

# 香港智慧及綠色建築設計

最佳作業方式指南



# 香港智慧及綠色建築設計 最佳作業方式指南

© 2021 香港綠色建築議會有限公司

版權所有

## 版權公告

香港綠色建築議會有限公司（「香港綠色建築議會」）保留一切權利。公司或機構可使用本指南任何合適部份作非牟利性質的培訓用途。未經香港綠色建築議會事先書面授權，嚴禁複製或複印本指南任何材料作商業用途。

## 免責聲明

《香港智慧及綠色建築設計最佳作業方式指南》（簡稱「本指南」）所載資料（包括但不限於所有文字、圖像、繪圖、圖表、相片，以及數據或其他材料的匯編）只反映指明時間或編製時之情況，只供一般參考及說明用途。香港綠色建築議會有限公司（「香港綠色建築議會」）不對本指南或在編製本指南時或本指南所述的從其他來源取得的資料及數據的真實性、及時性、準確性或完整性作出任何擔保、聲明或保證。提到來源及來源的參考資料並不構成香港綠色建築議會對第三方或其產品/服務（如有的話）的認可或推薦。即使已盡合理努力確保本指南內容準確，本指南按「現狀」及「可使用時的狀況」提供。香港綠色建築議會不對本指南任何錯誤（疏忽或其他方面）承擔任何責任。此外，香港綠色建築議會對因使用或依賴本指南所引起而可能對任何人士造成的任何損失或損害概不負責（不論是侵權、合同還是其他方面）。在法律許可的最大範圍內，香港綠色建築議會明示不包括任何種類明示或默示的保證或聲明。此外，本指南所述的任何成本及預計表現只供指引及參考用途，在任何方面均不構成意見或要約。有關成本資料及估算乃以一座簡單及理想化的建築及並不亦不能完全反映實際建築的複雜情況為根據。建築物的實際表現可能受諸如（但不限於）天氣、施工及裝修、機件及設施的性能、運作及維修保養等因素影響。在辦公室開展小型工程及環境改善項目前，業主、租戶及辦公室用戶應諮詢《建築物條例》（香港法例第 123 章）所指的認可人士，以選擇將採用的並遵循相關法定要求的環保設施。本指南所列的外部網站連結只供參考，並不代表香港綠色建築議會認可或批准有關團體或個人的任何產品、服務或意見。在法律許可的範圍內，對於外部網站及之後連結的內容的準確性，以及對於與該等網站有關的任何因由所引致的任何損失及/或損害，香港綠色建築議會概不負責。使用者應自行評估本網站所載或與之相關的各項資料，並應在根據該等資料行事前，參照原本發布的文本核實該等資料及徵詢獨立意見。在適用法律許可的最大範圍內，香港綠色建築議會對本指南及其中內容可能產生的任何性質的損失、損害賠償、要求、索賠、判決、行動、費用、律師費用、開支、處罰或罰款（包括但不限於任何特殊、間接、直接、懲罰性、附帶或結果性損失，喪失業務、數據或利潤）概不承擔在侵權、合同或其他方面的責任。

除非另有指明，否則不論是否已註冊的所有知識產權（包括但不限於目前存在的或將來創設的、在世界任何地方的任何版權、著作權、商標、服務商標、標識、商號、企業名稱、互聯網域名、專利、設計、數據庫權利、設計權、形貌、訣竅、商業秘密或任何其他類似權利或專有權利，及（在可以提出申請的地方）上述各項的所有申請或申請權，及就過去、目前或將來侵犯、濫用或違反上述任何一項權利的訴訟、索取損害賠償和取得救濟的所有利益、特權或權利），以及在本指南的權利（「知識產權」），均屬於香港綠色建築議會所有。你無權使用香港綠色建築議會的任何知識產權。未經香港綠色建築議會事先書面許可，你亦不得以任何方式就任何公眾或商業目的複製、分發、修改、傳送、發表或使用本指南。香港綠色建築議會按其全權和絕對酌情權決定可不時修改免責聲明條款，而毋須通知你或對你負有責任。免責聲明最新版本應在香港綠色建築議會網站上登載。如你在免責聲明經修改的版本登載後繼續使用本指南，你同意受免責聲明經修改的內容所約束。你有責任定期查看免責聲明是否有任何修改。如免責聲明的中、英文版本有任何抵觸或不相符之處，應以英文版本為準。



## 關於香港綠色建築議會

香港綠色建築議會有限公司於 2009 年創立，並於 2016 年成為《防止賄賂條例》界定的公共機構，為非牟利會員制組織，致力推動和提升香港在可持續建築方面的發展和水平。本會藉連繫公眾、業界及政府，提高各界對綠色建築的關注，並針對香港位處亞熱帶的高樓密集都會建築環境，制訂各種可行策略，從而帶領香港成為全球綠色建築的典範。

我們熱切追求實現可持續建築環境的目標，會員和業界專才的豐富經驗和真知灼見，為切實成果打穩根基。

要了解更多有關香港綠色建築議會的資料，請瀏覽 [www.hkgbc.org.hk](http://www.hkgbc.org.hk)。

### 抱負

為香港締造更綠色的建築環境，從而保護地球，造福香港市民。

### 使命

為引領市場轉化，致力向政府倡議綠色環境政策，並為各持份者引入綠色建築作業方式和訂立業界有關設計、建造與管理的專業標準，同時向香港市民推廣綠色生活。

# 目錄

獻辭	i
序言	iii
指南摘要	iv
<b>第 1 章: 簡介</b>	<b>1</b>
1.1 什麼是智慧綠色建築?	3
1.2 智慧綠色建築的其他重要概念	4
1.3 與智慧綠色建築相關的指南和倡議	6
1.4 新興智慧綠色建築技術	9
<b>第 2 章: 智慧綠色建築的實用策略</b>	<b>11</b>
2.1 物聯網是智慧綠色建築的「骨幹」	12
2.2 香港網絡安全和數據保密方面的考慮	14
2.3 智慧綠色建築的基本設計原則	15
2.4 智慧綠色策略概覽	18
2.5 透過智慧技術使建築更健康和安全	34
2.6 與建築類型的關係	38
<b>第 3 章: 海外案例研究</b>	<b>39</b>
3.1 紐約帝國大廈	40
3.2 阿姆斯特丹 The Edge	43
<b>第 4 章: 本地案例研究</b>	<b>46</b>
4.1 太古坊一座	47
4.2 迎海	51
4.3 維港文化滙	54
4.4 交易廣場	58
<b>第 5 章: 未來展望</b>	<b>61</b>
<b>附錄</b>	<b>64</b>
A. 建築物設計與營運	66
B. 健康與福祉	83
C. 能源性能	98
D. 材料和廢物管理	113
E. 水性能	120
F. 流動性及交通	129
參考書目和補充刊物	136
顧問團隊	145
鳴謝	146

## 數字列表

圖 1 – 重新定義智慧建築和綠色建築之間的連繫	3
圖 2 – 物聯網是智慧綠色建築的「骨幹」	12
圖 3 – 試行運作既有建築的五個主要步驟	16
圖 4 – 制定建築物設計與營運的建築策略	21
圖 5 – 制定健康與福祉策略	24
圖 6 – 制定能源性能策略	27
圖 7 – 制定材料與廢物管理策略	29
圖 8 – 制定水性能策略	31
圖 9 – 制定流動性與交通策略	33

## 圖表列表

表 1 – 智慧綠色建築的其他重要概念	4
表 2 – 與智慧綠色建築相關的指南和倡議摘要	6
表 3 – 新興智慧綠色建築技術	9
表 4 – 在香港既有建築及四周建築環境中實施的智慧策略和技術，以提高環保性能	17
表 5 – 採用各種技術使室內建築環境更安全	34
表 6 – 32 項建議智慧綠色策略和適用的建築類型之間的關係	38

## 縮寫詞

AEM	主動能源管理
AFDD	自動故障檢測和診斷
AHU	空氣處理機組
AI	人工智能
ALS	環境光感應器
AM	資產管理
AMR	自動抄錶
API	應用程式接口
ASHRAE	美國採暖、製冷與空調工程師學會
AVA	通風評估
BAS	樓宇自動化系統
BD	大數據
BEAM	綠建環評
BEC	商界環保協會
BESS	電池儲能系統
BIM	建築信息模型
BIPV	光伏建築一體化
BMS	樓宇管理系統
BT	藍牙 5.0
BREEAM	英國建築研究院環境評估方法
BSOMES	屋宇設備運行及維修行政人員學會
CAPEX	資本支出
CCTV	閉路電視
CdTe	碲化鎘
CIC	建造業議會
CMC	中央監控中心
CMMS	電腦化維修管理系統
COP	性能係數
CO <sub>2</sub>	二氧化碳
CSP	聚光太陽能
CSTCB	香港網絡安全及科技罪案調查科
DDC	直接數碼操控
DV	數據可視化
EC	電子換向
ELS	挖掘和側向支撐
EMSD	機電工程署
EPS	電力系統
ESS	儲能系統
ES1&2	交易廣場第一、第二座
ES3	交易廣場第三座
EU	歐洲聯盟
EV	電動車輛
FIT	上網電價
FM	設施管理
FSGIM	設施智慧電網信息模型
F&B	食品與飲料
GIS	地理信息系統

GPS	全球定位系統
GRESB	全球房地產可持續性基準
GWP	全球變暖潛勢
HA	香港房屋委員會
HEPA	高效微粒空氣過濾網
HFCs	氫氟碳化合物
HFOs	氫氟烯烴
HKCERT	香港電腦保安事故協調中心
HKD	港元
HKGBC	香港綠色建築議會
HKL	香港置地
HKSAR	香港特別行政區
HVAC	加熱·通風和空調
IAQ	室內空氣質素
iBMS	綜合樓宇管理系統
IEEE	電機電子工程師學會
IEQ	室內環境質素
IGU	中空玻璃單元
IoT	物聯網
IP	互聯網協議
IPCC	政府間氣候變化專門委員會
IT	信息技術
IWBI	國際健康建築研究院
I/O	輸入輸出
I&T	創新科技
KPI	關鍵績效指標
kW	千瓦
LCC	生命週期成本
LED	發光二極管
LEED	領先能源與環境設計
Li-ion	鋰離子
LIDAR	光探測和測距
MEMS	微型機電系統
MERV	最低效率報告值
ML	機器學習
NEMA	全國電氣製造商協會
NFC	近場通信
ODP	臭氧消耗潛力
OGCIO	政府資訊科技總監辦公室
OPEX	營運開支
OTTV	整體熱傳遞值
O&M	運行和維修保養
PDPO	個人資料(私隱)條例
PHEV	插電式混合動力車輛
PLC	可編程邏輯控制器
PM <sub>2.5</sub>	微細懸浮粒子
PSI	公共部門信息
PV	光伏
RCx	重新校驗

REHVA	歐洲採暖空調學會
RFID	射頻識別
ROI	投資回報
RT	製冷噸
SARS	嚴重急性呼吸系統綜合症
SBD	可持續建築設計
SCADA	監督控制和數據採集
SDGs	可持續發展目標
SiO <sub>2</sub>	二氧化矽
tCO <sub>2</sub>	總二氧化碳
TF	富臨閣
TiO <sub>2</sub>	二氧化鈦
TVP	科技券計劃
UFAD	地板下送風
UK	英國
UN	聯合國
USD	美元
URA	市區重建局
U.S.	美國
USGBC	美國綠色建築委員會
UV	紫外線
VAV	可變風量
VOC	揮發性有機化合物
VPN	虛擬專用網絡
VRB	釩氧化還原電池
W	瓦
WELS	用水效益標籤計劃
WorldGBC	世界綠色建築委員會
WSD	水務署
ZnBr	溴化鋅
3D	三維
5G	第五代移動網絡

獻辭

## 環境局局長



我國已表明會致力應對氣候變化，宣佈將努力於 2030 年前實現碳排放峰值，並於 2060 年前實現碳中和。香港於 2020 年的施政報告宣佈在 2050 年前實現碳中和的遠大目標。雖然實現這一目標並不容易，但我很高興社會上的主要持份者，包括建造業議會（CIC）和香港綠色建築議會（HKGBC），不但反應積極，更大力支持參與實現這項目標。

為迎接氣候挑戰，政府將爭取所有持份者和公眾的支持。我們將於明年更新《香港氣候行動藍圖》，以制定更積極的減緩和適應氣候變化及提升氣候應變能力的策略和措施。該策略優先考慮深化建築環境的減碳工作，這要求我們重新思考現有的政策工具，並進一步發揮創新科技（I&T）包括智慧建築技術的優勢。

我們已為利用創新科技奠定基礎。在中短期內，除了能源審計和節能項目外，我們將利用創新科技實現政府的綠色能源目標，該目標是截至 2025 年的五年內將政府的能源表現提高至 6%。我們將透過「機電創科網上平台」試行創新解決方案，推動初創企業和大學提供的創新科技解決方案的開發和測試。此外，我們將透過港幣 2 億元的低碳綠色科研基金資助先進減碳和綠色技術的研究和開發，該基金目前正接受申請。

《香港智慧及綠色建築設計最佳作業方式指南》是一個及時、提供豐富信息、有用的工具，供專業人士和公眾了解智慧綠色建築設計的重要概念和實踐。通過對本地和海外案例研究的簡明總結，詮釋智慧綠色建築的前景以及好處。我很感謝香港綠色建築議會的貢獻，並希望這本指南能促進香港智慧綠色建築的發展，努力在本世紀中期實現碳中和的智慧城市。

**黃錦星先生，金紫荊星章，太平紳士**

環境局局長

香港特別行政區政府

獻辭

## 創新及科技局局長



我衷心祝賀香港綠色建築議會 (HKGBC) 出版《香港智慧及綠色建築設計最佳作業方式指南》。它是一本實用和全面的參考，將創新科技 (I&T) 納入我們的建築，以使它們更具智慧及環保，並提高其整體性能。

香港綠色建築議會和建造業議會的合作與政府的創新科技政策包括：智慧城市的發展無疑是一致的。在過去的三年，政府已投放超過港幣 1000 億元來促進創新科技的發展，並在 2017 年 12 月發布我們第一份香港智慧城市藍圖。在當中六個範疇提出 76 項措施，其中一個範疇專門針對智慧環境。經過三年的努力，我們在本月初發布《香港智慧城市藍圖 2.0》。我們在「智慧環境」一章中介紹諸如促進能源效率和重新校驗 (RCx)，以及利用智慧技術發展更多綠色建築等措施的進展及最新情況。此外，《藍圖 2.0》還概述新措施與目標，如：大規模擴大可再生能源的使用，增加政府工程部門在建築項目中的技術應用，以及我們的基礎建設和公用事業的運行和保養。最終目標是讓市民在日常生活中感受到智慧城市發展帶來的實際好處。

我相信這本指南不僅是業界的資源，而且對香港每一個致力實施綠色建築技術以建設智慧城市的人來說也會有啟發作用。我絕對期待看到政府與所有持份者（包括香港綠色建築議會和建造業議會）之間的合作成果，以及在未來更新《藍圖 2.0》時看到更多綠色建築和其他環保措施。

薛永恆先生，太平紳士

創新及科技局局長

香港特別行政區政府

## 序言

# 香港綠色建築議會主席



我們很高興代表香港綠色建築議會 (HKGBC) 介紹《香港智慧及綠色建築設計最佳作業方式指南》(簡稱《本指南》)。本指南旨在加快香港智慧綠色建築環境和社區的發展。

香港綠色建築議會致力於教育和促進建築業界人士、發展商、業主、營運商和住戶的綠色建築實踐。2017年出版的《香港智慧城市藍圖》，以及最近出版的《香港智慧城市藍圖 2.0》，突顯創新科技在提高綠色建築性能方面的潛力。因此，本指南出版的時機恰到好處，它為推進智慧綠色建築技術提供實用的設計和操作指南及策略，以提高新建建築和既有建築的性能。

本指南介紹有助於提高智慧綠色建築復原力的基本設計原則，以及圍繞六個關鍵主題的 32 項智慧綠色建築策略。六個主題包括：建築物設計與營運、健康與福祉、能源性能、材料與廢物管理、水性能以及流動性與交通。此外，還透過海外及本地案例研究展示最佳作業方式。

我們想藉此機會感謝指導委員會和各行業持份者，包括：發展商、諮詢公司、承包商、公用事業單位、專業組織、政府部門和大學為編寫指南作出的貢獻。此外，我們還要感謝建造業議會為本指南的製作提供資金。

我們希望本指南為建築業提供實用的資料和靈感，以迎接採用創新科技，從而創造智慧綠色建築環境，不僅能提高營運效率，同時改善香港城市的健康、提高可持續性和生活及工作環境的質素。

