

出國報告（出國類別：其他 研習）

赴新加坡及香港執行
「智慧綠建築研習行程」報告

服務機關：內政部建築研究所

姓名職稱：何明錦所長

廖慧燕組長

陳伯勳簡任研究員

徐虎嘯研究員

派赴國家：新加坡、香港

出國期間：103年2月11日至2月19日

報告日期：103年5月9日

摘 要

推動新興智慧型產業為國家當前重要政策之一，行政院為促進建築物導入綠建築設計，及善用我國ICT智慧型高科技產業之優勢，發揮更大整合效益，於99年核定通過「智慧綠建築推動方案」。本所積極辦理相關工作，陸續完成智慧建築標章制度推動、建置展示中心及推動合宜住宅智慧化等，成果頗獲各界肯定。惟因資通訊技術進步極為快速，近年來新加坡及香港亦皆積極投入智慧綠建築之研發應用，成果斐然，包括相關技術、推動策略及措施等，均極具參考意義。

為瞭解新加坡及香港相關智慧綠建築發展現況及未來趨勢，爰藉由本次研習拜會新加坡及香港兩地之相關研究、業務機關如新加坡建設局BCA及香港環境局，同時並研習兩地的優良智慧綠建築實際案例與展示中心等，蒐集智慧綠建築相關推動策略與創新技術，作為我國智慧綠建築後續推動發展之參考。

透過本研習行程，綜整研習心得與建議如下：

- 一、在穩定的政治環境與有力的執法效能下，新加坡及香港採由上而下規劃整體政策，並配合相關措施以推動其智慧綠建築辦理項目，兩地在相關政策之規劃、法令規範及推動作法均與我國一致，顯見此為世界發展共同潮流趨勢。
- 二、節能理念與應用技術之推廣，在兩地均做得相當好，包括實際的零碳示範建築，除建築實體外，並利用多媒體展示推廣，提供豐富的展示內容及實際體驗方式進行解說，以達到教育及宣導之目的，其作法可供我國參考。
- 三、新加坡為管制汽機車的車流量，於市區中心設置ETC收費系統，透過進出方向、不同時段、不同車型費率等手段進行管制，除可達管制尖峰時段車流量問題、增進政府財政收入外，同時達到使用者付費的公平正義原則，一舉數得，建議我國政府如交通部及各地方政府等相關單位亦可效法參照。
- 四、此行獲悉新加坡鄰國馬來西亞，在為因應洪患或即時性暴雨之災害，會將車行地下道、隧道等作為暫時的滯洪設施，以抒解宣洩瞬時超大水量，降低洪患，有效達到都市防災目的，建議我國政府如經濟部、交通部及本部等相關單位，在研擬因應都市防災時，可將此手法及對策，納入規劃考量。
- 五、香港房協長者安居資源中心透過教育、身體機能測試、家居風險評估、諮詢，讓測試者可清楚掌握其生活能力，並設置各式安全居家設計案例及應用智慧設備系統之作法，提供高齡長者作為居家改善參考，對於推動在宅老化有極大助益，其作法非常值得我國衛生福利部等相關單位參考。

目 次

摘 要.....	I
目 次.....	III
圖 次.....	V
表 次.....	IX
壹、緣起與目的	1
一、計畫緣起.....	1
二、計畫目的.....	1
貳、參訪過程	2
一、拜訪單位.....	3
(一)新加坡南洋理工大學設計學院.....	3
(二)新加坡建設局(Building and Construction Authority, BCA).....	5
(三)新加坡建屋發展局(HDB)	12
(四)新加坡資訊通信發展管理局(IDA)	16
(五)香港環境局與機電工程署.....	19
(六)香港亞洲智能建築學會.....	20
(七)香港綠色建築議會.....	23
二、參觀案例.....	29
(一)新加坡零能耗建築(ZER)	29
(二)新加坡綠馨苑綠色組屋.....	32
(三)新加坡新生水訪客中心(NEW Visitor Center).....	38
(四)新加坡金沙酒店、濱海藝術中心、濱海灣花園及藝術科學博物館.....	41
(五)新加坡林肯住宅大樓 (Lincoln Suites) 建案.....	49
(六)香港環球貿易廣場(ICC).....	56
(七)香港零碳建築 (CIC).....	59
(八)香港綠景樓(Green18)	62
(九)房協長者安居資源中心.....	66
三、其他大型參訪案例.....	70

(一)新加坡濱海堤壩(Marina Barrage)	70
(二)香港啟德發展區.....	74
參、心得建議	80
一、心得.....	80
二、建議.....	82
參考文獻.....	85
一、網站資料.....	85
二、中文資料.....	85
三、英文資料.....	86
四、簡報資料.....	86

圖 次

圖 1 南洋理工大學校園全區模型.....	3
圖 2 南洋理工大學設計學院.....	4
圖 3 綠屋頂建築設計.....	5
圖 4 自動澆灌系統.....	5
圖 5 雨水收集.....	5
圖 6 雨水貯集暫存.....	5
圖 7 BCA 教育學院接待櫃檯.....	6
圖 8 新加坡綠色標章認證數量統計表.....	7
圖 9 新加坡綠色標章評估指標要項.....	8
圖 10 新加坡綠色建築主要計畫政策三階段.....	9
圖 11 新加坡 BIM 挑戰及策略路徑圖.....	10
圖 12 新加坡 CPCF BIM 基金之設置金額圖.....	12
圖 13 與 HDB 單位人員進行意見交流.....	13
圖 14 HDB 組屋展示空間.....	14
圖 15 HDB 組屋使用建材展示.....	14
圖 16 HDB 組屋 2 房型平面.....	15
圖 17 HDB 組屋 3 房型平面.....	15
圖 18 HDB 組屋 4 房型平面.....	15
圖 19 HDB 組屋 5 房型平面.....	15
圖 20 HDB 綠馨苑組屋.....	16
圖 21 HDB 組屋屋頂綠化.....	16
圖 22 智慧行業重點建設成果.....	17
圖 23 裕廊湖智慧新區.....	18
圖 24 智慧城市績效指標.....	19
圖 25 亞洲智能建築學會組織架構.....	21
圖 26 亞洲智能建築學會智慧建築評估架構.....	22
圖 27 歷次智慧建築指數手冊版本.....	22
圖 28 香港綠色建築議會 7 大常設委員會.....	23
圖 29 綠建環評新建及既有建築評核範圍.....	24
圖 30 辦理評定申請綠建環評新建及既有建築.....	25
圖 31 綠建環評新建及既有建築評級數目統計.....	25
圖 32 綠建專才.....	26
圖 33 「HK 3030」減碳目標.....	26
圖 34 提升大樓能源效益推動之參考.....	27
圖 35 依據不同建築物類型完成該認證評估制度之建立.....	27

圖 36 按其節能表現情況給予不同評級評比	28
圖 37 零能耗建築	29
圖 38 高效率之 Low E 玻璃	30
圖 39 遮陽板	31
圖 40 綠屋頂	31
圖 41 太陽集光設施	31
圖 42 光纖導管導入室內	31
圖 43 主動控制管理系統	31
圖 44 空調出風口	31
圖 45 個人化空調裝置	31
圖 46 太陽能光電板	31
圖 47 屋頂太陽能光電板	32
圖 48 垂直外牆太陽能光電板	32
圖 49 HDB 綠馨苑組屋中庭	32
圖 50 綠馨苑單棟內風流動圖	33
圖 51 綠馨苑 CFD 模擬圖	33
圖 52 綠馨苑停車場通風採光良好	33
圖 53 綠馨苑停車場剖面概念圖	34
圖 54 綠馨苑生態平台與停車場	34
圖 55 綠馨苑綠色中脊	35
圖 56 綠馨苑步徑	35
圖 57 人員移動感測器	35
圖 58 綠馨苑屋頂太陽能發電板	36
圖 59 綠馨苑三節式窗戶	36
圖 60 綠馨苑外部晾衣空間	37
圖 61 綠馨苑雨水再利用示意圖	37
圖 62 綠馨苑的隔熱牆示意圖	37
圖 63 綠馨苑臉盆馬桶整合式設備	38
圖 64 新生水工廠中使用之 Reverse Osmosis System 淨化設施	39
圖 65 新生水訪客中心透過多媒體與參訪解說員介紹工廠中使用之 Reverse Osmosis System 原理與淨化處理過程	39
圖 66 新生水工廠中在 Microfiltration 階段所使用之過濾材料 (ZeeWeed 500) ..	40
圖 67 新生水的產量年成長與推估表	40
圖 68 新生水訪客中心	41
圖 69 自濱海堤壩遠眺金沙酒店大樓	42
圖 70 建築物的立面與屋頂利用大面積 Low-E 玻璃引進自然光	43
圖 71 建築物外利用外遮陽設計	43
圖 72 金沙集團對於環境永續的承諾與獲得第三方單位之各項認證	44

圖 73 濱海花園中的兩個冷卻溫室—花穹與霧林	45
圖 74 濱海花園內之超級樹	46
圖 75 超級樹立用晝間的太陽能發電夜間啟動 LED 照明搭配音樂做多媒體聲光 表演	46
圖 76 新加坡藝術科學博物館立面造型	47
圖 77 藝術科學博物館一樓被蓮花池包圍外觀	47
圖 78 參訪成員在藝術科學博物館外觀合影	48
圖 79 藝術科學博物館正展出恐龍大展	48
圖 80 負責建築設計之蔡學成建築師在建案對街介紹立面外觀	49
圖 81 新加坡林肯住宅大樓建案位置圖	49
圖 82 新加坡林肯住宅大樓建築外觀	50
圖 83 本建案基地綠化及外觀綠籬設計手法	51
圖 84 本建案 5 樓公共設施規劃圖	51
圖 85 5 樓左側環形水池及噴水柱	52
圖 86 5 樓右側環形水池	52
圖 87 5 樓中段淺水泳池	52
圖 88 5 樓種植植物達到綠化效果	52
圖 89 5 樓環形水池中間留設採光井提供下方樓層停車場坡道採光	52
圖 90 本建案 24 樓公共設施規劃圖	53
圖 91 天空健身館外觀及玻璃產生非規則性龜裂問題	53
圖 92 整齊畫一的各項插座出口	54
圖 93 電力插座均有防漏電開關	54
圖 94 留設統一規格的燈具電源接頭	54
圖 95 陽台在外牆以外採取降版方式供作為種植花木使用	55
圖 96 集中留設宅內配電箱、宅內資訊箱、光纖入口等設施	55
圖 97 整座逃生梯設置為防空壕使用相關設施及公告	56
圖 98 香港環球貿易廣場(ICC)模型	57
圖 99 智慧型雙層升降機經由樓層目的地控制與分流系統	58
圖 100 ICC 使用 3 層 Low-E 玻璃與外遮陽設計	58
圖 101 香港零碳天地建築外牆顯示實際再生電力與建築耗電之比較	59
圖 102 利用導光管從屋頂引進照明之節能技術	60
圖 103 以玻璃提供生物柴油發電展示，並於玻璃上繪製圖說介紹	61
圖 104 以淺顯清楚的圖說向民眾宣導節能知識與技術	61
圖 105 Green18 綠景樓外觀	62
圖 106 該建築採用之綠建築手法	62
圖 107 Green18 綠景樓採用之能源管理系統示意	63
圖 108 Green18 綠景樓採用浮力通風之被動式設計	63
圖 109 Green18 綠景樓頂樓內外分別設置 2 座日光反射器	64

圖 110 Green18 綠景樓採雙層帷幕牆概念設計	64
圖 111 Green18 綠景樓植生牆及綠色屋頂.....	65
圖 112 Green18 綠景樓屋頂軸流式風力發電機組及太陽能熱水系統.....	65
圖 113 Green18 綠景樓能源效率表現.....	66
圖 114 以有趣的畫面與簡易直覺問題測試高齡者是否有失憶、失智.....	67
圖 115 測試高齡者身體平衡、肢體行動能力	67
圖 116 提出各種可讓高齡長者在居家環境更安全便利之設備與設計.....	68
圖 117 考慮居家面積狹小，設置可供照護者夜間休息輕易收放床舖.....	68
圖 118 智慧居家環境控制板，可進行照明、門禁、電視、求助等.....	69
圖 119 智慧化生理監測紀錄.....	69
圖 120 濱海堤壩區域展示模型	70
圖 121 濱海水庫集水區域.....	71
圖 122 濱海堤壩壩體與橋樑.....	71
圖 123 濱海堤壩排 7 座洪水管展示	72
圖 124 濱海堤壩排洪動態展示	72
圖 125 濱海堤壩慢跑活動.....	72
圖 126 綠屋頂放風箏	72
圖 127 展覽館互動媒體	73
圖 128 展覽館現場展示.....	73
圖 129 良好通風	74
圖 130 泵浦機械間玻璃及百葉	74
圖 131 濱海堤壩綠屋頂	74
圖 132 濱海堤壩太陽能園區.....	74
圖 133 區域供冷系統架構圖.....	75
圖 134 啟德發展區區域供冷系統發展概覽圖	76
圖 135 啟德發展區區域供冷系統機組配置.....	76
圖 136 啟德發展區區域供冷系統中心運轉監控畫面.....	77
圖 137 啟德發展區區域供冷系統配水管佈設工程.....	78
圖 138 啟德發展區區域供冷系統之淡水降溫系統.....	78

表 次

表 1 新加坡及香港智慧綠建築研習行程表.....	2
---------------------------	---

壹、緣起與目的

一、計畫緣起

推動新興智慧型產業為國家當前重要政策之一，行政院為促進建築物導入綠建築設計及善用我國ICT 智慧型高科技產業之優勢，發揮更大整合效益，於99年12月核定通過「智慧綠建築推動方案」（99-104年），結合綠建築設計技術與智慧化設備推動智慧綠建築，以達到全面提升居住環境品質、加強節能減碳並帶動產業發展三贏的目標。

「智慧綠建築」係指以建築為載體，導入綠建築技術及智慧型高科技技術、材料產品之應用，使建築物更安全健康、便利舒適、節能減碳又環保。至於推動策略經參考國際趨勢，並考量現行法令制度與技術發展等因素，採「智慧建築標章」及「綠建築標章」併行推動之方式。本案已獲致相當成效，具體效益包括推動綠建築、增訂綠建築5大家族評估系統、綠色工廠標章、合宜住宅申請綠建築及智慧建築標章、及設置智慧住宅展示中心等。前述成果雖頗獲各界肯定，惟仍多侷限於單體建築物，較缺乏對於整體社區之規劃，且因資通訊技術進步極為快速，近年來新加坡及香港亦皆積極投入推動智慧綠建築，成果斐然，包括相關推動策略、技術、示範展示等皆有值得參考借鏡之處。

為汲取新加坡及香港經驗技術，以加速我國智慧綠建築技術升級及提升推動效益，本研習行程參訪新加坡及香港智慧綠建築示範案例，蒐集新加坡及香港在智慧綠建築相關技術與作法，除學習新加坡及香港智慧綠建築相關寶貴成功經驗收取寶貴實務經驗之外，亦期能建立互相交流合作的平台，作為國內要發展智慧綠建築相關參考應用。

二、計畫目的

本研習行程係為瞭解新加坡及香港智慧綠建築之發展，探討新加坡及香港如何利用數位及高科技產業與傳統建築產業間之結合，發展其相關應用現況，以作為未來國內發展智慧化居住空間居家服務平台以及相關應用時之參考，並進一步掌握與新加坡及香港業者合作之良機，善用我國 ICT 智慧型高科技產業之優勢，達成推動發展「智慧綠建築」的目標。

貳、參訪過程

本次新加坡、香港智慧綠建築研習行程，自 103 年 2 月 11 日至 2 月 19 日合計 9 天，參訪行程詳如表 1：

表 1 新加坡及香港智慧綠建築研習行程表

日期	活動地點	研習地點
2/11(二)	臺北、新加坡	自臺北飛抵新加坡 拜訪南洋理工大學設計學院
2/12(三)	新加坡	拜訪新加坡建設局(BCA) 參訪新加坡零能耗建築(ZEB) 參訪參觀綠馨苑綠色組屋
2/13(四)	新加坡	拜訪新加坡建屋發展局(HDB) 拜訪新加坡資訊通信發展管理局(IDA) 參訪生態環保大樓 Solaris
2/14(五)	新加坡	參訪林肯住宅建築工地 參訪新生水訪客中心(NEWater Visitor Centre)
2/15(六)	新加坡	參訪金沙酒店大樓、濱海藝術中心、濱海灣花園及藝術科學博物館
2/16(日)	新加坡、香港	搭機飛往香港
2/17(一)	香港	拜訪亞洲智能建築學會 拜訪香港綠色建築議會 參訪香港環球貿易廣場(ICC)
2/18(二)	香港	參訪香港零碳建築(CIC) 參訪香港啟德發展區 參訪香港綠景樓(Green18)
2/19(三)	香港、臺北	拜訪香港環境局 搭機飛返臺北

一、拜訪單位

(一)新加坡南洋理工大學設計學院

在新加坡這座總面積約 707 平方公里的地狹人稠小島上，日本建築大師丹下健三(Kenzo Tange) 亦留下他著名的建築作品，位於新加坡島西側的南洋理工大學(Nanyang Technological University)，學校佔地約 2 平方公里，與許多大學相比其面積並不大，但校方為了能提供學校師生一個舒適寬敞之大型開放空間，於 1993 年，邀請丹下健三重新規劃其校園整體配置，並於校園核心處保留一處綠意盎然、樹木繁密的山谷，其扮演著「綠肺」的角色，藉以供應新鮮氧氣給予全校師生作為與大自然共同休養生息之場所。



圖 1 南洋理工大學校園全區模型

南洋理工大學為了配合當地熱帶區域之氣候環境，其建築設計應充分利用多種不同造型的深遮陽，除可做為建築造型外，同時也能達到永續的概念，故將該校藝術、設計及媒體學院(Nanyang Technological University School of Art, Design and Media, 簡稱 NTU-ADM)的教學大樓，採綠建築方式設計與興建，由新加坡在地的建築規劃公司 CPG Consultants 以「無建築的建築」為概念，將其建築體設計融入自然。這棟五層樓高的學校建築座落在充滿綠意校園的一角，並試圖以有機曲線的形式為設計策略，將植物景觀及建築結構，自然和高科技融為一體，並藉

以象徵著這個建築所包覆蘊含的創造力。玻璃帷幕扮演相當重要之角色，整坐建築採玻璃帷幕方式設計，為了減少太陽照射和太陽能熱負荷進入室內造成人員之不舒適與空調耗能，同時又為將日光導引到室內空間並增加自然景觀的開闊視野，其建築玻璃選用了高性能的 LOW-E 節能玻璃將整座建築物予以包覆，提供一個室內和戶外視覺上交流的機會，讓師生能感受建築，周圍景觀和室內廣場的流體空間。自然光線亦透過樹蔭，漫射到整個工作室和教室空間。



圖 2 南洋理工大學設計學院

為了彌補因為建物而失去的開放及綠地空間，建築團隊 CPG Consultants 規劃公司讓屋頂成為如小山丘般的緩坡，師生們可以步行走上種植馬尼拉草的緩坡，和一般建物又熱又吵的屋頂不同，人們在緩坡上可舒適地感受綠屋頂與周圍景觀結合而成的愜意。而這綠屋頂建築設計是非常顯眼，讓校園和建築之間的界線變得模糊。屋頂空間為非正式聚集場所的想法有很多的好處，一方面建立開放空間，另一方面作為建築的隔熱材，也可以冷卻周圍的空氣和收取雨水供景觀植被灌溉之用。

由於這座綠屋頂面積非常大，且新加坡又位屬於熱帶氣候區，為維護這一片綠油油的草坪屋頂，校方必需定期給予這些草地澆灌水分，為節省人力，澆灌係採自動澆灌系統方式處理，同時為節省水資源，亦透過雨水收集至中庭，並以不規則狀的水池做造景設計做為雨水貯集暫存之用。



