建國歷史的教育意義。



圖 27 新加坡城市展示館門口婦女雕像

新加坡城市展示館於 2019 年初更新展館內容，展示的模型及城市規劃內容都依據最新的情形布展，並增加許多互動式的展示。展示館共有 3 個樓

層，除 1 樓有部分區域作為短期的展覽空間外，其他區域均為常設的展示空間。

在 1 樓有 1 比 5,000 比例大小的新加坡全景模型，可以鳥瞰整個新加坡的地理環境及國土規劃區位配置，並搭配聲光投影效果，讓參觀者瞭解新加坡 2030 年的永續發展目標及未來建設規劃（圖 28）。



圖 28 新加坡城市展示館 1 樓新加坡全景模型

在展示館 2 樓有 270 度的環繞影音展示空間，播放新加坡人 1 天從早到晚的生活畫面。中央設置 5 臺觸控式螢幕，展示新加坡土地面積及人口、經濟成長、行政區域、建築與自然遺產及未來發展方向等層面，藉由與其他國家比較或互動來進行城市規劃，讓參觀者更深入認識新加坡。

到了展示館 3 樓，映入眼中的是一系列照片，介紹新加坡從 50 年代以前的漁村及貿易港口，如何逐漸演進發展成為現今國際化大都市，期間經歷 60 年代建國時期，70 年代市區重建，80 年代逐漸提升生活環境，90 年代提供更多住屋及工作的選擇。目前新加坡仍以長遠的眼光持續規劃未來方向，除了滿足當前的需求外，同時又不損害後代的權益，進而追求國家的永續發展（圖 29、30）。



圖 29 新加坡城市展示館 2 樓 270 度環繞影音展示空間



圖 30 新加坡城市展示館 3 樓展示新加坡發展歷史演進一隅

3 樓另一展區則透過輪播新加坡空拍照片及圖片，說明新加坡會依據現況製作概念規劃藍圖(Concept Plan)及總體發展藍圖(Master Plan)，如圖 31。其中概念規劃藍圖屬長程規劃，是新加坡未來 40 到 50 年的發展指導方針，每 10 年會檢討更新 1 次；總體發展藍圖屬中程規劃，是根據概念規劃藍圖進行未來 10 到 15 年土地發展利用方式的細部計畫，每 5 年滾動檢討修正 1 次。新加坡政府會逐步落實總體發展藍圖的內容，期最終達到所設定的目標。

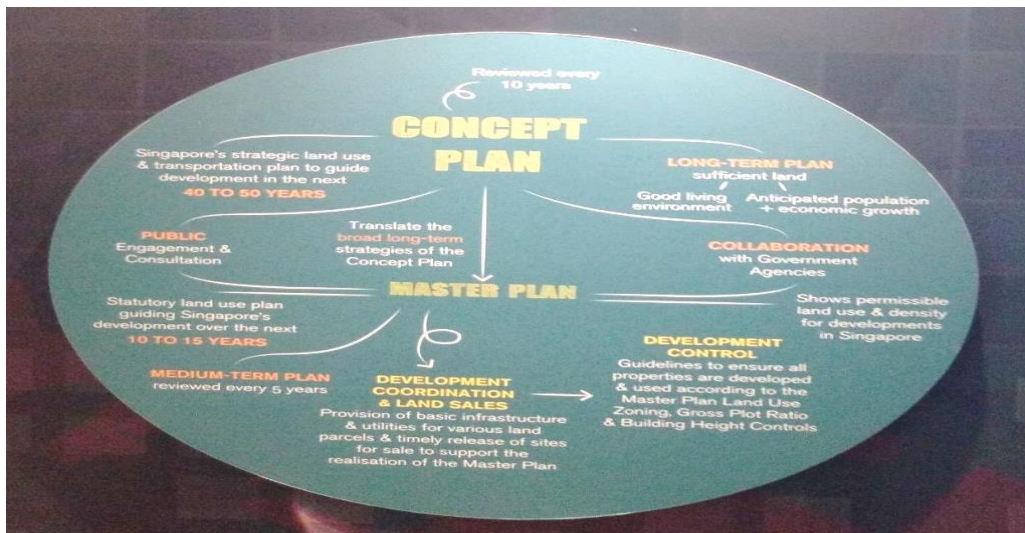


圖 31 新加坡概念規劃藍圖及總體發展藍圖關係圖

在 3 樓還有個關於保護歷史建築及街區的展區，透過照片及模型展示，讓參觀者認識新加坡建築的歷史演進，除了必要的發展外，儘量保留歷史建築物及街區並加以維護，顯示新加坡特別重視歷史建物及街區的保護及教育（圖 32、33）。

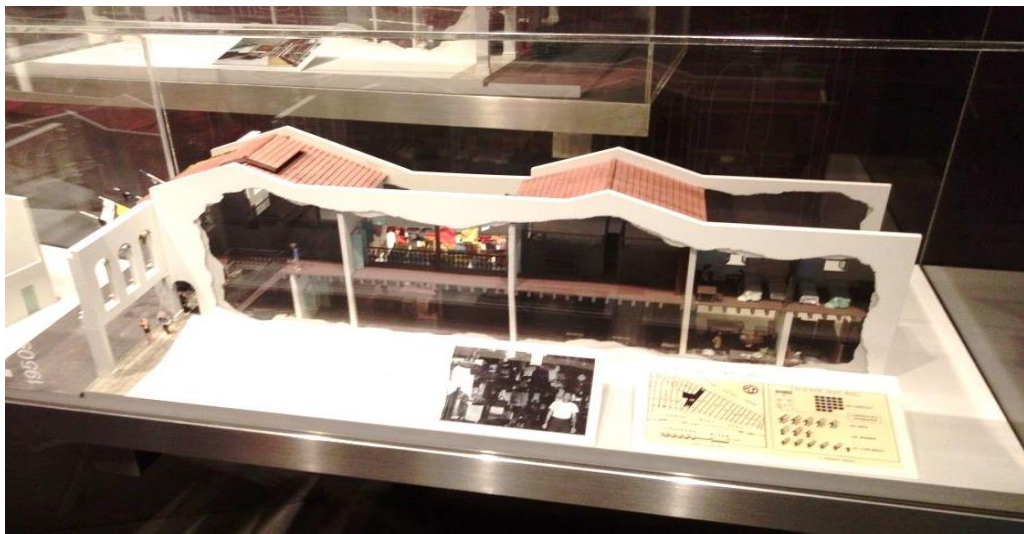


圖 32 新加坡歷史建築模型介紹



圖 33 以互動方式認識新加坡各地今昔的變化

隨著參觀動線回到 2 樓另一個展示空間，擺放著 1:400 比例大小的新加坡市區中心地帶模型，包括許多知名的觀光景點，因此特別吸引參觀者目光。除了既有建築物外，還包括未來規劃建築物大小高度的模型，顯示新加坡政府對於城市發展的確是計畫性地規劃（圖 34）。



圖 34 新加坡城市展示館 2 樓新加坡市區中心地帶模型

從城市展示館的觀察與了解，新加坡國土面積在 2019 年已達到約 722 平方公里，相較 1965 年國土面積約 581 平方公里，50 多年來增加了 141 平方公里，其中除了泥沙淤積等自然演變外，絕大部分新增國土都來自填海造陸，國土規劃並朝以下四個方向發展（如圖 35）：

(1) 已完成的計畫：

- A. 將位處西南隅靠近裕廊地方海域上的七個小島，連為一起並命名為「裕廊島」，作為新加坡推動能源與石化產業的重鎮。
- B. 填海築成實馬高島(Semakau)，作為廢棄物掩埋場。新加坡共有 4 座垃圾焚化廠，焚化後的灰燼以及不可燃的垃圾，每天約有 2,000 多公噸運往新加坡西部大士南焚化廠附近的大士南轉運站，集中後運往實馬高島掩埋，可使用至 2035 年。