**張孝威先生，銀紫荊星章**

主席

香港綠色建築議會



# 指南摘要

《香港智慧及綠色建築設計最佳作業方式指南》為智慧綠色建築的設計和功能提供實用指引和靈感。本指南分為五個重要章節：定義和趨勢、新建建築和既有建築的智慧綠色策略以及本地和海外案例研究。指南結尾提出政策修改和提高公眾意識的建議，並在附錄中提供有關策略進一步的細節。

指南與簡介章節界定智慧綠色建築的定義，並顯示技術如何重新定義智慧和綠色建築之間的聯繫。本指南參考相關行業準則和倡議，展示智慧建築技術持續進步和不斷變化的本質，並提供新興技術的例子。

第 2 章介紹物聯網 (IoT) 作為智慧綠色建築的基本「骨幹」與其他技術的聯繫，從而實現數據共享和自動化的建築功能。物聯網作為智慧綠色建築的基礎，提供建築性能的整體視圖，以進行預測性分析，讓建築營運商 / 業主能擁有更佳的用户體驗。



第 2 章討論有助智慧綠色建築抵禦變化的基本設計原則，並就提出的 32 項智慧綠色建築策略分為六個主題：建築物設計與營運、健康與福祉、能源性能、材料與廢物管理、水性能以及流動性與交通。附錄將詳細介紹每項策略的好處、技術和設計要求以及案例。最近 2019 冠狀病毒病疫情為建築管理文化帶來改變，同時突顯保持一個健康、安全及清潔的建築環境的重要性。本章以一些不但能推動更健康安全建築，還能降低傳染病爆發風險的智慧技術例子作結。

第 3 章介紹實施智慧綠色策略以優化整體建築性能的海外案例研究，包括：紐約市帝國大廈以及阿姆斯特丹 The Edge。第 4 章則介紹採用智慧技術和環保措施的本地案例研究，包括：太古坊一座、迎海、維港文化匯以及交易廣場。

最後一章提出關於政策、業界發展、公眾意識和教育的建議。本指南強調在建築整個生命週期中整合智慧和環保方面的重要性，從而提高營運和用戶效率，確保健康和可持續發展成果，並促進香港智慧環保市場的轉型。



# 簡介

智慧綠色技術在現今及未來建築發展中發揮著關鍵作用。建築業採用創新變革技術以提高營運效率、成本效益及生活質素。互連技術和通信基礎建設的使用可以提高建築的應變速度，讓設備和用戶可在建築內外通訊。

建築業在實現香港智能和可持續發展的願景中擔當重要角色。業界正逐步透過在建築過程中採用智慧綠色技術，改善可持續建築的設計，並減低從設計到營運期間，整個建築物生命週期為環境帶來的影響。上述例子包括：智慧能源、水錶、親生物性設計以及用於自然採光和能源生產的太陽能技術。智慧綠色建築對人類的健康和福祉將帶來正面影響，並有效提升用戶在建築以至四周環境的體驗。

本指南旨在為開發商、業主、營運商、管理者以及其他建築界專業人士提供實現智慧綠色建築的靈感和指引。其最終目標為完善決策及規劃，加快智慧綠色建築環境和社區的發展。



本指南將介紹智慧綠色建築的定義，以及其他相關的重要概念如：智慧城市、低碳城市和城市復原力等，當中亦包括智慧綠色建築技術的新趨勢。參照本地及海外案例，指南亦會概述 32 項實用設計和營運策略，從而推動智慧綠色建築的發展，並優化新建及既有建築的性能。相關策略共分成六個與建築性能有關的主題。

本指南將討論應用智慧綠色技術時引申的網絡安全及數據私隱問題。深入了解如何利用技術優化整體建築性能，從而重新定義智慧建築與環保之間的連繫。

有關城市微氣候設計和整合式設計流程的資料，請參考香港綠色建築議會《都市微氣候指南》<sup>1</sup>。該指南除了介紹城市微氣候研究的原則、改善微氣候的策略以及本地和海外案例研究外，亦闡述 4 個關鍵參數（風、熱輻射、溫度和降水）及 31 個在城市微氣候設計中採用的策略。

---

<sup>1</sup> Hong Kong Green Building Council. (2018). *HKGBC Guidebook on Urban Microclimate Study*. Available from: [https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/file/UMC\\_Guidebook\\_amended\\_reduced.pdf](https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/file/UMC_Guidebook_amended_reduced.pdf)

## 什麼是智慧綠色建築？

儘管「智慧綠色建築」已成全球趨勢，但目前業界對於「智慧綠色建築」尚未有統一定義。透過了解智慧綠色建築各項目標和範圍，可釐清和界定兩者之間的相互關係。

智慧建築亦被稱為「自動化建築」或「智能建築」。智慧建築利用智能技術，包括自動化系統、綜合樓宇管理系統（iBMS）、數碼基礎建設、數據收集裝置、遙距監控等。互連技術和通訊基礎建設的使用，加快建築的應變速度，促進設備與用戶在建築內外的交流。收集的數據將用於分析及改善整體建築性能，包括成本效益、營運性能、空間利用和靈活性、人類舒適度、安全與保安、文化、健康與衛生。

綠色建築重視環境的可持續性和可持續建築設計。綠色建築是一個廣泛而通用的術語，指在建築設計、施工和運作過程中盡量減少對環境的影響，同時提高用戶的福祉。上述目標可透過生命週期規劃、善用資源、推動使用可再生能源和可持續材料、減少污染和廢物、改善室內環境以及適應環境變化的設計來實現。

全球及本地均有綠色建築認證體系評估建築的環境性能，其中最廣泛採用為綠建環評（BEAM Plus）、領先能源與環境設計（LEED）以及英國建築研究院環境評估方法（BREEAM）。這些認證有助推動綠色建築成為行內標準。減少能源使用和碳排放全球及本地目標已經確立，如《氣候行動藍圖 2030+》、《巴黎協定》及聯合國可持續發展目標（SDGs）。建築環境作為重要的一環，可為實現上述目標作出重大貢獻，因此，業界測量建築能源和碳排放是至關重要。第 1.3 章將闡述相關細節。

智慧建築和綠色建築之間有明顯的相互關係——自動化系統和數碼基礎建設有助減少對環境的影響並優化內部環境，從而改善建築用戶的福祉。因此，智慧綠色建築定義如下：

「智慧綠色建築從規劃、設計、施工、營運、維護到拆卸整個生命週期中均採用創新科技和數碼設備系統，從而大大提高資源和營運效率，改善用戶身心健康，促進建築、其周邊基礎建設及自然環境的可持續性，並且抵禦變化。」

圖 1 – 重新定義智慧建築和綠色建築之間的連繫



## 智慧綠色建築的其他重要概念

本指南涵蓋多個與智慧綠色建築相關的重要概念。

當中的概念列於下方表 1：

<b>第五代移動網絡 (5G)</b>	<p>5G 為第五代移動網絡，目的是以虛擬的形式聯繫所有人與物件包括機器、物品和設備。</p> <p>5G 無線技術提供更高速、更低延遲性、更可靠、更大的網絡容量，為更多用戶提供統一體驗。</p>
<b>應用程式接口 (API)</b>	<p>應用程式接口兩個不相關的應用程式互相溝通的媒介（例如：為商家創建新的應用程式和服務）用作推動數據共享及設備、平台與大眾之間的聯繫。</p>
<b>人工智能 (AI)</b>	<p>人工智能被定義為：「以理論為基礎而開發的電腦系統，系統能完成需要人類智能如：視覺感知、語音識別、決策和翻譯才能執行的工作。」<sup>2</sup></p> <p>由於以人工智能為基礎的計算程式可預測變化，因此可採取更積極主動的方式調整營運模式。人工智能亦可將輸入和輸出關聯起來，以作出決策或識別根本原因—以上皆涉及機器學習、數據挖掘或預測性數據分析的應用。</p>
<b>大數據 (BD)</b>	<p>大數據是極其龐大的數據庫。通過計算分析揭示模式、趨勢及媒介。數據來源包括感應器、設備、計算等。</p>
<b>循環經濟</b>	<p>全球人口增長令消費者需求增加，對自然資源造成前所未有的壓力。循環經濟摒棄線性的「取—造—棄」，不浪費任何產品。循環經濟有意恢復和再生工業系統，此概念目的是在產品生命週期結束時透過重新利用、翻新和回收材料恢復其價值。</p>
<b>雲端運算</b>	<p>雲端運算指通過網路，或「通過雲端」提供運算服務，範圍包括儲存、分析和掌控網路的能力。雲端運算不單能提供大量的電腦資源，存取過程亦只需數分鐘，因此是非常值得信賴的技術。</p>
<b>數據分析</b>	<p>數據分析利用各種統計技術分析現有及歷史數據，從而得出有意義的見解並預測未來或其他未知事件。</p>
<b>數據挖掘</b>	<p>數據挖掘一般使用與機器學習相同的方法，兩者雖有重疊部分，但機器學習（ML）側重預測，數據挖掘則著重發掘數據中過往未知卻有價值的信息。</p>
<b>數據可視化 (DV)</b>	<p>數據可視化是指將統計數據或從全球收集得來的資訊以數字和圖像的方式表達。資訊圖表、熱圖以及氣泡圖均是數據可視化的例子。</p>

<sup>2</sup> Marr, B. (2018). *The Key Definitions of Artificial Intelligence (AI) That Explain Its Importance*, Forbes. Available at: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/02/14/the-key-definitions-of-artificial-intelligence-ai-that-explain-its-importance/#35dfbe6f4f5d>

數碼化	數碼化指將信息轉換成電腦「可讀」的數碼格式的過程。數碼化的基礎是運用大量的感應器以量度各種性能，從而實現模式識別、自我糾正或補償、機器學習和推理等功能。
綠色城市	綠色城市經常與「生態城市」或「低碳城市」交替使用。此概念著重透過減廢和減少排放、推動回收及可再生能源、提高房屋密度、增加開放空間及鼓勵可持續本地企業發展以減少對環境的影響。
綜合系統	綜合系統由多個子系統組合而成，作為單一大型系統互相協調和運作。綜合系統更可提供過往獨立系統沒有的功能。
物聯網 (IoT)	<p>物聯網是指與網路連接並配備獨特標籤符的感應器、設備、機器和自然物件。通過網絡通訊和傳輸數據，物聯網收集、聯繫及分析原始機器產生的數據，從而獲得改善建議。</p> <p>這種透過網路將基於各種定址方式和有線或無線技術的計算設備相互連接起來的做法，能讓各類應用變得實時且自主。</p> <p>隨著數據精細化，將數據轉化為可操作信息的能力要求亦隨之提高。</p>
機器學習 (ML)	機器學習是人工智能的一部分，電腦計算程式可透過經驗實現自我完善。機器學習計算程式使用被稱為「訓練數據」的樣本數據建立數學模型，以便在沒有明確編程的情況下作出預測或決定。
具抗禦力的城市	具抗禦力的城市能盡量減少災害帶來的損失和風險，以及在災害發生後恢復穩定狀態。根據《香港 2030+》的定義，具抗禦力的城市是具反思性、完整、生生不息、靈活、具智慧、共融且綜合多元的。 <sup>3</sup>
智慧城市	智慧城市利用創新和技術以「提高其組成部分、基礎建設、公用事業和服務的效率和互動性」。 <sup>3</sup> 這種技術可解決城市挑戰，提高整體生活質素。根據藍圖，香港將在六個主要領域實行智慧城市發展，包括智慧出行、智慧生活、智慧環境、智慧市民、智慧政府及智慧經濟。 <sup>4</sup>
無線技術	現存各式各樣的無線數據技術，當中部分存在直接競爭，其餘則為特定用途而設計。各類不同的指標可用作評估無線技術，至於與智慧建築相關的指標則包括：數據速率、傳輸範圍及實施成本。

表 1 – 智慧綠色建築的其他重要概念

<sup>3</sup> The Government of HKSAR. Planning Department. (2016). *Hong Kong 2030+: A Smart, Green and Resilient City Strategy*. Available at: [https://www.hk2030plus.hk/document/Hong%20Kong%202030+%20A%20SGR%20City%20Strategy\\_Eng.pdf](https://www.hk2030plus.hk/document/Hong%20Kong%202030+%20A%20SGR%20City%20Strategy_Eng.pdf)

<sup>4</sup> The Government of HKSAR. Innovation and Technology Bureau. (2017). *Hong Kong Smart City Blueprint*.

## 與智慧綠色建築相關的指南和倡議

智慧綠色技術可協助建築物達到本地或全球的環保目標。表 2 概述與智慧綠色建築相關的本地和全球指南、倡議和目標。

指南或倡議	細節	請瀏覽以下網站了解詳情
「邁向淨零」倡議 (世界綠色建築委員會)	一項致力推動全世界於 2050 年實現 100% 零碳建築的全球倡議。	<a href="https://www.worldgbc.org/advancing-net-zero">https://www.worldgbc.org/advancing-net-zero</a>
綠建環評	香港綠色建築評級系統，系統涵蓋各種可持續發展議題及整個建築生命週期。香港綠色建築議會為認證機構，建築環保評估協會則為評估機構。  綠建環評涵蓋新建建築、既有建築、社區及室內建築。	<a href="https://www.hkgbc.org.hk/eng/beam-plus/introduction/index.jsp">https://www.hkgbc.org.hk/eng/beam-plus/introduction/index.jsp</a>
「Better Places for People」運動 (世界綠色建築委員會)	此國際項目旨在創建綠色和健康的工作場所、零售空間和家庭，促進可持續建築環境發展、參加者健康、福祉以及生產力。	<a href="https://www.worldgbc.org/better-places-people">https://www.worldgbc.org/better-places-people</a>
英國建築研究院環境評估方法 (英國建築研究院)	英國建築研究院環境評估方法是英國普遍使用的綠色建築評級系統，旨在促進可持續環境，提高建築用戶福祉，保護自然資源並使財產更具價值。	<a href="https://www.breeam.com/">https://www.breeam.com/</a>
香港氣候行動藍圖 2030+ (環境局)	報告其中一節概述香港兩個可節約能源和促進碳效率的主要領域—私營及公共領域的建築和基礎建設。	<a href="https://www.enb.gov.hk/sites/default/files/pdf/ClimateActionPlanEng.pdf">https://www.enb.gov.hk/sites/default/files/pdf/ClimateActionPlanEng.pdf</a>
聯合國可持續發展目標下的目標 7「可負擔潔淨能源」	各國可攜手合作的全球行動。目標 7 致力確保每個人獲得可負擔、可靠、可持續的現代能源，包括兩種主要受建築影響的能源—增加在全球能源組合中可再生能源的比例並提高全球能源效率。	<a href="https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300">https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300</a>

指南或倡議	細節	請瀏覽以下網站了解詳情
聯合國可持續發展目標下的目標 11「可持續發展城市及社區」	目標 11 致力建立包容、安全、具抗禦力且可持續的城市和人類居住環境。例子包括：使用當地材料建造可持續並具抗禦力的建築，提供可持續交通，以及推動可持續城市廢物管理等目標。	<a href="https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300">https://sustainabledevelopment.un.org/?menu=1300</a>
綠色設計指南：在建築物生命週期中物盡其用 (香港綠色建築議會)	本指南旨在提高人們對建築廢料的認識，並以減少建築廢料為目標，為香港建築業的規劃和設計階段提供相關指引。	<a href="https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/guidebooks/green-design-guide/images/Green_Design_Guide_Eng.pdf">https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/guidebooks/green-design-guide/images/Green_Design_Guide_Eng.pdf</a>
和綠共事—辦公大樓 (香港綠色建築議會)	此路線圖分為五個階段，為發展商、業主、物業管理公司和租戶提供有關辦公室綠色租賃概念。	<a href="http://got.hkgbc.org.hk/eng/files/assets/basic-html/index.html#1">http://got.hkgbc.org.hk/eng/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
香港辦公室綠建指南 (香港綠色建築議會)	本指南旨在為辦公室之持份者提供環保指引，介紹建設綠色辦公室的案例、相關限制、機遇和各種對環境的好處。	<a href="http://hkg-training.hkgbc.org.hk/green_office_guide/eng/files/assets/basic-html/index.html#1">http://hkg-training.hkgbc.org.hk/green_office_guide/eng/files/assets/basic-html/index.html#1</a>
香港綠色建築議會都市微氣候指南 (香港綠色建築議會)	本指南旨在為業內人士提供相關知識，從而推廣運用都市微氣候設計，改善香港室外環境。	<a href="https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/guidebooks/urban-microclimate-study/index.jsp">https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/guidebooks/urban-microclimate-study/index.jsp</a>
香港智慧城市藍圖 2.0 (創新及科技局)	這份藍圖概述香港為實現智慧城市發展而將實行的措施，如採用建築信息模型 (BIM) 技術、智慧泊車系統及用於監測污染的遙測設備。	<a href="https://www.smartcity.gov.hk/node/1.html">https://www.smartcity.gov.hk/node/1.html</a>
智慧城市藍圖 2.0 建議書 (智慧城市聯盟)	回顧第一份《智慧城市藍圖》，同時討論未來發展方向。	<a href="https://smartcity.org.hk/upload/articles_lv1/0/20200427021602_156.pdf">https://smartcity.org.hk/upload/articles_lv1/0/20200427021602_156.pdf</a>
領先能源與環境設計 (美國綠色建築委員會)	領先能源與環境設計是全球最廣泛採用的綠色建築評級系統，為健康、高效和節約成本的綠色建築提供框架，同時是全球公認可持續發展成就和領導力的象徵。  該評級系統適用於所有建築類型及建築階段。	<a href="https://www.usgbc.org/help/what-leed">https://www.usgbc.org/help/what-leed</a>

