

出國報告（出國類別：考察）

參訪新加坡 BEX ASIA 展覽  
暨參訪節能推動單位

服務機關：經濟部能源署

姓名職稱：陳鵬文技正

派赴國家：新加坡

出國期間：113年9月2日至9月6日

# 摘要

## 一、新加坡建築節能推動政策作法-「2030年80-80-80」

- 到2030年達到80%的建築綠化，透過增強型現金激勵計劃（GMIS-EB 2.0）幫助建築業主降低能源效率改造的前期資本成本，從而實現更高的能源效率改造。
- 2030年起80%的新開發案將是超低能耗（SLE）建築，透過建築環境轉型總建築面積激勵計劃，提供物業主或開發商享受額外的建築面積獎勵，鼓勵私人開發項目採用SLE。
- 2030年綠建築能源效率提高80%，推出GBIC 2.0針對關鍵需求驅動因素，透過產業合作夥伴關係共同創建並加速解決方案和商業化。

## 二、能源管理整合AI應用

本次參觀BEX ASIA參展廠商，包括Carrier、Honeywell、Daikin等大廠都展示其能源管理整合AI的產品及服務。而透過現場廠商，包括Azendian及Univers的演示，顯示AI整合能源管理的應用，已可透過資料分析預測建築未來用能趨勢，並且直接迴授控制建築內部設備，達到整體建築節能優化的功能，並且創造可觀的節能效益。

## 三、新加坡綠建築考察心得

新加坡善用建築結構體，適當地引入自然通風與外部日光照明，達到節能與舒適性共存的目標。我國可在適當的建築設計中導入，節約建築用能。例如建築內部公共空間適當地引入外氣，節省公共空間的空調與照明用能。

## 四、新加坡一站式節能服務作法

從BCA透過CORENET X行動打造一站式的建築批審流程加速綠建築推動時程的作法，以及Evercomm提供一站式節能減碳服務鏈結金融、客戶、技術及碳審計的商業模式，建議未來我國若有繁複程序的節能政策，應建立一站式服務流程，以服務對於法規、流程不熟悉的企業，如中小企業或傳統產業，提高其政策參與意願。

# 目次

摘要.....	i
一、 目的.....	1
二、 過程.....	3
(一) 參訪 Danfoss Sustainability Technology Center.....	3
1. 高效率空調系統解決方案.....	4
2. 無油空壓機系統.....	8
3. 高效率智慧農場解決方案.....	9
(二) 考察綠建築設計工法.....	10
(三) 參訪 Building and Construction Authority.....	19
(四) 參訪新加坡綠建築協會(SGBC).....	23
(五) BEX ASIA 2024、MCE Asia 與 SCB 參訪重點.....	24
(六) 拜訪 Evervcomm 研討新加坡節能金融推動作法.....	43
三、 心得及建議.....	45
(一) 心得.....	45
(二) 建議.....	46

# 一、目的

新加坡為亞洲重要金融、服務和物流中心，由於氣候變遷對新加坡造成的影響甚鉅，該國向來堅定支持全球性議題多邊方案。其中能源效率更是為新加坡減碳核心策略，該國於 2022 年提出承諾 2050 年實現淨零排放目標，並規劃長期低碳發展策略與 2030 年國家自定貢獻進行目標修訂。

本次行程目的在訪問新加坡節能推動單位，如綠建築管理單位 (BCA, Building and Construction Authority) 與新加坡綠建築協會 (SGBC)，交流、分享台新雙方節能政策推動經驗；參訪新加坡綠建築展 BEX Aisa (The Built Environment EXPO)、同步展出的新加坡暖通冷凍空調展 MCE Asia (Mostra Convegno Expocomfort Asia) 及新加坡亞洲智慧城市與建築展 SCB (Smart Cities and Buildings ASIA)；參與展會期間之新加坡綠建材協會 Singapore Green Building Council (SGBC) 研討會；並參訪綠建築案例。藉由收集最新節能科技資料及典範案例，以掌握亞洲能源效率政策與措施趨勢，做為我國節能政策與推動策略規劃之參考。

BEX Asia 為新加坡主辦之建築節能重要展覽，也是亞洲最受期待的建築環境盛會 IBEW 的同期展會。本年度展出重點如下：

- (一) 節能綠建材：包括綠建築系統、門、窗和玻璃、裝飾、塗料和油漆、內飾和傢俱、室內和室外照明、智慧供暖和通風、水資源管理、綠色城市智慧排水系統、綠色屋頂、雨水集蓄、可滲透的園景建築、天然材料、建築結建築物外體、建築基礎、地基和土方工程等。
- (二) 智慧節能家居、城市智慧：包括建築管理系統和智慧建築系統、智慧基礎建設、機電服務、城市回收和廢物管理系統、智慧監控、智慧空氣過濾和淨化熱泵。
- (三) 城市永續：包括再生能源系統、太陽熱能、綜合供熱供電，太陽能、風能其他創新建築和設計服務、建築性能服務、裝修服務、規劃服務等。

本次出訪預期效益如下：

- (一) 政策與策略學習：了解新加坡在節能減碳方面的政策框架和策略，包括能源效率提升、綠色建築標準等，並且學習新加坡如何有效執行節能政策，克服實施過程中的挑戰，並取得成功成果。
- (二) 技術與創新了解：獲取有關新加坡在能源管理、智慧城市、可再生能源等方面的最新技術和創新方案。參觀和了解新加坡在節能技術和永續建築方面的實際應用案例，探討其成效和最佳實踐。
- (三) 合作與資源共享：與新加坡的節能和環境專家建立聯繫，擴展專業網絡，促進未來的合作和交流。
- (四) 標準與認證：了解新加坡在能源效率、碳排放等方面的國際標準和認證體系，提升台灣在國際市場上的競爭力。學習新加坡在推動綠色建築和永續發展方面的最佳實踐，這有助於改進台灣相關領域的政策和措施。
- (五) 政策發展趨勢：掌握新加坡未來的節能政策和氣候變遷應對趨勢，預測和調整台灣的相關政策，保持政策的前瞻性和適應性。

## 二、過程

### (一) 參訪 Danfoss Sustainability Technology Center

丹佛斯成立於 1933 年，總部位於丹麥，是一家專注於提高能源效率和促進永續發展的全球領導者。丹佛斯的核心業務包括四個主要領域：暖氣（Heating）、冷氣（Cooling）、驅動（Drives）和動力解決方案（Power Solutions）。提供服務領域提供高度節能的解決方案，幫助減少能源消耗和環境影響。丹佛斯致力於技術創新，並積極投入研發。此外，丹佛斯強調永續發展，並在公司內部實施嚴格的環境和社會責任標準之一。

本次拜訪 Danfoss 位於新加坡的 Sustainability Technology Center(STC)，現場展示 Danfoss 高效率空調系統解決方案、無油空壓機系統、以及高效率智慧農場解決方案。



圖 1：本次參訪 Danfoss STC 人員與 Danfoss 專家合影

## 1. 高效率空調系統解決方案

高效率空調系統解決方案由 4 部分組成，包括高效率排風控制、 高效率熱交換器、高效率致動閥及其控制器、以及智慧變頻控制器。

- (1). 高效率排風控制系統讓風扇和承載機構件達到最高的氣密性，現場觀測，風扇邊緣和機構件的間隙只有一張名片的厚度，Danfoss 人員說明，間隙越小風扇排出的風洩漏越少，排風效率越高。再者，風扇後方的承載固定導風片也透過風洞模擬設計出最佳排風角度，目的是讓風扇抽出的氣體能夠在最小摩擦力情形下往後輸送。另外，排風輸出部分也透過空氣動力，以最佳化的角度進行設計安裝位置，目的是希望排風氣送到通風管的時候能將空氣阻力降至最低。通過現場展示，相較於其他競爭手的排風設計，在相同的通風氣體流速下（6M/秒），Danfoss 的耗能量只有競爭對手的 85%，亦即節能 15%。



圖 2：Danfoss 排風扇設計



(Danfoss)



(他廠)

圖 3：Danfoss(左)與他廠(右)排風系統設計比較，透過導風機構可減少出風處與風管之間的渦流，減少散逸，增加效率

- (2). 在高效率熱交換器部分，為了因應多種不同空間的冷房需求，Danfoss 設計以風巢狀的熱交換器，讓冷熱交換效率達到最佳化，可以減少冰水主機的安裝數量，並且減少冷熱能散逸。

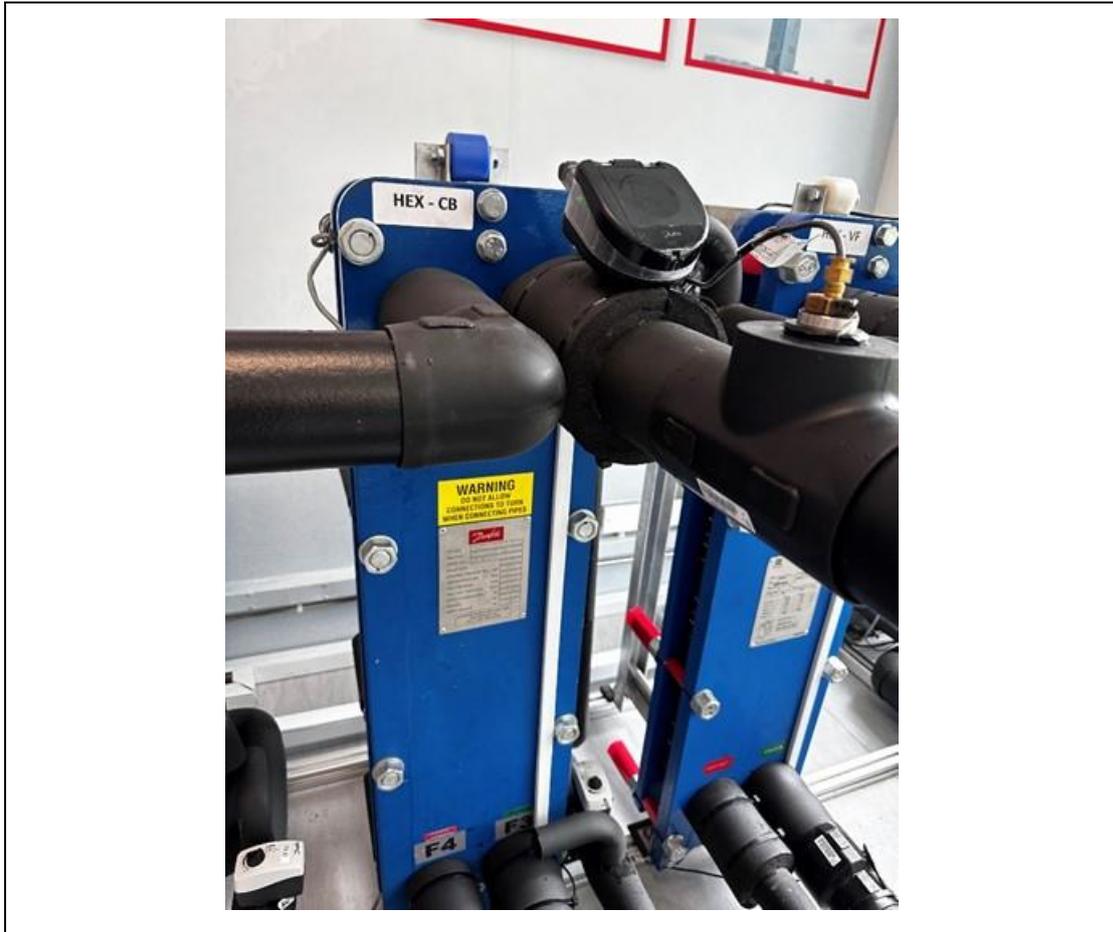


圖 4：Danfoss 透過熱交換器(藍色部分)滿足不同空間的冷房需求

- (3). 高效率致動閥及控制器：Danfoss 的高效率致動閥，讓冰水主機的供水系統，從啟動到穩定水流輸出只要 70 秒，一旦達到目標設定值之後會立刻穩定輸出。相較於其他競爭手產品，從啟動到穩定輸出，往往需要 1 小時左右。Danfoss 表示，一般的冰水系統在達到穩定之前，若輸出會忽高忽低的震盪，在震盪時會浪費能源。而 Danfoss 的高效率致動閥及控制器讓冰水系統快速穩定，亦即減少能源不必要的浪費。



圖 5：高效率致動閥與控制器



圖 6：Danfoss 整體系統穩定時間(綠線)與他廠(紅線)比較

- (4). 智慧型變頻驅動器：智慧型變頻驅動器連接馬達以及高效率致動閥，會自行依據馬達的轉速、功率以及致動閥開啟量判斷冰水系統流量（流速、水壓等），如此一來，就無須在水管內安裝流速計。依據 Danfoss 估計，減少安裝流速計約可提升整體能效約 4~5%。