(2) 進行中計畫：

- C. 新加坡政府為整體都市規劃，刻正推動計畫將現有碼頭區進行遷移，至 2040 年，將整合所有貨櫃業務至西南方的大士碼頭，此舉將可大量釋出鄰近市中心的土地，利於市區重劃更新。
- D. 新加坡政府持續填海造陸，規劃未來將本島上的空軍及陸軍軍事基地遷移至樟宜機場旁及德光島填海造陸的新生地，可釋出市區土地重新規劃使用。

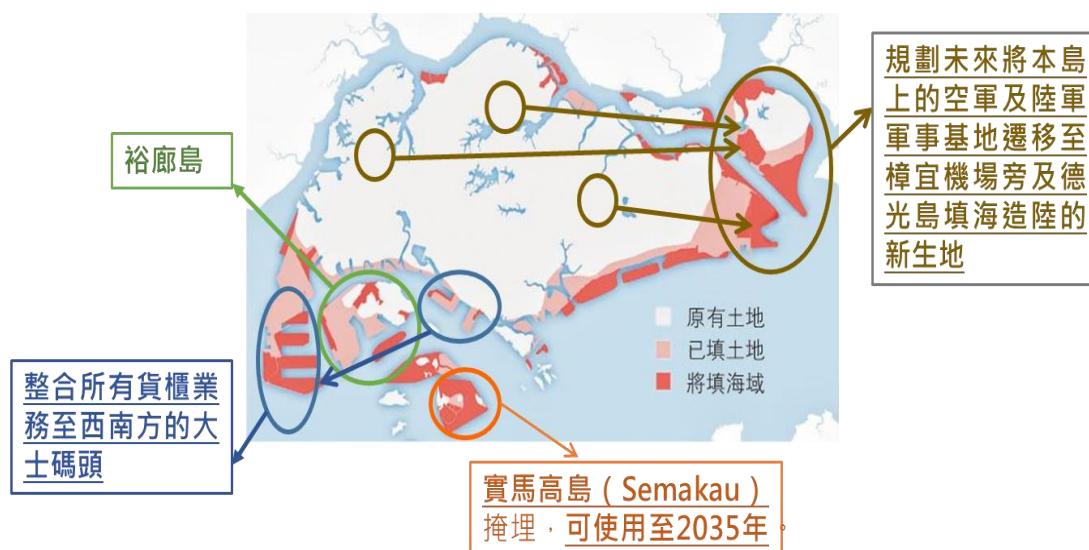


圖 35 新加坡國土規劃方展計畫與方向

3. 心得與建議

- (1) 有團員在 5 年前 (103 年) 曾經來過新加坡城市展示館，分享新加坡近年來確實有依照過去的規劃方向發展，顯示新加坡政府對於政策的貫徹力

與執行力。反觀臺灣常因中央及地方政府政黨輪替，導致許多政策無法連貫，也連帶影響國家競爭力。

- (2) 新加坡政府製作概念規劃藍圖及總體發展藍圖，雖然臺灣也有類似的作法，但臺灣人民是否確有感受，值得商榷。未來推動各項環保政策，應先有宏觀的思維，確認方向後再作細部規劃，並定期滾動檢討修正，加以落實，才能達成臺灣環境永續的目標。
- (3) 新加坡城市展示館的設計，著重以模型、今昔照片比對、聲光效果及互動等多元展示方式，可以吸引參觀者興趣及駐足，達到教育推廣之效果。我國相關環保教育推廣或展覽等活動，亦可多思考吸引民眾之展示方式，達到活動辦理的目的。
- (4) 綜觀新加坡城市展示館，非僅展示國家發展的現況，還著重保留過去發展的歷史，讓新加坡人民瞭解上一代的城市規劃思維並傳承給下一代，更著重未來發展的方向，甚至能夠將細部規劃具體呈現向人民揭露，展現政府施政的魄力與決心，這是新加坡政府施政能夠成功並取得人民信任的地方，值得我們借鏡與參考。

(二) 陸路交通展覽館

1. 背景介紹

新加坡陸路運輸管理局 (Land Transportation Authority, LTA) 於 2008 年開設陸路交通展覽館，展示自新加坡建國以來的陸路運輸規劃歷程。目前常展出內容為新加坡陸路交通總藍圖(The Land Transport Master Plan)、發展歷程中的實物展示、創新交通服務設施或概念展示、並配合相關的互動設施，讓參觀民眾了解新加坡交通發展過程及未來規劃。

2. 考察內容

(1) 展示交通發展總藍圖

新加坡以 2040 年為目標年，規劃要發展出方便、連結良好、包容性佳且快速的陸路交通，以符合新加坡未來 20 年甚至更遠的需求，在展示

館第一個展示空間的全牆面看板，即呈現具體的 3 個目標：

- A. 目標一：發展為方便、易連結且快速的交通運輸模式。
- B. 目標二：發展為對所有人更具包容性的交通運輸模式。
- C. 目標三：發展為健康、安全、宜居的完整城市交通環境。

交通發展總藍圖是新加坡當局最重要對外界溝通的交通政策，故利用進入展廳第一眼所見的整面牆來呈現，並配合文字與圖案說明以上三項目標願景（如圖 36）。

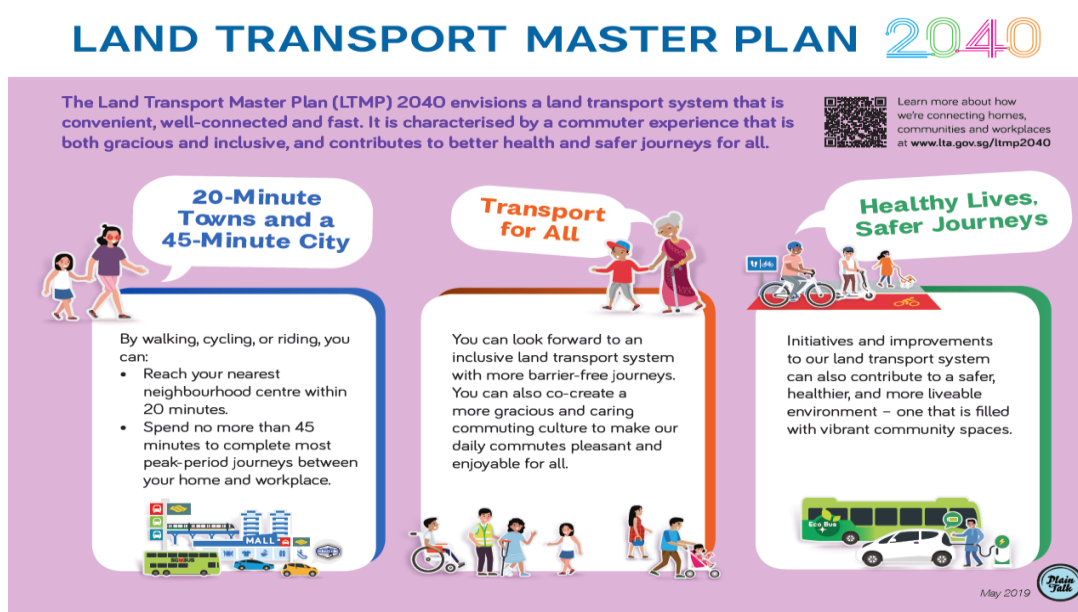


圖 36 新加坡陸路交通發展總藍圖

(2) 利用遊戲設施傳達觀念或新交通設施

展覽館中有多項互動式遊戲設施，性質包含規劃與策略、模擬情境操作、技術工作執行等，均應用現行最新的觸控或 VR 影像技術，讓民眾親自體驗在交通規劃與策略訂定時須兼顧各方利益，了解交通設施維護相關工作人員的技術操作執行情形，或是透過大客車駕駛模擬操作，體驗公車司機的工作內容。以寓教於樂的方式，不會因內容過於生硬而喪失興趣。

在展覽館中也可以看到新加坡所發展出最新的交通服務概念或技術，除讓參觀者迅速了解，亦可激發更多完善的想像應用，比如展場展示配備有感應智慧卡片行人時相燈柱，當老年人或行動不便者須橫越路口時，可