圖 3 綠屋頂建築設計



圖 4 自動澆灌系統



圖 5 雨水收集



圖 6 雨水貯集暫存

(二)新加坡建設局(Building and Construction Authority, BCA)

新加坡建設局（BCA）是國家發展部下屬的一個機構，其職掌包括提供社區活動基礎設施的建築環境發展業務及負責推動「綠色標章」（Green Mark）計畫，並發展新加坡政府 e-Submission、e-Plan Check 等行政作業流程整合及 BIM(通過數位資訊模擬建築物所具有的真實資訊)應用的資訊系統，以有效提升新加坡政府建照審查效能與國家競爭力。



圖 7 BCA 教育學院接待櫃檯

1. 「綠色標章」(Green Mark) 計畫

新加坡建設局於 2005 年元月，開始推動「綠色標章」(Green Mark) 計畫，這是新加坡政府為了這個島國而大力倡導的「實踐永續生活」的一環，目的在於鼓勵建商和屋主採用環保設計、技術和措施。「綠色標章」計畫訂有一套「等級鑑定系統」，以評估建築物的環保績效以及對環境的影響，透過裝設節約能源的空調系統、運用省水技術及太陽能，此項計畫的目標正逐漸達成。在政府部門率先採用綠色建築技術及法令強制實施的政策下，獲得「綠色標章」認證建築物持續增加，累計至今年 1 月，在新加坡已有 1,830 座建築物取得「綠色標章」認證。新加坡政府規定從 2007 年 4 月 1 日開始，所有新建的公共建築以及需進行大規模整修的建築，都必須取得「綠色標章」認證；例如新加坡最大的住宅開發機構「住屋發展局」(Housing Development Board) 所新建的組屋大樓，均需通過「綠色標章」認證。

「綠色標章」認證目前區分為四個等級，包括合格級(Certified)50 至 74 分，黃金級(Gold)75 至 84 分，黃金加級(Gold Plus)85 至 89 分，與白金級(Platinum)90 至 100 分等，目前評估系統發展完備，共計有 4 大類 19 種。包括：

(1) 新建建築物評估系統(包括非住宅、住宅建築物、低層獨棟或連棟住宅、健康

- 照護及研發等 5 種)
- (2)既有建築評估系統(包括非住宅、住宅建築物及既有學校等 3 種)
- (3)建築物外評估系統(包括既有公園、新建公園、公共設施、區域、捷運及道路等 6 種)
- (4)建築物內評估系統(包括辦公室室內、餐廳、零售業、超市及資料中心等 5 種)

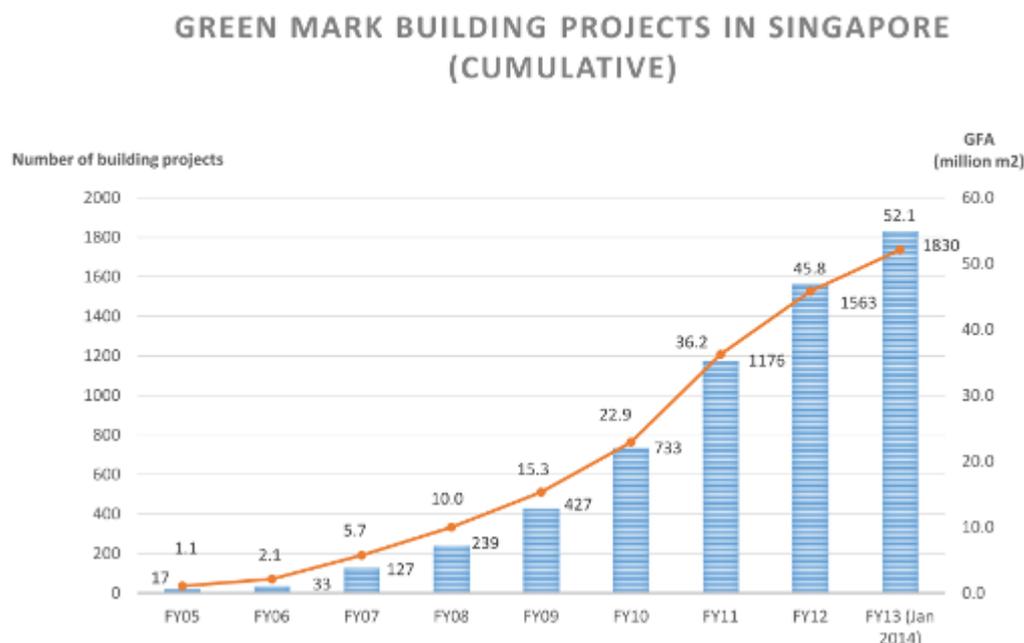


圖 8 新加坡綠色標章認證數量統計表

資料來源：Benjamin Towell

新加坡發展適合其所屬之熱帶區域「綠色標章」評估系統，自 2005 年第 1 版實施以來，已經歷 3 次改版，目前採用之評估系統版本為 2010 年版(Version4)，其相關評估指標重點主要在於：1.能源效率、2.水資源效率、3.環境保護、4.室內環境品質、5.其他綠色課題等五個面向。

自 2005 年新加坡實施綠色建築政策以來，共經歷三次主要計畫政策實施階段，第一階段為 2006-2007 年，第二階段在 2009 年，最近的一次在 2014 年，其最終目標是希望 2030 年時新加坡所有建築物的 80% 都能取得綠色標章認證，這些建築物包括新建及既有之建築。

BCA Green Mark Scheme



圖 9 新加坡綠色標章評估指標要項

資料來源：Benjamin Towell

綠色建築政策三次主要計畫政策實施階段，各階段實施重點分述如下：

(1)第一階段實施重點

- A.提供 2 千萬新加坡幣(約 1 億元新臺幣)獎補助費。
- B.提供 5 千萬(約 12.5 億元新臺幣)研究發展基金。
- C.政府率先實施。
- D.立法規定--2008 年建築管制法規定新建建築物環境永續最小標準。
- E.配套的職業訓練。
- F.公共宣導。

(2)第二階段實施重點

- A.提供 1 億新加坡幣(約 25 億元新臺幣)獎補助費--既有建築改善補助最高補助 50%。
- B.政府強勢領導—新的開發案須取得白金級認證、既有建築達黃金加級認證。
- C.實施容積獎勵—新的建築開發最高可獲得 2%容積獎勵。
- D.比較高的節能標準。

E.區域的綠色樞紐願景。

(3)第三階段實施重點

A.持續領導。

B.驗證可持續發展的性能。

C.與利益相關者共同合作及經營。



圖 10 新加坡綠色建築主要計畫政策三階段

資料來源：Benjamin Towell

2.新加坡 BIM（Building Information Modeling）之發展及推動策略

新加坡近年發展之 BIM，其前身為建築執照電子化自動審查制度，2005 年其申請建築執照係以 2D 之建築圖進行自動審查方式辦理，自 2008 年新加坡準備發展 3D 之 BIM 開始，至 2013 年 7 月已進入強制作業期，凡超過 20,000 平方公尺樓地板面積之新建大型建築物，需採用 BIM e-submission 方式辦理，預計至 2015 年 7 月，超過 5,000 平方公尺樓地板面積之大型建築物，均需採用 BIM e-submission 方式辦理，預估可涵蓋 80% 之目標。

新加坡 BIM 之發展範圍，包括建築物整個生命週期專案文件相關的議題、都市設計審議、建築設計審查、結構設計審查、臨時施工許可、消防安全、法令完成證書、定期結構檢查等項目內容。

建置應用系統有：

- (1) **e-Submission System:**新加坡政府建立的電子化繳交系統，為建築申請案之電子申報系統，提供建築案件申請者相關之電子申請資訊服務。
- (2) **CORNET Systems:**為新加坡政府建立之營造及房地產電子化建築執照申請案件繳交系統及自動查核系統的整合入口網站，包括 **Integrated Submission Systems**、**Integrated plan checking systems**、IT 標準及資訊服務，該網站隸屬於新加坡建設局 **BCA**，建築相關業者以線上繳交建築執照申請圖說，並經由軟體線上自動查核比對，惟經與有關人員討論，限於新加坡建築法令轉為軟體自動審查方式仍以可量化部分為限，目前尚無法將法令規定全部以線上方式一次審查完成，但已可節省大部分之傳統人工審查時間。

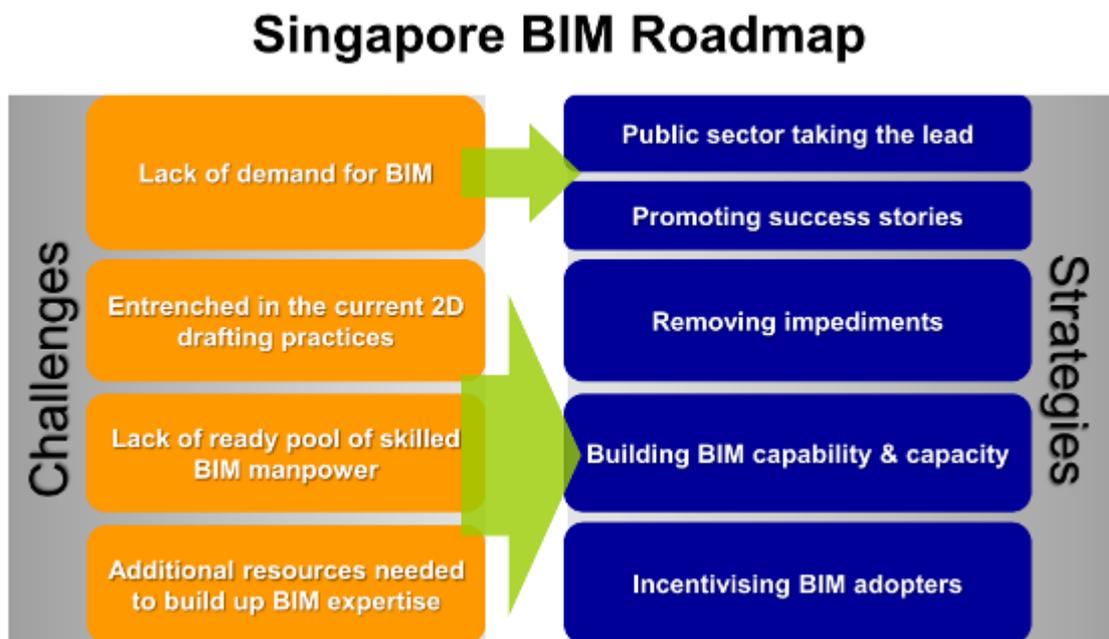


圖 11 新加坡 BIM 挑戰及策略路徑圖

資料來源：BCA 簡報資料

相關系統預期可達之效益至少包括：

- A. 透過網路繳交可減少因印刷、及單位間資料往返所需成本。
- B. 全天候皆可繳交申請文件，具省時及服務時間較長之優點。
- C. 數位簽名及電腦資訊加密，具安全性及責任公正性。

- D.多個單位能共同參與以減少解決問題次數，具便利性。
- E.3D 電子化繪圖標準能提升整體圖說品質並自動化審查節省時程。
- F.可供全天候的線上資料查詢及檢驗綜合計畫，減少工程錯誤。

依據拜會 BCA 當日進行之簡報說明，新加坡在推動 BIM 時，主要面臨挑戰包括四大面向：

- (1) 缺乏對於 BIM 的需求。
- (2) 業界對於現有 2D 繪圖之根深蒂固習慣。
- (3) 缺乏足夠技術熟練的 BIM 執行人力。
- (4) 建立 BIM 專門系統需另外增加設備資源。

針對上述的各項挑戰，新加坡政府採取各項推動策略以排除推動障礙，其採用的對應方法主要包括下列方式：

- (1) 政府部門率先實施—通知所有的政府部門實施 BIM 採購，2012 年 7 月起 15 個政府採購部門實施 BIM 採購(合約總額 1 千萬新加坡幣以上)—創造需求。
- (2) 建照申請強制採用 BIM e-submission—2013 年 7 月從大型建築物開始。
- (3) 配套的詳細教學指引影片。
- (4) 宣導成功案例。
- (5) 連續辦理新加坡 BIM 競賽。
- (6) 移除 2D 繪圖使用習慣障礙—成立工作小組發展地區性 BIM 標準、建築法規之處理及其他配套措施—2013 年 8 月公布實施新加坡 BIM 必要指引(BIM Essential Guides)。
- (7) 建立 BIM 的能力與容量—辦理講習會、研討會及提供具學位之訓練課程—每年訓練超過 2,000 名學生、並提供適合資深管理人員之 BIM 課程、提供各式多樣化課程。
- (8) 鼓勵採用 BIM—成立 CPCF(Construction Productivity& Capability Fund) 建築生產力與能力基金，提供軟硬體設備設置、人員訓練及諮詢補助，以鼓勵業界盡早採用 BIM。

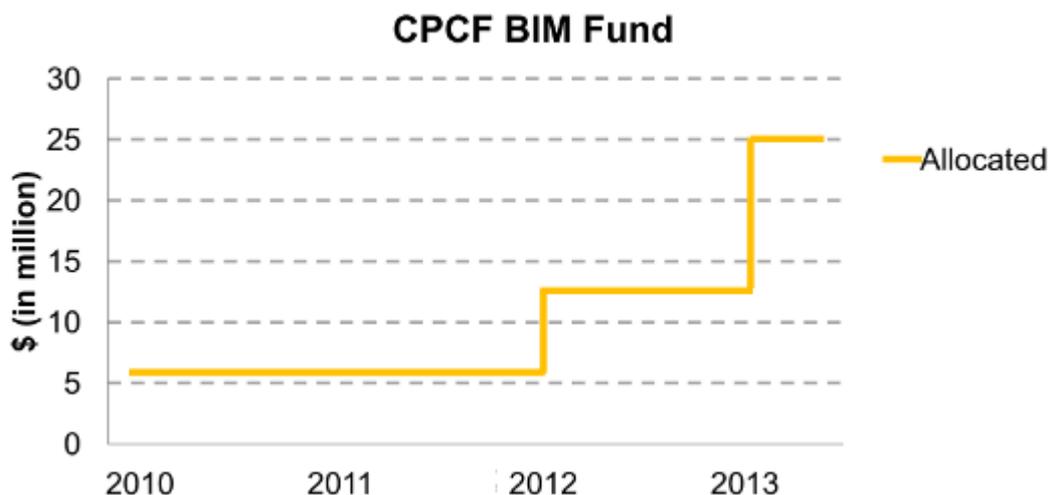


圖 12 新加坡 CPCF BIM 基金之設置金額圖

資料來源：BCA 簡報資料

(三)新加坡建屋發展局(HDB)

新加坡建屋發展局（HDB）是新加坡負責公共住房的法定主管機關，隸屬於新加坡國家發展部(Ministry of National Development)。建屋局於 1960 年成立，當時許多新加坡人居於衛生環境惡劣的貧民區及擠迫的寮屋，只有 9%的新加坡人居住在政府單位。建屋局負責新加坡居住新鎮的規劃、建設、管理及住宅政策，進行計畫和開發，以提供新加坡人優質住家及優良生活環境的公共住宅新鎮，時至今日，新加坡 380 萬人口中，已有約 83%的新加坡人住在組屋區。此種艱難的目標係建立在三項原則上而達成：

- 1.負責公共住房的專局辦理概念啟用更有效的資源規劃和分配。這一概念使建屋局得以確保土地、原材料和人力進行大規模建設，而優化結果，實現規模經濟。
- 2.採用住屋一貫作業方法-從規劃及設計，進行土地整理和建設，透過分配、管理及維護，住屋任務被視為一個無縫接軌的整體。
- 3.強有力的政府政治及財務支持，並立法協助將早期的公共房屋計畫放在正確的軌道以邁向提供住屋的國家。



圖 13 與 HDB 單位人員進行意見交流

建屋發展局的任務為提供優質及市民可負擔的公共房屋，除提供出租及出售的住房外，建屋局亦鼓勵新加坡人自置居所。建屋局透過向政府及商業銀行借款和發行債券(或票據)，籌措其發展計畫的資金和所需的營運資金；主要執行工作為公共房屋計畫(Singapore's public housing programme)和發展公共住房的新鎮，以確保成本效益與質量標準得以維持，以提供新加坡國民優質的家庭和生活環境。

公共房屋政策的特色包括：

- 1.以建立自置住所的社會為目標。
- 2.推行多元化的措施以建立大量土地儲備，發展公共房屋。
- 3.推行因應需求而興建單位的制度組屋預購。
4. (Build-To-Order)制度令建屋局可根據當前的市場情況，靈活調節其建屋計畫。
- 5.為住屋需要和負擔能力不同的住戶提供多種公共房屋計畫。
- 6.提供市民可負擔的公共房屋。
- 7.推行多項購屋資助計畫，鼓勵新加坡人自置居所。
- 8.容許合資格的新加坡人在一生中最多購買兩個資助房屋單位。
- 9.優先編配建屋局的新單位予合資格申請人，例如首次置業人士及計畫與

父母同住，或住在父母附近的已婚子女。

10.利用公共房屋計畫以因應新加坡人口急速老化的趨勢。

新加坡公共組屋係新國政府對於國民居住問題，提供合理的住宅政策解決實踐方法，因此其對於組屋之購買與承租對象均有所限制，包括新國國籍、最低年齡、年收入、家庭成員等，例如直接向建屋局購買組屋，購買人之家庭月收入不得超過 10,000 元新加坡幣，且須為新加坡公民至少 21 歲以上、必須組成一個家庭核心且不得擁有任何私人住用產業。此應為保障新加坡中低收入國民能以較市場便宜之價格購買其基本生活所需之房屋。

為方便新加坡民眾對於組屋的空間類型有所了解，HDB 建置組屋實體展示空間，公開提供民眾參觀體驗，展示時間除周一至週五外，還提供週六上午之參觀時間，以方便民眾利用。

上述所展示之組屋類型，包括常見 2 房型(1 房間 1 客廳，45m²)、3 房型(2 房間 1 客廳 2 衛浴，65m²)、4 房型(3 房間 1 客廳 2 衛浴，90m²)、及 5 房型(3 房間 1 客廳 1 餐廳 2 衛浴，110m²)4 種。



圖 14 HDB 組屋展示空間



圖 15 HDB 組屋使用建材展示

除提供新加坡國民售價合宜的公共住宅，建屋發展局在公共組屋興建上，同樣將可持續發展概念引入其設計理念，以創造更好的可居性與具節能效果的居住環境空間。

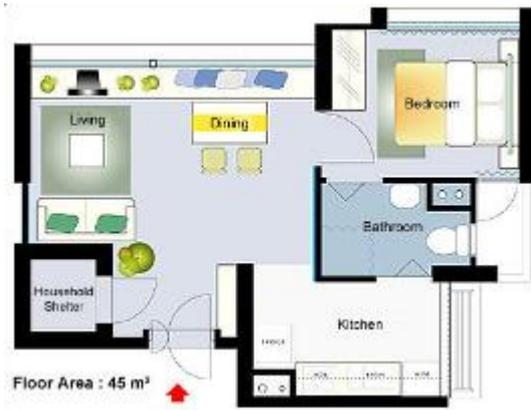


圖 16 HDB 組屋 2 房型平面



圖 17 HDB 組屋 3 房型平面

資料來源：HDB 網站



圖 18 HDB 組屋 4 房型平面



圖 19 HDB 組屋 5 房型平面

資料來源：HDB 網站

建屋發展局的組屋設計，經考量當地熱帶氣候條件，透過被動設計的策略，達到能源、水資源、廢棄物的管理需求，以創造舒適安全的可居友善環境；例如透過都市環境模擬的方式，可以了解規劃設計方案與自然之間的交互影響，溫度的變化及通風與風流動的模式，也能夠協助進行更好的設計規劃案，如綠馨苑組屋(Treelodge)規劃，即採用相關的模擬分析，協助其強化其建築物量體外型的設計發展，以優化風的流動。