圖 7：智慧型變頻驅動器

Danfoss 表示，這套高效率空調系統目前主要用於建築、以及伺服器機房。在效能提升部分，Danfoss 以和 Google 合作的伺服器機房為例，其氣冷式伺服器機房之 PUE 約 1.1。

## 2. 無油空壓機系統

Danfoss 無油空壓機核心如圖 8 所示，採用磁浮設計，減少轉子與承載機構間的摩擦係數，進而提升效率。Danfoss 表示此設備目前已與我國空壓機廠商合作共同開發空壓機系統。



圖 8：磁浮離心式空壓機

### 3. 高效率智慧農場解決方案

高效率智慧農場解決方案，是高效率空調機房解決方案的延伸應用，發展目的是因應新加坡發展垂直農場所需。與空調系統不同之處在於增加了多頻譜的 LED 光源，提供植物所需要的照明光線。並且應用 Danfoss 特長，精準控制植物所需的水流、室溫以及肥料輸送。

依據 Danfoss 的客戶反應，使用 Danfoss 精準環境控制的系統，植物的生長效率確實高於其他未精準控制的系統。但提升比例的數據，目前新加坡主政單位仍在測試評估中，尚未獲得比較的結果。



圖 9：智慧農場解決方案

## (二) 考察綠建築設計工法

新加坡綠建築的發展是國家應對全球氣候變遷遷徙、資源有限的具體實踐。在推動綠建築過程中，新加坡創造了一批具有特色的建築設計主題。其綠建築發展不僅限於商業和住宅領域，還廣泛應用於基礎設施和公共建設中。

本次考察的綠建築包含新加坡國立大學 SDE4、南洋理工大學 Gaia、學習中心大樓 Hive、藝術設計學院 ADM、The ARC 以及拉薩爾藝術學院。綜合上述五個綠建築的設計方式，歸納出以下綠建築工法設計重點。



圖 10：新加坡國立大學 SDE4 整體外觀



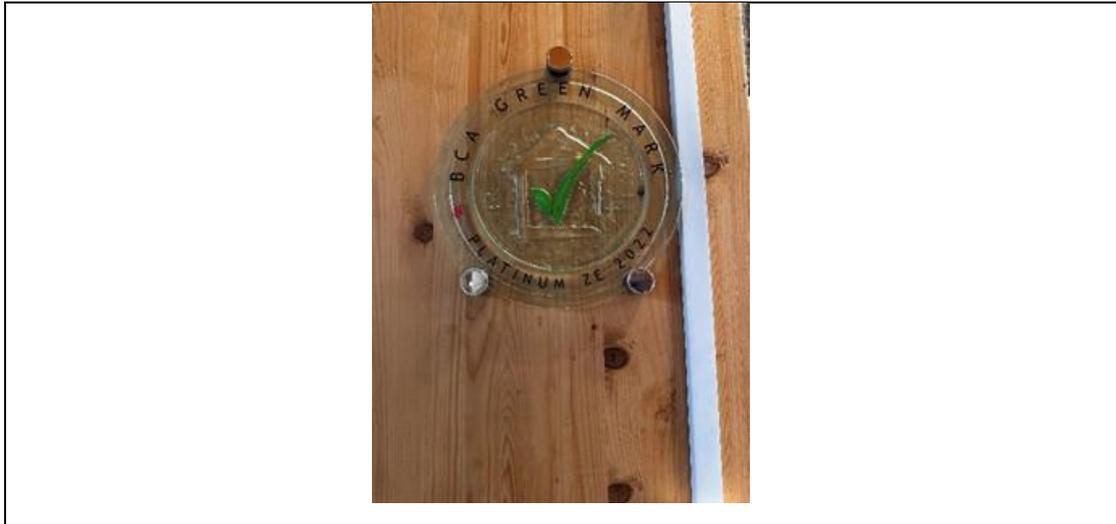


圖 11：南洋理工大學 Gaia 整體外觀與綠建築標章

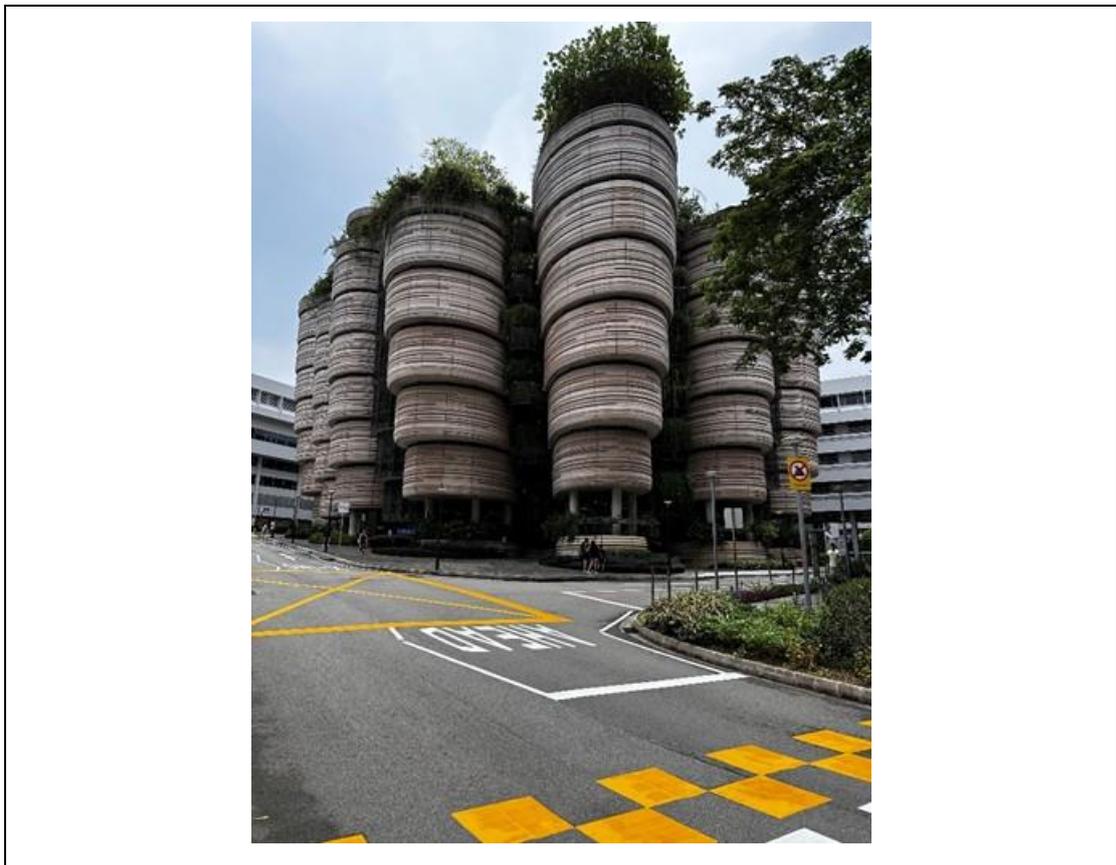


圖 12：學習中心大樓 Hive 整體外觀



圖 13：藝術設計學院 ADM 整體外觀

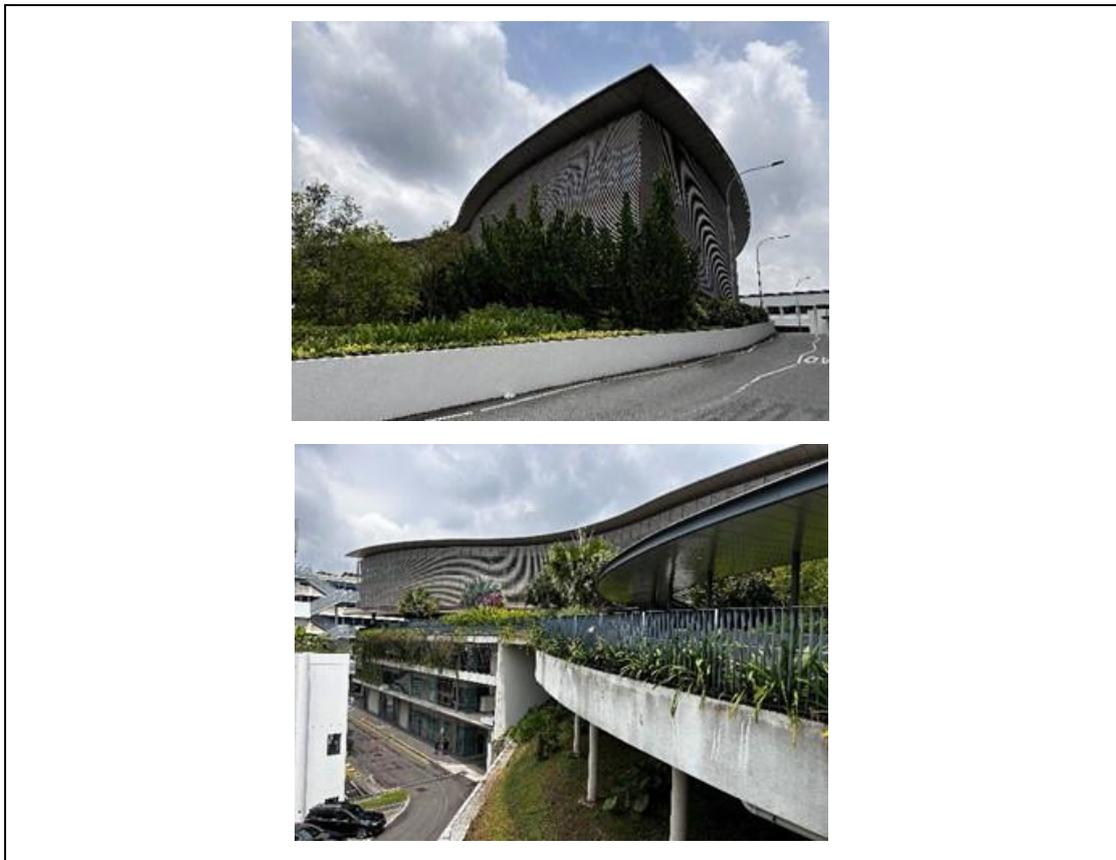


圖 14：The ARC 整體外觀

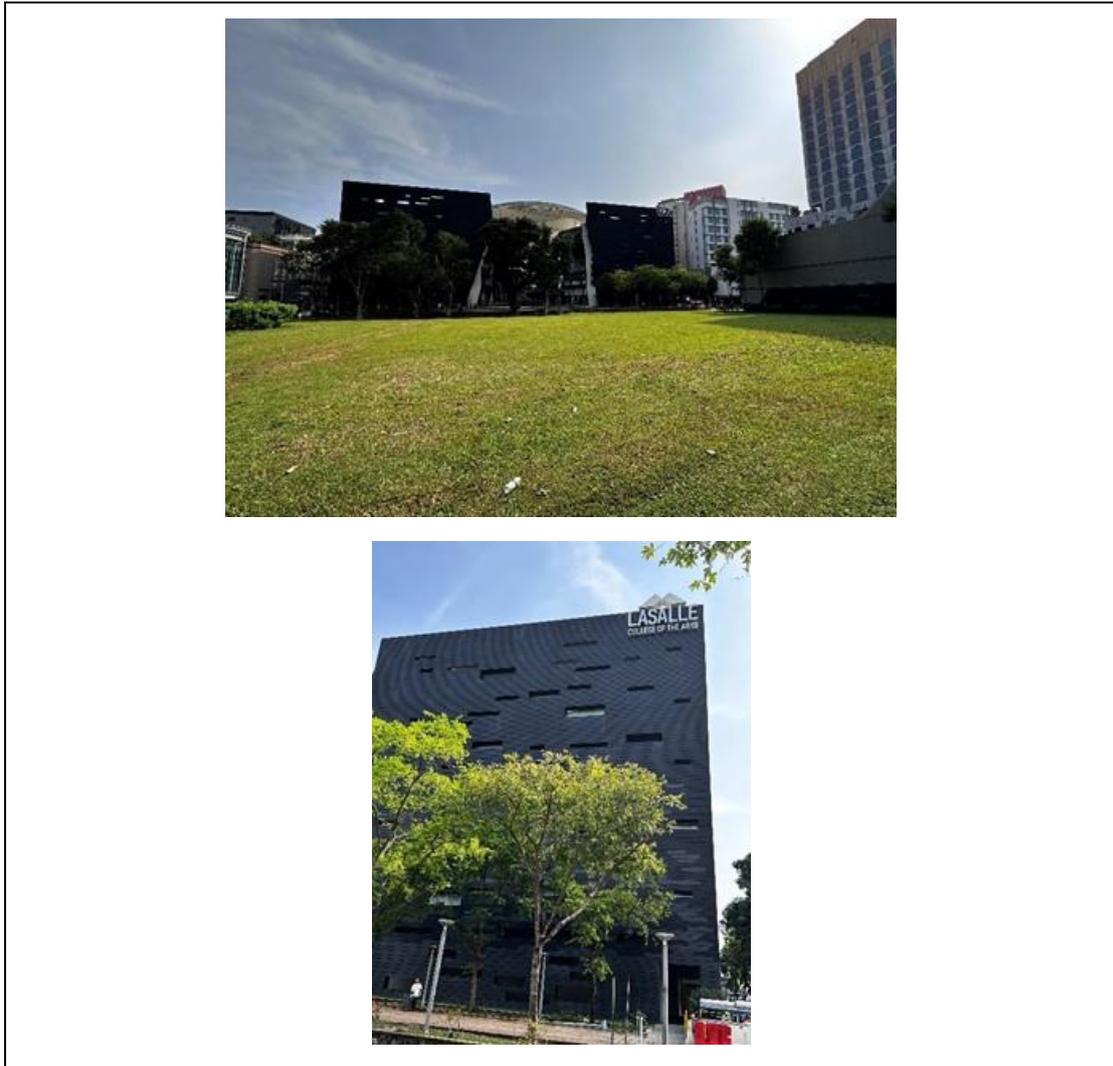


圖 15：拉薩爾藝術學院整體外觀

1. 建築結構體採用通風式設計，透過引進外部空氣，讓建築本體可持續通風散熱，熱氣不會累積在建築內部，進一步減少空調用電。如新加坡大學 SDE4、南洋理工大學 Gaia、學習中心大樓 Hive、The ARC 以及拉薩爾藝術學院都導入此設計方案均重視通風設計降低整體用能。