指南或倡議	細節	請瀏覽以下網站了解詳情
聯合國氣候變化框架公約下的巴黎協定	自 2016 年起，該協議確立減少全球氣候變化威脅的目標。香港的綠色建築在本地實現節能和減少碳排放方面擔當著重要角色，同時亦為《巴黎協定》所設的全球目標作出貢獻。	<a href="https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement">https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement/the-paris-agreement</a>
可持續建築設計指引（屋宇署）	指引說明推動可持續建築設計的精簡措施，包括綠化場地覆蓋率的要求、樓宇間距和樓宇後移。	<a href="https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/practice-notes-and-circular-letters/pnap/APP/APP152.pdf">https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/practice-notes-and-circular-letters/pnap/APP/APP152.pdf</a>

表 2 – 與智慧綠色建築相關的指南和倡議摘要

## 新興智慧綠色建築技術

各種智慧建築技術已改變建築的施工和營運模式。在今後的建築管理模式中，技術的進步將對營運效率和可持續性等方面帶來重大影響。表 3 介紹新興智慧綠色建築科技案例和未來市場將出現的新技術和材料。

先進建築材料	
氣凝膠隔熱材料	氣凝膠隔熱材料利用疏水性的納米多孔氣凝膠結構製造超薄的隔熱材料。此外，它亦可用於製作矽基產品—建築內超級隔熱窗的核心材料。
石墨烯	石墨烯是一片蜂窩狀的單碳原子物料。由於其強度是鋼的 200 倍，重量卻只是鋼的六分之一，並且具有生物可降解性，因此被譽為神奇材料。石墨烯可用於生產混凝土，創造比傳統混凝土強 2 倍，抗水能力高 4 倍的複合材料。
自我修復材料	自我修復材料是一種合成物質，能在沒有外部評估或人為干預的情況下修復損害。使用自我修復材料能降低維修成本並提升建築安全。此技術具有一定的發展潛力，可擴大用途致混凝土，鋼材和玻璃等領域。
嵌入感應器的複合材料	複合材料由兩種或更多的現有材料結合而成，創造出一種擁有與原始組件不同特質的獨特材料。在材料結合過程中，亦可加入感應器以監測並報告材料內的任何變化，例如應力和應變或四周環境。隨著建築結構健康監測需求日漸增長，對具有嵌入式感應能力的複合材料的學術研究亦因而增加。
智慧磚	智慧磚具有熱能控制的能力。因著其模組化設計，智能磚能根據要求製作成任何形狀，為建築中的電氣和管道網絡創造空間。
建築管理和營運	
區塊鏈	區塊鏈是一連串不斷更新的紀錄，利用加密法安全連接區塊。區塊鏈毋須中央處理，它以分散式賬本形式於不同系統和地域間複製、共享及同步。區塊鏈技術可用於連接建築內產生數據的機器，從而改善建築運作。
水平電梯	水平電梯比垂直電梯擁有更多優點。垂直電梯佔用建築物的大量樓層空間。由於水平電梯在單個井道中的載客量較多，令建築內的豎井數量和尺寸減少。因此，水平電梯可增加建築的可用面積，從而提高建築的商業價值。
循環式淋浴	循環式淋浴系統過濾並即時重用污水。配合先進的污水處理設施，系統可推動處理建築內的中水及智慧管理水資源。
智慧微塵	智慧微塵指極小的無線微型機電系統 ( MEMS )，該系統能感知光線、溫度、壓力、振動、磁性和化學成分等。智慧微塵可用作建築內的感應器，以促進智慧建築功能的運作。智慧微塵能檢測建築物的結構壓力，並在必要時發出警報。

能源效率	
先進的電池技術	指電池技術近期的突破，例如金納米線電池。這類電池可在三個月內充電 20 萬次同時保持性能。與現時的電池相比，此類電池具有出色的容量。先進的電池技術可與建築的儲能系統相結合，以提高能源效率和可靠性。
鈣鈦礦太陽能電池	鈣鈦礦有望成為太陽能電池板核心材料。它的價格比矽低，而且具有更高的太陽能吸收能力。該材料可降低太陽能電池板的生產成本，適用於多類型的平價太陽能方案，包括在屋頂安裝或垂直安裝的太陽能電池板等。
壓電技術	壓電材料可從振動和機械應力中產生電力。例如：車輛經過已裝嵌壓電材料的道路可產生電力。在建築內，電力亦可透過人們行走壓電地板而產生。
熱彈性金屬	熱彈性金屬可取代傳統的液體製冷劑，在空調中用作固體冷卻劑，提高能源效率並減少碳排放。
無線充電	無線充電的運作原理是通過簡單的感應機制在電源和設備的電池之間傳輸能量。電能通過磁場強度的變化在兩個線圈之間傳輸，使建築管理和操作更加靈活，同時令用戶更便利。例如：為電動車輛（EV）充電。

表 3 – 新興智慧綠色建築技術



# 智慧綠色建築的 實用策略

本章先探討物聯網在智慧綠色建築中的價值、網絡安全和數據保密的重要性，並以簡單易明的資訊圖表講解適合既有和新建建築的六個基本設計原則，同時建議 32 項智慧綠色建築策略。本章結尾將展示可提高建築健康和安全性的智慧技術以及適用建築類型。

## 物聯網是智慧綠色建築的「骨幹」

物聯網在智慧綠色建築的應用進一步提升住宅、工作場所、公共場所和零售商場的智能化。物聯網是一個由感應器、裝置、設施和程式組成的網絡，根據建築營運商的設定共同運作以實現數據共享和自動化操作。所有這些裝置和平台連接中央開放的互聯網協議（IP）骨幹，通過多功能的圖表工具及大量數據報告，提供整合數據並展示建築性能的全貌。數據分析還可結合人工智能和機器學習使用，以協助建築自我診斷及改善性能。



圖 2 – 物聯網是智慧綠色建築的「骨幹」

以上平台提供有關建築或設施運行參數的預測性知識，包括高或低於服務水平協議值的溫度或能源消耗率超出目標運行範圍。物聯網和智慧建築技術最重要的價值在於透過分析了解建築當中出現的問題，然後進行相應的調整和及時修正，以便在問題出現前採取相應的預防措施。採用開放協議或開放標準結構是應用物聯網和智慧建築技術的關鍵。

雖然智慧建築系統有莫大好處，但假若系統間不能互相協作或通訊，其效用會受到一定限制。開放標準的發展讓建築系統能使用共同的協議語言互相通訊，並且規範設備和系統的互動方式。美國採暖、製冷與空調工程師學會（ASHRAE）的開源建築自動化控制網路通訊協定就是開放協議的經典例子。開放標準結構其中一個主要好處是能輕易整合新的物聯網設備和系統（前提是使用開放協議語言進行通訊），無需其他獨立系統管理每個新設備。尤其是管理同一組建築的情況下，開放式協議有助提高效率。

建築內採用物聯網能實現自動化決策、提高營運效率並減低營運成本。物聯網有助推動針對設施性能、操作人員和用戶的結果和目標。業主以改善用戶體驗和流程、提高建築物的營運效率和減少能源消耗為最終目標，從而改善建築的財務表現。然而，要確保各種技術能發揮作用，便有設置感應器點並且把機械系統劃分適當區域的需要。因此，在新建建築採用物聯網比改造現有結構更為容易。

採用物聯網技術的另一個關鍵是需要所有持份者的共同參與。包括：顧問、設計師、業主、設施經理、信息技術（IT）專業人員、租戶等。持份者的參與是共同設計系統有效運行的關鍵。物聯網的應用能確保一個開放、安全、可擴展和可適應的建築設計，以滿足各持份者的目標和建築性能要求。

為確保建築設計更具智慧並有更高效率的運作，設計上應考慮以下三個關鍵因素：

1. **技術的整合和互用性**：採取全面整合方法建構以網絡為主幹的系統。各種設備和系統應具有較高的靈活性，確保在出現新技術和組織需求變化的情況下亦能靈活拓展。它們應具有可擴展、適應性強且能夠與現有的系統整合的特性。
2. **智慧建築數據分析**：先進的系統能匯集、過濾及轉換大量數據以提供可行的分析見解。操作員和用戶應接受有關數據分析和推斷的培訓，以作出更明智的決定。
3. **網絡安全和數據保密**：增加連接和收集數據有機會導致資料洩露及外洩的情況。機構應採用一個支援網絡安全的智慧建築平台，制定資料收集、儲存、使用治理以及其他網絡安全政策以保障公司數據安全。

## 香港網絡安全和數據保密方面的考慮

智慧建築透過物聯網、人工智能、大數據和其他智能技術擴展其能力。這些技術連接不同的建築系統，提供機會收集及分享數據。然而，增加連接及收集數據的次數會帶來有關資料洩露、外洩、網絡安全和私隱問題的風險。因此，關注數據保密和網絡安全議題是極其重要。

智慧建築可透過一系列的安全措施保護數據。例如，使用防火牆及進行風險評估以保障網絡安全。要加強建築系統，可先了解黑客可能使用的手法並從根本提高安全度。透過建立明確的數據收集、儲存和使用規則，建築管理者可以公開傳達收集的數據種類。雖然沒有一個系統是絕對安全的，但智慧建築應積極實施整合網絡安全和數據保密政策的平台，並遵守所有適用的法律和法規。

### 香港的保障資料和私隱

在香港，保障資料和私隱均受《個人資料（私隱）條例》（PDPO）<sup>5</sup> 管轄。條例賦予香港的資料當事人對已收集的個人資料類型、用途、反對權利以及查閱個人資料的能力擁有知情權。然而，隨著技術不斷改進，本港正持續探討如何根據新興的安全威脅加強政府的網絡安全能力，並提高社會對網絡安全的認識。

近年全球網絡安全形勢起了變化，黑客攻擊和資料外洩的形式變得多樣化。香港每年發生數以千計宗安全事故。勒索軟件、加密貨幣挖掘和商業電子郵件洩露均是常見針對企業的攻擊。即使網絡攻擊所造成的損失不斷擴大，許多企業亦只審查他們的安全防護，並沒有實行額外的預防措施。創新及科技局<sup>6</sup> 表示，大部分網絡攻擊以存在安全漏洞或用戶警惕性低的系統為目標，獲取金錢則為攻擊的主要目的。在邁向數碼化智慧城市的路上，資料和網絡安全極其重要。本地企業、政府和公眾需不斷改進及審視其安全協定。

下列機構可在加強網絡安全和私隱政策方面提供協助：

- 政府於 2016 年推出科技券計劃（TVP）以鼓勵本地企業採用相關技術加強其網絡安全措施以對抗網絡威脅。科技券計劃部門已批出 150 多項涉及信息系統升級和網絡安全的申請。
- 香港電腦保安事故協調中心（HKCERT）可協助本地企業報告電腦和網絡安全事件並提供建議。此外，中心亦舉辦與網絡安全相關為題的研討會及宣傳活動。
- 政府資訊科技總監辦公室（OGCIO）設置網絡安全資訊站，提供有關網絡安全工具的指導方針和資訊。此外，辦公室舉辦信息技術安全活動及研討會，從而提高公眾對網絡安全的認識。

<sup>5</sup> Office of the Privacy Commissioner for Personal Data (2018). *The Personal Data (Privacy) Ordinance*. Available from: [https://www.pcpd.org.hk/english/data\\_privacy\\_law/ordinance\\_at\\_a\\_Glance/ordinance.html](https://www.pcpd.org.hk/english/data_privacy_law/ordinance_at_a_Glance/ordinance.html)

<sup>6</sup> The Government of HKSAR. Innovation and Technology Bureau (2018). *Our Role*. Available from: [https://www.itb.gov.hk/en/about\\_us/role.html](https://www.itb.gov.hk/en/about_us/role.html)

## 智慧綠色建築的基本設計原則

建築設計因應客戶的要求和具體場地的限制而有所不同。透過融入新技術於建築、結構和屋宇設備設計之中，有助創建智慧綠色建築。然而，智慧綠色建築的定義不限於技術，建築的被動和主動設計方案所帶來的智慧和綠色效益亦包含其中。

我們身處的環境和技術迅速萬變，業主、建築師和工程師應設計能回應及適應環境改變以及建築生命週期中使用及操作變化的建築。

建築設計可提高或降低建築物性能、壽命、可用性和報廢管理。在滿足設計和使用要求的前提下將循環經濟、復原力、能源效率和碳中和等概念納入建築設計有助延長其使用壽命。透過降低營運和保養成本適應性設計可提高經濟生產力，並對健康和環境帶來正面的影響，例如：改善空氣質素。其中一些重要的設計基礎和主題如下：

### 對氣候變化的抵禦能力

氣候變化對香港新建和既有建築來說是一個非常現實且複雜的問題。在香港，極端降雨、海平面上升和強颱風引起的洪水等現象越趨頻繁。因此，建築設計必須確保建築物具有適應這些環境變化的能力。

地表水管理策略可於場地規劃和設計的早期階段實施，包括增加暴雨排水能力以避免徑流在場地內積聚、提供臨時儲水以減輕排水系統的壓力、增加綠化和提供多孔鋪裝區以吸收水分，以及安裝永久性門 / 閘作為防洪屏障。

氣候監控和預警系統可有效減少建築結構、業主財產（如：存放在地下停車場的私人車輛）受損的風險，在緊急情況下透過疏散建築用戶來拯救生命。不間斷的備用電源也確保在極端事件下重要的建築系統繼續運行。

其他的設計特點，如在室外區域提供遮光，增加建築之間的連接（如：透過行人天橋、隧道等），以及公共交通系統，將帶動人流，有助於惡劣天氣情況下維持經濟活動。

### 具適應力及靈活性的設計

香港一般高層建築的平均壽命為介乎 50 至 60 年之間，至於智慧綠色建築則預計會有更長的壽命。在建築整個生命週期中，使用空間的方式可能會改變，智慧綠色建築必須接受並適應這些變化，以保養建築結構並進一步延長壽命。

組合式建築設計和可移動內牆提高住宅和商業建築的靈活性和資源效率。通過使用上述方法能在整個建築生命週期中有效使用建築，如：將商業建築改建為住房，透過組合式建築設計縮小家庭或辦公室的規模或鼓勵共享及混合功能。

適當分佈設施中樞紐和電錶櫃 / 房可在佈局或租戶改變的情況下以最大限度減少未來變化。靈活的屋宇設備和物聯網系統隨著時間將有效改善建築的運作。

適當的照明 / 空調分區和控制對於滿足運營需求亦相當重要。天花板或地板上的預接線水平分佈系統以及充足的維修空間，可滿足未來屋宇設備的遷移和提高建築的效率，同時不會對租戶或其他建築用戶造成重大干擾。

## 未來擴展

建築將來可能需要額外的空間以滿足建築用戶和營運商不斷增長的需求。因此，建築設計應具有足夠的備用機房容量，以便將來加裝額外的電訊、光纖和屋宇設備系統。這種具適應力及靈活的設計為建築整個生命週期帶來開關未來的改造機會。

## 既有建築在推動智慧和可持續發展中的作用

根據《香港氣候行動藍圖 2030+》報告<sup>7</sup>的數據顯示，電力佔香港碳排放量 70%，其中 90%的電力來自建築。此外，報告指出商業和住宅部門總共消耗了香港 92%的電力（商業為 65%，住宅為 27%）。香港現有 42,000 多座建築<sup>8</sup>，在提高能源效率和加強環境管理措施方面具有莫大潛力，有助實現本港整體減碳目標。

由於資金、地點和空間以及既有建築設計의各種限制，並非所有建築能升級其系統。但建築業的主要持份者（如：設施管理、建築維修專業人員、租戶等）可在不同策略幫助下透過智能操作實踐，為創造一個可持續的建築環境作出貢獻，本指南詳細討論了這些策略。

建築業的持份者可透過重新校驗、整體建築維護、建築創新 / 升級、改建和增建、活化和修復等工作，進一步了解各種營運相關問題，並確定需要改進的地方。一般而言，試行運作既有建築的五個主要步驟，如下圖所示：