以使用個人識別證感應，即可機動延長行人通行時相秒數（如圖 37）。



圖 37 行人時相結合智慧卡機動延長功能展示

(3) 車輛交通政策總量管制措施

新加坡為了解決交通堵塞問題，經歷了 30 年的實踐、摸索與創新，考量交通壅塞會影響國家生產力與競爭力，車輛使用產生的外部成本已超過了使用該車輛的生產效益，如何控制車輛數以減少壅塞，成了交通部門的主要課題。一方面發展方便而有效的大眾運輸系統，另一方面則控制民眾擁有及使用私家車的需求。

新加坡目前小型汽車（私人汽車、公司用車等）約有 60 萬輛，加上其他車輛（巴士、工程車輛、機車等）總數約 96 萬輛。新加坡購車成本約為臺灣購車成本的 3~5 倍價格，一般小轎車約 8~10 萬新幣，高級轎車約 25~30 萬新幣，相當於購買 1 間組屋的費用。另外停車費租金則約每月 100 新幣。

為避免車輛數逐年增加，新加坡政府實施「擁車證」(Certificate of Entitlement, COE)制度，擁車證價格依照市場需求浮動，以 2019 年 11 至 12 月為例，汽車擁車證費用約介於 3 萬至 4 萬新幣之間，機車則為汽車的十分之一，擁車證有效期為 10 年，期滿需重新付費申請，新加坡政府會依照市場上報廢的車輛數，來決定「擁車證」的核准數，以達成車輛總量管制之目的。

新加坡政府於進入市區各重要路段設置自動道路繳費系統(Electronic Road Pricing, ERP)收取進城費，以經濟手段促使車輛減少於尖峰時段進入市區，同時提高大眾運輸系統搭乘率（如圖 38）。另新加坡的油價亦高，考察期間 95 無鉛汽油每公升新幣 2.32 元、柴油每公升新幣 1.93 元(分別折合新臺幣 53.4 元、44.4 元)，約為我國的 1.8 倍。



圖 38 進入市中心各重要路段設置自動道路繳費系統(ERP)

3. 心得與建議

新加坡城市發展快速，其交通政策藍圖所展現的超前思考、整體規劃、長期溝通宣傳，以便於民間能量配合準備，值得我們省思 30 年後臺灣應具備什麼樣的環境，從而逐步規劃實現。

(三) 達士嶺智慧組屋

1. 背景介紹

新加坡人口為 570 萬左右，約為我國的四分之一，僅比臺北市 2.6 倍大的新加坡，土地極為有限，有高達百分之八十的新加坡居民住在組屋（即公共住宅），成為該國的一大特色。組屋係由新加坡建屋發展局（Housing and Development Board, HDB，簡稱建屋局）負責建造，該局在 1960 年成立，主要是為了解決新加坡人民居住的問題，於成立後的 5 年內即建造了 5.5 萬戶的組屋，並持續推動住者有其屋的政策。

2. 考察內容

為實地了解組屋的特色，我們由居住於新加坡著名的達士嶺組屋（The Pinnacle @Duxton，如圖 39）屋主 Vivian 女士帶領所有團員參觀組屋的室內外環境，並就相關問題進行意見交流。



圖 39 達士嶺組屋建築外觀

達士嶺組屋於 2009 年 12 月完工啟用，該座組屋的現址也是座落在 1964 年在丹戎巴葛 (Tanjong Pagar) 地區首建的公共住宅舊址，樓高 50 層，係由 7 棟大樓組成（形似北斗七星），總共有 1,848 戶，是世界最高的公營住宅。在達士嶺組屋的 26 樓和 50 樓各建有一座巨大的空橋(Sky Bridge)，將 7 棟大樓連成一線，全長 500 公尺，成為擁有最長的空中花園與最重空中橋樑的組屋（如圖 40）。這樣的設計概念，讓住戶最遠只需要 13 層樓的距離，即可抵達地面或空中的花園，據屋主表示，空中橋樑的重量足足有一架 A300 空中巴士重。



圖 40 達士嶺組屋頂樓經空橋連接成的空中花園

在新加坡要購買全新的組屋，國民至少要年滿 21 歲且在新加坡或海外沒有其他的房產，同時在購買組屋前的 30 個月內，也沒有交易過任何的本地或海外的房產。只要花費 10 元新幣向建屋局提出申請，申請期間結束後，建屋局會請申請人抽籤。據屋主 Vivian 女士表示，她當初參與抽籤結果，排隊順序已逾 2,000 號，排序高於可供應的戶數，惟部份中籤戶放棄資格，經遞補後始購得組屋。而今該組屋市價已逾百萬新幣，遠超過一般新組屋 30 萬新幣的行情，從屋主滿臉的笑意，可以感受到其對於新加坡政府住宅政策的滿意。

Vivian 女士的住家位於達士嶺的 9 樓（如圖 41），室內格局為 3 房 2 廳，客廳沒有前陽臺，Vivian 女士表示組屋是住戶申購後才開始建造，一般約需 3 年時間才入住該屋，達士嶺由於地基較深，費時 5 年完成。購屋的民眾可以選擇是否留有陽台，惟陽台仍占原有室內面積的一部分。從客廳窗戶往外仔細觀察整棟大廈外觀，各樓層各家戶陽台或有或無，外牆可以出現不規則的構圖卻不雜亂，令人佩服其建築設計。在打開客廳窗戶的同時，我們也發現窗戶並沒有像我國住宅加裝紗窗，尤其是新加坡常有登革熱病媒蚊，住戶也表示新加坡政府對登革熱防治工作做得很好，並沒有這方面的顧慮。這棟組屋與早期組屋曬衣的方式也有了改變，在街上看到的多以數支鐵桿伸出後陽台，在鐵桿外晾掛衣物，部分鐵桿凹槽容易積水孳生病媒蚊，然本棟組屋已改為室內後陽台晾衣物，也降低孳生蚊蟲的可能。



圖 41 參訪 Vivian 女士的組屋室內環境

參觀室內環境後，為體驗花園城市的美名，屋主也帶領我們登上屋頂參觀本棟組屋最具特色的空中花園（如圖 42）。據屋主表示每戶分配有 4 張磁卡，需持卡感應才可通過閘門進入空中花園。我們搭乘電梯來到 50 樓，穿過鐵閘門，眼前便是面積廣大的空中花園。在這裡可以從高空 360 度飽覽新加坡海港和城市的風景，空中花園有將近一公頃的面積，除了美麗的景觀外，並兼具健身、休息等多功能的場所，可在空中花園漫步或慢跑，作為居民生活環境的延伸。



圖 42 達士嶺組屋頂樓空中花園

整體來說，新加坡長期推動住宅政策，經由政府良好的規劃、設計、建造及經營管理，無論是住宅的環境或是周邊的便利設施規劃，確實吸引民眾

申購意願，造就八成居民選擇以組屋為家，以下就本次參訪觀察達士嶺組屋的特色摘要說明：

(1) 負擔得起的申購門檻，兼顧居住的正義性

租屋定價約 30 萬新幣，折合新臺幣近 700 萬元，相較於臺北市，這樣的房價親民很多，首次購屋的家庭，只要 10% 的自備款，約 70 萬新臺幣即有機會購得全新組屋，另 35 歲以上首次購買政府組屋之單身人士，則可購買非成熟區的 2 房式組屋，是年輕人較有能力負擔的房價。每人一生可以有 1 次申購全新組屋的機會，且 1 人只能擁有 1 戶組屋。組屋再轉賣的條件是屋主必須實際居住組屋至少達 5 年，即可進入市場交易，才能再從市場買入 2 手的組屋，如果居住不滿 5 年賣掉組屋，政府規定屋主只能將組屋賣回給政府，政府照原價收回，且不收租金，因此也減少了住宅價格的炒作，同時組屋的低廉購入門檻，也讓新加坡幾乎沒有流浪漢，減少社會問題。

另外，組屋土地是政府所有，民眾使用組屋的年限是 99 年，屆期後即由政府買回，而當政府因都市發展的需要，需將房子拆掉重蓋或是徵收房子移作他用時，也可以將組屋住戶遷走，這樣的限制，以國人的角度看，或許沒有恆產，但對於土地資源有限的國家卻是必要的政策，市區也可以不斷重新改造，讓城市持續發展。