此外，空調主要供給建築內部重點功能空間(如教室)，這些空間採用小型區域隔間，這種建築格局可避免如一般商業大樓一般，需要對整體建築物所有空間都配置空調系統，免除部分公共空間（如走廊、廁所等空間）的空調用能，進一步節省空調用能。

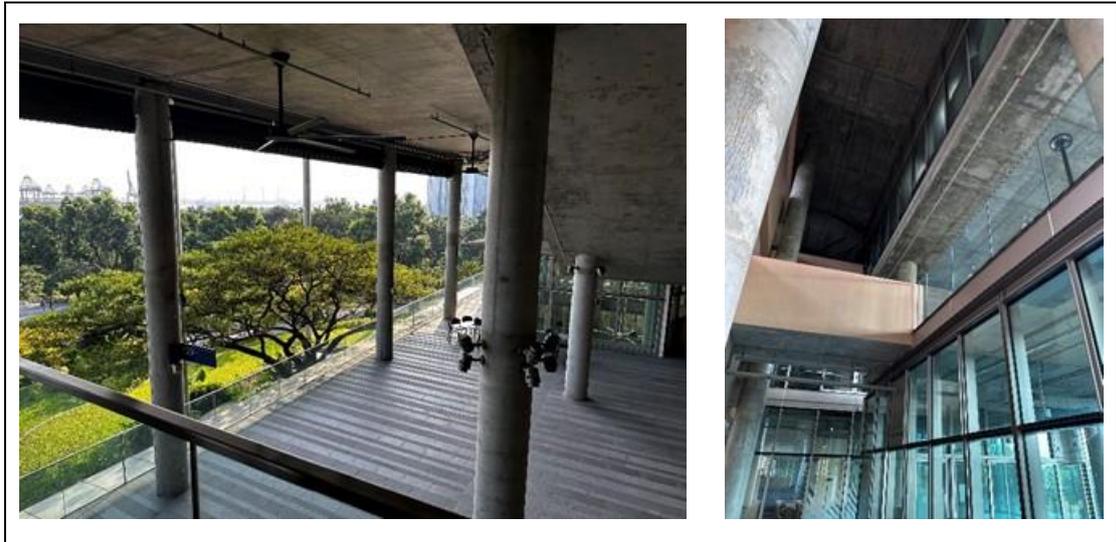


圖 16：新加坡國立大學 SDE4 通風設計

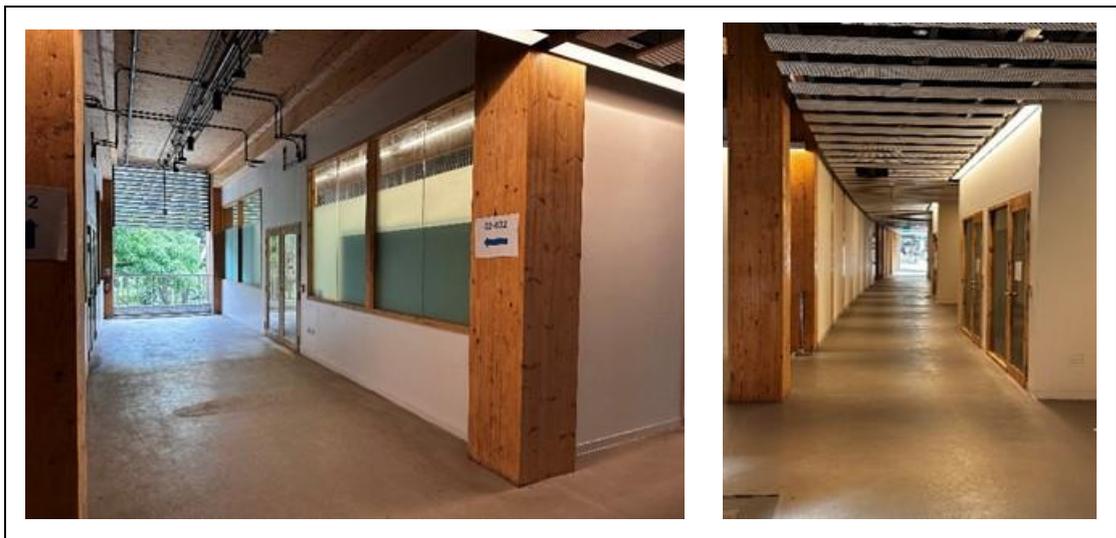


圖 17：南洋理工大學 Gaia 通風設計



圖 18：學習中心大樓 Hive 整體通風設計



圖 19：The ARC 整體通風設計



圖 20：拉薩爾藝術學院整體通風設計

2. 透過建築結構設計，盡可能引進外部日光照明，減少照明用電，如新加坡大學 SDE4、南洋理工大學 Gaia、藝術設計學院 ADM 以及拉薩爾藝術學院都導入此設計方案，均盡可能地引入晝光，節約照明用電。

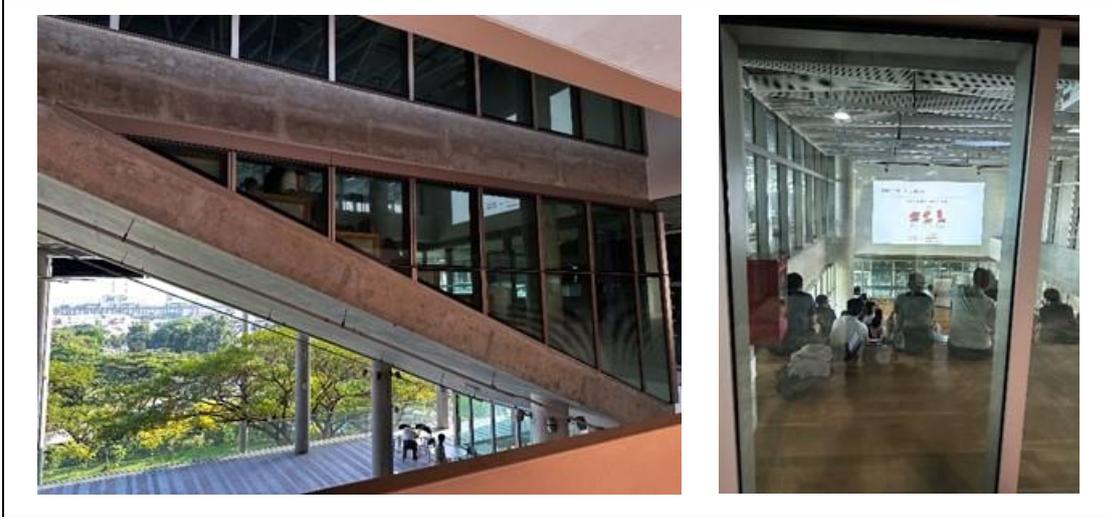


圖 21：新加坡國立大學 SDE4 之室內空間晝光應用

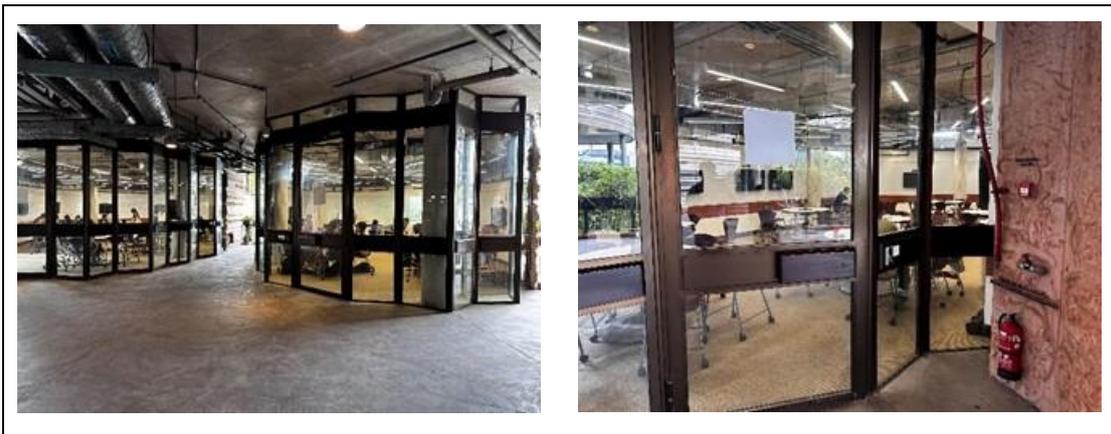


圖 22：學習中心大樓 Hive 獨立式教室格局

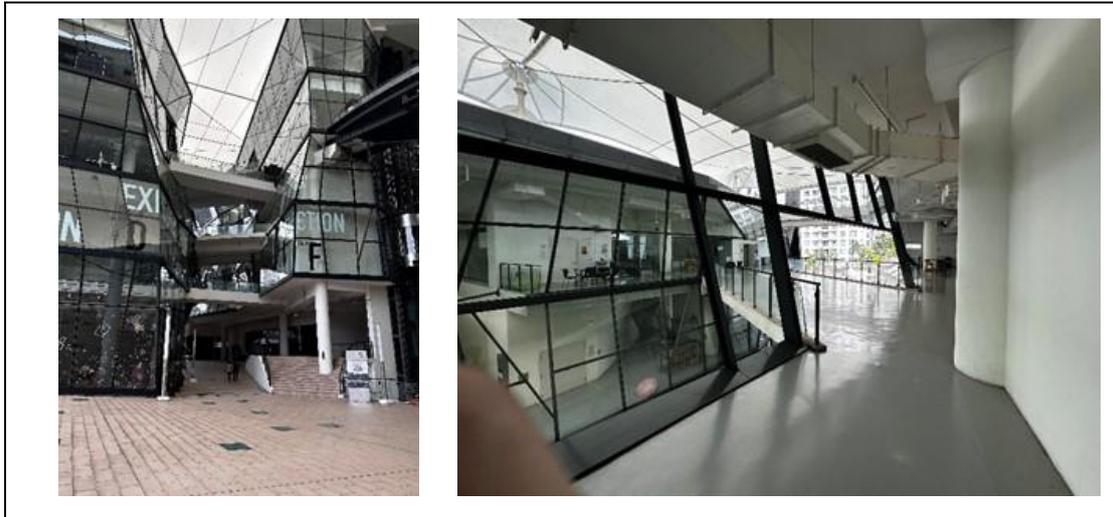


圖 23：拉薩爾藝術學院晝光設計

3. 透過空中花園以及頂層植披方式，一方面吸附陽光熱能，減少空調用電，如新加坡大學 SDE4、南洋理工大學 Gaia、The ARC 及藝術設計學院 ADM。另一方面也符合綠建築所需的生物多樣性設計。