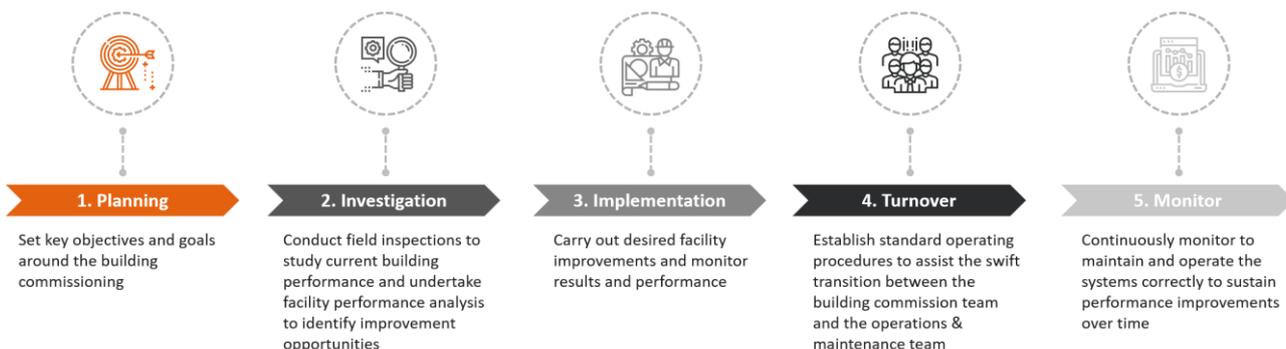


圖 3 – 試行運作既有建築的五個主要步驟

<sup>7</sup> The Government of HKSAR. Environment Bureau (2017). *Hong Kong's Climate Action Plan 2030+*. Available from: <https://www.enb.gov.hk/sites/default/files/pdf/ClimateActionPlanEng.pdf>

<sup>8</sup> Hong Kong Green Building Council (2021). *BEAM Plus Existing Buildings*. Available from: <https://www.hkgbc.org.hk/eng/beam-plus/beam-plus-existing-buildings/index.jsp>

業主、營運商、租戶和其他用戶需共同合作，逐步將香港既有的舊建築群轉化為可持續營運的資本資源。以下是幾個本地案例，說明如何利用智慧策略和技術來提高既有建築及其四周建築環境的環保性能。

1. 市區重建局 (市建局) 在荃灣市中心推出「荃易泊」手機應用程式	2. 市區重建局的「煥然懿居」(港人首次置業先導項目)。	3. 香港房屋委員會(房委會)對各公共屋邨的改善工程
<p>2018年，市建局推出手機應用程式「荃易泊」，一個利用停車場控制和管理系統的實時信息的共享平台，令用戶可以透過該應用程式獲取荃灣南區七個停車場的實時停車位供應和收費資訊。</p> <p>在 Google 地圖和全球定位系統 (GPS) 的協助下，用戶可以搜尋到達最近停車場的最佳路線，以節省尋找可用停車位的時間，並有更多時間進行如購物等的其他活動，減少等待時間和因在路旁停泊車輛而帶來的環境影響。</p>	<p>市建局在 2018 年在馬頭圍道 / 春田街獲批的發展項目，以試行他們的「首置」概念，並名為「煥然懿居」。</p> <p>煥然懿居採用親生物性和可持續發展的設計理念，總綠化面積達 30%。客廳和臥室的窗戶安裝了低輻射中空玻璃。樓宇的平台及天台均安裝了太陽能電池板。</p> <p>市民可透過家居自動化系統監測家居能源消耗、濕度和揮發性有機化合物 (VOC) 水平，以及檢索其單位的建築和廢物管理資訊。</p> <p>在設計、施工以及建築維護階段亦使用了建築信息模型以改善項目管理。</p>	<p>房委會多年來對現有公共屋邨進行了多項改善工程，使其更具智慧和環保。</p> <p>2012 年，房委會開展一項為期三年半的計劃，將所有現有公共屋邨的公用地方的照明設備更換成電子鎮流器以節省能源。</p> <p>在親生物性設計方面，房委會亦完成現有公共房屋的綠化工程，並在 22 幢現有公共房屋建築創建主題公園，為這些屋邨增添特色。</p>

表 4 – 在香港既有建築及四周建築環境中實施的智慧策略和技術，以提高環保性能

## 智慧綠色策略概覽

本章概述 32 項可在新建建築和 / 或既有建築實施的智能綠色策略，並分為六個主要主題。每個主題均以淺白務實的方式輔以資訊圖表探討各種策略的應用方法及其主要功能。

有關 32 項智慧綠色策略的詳細資料，請參閱以下附錄：

### 附錄 A – 建築物設計與營運

- A1. 建築信息模型 ( BIM )
- A2. 數碼對映
- A3. 近場通信 ( NFC )
- A4. 建築操作的機械人技術
- A5. 綜合設施管理系統
- A6. 未來洗手間
- A7. 智慧空間利用
- A8. 智慧監控

### 附錄 B – 健康與福祉

- B1. 自然採光的先進太陽能技術
- B2. 智能人工照明
- B3. 智能溫控
- B4. 親生物性設計
- B5. 智能空氣過濾
- B6. 智能燈柱
- B7. 住戶自動化系統

### 附錄 C – 能源性能

- C1. 自動故障檢測和診斷 ( AFDD )
- C2. 智慧電網的兼容性和技術
- C3. 儲能系統 ( ESS )
- C4. 高性能冷水機和製冷劑
- C5. 高效率馬達和驅動器
- C6. 太陽能發電技術
- C7. 微型風力發電機

### 附錄 D – 材料與廢物管理

- D1. 智能動態玻璃
- D2. 納米技術
- D3. 自動垃圾收集系統

### 附錄 E – 水性能

- E1. 智慧水錶與監測
- E2. 節水裝置與系統控制
- E3. 中水再用和雨水收集
- E4. 智慧灌溉

### 附錄 F – 流動性與交通

- F1. 智慧綠色泊車
- F2. 智慧人流管控
- F3. 自動駕駛車輛



「**建築物設計與營運**」指在建築物整個生命週期（從設計施工營運到保養過程）中使用的智慧綠色技術，以提高建築性能效率並實現靈活且具適應力的建築設計。建築界專業人士在早期設計到施工階段採用此技術以促進整個資產生命週期的無縫通訊和資訊流動的情況越見普遍。

以下是一些可在建築中實施以加強設計和增加靈活性的智慧綠色策略例子。

## A1. 建築信息模型



建築信息模型是創建及共享關於建築三維（3D）模型和數據的過程，以無縫整合整個生命週期。

當與建築管理系統（BMS）配合使用時，建築信息模型能促成更好的成本控制、可持續性決策以及更有效的營運。

## A2. 數碼對映



數碼對映為建築的虛擬模型，可在早期設計階段建立，為建築界專業人士提供建築綜合系統的實時視圖。

建築營運商可使用數碼對映就建築的營運和系統進行有效的實時監控，包括：建築的環境性能，從而節省長期成本。

隨著市場引進更先進的建築技術，如：近場通信及用於建築營運的機械人技術，使用上述技術來提高建築營運和管理效率的情況變得越來越普遍。

## A3. 近場通信



近場通信是一種利用附近設備的磁場感應的安全免觸式通訊技術，普遍用於智慧建築的實時管理系統。

近場通信可改善用戶體驗及建築營運效率，例如：改善安全流程和出入控制，同時使用更少人力。

## A4. 建築操作的機械人技術



機械人技術可應用於各類型建築（如：商業建築、功能建築和住宅），以執行各種任務，包括清潔、保安和客戶服務。

機械人技術可提高建築的營運效率，減少人力需求，使人類能專注更複雜且費神的工作。



減少對環境的影響



改善用戶福祉



提高營運效率



節省成本



使用智慧技術可充分提升建築的表現。

## A5. 綜合設施管理系統

作為智慧建築的「大腦」，綜合設施管理系統，結合、顯示和管理來自整棟建築採用的各種技術的資訊和數據，以提高建築的營運效率。



系統收集數據的方式可實時追蹤和分析建築性能，從而作出更明智的營運和保養決策。

## A6. 未來洗手間

設置感應器讓智慧洗手間能操作及進行分析，如：實時監測洗手間狀況，監測氨氣門檻水平以及追蹤洗手間用品庫存。



通過追蹤智慧洗手間的狀況，了解洗手間用品使用模式和趨勢，有助建築營運商節約資源，從而降低長期的成本。

## A7. 智慧空間利用

空間利用分析以具適應力及智慧方式管理建築內的空間，為建築用戶提供多功能空間。



在辦公室和共享工作空間採用智慧空間利用策略，可創造一個更靈活和富有競爭力的工作環境，從而促進合作和互動。

## A8. 智慧監控

利用人工智能或機器學習，智慧監控技術可分析來自智能攝影機和其他安全設備的數據，繼而控制存取、識別模式和偵測故障。



智慧監控技術提供的快速訪問控制和模式識別功能讓用戶更便利，並顯著改善建築用戶的安全和福祉。



減少對環境的影響



改善用戶福祉



提高營運效率



節省成本

# 建築物設計與營運

以下的資訊圖表說明如何在建築實施與建築物設計與營運相關的各種策略：

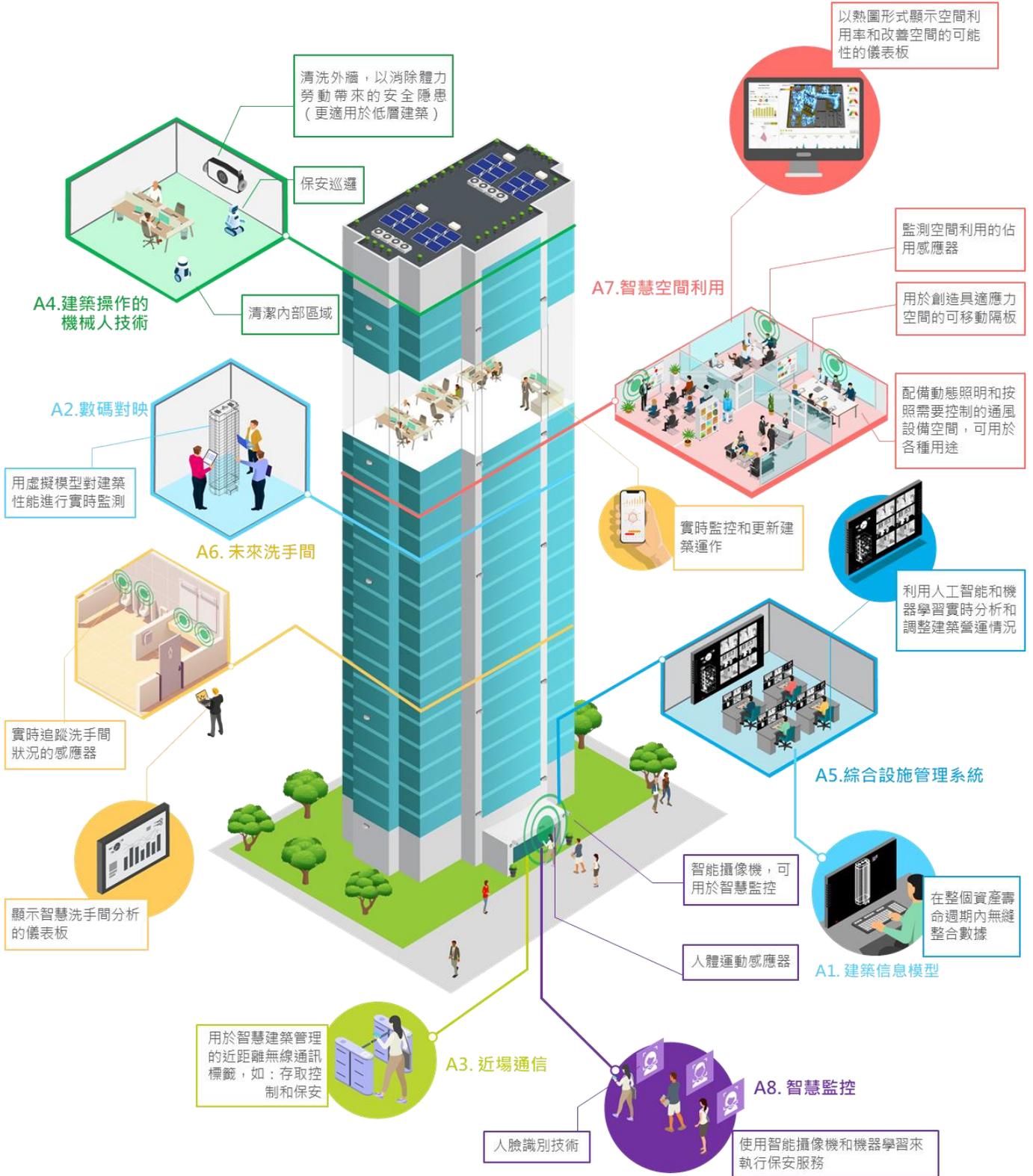


圖 4 – 制定建築物設計與營運的建築策略



「健康與福祉」對用戶的健康和福祉有莫大的影響，因為智慧技術可保養和改善建築及其建築環境的質素。以下是一些可在建築實施有助改善照明、熱能及空氣質素的智慧綠色策略例子。