此外，HDB 對於可持續發展的努力，還進行組屋太陽能光電板計畫、公共

區域採用節能燈具、鼓勵居民改用節能設備、並加強新建及既有組屋社區之綠化，以柔化都市居住空間的衝擊及降低建築物外殼的輻射熱。



圖 20 HDB 綠馨苑組屋



圖 21 HDB 組屋屋頂綠化

資料來源：HDB 網站

(四)新加坡資訊通信發展管理局(IDA)

新加坡資訊通信發展管理局(IDA)成立的策略目標：建立並扶植一個具競爭力的資訊通信產業，並透過該產業之開發、部署與利用創新資訊通訊技術，吸引大量外商在新加坡投資，提供新加坡國內生產總值(GDP)的長期發展同時提升新加坡在國際上的經濟競爭力。

IDA 下轄有一個全資子公司 IDA 國際有限公司，負責將新加坡政府建構的各項資訊通信公眾服務提供給國外公司使用與合作，提供創新加值服務。同時也將 IDA 在新加坡國內發展電子政府、產業發展、與人力資源策略與經驗外銷，協助各國政府設計、規劃、與導入公眾之資訊服務。

本次拜會由 IDA International 的總監陳力揚、副總裁陳穎達接待，會中由陳穎達副總裁報告 IDA 任務與執行中之計畫。計畫中資通訊科技導入關鍵領域應用部分，主要包括了個人化服務的強化，像是醫療、教育、觀光以及電子化政府、無縫式金融服務、供應鏈管理等部分。為打造一個智慧的國家、全球化的城市，新加坡政府推出「iN2015」計畫 intelligent Nation 2015)，係為 1 個 10 年之長期規劃，政府總計投入約 40 億星幣，折合新臺幣約 943.2 億元。計畫從基礎設施開始促進產業發展，並著手於人才培養、利用資訊通信產業促進經濟轉型等多方

面下手。

依據新加坡政府統計指出，在 2006 年新加坡政府提出 iN2015 計畫時，計畫重要的 KPI 有：在 2015 年 8 萬個工作機會、90%家庭連接寬頻網路、100%家庭都有電腦。在這些 KPI 目標設定之下，執行計畫有建立下世代的全國寬頻網路、以及建置綠色數據中心主要提供雲端儲存功能。建立的綠色數據中心必須取得 BCA-IDA 認證的綠色標章，同時提供廠商稅賦上的獎勵。

而截至 2009 年時，新加坡已經成功創造了超過 4.1 萬個工作機會，並建置了 4 個資通訊的教育和培訓中心，努力吸引相關外商進駐當地；盼望藉由資訊通信技術的進展，幫助教育、醫療衛生、交通、金融等 9 大行業可跟進轉型搶得發展先機。

另外，報告中提到的另一重點為新加坡的智慧城市觀點。其觀點就是以數據為中心。對外就是希望新加坡可以成為國際數據儲存與分析的中心。透過巨量數據與分析來創造出新的服務與創新性。對內係利用智慧化（智能化）的技術促進經濟發展、增進國民的幸福感、建構一個可持續發產的宜居城市。

根據城市的組成要素與基礎建設，目前新加坡政府陸續完成智慧交通、智慧教育、醫療衛生、智慧金融、智慧貿易、線上服務（在線服務）、網上審批、智能通關、商事登記、施工許可、智慧稅務、智慧旅遊、對外宣傳、港務航運、航空城、與智慧環境能源等。

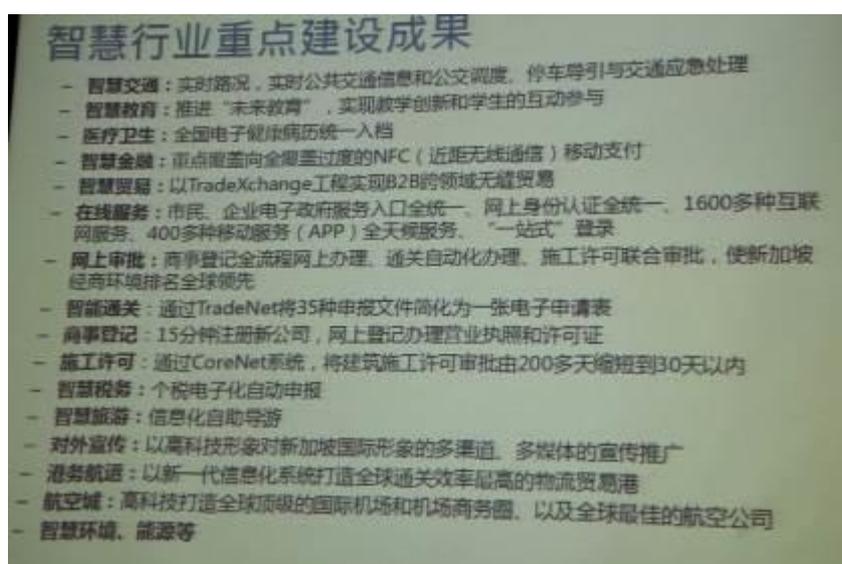


圖 22 智慧行業重點建設成果

同時計畫籌建一個智慧城市的示範點「裕廊湖智慧新區」。新區內規劃建構：

1. 節能建築 (Energy Efficient Buildings)
2. 多層綠化和生物多樣性建設 (Enhanced Greenery & Biodiversity)
3. 多樣化交通樞紐 (Alternative Transport modes)
4. 高品質公共空間 (Quality Public Spaces)
5. 水資源與災害管控 (Water conservation and flood management)
6. 智慧互聯的發展機遇 (Smart & Connected Initiatives)



圖 23 裕廊湖智慧新區

區內預計有住屋、學校、與地鐵等基礎建設。其中在節能建築新加坡政府是主要的推動者，而 IDA 是政府各部門間的主要協調者。去年 2013 年剛剛完成徵求意見計畫，向企業與各界徵求對於智慧新區的意見。對於各界的意見，IDA 表示目前政府沒有全部的答案。而對於所有新區的建設，目前預計尚需要兩年時間。新加坡政府希望透過「裕廊湖智慧新區」的設置驗證：

- 無縫且便捷的行動力(Seamless & Convenient Mobility)—瞭解並分析人流與交通流量後，使交通營運得以最佳化以及得以提出行動通訊策略的正確判斷。
- 可永續且智慧的區域管理(Sustainable & Smart District Management)—在於城市建築與議會管理運作中得以獲致更佳的互動反應與管理機制。
- 獲致以消費者為中心的經驗(Consumer-Centric Experience)—利用最新技術提供

更好的先進服務來提升區內社區的生活品質。

而整個智慧城市計畫的績效指標設定是以「資訊通信為經濟的驅動程序」為核心，與政府部門有關的有下列幾個指標：政府領導、政府的實施能力、親商環境、生活素質、城市管理、可持續發展性、與寬頻的普及性；與商業有關的指標有「資訊通信為經濟引擎」與人才吸引力等。



圖 24 智慧城市績效指標

(五)香港環境局與機電工程署

香港 2013 年人口約 730 萬人，土地總面積為 1104 平方公里，平均每平方公里為 6620 人，密度約為台灣 10 倍。香港 2013 年總用電約 430 億度，其中建築用電約佔 94%，包括商業佔 66%、住宅 28%。

香港環境局是香港特別行政區政府的一個決策局，是由前環境運輸及工務局分拆出來的，於 2007 年 7 月 1 日成立，負責環境保護、可持續發展及能源等相關的政策。環境局最近幾年積極推動建築節能法令，此因香港約 94%總電量用於建築物，所以提高建築能源效益是最有效的節能措施，同時可達到緩減氣候變化和改善香港空氣品質之目標。

依據香港政府組織，特別行政區轄下計有 12 個決策局，包括環境局及發展

局等；其中環境局下設有環境保護署，綠建築為環境保護署主管之工作項目之一；另發展局下則有建築署、屋宇署、機電工程署、規劃署、水務署等，建築物能源效益條例等係由發展局下之機電工程署負責。

機電工程署與環境保護署合作，於 2007 年 12 月提出建築物必須遵守《建築物能源效益守則》的建議並展開公眾諮詢，於 2012 年 9 月全面實施《建築物能源效益條例》，強制要求新建建築物內相關設備，包括電力、空調、照明，以及升降機及自動梯等，需符合其基本能源效益標準及規定；既有建築物在進行主要裝修工程時亦須遵守有關規定。依據推估，上開條例實施後，新建建築物部分，前 10 年可節省超過 28 億度電，有助減少排放超過 196 萬公噸二氧化碳。

能源條例規定，商業建築物內的四類主要設備--空調、照明設備、電力設備和電梯--必須符合最低能效標準外，同時須每 10 年進行一次能源審核，並需在建築物主要入口顯眼處展示結果，供公眾查閱。另外，亦需檢討是否有需改善之處，惟並無強制改善之規定。

除新建築物外，既有建築物分階段推動能源使用效率認證。依據規劃，商業建築物為第一優先，分成 3 批完成能源使用效率認證，由於認證係從 2009 年開始推動，所以剛開始係採鼓勵方式，公共部分可獲 50% 的補助，4 億 5,000 萬在 3 年內已用完，目前均由建築物所權人自行付費認證。

(六)香港亞洲智能建築學會

香港亞洲智能建築學會是亞洲第一個成立有關智慧建築的非營利組織，主要致力於促進公眾了解和業界採納智慧建築的準則和技術。並且已經在新加坡設立分部，未來並期望能有更多的分部設立於亞洲其他城市，如曼谷、馬尼拉、首爾、臺北及東京等地方。

該學會設立之初及訂定了 4 個主要的核心任務，包括：

- 1.發展亞洲智慧建築的定義和標準。
- 2.透過使用智慧建築指標使學會成為一個獨立的認證機構。
- 3.教育和促進智慧建築對社區裨益。
- 4.與國際相關單位合作，推動智慧建築在亞洲的新發展。

此外，學會的整體組織架構主要分為評議會及執行委員會兩大部分，評議會共由 9 位委員組成，並推選其中一位委員擔任主席；另執行委員會則共由 23 位委員組成，一樣推選其中一位委員擔任主席。

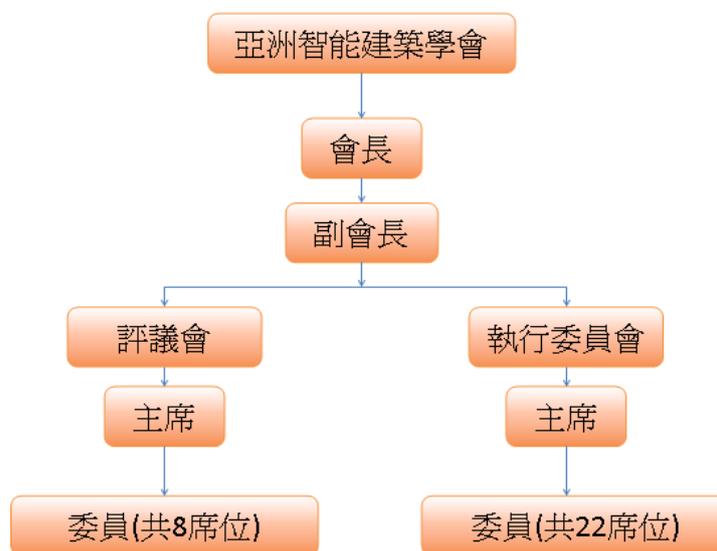


圖 25 亞洲智能建築學會組織架構

該學會下設之評議會及執行委員會相關任務功能概要如下：

- 1.評議會(Council) - 由各創會會員及香港城市大學委派的代表組成，主要任務是為學會制定政策、監控學會的發展方向及運作模式。
- 2.執行委員會 (Executive Committee) - 由評議會提名產生，負責學會的日常運作包括學術及科研、活動、行政、對外事務聯絡、財務、會員事務、及培訓等。

由於亞洲智能建築學會是亞洲第一個成立有關智慧建築的非營利組織，因此其對於智慧建築也給了一個定義：「智能大廈的設計和建造是建基於一個對優質環境模組(modules)的適當選擇，從而配合大廈的設施以滿足用戶的要求及最終達成大廈的長遠價值。」該學會亦依此定義，進行研擬出智慧建築的評估系統，他們把評估建築物智慧化的程度稱為智慧建築指數，要評估這個指數，首先先篩選建立起 10 個優質環境模組，再依據這 10 個優質環境模組，再分別針對每一個模組研訂智慧建築元素，總共訂出了 377 個智慧建築的元素，以作為評估建築物智慧化程度的依據。為因應環境永續、節能減碳及建築物相關智慧化系統及設備之

更新快速，該學會自 2005 年 6 月提出第一版智慧建築指數手冊迄今，已陸續完成 4 個版本之更新，以符合實際發展之需要。

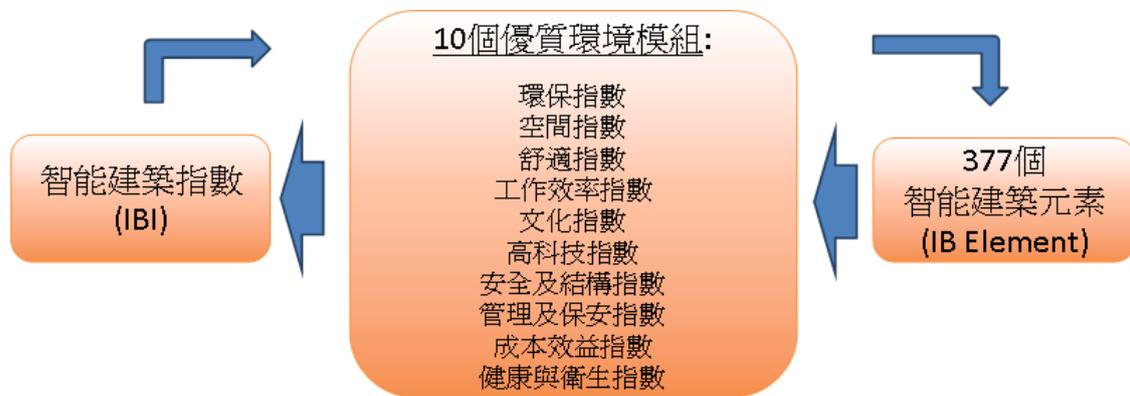


圖 26 亞洲智能建築學會智慧建築評估架構



圖 27 歷次智慧建築指數手冊版本

該學會強調，該學會推動之智慧建築認證，目前係屬民間團體推動之認證制度，尚未納入政府政策強制推動，且該學會發行之智慧建築指數手冊是對公眾開放，任何人都可以利用手冊為任何建築物計算建築物的智慧建築指數，但是所計算之指數不會自動被亞洲智能建築學會認可。

因為智慧建築指數須獲亞洲智能建築學會認可，建築物的審核計算和評估便必須由獲該學會授權的審核、審計人員進行計算，因此該學會同時定期舉辦培訓課程，並對參與受訓及格的學員頒發認可智慧建築審計師(Authorized IB Auditor) 証書，藉由參加培訓通過審核頒發證書之方式促使相關人員投入推動智慧建築行列，並且對該學會評估建築物之智慧指數，亦可達到公平、公正之原則。

(七)香港綠色建築議會

香港綠色建築議會(HKGBC)係於 2009 年由香港建造業議會 (CIC)、商界環保協會 (BEC)、建築環保評估協會 (BEAM)及環保建築專業議會(PGBC)等四大業界團體帶領成立的非營利性組織。該議會成立的使命，為領導香港業界制定綠建築的行業標準和最佳作業守則，推廣相關的教育及研究，並與業界共同推動市場轉化及建立一個永續的建築環境。其目的為提高香港民眾對於綠建築的認識及參與，同時針對香港獨特的亞熱帶氣候及高密度城市區域環境，提出切實可行的解決發展方案，期望帶領香港發展成為世界的綠建築典範。該協會目前下設 7 大常設委員會，本次拜會主要係為瞭解該議會協助香港政府推行綠建築標章制度之相關業務，以做為我國未來推行及制度研擬之參考。



圖 28 香港綠色建築議會 7 大常設委員會

香港的綠建築評估系統簡稱為 Beam Plus 評估系統，基本上是沿襲英國的 Breem 綠建築評估系統，配合香港知本土氣候環境加以演變而成。適用於新建及既有建築物，其評估等級由高至低計有最終鉑金（白金）級、鉑金（白金）級、金級、銀級、銅級及不予評（合格）級等 6 級，評估範疇包括用地、用材、節能、用水、室內環境質素及創新等 6 大項。



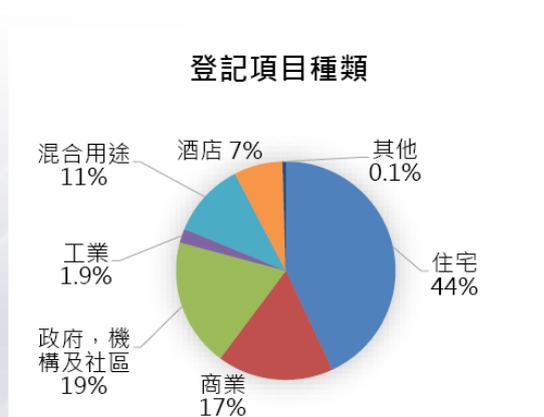
圖 29 綠建環評新建及既有建築評核範圍

自 2010 年正式上路至 2014 年 1 月，已有 455 棟建築物辦理評定申請，其建築類型涵蓋住宅、辦公大樓、社區、工業及酒店（旅館）等，估計其總樓地板面積約為 1 億 3 千萬 ft²，而這些申請評定之建築物目前已有 112 件通過認證，其中取得最終鉑金（白金）級的有 3 件、鉑金（白金）級的有 20 件、金級的有 25 件、銀級的有 17 件、銅級的有 22 件及不予評（合格）級的有 25 件。

包括綠建環評新建及既有建築

登記項目數字 455

項目種類	數目
住宅	200
商業	77
政府·機構及社區	85
工業	9
混合用途	48
酒店	33
其他	3



2014年1月的統計數字

圖 30 辦理評定申請綠建環評新建及既有建築

此外，為提升並落實 Beam Plus 綠建築評估系統，該議會除透過教育訓練、制訂業界標準及辦理專業刊物定期推廣外，亦參考美國 LEED 綠建築評估之綠建築專業人士 LEED AP 認證制度，自 2010 年 10 月起辦理所謂的綠建築專才 Beam Pro 認證，截至目前已累計辦理 22 次培訓和考試，通過取得 Beam Pro 認證之專業人士已達 2419 人。

包括於綠建環評新建建築及既有建築獲暫定及最終評級的項目

獲認證項目數字 112

綠建環評評級	數目
最終白金評級	3
白金級	20
金級	25
銀級	17
銅級	22
不予評級	25

獲暫定和最終評級的項目數字

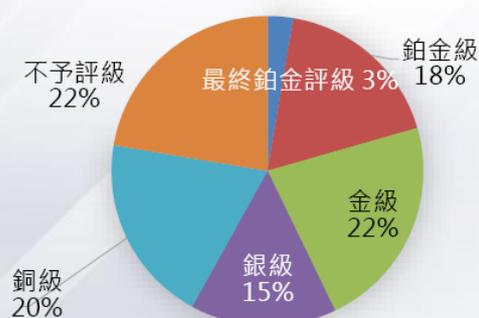
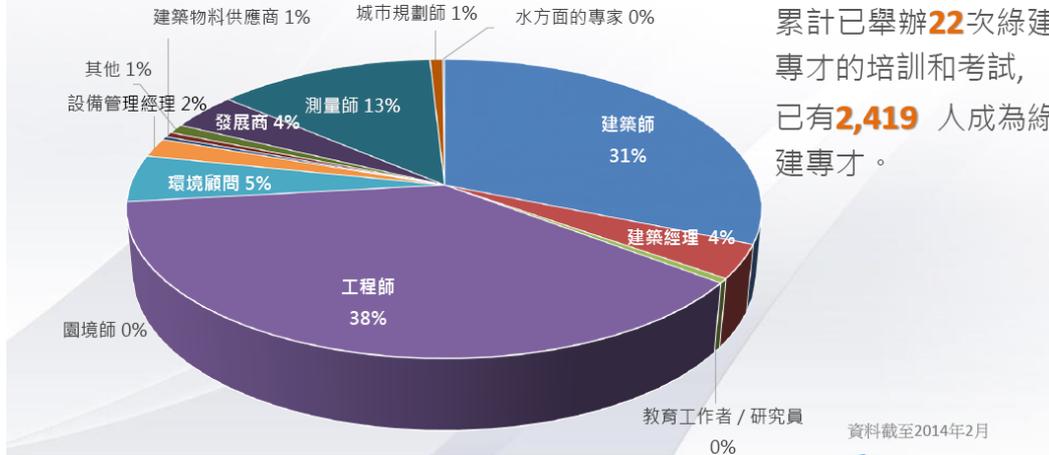