(2) 居住的對象考慮族群和諧與公平性

新加坡的人口主要由華人、馬來人、印度人及歐亞裔族群組成，為種族的和諧考量，政府對於每個組屋社區可以居住的外國人數目、居民族群比例也有一定的限制，包括每一個組屋區須依照各族群占總人口數的比例分配，藉由種族比例的強制性規劃，可避免一組屋區僅由一特定族群居住，造成不同族群間的隔閡。

(3) 規劃、設計、建造及管理具備整體性

A. 住宅維修管理

入住組屋後，由 HDB 負責定期提供維修及各項翻新計畫，居民無須為組屋管理而煩惱，也無須組成管理委員會管理住宅事務，完善的修繕管理可為組屋保值。另外入住組屋管理費約 100 新幣/月，

公共區域之清潔由管理費支應，且外牆每 5 年粉刷 1 次，政府提供 5 種樣式供住戶選擇，並由政府支應相關費用。

B. 停車場設計

達士嶺組屋底部無住戶層，主要規劃社區停車場、商店及活動空間等，停車場不像我國住宅大廈設計於地下層，該組屋具有利用自然風通風不需要抽風設備的優點。

C. 垃圾處理與資源回收

達士嶺組屋的環保設施，在每個樓層都設有廢棄物中央氣動輸送管道收集槽，住戶在家中即可將打包好的垃圾投入管道內（如圖 43），產出之廢棄物就共同貯存於大樓收集系統，這樣的設計不但便利居民，且減少周遭公共區域垃圾處理設施的設置，惟美中不足的是，該管道並未區分一般垃圾與資源回收物，據日前參訪 NEA 時表示，新式的組屋已有垃圾分類的管道設計。

資源回收係由國家環境局委託民間團體以兌換活動方式辦理，鋁罐每公斤兌換 0.5 元新幣、紙每公斤兌換 0.1 元新幣、舊衣每公斤兌換 0.3 元新幣、電子電器產品採現場估價方式（如圖 44），不過可能是丟垃圾太方便了，屋主表示住戶知道與配合的情形不多。



圖 43 達士嶺組屋各樓層廢棄物共同管道

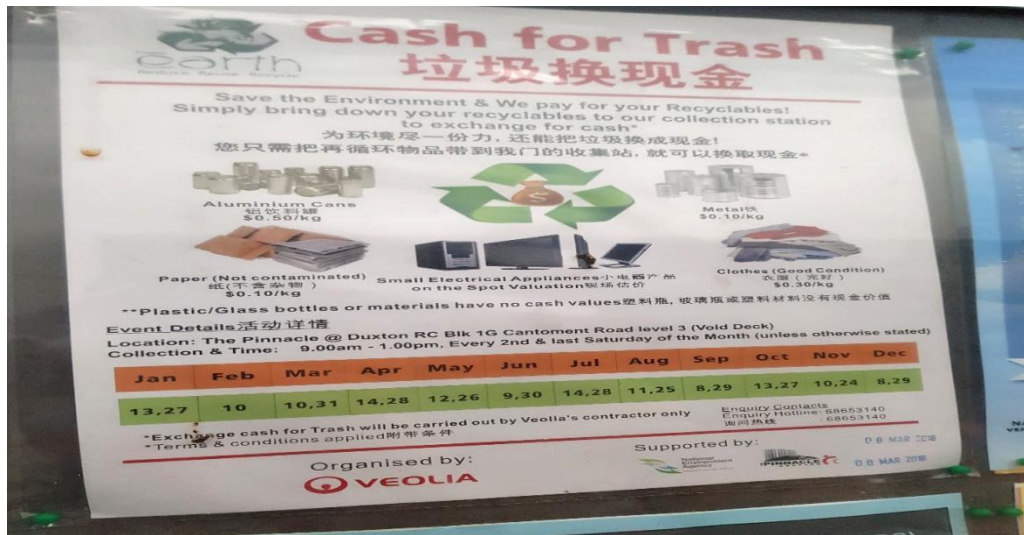


圖 44 資收兌換現金活動（每月排定 2 天舉行）

D. 雨水收集和貯存

新加坡地小人稠，水資源相當寶貴，達士嶺組屋結合了雨水收集和貯存系統，將大自然的雨水運用於公設清洗和空中花園的澆灌，並在頂樓集水利用重力供應，不需抽水設備就可使用水資源，充分達到節省能源及資源再利用。

E. 空中花園垂直綠化

達士嶺組屋第 50 層有長達 500 公尺的空中花園，創造出近一公頃的土地面積，空中綠化的花園除美麗的景觀外，寬廣的走道讓居民無需步出社區即可在空中花園漫步或慢跑，享受沒有車輛喧囂與廢氣污染的運動休閒環境。

F. 便利周邊設施滿足生活所需

每個組屋的附近都設有商場、醫院、賣場、辦公大樓、學校及交通設施等，民眾不用走太遠，即可取得生活所需的各項資源，強化居民生活的機能。

G. 便捷交通降低擁車需要

由於新加坡國民必須向陸路交通管理局(LTA)申辦「擁車證」(Certificate of Entitlement)才能購買汽機車，且價格昂貴，由投標市場決定，價位約在新幣 3~5 萬元之間，且擁車證有效期限為 10 年，

即車主只能擁有 10 年的時間。因此組屋附近也建有地鐵站與方便民眾使用的運輸工具，也減少住宅區停車空間需求及車輛擁塞問題。

3. 心得與建議

- (1) 從人生需求出發設計公共政策，新加坡能長期貫徹實施「住者有其屋」的組屋政策，讓國民具備自購住宅的能力，從民眾人生過程需求思考，如結婚成家者或 35 歲以上單身者可以購入組屋，並限制購買戶數，依國民需要，而非想要來設計，避免原本良善的目的受到不當的炒作，影響多數人的利益，讓有限的資源人人都能享用。我國公共政策也可學習新加坡組屋政策，長遠規劃民眾一生的需求並適當的限制，避免少數人不當獨占資源，將有助於社會的安定。
- (2) 政策需考慮族群和諧與公平性，新加坡的人口主要由華人、馬來人、印度人及歐亞裔族群組成，為種族的和諧考量，新加坡政府對於每個組屋社區可以居住的族群比例做了明確的規定，避免一組屋區僅由一特定族群居住而造成不同族群間的隔閡。反觀我國，人口結構及族群也逐漸產生變化，有原住民、新住民及外來移工等，如公共政策的規劃與實施亦可考量住民的比例，將有助於社會的和諧。
- (3) 從規劃、設計、建置及管理整體考量政策實施，新加坡組屋自申請、入住後的修繕管理、停車場設計、垃圾處理與資源回收、節能節水及環境綠化、滿足生活的便利周邊設施及提供便捷交通設施等，均有整體的規劃，從人與城市發展為出發點，才能建造宜居的環境，這也是新加坡八成國民樂於居住在組屋的原因，值得我們在政策規劃實施時思考。

(四) 濱海灣 (濱海堤壩及濱海南花園)

1. 背景介紹

新加坡對於填海造陸新生的土地，均有特定的規劃，自 1969 年開始開發的濱海灣(Marina Bay)區域，可說是中央商業區的延伸，而這個海灣在 2008 年改造成新的市區淡水水庫，360 公頃的面積涵蓋了濱海中心(Bay Central)、濱海東(Bay East)、濱海南(Bay South)等區域，並以 3 個 E(Explore, Exchange, Entertain)為發展理念，成為新加坡新的重量級景點，許多國際級和國家級的活動，如一級方程式賽車、國慶遊行、除夕倒數和煙花慶典等都在這裡舉行 (如圖 45)。

在濱海灣區域，除了大家熟知的魚尾獅公園，還有 2002 年完工像二顆大榴槿的濱海藝術中心、2008 年的摩天觀景輪、2010 年的雙螺旋橋及金沙綜合娛樂城等，而 2012 年開放的濱海灣公園(Gardens by the Bay)，更讓有花園城市之稱的新加坡，向世人展現了頂尖園藝、建築設計和永續發展概念完美融為一體的實例。