## B1. 自然採光的先進太陽能技術



自動化太陽能技術指聚光太陽能（CSP）（如：定日鏡和太陽能管）和自動遮光系統的發展進程以充分使用室內自然採光。

使用太陽能技術可減少對人工照明的依賴並節省 15%至 40%的能源，透過遙距控制的照明偏好，更可提高舒適度，減少眼睛疲勞，改善用戶福祉。

## B2. 智慧人工照明



透過使用物聯網和環境光感應器（ALS）技術，智慧照明可增強燈具的可控性及自動化。透過智能手機應用程式 / 行動裝置，用戶可控制照明偏好。

通過個性化的照明偏好和收集關於使用照明的實時數據，改善用戶的福祉和建築營運效率，減少能源浪費以降低長期的成本。

熱舒適度是另一個影響建築用戶健康和福祉的重要因素，透過智慧技術可得以改善。

## B3. 智慧溫控



透過智能手機或行動裝置，智能溫控系統讓建築用戶能夠按照個人需求和偏好調節居住空間和周圍的溫度。

通過個性化和自動化溫度設置，提高用戶的舒適度。透過收集關於溫度設置的實時數據，以提高營運效率，並降低長期的能源消耗和成本。



減少對環境的影響



改善用戶福祉



提高營運效率



節省成本



使用智慧技術改善建築室內空氣及室外環境質素是日益增長的趨勢。

## B4. 親生物性設計

建築的親生物性設計強調建築內及周圍加入綠色植物（如：垂直花園牆），並使用感應器提供資訊，盡可能在室內增加自然景觀，讓用戶感受與大自然的聯繫。



透過降低壓力水平、增強認知功能和提高生產力，親生物性設計直接改善建築用戶的身心健康和福祉。此外，親生物性設計還有助改善空氣流通及質素。

## B5. 智慧空氣過濾

智慧技術和裝置可用於改善和監測室內空氣質素（IAQ）。通過使用空氣過濾器和過濾技術，如：聲學空氣過濾和三 3G 過濾技術，以加強空氣淨化和過濾。



過濾空氣可改善室內空氣質素，為建築用戶的健康和舒適帶來正面影響。採用更有效的空氣過濾器亦可減少維修管道的需要。

提倡使用互動式智慧建築控制如：智慧燈柱和住戶自動化系統的情況越見普遍，有助為建築用戶帶來更舒適和愉悅的體驗。

## B6. 智慧燈柱

在建築周圍的環境中設置智慧燈柱，透過融合流動寬頻互聯網和多個數據收集感應器以彙編及廣播信息。



透過收集實時數據、使用感應器和進行預測性分析，智慧燈柱有助在能源消耗、市民舒適度和公共安全之間取得平衡。

## B7. 住戶自動化系統

近年住宅建築使用家居自動化系統的情況增加，住客能通過行動裝置和物聯網遙距監控住所。



住戶自動化系統透過用戶需求制定偏好以提高便利度。收集實時數據亦可改善營運效率和節能，從而降低長期的成本。

# 健康與福祉

以下資訊圖表說明如何在建築及四周建築環境中實施與健康和福祉有關的各種策略：

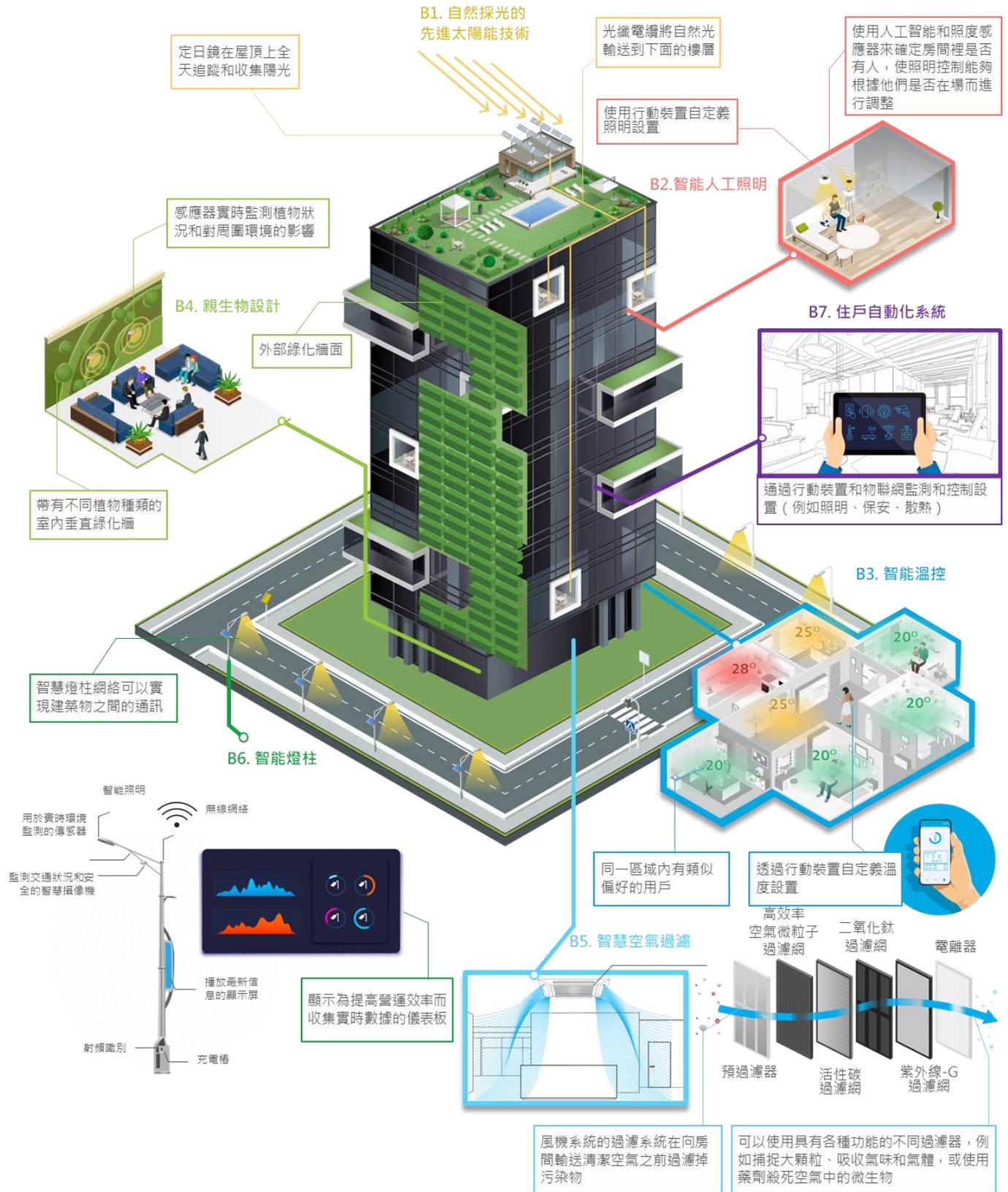


圖 5 - 制定健康與福祉策略



「能源性能」採用智慧技術以提高建築的能源效率，從而改善整體資產的環境表現。以下是可在建築實施以改善整體能源性能的智慧綠色策略。

多種資產類別使用智慧能源管理技術來監測建築能源性能的情況越見普及。配合使用人工智能和機器學習技術可加強並達至最佳效果。

## C1. 自動故障檢測和診斷



自動故障檢測和診斷是一個自動化過程，用作檢測並了解異常運作、性能下降及故障組件的情況。這是實現預測性保養樓宇管理系統的附加功能。

自動故障檢測和診斷可通過識別錯誤、省能操作及確保設備正常運作來節約能源。預測性保養亦可提升營運效率。

## C2. 智慧電網的兼容性與技術



智慧電網是一個現代電網概念，讓客戶和電力供應商之間以安全的方式流通電力及資訊。香港特別行政區政府正大力推動這項技術，以更全面提高建築能源效率。

通過整合可再生能源和分佈式能源發電與儲存，可有效管理電力供應和需求，從而降低長期的成本。

## C3. 儲能系統



儲能系統提供操作靈活性，以靈活的方式為智慧建築和智慧電網進行負荷管理。對於配備儲能系統的建築而言，負荷轉移有助業主節省能源成本，在非繁忙時間以較低成本消耗能源，同時保持同等的舒適度及運作。

儲能系統促進能源效益、可再生能源的使用，以及提高建築營運效率，讓終端用戶在停電期間可使用儲存的能源。長遠而言，業主可通過向電網出售能源以節省成本。



減少對環境的影響



改善用戶福祉



提高營運效率



節省成本



建築營運商在建築採用更多的節能設備和系統控制，以提高整體能源性能並降低長期的成本。

#### C4. 高性能冷水機和製冷劑



採用物聯網促進冷水機技術的進步—以物聯網為基礎的系統實時分析確保冷水機網絡正常運作、識別潛在問題以及預測性保養的重要數據。最新的製冷劑技術加快淘汰氫氟碳化合物 (HFCs) 及其他壽命短的製冷劑。

提升冷水機效率節省加暖、通風和空調 (HVAC) 系統的能源消耗。利用先進的製冷劑有助將對環境的影響降至最低。提高能源效率有助提升建築整體營運效率，同時節省成本。

#### C5. 高效率馬達和驅動器



無刷 / 電子整流 (EC) 馬達依靠半導體開關來調節定子繞組的開關狀態。高功率重量比、高速度、電子控制和低維修需求的好處令此項技術的使用變得越來越普遍。

在新建和既有建築中，電子整流馬達顯著減少約 20% 至 40% 的能源消耗。其低保養需求亦可提升營運效率，節約成本。

在建築中採用可再生能源是業界日益增長的趨勢。

#### C6. 太陽能發電技術



太陽能技術側重於將太陽能轉化為電能，可直接使用光伏 (PV) 設備發電或間接使用聚光太陽能設備發電或將兩者結合。近年此領域迅速發展，光伏建築一體化 (BIPV) 技術的應用亦日益普及。

太陽能技術減少由化石燃料的技術所產生的有害排放，從而減輕對環境造成的影響。太陽能技術需較少的維修保養，可降低長期成本。

#### C7. 微型風力發電機



微型風力發電機是高效的風力發電機，其規模明顯較小，機組尺寸只有傳統微型風力發電機的一半，所以發電成本亦較低。非常適用於住宅 / 商業能源生產，融合建築設計的現象以越來越普及。