圖 31 綠建環評新建及既有建築評級數目統計

綠建專才之專業背景



自2010年10月起，
 累計已舉辦**22**次綠建專才的培訓和考試，
 已有**2,419**人成為綠建專才。

圖 32 綠建專才

由於香港並沒有工業，因此其國內最大宗的能源消耗主要來自於建築物，依據政府之統計，香港之建築物用電約佔全國用電量之 90%，其碳排放量約佔全國碳排之 60%。因此為使香港成為一座達到低碳及永續發展願景的現代城市目標，該議會向香港政府建言提出「HK 3030」減碳目標，即以 2005 年的建築物能源消耗再減少 30%為基準，如此於 2030 年時其實際可減少耗電量約 60%的減碳目標。

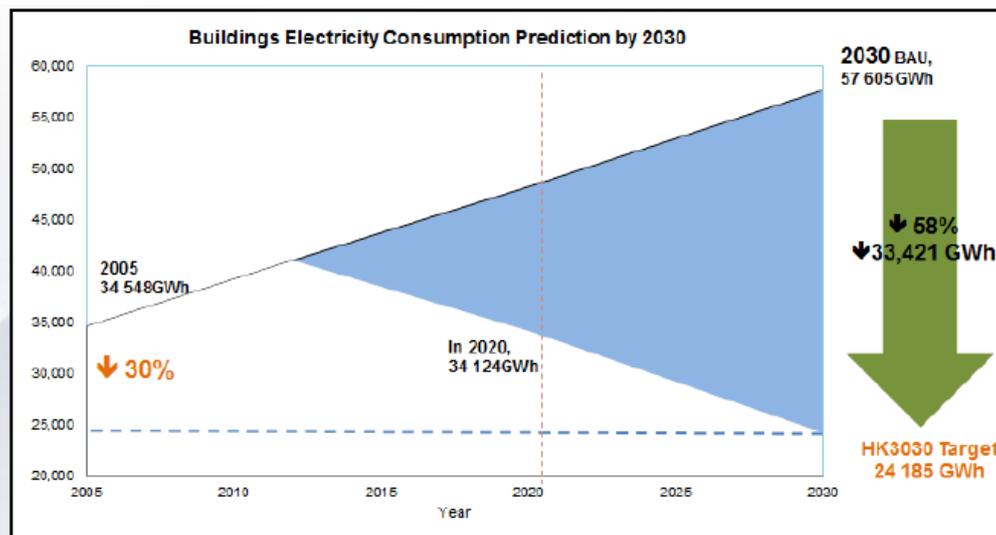


圖 33 「HK 3030」減碳目標

為使香港政府能充分落實該「HK 3030」的減碳目標，該議會並針對公眾教育及既有、新建大樓等協助制訂一系列政策及獎勵措施，以供業界及民眾作為提升大樓能源效益推動之參考。為使民眾能對此計畫有深切之認知，該議會在公眾教育部分，針對不同建築類型編撰相關綠建築建設指南，並舉辦中小學學生之創意比賽，同時為不同大樓訂立「HK 3030 約章」。而在提升建築物能源效率部分，該議會透過一系列「建築物能源評級認證」之研發，預計分年依據不同建築物類型完成該認證評估制度之建立，希藉此能源效益標籤制度之推行，提供一般大樓住戶作為改善建築物整體耗電之參考。

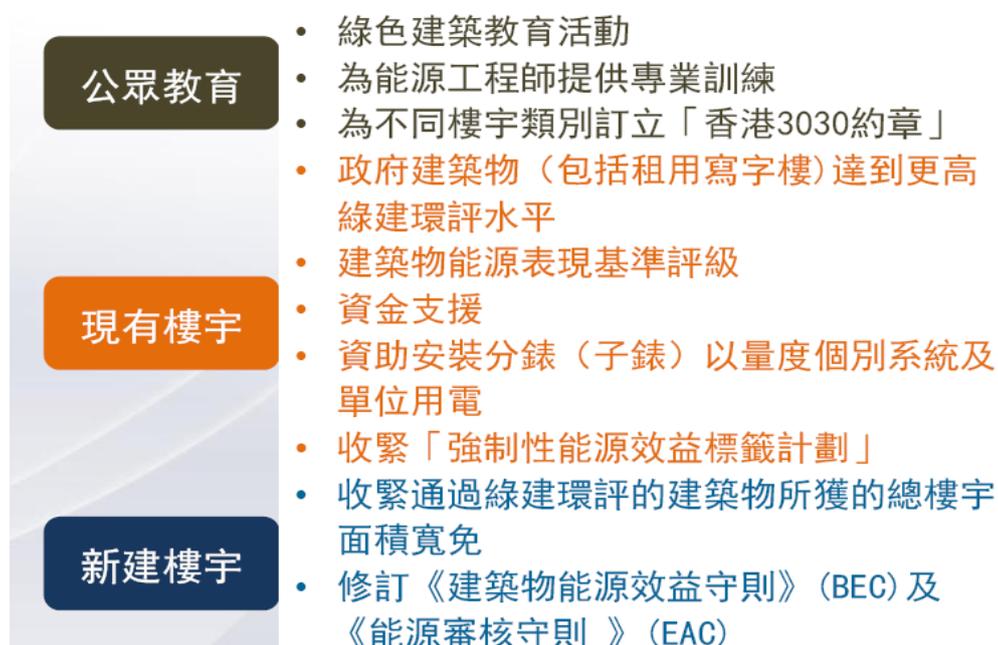


圖 34 提升大樓能源效益推動之參考



圖 35 依據不同建築物類型完成該認證評估制度之建立

而該「建築物能源評級認證」已於 2013 年 11 月率先完成辦公室類型建築物之評級工具，該評級工具採免費網路線上評估方式，由使用者自行輸入耗電量、辦公室面積及員工人數等數據，即可即時顯現評估辦公大樓之能效係為良好、平均還是有待改善。此外該評級工具議會將其與其他同類型的辦公室進行能效比較並按其節能表現情況給予不同評級評比。依該議會規劃「建築物強制能源效益標章」制度現階段尚屬自願性質，預計於 2018 年起透過立法程序予以強制執行。

辦公室能源表現排名	所獲評級
首10%百分位	鉑金
首20%百分位	金
首30%百分位	銀
首40%百分位	銅
首50%百分位	綠
低於首50%百分位	不獲評級

圖 36 按其節能表現情況給予不同評級評比

除了上述的制度建立外，香港政府亦於 2012 年出版建築物能源法規(Building Energy Code)，並採每 3 年修訂 1 次方式辦理，以提升香港之能源效益，此外為擴大能效效益，該政府自 2005 年起推動再生能源相關政策，初期推動的項目計有風力、太能光電及智慧電網，目前推動成效則仍屬有限，主要係香港電力公司均為民營，因此再生能源發電系統與電網接駁需由使用者自行向電力公司提出申請，因此普遍民眾意願不高，因此一般再生能源多為自用，並無將多餘電力賣給電力公司的案例。

二、參觀案例

(一)新加坡零能耗建築(ZEB)

新加坡零能耗建築（Zero-Energy Building, ZEB）為新加坡第一棟淨耗電量等於零的建築，該棟建築原係由新加坡建設局於 1994 年所興建而成樓高 3 層的技術培訓大樓，經重新改建後成為一棟具有辦公室、教室及資源中心的零能耗建築並於 2009 年 10 月正式啟用（如圖 33）。由於新加坡建築耗電量約佔全國總耗電量三分之一，僅次於工業用電量，因此該棟大樓在新加坡推動綠色建築之發展上佔有相當重要之地位，除了充分展現既有建築亦可透過綠色建築之技術與手法改造，達到環保節能的目標外，同時也是新加坡在綠色建築科技測試與實踐之推廣平台。

ZEB 大樓結合了如自然採光和通風等多種綠色建築之被動式設計，同時充分利用太陽能，以求達到該棟建築物在能源使用部分之自給自足，翻新工程是由新加坡建設局所主導，並由新加坡國立大學與新加坡教育部共同參與，總工程耗資 1100 萬元新加坡幣，約比普通翻新工程貴 5%，加上用以發電的太陽能電池板，總計耗費 1300 萬元新加坡幣，依據新加坡建設局所公佈之數據顯示，這座總樓地板面積 4500m² 的建築物，在能源部分已可達到自給自足之目標，同時與新加坡一般的辦公室相比，ZEB 大樓每年約可節省的電費為 8 萬 4000 元新加坡幣。



圖 37 零能耗建築

為達到淨零耗能目標，ZEB 大樓在外殼設計部分採用了 2 項重要綠色建築設計元素，為使大樓內部使用空間能藉由自然採光以降低照明用電之需求，同時又可避免因過多的日射量進入室內造成空調負荷之增加，該大樓全面採用高效率之 Low E 玻璃。



圖 38 高效率之 Low E 玻璃

此外，整棟大樓於立面亦裝設有遮陽板，並於樓頂設置有綠屋頂，以減少太陽光直射進入室內造成的熱負荷。此外，ZEB 大樓於頂樓裝設有太陽集光設施，將晝光藉由光纖導管導入室內，以減少人工照明光源的耗電量。另外在能源管理方面，ZEB 整棟大樓係透過主動控制管理系統（Active Control and Management）進行室內空氣品質及用電之監控，以期使大樓能源做最有效利用與發揮。

而在空調設計部分，為提供室內人員一個舒適之工作環境，該棟大樓之空調管線係採地下化方式布設，將空調出封口設置地板上，同時整座大樓透過高效率主機、變流量系統及個人化空調裝置，使得其空調節能約較一般大樓節約 40%。另該棟大樓亦透過太陽能光電板之設置，以提供足量之再生能源使其達到淨零能之目標，而太陽能光電板布設的方式除於頂樓及屋頂花園架設外，同時亦裝設於建築物之立面，依其估計太陽能光電的鋪設面積約超過一座奧林匹克標準游泳池的面積，每年約可提供 20.7 萬度的電量。



圖 39 遮陽板



圖 40 綠屋頂



圖 41 太陽集光設施



圖 42 光纖導管導入室內



圖 43 主動控制管理系統



圖 44 空調出風口



圖 45 個人化空調裝置



圖 46 太陽能光電板



圖 47 屋頂太陽能光電板

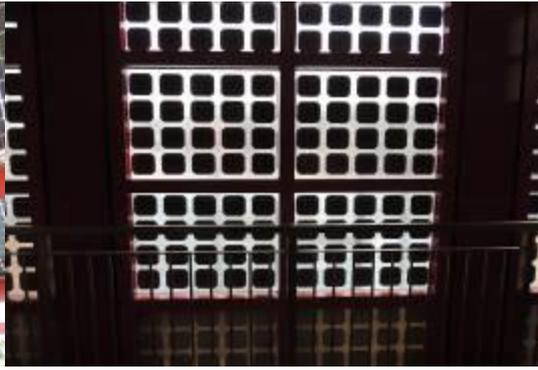


圖 48 垂直外牆太陽能光電板

(二)新加坡綠馨苑綠色組屋

位於新加坡榜鵝的綠馨苑，係新加坡建屋發展局 HDB 在 2010 年完工啟用的 7 座生態組屋區（eco-precinct），此處環境規劃與建築設計充滿各種生態綠色手法與技術，並以可持續發展的住屋模式，成為 HDB 第 1 處生態友善展示組屋區，且綠馨苑的設計以擁抱新加坡的熱帶氣候條件，形塑其整體環境，並採用被動設計策略及綠色建築技術以達到有效的能源、水資源及廢棄物管理。



圖 49 HDB 綠馨苑組屋中庭

綠馨苑所採取的被動設計策略及綠色建築技術，經現場體驗，效益較顯著者如以下所述：

1.利用盛行風自然通風--綠馨苑基地面對東北及西南風向，住宅設計策略性的朝向盛行風向，以取得最大的自然通風，此外窗戶亦以取得最大自然光及最小之東西向太陽直射作為設計方式。

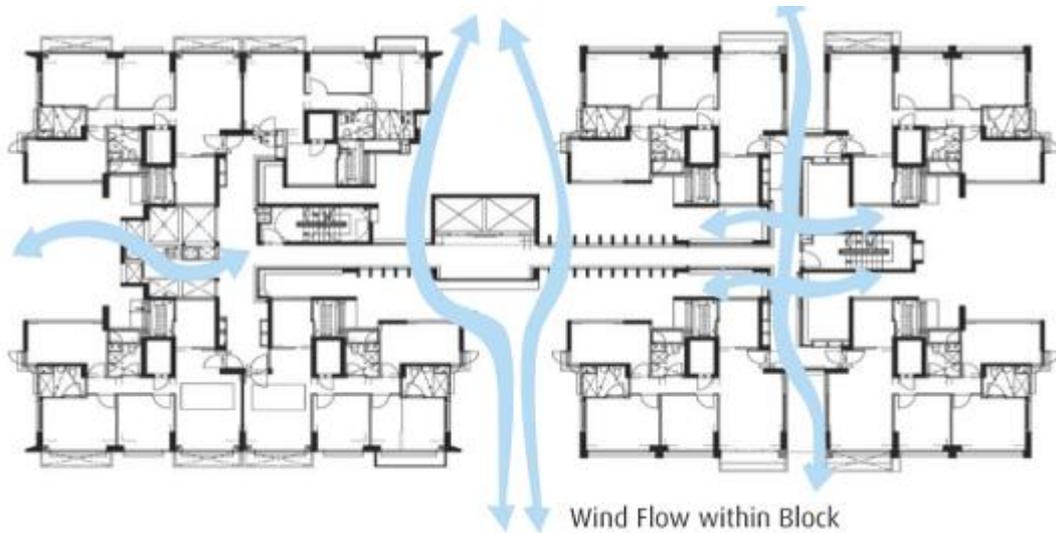


圖 50 綠馨苑單棟內風流動圖

資料來源：新加坡建屋發展局

2.動態流體力學計算(CFD)－模擬研究利用建築座向及中庭開放空間創造風的通道，以提供通風達冷卻整區及單棟建築物的效果。



圖 51 綠馨苑 CFD 模擬圖

圖 52 綠馨苑停車場通風採光良好

資料來源：新加坡建屋發展局

3. 延伸平台式停車場設計—停車場設計延伸至整個 1 樓區域，有較大的空間提供較好的通風，並緊鄰住宅建築主體，以供居民便利使用。

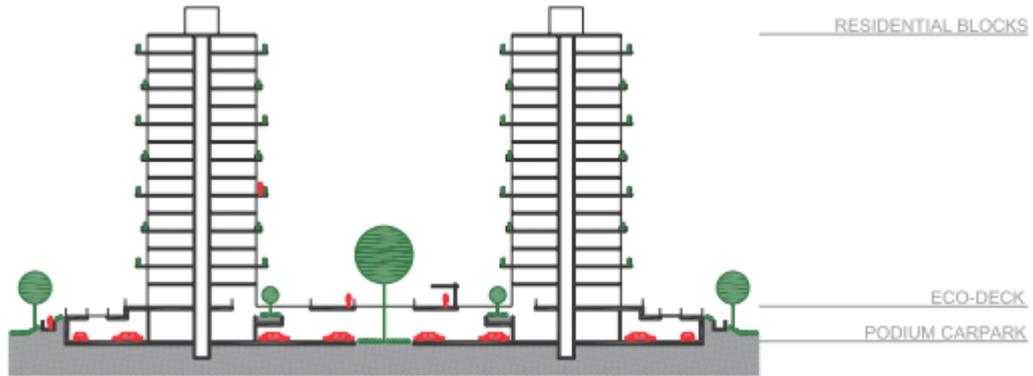


圖 53 綠馨苑停車場剖面概念圖

資料來源：新加坡建屋發展局

4. 生態平台—位於停車場上方，也是庭園及活動之中心，以綠色的中脊，將所有的社區活動連接在一起。



圖 54 綠馨苑生態平台與停車場

5.綠色空間

(1)綠色中脊—沿著綠色中脊，設置連接多樣社區活動的棚架，除了可減少社區熱的聚積，也可以提高私密及更好的視覺效果。

(2)綠色步徑—沿著社區周邊，設置 650 公尺長的綠色步徑，可提供居民慢跑與散步的休閒活動使用。



圖 55 綠馨苑綠色中脊

圖 56 綠馨苑步徑

6.有效的能源管理—包括公共走道樓梯空間採用節能燈具、人員移動感測器及所有電梯採用無機械室式節能電梯。



圖 57 人員移動感測器

資料來源：新加坡建屋發展局

7.再生能源設施—屋頂裝設太陽能發電板，發電供應公共區域的照明及電梯使用。



圖58 綠馨苑屋頂太陽能發電板

8.最大的自然光線—所有的居住單元座向都減少陽光直射室內，並能讓自然光線進入，三節式高度的窗戶可提供更多的可用晝光進入。



圖59 綠馨苑三節式窗戶

資料來源：新加坡建屋發展局

9. 晾衣間—提供外部的晾衣空間，可減少使用機械式乾衣的需求。

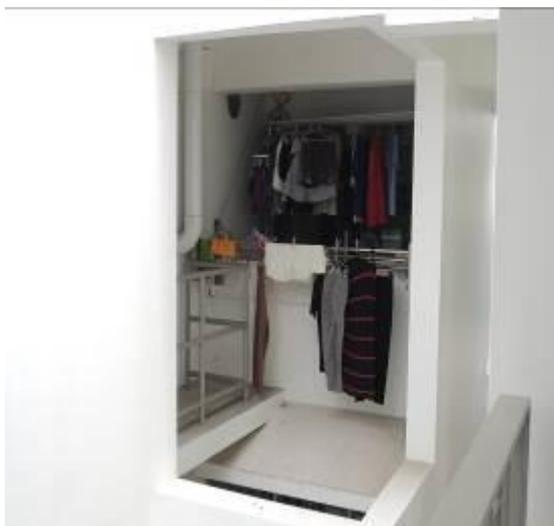


圖60 綠馨苑外部晾衣空間

10. 隔熱牆—東西向牆面採用隔熱牆體，以減少熱輻射，提升單元內的熱舒適度。

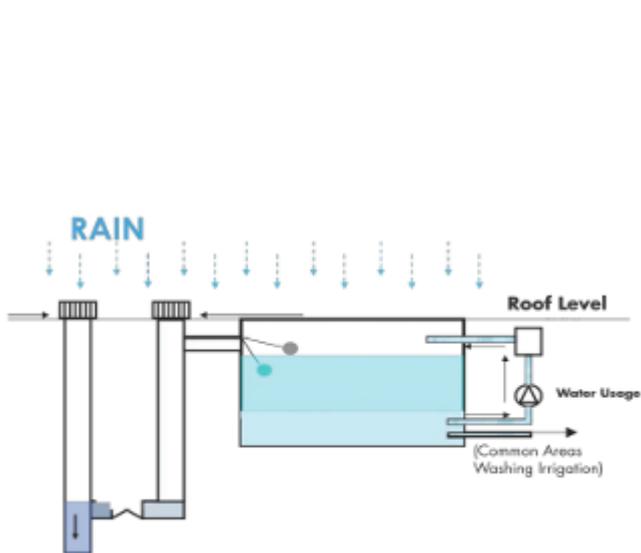


圖61 綠馨苑雨水再利用示意圖

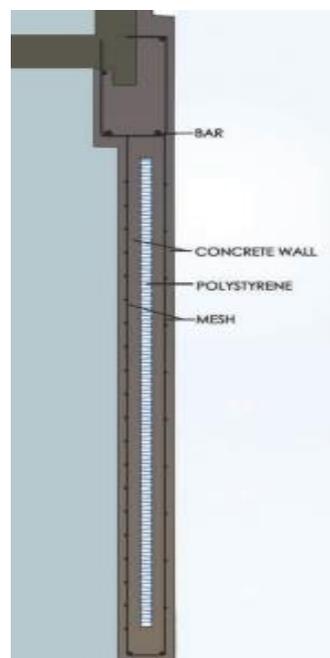


圖62 綠馨苑的隔熱牆示意圖

資料來源：新加坡建屋發展局

11.水資源管理

- (1)雨水再利用—收集雨水作為共同區域的清洗及澆灌使用，並以重力方式供水無須額外能源輸送。
- (2)省水裝置—除採用節水的衛浴器具，並採用臉盆馬桶整合式設備以節省用水(洗手的水流入作為馬桶用水)。