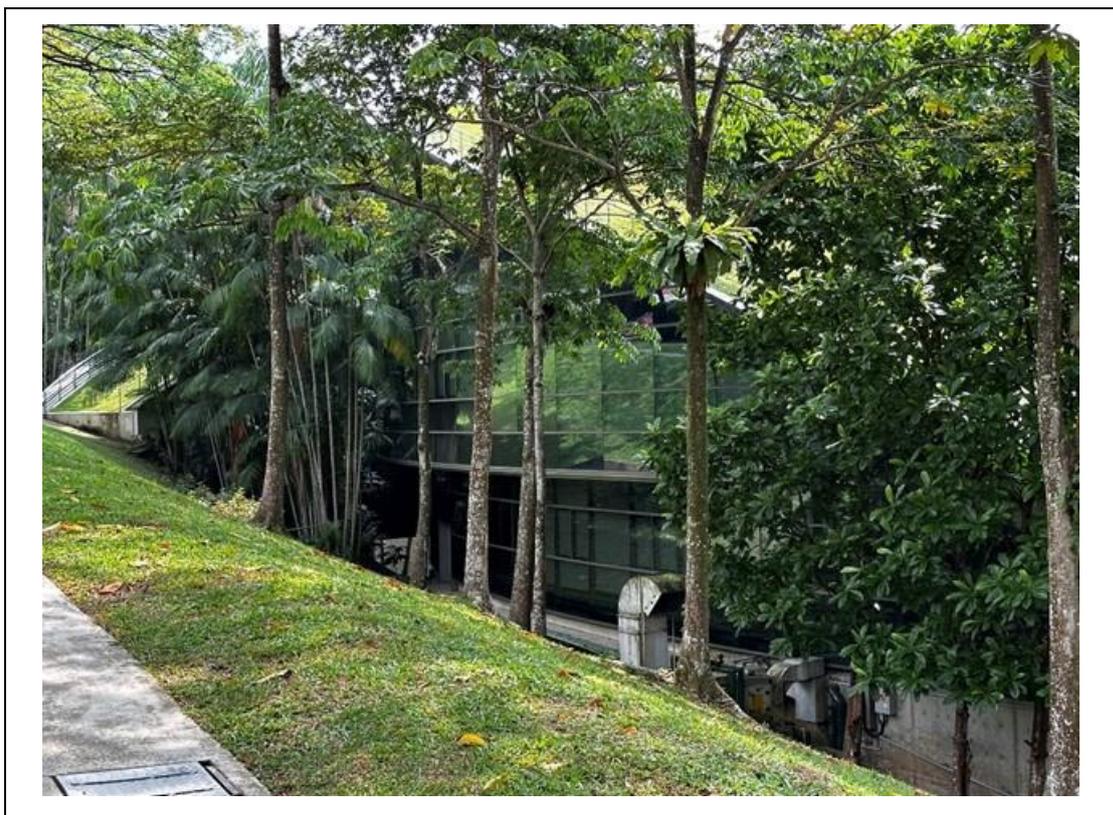


圖 24：藝術設計學院 ADM 外部植披

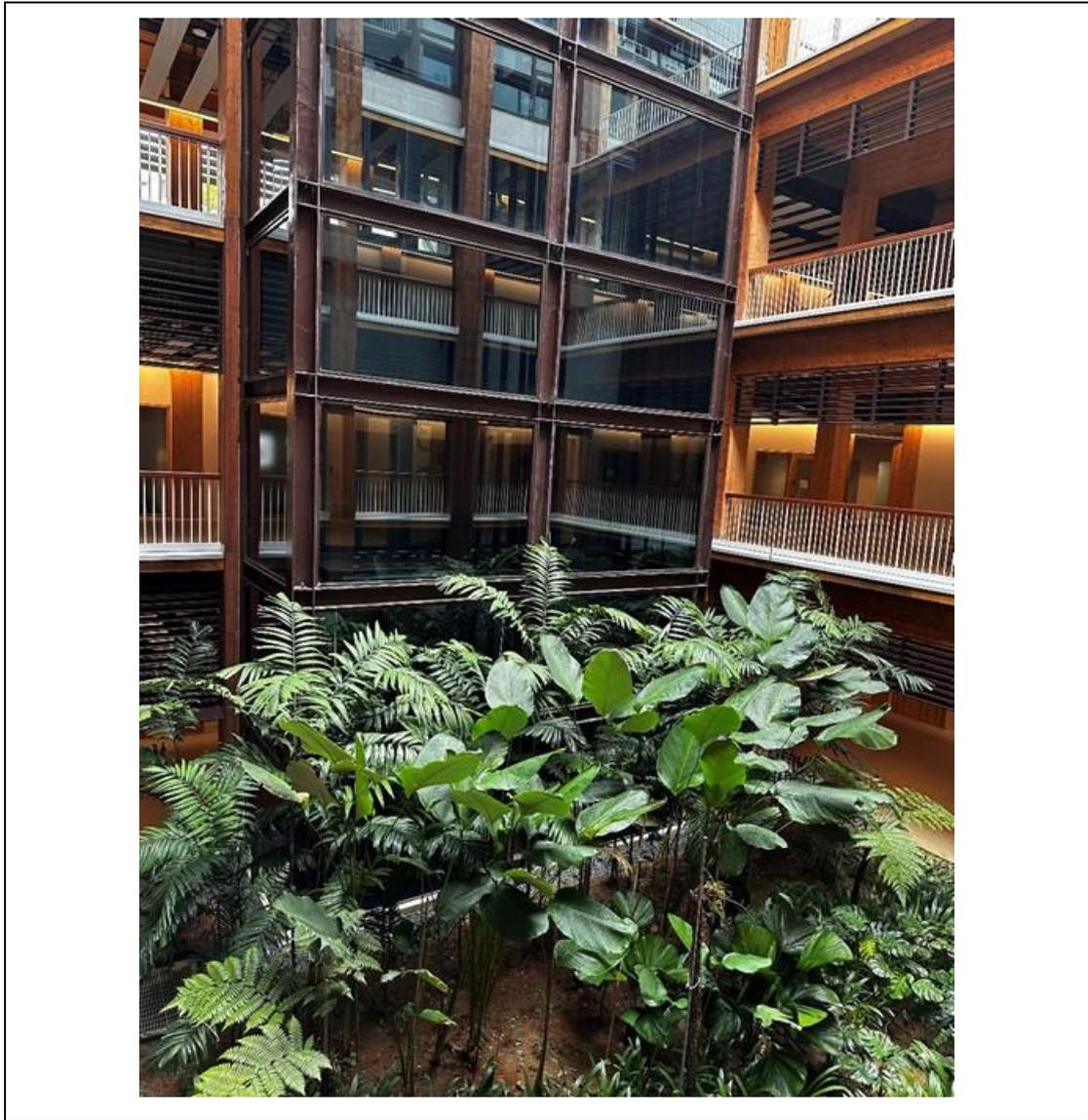


圖 25：南洋理工大學 Gaia 晝光照明與室內花園

4. 依據上述綠建築設計方式，推測多數綠建築應是導入 VRF 系統，原因是 VRF 管路與與冰水主機系統相比，體積較小且容易布局安裝，由於空調系統安裝位置通常較為隱蔽，本次僅在特殊地點觀察到 ADM 的空調系統。



圖 26：藝術設計學院 ADM 採用的空調系統主機

### (三) 參訪 Building and Construction Authority

新加坡建築與建設局 (Building and Construction Authority, BCA) 是新加坡政府負責建築業管理與監督的主要機構。主要任務是促進新加坡建築業的永續發展、提升建築物的品質與安全性，並推動技術創新和生產力提升，同時致力於減少建築物對環境的影響，促進資源節約和提高能源效率，並且負責制定和執行建築的安全和品質標準。

為了提高建築業的效率和競爭力，BCA 透過各類培訓和教育計劃，幫助建築市場提升技能，特別是在永續建築設計、施工技術以及數位化建設領域。BCA 和新加坡綠色建築協會 (SGBC) 以及建築相關企業共同製定了下一版 SGBMP，目的在於實現「2030 年 80-80-80」三個關鍵目標。

1. 到 2030 年達到 80% 的建築綠化：2030 年新加坡 80% 的建築符合綠建築標準。為了提高現有建築的能源績效，BCA 推出了一項 6300 萬美元的增強型現金激勵計劃，即現有建築綠色標誌激勵計劃 2.0 (GMIS-EB 2.0)，以幫助建築業主降低能源效率改造的前期資本成本，從而實現更高的能源效率改造。該計劃自 2022 年 6 月 30 日起實施，直至可用資金用罄或 2027 年 3 月 31 日。
2. 2030 年起 80% 的新開發案將是超低能耗 (SLE, Super Low Energy) 建築：為了推動私人開發項目採用 SLE，開發商和建築業主可以根據建築環境轉型總建築面積激勵計劃，在私營部門開發項目中提供更高級別的建築業轉型地圖成果，從而享受額外的建築面積獎勵。該計畫於 2021 年 11 月啟動，獲得綠色標誌白金級超低能耗和可維護性徽章的建築，以及其他生產力、數位化和品質成果，可享受超出該計畫下總體規劃總容積率的高達 3% 的額外建築面積。此外，從 2022 年 6 月起，針對政府土地銷售計劃用地出售的土地上開發的項目制定的可持續性標準也得到了加強，以進一步提高能源效率和減少碳排放。
3. 2030 年綠建築能源效率提高 80%：目前綠建築能效比 2005 年的水準提高了 65-70% 以上，為了突破建築物能源效率的界限，BCA 為 GBIC (Green Buildings Innovation Cluster) 計畫提供了 4,500 萬美元的追加資金。增強後的計畫 GBIC 2.0 針對關鍵需求驅動因素，例如建築業主和開發商及其價值鏈，透過產業合作夥伴關係共同創建並加速解決方案和商業化。GBIC 2.0 的研究領域包括開發替代冷卻技術、數據驅動的智慧建築解決方案和下一代建築通風。GBIC 2.0 從 2022 年第二季開始可供業界和研究團體應用，將綠建築能效比 2005 年提升 80%。



圖 27：能源署與 BCA 討論新加坡 2030 建築節能政策目標



圖 28：新加坡 2030 建築節能政策目標

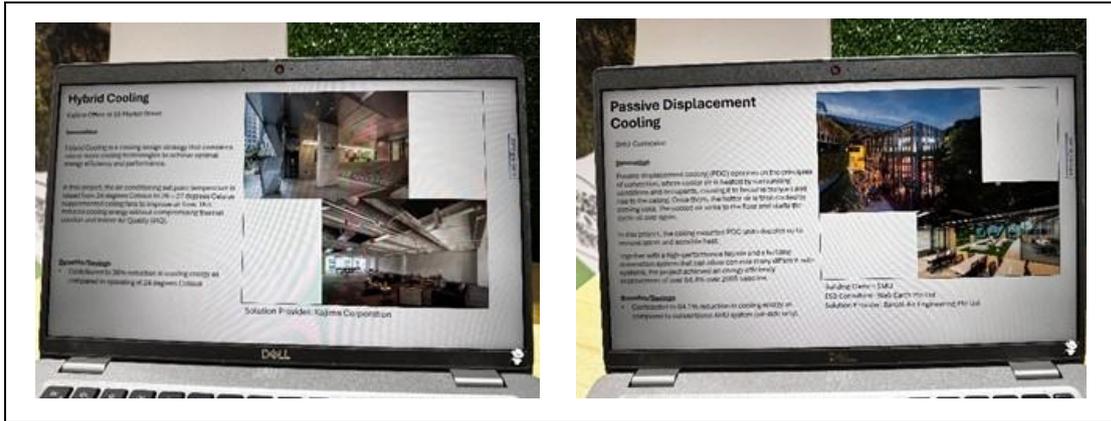


圖 29：新加坡採用的多種建築空調節能技術(1)

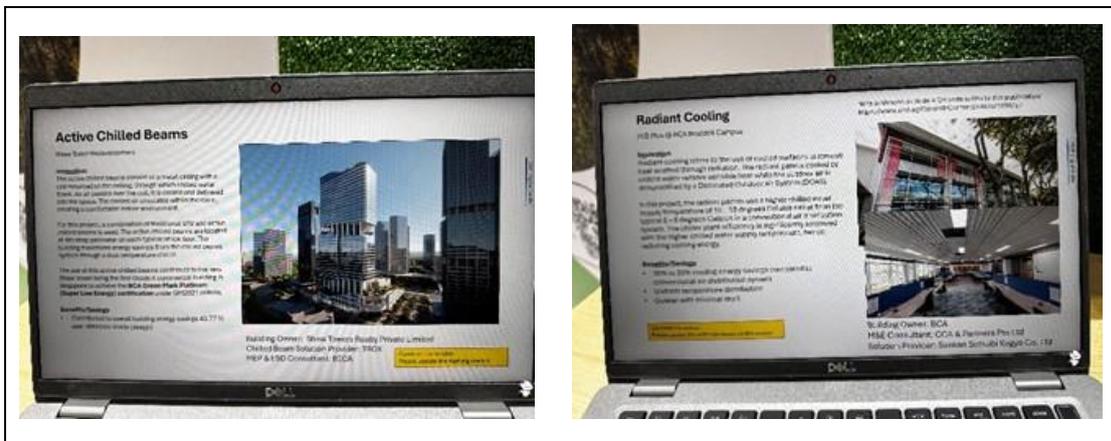


圖 30：新加坡採用的多種建築空調節能技術(2)