促進可再生能源如：風能，有助提高建築整體環境性能。減少對化石燃料的依賴，同時節省成本。

# 能源性能

以下資訊圖表說明如何在建築及四周建築環境實施與能源性能有關的各種策略：

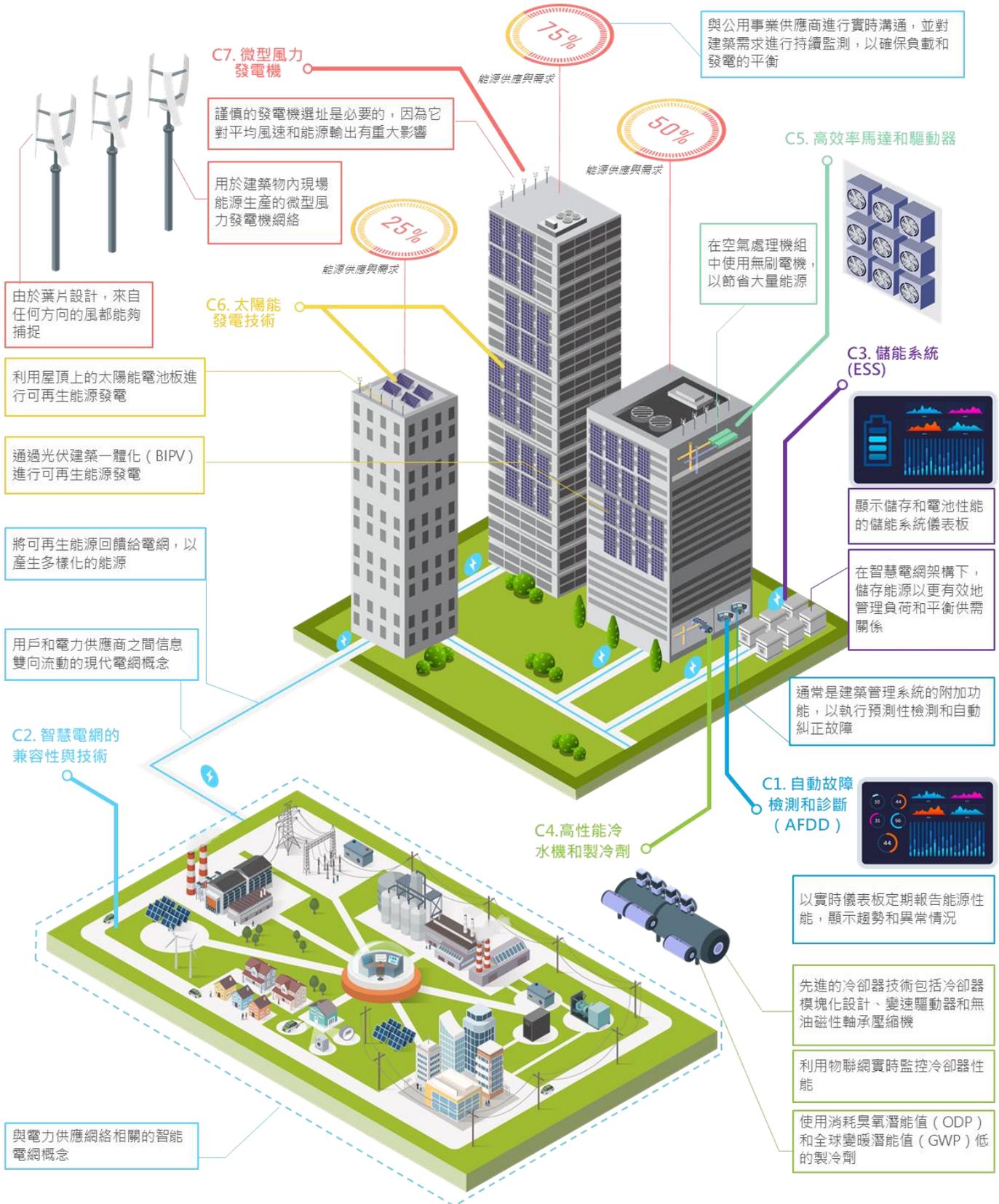


圖 6 – 制定能源性能策略



「材料與廢物管理」旨在改善使用建築材料和可持續方案、減少廢物，並實現循環再利用。智慧綠色策略提高建築材料性能和促進廢物管理的案例如下：

隨著業界引入更多先進的建築材料，更多建築界專業人士選擇採用更具智慧的材料，以改善建築整體環境性能。

## D1. 智慧動態玻璃

智慧玻璃是一種新型的建築材料，可根據周圍環境或用戶需求自動或手動改變其特性（例如：色調水平）。



智慧玻璃通過自動控制特性，改善室內照明質素以提高營運效率和用戶健康。長遠而言，減少室內的熱量攝入有助節省成本。

## D2. 納米技術

納米技術可以不同形式應用於建築材料中，以提高建築性能和效率，其應用範圍包括：塗料和油漆、混凝土、玻璃和隔熱材料。



納米技術令建築營運變得更有智慧、更環保，例如：自我清潔和自我修復特性。這不單提高建築的環境性能、改善用戶環境的質素，亦可透過減少維修保養的需要而提高營運效率。

此外，提高廢物管理效率的智慧綠色技術正不斷發展，例如：具有氣動特性的自動垃圾收集系統。

## D3. 自動垃圾收集系統

自動垃圾收集系統能自動收集、運輸、回收、分類和燃燒單棟建築內產生的垃圾。



由於流程自動化，自動垃圾收集系統改善建築的運作，以及減輕傳統廢物管理對環境造成的影響。

# 材料與廢物管理

以下資訊圖表說明如何在建築及四周建築環境實施與材料與廢物管理有關的各種策略：

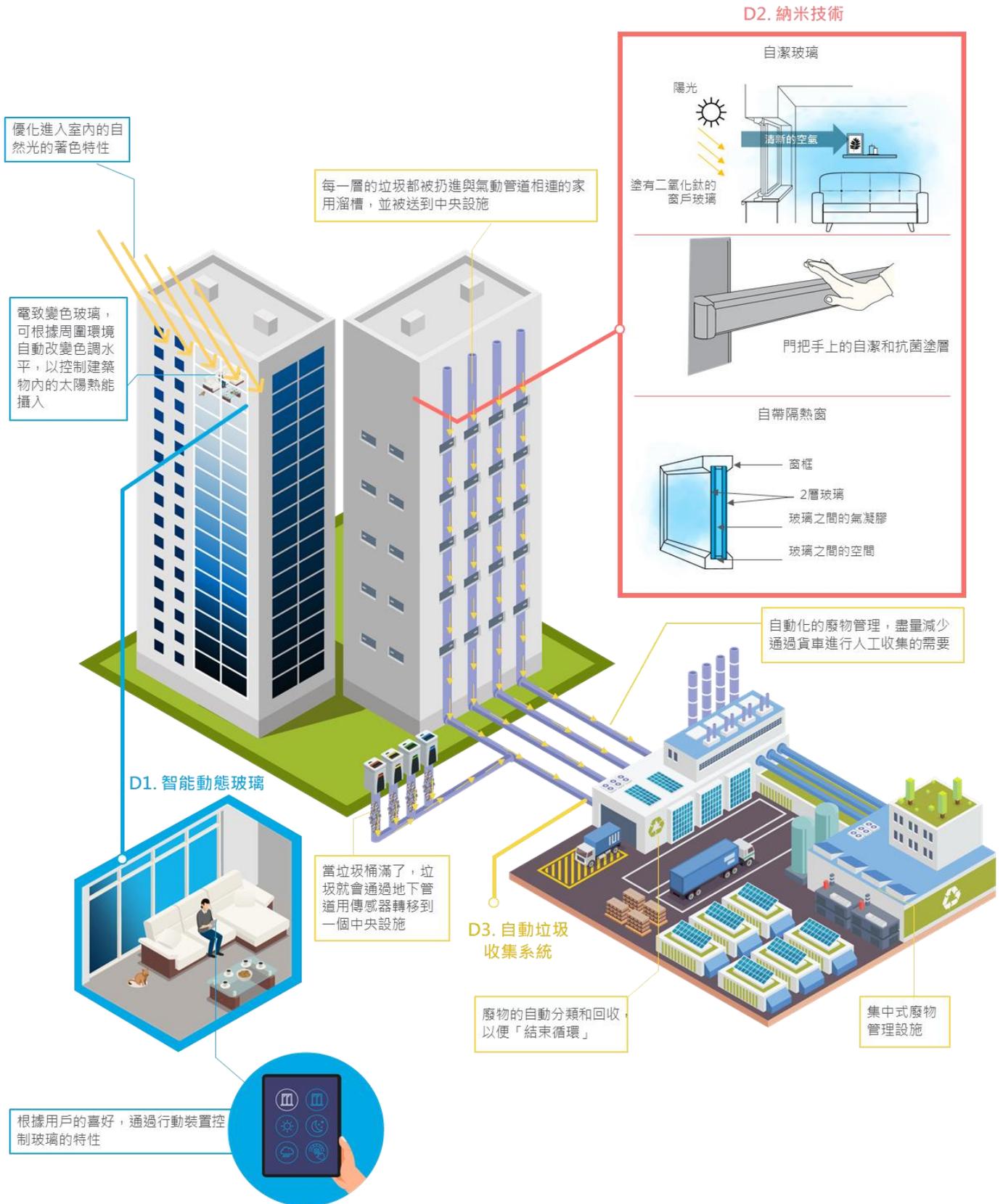


圖 7 – 制定材料與廢物管理策略



「水性能」著重使用創新技術來改善建築節水和環保措施。這些技術適用於各類建築物。有效提高建築整體節水效能的智慧綠色策略案例如下：

建築界專業人士正不斷尋找方法以改善他們對水及其他公共設施使用的監察，從而提高建築性能。此外，在建築營運中亦可融合智慧水管理系統如：智慧水錶與監測。

## E1. 智慧水錶與監測



智慧水錶測量和監測水消耗和質素、檢測漏水情況，並根據建築層面和社區環境等資訊實時監控用水量和水質。

智慧水錶與監測提供各種各樣的好處，包括：節水、快速檢測水質問題、減低操作中斷的情況以及降低營運成本。

高效節水系統和設備廣泛用於建築行業以實現節水和環保目標。

## E2. 節水裝置和系統控制



系統主要用於減低建築各類設施和服務對供水的需求，如：高效花灑頭、動態感應小便器、雙沖水馬桶、低流量水龍頭及使用動態感應器或門感應器關閉供水等。

高効用水透過降低能源消耗以改善建築整體的環境性能，同時亦可節省大量的成本。

## E3. 中水再用和雨水收集



中水再用和雨水收集均有助減少飲用水的使用。過程中收集的水可重新用於非飲用水用途，如：沖廁、降溫、灌溉及街道清潔。

再用水減少對飲用水的需求以及有助節省水處理和抽水的能源消耗，從而節省成本。

## E4. 智慧灌溉



智能灌溉系統自動制定澆灌時間表及運作，從而滿足大規模景觀的獨特需求並顯著提高戶外用水效率。

根據現場實際情況調整澆灌時間表和強度以減少總耗水量、節約成本並提高營運效率。



# 水性能

以下資訊圖表說明如何在建築及四周建築環境實施與水性能有關的各種策略：

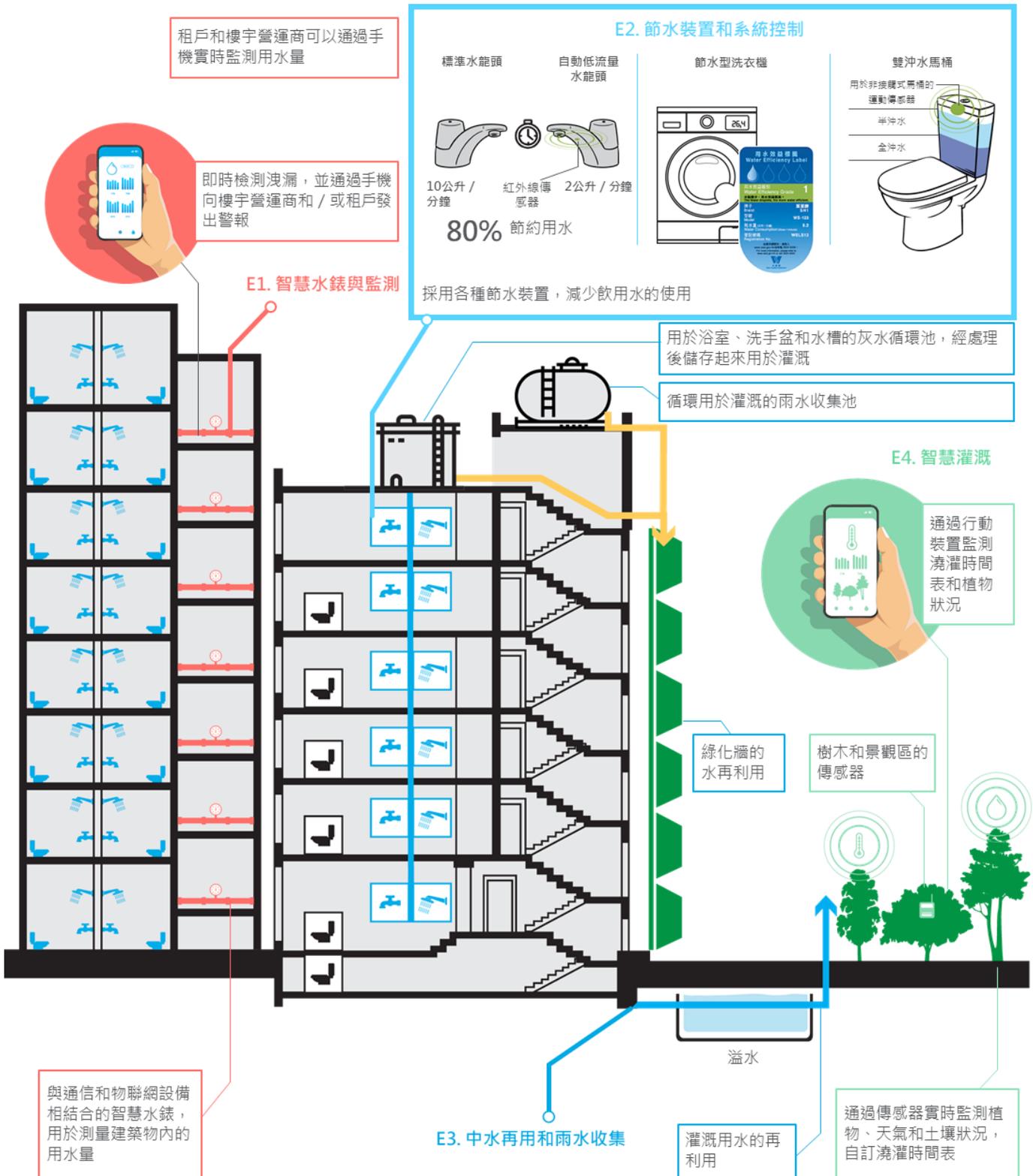


圖 8 – 制定水性能策略



「**流動性與交通**」是利用創新技術推廣綠色出門方式，以減少碳足跡，減輕對氣候變化的影響。以下範例闡述如何在建築物及其周邊的建築環境中實施智慧交通出門策略，從而更有效利用空間和資源。

## F1. 智慧綠色泊車

智慧泊車指使用自動泊車應用程式和技術來有效管理建築的車位，如：實時追蹤車位供應、通過智能手機管理泊車，以及使用近場通信（NFC）或射頻識別（RFID）。



增加使用電動車輛設施、管理車位供應的智能手機應用程式能減少因以車代步而對環境造成不必要的影響，以及改善整體用戶體驗及停車場營運。橫向 / 縱向泊車系統亦可改善空間利用，最終節省成本。

## F2. 智慧人流管控

智慧人流解決方案使用物聯網、人工智能及其他先進技術包括：預測性和自動化的升降機召喚輸入，以及由智能手機應用程式提供的個人交通服務，從而確保用戶從正門至到達建築目的地期間擁有一個流暢體驗。



通過連接建築通道、升降機和對講系統（針對業主和租戶），智慧人流管控讓用戶感到更方便、舒適及安全。此外，通過改善升降機的使用也可節約能源。

## F3. 自動駕駛車輛

自動駕駛車輛是用於公共交通的小型車輛，按需求提供短距離點對點的交通。自動駕駛汽車的尺寸一般為單人或團體出門而設，每輛車最多容納 10 名乘客。



自動駕駛車輛在運作時不使用化石燃料，因此是一種潔淨的交通模式。物聯網和感應器的出現讓自動駕駛車輛成為一種安全的交通方式，有效降低潛在的事故風險。



# 流動性和交通

以下資訊圖表說明如何在建築及四周建築環境實施與流動性和交通有關的各種策略：

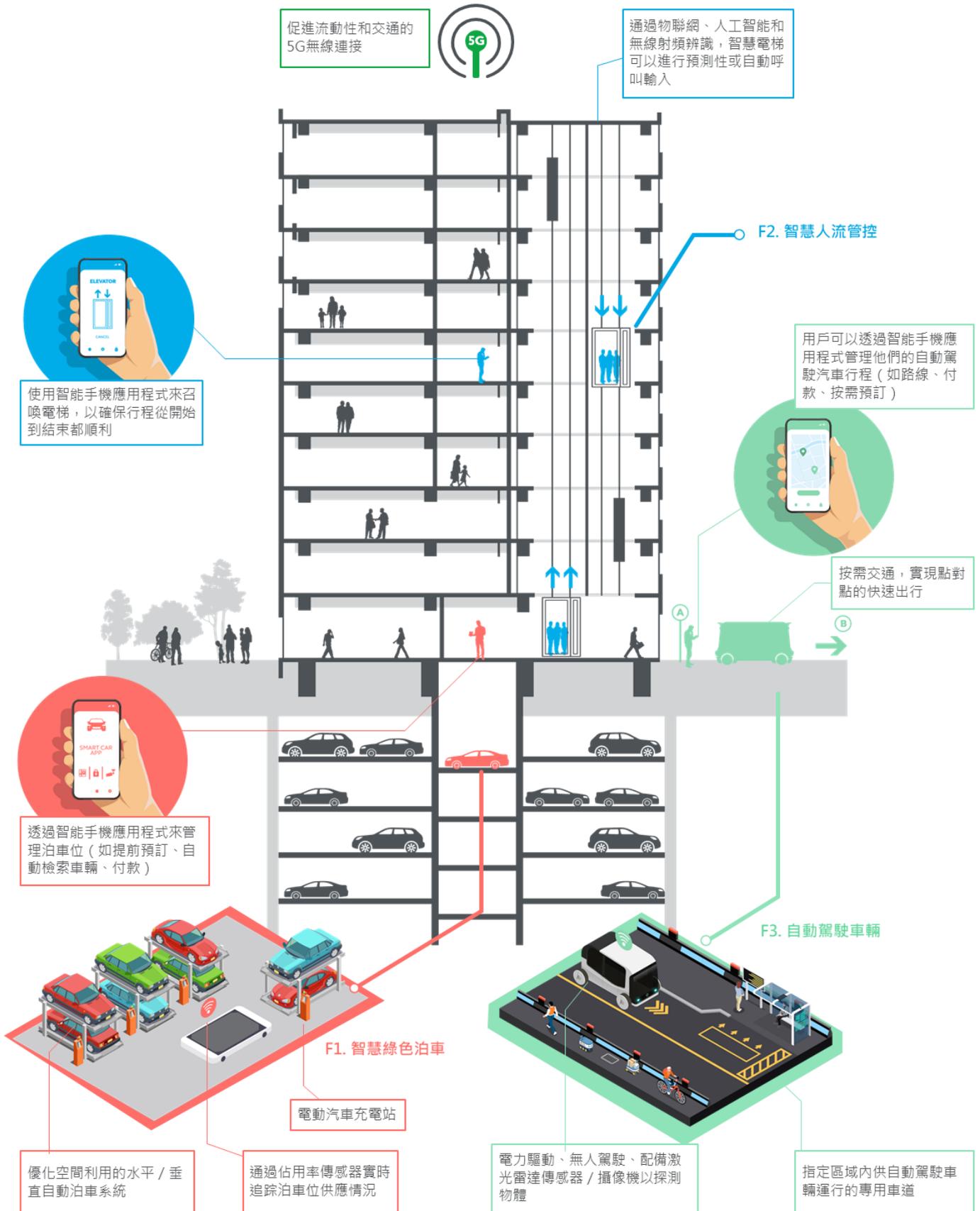


圖 9 – 制定流動性和交通的策略

## 透過智慧技術使建築更健康和安全

疫情讓大眾意識到建立健康的環境，特別是在社交及工作場所是非常重要的。由於疫情影響用戶的健康和福祉，因而建築需作出相應調整以維持一個安全的環境。疫情爆發影響某些建築部分，如：經常觸摸的表面、大堂、公共地方、大眾使用共享空間以及建築營運模式。有見及此，應注重採取改善室內環境質量的策略。透過技術、持續監測、數據分析等其他策略，既有和新建建築皆可將風險降至最低，同時成為更安全、更健康的建築。

下表概述業主和營運商可採用各種令室內建築環境更安全的技術：

主題	技術
建築營運和 免觸式用戶體驗	<p><b>泊車</b></p> <p>停車場可使用帶有自動車牌識別技術的免觸式系統，允許攝影機讀取已註冊的車牌號碼。用戶可使用智能手機應用程式登記車牌號碼進入停車場，系統隨後可計算出泊車時間並自動向用戶收費，過程無需任何形式的身體接觸。</p>
	<p><b>大門</b></p> <p>免觸式開關允許用戶在無需接觸大門的情況下開門和關門。將手置於感應器上便可啟動開關。這類系統易於安裝，而且可將近紅外線轉換為微波以減少故障。</p> <p>此外，最新的技術允許用戶使用智能手機的藍牙信號進入安全的工作場所。智能手機應用程式可識別用戶身份，用戶只需將手機放在讀卡器附近即可進入場所。此技術免卻用戶進入工作場所接觸屏幕或刷卡的需要。</p>
	<p><b>智慧照明</b></p> <p>通過藍牙或無線上網系統，照明系統可連接家居樞紐中心，讓用戶透過智能手機、平板電腦或其他控制照明裝置。除了無需開關掣，智慧照明系統還設有遙控燈光和設定照明偏好功能。</p>
	<p><b>機械人</b></p> <p>機械人用於清潔場所，可在預先設定清潔路線的情況下自動完成清掃任務，減輕清潔工的負擔並預防感染傳染病。紫外線 C 機械人專為預防室內病毒而設計，是配備用於消毒和消除疾病、病毒及細菌的紫外線 (UV) 系統的智能機械人。</p>
	<p><b>遙距操作和數碼服務</b></p> <p>建築營運商能通過虛擬專用網絡 (VPN) 遙距查閱、操作和監控消防安全，保安和建築自動化系統有助減少場內所需人手。</p>
	<p><b>人工智能計算程式</b></p> <p>通過使用紅外成像技術進行快速和多重體溫監測，以識別體溫過高的個體，參照他們的醫療史、旅行記錄和氣候模式，人工智能計算程式更可於疫症爆發前預測疾病。人工智能計算程式還可應用於預測性維修保養工程，透過識別需要檢查的系統 / 設施以確保其正常運行，從而避免影響建築性能及住戶健康和福祉。</p>

主題	技術
<b>建築服務與空氣質素</b>	<p><b>高效微粒空氣 ( HEPA ) 過濾網</b></p> <p>高效微粒空氣過濾網是一種用於空氣淨化器的機械過濾網。通過強制空氣穿透濾網來過濾空氣中的污染物，並過濾尺寸不小於 0.3 微米的空氣微粒。作為全新的解決方案，高效微粒空氣過濾網有效清除氣流中的病毒，由於擁有較高的風量和壓降，因此建議使用最低效率報告值為 13 或以上的袋式過濾器。然而，值得注意的是最低效率報告值等級較高的過濾器會增加加熱、通風和空調系統的負荷，所以在改用更高等級的過濾器前，應詳細審視系統設計。此外亦需定期清洗和檢查過濾器，以確保能夠正常運作。</p> <p><b>紫外線空氣淨化器</b></p> <p>紫外線空氣淨化器利用短波紫外線 C，使空氣中的病毒和其他微生物無法繁殖和感染室內空間。當空氣被強制通過該系統時，紫外線會直接消毒空氣。紫外線 C 空氣淨化器可作為獨立設備或配合現有住宅或商業加熱、通風和空調設備使用。</p> <p><b>室內空氣質素感應器</b></p> <p>室內空氣質素感應器可與建築內加熱、通風和空調系統結合使用，在室內空氣質素水平欠佳和需要改善通風時向系統發出警報。感應器可測量二氧化碳(CO2)、揮發性有機化合物、溫度、濕度、光線及佔用率。例如：可於洗手間設置室內空氣質素感應器，以量度和監察如氨氣、硫化氫等氣味濃度。</p> <p><b>加熱、通風和空調設定的優化</b></p> <p>樓宇管理系統及加熱、通風和空調的運作有助改善室內環境和用戶安全。相關措施包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 將具有再循環功能的空氣處理機組 ( AHU ) 切換到 100%的室外空氣，以加強對外空氣流通；</li> <li>• 保持通風系統以較低的速度運作，在夜間和周末期間關閉需求控制；</li> <li>• 在預定使用建築前至少兩小時切換較高通風速度，並在預定使用建築後至少兩小時切回較低速；</li> <li>• 維持&gt;40%濕度設定值；</li> <li>• 保持洗手間通風全天候運作；</li> <li>• 執行歐洲採暖空調學會 ( REHVA ) 和美國採暖、製冷與空調工程師學會有關安全室內環境的建議。</li> </ul> <p><b>公用地方的機械通風</b></p> <p>升降機大堂和公用走廊等公用地方的自然通風有限，設置機械通風系統可讓以上區域維持一個理想的室內環境。在設計系統的階段，應考慮公共地方的預期人流，以規劃通風系統的風量。管道工程和相關系統部件亦應設於無障礙位置，以便進行定期保養及維修工作。此外，系統設計亦應確保室內外空氣可借助通風系統而流通。</p> <p><b>地板下送風 加熱、通風和空調系統</b></p> <p>地板下送風系統 ( UFAD ) 是一種替代傳統頂置式送風系統的技術，原理是透過升高地板設置的空氣擴散器來供應經調節的空氣。地板系統的優點包括：與頂置式系統相比，空氣質素得到改善，較高的送風溫度及可調節局部送風功能亦讓人感到舒適。</p>
<b>垂直交通</b>	<p><b>升降機</b></p> <p>升降機配備全息按鈕的免觸式控制面板，確保用戶不必觸摸任何物件。乘客只需將手指懸停在按鈕附近直至顏色改變。此外，升降機也可配備抗菌按鈕。</p>