圖 45 濱海灣東南中三花園位置圖及本次參訪點

2. 考察內容

濱海灣的重要設施有濱海長廊、濱海廣場、展覽館、金沙世界、濱海花園、濱海堤壩等，本次參訪了濱海堤壩及綠屋頂、濱海南公園的擎天巨樹及

雲霧森林等，分述如下：

(1) 濱海堤壩 Marina Barrage

濱海堤壩建設於濱海海峽(Marina Channel)的河口，位於新加坡流經都會區的五大河流匯流出海處，是一個橫跨於河道上長350公尺的大壩。公用事業局(Public Utilities Board, PUB)於2004年宣布興設計畫，通過興建濱海堤壩來建造新的市中心水庫，該堤壩於2008年11月1日完工。濱海堤壩分隔淡水與海水，並於2009年4月到2010年11月，藉由自然雨水替換圈圍的海水脫鹽(Desalting)，逐漸降低鹽分濃度，將濱海灣和加冷河盆地變成了密閉的淡水水庫，水庫內現在已全部是淡水。該流域面積達10,000公頃，為新加坡最大的集水區域，自2011年起，陸續在河流出口建成榜鵝Punggol和實龍崗Serangoon水庫，這些濱海水庫，讓新加坡的集水區域從國土面積的一半增加到三分之二，使新加坡成為世界上為數不多大規模收集城市區域雨水以供飲用的國家之一。

濱海水庫(Marina Reservoir)是新加坡的第15個水庫，也是第一個位於城市中心的水庫。擁有蓄水(Water Supply)、調節暴雨(Flood Control)及休閒娛樂(Lifestyle Attraction)的功能。堤壩上設有9個閘門(Crest Gates)及7座巨型排水泵(Giant Pumps)，是綜合防洪計畫的一部分，主要在減輕唐人街(Chinatown)，駁船碼頭(Boat Quay)，熱蘭巴剎(Jalan Besar)和芽籠(Geylang)等地區低窪地區的洪水。平時堤壩可將潮汐高漲的海水阻絕在外；在豪大雨期間，低潮時可調整開啟閘門，把多餘的雨水排入大海，在漲潮的情況下，則啟動巨型排水泵由地下抽出至海洋，其排水馬達每台每分鐘可抽排相當一座奧運標準游泳池的水量(1,400立方公尺)，可有效防止洪患，如圖46、47。因為該水域不受潮汐影響，水位穩定，成為舉辦各種水上活動的重要場地。



圖 46 濱海堤壩空拍實景



圖 47 濱海堤壩閘門

堤壩上有連接濱海東花園和濱海南花園的大橋，整個堤壩基地的建築很像一個巨大的阿拉伯數字 9，呈螺旋式上升，水庫大樓的中央是個小水池，應用了綠色設計，有效利用能源和水，並最大限度地減少產生的廢棄物，例如建物的主體採用雙層玻璃面板，可減少熱量滲透，並能自然採光，減少電力空調系統使用的需求。建物內設有「永續新加坡展覽館」、會議室等、這些辦公室照明所需的白天電力一半來自設置在綠屋頂上的太陽能公園，405 塊太陽能面板每年發電 76,000kWh，相當於

新加坡約 180 個普通家庭的每月用電量。濱海堤壩基地的建設，在 2009 年美國環境工程師學會(AAEE)主辦的卓越國際環境工程大賽頒獎典禮上，擊敗其他 33 項參賽者，贏得了 2009 年的高級成就獎，是十年內除美國之外的唯一獲獎者。

本次參觀標誌性的綠色屋頂，足足有四個標準足球場大，其上鋪設草坪形成綠屋頂，是野餐和放風箏的絕佳場地。考量排水性、吸水性、及重量，採用科技土（100%再生塑料和環保排水），使用 100%再生塑膠和環境友善的排水設施，這個大型屋頂草原為建築物提供了自然隔熱，可使最高表面溫度降低 3°C，如圖 48。



圖 48 團員於濱海堤壩綠屋頂上合影

(2) 濱海灣公園（濱海南）

濱海灣花園成為新加坡熱帶花園城市的標竿，2006 年 1 月發起國際總體規劃設計競賽，至 2006 年 9 月，在新加坡植物園舉行總體規劃概念和模型的公開展覽，於 2007 年 11 月破土動工。分為中南東 3 個花園，其中以濱海南(Bay South)花園規模最大。於 2012 年對外營運。憑著屢獲殊榮的涼爽溫室和擎天巨樹(Supertree Grove)，提升新加坡在國際觀光的能見度，其設計更符合環境永續原則，如圖 49。

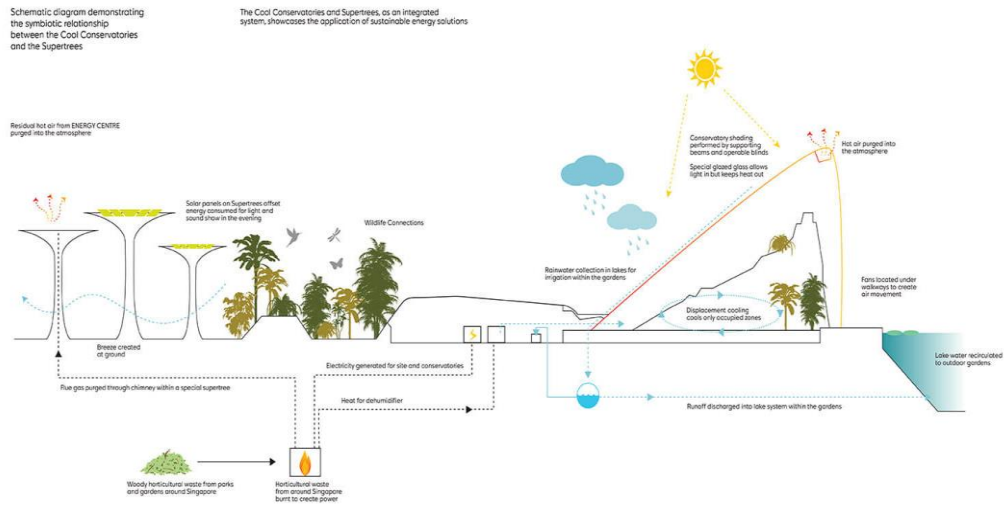


圖 49 濱海灣南花園能源和水的持續循環圖（取自官網）

濱海南花園占地 54 公頃，進入園內即被高聳的擎天巨樹所吸引，18 棵樹的高度從 9 到 16 層樓不等，採用鋼筋水泥打造的樹幹上植滿了熱帶花草，種植了 15 萬 8,000 株植物，其中包括來自各地區 200 多種鳳梨科，蘭花，蕨類和熱帶開花攀緣植物。每棵巨樹包括 4 個主要部分：

1. 鋼筋混凝土芯—支撐巨樹的內部垂直結構。
2. 主幹箱體—圍繞鋼筋混凝土芯連接的鋼框架。
3. 種植面板—安裝在樹幹上，種植活體外覆植物。
4. 頂篷—頂篷形狀像倒過來的傘，以液壓千斤頂系統組裝而成，如圖 50。

樹頂有太陽能板可發電，傘狀物可收集雨水，樹枝建築結構可做為溫室的散熱，幾顆巨樹之間以高 22 公尺長達 128 公尺鋼骨吊橋串起設置空中廊道(Skyway)，可以俯瞰整個花園和周邊濱海灣地區的全景。天黑後還有燈光 LED 聲光秀，是綜合了美觀、發電、散熱、集水等多功能都市意象樹。

濱海灣花園的重點除了植物展示外，花園的行事曆上充滿了各式的節日活動，包括音樂會、電影放映、體育活動、以及各式教育工作坊等。迄今為止，濱海灣花園的遊客人數已超過 5000 萬人次。而本次參訪日期接近聖誕節慶，花園內已開始布置於 11 月 29 日至 12 月 31 日展出的