圖63 綠馨苑臉盆馬桶整合式設備

資料來源：新加坡建屋發展局

(三)新加坡新生水訪客中心(NEW Vistor Center)

由於新加坡缺乏天然資源，一是水資源二是土地。因此新加坡政府在這兩方面問題的解決上，在土地方面採填海產生新生地，在對水資源上採取以各種技術重複淨化回收水重複使用，並逐年提高回收水對於日常供水比重的比例。解決水資源問題對於新加坡有一個立即性的問題，就是新加坡自鄰國馬來西亞進口淡水成為每日消耗用水的來源。但由於兩國簽訂的合約將在 2060 年到期，而馬來西亞已經表明屆時將不再對新加坡淡水出口。因此，新加坡政府自 1970 年代起就開始利用技術淨化回收水。但是水淨化的技術一直到 2000 年才逐漸成熟且具有商業運轉的價值。其淨水技術主要為利用先進薄膜逆滲透過濾技術使回收水淨化且通過超過 6 萬 5 千種水質測試，達到可以生飲的狀態。目前新加坡國內共有 Changi、Selerar、Kraiji、Ulu Panda 及 Bedok 五座新生水工廠。



圖64 新生水工廠中使用之Reverse Osmosis System淨化設施

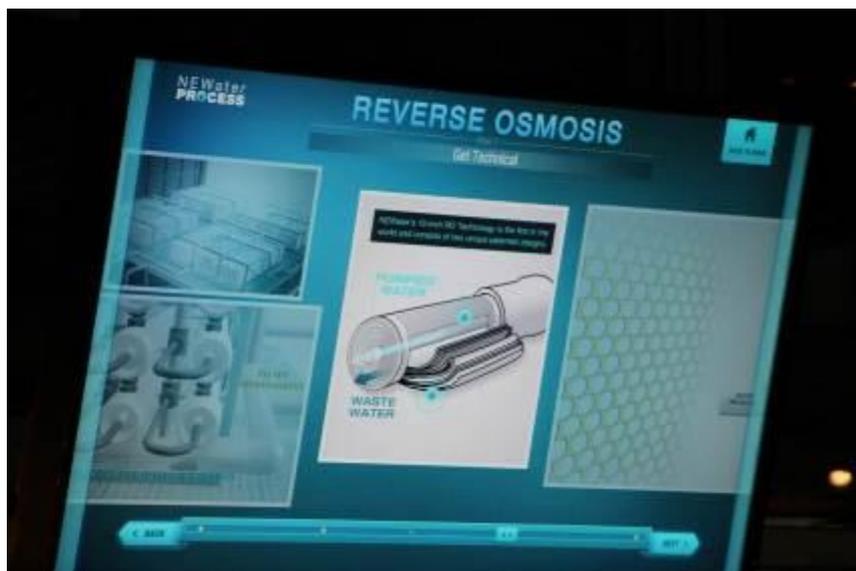


圖65 新生水訪客中心透過多媒體與參訪解說員介紹工廠中使用之Reverse Osmosis System原理與淨化處理過程

產生出來的淨化回收水就叫做「新生水」，主要提供給晶圓製造場、電子工場、及電力公司作為處理用水。同時也提供給商辦與機構大樓作為空調冷卻用水。也有一少部分會與水庫裡未經處理過的儲水混合，經過與一般用水相同的處理後，成為民眾使用的自來水。



圖66 新生水工廠中在Microfiltration階段所使用之過濾材料（ZeeWeed 500）

目前新生水的產量自 2003 年的日產 18,200 立方米成長 15 倍到 2012 年的日產 273,000 立方米。這個產量已達到佔新加坡水資源需求的 30%。預估到 2060 年停止淡水進口年限時，新生水可以提供新加坡國內水資源需求達 50%。

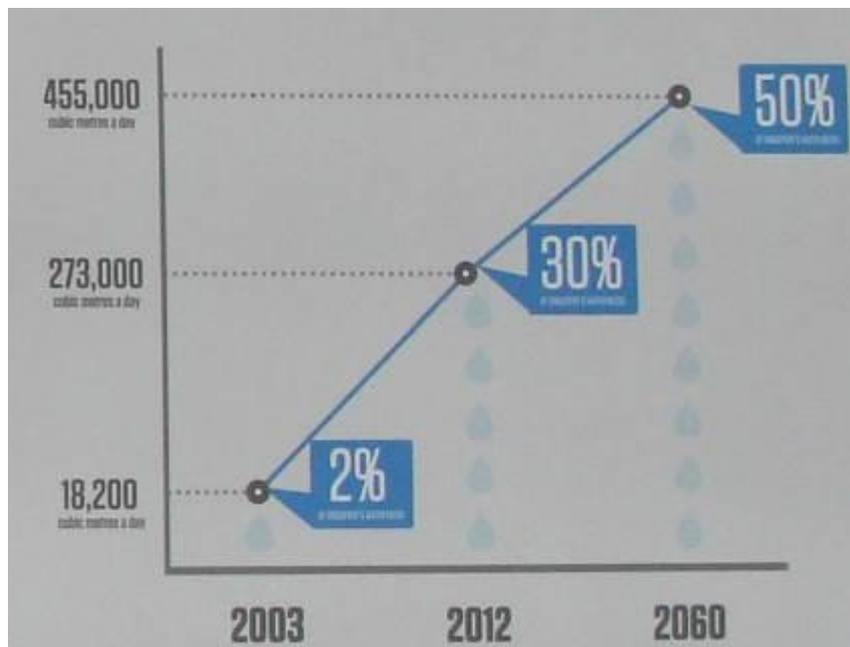


圖67 新生水的產量年成長與推估表

新生水訪客中心係由新加坡公營事業局(PUB)委託 PICO 設計公司建造一個完整性關於新生水的展覽中心。透過數位化與互動的展示技術，來使參觀者了解新生水技術並培養對新生水的認同，對於節約水資源有重要性。



圖68 新生水訪客中心

(四)新加坡金沙酒店、濱海藝術中心、濱海灣花園及藝術科學博物館

1.金沙酒店

金沙酒店大樓係為新加坡政府開發 Marina Bay 的 BOT 計畫。由美國拉斯維加斯金沙集團 (Las Vegas Sands Group) 得標，其定位目標為商務與會議。基地由新加坡政府提供佔地面積 18 公頃，位於新加坡東南方的濱海灣，是新加坡規模最大的填海造陸工程開發案。金沙公司擁有 60 年營運權，繳納新加坡政府土地使用權利金 20 億，採分期繳納。在這塊基地上金沙集團除酒店外，還規劃興建劇院、藝術科學博物館、賭場、會展中心、及宴會廳。

其中大型會展中心是新加坡政府定位自我在東南亞區域的價值之一。由於需要吸引外資投資，透過舉辦大型商務展覽時可以同時促成產業外銷與媒合國際投資等多重目的。在此思維下，提供優良且大型之會展中心硬體設施、便捷交通運輸、與提供吸引大量人潮(90,000~120,000 人/日)進入區域後之休憩景點(劇院、藝

術科學博物館、賭場、濱海灣花園)與旅館酒店便因應而生且整合在此一開發計畫中。此處的濱海灣會展中心已經是新加坡第三個、最大且最新的會展中心。



圖 69 自濱海堤壩遠眺金沙酒店大樓

本次參訪重點在於瞭解金沙集團在金沙酒店經營上對於永續經營的理念與運智慧化技術的運用情形。由金沙集團可持續發展董事鄧偉忠先生接待並進行濱海灣開發計畫介紹。金沙酒店提供 2600 間住房、MICE 會展設施有 250 間會議室與展示廳、博物館的經營則是沒有接受政府資助由集團獨立經營。整個開發案固然可以吸引人潮，但基地設施也要對地方做出貢獻，例如最直接的就業機會。鄧董事並指出整個開發計畫歷經 2008 年的金融海嘯，集團面臨資金短缺，同時基地提供的新加坡政府已經訂下 2010 年開幕營運的既定目標。

因此酒店的三棟建築體、劇院、博物館、以及賭場共分為六包，由六家營造商同步建造。其中金沙酒店由建築師 Moshe Safdie 設計，Arup 公司承包結構監造。價值 57 億美元的濱海灣金沙酒店的設計和建造中集合了許多構思、專業知識和工程創新，特別是克服了許多結構方面的挑戰。

在三棟建築體的頂端帶有 1.2 公頃面積的金沙空中花園 (Sand SkyPark)，空中花園懸樑其長度為世界最長，Arup 公司工程師利用三維模式及鋼體結構的精密計算，結合創新的工程技能，成功打造出該長達 66.5 公尺的懸臂，連接起了三座 55 層高的酒店塔樓，卻能承受並化解強風帶來的振動。同時這樣的施工技術，對於未來在短時間內建造該項目複雜的鋼結構特別有益。

飯店內的節能與智慧化系統的使用與措施都是以不犧牲顧客的舒適性為前提。整理該酒店的節能設計與智慧技術使用如下：

(1) 節能部分有：

A. 在建築物的立面與屋頂利用大面積 Low-E 玻璃引進自然光，搭配光感感測器，在照光不足時才會啟動大廳內的照明設備。

B. 建築物外利用外遮陽設計來降低空調負擔。建築物內與周遭種植大量綠色植物，共計有栽種 650 種植物與 250 棵樹木計入減輕空調使用的負擔。

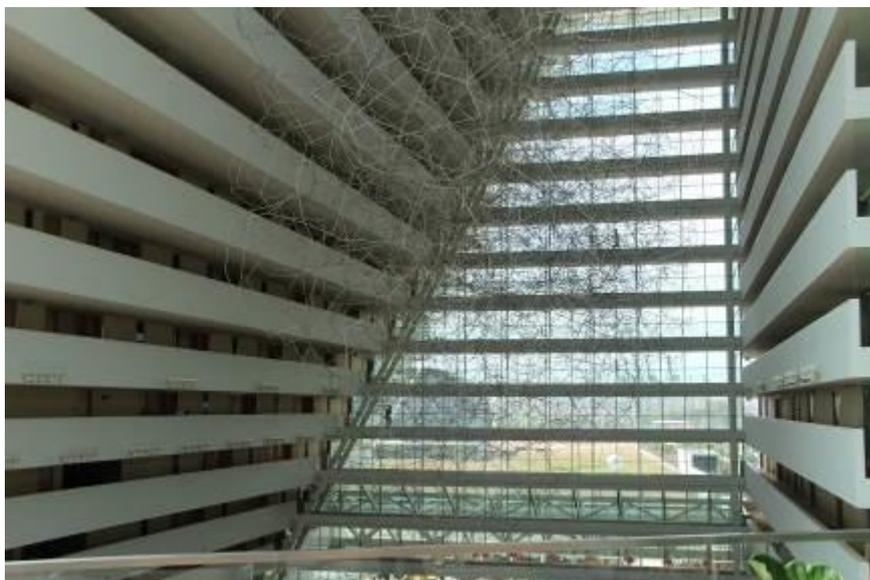


圖 70 建築物的立面與屋頂利用大面積 Low-E 玻璃引進自然光

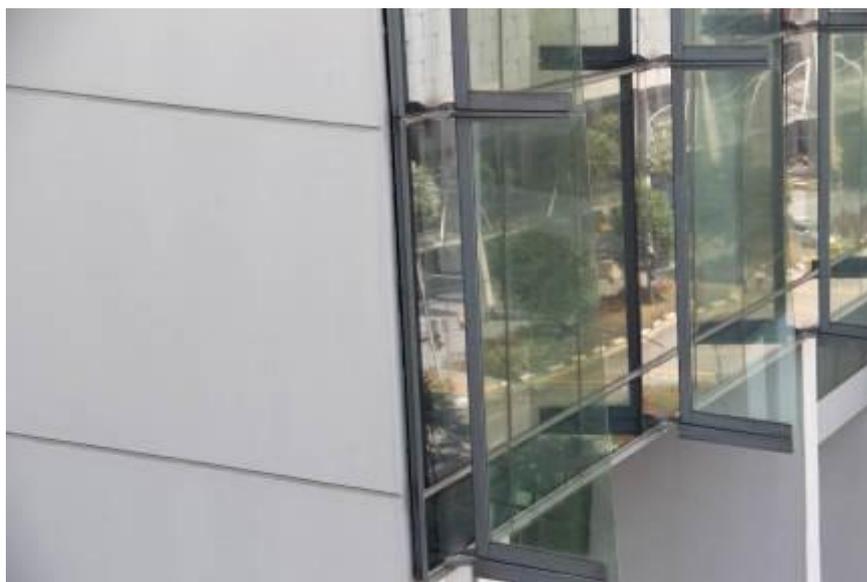


圖 71 建築物外利用外遮陽設計

(2)智慧系統有：

- A.酒店有大樓智慧管理系統管控整棟大樓的燈光照明、空調、與用水供應。
- B.最近在各機電系統設立次電表系統，開始蒐集各次系統的用電資訊，預計將來併入大樓智慧管理系統中。
- C.手電梯無人使用時會進入停止運行(Idol)狀態。
- D.透過預約系統來管控空間的空調供應時間。
- E.沒有使用太陽電池係因為投資回收年限過長—金沙集團評估新加坡因氣候因素經常下雨，設置太陽電池能產生的電力約佔電力需量的 5%，推估投資回收年限需 25 至 30 年，相對於在美國拉斯維加斯建置投資回收年限約 15 年多出一倍。

鄧董事在報告中提出永續的觀念不單在建築物內，在商業模式中的永續經營也同樣重要。商業經營的成功不再被定義為獲利多少，而是在於就一個組織(事業體)而言可以對社會貢獻多少。從這個角度切入事業的永續經營就必考量人(對於員工與社會的責任)、環境、以及對獲利等三個面向來思考，也通過第三方認證單位獲頒的多項證書。金沙集團是以這樣的理念來經營這個事業與社區及社會永續共存。

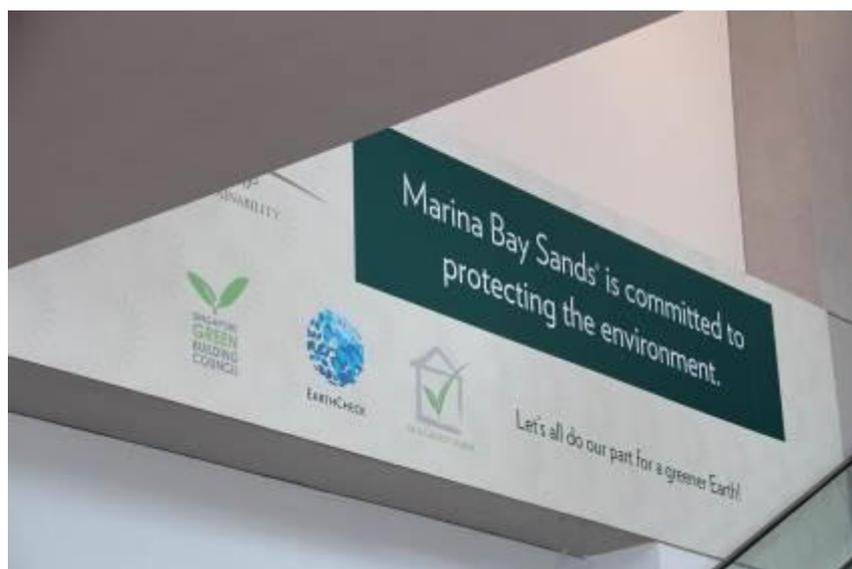


圖 72 金沙集團對於環境永續的承諾與獲得第三方單位之各項認證

2.濱海灣花園

濱海灣花園同樣隸屬於濱海灣開發計畫的一部分，由英國景觀建築公司 Grant Associates 設計，新加坡國家公園局負責管理。這項耗資 5 億英鎊的建設，把 54 公頃的開墾土地改造成一個具有教育意義的娛樂場所，結合了最先進的環境設計技術和可持續性的元素，希望能夠捕捉到人們與自然的關係。花園中有兩個冷卻溫室—花穹（冷乾生物群落）和霧林（冷濕生物群落）以及主題園藝花園和遺產花園，種植展示來自世界各地數十萬種植物和花卉。



圖 73 濱海花園中的兩個冷卻溫室—花穹與霧林

其中最引人注意的就是花園內豎立起的太陽能超級樹(Solar Supertree)。這 18 棵已完工、樹狀結構的超級樹，有巨大的混凝土樹幹和數千根鋼筋做成的樹枝和樹冠，高度約為 25-50 米不等（9-16 層樓高），作為垂直花園覆蓋在熱帶花種、附生植物和蕨類植物上，白天，樹和它巨大的枝葉可以遮陽、調節溫度。晚上，樹蔭和一些照明系統共存，其中有 11 棵樹嵌入了太陽能發電，可以提供照明和水處理技術，同時幫助冷卻溫室。



圖 74 濱海花園內之超級樹



圖75 超級樹立用晝間的太陽能發電夜間啟動LED照明搭配音樂做多媒體聲光表演

3. 藝術科學博物館

新加坡藝術科學博物館座落在濱海灣區，跟前面的金沙酒店、濱海灣花園一樣，都是屬於金沙集團所開發設置，該建築物是由建築大師薩夫迪(Moshe Safdie)

設計，建築本體以玻璃纖維增強塑料建構而成，整個建築外型採仿蓮花的特殊造型設計，不只博物館本身是蓮花造型，在該建築物一樓外有一個大型的蓮花池，讓該建築物宛如矗立在蓮花池中，被一整圈的蓮花池所包圍，整體視覺景觀上達到吸引人注意，且建築與水池的融合亦為獨特之設計手法。



圖 76 新加坡藝術科學博物館立面造型



圖 77 藝術科學博物館一樓被蓮花池包圍外觀

而該建築物的中央設計一個天井，作為引入自然光之用，整棟建築物的採光非常好，藉由自然光的引入，讓建築物內部採光明亮，並減低使用照明，達到節能減碳之原則。此外，如果下雨天時，博物館的造型設計，使得屋頂正好也成為

一個集水池，收集到的雨水正好由天井中央落下，從室內看宛如一處天然瀑布，而落下的雨水正好流到蓮花池，達到雨水回收再利用之目的，相當具有設計巧思。



圖 78 參訪成員在藝術科學博物館外觀合影

此外，該博物館主展覽廳設在地下室，在樓上各層則有三個展覽廳，從外觀看的每個花瓣都是一個展覽廳，主題圍繞創意、靈感和實現，探討科學如何跟藝術和人類創意互動而產生各式各樣的作品或科技成果，是世界上第一個結合藝術與科學的博物館。我們前往參觀當天，該館主展覽正在展出「恐龍的黎明至滅絕」的大型展覽，該展覽的展期為 1 月 25 日至 7 月 27 日。