此外，加速綠建築改造速度也是 BCA 推動的政策重點。過往新加坡的所有建築開發專案需要由 8 個主要監管機構進行管理，分別是 BCA、LTA(Land Transportation Authority)、NEA(National Environment Agency)、NParks(National Parks Board)、PUB(Public Utility Board)、SCDF(Singapore Civil Defense Force) 和 URA，SLA(Singapore Land Authority) 負責處理土地和分層事務。一項建築專案需要在專案的各個里程碑獲得相關機構的監管批准，往往需要耗費相當長的時間進行跨部會的溝通協調。

為了加速綠建築改造速度，BCA 與 URA (Urban Redevelopment Authority)、建築環境專家、業者以及貿易協會和商會共創推動了 CORENET X 活動。透過 CORENET X，新加坡制訂了新的建築監管審查流程，將建築流程簡化為關鍵文件的提交閘道(Gateway)。在關鍵閘道上，需要跨部會溝通的內容將由各機構集體提交和審查，有助於確保提前找出跨機構可能產生的問題和衝突。

並且可以在後期階段補充機構的特定要求（例如建築構件的技術細節），再個別由各個機構進行審查。新的流程目的在於明確每一個階段的依賴關係，確保及時實施要求，同時允許各部門特定的文件單獨提交具體細節，而不會影響每個建案實施的時程。

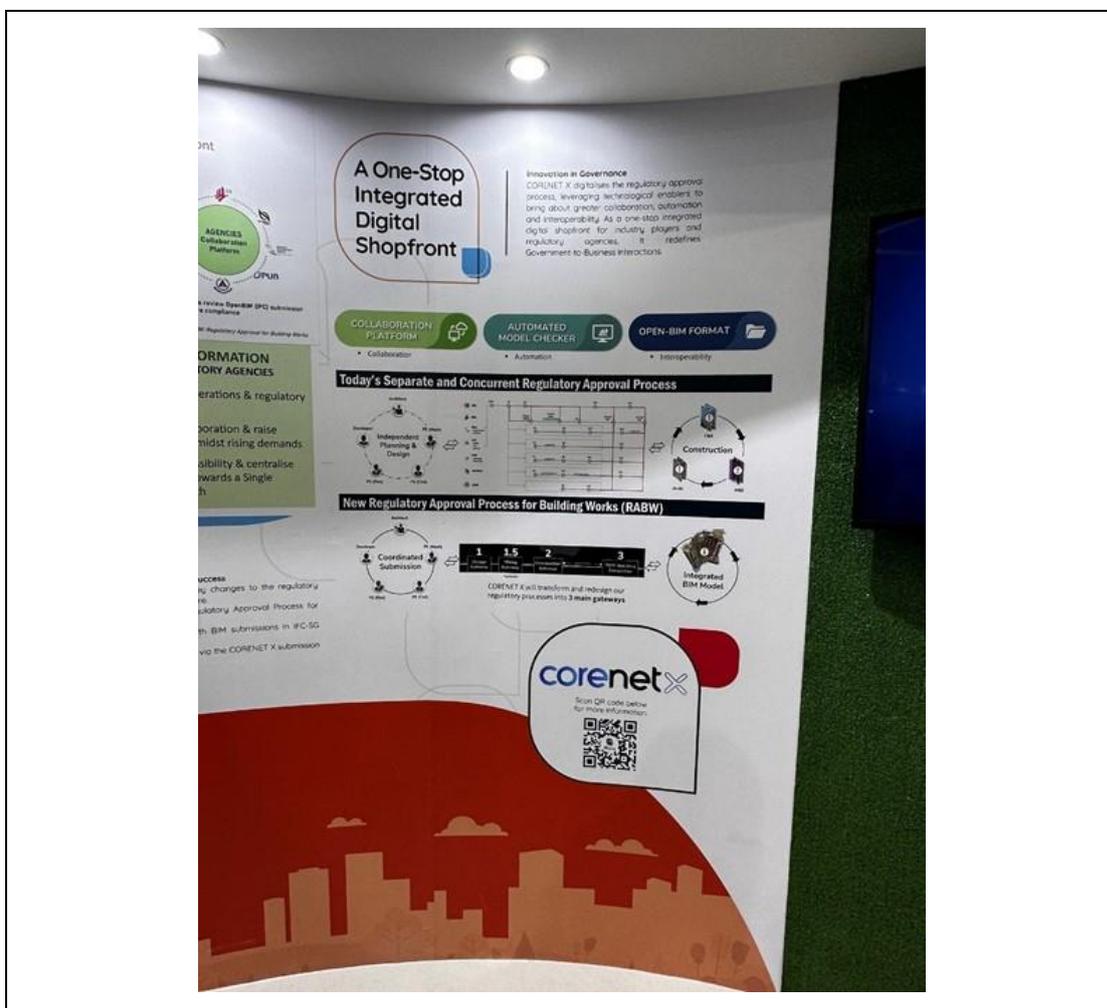


圖 31：新加坡 CORENET X 活動推動概念

#### (四) 參訪新加坡綠建築協會(SGBC)

新加坡綠建築協會（Singapore Green Building Council，SGBC）是新加坡推動綠建築發展的重要組織。其主要任務是推動新加坡建築業的綠色轉型，透過認證、知識共享、產業合作及倡導永續生活，支持新加坡的永續發展目標。

透過訪談，得知 SGBC 主要與 BCA 合作，負責推動以下綠建築相關工作：

- 推動綠建築認證
- 推廣綠色建材

- 為建築業提供廣泛的教育和培訓服務，幫助專業人士提升綠色建築設計、施工和管理方面的知識和技能。
- 與政府部門、企業和學術機構緊密合作，推動綠色建築政策的製定和實施。

本次展示會中，SGBC 主要宣導其服務範疇，並且展示綠建材以及永續建築概念，例如吸收二氧化碳再生的水泥、利用回收紙製作的家具等。



圖 32：現場展示的綠建材

## (五) BEX ASIA 2024、MCE Asia 與 SCB 參訪重點

BEX Asia 2024 於 9 月 4 日至 6 日在新加坡濱海灣金沙舉行，此外，新加坡暖通冷凍空調展(MCE Asia)以及新加坡亞洲智慧城市與建築展(SCB)也在同一個展會會場共同展出。

本次展會共有 193 家公司展示其產品與技術，展出內容包括永續和綠色建築材料、智慧建築技術、節能解決方案和模組化建造方法。此外，也展示各種先進技術，包括機器人技術、預製件和人工智慧驅動的數位解決方案。以下就會場中展示與節能相關企業之展示內容進行摘要說明。

表 1：展覽會場中展示重要節能科技類參展廠商摘要

類別	廠商	產品或服務
能管系統	Azendian	<p>Azendian 主要產品是能源管理系統-EVOLV。此項產品是為了尚未接受過資料科學培訓的使用者而設計，整合人工智慧演算法驅動、自學習功能和資料科學、以及設備操作管理功能。在展覽會場中，該公司創辦人兼執行長 Bill Lee 展示該公司的能源優化解決方案。</p> <p>Azendian HVAC 能源優化解決方案是一款完全自主的閉環軟體以及透過機器學習和自學習演算法強化的流程和系統數位孿生。透過其解決方案可優化冰水機組和空氣處理機組（AHU）設備的能源使用，除了節能之外，也提高員工生產力。依據 Bill 說明，一個全新的建築，若要實現其智慧管理功能，需要費時約 3 個月的時間進行設備運轉資料收集，透過其 AI 的分析，才能實現初步的優化管理。但是在後續的運轉中，隨著收集到越來越多的運轉資料，再進一步優化整個操作條件，讓整個系統更加節能。</p>
	Univers	<p>Univers 是一家專注於提供全面淨零解決方案的公司。其 EnOS 系統將能管技術與雲端智慧相結合，為能源管理、碳管理和減排提供即時數據。目前 Univers 的能源管理平台 EnOS Edge 已經連接超過 2.2 億台設備，服務企業包括微軟、星巴克和匯豐銀行等主要客戶提供支援。</p>

類別	廠商	產品或服務
		EnOS Edge 整合 AI 可以預測客戶未來的用能結果，透過人工智慧模型來檢測錯誤。同時依據預測結果，提供客戶建議調節其用能設備，優化能源使用。在現場的展示中，Univers 展示該公司部署於新加坡的一處商業大樓資訊，透過 EnOS Edge 分析，該處場域依據天候、人員進入情形，建議使用者調節部分用能設備。依據 EnOS Edge 建議結果，該處場域實際耗用能源與原來未調整的基線比較，節能 13.37%。
	PLC Group	PLC Group 服務主推建築和重要設備、資產管理，並提供智慧建築和基礎設施管理解決方案。該公司軟體整合人工智慧，讓該公司軟體得以分析支援的完整建築管理系統（BMS），以持續優化資本支出和營運支出，進一步降低維運成本，利用最節能的能源來確保最低的能源成本，同時實現電力和能源效率目標，並滿足綠建築標準。
整體節能服務	ST Engineering Urban Solutions	ST Engineering 新加坡政府扶植企業，企業服務內容涵蓋航空航太、智慧城市、數位解決方案、國防和公共安全領域。依據現場訪問，ST Engineering 在新加坡提供的 ESCO 服務是採用節電收益還款機制，該機制已可穩定維運其大多數的節能專案。
	Honeywell	Honeywell 是全球知名的樓宇自動化設備及服務供應商，因應淨零永續趨勢，該公司近年也透過其產品、軟體和技術協助客戶確保他們設施安全、節能、永續和高效。本次會場中展示了低、中、高階的家庭自動化控制系統，越高階的系統可控制的設備數量以及整合功能也越多。

類別	廠商	產品或服務
空調系統	Carrier	知名空調設備大廠，提供智慧氣候和能源解決方案。本次展覽中展示 Abound 數位平台及 IoT 設備，協助客戶達到建築永續節能管理目標。Carrier 詳細資料將於後續展覽專題演講中說明。
	Daikin	知名空調設備大廠，在新加坡當地提供建築管理系統、綜合設施管理和能源效率解決方案。本次展覽中展示了智慧控制系統、人工智慧支援的冷卻系統最佳化、大金專利的 Streamer 技術(增強型 IAQ)以及 iAir Manager。iAir Manager 是 Daikin 近期推出的先進控制系統，專為管理 HVAC 系統而設計，特別是在大型商業空間中。iAir Manager 亦可視為迷你建築管理系統 (BMS)，提供多個空調機組和相關設備的集中控制。主要功能包括能源管理工具、遠端存取以及調度和基於佔用的控制等自動化功能。該系統具有可擴展性，可管理多達 512 個室內單元，非常適合酒店和辦公大樓，並且高能源效率。
	NEWIN COOLING TOWER	NEWIN 為濕式和混合式冷卻水塔的專業製造商，並擁有所有系列冷卻水塔的獨特設計，專門應用於暖通空調、工業冷卻和資料中心冷卻領域。
	Armstrong Fluid Technology	提供節能泵浦系統產品，該公司透過最高的能源效率、最大的設計、建造和營運靈活性、最低的專案成本和營運風險，提供最佳的生命週期建築性能。

類別	廠商	產品或服務
	YiTac 及 CfES	YiTac 主要服務為空調系統解決方案，其中包括「Twenty80」PDV 系統、「Grundfos」分散式泵浦、「Kingspan」預絕緣管道系統、「York」風冷冷水機和「Troldekt」隔音板。本次展覽中，YiTac 展示了和 CfES 共同開發的「MV2」VRF 測量和驗證系統。透過這套系統能夠準確測量 VRF 設備的效率，提供精確的現場數據。此外，現場也展示「Twenty80」PDV 體驗室，以查看系統的實際表現。
空調設備或材料	ebm-papst SEA	ebm-papst 是德國公司，主要產品是風扇、馬達、電子、IoT 設備，透過該公司技術提供大型空調系統的通風設備、物聯網連接設備、冷卻水塔改造工程、空調系統 AHU 以及其他馬達設備等。
	AAF Singapore Pte Ltd	空氣過濾製造商，提供高品質的過濾設備、密封外殼、空氣過濾器和和其他合適的清潔空氣解決方案。例如板式過濾器和袋式過濾器、EPA、ULPA 和 HEPA 過濾器、空氣淨化系統、安全殼系統、靜電除塵器(ESP) 等，滿足各種商業需求和工業領域。
	CAMFIL	清潔空氣整體解決方案提供商，產品包括符合許多行業標準的過濾器，並提供多種技術支援工具，如本次展覽中展示，可以協助進行生命週期成本評估的軟體工具，讓使用者可以提前規劃空氣濾材更新作業，進行設備維護保養。
	Mayair	空氣淨化設備和潔淨空氣解決方案製造商、開發商和服務商，提供工業無塵室、商業、住宅領域暖通空調過濾器以及風扇過濾器單元（FFU）和空氣過濾設備。