主題	技術
	<p>用戶可透過智能手機應用程式在大樓任何地方遙距召喚升降機（例如：目的地發送操縱系統）。應用程式會顯示用戶獲分派的升降機、其當前狀態，並且在升降機接近時發出通知。</p> <p>感應器技術和計算程式也可應用於實施人群控制，限制升降機佔用率以保持社交距離。升降機通常配備避免超載的負荷稱量裝置，並普遍設置為電梯承載力的 80%。此裝置能進一步降低 20%，以確保人數處於安全水平。</p> <p><b>扶手電梯</b></p> <p>紫外線發光二極管（LED）消毒器利用紫外線去除扶手上的病菌。消毒器可在扶手電梯運行期間持續進行消毒，即時為乘客提供已消毒的扶手。這項技術的安裝簡單方便，只需在扶手電梯加設消毒器，無需改動現有設施。香港有許多商業大廈的扶手電梯均安裝此類裝置，包括：太古廣場及利園。</p>
<p><b>管道設備的保養</b></p>	<p><b>水管和排水系統</b></p> <p>建築的水管和排水系統需進行保養，以防止疾病傳播。在排水管內維持水封可防止病毒經由管道傳播，尤其是空置的建築而言，此舉乃非常重要。經常沖洗排水管亦有助防止 U 型隔氣彎管乾涸。</p> <p>香港在 2003 年爆發嚴重急性呼吸系統綜合症（SARS）後，發現有缺陷的 U 型隔氣彎管與傳播風險相關。U 型隔氣彎管可防止惡臭和昆蟲經排水管進入場所。疾病透過有裂縫、缺陷或乾涸的管道進行傳播。由於空氣和廢氣通過排水管排至室外，排水管應與主管道連接確保污水和廢物暢通排放。香港曾發生排氣管與廢氣管脫節事件，導致病毒在相鄰單位之間傳播。排氣管需定期檢查和保養，尤其是香港的舊式既有建築，因為舊式既有建築的排水管通常是外露的，而新建建築的排水管一般設置牆內。汲取過往流行病爆發的教訓，要改造排水管/管道須事先獲得批准。每週應向排水管倒入半公升水，以防止 U 型隔氣彎管乾涸。</p> <p><b>雙層水管系統</b></p> <p>污水（水和廢物）從多層建築的頂部流向下沖時會產生龐大衝力，這一點在用水高峰時段尤為明顯，因此較低樓層存在水封破裂的風險。雙層系統將水管系統分為高、低層兩組，降低污水向下流動的衝力。由於額外成本與項目的整體生命週期成本相比之下是微不足道的關係，部分開發商已在多層建築中採用雙層系統。</p> <p><b>無水小便器和感應式馬桶</b></p> <p>無水系統可節約用水，需要較少保養，同時改善衛生情況。傳統小便器內的水源提供一個潮濕的環境讓細菌和病毒滋生，無水小便器設計的出現則可讓環境保持乾爽。</p> <p>自動馬桶可節省水電，減少保養需求。裝有動態感應器控制的馬桶還可減少與表面接觸，締造一個更衛生的環境。</p> <p><b>免觸式水龍頭</b></p> <p>免觸式水龍頭配備感應器，免觸式設計確保水龍頭更衛生，減少細菌和病毒的污染，同時有助節約用水。</p>

主題	技術
	<p><b>智慧漏水檢測器</b></p> <p>漏水檢測器可偵測漏水、水浸及高於異常的濕度水平。這些問題往往是因管道和排水系統損壞或故障而引致。安裝多個感應器可全面監測系統。先進的系統可在達到警報水平後立即切斷供水。檢測器更可連接至建築管理平台，即時通知設施管理人員漏水情況，以便作進一步檢查和維修工作。</p> <p>漏水檢測器可偵測漏水、水浸及高於異常的濕度水平。這些問題往往是因管道和排水系統損壞或故障而引致。安裝多個感應器可全面監測系統。先進的系統可在達到警報水平後立即切斷供水。檢測器更可連接至建築管理平台，即時通知設施管理人員漏水情況，以便作進一步檢查和維修工作。</p> <p>漏水檢測器可偵測漏水、水浸及高於異常的濕度水平。這些問題往往是因管道和排水系統損壞或故障而引致。安裝多個感應器可全面監測系統。先進的系統可在達到警報水平後立即切斷供水。檢測器更可連接至建築管理平台，即時通知設施管理人員漏水情況，以便作進一步檢查和維修工作。</p>
<p><b>材料與福祉之間的關係</b></p>	<p><b>納米殺菌塗層</b></p> <p>納米殺菌塗層是一種持續自動清潔表面的技術，應用於較髒及經常接觸的表面，例如：洗手間的門柄和扶手等。塗層全天候運作，利用光線使礦物納米晶體持續氧化有機污染物。納米殺菌塗層由安全、無害的材料製成，不含毒物、重金屬或化學品。</p> <p><b>抗菌塗層及添加劑</b></p> <p>抗菌塗層和添加劑可防止細菌在表面滋生及傳播。塗層的使用方法簡單，可應用於各種不同的表面，如牆壁、門柄、電燈開關、櫃檯及其他經常接觸的地方。抗菌添加劑更可混入油漆、油墨和漆料之中，使其帶有微生物抵抗力。</p>
<p><b>數據分析與見解</b></p>	<p><b>建築數碼管理平台</b></p> <p>智慧綠色建築的數碼管理平台採用建築信息模型、物聯網和分析技術。數碼平台是一個以雲端為基礎中央管理的控制台，提供與建築系統和設備、操作及保養有關的資訊。此外，它亦可感應體溫、測量微細懸浮粒子和揮發性有機化合物，預測和監測高風險狀況，進而增加通風、紫外線或空氣淨化以改善室內空氣質素。配合使用感應器、人工智能和數據，平台可改善建築環境的條件。與物聯網基礎建設互相配合，更可檢測出空間和用戶面臨的潛在風險，包括：識別高風險通道，分析員工分佈，規劃最佳開放式辦公室，以及追蹤接觸者和警報。</p> <p><b>建築用戶應用程式</b></p> <p>開發建築用戶應用程式可確保危機溝通及安全使用設施。該應用程式可加強追蹤接觸者的透明度，進行空間分析並鼓勵用戶之間的互動。</p>

表 5 - 採用各種技術令室內建築環境更安全

疫情促使社區考慮改造既有建築，並改進建造新建建築的技術。通過實行上述策略，智慧建築可為全人類及後代提供更健康、更安全以及更具抗禦力的環境。

## 與建築類型的關係

下表介紹 32 項建議智慧綠色策略和適用建築類型之間的關係。有關策略的更多詳情，請參考附錄 A 至 F。

建築類型	建築類型								
	住宅	工業性		功能性			商業性		大型地區發展
		工廠 / 倉庫	數據中心	教育設施	醫院	其他社區設施	零售	辦公室	
建築物設計與營運									
A1	建築信息模型	•	•	•	•	•	•	•	•
A2	數碼對應	•	•	•	•	•	•	•	•
A3	近場通信	•	•	•	•	•	•	•	
A4	建築操作的機械人技術	•	•	•	•	•	•	•	
A5	綜合設施管理系統	•	•	•	•	•	•	•	
A6	未來洗手間		•	•	•	•	•	•	
A7	智慧空間利用			•			•	•	
A8	智慧監控	•	•	•	•	•	•	•	•
健康與福祉									
B1	自然採光的先進太陽能技術	•		•	•	•	•	•	
B2	智能人工照明	•	•	•	•		•	•	
B3	智能溫控	•	•	•	•		•	•	
B4	親生物性設計	•	•	•	•	•	•	•	
B5	智能空氣過濾	•	•	•	•	•	•	•	
B6	智能燈柱								•
B7	住戶自動化系統	•	•	•				•	
能源性能									
C1	自動故障檢測和診斷	•	•	•	•	•	•	•	•
C2	智慧電網的兼容性與技術	•	•	•	•	•	•	•	•
C3	儲能系統	•	•	•	•	•	•	•	•
C4	高性能冷水機和製冷劑	•	•	•	•	•	•	•	•
C5	高效率馬達和驅動器	•	•	•	•	•	•	•	•
C6	太陽能發電技術	•	•	•	•	•	•	•	•
C7	微型風力發電機	•	•	•	•	•	•	•	•
材料與廢物管理									
D1	智能動態玻璃	•	•	•	•	•	•	•	
D2	納米技術	•	•	•	•	•	•	•	•
D3	自動垃圾收集系統	•					•	•	•
水性能									
E1	智慧水錶與監測	•	•	•	•	•	•	•	•
E2	節水裝置與系統控制	•	•	•	•	•	•	•	•
E3	中水再用和雨水收集	•	•	•	•	•	•	•	•
E4	智慧灌溉	•	•	•	•	•	•	•	•
流動性與交通									
F1	智慧綠色泊車	•	•	•	•	•	•	•	
F2	智慧人流管控	•	•	•	•			•	•
F3	自動駕駛車輛								

表 6 - 32 項建議智慧綠色策略和適用的建築類型之間的關係

# 海外案例研究

本章介紹兩個採用智慧建築策略的海外案例：美國及荷蘭。第一個案例是一座具歷史性的地標，第二個案例則是獲得英國建築研究院環境評估方法最高評級的新建建築。

美國紐約市	荷蘭阿姆斯特丹
<b>案例研究：帝國大廈</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 用途：商業</li> <li>● 竣工年份：1931年（為期5年，耗資1.65億美元的觀景台翻新改造項目，於2019年12月完成）</li> <li>● 建築高度：1,454英尺，102層</li> <li>● 場地面積：208,879平方米</li> <li>● 評級 / 認證：領先能源與環境設計既有建築金獎 v4，能源之星認證，WELL 健康安全評級，Fitwel 認證，全球房地產可持續性基準（GRESB）5 星級評級</li> <li>● 發展商：帝國州公司，包括約翰·J·拉斯科布和阿爾·史密斯（1931年）；帝國房地產信託公司（2009年）</li> <li>● 建築商：Shreve, Lamb 和 Harmon</li> </ul>	<b>案例研究：The Edge</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>● 用途：商業</li> <li>● 竣工年份：2014年</li> <li>● 建築高度：15層</li> <li>● 場地面積：40,000平方米</li> <li>● 評級 / 認證：荷蘭建築研究院環境評估方法—傑出新建建築</li> <li>● 發展商：EDGE / OVG 房地產公司</li> <li>● 建築商：PLP 建築事務所</li> </ul>

# 帝國大廈

使用可高度回收的  
建築材料



高效的直接數碼  
操控 ( DDC ) 系統



冷水機房改造



著名的帝國大廈於 1931 年建成，是一座位於紐約中城地區樓高 102 層的大廈。2009 年，帝國房地產信託公司與克林頓氣候倡議、江森自控、仲量聯行和落基山研究所在改造項目合作，使該建築達到現代環境標準。



改造 6,514 扇窗戶  
並採用高效三層玻璃窗



改造窗戶  
以提高熱舒適度



改造超過 6,000 個散熱器，  
以減低熱能流失



現代化升降機採用再生技術，  
減少 50%至 75%能源消耗



### 1. 建築物設計與營運

- 高效的**直接數碼操控系統**—單棟建築中最大的無線網絡，能集中監測和控制閥門及通風口
- 先進的**數碼監控及配有感應器的樓宇管理系統**，以監控整座建築的空氣質素、加熱及冷卻負荷
- 與 **300 個租戶**一同提高空間使用率—租戶按照建築的高性能、健康且可持續的室內設計準則來配置空間，以盡量節約成本和能源
- 租賃合同中加入**強制性環保要求**
- 將人工智能納入建築基礎建設估計可帶來**價值 340 萬美元的健康和氣候收益**



直接數碼操控系統

1



### 2. 健康與福祉

- 改造窗戶後提供更高溫度舒適度
- 讓租戶按需要控制的**通風設施**，有助改善空氣質素
- **智慧照明**根據光感應器所檢測的日光量而自動調節照明強度
- 於大樓外牆嵌置**超過 6,000 個熱反射屏障散熱器**，以盡量減少通過牆身所流失的熱量
- 全新的可變風量 (VAV) 空氣處理規劃，以提高租戶舒適度
- 在加熱、通風和空調系統安裝最低效率報告值 **13 級的過濾器**
- 感應器 (包括：**二氧化碳感應器**) 用於**實時監測**建築內的新鮮空氣，以減少不必要的**加熱和冷卻負荷**，確保室內環境質素 (IEQ) 維持健康通風水平



智能照明

2



### 3. 能源性能

- **冷水機房改造**及升級控制、變速驅動器和主迴路旁路
- **租戶能源管理**—EnNET / 主動能源管理 (AEM) 平台收集 15 分鐘的電錶數據，整合物業管理軟件以進行分析/評估 (包括：時間序列分析)
- **單獨測量個別租戶**的能源消耗，並為自己的賬單結帳。透過查閱建築的能源資訊，租戶與其他租戶之間可比較表現
- **碳中和建築**，每年利用約 5500 萬千瓦時的**可再生風能**作為**碳抵銷**
- 為現有設備進行**節能現代化改造**，例如：改用**小型空調設備**，以減少冷卻負荷
- 冷卻負荷需求減少 33%，高峰期的用電量減少 **3.5 兆瓦**



冷水機組改造

3



### 4. 材料與廢物管理

- **更換高效三層玻璃窗**—在超過 6500 扇窗戶置入低輻射膜，以提高能源效率和保溫效果，減少 33%**熱量流失**和 50%**太陽熱增益**。循環再用 96% 以上的現有窗戶，並在場內完成所有工作
- 使用**高再生成分的建築材料**和**再生成分地毯**、**低脫氣性牆面材料**、**油漆和黏合劑**



三層玻璃窗

4



### 5. 水性能

- **無水小便器**、**超低流量馬桶**和**免觸式水龍頭**的用水量比《能源政策法案》訂立的標準減少逾 40% 以上
- 升級**冷凝器水系統**
- 所有供水系統均採用**人工智能軟件**以進行實時監測及控制用水量



無水小便器

5



### 6. 流動性與交通

- **現代化升降機**採用**再生技術**，捕捉本為熱量流失的能量，並反饋至建築電網系統中循環再用。這種技術比原先的系統減少消耗 50% 至 75% 的能源。

# THE EDGE



65,000 平方呎的  
太陽能電池板



收集屋頂上的雨水



生態走廊



智慧建築  
設計和方位



為全球金融公司兼主要租戶德勤設計的 The Edge 於 2015 年開業。項目的目的是將德勤的員工從多個地點聯繫於同一環境之中，並創建一座智慧建築以加快德勤邁進數碼時代的腳步。The Edge 提供一個嶄新的工作環境，並獲得英國建築研究院環境評估方法中的最高評級（98.4%）。

此建築融合各種不同的智慧技術，以促進協作及可持續性。The Edge 的概念是「嶄新的工作形式」，當中包含傳統意義上的資源效率 — 不但能自我產生 102% 的能源，還能以最有效的方式善用人力資源。具適應力及智能的工作空間為創建一個新型工作場所提供有利條件。在「流動工作檯」的概念下，德勤員工共享辦公桌，員工可根據當日需要選擇工作間、會議室、「專注室」或站立辦公桌。他們亦可利用智能手機的應用程式導覽建築。

沒有員工提出任何有關舒適度的投訴。72% 的員工表示，他們享受透過智能手機應用程式掌控環境的感覺。作為世界上最環保的建築之一，The Edge 將德勤員工和其他用戶的健康、舒適度和生產力放置首位，並竭盡所能提高能源效率和可持續性。