Christmas Special，不僅有高聳城堡光雕秀的架子，還噴灑人工雪花，在熱帶地區營造飄雪的氣氛。



圖 50 左：天空步道入口 右：擎天巨樹樹幹內部結構

此外，位在溫室中的雲霧森林花園(Cloud Forest)，面積為 0.8 公頃，總空間有 15 萬 3,000 立方公尺。使用 2,690個不同形狀和大小的玻璃面板來覆蓋圓頂，溫室內控制在 23°C~25°C，濕度則控制在 80%~90%。溫室內有35 公尺高的人造山和室內瀑布，一進入花園，沁涼的霧氣迎面而來，瞬間讓遊客體驗到海拔 1,000~3,500 公尺的高山情境。搭乘電梯到 6 層樓高的 Lost World 之後，有精緻的蕨類和苔蘚地毯。接下來沿著 Cloud Walk 雲霧廊道，近距離觀察覆蓋在山側不需土壤生活的各種附生植物。隨著蜿蜒於人造山的走道，其內可見到 Crystal Mountain Cave 晶石峰、鐘乳石和石筍，沿途並有多個互動裝置，充分具備環境教育的功能（如圖 51）。



圖 51 雲霧森林花園中 35 公尺高的人造山和室內瀑布

3. 心得與建議

- (1) 新加坡是個自然資源匱乏的小島國，所以必須努力創造水源，濱海堤壩的構想源自新加坡建國總理李光耀先生，覺得讓河水就這麼流進大海實在太可惜了，想用水壩把海水隔絕開來，形成一個龐大的淡水湖，儲備應急的淡水。而經過 20 年之後，實現了這個夢想。可謂工程奇觀的濱海堤壩，確實扣緊了其國家政策宣示永續水資源管理的三個重點（供水、防洪、遊憩），是政策宣傳溝通的最佳範例。
- (2) 新加坡在商業區內，充分利用各種空間，以鉅資打造人工景點，讓國人及來自世界各國的觀光客，能夠在有限的空間和時間中，享受到環保永續意義的自然景觀，成功展現了城市的多元化功能。
- (3) 新加坡各項室內展館常運用互動觸控螢幕，在看板上提供遊客更多的資訊，在此次參訪過程，每個看板都像玩一個遊戲，而且呈現方式多元，例如在雲霧森林的樹梢步道上，互動螢幕就設在植物叢中，可以對照著看到人造山上的植物，是很特別的體驗。

（五）新加坡夜間動物園

1. 背景介紹

夜間野生動物園（Night Safari）是新加坡標誌性的旅遊景點，亦是全球首座專為夜行動物設計的野生動物園。於 1994 年開幕，占地 35 公頃，位於新加坡北區的熱帶雨林中。

1991 年動物園正式開始建設，共耗資 6,250 萬新幣。建設之初，動物園規劃命名為「亞洲夜間野生動物園」(Asian Night Safari)，之後更名為「夜間野生動物園」，不再局限於亞洲物種。1994 年夜間野生動物園開始對外營運，廣受好評，開幕第 1 年，動物園遊客人達 76 萬人次，1995 年達到 100 萬人次，近年來，每年均有 130 萬人次以上造訪，成為新加坡的著名旅遊景點，更是絕佳的夜間環境教育設施。

2. 考察內容

園區內可步行或搭乘遊園車參觀。遊園車全程耗時 40 分鐘，主要觀覽熱帶雨林區及動物。步行遊覽則有 4 條路徑可供遊客選擇，包括漁貓小徑、花豹小徑、東站小徑及沙袋鼠小徑等，步行遊覽時間大約 20~30 分鐘。動物園共有約 100 種、900 隻左右的動物，其中 41% 為瀕危物種，包括亞洲象、馬來貘、漁貓、馬來穿山甲和紅毛猩猩等。亞洲象「查旺」（Chawang）是園中最受歡迎的動物之一，也是動物園的動物大使（如圖 52）。

夜間野生動物園採用「開放式」的理念，重現動物生存的自然環境，不使用籠子，而採用植物、網、水道等作為自然屏障將動物分隔，為動物營造熟悉的環境。新加坡野生動物園認為，現代動物園的主要功能是動物保育和公眾教育。該動物園曾成功繁育了多種瀕危動物，包括馬來虎、亞洲象、漁貓、豺、雲豹、倭水牛、捻角山羊、爪哇野牛、馬來貘和亞洲獅等物種。還實現了全球首次人工圈養繁育馬來穿山甲和亞洲首例人工圈養繁殖棕鼯鼠。園內並建成野生動物醫療和研究中心，為動物提供更好的醫療和保育。

夜間野生動物園內也有提供旅客休息飲食的場所與販售商店，販售特殊紀念商品，提高旅客造訪誘因，並增加園區收入，使整體營區運作財源更充足，能提供更良好的飼育環境。

3. 心得與建議

- (1) 新加坡夜間野生動物園規劃完善，動物活動空間相對均較台灣多數動物園大，同時將阻隔、保護等人工設施偽裝得如同野生環境，讓動物能宛如生活在野生棲地。
- (2) 動物遊覽區減少人類使用設施，步行小徑的休息區也都盡量偏離動物棲地區，讓動物生活環境不受人為活動干擾。飲食及販售商品區、公廁等均建造於入口處或遠離飼育區，充分做好區隔。
- (3) 遊園列車採用電動車輛，無廢氣產生，同時在園區內慢速行駛並定點停車供民眾仔細觀覽動物，但美中不足的是導覽員介紹擴音機音量過大，恐亦干擾動物作息。另遊園車的景點停留時間太短，部分景點甚至僅有慢速經過，無法讓遊客更深度感受夜間叢林的生態，此點可再調整。
- (4) 夜間野生動物園屬於環境教育場域，從規劃細節中考量了動物生存環境及醫療設施，同時也兼顧了民眾活動的需求，充分展現園區特色，因此才能吸引每年高達百萬人次以上的遊客。另該動物園採高額收費，有充足的經費挹注，才能提供更好的動物飼養環境及提升民眾的活動體驗。



圖 52 團員在夜間野生動物園的明星象（查旺）看板前合影

(六) 皮克林賓雅樂 Parkroyal 飯店設施

1. 背景介紹

新加坡是舉世聞名的花園城市，綠化覆蓋率 2017 年已達 50%，並以 2030 年綠色覆蓋率達 80% 為目標。其中綠能飯店的典範「皮克林賓雅樂飯店」(PARKROYAL ON PICKERING)於 2013 年開幕，由國際知名的新加坡 WOHA 建築設計事務所設計。外觀為三棟直立式建築，之間連接的是多層樓的大片綠地，這座垂直森林不僅是新加坡牛車水鬧區的知名地標之一，開幕迄今更多次榮獲多個建築及永續獎項。

2. 考察內容

皮克林賓雅樂飯店以環保概念打造設計，飯店有 16 層高，共有 367 間客房，平均每間房間的造價為新幣 100 萬元，員工總數 114 人，其在綠化、省水、節電，以及資源回收再利用等方面所採行的相關措施如下：

- (1) 省水作為：飯店頂樓採用透水磚收集雨水，可用來灌溉植物，收集的雨水集中於 10 樓的儲存槽，透過指示器每天上午 10 點及下午 4 點自動澆水，亦會使用再生水灌溉植物以彌補雨水不足。另游泳池的水是採循環、過濾的再利用方式，透過上述作法每年節省的用水相當於 32.5 個奧運標準泳池的水量。又浴室中淋浴龍頭的水流標準，符合 Green Mark 認證建築物的用水效率要求，如圖 53、54。
- (2) 綠化作為：整棟飯店種植的植物約有 200 多種，其中 1 樓大廳及 5 樓游泳池空間充分運用流水、熱帶植物及植生牆造景，除了視覺的享受外，也有助空氣品質改善及氣溫調控。第 6、10、14 樓則為空中花園樓層。其屋頂亦栽種大量植物，幫助頂層吸熱，減低能源消耗。整個飯店的綠色面積有 1 萬 5,000 平方公尺，是飯店占地 7,500 平方公尺的 2 倍。室內選擇可適合空調環境生長的植物種類，飯店餐廳主廚也會種植所需要的香料。另空中花園植物懸空生長，維護有其難度亦需投入較多人力，該飯店 114 名員工中有 8 名員工全職負責植物的栽種及維護，如圖 55。