類別	廠商	產品或服務
	Airverclean	Airverclean Pte Ltd 主要銷售商業空氣處理裝置和廚房排氣應用的各種空氣淨化過濾系統，提供客戶良好的內外空氣品質，透過其核心技術 RydAiR UVGI、雙極電離(BPI)、PCO（光催化氧化）改善 IAQ，協助工業和商業靜電除塵器，去除空氣中污染物，為所有居住者提供更健康的環境。
數位轉型	BIMAGE Consulting	新加坡 Autodesk 經銷商，協助建築、基礎設施和智慧城市企業，利用最新技術簡化建築施工流程。為建築項目、交通、供水、污水基礎設施和城市提供 BIM 諮詢和專業服務，產品服務涵蓋整個項目生命週期，從總體規劃、設計、設計開發、施工、設施管理。
	Oracle Construction and Engineering	Oracle Construction and Engineering 提供全面的專案管理雲端平台，資產所有者和專案管理者可以依靠該平台來實現進度可視化和控制排程、供應鏈管理和資料安全。協助規劃、建構和營運關鍵資產的團隊實現數位轉型，從而提高整個專案生命週期的效率、協作和變更控制。
	Accacia	Accacia 提供 OaaS（成果即服務）平台，透過其平台協助房地產產業實現淨零目標。Accacia 與房地產資產管理者、開發商、業主和金融機構合作，根據該區域合規標準準確報告排放量，並在科學目標（SBTi）和 CRREM 框架的指導下制定可行的脫碳策略。在會場上展示的 AI 平台，用於即時排放追蹤和客製化淨零碳排管理。

類別	廠商	產品或服務
	Autodesk	Autodesk 是建築、工程業界常見的繪圖軟體。本次展覽中，Autodesk 展示了透過 AI 運用，快速協助客戶進行資產管理，並且進一步用在建築設計以及後續的維運。
	Beeinventor Pte Ltd SG	BeeInventor 主要產品為物聯網產品，將物聯網應用於傳統建築產業，透過其一體化的聯網平台，協助客戶自訂平台頁面，進一步整合物聯網設備來管理建築工地。
	One Click LCA	One Click LCA 主要目的是透過該公司軟體協助建築和製造脫碳。One Click LCA 軟體可以幫客戶就產品整體生命週期評估 (LCA)、環境產品聲明 (EPD) 和永續發展解決方案，為零碳未來的製造商提供動力。由於該公司連結了房地產所有者到製造商的整個建築價值鏈，已經建立的產品的碳排資料庫，因此可以應用科學方法來測量、報告和減少碳排放，並計算建築環境中項目和產品的其他永續性指標。
其他	新加坡理工學院	新加坡理工學院 (SP) 在 SP 公司和勞動力轉型 (SP CWT) 手冊的支持下，透過其產業交換模式推動產業轉型，透過 12 個諮詢、技術和工作場所學習中心提供端到端解決方案。SP 致力於成為企業創新、提高生產力、發展人力資本能力的首選合作夥伴。

類別	廠商	產品或服務
	Signify	<p>Signify 是照明領域的全球領導者，提供優質的產品、系統和服務。尤其是互聯照明產品，將光及其收集的數據帶給設備、場所和人們，協助客戶優化照明使用能源，提升照明效率。現場展示可變色溫照明燈具，燈具色溫可隨著外界環境變化，例如早晨到中午時段提供高色溫光環境，下午到傍晚燈具色溫逐漸降低。此作法可透過光線調節人體生理機能，提高工作效率。並且可進一步治療因生理因素產生疾病，例如老年人失眠問題等。</p>

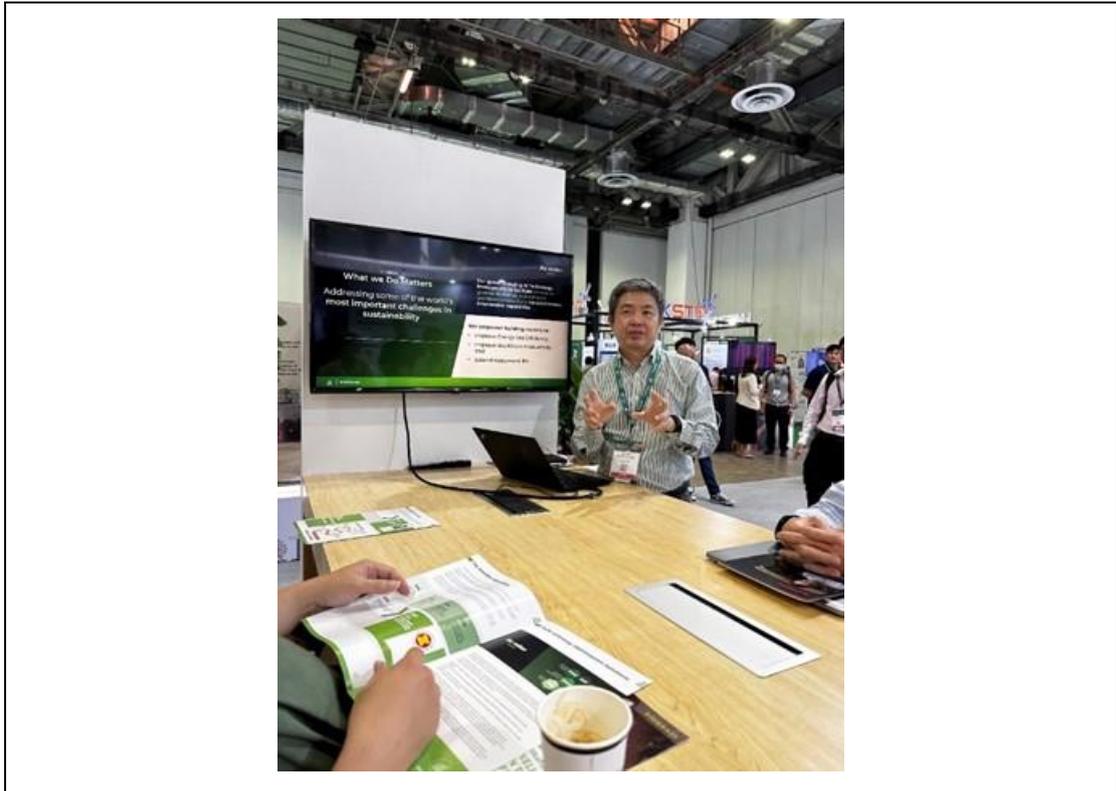


圖 33：Azendian 說明該公司 EMS 整合 AI，透過閉迴路循環演算，協助客戶優化建築能源管理的方式



圖 34：Univers 現場演示該公司 EMS 整合 AI 協助客戶進行節能的  
操作方式

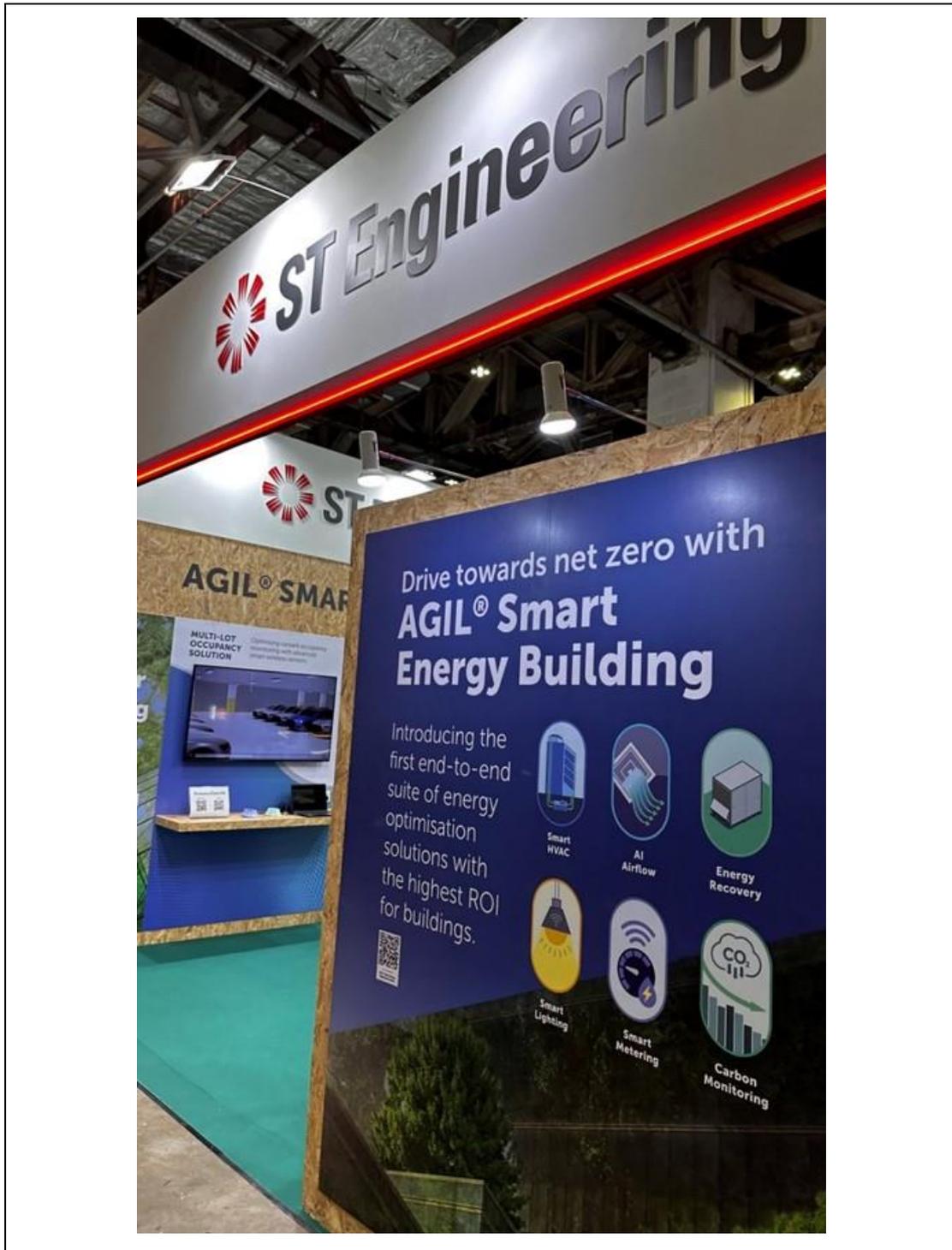


圖 35：ST Engineering 現場展示內容



圖 36：Honeywell 現場展示的室內環境控制系統

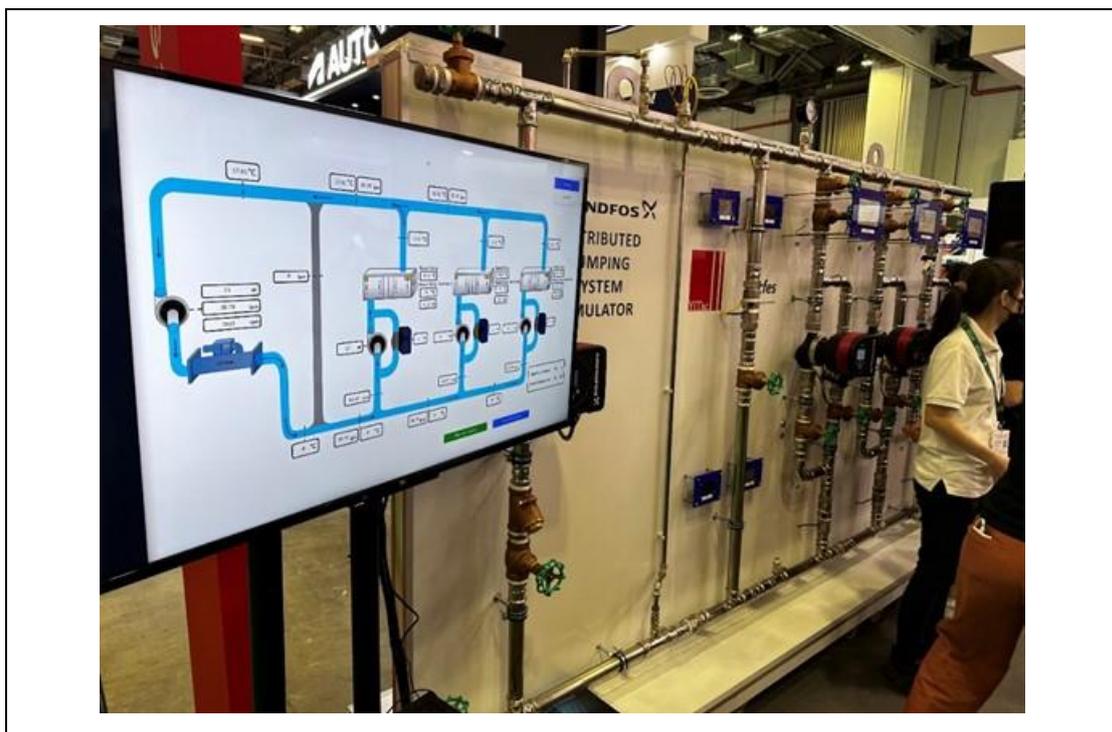


圖 37：YiTac 及 CfES 現場展示內容-空調管理系統



圖 38：YiTac 及 CfES 現場展示情形



圖 39：大金現場展示的空調系統架構



圖 40：Autodesk 現場演示其繪圖軟體整合 AI 功能



圖 41：Signify 展示智慧照明技術

除了現場展示，展覽中重要廠商也在主要演講台說明各家公司產品、服務或者重要的專題，以下摘錄本次參加的 3 場專題演講。

## 1. 開利(Carrier)介紹該公司 Abound 建築及能源管理系統

Carrier 是一家專注於發展能源管理和節能技術的公司，尤其在智慧電網、能源效率提升、以及綠能科技的領域有卓越的貢獻。設施能源解決方案，包括智慧能源管理系統、節能設備以及環保技術等。