圖 79 藝術科學博物館正展出恐龍大展

(五)新加坡林肯住宅大樓（Lincoln Suites）建案

本次前往新加坡參訪，透過所長友人的安排，正好有機會可以參觀當地的林肯住宅大樓新建住宅建築案，同時獲負責建築設計之蔡學成建築師親自接待，帶領我們參觀及導覽解說。



圖 80 負責建築設計之蔡學成建築師在建案對街介紹立面外觀

本建案地點座落在新加坡紐頓區諾維娜當地中心，是當地都市更新的一個建築案，近諾維娜捷運站，且附近有聯合廣場、金嶺廣場、諾維娜廣場 3 個購物商場，諾維娜醫療中心、諾維娜專科中心、ACPS 盎格魯-華人小學(Anglo-Chinese Primary School)及聖若瑟學會小學（St. Joseph's Institution Junior School），生活機能非常方便。



圖 81 新加坡林肯住宅大樓建案位置圖

資料來源：林肯住宅大樓（Lincoln Suites）建案相關網站

由於新加坡當地沒有地震的天然災害威脅，因此新的建築物在規劃設計上幾乎都是超高層建築。本建案總基地面積為 60000sqft，整體設計上由 2 棟 30 層樓高的建築所組成，全部規劃有 175 個住宅單元，本建案單純為住宅大樓，因此從地面層 1 樓到 4 樓都規劃設計成停車場使用。該建案外觀據蔡建築師表示，兩棟建築立面上的兩支黃色圓柱造型維修管道空間，當初設計意象為孫悟空的金箍棒，而兩棟建築物中間近 3 層樓高的石牆，其實原設計意象係希望透過讓水漫流在石牆上，由高處往下宣洩以形成一大片流水瀑布，意象為孫悟空居住的水簾洞，實在是非常有創意的設計構想。



圖 82 新加坡林肯住宅大樓建築外觀

此外，由於新加坡有花園城市之稱，因此本建案無論 1 樓基地及 1~4 樓的建築外牆，均加以考量予以綠化，在基地周遭部分，除種植花、草及樹木外，並規劃一些步道設施，讓居民可以在此部分散步行走。而在 1~4 樓的建築外牆上，

設計有網格狀長形造型架，並種植爬藤類植物，以讓其攀爬生長，期望未來生長茂盛時，可以形成一大片的綠籬景觀，並達到作為停車場與戶外空間的天然遮蔽效果，又可兼具通風及採光效果，設計構想非常值得參考。



圖 83 本建案基地綠化及外觀綠籬設計手法

另本建案大樓的公共休閒設施共設置在 5 樓及 24 樓全樓層，其中 5 樓部分規劃設計左側為家庭區，右側為休閒區，兩側都有環形的溫水池，中段利用 50 公尺的淺水泳池來連接，並且還有水療設施、娛樂噴水柱設施，及兒童遊樂設施等。此樓層同時種植很多植物，達到綠化效果，且兩側環形水池中間係為一採光井，作為下方 1~4 樓停車場環形進出坡道採光之用。



圖 84 本建案 5 樓公共設施規劃圖

資料來源：林肯住宅大樓（Lincoln Suites）建案網站



圖 85 5 樓左側環形水池及噴水柱



圖 86 5 樓右側環形水池



圖 87 5 樓中段淺水泳池



圖 88 5 樓種植植物達到綠化效果



圖 89 5 樓環形水池中間留設採光井提供下方樓層停車場坡道採光

24 樓部分規劃設計左側為俱樂部區，右側為健康區，本樓層設施有天空餐飲館、空中酒廊、葡萄酒和雪茄酒廊、天空搖擺、戶外健身、水療按摩、瑜珈與冥想、三溫暖設施等。最重要的是，在此樓層，兩棟建築物間之連接空橋上，設置了一個全玻璃橢圓形型的天空運動館，讓居民能夠在 24 樓層高的懸空空間運動，體驗不一樣的健身運動型態。

本建案 6 樓以上即為住宅單元，住宅單元型式包括有工作室、1 房、3 房、4 房及樓中樓型式。本次前往參觀的類型為 1 房及 3 房型式，彙整參觀獲得幾項重點如下：

- 1.該住宅內部設計考量安全性及瓦斯供應等問題，因此採用電熱水器，廚房也是採用 IH 調理爐，並無燃燒瓦斯之設備。
- 2.在住宅內部已有留設宅內資訊箱，並將宅內配電箱、宅內資訊箱、光纖引入口等設施集中留設，相關配線亦採用線槽盒方式收納佈建，已具備智慧家庭之規模。
- 3.在住宅內部有關電力插座、網路出口、電話出口、有線電視出口等留設均統一在一定高度及一齊設置。所使用之各個電力插座均有防漏電之跳脫功能，亦可自行切換該插座之開關狀態。
- 4.新加坡已經將燈具電源接頭規格型式統一，所購買之任何燈具只需安裝並直接插上所留設之電源接頭即可使用。
- 5.新加坡對於住宅建坪與銷售建坪、雨遮、陽台等計算及認定採嚴格審查認可方式，因此本建案陽台在外牆以外，必須採取降版方式供作為種植花木使用。



圖 92 整齊畫一的各項插座出口

圖 93 電力插座均有防漏電開關

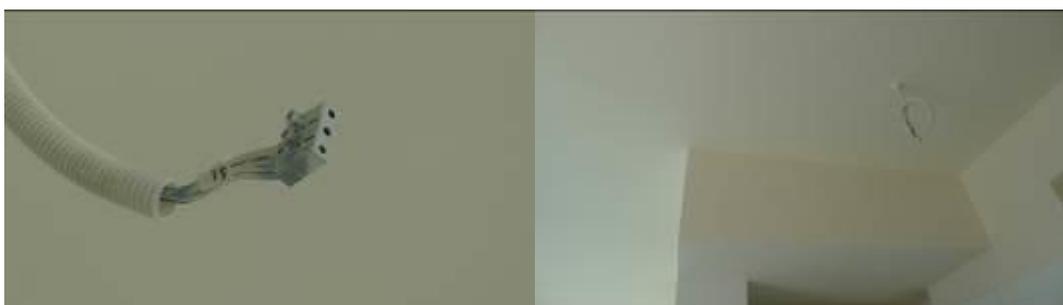


圖 94 留設統一規格的燈具電源接頭



圖 95 陽台在外牆以外採取降版方式供作為種植花木使用



圖 96 集中留設宅內配電箱、宅內資訊箱、光纖引入口等設施

此外，因為新加坡於 1997 年頒布之民防防空壕法令規定，建築物於戰爭期間可利用特別設計的樓層空間作為民防樓層防空壕。但因本案各住宅空間面積已經不大，若每戶再留設防空壕勢必影響實際空間坪數，因此本建案採以整座逃生梯設置為防空壕之概念，若戰爭期間，每層樓住戶只需進到逃生梯中即進入防空壕。且防空壕內亦有設置資訊、電話、及電力插座供緊急時使用，且為維持防空

壕內新鮮空氣供應，亦設置緊急時可閉合，需要時可推開之新鮮空氣供應口，並且在各個樓層防空壕內均張貼公告。

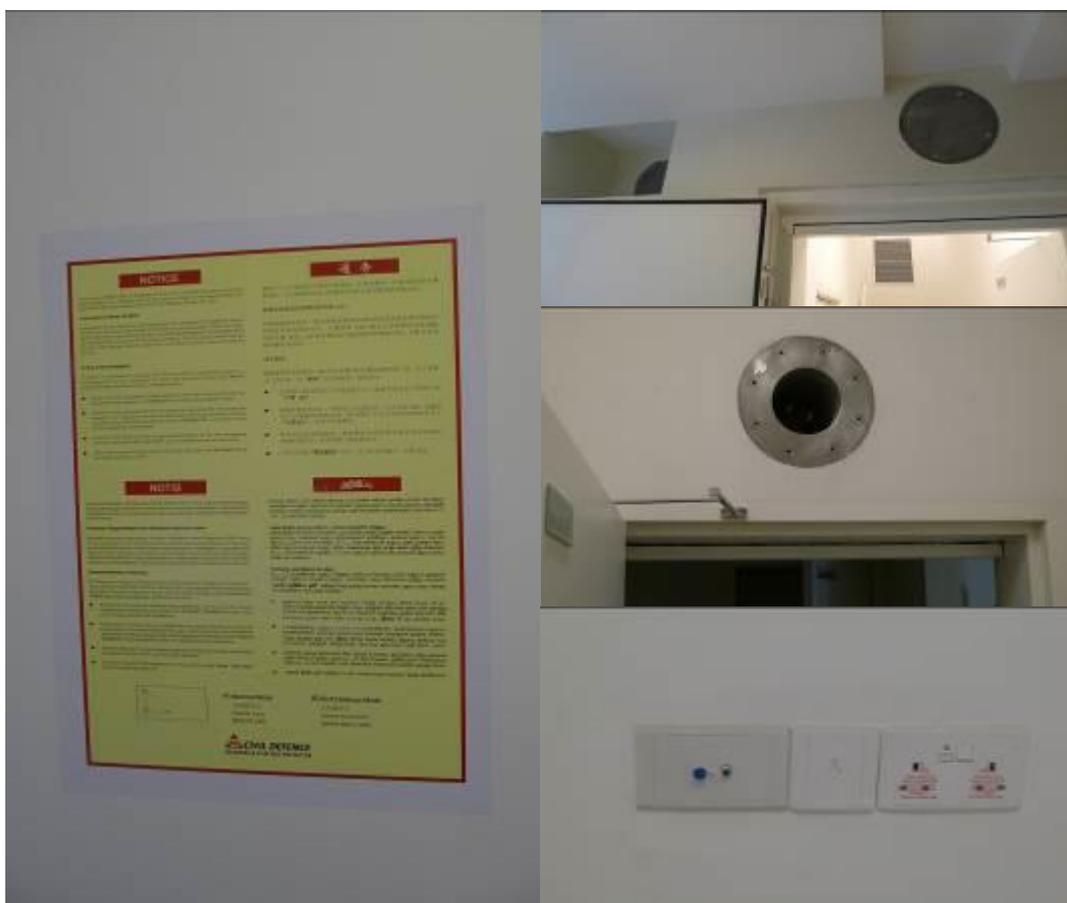


圖 97 整座逃生梯設置為防空壕使用相關設施及公告

(六)香港環球貿易廣場(ICC)

香港環球貿易廣場(ICC)係由香港新鴻基地產起造，美國紐約 KPF 建築師事務所設計。其設計理念為「高聳的建築物就是要連接天和地」。ICC 共計 118 層樓高約 490 公尺，共分成五個區域。其中辦公室面積有 250 萬平方英尺，都配置有墊高地板與輕鋼架天花板，以利辦公室資訊設備鋪設與利用。目前辦公室出租已達 99%。此外，飯店面積有 100 萬平方英尺。

由於新鴻基地產致力發展優質物業，將智能及環保建築的概念融入物業發展與管理環節當中，旗下環球貿易廣場（ICC）憑藉其卓越設施及配套，榮獲亞洲智能建築學會（AIIB）頒發「2011 年度智能建築大廈」的殊榮。同時還榮獲香港環保建築協會頒發 BEAM 認證的最高「白金」評級，並且是本港首座建築物榮

獲香港品質保證局（HKQAA）頒發 ISO 50001 能源管理系統認證，本次拜會主要目的便是了解 ICC 在智能及環保建築以及 BEAM 方面的落實與經驗。由新鴻基地產的高級工程服務經理梁志輝出面接待與簡報，並安排樓層與設備參訪。



圖 98 香港環球貿易廣場(ICC)模型

在本大樓智慧(能)與節能管理方面：

- 1.所有公共區域共有超過 1000 部 CCTV 攝影機做影像紀錄與辨識。
- 2.門禁刷卡與電梯分配做連結—依據辦公室(上班)樓層所在分配使用電梯。
- 3.大廈配備 40 部智慧型雙層升降機經由樓層目的地控制與分流系統，可以藉由一次電梯的行進同時將 8F 與 9F 的人(因為是雙層電梯)送至不同的目的樓層。不單具能源效益，更能縮短租戶等候及到達各樓層的時間。同時具備將位能轉化為電能的節能系統。
- 4.設置中央控制室進行各項系統的運作與緊急應變中心。
- 5.機電設備分為電力設備、照明設備、管路設置、空調設備等。
- 6.電力設計參數為 2 組強電(39 部發電機)，2 組弱電(強弱電一組皆為各自之備援系統)
- 7.照明設備目前是使用 T5 燈管為主。
- 8.外層帷幕則是使用 3 層的 Low-E 玻璃與外遮陽設計來降低空調負擔。
- 9.空調設備使用 11 部冷卻塔、MVAC 系統 6 部、中央智慧水冷空調節能系

統。可以提供總量 15,000 TR 的冷房能力。同時搭配空間偵測系統來調節空調的使用。

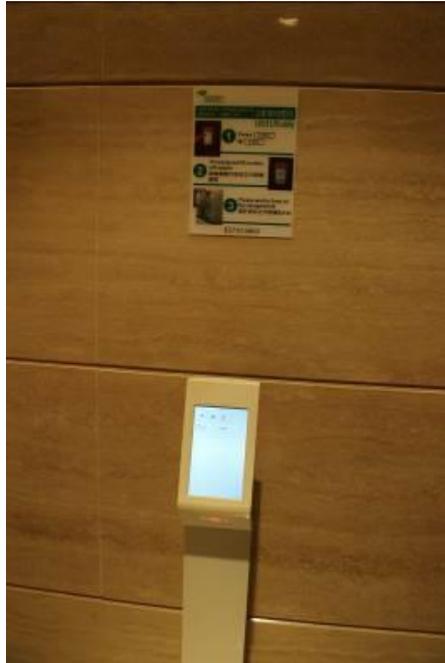


圖 99 智慧型雙層升降機經由樓層目的地控制與分流系統

ICC 在節能管理在用電方面，以 2012 年為基準其用電密度為 $540\text{W}/\text{m}^2$ ，透過 BEAM 系統分析設備使用的 profile，找出冰水機運作與啟動機台的最佳化後。2013 年成功節省 15% 的用電。另外經由空調系統的風櫃冷凝水，每年可以回收 $10,000\text{m}^3$ 的水再利用。大樓之智慧節能成效與具體數據已開始呈現與逐年累積。

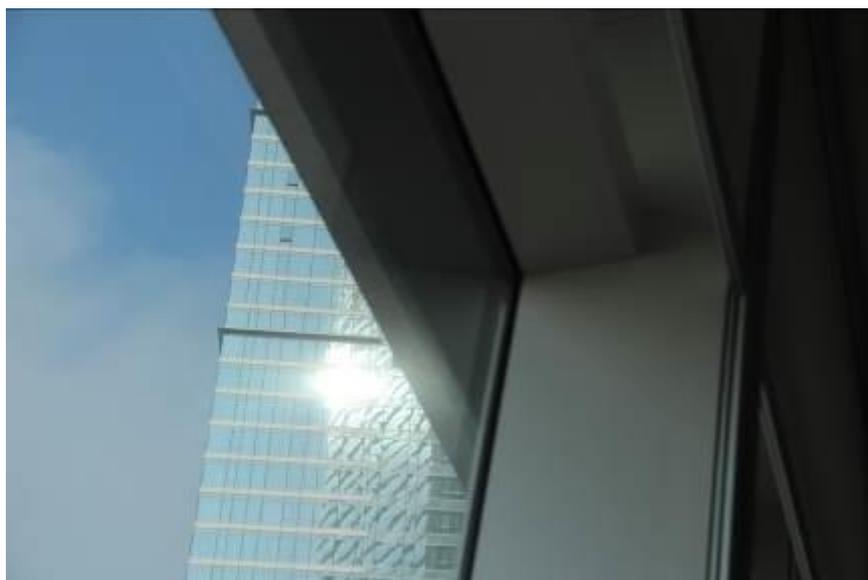


圖 100 ICC 使用 3 層 Low-E 玻璃與外遮陽設計

(七)香港零碳建築 (CIC)

本建築為香港首座「零碳建築」(Zero Carbon Building)，由香港建造業議會與發展局合作發展，主要作為香港的環保建築技術之展示平台。建造業議會為建造業之協調單位，係介於政府與民間業界之團體，委員會由政府及業界代表組成，目前委員包括主席計 25 人，係由政府任命。至於經費來源，所有造價超過 100 萬的建築工程均需繳交工程費 0.5% 予建造業議會（本議會並支援香港綠建築議會 HGBC，60% 的經費），該議會除協調政府與業界相關事務外，並辦理相關研究出版技術指引及負責工人註冊、培訓等工作。

本大樓於 2010 年開始籌劃興建，從設計到完工計 18 個月，基地為政府提供，每年僅收象徵性 1 元租金，由香港建造業議會斥資 2.6 億港幣（約合 9.33 億新臺幣）興建，並負責後續之維護營運。本大樓興建之目的包括：

1. 展示中心，採用 80 餘種綠建築技術作為技術展示及驗證。
2. 教育中心，每天辦理 3 場，每場 50 人。
3. 資訊中心，建築內設置超過 2800 個監視器，使建築成為資訊中心。



圖 101 香港零碳天地建築外牆顯示實際再生電力與建築耗電之比較

「零碳建築」位於九龍灣常悅道，占地 14 萬 7 千平方尺（約 4 萬 4 千坪），連地下室共有 3 層。其中零碳建築佔地約 1,400 平方公尺，其餘為公眾休憩綠化區，連地下室共有 3 層，總樓地板面積 3,305 平方公尺。榮獲 2012 年度環保建築大獎及香港綠建築新建建築類白金級認證。



圖 102 利用導光管從屋頂引進照明之節能技術

「零碳天地」包括一座三層高的零碳大樓和設有香港首個都市原生林的園景區。大樓內具備有展覽廳、綠色家居、綠色辦公室及多用途會議廳。而都市原生林旨在促進生物多樣化。園景區擁有高綠化覆蓋率，並用降溫物料建成，除了可以減低熱島效應，亦可改善本土的微氣候。零碳天地配備 80 種環保技術，當中更有一些是首次在香港使用。要達至零碳排放，零碳天地採用了基於能源階梯的整合式設計和綠建效益的原則。與目前建築設計標準相比，零碳天地可減少能源消耗高達 45%。

「零碳天地」利用可再生能源發電，不僅可以自給自足，更有剩餘電力輸出到公共電網。零碳天地比一般意義上的零碳建築更進一步，它還可以抵銷建築過程及主要結構物料的隱含能源（即在製造和運輸過程中所耗用的能源）。可再生能源來自零碳天地內的光伏板及由廢食油製成的生物燃油。大樓以生物柴油及太陽能光電板等再生能源就地發電，扣除大樓所需電量後，還可以回饋公共電網，真正做到零碳排放。



圖 103 以玻璃提供生物柴油發電展示，並於玻璃上繪製圖說介紹

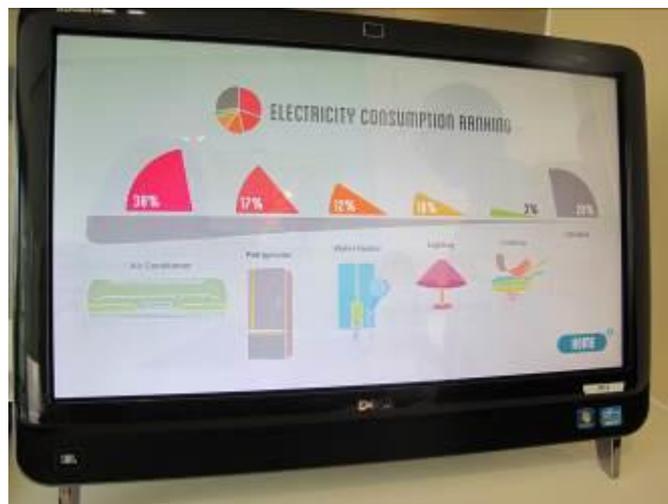


圖 104 以淺顯清楚的圖說向民眾宣導節能知識與技術

所謂「零碳建築」是指以按年計算，該樓在一年間所產生的再生或潔淨能源，能抵消它於同一期間由公共電網供應的耗能量。此座「零碳建築」其中太陽能發電每年約 8.7 萬度，由生物柴油發電約 14.3 萬度，不但可以「自給自足」，還可把剩餘能源回饋公共電網。以每年運作計算，每年用電量約 13 萬度，輸出回饋電網約 10 萬度電；估計於未來 50 年共可減低排放溫室氣體達 8,250 噸。