- (3) 節電管理：飯店頂樓裝置 262 個太陽能面板，可提供飯店 1%的用電，節省的電相當於 262 個家戶用電需求。燈具也全部採用暖色的 LED 燈，較白熾燈更能省電。另房間有大片落地窗，採光充足，可節省白天照明用電需求。
- (4) 資源回收及再利用：為減少一次性用品，飯店房間提供的瓶裝水，是以玻璃瓶取代一次性的保特瓶，由飯店人員每日收回，消毒後再盛裝乾淨的水提供住客飲用。飯店房間亦置有一般廢棄物垃圾桶及可回收塑膠、玻璃及紙類的資源回收桶。

3. 心得與建議

- (1) 目前我國環保標章所規範之環保旅館，業者之企業環境管理，至少應符合(A)建立能源、水資源使用、一次用（即用即丟）產品使用及廢棄物處理之年度基線資料，並自主管理。(B)具有員工環境保護教育訓練計畫及相關紀錄。(C)辦公區域應推行辦公室做環保相關措施。(D)主動維護周邊環境清潔。(E)餐廳不使用保育類食材等。未來如能在旅館興建規劃設計階段時即融入綠化、省水、節電等綠建築元素，將使環保旅館的理念更為落實，達成環境友善與資源的有效運用。
- (2) 相較於新加坡，臺灣六都綠地覆蓋率都低於「都市計畫法」所規定的 10 %，都市像又熱又擠的水泥叢林，或可參考新加坡的作法，增加綠色覆蓋率，提供美化的生活空間，也可幫助改善氣候暖化、空氣污染等問題。



圖 53 頂樓 16 樓採用透水磚收集雨水

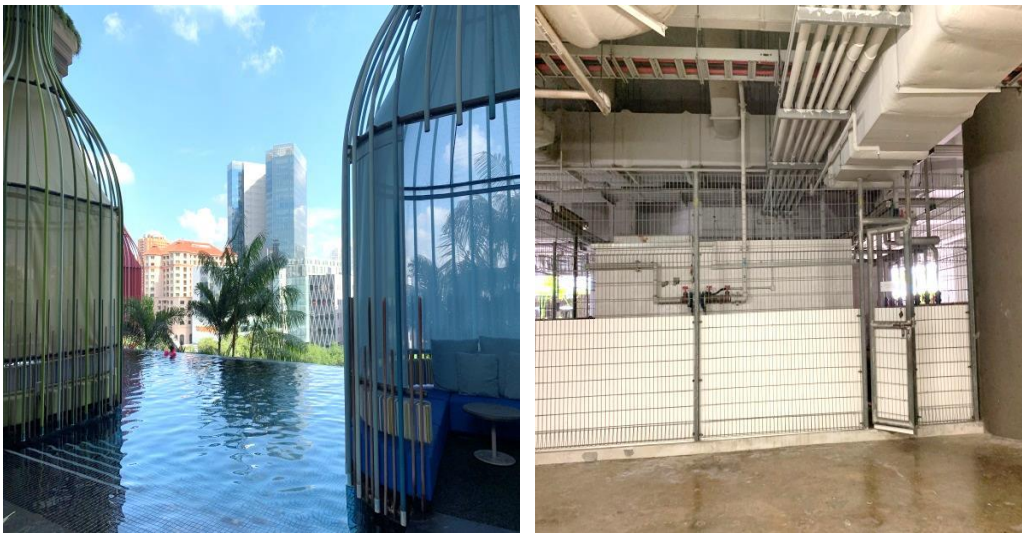


圖 54 5 樓泳池的水透過 4 樓貯存槽的過濾設備循環再利用



圖 55 矗立在鬧區中的飯店一景（取自飯店官網）

伍、心得與建議

一、善於運用經濟誘因推動政策

新加坡在民主國家中，其行政效率值得我國學習，探究其行政效率高的主因，在於具國際觀的政策規劃能力與不容質疑的執行力。新加坡政府善於運用經濟誘因以及果決的行動力，管制危害環境行為，而非僅依憑法律。以新加坡的組屋政策為例，由國家整體規劃管理，訂定許多法令推動組屋政策，落實了「住者有其屋」，減少街上的流浪漢，扮演了穩定社會的重要角色，在環保上同時也規範住戶垃圾投放、收集的方式，達到城市環境整潔的目的。

二、水資源管理多管齊下，提高人民珍惜水資源意識

1. 新加坡地狹人稠，水資源對於新加坡而言不僅是生活所需，更視為是戰略物資，其四大水喉（用水來源）分別是國內集水區、進口外來水（從馬來西亞）、新生水及淡化海水，新加坡政府將水資源維護視為極其重要的施政項目，公用事業局（PUB）提出 ABC waters program，以活力(Active)優美(Beautiful)及清潔(Clean)為目標，透過集水、淨水、新生水、河面清潔等各項工作，逐步落實水資源妥善管理，到 2030 年預計實施 100 個 ABC 項目，可提供未來城市規劃的參考。對於我國亦然，為提升因應氣候變遷韌性，將生活污水納入水資源管理，提升再生水使用比例，首重工作就是持續提升污水下水道接管率，另持續擴大辦理畜牧廢水資源化的政策，採用厭氧發酵回收沼氣發電、沼液沼渣肥分使用，引進創新生質能回收運用技術，採多元方式處理有機廢棄物，以減少河川污染。
2. 為落實節水，新加坡政府採行高水價措施，同時水費中含有節水稅（用水量較大者，課徵高費率），以家庭用水而言，用水量每月 40 度以下及超過 40 度者，水費分別為每度新幣 2.74 元（約新臺幣 62 元）及每度新幣 3.69 元（約新臺幣 82 元），相較於我國每度介於新臺幣 7.35 元（10 度以下）至 12.075 元（51 度以上）的水費高出許多，新加坡以價制量的策略值得參考；而新加坡人均用水量從 2003 年的每日 165 公升降低為 2017 年的每日 143 公升、2018 年則為每日 141 公升，並訂定 2030 年達每人每日用水量 130 公升之長期目標，其明確的節水減量目標，值得參考。

3. 另新加坡電價每度新幣 0.168 元(約新臺幣 3.8 元)，與我國電價每度 2.6~2.7 元，差異不大。

三、組屋政策，讓住者有其屋

1. 新加坡政府大力推動公共住宅政策(組屋)，讓住者有其屋，成立建屋發展局(HDB)來發展組屋與推動市區都市更新，由國家整體規劃管理，從申請資格限制、族群融合考量及優惠房貸措施等具體規範，落實了「住者有其屋」，減少街上的流浪漢，扮演了穩定社會的重要角色，在環保上同時也規範住戶垃圾投放、收集的方式，達到城市環境整潔的目的。
2. 新加坡民眾申請組屋的條件，主要為男女結婚後或 35 歲以上之單身者，組屋的使用權為 99 年(土地仍為國家所有)，民眾第 1 次購買組屋享有優惠利率。組屋依照座落地段及房型不同，價位介於 10 萬至 30 萬新幣不等，本次參訪的達士嶺組屋樓高 50 層，為新加坡目前最高的組屋，剛推出時每戶售價新幣 30 萬，2005 年 4 月開始興建，2009 年 12 月組屋興建完成，由於其設計美感及完善的公共設施規劃，榮獲國內外多項建築大獎，房價也水漲船高，近期的釋出戶已達新幣 100 萬元。
3. 新加坡政府每 5 年定期粉刷組屋外牆，會提出 5 種外牆顏色供住戶投票決定，費用由政府負擔。組屋的曬衣架統一安裝，結構形式完全一樣，整齊劃一。組屋所規劃的公共空間，亦可作為不同族群舉辦婚喪喜慶的場所。
4. 透過本次參訪，體認了從組屋規劃、設計、建置及管理需整體考量政策實施，新加坡組屋自申請、入住組屋後的修繕管理、停車場設計、垃圾處理與資源回收、節能節水及環境綠化、提供生活所需的便利周邊設施及交通運輸等，均有整體的規劃，從人與城市發展為出發點，才能建造宜居的環境，這也是新加坡八成國民樂於居住在組屋的原因，值得我們在政策規劃實施時思考。