在展覽中，Carrier 介紹該公司應用於智能建築系統軟體服務-Abound。其主要服務可能包括：智慧電網解決方案、能源管理系統（EMS）、綠能技術研發以及顧問服務。其中 Abound 提供的 Predictive Insights，整合 AI 和 IoT 技術，提高建築和設備運作的效率。此項技術可以對建築物用能提供預測性見解、符合規範性建議，在客戶允許下自主控制，以提高設備性能、維護和運營，從而提高能源效率。

Abound 透過跨系統感測器收集相關用能數據，呈現其使用者友善的簡單介面中，以便客戶快速做出評估和決策。協助客戶減少能源消耗和高效碳排放，為客戶帶來更環保的能源解決方案。

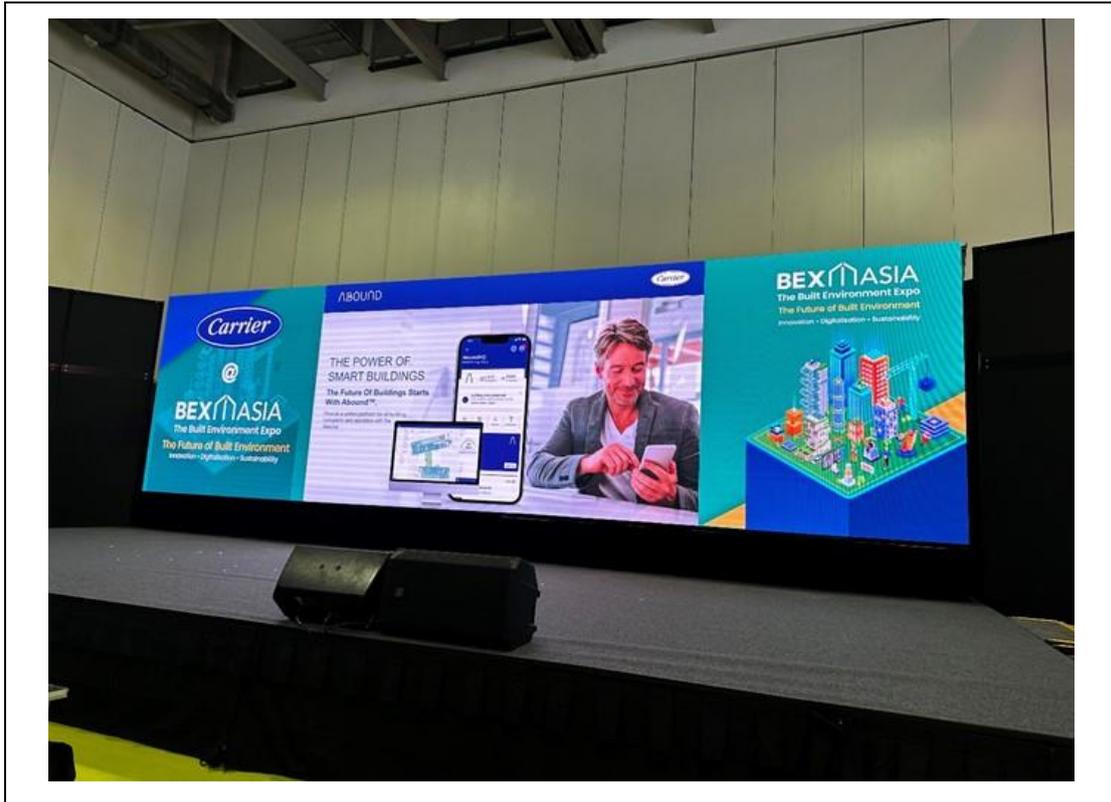


圖 42：開利於展覽中簡介該公司 Abound 數位轉型方案(1)

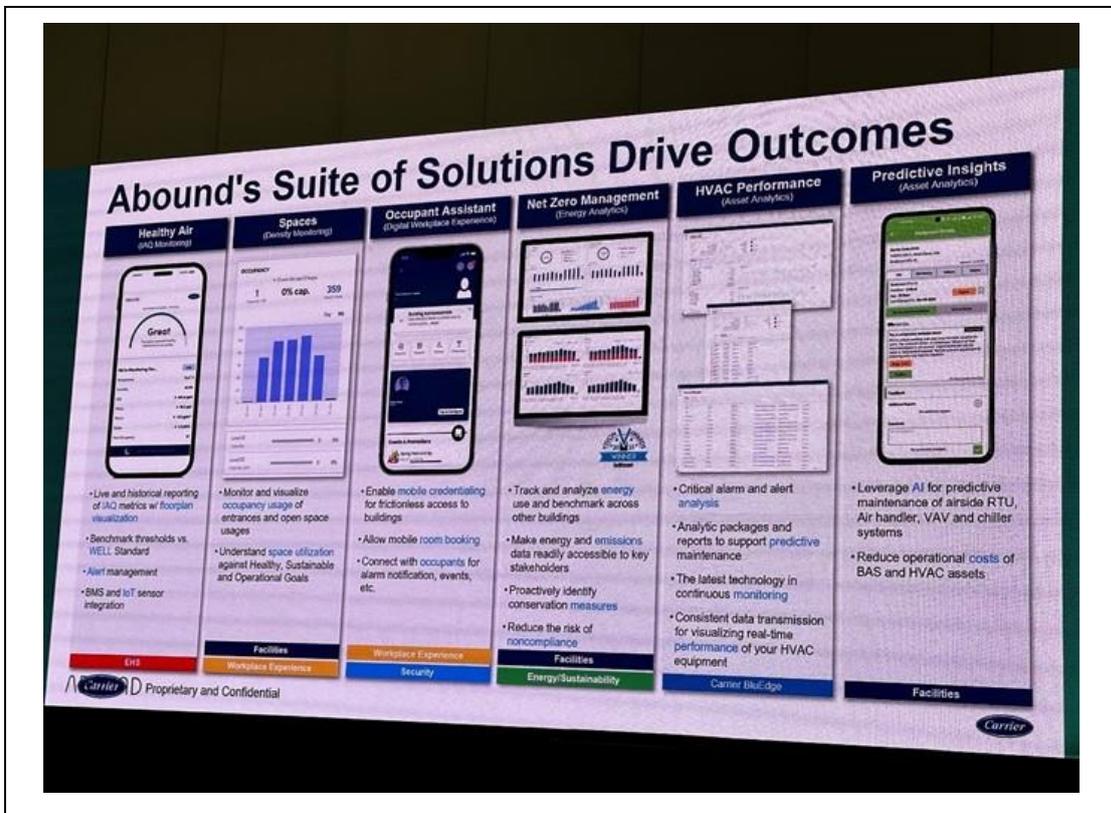


圖 43：開利於展覽中簡介該公司 Abound 數位轉型方案(2)

## 2. CfES 介紹 VRF 能效最佳化設計

環境永續發展中心 (CfES, Centre for Environmental Sustainability) 隸屬於義安理工學院 (Ngee Ann Polytechnic, NP)，是 NP 永續發展教育和生態系統發展 (SEED) 計劃的一部分，並且與新加坡企業共同推動綠色解決方案和人才發展。

CfES 認為，要加快空調產業能效的提高，政府的干預是必要的。十多年前，新加坡建設局 (BCA) 制定了測量和驗證冷凍水空調系統能源性能 (M&V) 的方法。但是可變冷媒流量 (VRF) 系統標準近期才取得新加坡空調行業和監管機構的認可。為此，YiTac 與 CfES 合作，共同為 VRF 系統開發了創新的 M&V 系統：MV2。

MV2 的方法和準確性均由的國家計量中心(NMC) 進行了評估和驗證。演講者認為 MV2 是 VRF M&V 系統領域的創新巔峰，確保最佳性能並促進節能和永續發展。

MV2 專為侵入式和非侵入式應用而設計，其系統精度已通過國家計量中心的驗證，並在基於實際性能的 VRF 系統監控方面提供靈活性和精確度。因此消除了對製造商數據的依賴。義安理工學院 CfES 首席研發工程師 Sam Lam Kwok Ho 提到，該系統根據場域需求，靈活地進行配置，對場域 VRF 進行精確測量和監控，而且精度誤差在 10% 以內。透過密切追蹤關鍵參數，MV2 系統可以識別需要改進的領域並優化操作。

除了介紹 MV2 之外，演講中也對提升 VRF 系統性能提出多項建議配置方案，例如避免散熱器日曬、適當地與建築保持距離、適當的管路分流配置等。

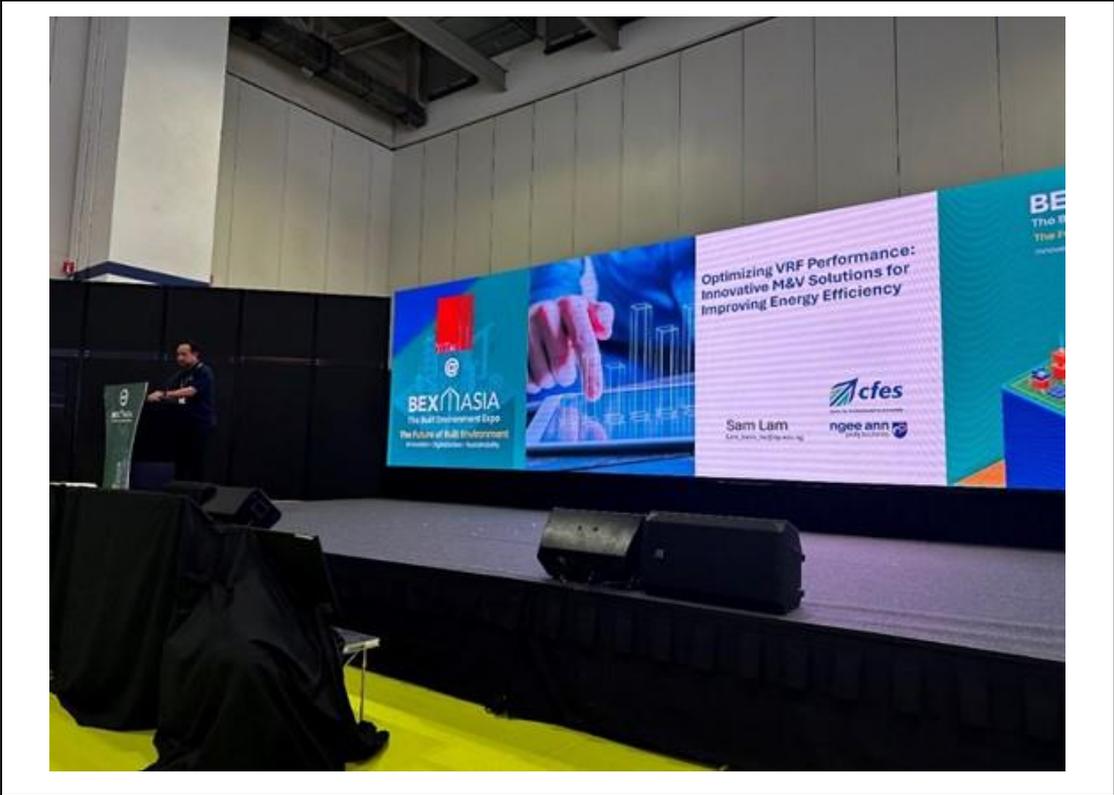


圖 44：CfES 於展覽簡介該公司發展的 VRF 最佳化設計方案(1)