除了使用再生能源，「零碳建築」亦率先使用「三聯系統」的冷氣系統、風力大但低速的風扇，以達環保之效。大樓亦透過透明的光電板，在室內日間自然採光，收能源效益之果。

(八)香港綠景樓(Green18)

香港科學園(Hong Kong Science Park, HKSP)係於 1999 年由香港政府所規劃，並採類似大學校園的低密度開發設計，全區基地面積為 22 公頃，共計分 3 期興建開發，總樓地板面積約為 33 萬 m²，為香港提供作為包括電子、生物科技、綠色科技、精密工程及訊息科技和電訊等高科技及應用科技的研究基地。第 1 期興建工程已於 2004 年完成，本次參訪之 Green18 綠景樓位於第 2 期開發區，於 2009 年 8 月著手興建，並於 2011 年 5 月興建完成，採用綠色屋頂、晝光利用、能源管理系統、植生牆、浮力通風及再生能源等多項創新永續的綠建築手法，並於 2012 年獲得香港政府頒授之「2012 綠建築大獎—新建建築類」。



圖 105 Green18 綠景樓外觀



圖 106 該建築採用之綠建築手法

由於香港政府規劃第 3 期開發之所有建築物必需取得香港綠建築議會 BEAM PLUS 白金級綠建築標章之認證，同時至少有 1 棟建築物能取得美國綠建築協會 LEED 白金級之綠建築標章，因此 Green18 綠景樓之建築物設計興建肩負示範作用，其採用之相關創新永續綠建築設計手法，將提供作為第 3 期建築物設計之參考，故具有指標意義。

為達到標竿建築之目標，該棟建築在設計時採用了許多綠建築應具備之重要元素，為使建築物之能源能做有效利用，該棟大樓全面採用能源管理系統進行全面監控。

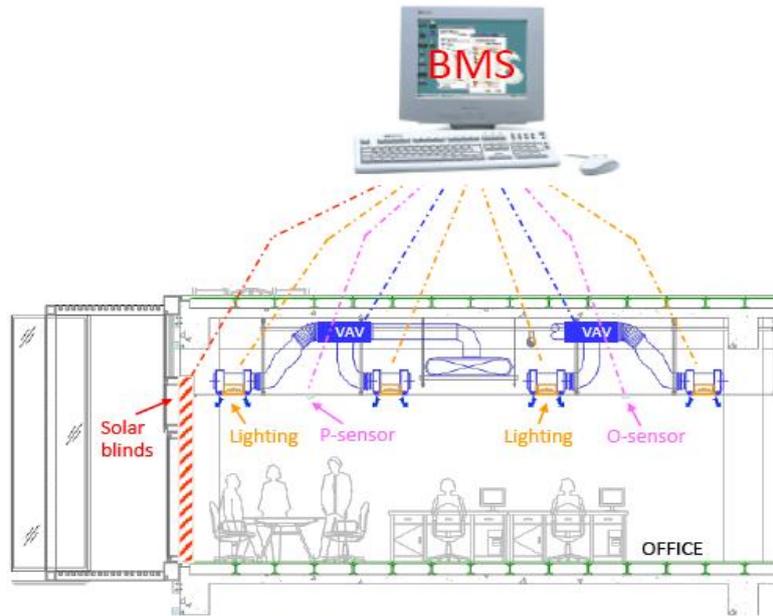


圖 107 Green18 綠景樓採用之能源管理系統示意

並在設計時考量建築物夏季及冬季之自然通風需求，因此建築物座向亦特別予以考量，藉由引進外部新鮮空氣同時採浮力通風之被動式設計，將建築物內部之廢熱予以排除。

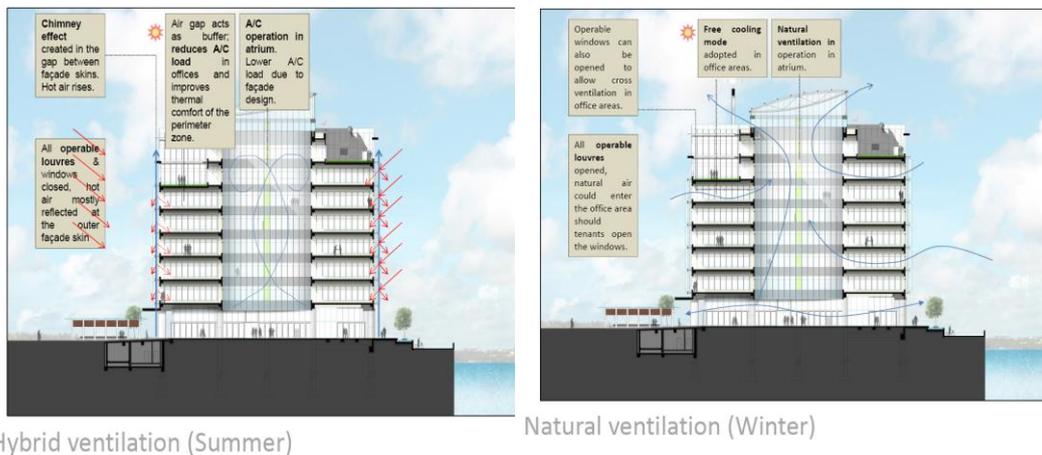


圖 108 Green18 綠景樓採用浮力通風之被動式設計

此外大樓中庭之頂部採用天窗之透光設計，並於頂樓內外分別設置 2 座日光反射器，透過該項設計可依日光照射角度之不同調整，並將晝光有效導入室內之中庭，並於戶外裝置有太陽光導管，透過此設計將溫暖舒適之太陽光導入地下室作為人行通道之照明光源，以減少室內照明之電力消耗。



圖 109 Green18 綠景樓頂樓內外分別設置 2 座日光反射器

由於該建築整體採玻璃帷幕設計為提升建築物之隔熱性能，同時為提供辦公區間在日間能有效利用晝光，在設計時除採 LOW-E 節能玻璃設計外，並於結構體採雙層帷幕牆概念設計，當室外溫度較室內低時，透過外層帷幕牆面之開啟，可將涼爽室外空氣引入室內，若室外氣溫高於室內時，則關閉此外層帷幕牆面，以降低夏季熱輻射進入室內造成空調耗能之增加。

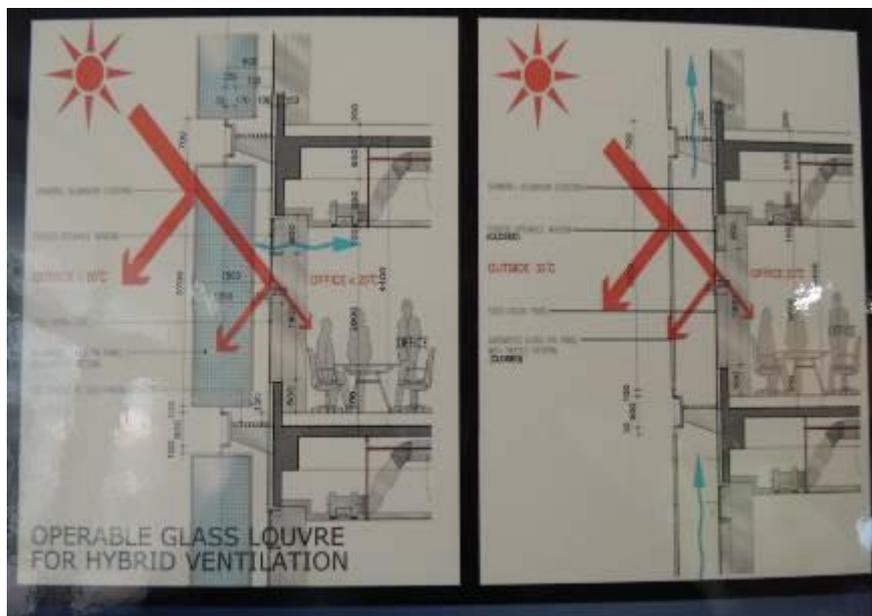


圖 110 Green18 綠景樓採雙層帷幕牆概念設計

另外為提供該大樓使用者一個綠意之舒適環境，於建築物周邊空間種植有許多植栽，同時於建築物之室內及頂樓分別建置有植生牆及綠色屋頂，可有效提升空氣品質，並兼具有隔熱效果。

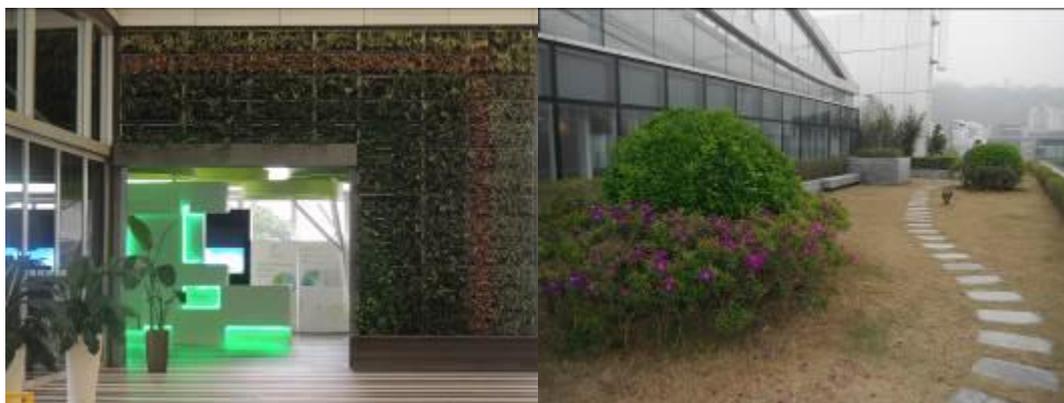


圖 111 Green18 綠景樓植生牆及綠色屋頂

再生能源部分，於該大樓頂樓裝置有 1 座容量 5.5KW 之軸流式風力發電機組，並裝設有太陽能熱水系統，以提供大樓作為熱水之供水系統之用。



圖 112 Green18 綠景樓屋頂軸流式風力發電機組及太陽能熱水系統

因此透過這些創新永續之綠建築設計手法之實踐，使得該大樓在整體建築物能源效能部分表現極為亮眼，以 2013 年為例，該大樓之單位樓地板面積之耗能使用為 147kWh/m²，僅為香港機電工程署規定之 262kWh/m² 能源消耗指標的 56 %，其省電比率高達 44%。

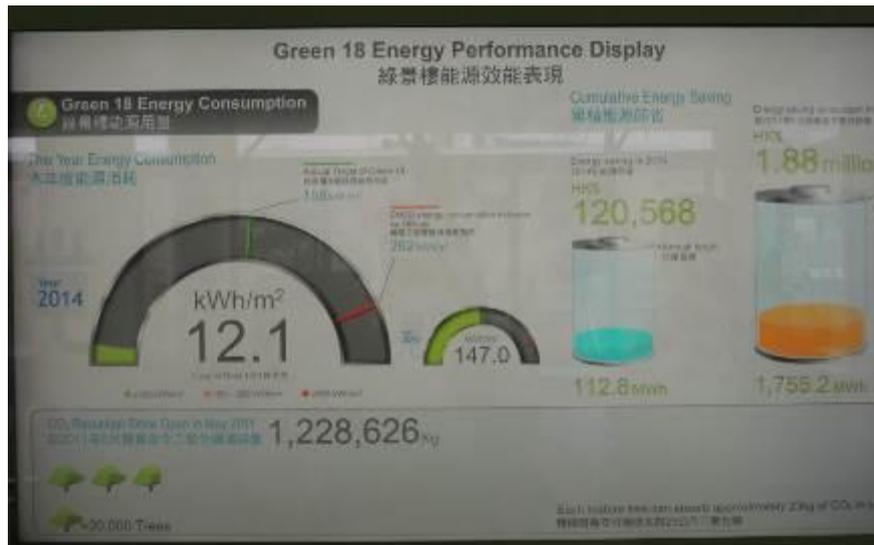


圖 113 Green18 綠景樓能源效率表現

(九)房協長者安居資源中心

本中心為香港房屋協會在 2005 年成立，期望透過教育、身體機能測試、家居風險評估、諮詢及研究，推動「居家安老」的概念。高齡長者可自行或由家人陪伴進行一連串身體行動機能及感知測試，未避免高齡者對測試的反感，所有測試均採用有趣、直覺、簡易的方式，測試後並可獲得高齡者在各項機能之狀況及居家環境應配合改善及注意事項之建議。

香港目前 65 歲高齡長者已超過 100 萬佔總人口比例 13% 左右，預估到 2036 年比例將上升到 30%。據調查 90% 以上的老年人不喜歡到安養或照護機構，所以如何讓高齡長者尤其是中產階級的老年人，安全便利的居家老化為重要課題。本中心目的即為協助欲居家老化的長者，評估其生理、心理狀況，及提出相對應之居家環境調整建議，受測者由家屬陪同，同時中心有社工、職業治療師共同參與，達到跨代共融、並讓受測者覺得有趣。中心借由這些生理、心理測試不但可提供高齡者做為居家環境改善之參考，且因紀錄資訊已電子化，所以可保留作為下一次之比較，以了解身心演變狀況；另外亦可蒐集彙整作為了解香港高齡者身心狀況之基礎資料。



圖 114 以有趣的畫面與簡易直覺問題測試高齡者是否有失憶、失智

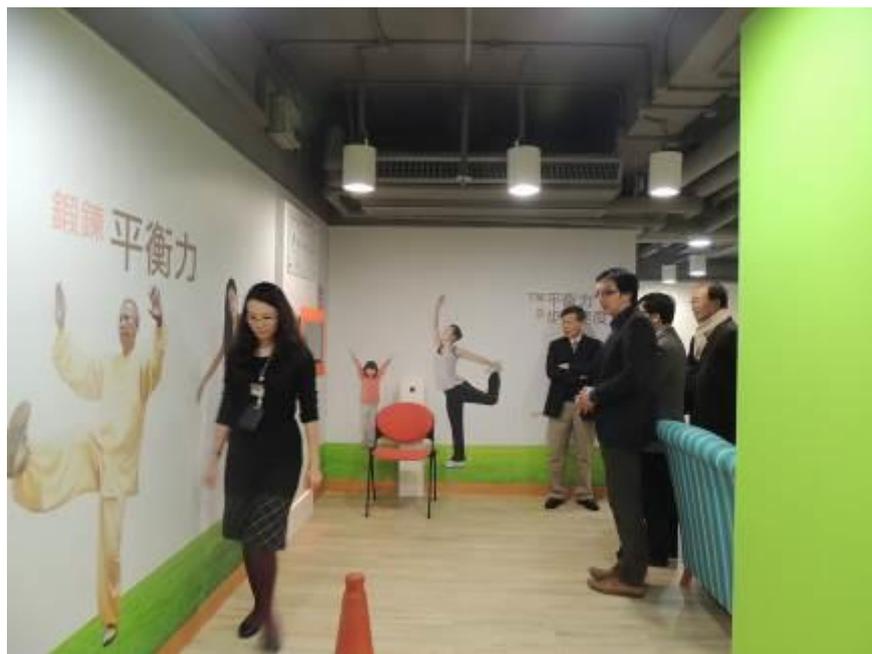


圖 115 測試高齡者身體平衡、肢體行動能力

該中心內除測試區外，另設置家居模擬區及「通用設計」的示範，讓高齡長者認識家居安全，並了解其可選擇之家具及各項設備，同時由經驗豐富的職業治療師及社工協助，隨時為有需要的長者提供適切的服務。



圖 116 提出各種可讓高齡長者在居家環境更安全便利之設備與設計



圖 117 考慮居家面積狹小，設置可供照護者夜間休息輕易收放床舖

該中心更於 2012 年引進先進的智能科技「智型居」，為「居家安老」開拓新的里程，包括可藉由面板操控照明燈具之設備、開門、溫度調控等，利用科技設備，提供高齡者更為方便、安全的居家環境。



圖 118 智慧居家環境控制板，可進行照明、門禁、電視、求助等



圖 119 智慧化生理監測紀錄

三、其他大型參訪案例

(一)新加坡濱海堤壩(Marina Barrage)

在 2008 年的 11 月，新加坡的濱海堤壩正式啟用，這座首次建立在新加坡城市中的堤壩，橫跨濱海水道而建，既有水壩蓄水功能，也有面對潮汐海浪，具備海堤護土及防洪的成效，另外也是一處新加坡國民休閒活動的熱門場所，其形式與功能結合完美，也成為新加坡水源管理領域的里程碑，更以資源永續展覽及免費參觀，同時提升了觀光及教育的綜效。



濱海堤壩位置

圖 120 濱海堤壩區域展示模型

新加坡的濱海堤壩，依據 PUD(新加坡水資源局)提供的資料，濱海集水區是新加坡島上的最大和最都市化集水區，面積達 10 萬公頃或新加坡的 1/6 大小，濱海堤壩長度達 350 公尺寬，並確保不被海水侵入，濱海水庫的蓄水並將提供做為新加坡下一世代的淡水供應來源之一，作為當地的供水系統的支柱之一，濱海水庫約可提供新加坡的當前 10%的水需求量。



圖 121 濱海水庫集水區域

濱海堤壩本體，係由 9 道冠形閘門組成，將淡水與海水分隔，島內即成為蓄水水庫，堤壩水位長年穩定可提供做為水上活動場所，另壩體上建有橋樑可眺望新加坡海峽與市區風光。



濱海堤壩壩體與橋樑

圖 122 濱海堤壩壩體與橋樑



圖 123 濱海堤壩排 7 座洪水管展示 圖 124 濱海堤壩排洪動態展示

濱海堤壩其中一項功能，是作為紓緩新加坡城市的牛車水、駁船碼頭、惹蘭勿剎及芽籠等低窪地區，綜合防洪減災控制計畫的一部分。在暴雨期間，當潮水較低時，九個閘門將被開啟，排放過剩的雨水入海。但如在漲潮時，則每個巨型泵浦將可抽取每分鐘一座奧運大小游泳池的水量，將雨水排放入海，七個排水泵浦並可同時啟用進行大量排水。

濱海堤壩的開放，同時提供了一處良好的戶外休閒活動場地，參訪當天在綠色屋頂有許多放風箏的民眾，同時在一樓戶外空間也舉辦慢跑活動，而濱海水庫裡的水不受潮汐影響，其水面穩定，是理想的各種水上活動如划船、滑浪風帆及划龍舟等練習活動場地。



圖 125 濱海堤壩慢跑活動

圖 126 綠屋頂放風箏

除了上述三大功能，濱海堤壩更於 2009 年獲得基礎設施類綠色標章最高等級白金級認證，因此也是可持續發展的優良展示場所。對於可持續發展部分，有

以下項目可以說明：

- 1.新加坡資源永續展覽館—免費導覽介紹關於新加坡邁向水源及永續發展的故事，並設計多種多媒體互動方式教育訪客學習如何善用資源。
- 2.指標型大型綠屋頂—大型連續的綠屋頂為濱海堤壩一大特色，綠色屋頂使用100%回收再利用的塑膠及生態友善型排水的儲存格，這個大型綠屋頂還提供了天然的隔熱層，草和土壤遮蔽來自太陽的熱度，為建築物減少最高達3°C的表面溫度。
- 3.自然採光及通風—濱海堤壩泵浦機械間使用玻璃和百葉為其外部牆面，這樣內部可使用自然採光，但也避免空調的需要，具降低電力消耗和運營費用的效果。
- 4.利用水庫水冷卻運轉系統—濱海堤壩使用水庫的水來冷卻運行時的排水泵和發電機，每年約可減少1400噸的水量。
- 5.節能與節水的裝置--濱海堤壩在其洗手間中使用無水小便池和節水水龍頭，並於廁所裝設人員感應器以控制照明使用。另也分裝用水的計量表和電表，以追蹤滲漏水，並監測不同設施的水和電消耗。
- 6.使用高效率照明—較一般光源節省40%能源。
- 7.設計風的通道—採被動建築設計手法，引導海風進入濱海堤壩中央中庭，以降低中庭溫度。
- 8.再生能源之太陽能園區--太陽能園區是新加坡的最大太陽能電池光電板設置區之一。405片光電板供應展覽館及辦公室白天所需的照明電力。太陽能園區每年可生產 76000 度電，約相當於新加坡平均180住戶的一個月耗電量。