四、政策考量族群和諧與公平

1. 新加坡的人口主要由華人(74.3%)、馬來人(13.4%)、印度人(9.9%)及歐亞裔(2.4%)各族群所組成，為了種族的和諧考量，政府對於每個組屋社區可以居住的外國人數目、居民族群比例也有一定的限制，包括每一個組屋區須

依照各族群占總人口數的比例分配，藉由種族比例的強制規範，可避免一組屋區僅由一特定族群居住，造成不同族群間的隔閡。反觀我國，人口結構及族群也逐漸產生變化，有原住民、新住民及外來移工等，如公共政策的規劃與實施能考量住民的比例，也將有助於促進社會的和諧。

2. 如何提升不同族群、新住民及來我國工作的外籍人士之環保意識，是我們未來可以努力的目標。本次考察觀察到新加坡針對其國家四大族群以及占比高達三分之一左右的外籍移工，分別推出符合穆斯林族群需求的公廁環境（如裝設沖洗設施），並針對外籍移工以社區為單元，舉辦座談會透過雙向互動，潛移默化達成環境教育的目的。

五、精進登革熱防治與傳達警訊作法

新加坡為熱帶國家，與我們同樣面臨有登革熱的環境衛生挑戰，在街道上除了看到張貼或懸掛有宣傳注意防範登革熱的布條外，更以燈號顯示提醒人民注意遠離熱區，此項簡潔傳達警訊的作法，可以跨越族群、人種、年齡與知識的隔閡，值得我們參考學習。

六、碳稅徵收制度建立與推動

碳稅徵收充分顯示新加坡策略務實的一面，先以低稅率建立制度，再逐步視產業競爭力調整，過程充分利用經濟誘因，以公司的角度執行改善措施得以節省成本，倘若不進行改善則恐致虧損，對照我國在空污費及水污費之徵收上，亦有以經濟誘因引導業者削減污染量的精神，新加坡在碳稅徵收的作法可作為我國未來推動之參考。

七、裕廊島石化專區管理

新加坡政府並未對石化業工廠訂有揮發性有機物管制相關法規，長春公司新加坡廠之揮發性有機物洩漏管制，皆係沿用臺灣對石化業管制揮發性有機物洩漏設備（如引進紅外線成像儀及揮發性有機物檢測儀進行偵檢）。另裕廊島石化園區所在地之氣象條件較穩定，不易對廠房管線設備造成腐蝕現象，據該廠運作經驗，當地設備較不易有臺灣石化業設備管線腐蝕嚴重之現象，運作條件相較台灣環境為優，針對石化管線未另訂加強檢測之措施。

八、運用民間組織形成合作夥伴

水資源維護透過民間組織密切合作成為夥伴並達成信任關係，如協助河川的清理與環境教育的實施，對於環境的保護，確實可以達到事半功倍的效果。惟因民間組織的長久維持不易，往往擔心經費來源，政府如能定期提供經費補助，或提供平台，媒合企業與民間組織合作，讓企業定期贊助民間組織，應可落實達成民、資、政 3P(People-Private-Public)的政策。

九、環境教育設施參訪

1. 濱海灣濱海堤壩：新加坡是個自然資源匱乏的小島國，所以必須努力創造水源，濱海堤壩是一個橫跨於 350 公尺寬水道上的大壩，位於新加坡流經都會區的五大河流匯流出海處，於 2008 年 11 月 1 日興建完成，分隔淡水與海水，並於 2009 年 4 月起花了兩年的時間，藉由自然雨水替換圈圍的海水，逐漸降低鹽分濃度，水庫內的水目前已全是淡水，形成該國集水區的最後一道重要防線，亦確實扣緊了其國家政策宣示永續水資源管理的三個重點（供水、防洪、遊憩），是政策宣傳溝通的最佳範例。
2. 夜間野生動物園：園區規劃完善，動物活動空間相對較台灣多數動物園來得大，同時將阻隔、保護等人工設施偽裝掩飾，讓動物宛如生活在野生棲地；從規劃細節中考量了動物生存環境及醫療設施，同時也兼顧了民眾活動的需求，充分展現園區特色，因此才能吸引每年高達百萬人次以上的遊客。另該動物園採高額收費，有充足的經費挹注，才能提供更好的動物飼養環境及提升民眾的活動體驗。

十、環保標章管理制度

我國環保標章所規範之環保旅館，業者之企業環境管理，至少應符合(1) 建立能源、水資源使用、一次用（即用即丟）產品使用及廢棄物處理之年度基線資料，並自主管理。(2)具有員工環境保護教育訓練計畫及相關紀錄。(3) 辦公區域應推行辦公室做環保相關措施。(4)主動維護周邊環境清潔。(5)餐廳不使用保育類食材等。對照本次參訪的新加坡旅館設施，未來如能在旅館興建規劃設計階段時即融入綠化（提高綠化面積比例）、省水、節電等綠建築元

素，將使環保旅館的理念更為落實，達成環境友善與資源的有效運用，也可幫助改善氣候暖化、空氣污染等問題。

十一、車輛交通政策總量管制措施

1. 新加坡目前小型汽車（私人汽車、公司用車等）約有 60 萬輛，加上其他車輛（巴士、工程車輛、機車等）總數約 96 萬輛。新加坡購車成本約為臺灣購車成本的 3~5 倍價格，一般小轎車約新幣 10 萬元，高級轎車約新幣 30 萬元，相當於購買組屋的費用。另為避免車輛數逐年增加，新加坡政府實施「擁車證」(Certificate of Entitlement, COE)制度，擁車證價格依照市場需求浮動，以 2019 年 11 至 12 月為例，汽車擁車證約介於新幣 3 萬至 4 萬元之間，機車則為汽車的十分之一，擁車證有效期為 10 年，期滿需重新付費申請，新加坡政府會依照市場上報廢的車輛數，來決定「擁車證」的核准數，以達成車輛總量管制之目的。
2. 新加坡政府於進入市區各重要路段設置自動道路繳費系統(Electronic Road Pricing, ERP)收取進城費，以經濟手段促使車輛減少於尖峰時段進入市區，同時提高大眾運輸系統搭乘率。
3. 新加坡城市發展快速，其交通政策藍圖所展現的超前思考、整體規劃、長期溝通宣傳，以便於民間能量配合準備，值得我們省思 30 年後臺灣應具備什麼樣的環境，從而逐步規劃實現。

十二、規劃短中長程城市藍圖願景

1. 綜觀新加坡城市展示館，非僅展示國家發展的現況，還著重保留過去發展的歷史，讓新加坡人民瞭解上一代的城市規劃思維並傳承給下一代，更呈現未來發展的方向，甚至能夠將細部規劃具體向人民揭露，展現政府施政的魄力與決心，這是新加坡政府施政能夠成功並取得人民信任的地方，值得我們借鏡與參考。
2. 新加坡政府製作概念規劃藍圖及總體發展藍圖，雖然臺灣也有類似的作法，但臺灣人民是否確有感受，值得商榷。未來推動各項環保政策，應先有宏觀的思維，確認方向後再作細部規劃，並定期滾動檢討修正，加以落實，才能達成臺灣環境永續的目標。

十三、落實戰備軍人體能計測，培養強健體魄

新加坡在鄰國（馬來西亞及印尼）的環伺下，維持強大的軍事力量為政府的重要課題，新加坡部隊分為分為正規（職業）軍人、現役軍人及戰備軍人 3 種，2019 年正規及現役軍人總兵力約 7 萬餘人。新加坡男性均需強制服役 2 年，在服役期滿後會編入戰備部隊，成為戰備軍人（NSman），每年需回營受訓及計測（如 2.4 公里跑步、伏地挺身、仰臥起坐、引體向上等），以確保體能維持合格，直至年滿 40 歲（士兵或士官）或 45 歲（軍官）。在考察行程中，於濱海灣或加冷河畔均可見到自主訓練的民眾，亦即新加坡政府對於維持強健體魄的要求，成為其達成高政府效能與經濟實力的重要基石，值得學習。