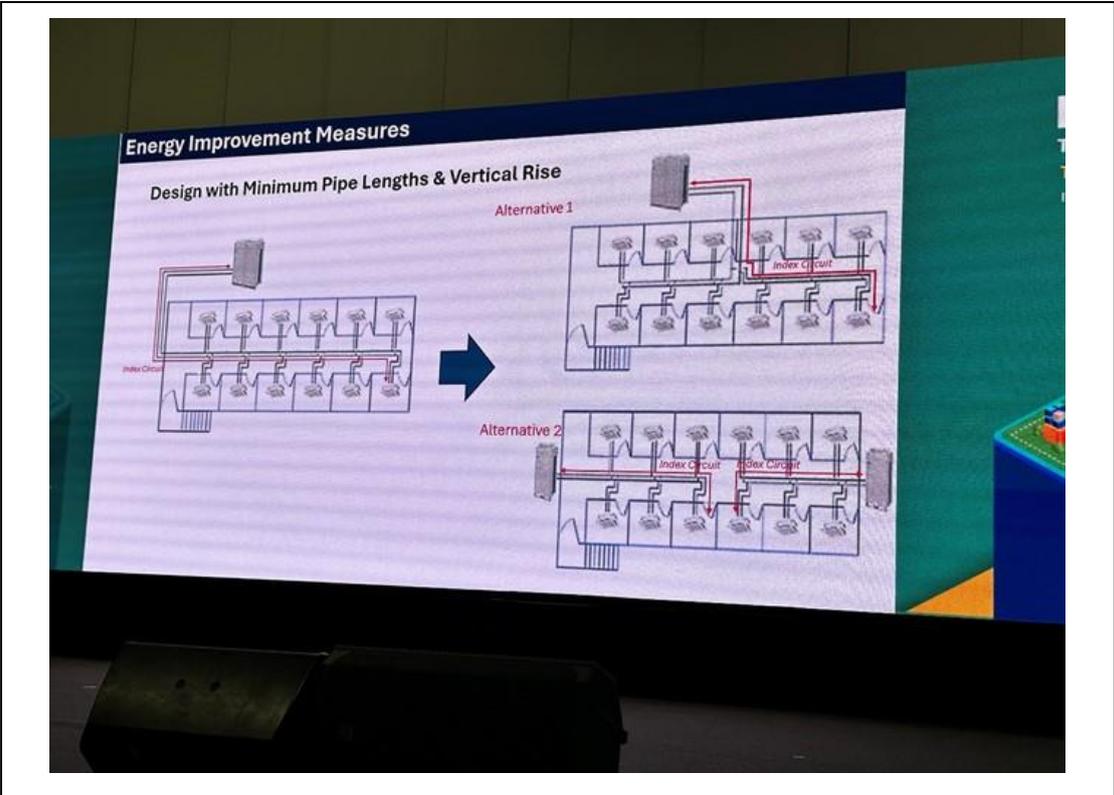


圖 45：CfES 於展覽簡介該公司發展的 VRF 最佳化設計方案(2)

### 3. Honeywell 永續建築解決方案

主講人是 Honeywell 銷售總監 Jeffrey，說明 Honeywell 所提供的智慧建築解決方案，透過互聯物聯網科技進行能源、碳管理以及跨領域垂直整合，提高新建建築和售後市場的能源效率、居住舒適度、樓宇自動化、營運優化以及安全保障。根據 Honeywell 統計，2023 年，該公司約 60% 的營業額都與協助客戶達到碳中和相關。

Honeywell 永續方案包括：

- 建築部門解決方案：(1)提供能源管理與碳管理系統，監控建築物碳排放，並且優化建築物的能源使用，同時維持客戶舒適性；(2)電力管理，對電網的需求、供給面進行最佳化的調度；(3)導入低 GWP 冷媒產品 Solstice；(4)健康建築系統，透過 IoT 提供客戶健康環境以及乾淨、安全的空氣品質；(5)智慧城市管理，協助政府部門管理城市各項公共服務。
- 航空部門解決方案包括：永續航空燃油、氫能燃料電池、發動機、提升飛航燃油效率、航空發電系統。
- 工業部門解決方案包括：提供永續航空燃油的生質燃油開採、儲能櫃與其能源管理、塑膠材料循環回收、氫能銷售、碳管理與碳捕捉。

透過上述解決方案，Honeywell 承諾協助客戶在不同階段達到以下減碳目標：

- 2024 年相較於 2018 年，範疇 1、範疇 2 減碳 10%；建立至少 10 個再生能源專案；10 個案場符合 ISO50001。
- 2030 年範疇 1、範疇 2 減碳 50%
- 2035 年範疇 1、範疇 2 零排放(碳中和)
- 2037 年範疇 3 減碳 23%。



圖 46：Honeywell 簡介該公司對於淨零永續的整體方案(1)

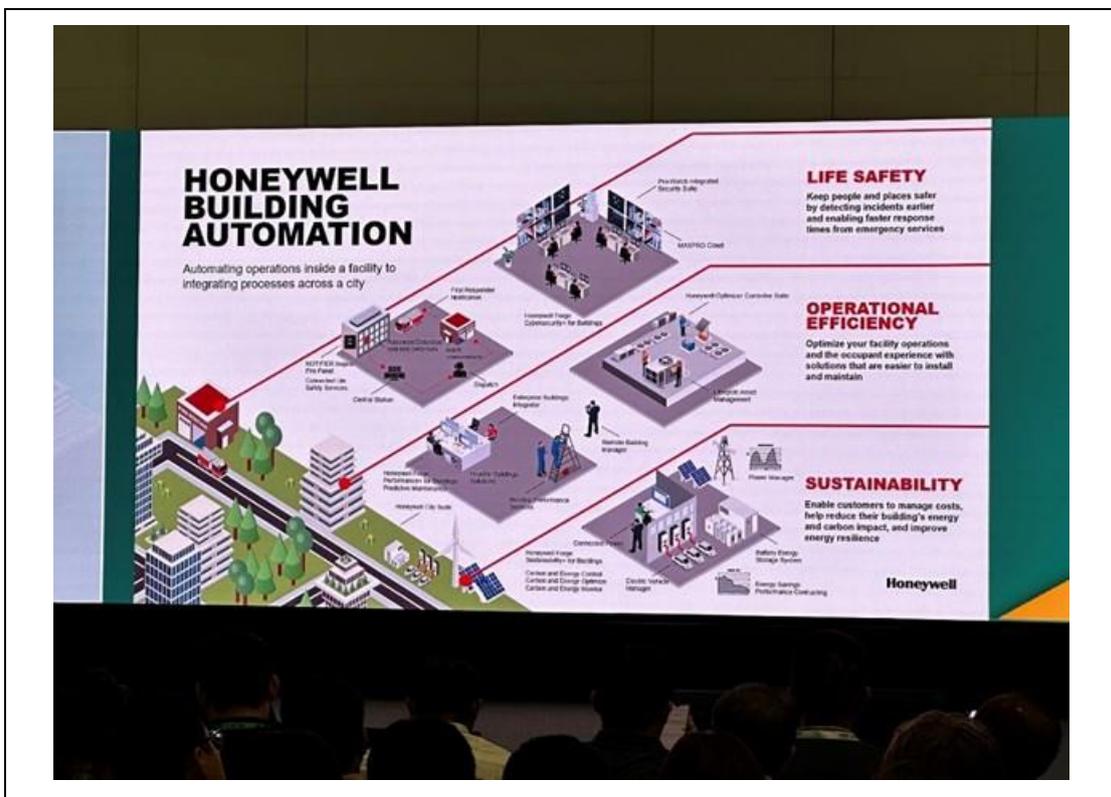


圖 47：Honeywell 簡介該公司對於淨零永續的整體方案(2)

## (六) 拜訪 Evercomm 研討新加坡節能金融推動作法

Evercomm 公司與新加坡政府和多個跨國企業合作，推動新加坡與其他區域推動綠色發展，在能源效率和碳管理領域具有領先地位。其核心服務是透過創新的數據驅動解決方案，為企業、政府機構以及大型工業設施提供能源管理解決方案。本次拜訪對象是 Evercomm CEO, Ted Chen，向其請益新加坡建築節能政策、能源技術服務公司以及節能金融作法。訪談摘要如下：

1. 依據 Ted 說明，新加坡為了達到 2030-80-80-80 目標，政府投入大量的補助資源，在新建築部分每年預計投入 8.4 billion 星幣預算，在既有建築部分，每年投入 5.9 billion 星幣預算。在上述政府投入資源帶動下，私人資金也積極參與，因此 Evercomm 公司打造一個專案管理流程自動化管理平台，協助資金供應端（金融業）與需求端（節能專案執行者）進行專案、文件管理。從既有的碳排放盤點、文件申請、碳盤查認證、標章申請等一站式式服務。亦即透過 Evercomm 的平台，協助需求端進行綠色融資專案（包含節能）。目前 Evercomm 的碳盤查資料已獲得 BV 認可，如此可加速客戶取得碳排查確證的時間（僅約 1 週）。
2. 關於在展覽會場中訪問 ST Engineering 做 ESCO pay by saving，在新加坡可成功運行部分。Ted 認為，ST Engineering 是國營企業，可獲得穩定的專案來源，因此可以成功運行。但是 ST Engineering 如果要到國外發展，競爭力相當低。
3. EVERCOMM 目前在新加坡執行的節能融資專案，主要還是以大型專案為主。我方就台灣節能金融主要需求為中小企業的情形進行討論。Ted 認為，金融業者還是希望大型的融資專案，因此，台灣可以採用 SuperESCO 模式，但是並非一家 SuperESCO 做所有的節能項目，而是透過專業設備商，例如空調、馬達、照明等，由專業設備商以集中採購方式來進行融資，一方面集中數量後金額較大，金融業者較有意願，另一方面，專業設備商在專案管理上相對簡單，人力也能有效運用。

4. Ted 表示，若台灣未來要推動節能一站式平台，可參採 Evercomm 的架構，透過專案流程管理，協助節能專案需求端從專案評估、融資申請、專案管理、風險管理、到節能績效評估等，提供整體管理方案。

### 三、心得及建議

#### (一) 心得

本次出訪藉由參觀 Danfoss STC、考察新加坡綠建築案例、參訪 BEX ASIA、拜訪 BCA 與 SGBC，以及訪問 Evervcomm，透過與官方單位、顧問公司及節能專家交流，深入瞭解新加坡對於如何推動 2030-80-80-80 的建築節能目標政策與作法，相關資訊將可作為我國政策研議、節能政策推動及技術研發之參考。歸納此次參訪心得重點說明如下：

- 儘管新加坡訂出有挑戰性的節能目標，但也同時規劃了龐大的資源，並且建構適當的發展環境。從參訪得知，新加坡每年約投入 144 億星幣的預算於建築節能政策，在 BEX 展會中，BCA 表示透過 CORENET X 行動打造一站式的建築批審流程，加速綠建築推動時程，此外，產、學、研單位致力投入建築永續節能行動。可以預見，在資源充足、環境完善的條件下，新加坡應有機會達到其 2030 訂定的建築能效目標。
- 從 Evercomm 對談中可知，在上述政府政策推動下，全球金融機構也嗅到新加坡建築節能的投資機會，促使新加坡未來得以創造更多的節能商機。因此，Evercomm 才發展出一站式節能減碳服務的商業模式。
- 從綠建築的考察中可知，善用建築結構體，適當地引入自然通風確實可達到節能與舒適性共存的目標。但進一步與現場專家討論可知，新加坡因其得天獨厚的地理、氣候（新加坡幾乎沒有颱風、地震），才能讓其綠建築設計理念得以落實。
- 數位轉型與整合人工智慧已是建築節能必要趨勢，尤其是整合人工智慧部分，包括政府單位與產業專家都認為，整合人工智慧已是未來節能必要條件，而非選項。從 BEX ASIA 展覽會場中，廠商展示產品與現場演示的內容可瞭解，整合能源管理系統的確可優化建築能源使用，提升整體建築物的節能成效。

## (二) 建議

節能成效與投入資源息息相關。縱使我國節能資源有限，但若能建構良好的節能環境，相信在有限資源情況下，亦可將節能效益極大化。參照本次出訪心得，建議我國節能後續可規劃以下作法：

- 對於需要繁複程序的節能政策，如 ESCO 導入保險業資金一案，提供一站式服務流程，以服務對於法規、流程不熟悉的企業(如中小企業或傳統產業，常因缺乏專業人力，對於繁雜的文件流程缺乏處理能力，導致申請意願較低)。透過一站式服務，可降低企業申請門檻，提高其政策參與意願。
- AI 整合能源管理確實可提升節能效益。建議投入適當研發資源，建立 AI 整合能源管理系統所需要的資料庫，並且發展必要的相關軟、硬體技術，才能掌握我國自主性的技術能量，應用於未來更為艱鉅的節能任務。
- 適當引入國際技術，如 Danfoss 應用於資料中心的空調技術、AI 整合能源管理技術等，除了提供我國制訂能效政策參考依據之外，亦可建立典範案例，以供國內相關業者進行比較與學習，提升我國產業技術。