圖 127 展覽館互動媒體



圖 128 展覽館現場展示



圖 129 良好通風



圖 130 泵浦機械間玻璃及百葉



圖 131 濱海堤壩綠屋頂



圖 132 濱海堤壩太陽能園區

資料來源：濱海堤壩官方網站

(二)香港啟德發展區

囿於香港土地開發已趨近飽和，為提供香港市民更完善之居住空間，香港政府在 1998 年 7 月啟德機場遷往赤鱗角之後便著手規劃發展該區，依其規劃該區域面積高達 320 公頃，預計入住居民人口數為 8.6 萬人，同時將帶動興建酒店房間約 6.4 萬個，及零售及辦公室的總樓地板面積達 1,440 萬 ft^2 ，整個規劃預計政府需投入約 1,000 億港元，完成後除可提供許多新興之就業機會，並能帶動振興周圍如九龍城，黃大仙及觀塘等地區之發展。

若依啟德發展區之規劃，未來該區將湧入大量觀光旅館、辦公大樓及百貨商

場，因此估計將有大量新增空調之需求，故香港政府於 2008~2009 年度之施政報告中規劃，將於啟德發展區設立「區域供冷系統」工程，以作為該新發展區內之建築物提供空調冷卻水之用，並希望藉此機會提升空調系統的能源效益。

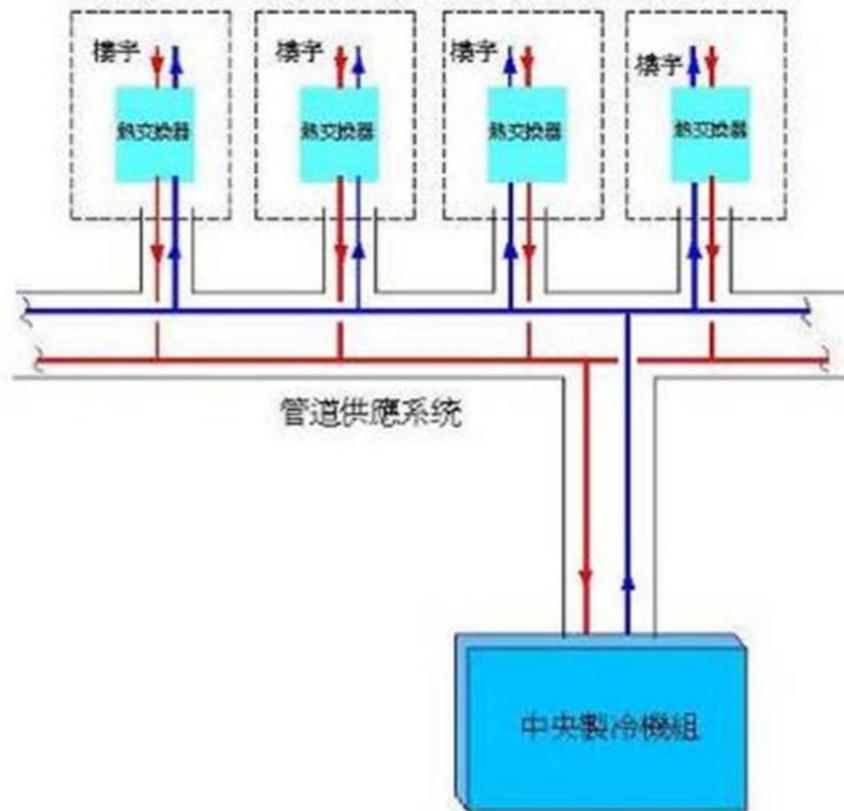


圖 133 區域供冷系統架構圖

所謂的「區域供冷系統」概念上類似大型的中央空調系統，即透過統一製造冷卻水之方式，以供該區內大樓之空調系統使用。由於啟德發展區緊鄰於維多利亞港旁，因此整個「區域供冷系統」是利用海水在中央供冷站製造冷凍水，通過配水管網絡把冷凍水輸送到啟德發展區的用戶大樓作為空調之用。整個「區域供冷系統」工程設施計有：北部區域供冷站機房、南部區域供冷站機房、地下海水泵房及敷設海水入水、排水管道和冷凍水配水管網絡，以及為啟德發展區的用戶大樓提供之接駁設施。



圖 134 啟德發展區區域供冷系統發展概覽圖

整個工程預計提供的總供冷樓地板面積約為 173 萬 m²，總製冷量約為 81,000 冷凍噸，約足以供應 40 座 30 層高商業大廈的空調使用量需求。而整個配水管道網絡之總長度約為 39 公里，相當於由香港國際機場至銅鑼灣的距離，而最長之配水管到長度為 2 公里，整個工程費用約為 49 億 5 千萬港元，回收年限預計為 30 年。



圖 135 啟德發展區區域供冷系統機組配置

依其規劃估計該「區域供冷系統」的能源效益約較傳統氣冷式空調系統高 35%，約較獨立使用冷卻水塔的水冷式空調系統高 20%，為使該系統發揮應有之成效，該系統共計設置機組為 16 組（含備載機組），主要供應的大樓類型計有下列 8 類：

- 1.商業大樓(商場、辦公室)
- 2.警局及消防局
- 3.文康設施(運動場、泳池、體育館)
- 4.醫院設施(醫院、療養院)
- 5.郵輪碼頭大樓
- 6.學校
- 7.酒店
- 8.港鐵車站

整套啟德發展區區域供冷系統，可透過中央監控系統進行運轉監控，同時為滿足連接大樓之空調需求，在系統設定上要求從系統中心送出之冷水溫度為 5°C，經由配水管道送至大樓供應空調冷卻水使用後再回送至系統中心之水溫不得超過 5.5°C，同時為避免在運輸過程中造成的溫度升高，除於配水管道外包覆包溫層外，同時將配水管埋設於地表下 5~7m 處。



圖 136 啟德發展區區域供冷系統中心運轉監控畫面



圖 137 啟德發展區區域供冷系統配水管佈設工程

此外，為降低機組運作所產生之高溫，系統在設計時係藉由抽取海水來降溫，同時為避免排放之廢水溫度過高造成附近海域之生態破壞，其廢水排放溫度設定不得高於海水溫度之 2°C 範圍內。同時，為避免因海水降溫系統故障無法發揮功效，該系統亦建置有淡水降溫系統，以作為系統之預備散熱系統。



圖 138 啟德發展區區域供冷系統之淡水降溫系統

另為提升該「區域供冷系統」之利用效能，香港政府強制規範於啟德發展區之公家機關建築物之空調系統必需連接並採用該系統，至於民間之私人住宅大樓則採自願方式處理。此外配合整個啟德發展區之規劃發展，該系統工程共分成四期興建，第一期及第二期工程於 2011 年之年初展開，並於 2012 年開始運作，主要供應的大樓為郵輪碼頭大樓、學校及商場，第三期工程已於 2013 年中展開，完成後將提供政府合署及醫院等大樓使用，至第四期工程則預計於 2015 年度展開，未來將主要提供辦公室、商場、室內運動場及酒店等大樓之空調使用。

而此「區域供冷系統」工程若全數完成運轉，依香港政府規劃評估每年約可節省高達 8,500 萬度電，相當於每年減少二氧化碳排放 59,500 公噸，約為 9,000 人一年的二氧化碳排放量，這樣的減碳成效相當於種植 230 萬棵樹光合作用之固碳效果，約為 120 個香港維多利亞公園土地之栽種面積。

除上述之節能減碳成效外，據香港政府表示該系統尚能提供之效益有：

1. 用戶無須裝設獨立的製冷機組和相關機電設備，因此可有效減低這些設備操作時所產生的噪音、震動和熱力對周邊環境的影響。
2. 由於用戶建築物無須裝設獨立的製冷機組，除大樓設計可更具彈性外，同時還可節約原為安裝製冷機的機房空間 70% 的機房面積，其約可減省建築物的總建築成本約 10%。

參、心得建議

一、心得

本次研習新加坡及香港智慧綠建築相關政策推動及實際建設成果，發現這兩個地方對於推動環境永續發展及提升環境品質之作法及措施，均有值得我國參考引用與之處，不但在政府政策、建設計畫與管制方式等，積極提出對策，而在實體建設部分，更是從建築個體、社區甚至到整個區域的整體發展，建立優質的永續發展環境，綜合提出以下幾點研習心得：

(一) 由政府訂定規劃整體政策並配合相關措施推動

新加坡對綠色建築與運用 BIM 進行建築管理及智慧國家等政策的實施推動，以及香港在綠色建築與智慧建築上之推廣應用等，均採由上而下方式推動，由政府訂定政策並規劃各項執行策略後，結合業界推動落實。

- 1.新加坡政府在政策規劃與執行方面，對於綠色標章及公共組屋政策之目標及執行機關分工架構清楚，且整體政策內容具體可行，並且配合政府長期財務規劃及一貫政策強力推動，成效可觀。
- 2.香港政府在推動區域冷房系統之政策，整合政府資源，除運用政府土地建置區域冷房系統廠房、設置輸送管道及相關系統規劃建置等外，更透過政府相關部會單位的共同合作來完成計畫，並由政府機關率先配合政策引用，藉以引導民間加入使用與支持，以發揮區域冷房最佳效益。

(二) 重視智慧綠建築相關實體及多媒體展示推廣

新加坡在政策相關的推廣教育宣導上由政府部門的力量較為顯著，透過建置相關展示場館結合豐富的展示內容及方式，達到教育及宣導之目的。而香港除了政府展館之外，部分民間單位也積極與政府合作，投入政策教育與宣導之工作，並以自身的實際案例進行建置解說，讓參訪者可以更進一步體驗及瞭解實際狀況，同樣達到教育宣導之目的。

- 1.新加坡在零碳建築、公共組屋實體展示、濱海堤壩、新生水訪客中心等展示館，內容均透過建置活潑生動並結合實際運作的各項實體及多媒體

展示，對於教育民眾及推廣政府政策均有良好效果。

- 2.香港零碳天地及Green 18綠景樓，前者以應用推廣的示範教育角度，後者則以實際本身之建築案例，充分展現各項節能技術，並實際呈現技術之效果，兩者均可達到教育宣導之意義，後者更進一步除了可進行技術之效益驗證外，同時更可讓參訪者確實掌握實際之設置情況與效益，作法均值得參考。
- 3.香港房協長者安居資源中心透過教育、身體機能測試、家居風險評估、諮詢，讓測試者可較清楚掌握其生活能力，並設置各式安全居家設計案例及應用智慧設備系統之作法，提供高齡長者作為居家改善參考，使其可安全、便利「居家安老」，對於推動在宅老化有極大助益，其整合性及展示區之作法非常值得我國衛生福利部等相關單位參考。

（三）以法令強制規定提升節能減碳效益

香港環境局主責綠色建築推動政策，並由相關部會單位執行相關法規，包括建築物能源效益條例、總熱傳送值的規定、及強制性能源效益標籤計劃等，而其中，機電工程署負責訂定建築物能源效益條例，並與環境局共同合作推動強制落實實施，樹立香港建物節能減碳里程碑，可供我國推動節能政策參考。

- 1.香港政府訂定之能源條例針對新建築物主要耗電設備進行能效管制，對於確保新建築物之能源使用率有立竿見影之效，另外要求既有建築物進行能源使用率認證，雖尚無要求強制改善之規定，惟讓使用者了解其用電狀況，對於推動節能改善亦有或多或少效益，惟若能參考德國作法配合政府提供補助或改善之初抵繳減稅等措施，相信必能有更佳之成效。
- 2.香港於2012年開始實施建築物能源效益條例，強制要求新建建築物內相關設備，包括電力、空調、照明，以及升降機及自動梯等，需符合其基本能源效益標準及規定。現有建築物在進行主要裝修工程時亦須遵守有關規定，另對於商業建築物及綜合用途建築物商業部分的中央屋宇裝備裝置，必需每10年進行能源審核，並需在建築物主要入口顯眼處展示結果，供公眾查閱，其強制作法可供我國推動節能政策參考。

- 3.香港啟德發展區採用區域冷房之作法，利用政府土地建置區域冷房、整合政府資源，並以政府機關率先配合政策推動並引導民間參與，估計每年可省電8,500萬度、減碳6萬噸，確實發揮極大效益，此作法亦可提供我國推動區域節能政策之參考。

(四) 採用多項創新技術及結合智慧手法落實建築節能

新加坡及香港在綠建築及智慧建築發展許多新技術手法，並已實際應用於實際之建築案例，綜合研習之實際案例，整理可供參考之技術手法，可作為我國發展智慧綠建築相關規範、技術之參考。

- 1.在綠建築部分：採用了在建築物導入許多綠色建築手法，如綠色屋頂、晝光利用、能源管理系統、植生牆、浮力通風及再生能源等多項議題，並與當地特色建築之設計手法巧妙搭配，值得參考。
- 2.在智慧建築部分，採用了運用多項資通訊技術及系統功能，包括智慧安全系統、能源管理、機電設備、辦公空間管理系統等，多項智慧化功能在辦公建築中與管理需求結合之運用方式，亦值得參考。
- 3.各地氣候及基地條件等因素不同，因此綠建築及智慧建築的設計手法各有不同，本次參訪時發現，案例均在進行建築設計時，即考量建築物所處地理環境、位置及建築物使用特性等條件，並且因地制宜挑選適當之綠建築及智慧建築的設計手法，並積極落實導入建築物規劃設計及施工，以真正達到節能減碳及兼具健康舒適之目標。

二、建議

(一) 在政府政策制訂與執行方面

本次研習除了獲得在智慧綠建築相關之政策及推廣相關推動作法可供參考外，並發現管制汽機車之收費系統及鄰國有關防範都市洪災之具體作法，均可納入我國後續施政之參考。

- 1.在智慧綠建築之政策及推廣實施過程中，就本次參訪新加坡及香港之政策規劃、法令規範及其推動作法，無論是願景目標的訂定、政策納入法令規範強制執行等相關內容及手法著實值得我國「智慧綠建築推動方

案」參考，建議可於研擬下一階段推動計畫時予以納入參考。

- 2.新加坡及香港2國家的綠建築起步較晚，目前也多著眼於量的提升，我國的綠建築發展相對領先，惟對於取得綠建築建築物的用後能效表現，缺乏實際數據。目前國際上已有部分綠建築案例進行節效率相關監測，新加坡及香港2國家亦已進行案例之長期監測以瞭解實際成效，建議我國也應儘速著手規劃建置相關示範案例，並進行實際使用監測，以瞭解我國綠建築真正的節能成效。
- 3.新加坡政府為管制汽機車的車流量，於市區中心設置ETC收費系統，在同一地區，透過管制手段，設定進出方向費率、不同時段費率、不同車型費率等方式進行收費，不但可以達到管制尖峰時段車流量問題、增進政府財政收入，及同時達到使用者付費的公平正義原則，一舉數得，建議我國政府如交通部及各地方政府等相關單位亦可效法參照。
- 4.於新加坡獲悉其鄰國馬來西亞，在為因應洪患或即時性暴雨之災害，會將國內建置之車行地下道、隧道等，於洪患來臨前或即時性暴雨量超過警戒值時，即啟動將車行地下道、隧道等作為暫時的滯洪設施，抒解宣洩瞬間超大水量，以降低洪患，有效達到都市防災之目的，建議我國政府如經濟部、交通部及本部等相關單位，在研擬因應都市防災時，可將此種防洪手法及解決淹水對策，納入規劃考量。

（二）在相關設計及技術展示推廣方面

本次研習發現新加坡及香港的建築設計，及在智慧綠建築相關展示推廣方面，其作法極具參考引用之價值，建議納入後續推動參考。

- 1.新加坡的建築設計均會在建築物統一處留設分離式冷氣之安裝位置，並將相關室外主機相關管線引入建築物內部之位置予以預留，以方便未來安裝及施工使用，並統一使用線槽實際安裝之管線予以收納，因此其建築立面外觀整齊一致，不會出現不同樓層不同主機安裝位置，且相關管線在牆面上隨意安裝之雜亂情形，對維持建築外觀及提升整體建築環境品質有極大助益，建議我國政府如本部營建署及各地方政府建管相關單位可參考將其納入設計規範強制規定辦理。

- 2.為提供建築師可以親身體驗及瞭解許多綠建築及智慧建築應具備之重要元素，建議可參考新加坡及香港之示範建築「零耗能建築」，透過現地實際建置1棟示範案例方式，藉由這樣的標竿建築，提供後續開發興建建築物設計之參考。
- 3.新加坡及香港為使民眾瞭解智慧綠建築設計之實質意涵，均已建置相關示範導覽場所，除有專人解說外，亦建置互動多媒體平台，透過生動活潑之互動導覽方式，提升民眾之興趣。相較我國，現階段雖已有「智慧化居住空間展示中心」及「綠建築示範基地導覽計畫」，亦由專業講師進行現場解說，但尚未建置完善的綠建築互動導覽及技術展示平台，建議此部分可再予以強化，以提升示範成效。
- 4.香港房協長者安居資源中心以智慧家居設備協助改善老年化人口生活環境為港台共同趨勢，該中心為推廣智慧家居設備進行建置家居展示區，作法值得參考。

（三）其他

透過本次智慧綠建築研習行程，已初步建立新加坡及香港相關聯絡點，建議後續可邀請新加坡或香港之智慧綠建築專家學者來訪，加強與新加坡及香港之雙方交流。

參考文獻

一、網站資料

- (一) Snippets of 3rd Green Building Masterplan，網址
http://www.bca.gov.sg/GreenMark/others/BGreen_4_2013.pdf
- (二) Treelodge-Punggol，網址<http://www10.hdb.gov.sg/ebook/treelodge/punggol.html>
- (三) HDB Virtual Showflats，網址
[http://esales.hdb.gov.sg/hdbvsf/eaap006p.nsf/images/main/\\$file/main_showflatInfo.htm](http://esales.hdb.gov.sg/hdbvsf/eaap006p.nsf/images/main/$file/main_showflatInfo.htm)。
- (四) Marina Barrage，網址
<http://www.pub.gov.sg/Marina/Pages/Environmental-Sustainability.aspx>。
- (五) 香港綠色建築議會，網址<http://www.hkgbc.org.hk/eng/>
- (六) 建築快訊－啟德發展區，網址
http://www.constructionnews.com.hk/chi/news_detail.php?id=12
- (七) 香港科技園，網址
<http://www.hkstp.org/zh-HK/News-Media-Events/Corporate-News/2012/Hong-Kong-Science-Park-Phase-3-and-Green-18-Brings.aspx>
- (八) 香港環境保護署，網址
http://www.epd.gov.hk/epd/tc_chi/climate_change/bldg.html
- (九) 創益市集文化出版社，痞客邦部落格網址 <http://ifbook.pixnet.net/blog>
- (十) 林肯住宅大樓(Lincoln Suites)建案相關網站，網址 <http://www.newlaunch.sg/>
- (十一) 林肯住宅大樓(Lincoln Suites)建案相關網站，網址
<http://www.lincoln-suites.com/>

二、中文資料

A+U建築與都市特刊，新加坡-垂直綠化之都(Capital City for Vertical Green)，2012

三、英文資料

Treelodge@Punggol, Green Home Healthy Living An Eco-Lifestyle Experience,
Housing &Development Board, 2014.

四、簡報資料

(一) Benjamin Towell, Green Mark & Green Building Masterplan ,Building and
Construction Authority, 2014

(二) Singapore BIM Roadmap ,Building and Construction Authority, 2014.