以以太網絡及  
互聯網協議推動的  
發光二極管照明系統

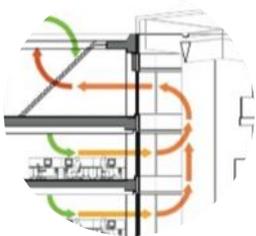


每個工作區均在  
窗戶 7 米範圍之內



使用機械警察作保安及  
清潔用途

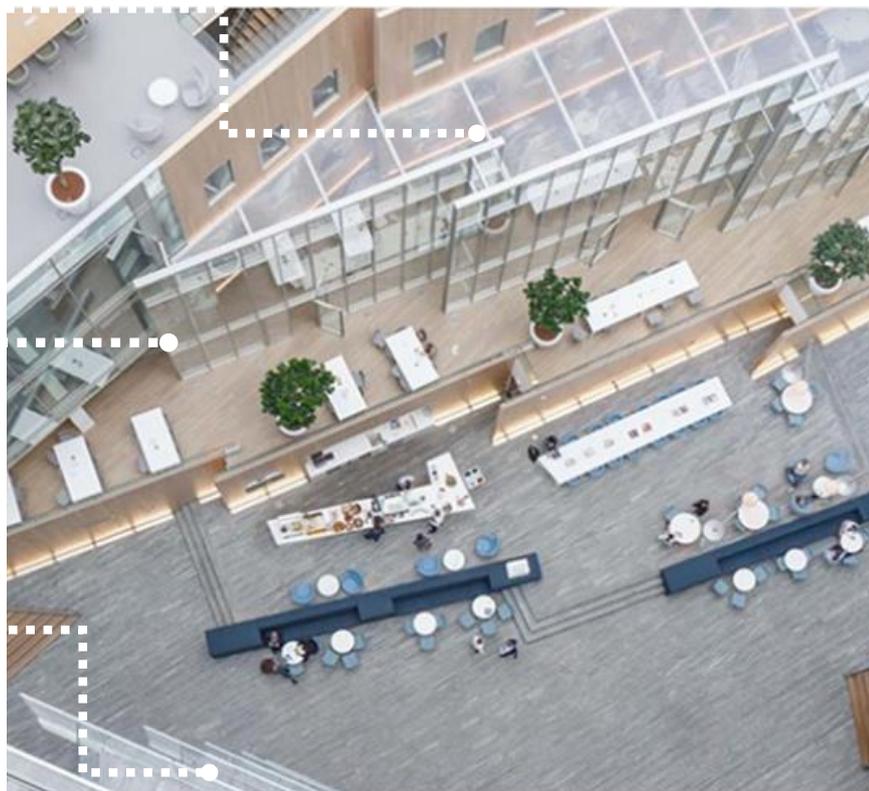
15 樓層高的中庭營造  
一個自然通風的循環



裝有 30,000 個感應器  
的「數碼天花板」



場內 500 個  
單車泊車位





## 1. 建築物設計與營運

- 以太陽路徑為基礎的**智慧建築定位**，每個外牆均有獨特設計（如：承重牆、百葉窗、太陽能電池板）
- 以**單一互聯網協議為主幹**連接所有建築生態系統，實現性能追蹤及管理數據分析；員工可利用**智能手機應用程式**控制房間舒適度
- 裝有 30,000 個感應器的「**數碼天花板**」
- **中央儀錶板**持續測量和追蹤建築性能
- 使用配備感應器的**機械警察**作保安巡邏及清潔用途
- **EcoStruxure™ 綜合樓宇管理系統**以現場或遙距的方式實時存取重要的建築數據
- 「**流動工作檯**」以及**善用空間**（約 2,500 名員工共享 1,000 張辦公桌）
- 使用**綜合樓宇管理系統**有效執行項目並共享數據



機械警察



## 2. 健康與福祉

- **15 樓層高的中庭**—辦公室舊有的空氣透過每層之間的網板排放至開放空間，從而形成一個自然通風循環
- **生態走廊**—面向北方的平台擁有豐富多樣的植物 / 鳥類 / 昆蟲 / 蝙蝠
- 每個工作區均在窗戶 7 米範圍之內
- 承重牆的東、南及西方均設有較小開口，以提供**熱質量及遮光功能**，可開啟的**實心板**亦能幫助通風



生態走廊



## 3. 能源性能

- 覆蓋 65,000 平方英尺的**太陽能電池板**可善用來自社區的能源
- 高效能**溫度控制系統**
- 淨零耗能建築
- 比一般辦公大樓少耗 70% 電量
- 配有兩口 129 米深井的**含水層熱能儲能系統**能供暖及製冷發電
- 與飛利浦共同開發，以**以太网絡及互聯網協議**全面推動的**發光二極管照明系統**
- 與傳統 TL5 照明相比，使用發光二極管照明系統可減少約 50% 能源需求
- 約 6,000 個照明裝置配備多個感應器，適用於偵測變動、照明、紅外線及溫度
- 生產**可再生能源（光伏）**：每年 3 千瓦時 / 平方米



太陽能電池板



## 4. 材料與廢物管理

- 北面**高度透明**的外牆，採用**加厚玻璃**以減低交通的噪音
- 中庭外牆的透明設計允許自然採光
- **95%**的材料均來自可靠產地



加厚玻璃



## 5. 水性能

- 在屋頂**收集雨水**，並用於沖廁和景觀灌溉
- 按估計，每人每年消耗 4.1 立方米的水，其中 20% 來自中水



景觀灌溉



## 6. 流動性與交通

- 場內提供 500 個**單車泊車位**
- 帶有車牌 / 員工識別功能的**自動車庫入口**
- **電動車輛充電**



單車泊車位

1

2

3

4

5

6



# 本地案例研究

香港致力創造一個可持續發展的未來及潔淨健康的生活環境。在設計及建築管理過程中，不少建築融合可持續發展的概念，令其變得更環保、更具智慧。本章介紹四個本地案例研究包括：太古坊一座、迎海、維港文化匯及交易廣場。這些案例研究突顯實施不同策略所帶來的相關好處。

香港			
太古坊一座	迎海	維港文化匯	交易廣場
<ul style="list-style-type: none"> <li>用途：商業</li> <li>竣工年份：2018 年</li> <li>建築高度：48 層</li> <li>場地面積：144,426 平方米</li> <li>評級 / 認證：WELL 建築標準、綠建環評和領先能源與環境設計最終白金級認證</li> <li>發展商：太古地產</li> <li>建築商：王歐陽</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用途：住宅</li> <li>竣工年份：2016 年</li> <li>建築高度：18-35 層</li> <li>場地面積：96,841 平方米</li> <li>評級 / 認證：香港首個領先能源與環境設計鄰里開發項目，綠建環評白金級、中國綠色建築設計評價標識三星級評級</li> <li>發展商：恆基兆業地產（與新世界發展和培新集團的合資企業）。</li> <li>建築商：劉榮廣伍振民建築師事務所與大石建築師事務所合作</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用途：混合用途</li> <li>竣工年份：2019 年</li> <li>建築高度：66 層</li> <li>場地面積：39,500 平方米</li> <li>評級 / 認證：K11 人文購物藝術館 — Donut Playhouse 及梳士巴利花園 - 綠建環評暫定白金級、K11 辦公大樓 — 領先能源與環境設計白金及綠建環評金級、K11 人文購物藝術館及 K11 ARTUS— 領先能源與環境設計金級、香港瑰麗酒店— 領先能源與環境設計金級及綠建環評金級</li> <li>發展商：新世界發展有限公司</li> <li>建築商：KPF 建築事務所、James Corner Field Operation、呂元祥建築師事務所、LAAB Architects</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>用途：商業</li> <li>竣工年份：1985 年，交易廣場第一、第二座（ES1&amp;2）；1988 年，交易廣場第三座（ES3）；2013 年，富臨閣（TF）。</li> <li>建築高度：第一座：52 層；第二座：51 層；第三座：33 層；富臨閣：5 層</li> <li>場地面積：13,404 平方米</li> <li>評級 / 認證：香港綠建環評既有建築認證最高鉑金評級，以及 2019 年環保建築大獎設施管理大獎</li> <li>發展商：置地公司</li> <li>建築商：巴馬丹拿</li> </ul>





產生超過 2.5%可再生能源

每年節省 34%能源 · 超過綠建環評基準表現



以人工智能驅動的智慧建築—神經元



太古坊一座

69,000 平方呎的  
綠色空間 / 景觀廣場



提升行人舒適度的微氣候研究



高架行人道及  
締造行人友善的街道景觀





## 1. 建築物設計與營運

- 為微氣候及改善區域進行全面的通風評估 (AVA) 研究，以加強自然通風
- 綜合設計方法
- **建築方位**的設計旨在提高建築的隔熱性能，並在冬季促進空氣流通
- 在整個設計、施工和營運過程中採用**建築信息模型**
- 安裝全面的**電力監控系統**
- 安裝全面的**樓宇管理系統**
- 香港首個人工智能智慧建築—使用**神經元**並透過其先進的數據分析能力、機器學習及預測性保養功能來追蹤節能情況。神經元是以**建築信息模型資產管理系統**為基礎的數碼對映—透過數碼化和自動化，這個中央平台可改善工作運作流程



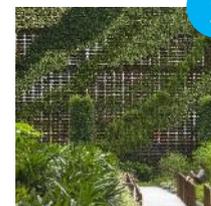
人工智能數碼平台  
—神經元

1



## 2. 健康與福祉

- 69,000 平方呎的景觀面積
- 二氧化碳感應器控制新鮮空氣需求
- 空氣處理機組除了使用典型的高效過濾器外，還採用**紫外線 C 過濾器**殺死空氣中的細菌及**活性碳過濾器**以去除異味
- **健康食品自動售賣機**位於 B2 層大廳
- 數碼目錄及網站提供有關健康和福祉的資訊



景觀區

2



## 3. 能源性能

- 每年節省 34% 能源，**超出綠建環評基準表現**
- 每年節省 28% 能源，**超過領先能源與環境設計基線表現**
- 可再生能源提供**超過 2.5% 的建築總能源**
- 香港首座商業建築採用從廢食油提煉的生物柴油來推動的**轉廢為能三聯產系統**。殘餘的熱能更可用於供應熱水，並為吸收式冷水機提供冷水發電
- 專為綠色能源而設，融合**綠色屋頂和太陽能光伏的系統**。綠色屋頂的冷卻效果可提高太陽能光伏系統的效率
- **被動和主動系統**可減少運行期間的能源需求和消耗
- **高效照明燈具**配備日光與動態感應器，以減少能源消耗
- 空氣處理機組配備電子整流風扇，以節約更多能源
- 透過使用現有太古商業大廈的大數據分析，**優化冷水機組全年性能係數 (COP)**，可達至 7.43
- **高性能外牆和玻璃幕牆**配備超寬嵌板 (約 3 米)，盡量善用海港景觀和自然採光
- **太陽感光外牆**採用混合塗層和水平遮光裝置，以實現熱性能和節能效果當中所設的目標



太陽能發電系統

3



#### 4. 材料與廢物管理

- 循環再用 78% 的遷拆廢物及 68% 的建築廢料
- 建築使用含有回收成分及低碳排放混凝土和鋼筋，與其他太古商業建築相比，碳排放量減少逾 25%
- 重用來自常盛大廈的 13 根沉箱樁，成為太古坊一座地基系統的一部分
- 早期電力供應及 B5 發電機作為施工時的臨時電力供應



4

太陽感光外牆  
(重新利用 13 個現有樁基)



#### 5. 水性能

- 收集雨水用於灌溉綠色空間
- 淡水節約超出綠建環評基線表現逾 40%



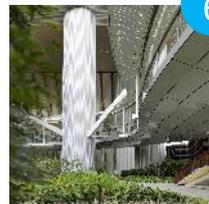
5

雨水收集



#### 6. 流動性與交通

- 高架行人道和行人友善街道景觀能加強周圍交通樞紐與建築之間的聯繫



6

高架行人道

# 迎海

採用雨水  
循環再用系統



透過建築信息模型  
實現更佳規劃、  
設計和施工質量  
並盡量減少浪費



迎海以發展可持續生活社區為願景，目標是在社區建立一個促進可持續生活的高標準。該項目提供兩個海灣的全景，並被大量的林地和海岸線所覆蓋。迎海的總體規劃涉及 21 座住宅，高度由 10 至 35 層不等。

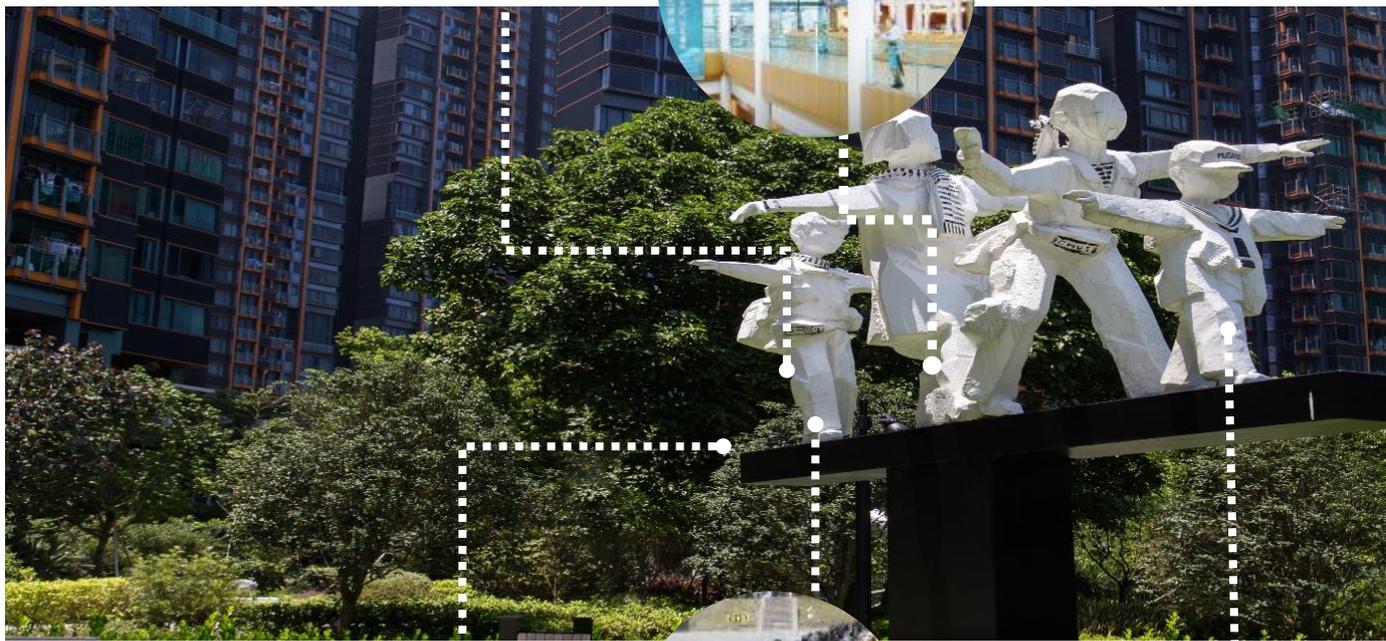
建築師與項目的環境顧問合作，為迎海開發項目制定可持續的設計概念。該項目以「活在步行社區的公園」為概念，重點關注低碳生活、減少能源消耗並提高微氣候和景觀質素。該項目採用被動式環境設計策略，通過自然且全面的設計過程，旨在提供一個健康及低碳的生活環境。此外，領先能源與環境設計鄰里發展項目導向項目的規劃和設計，其中包括大量的綠色空間，共佔場地的 50%。

- 居民總體滿意度高達 97%
- 對生物、植物和綠化的滿意度為 87%
- 對場內活動機會的滿意度為 84%
- 對單位的音質滿意度為 50%

使用低揮發性有機化合物材  
料以提高室內空氣質素



混合式通風商場



林地和綠色空間覆蓋  
場地總面積近 50% 並  
種植超過 2,700 棵樹



公共單車租賃服 為吸引居民善  
務及超過 65 個 用公共景觀空  
電動車輛充電站 間而設計的主  
題藝術作品

室內空氣質素感應器  
與通風控制



在住宅單位中廣泛使  
用節能裝置和電器



由智能裝置控制的  
家居自動化系統



迎  
海



## 1. 建築物設計與營運

- 摒棄傳統的「生日蛋糕」式設計（指多個塔樓坐落在一個大平台上），轉而採用獨立的住宅塔樓和會所建築，以提高風／視線的通透性和減少熱島效應，自願性通風評估的成功，改變了傳統行內遊戲規則
- 使用**建築信息模型**實現更佳的規劃、設計和施工質量並盡量減少浪費
- **智慧空間的佈局**能有效讓風滲透以減少熱島效應
- 使用**樓宇管理系統**以管理建築性能
- **建築的輪廓及高度呈階梯狀**，使日光能照射到住宅單位



建築信息模型

1



## 2. 健康與福祉

- 景觀區的**本土物種**—更適應本地氣候，需要更少的保養和用水
- 全面的**樹木保護措施**—保留並擴大現有林地
- 景觀區總面積約為場地總面積的**50%**—林地、綠色屋頂、綠牆、空中花園、水景和景觀設施
- 保留香港海星灣和烏溪沙灣的景觀
- 加強通風和使用**低揮發性有機化合物**材料以提高室內空氣質素
- **室內空氣質素感應器**和通風控制
- 通過智能裝置連接**家居自動化系統**，以控制能源消耗和碳排放
- 以「**自然交響曲**」為題的藝術作品，鼓勵住戶享受室外和室內的公共空間，以促進身心健康



廣闊的景觀區

2



## 3. 能源性能

- 帶有綠色屋頂的**混合式通風商場**，以減少建築能源消耗
- 其環保特性讓能源消耗減少**15%**
- **節約能源的升降機**（例如：在不使用時關閉）
- **照明**配有感應器，在不使用時設置為最低水平。公園內的照明亦設置時間控制
- 廣泛使用具有**1級或2級能源標籤的節能裝置和電器**



配有綠色屋頂的商場

3



## 4. 材料與廢物管理

- **雙層玻璃幕牆**和低輻射有色玻璃，以減少熱增益
- **提倡廢物分類**以記錄收集數量
- 所有住宅均設有**大規模的廢物回收收集設施**
- 使用**循環再用的木製行人道**



低輻射雙層玻璃幕牆

4



## 5. 水性能

- **雨水循環系統**、**低流量抽水馬桶**和**節水水龍頭**
- 循環利用收集的雨水每年可採集**1,700**立方米的水，節省約**70%**的景觀用水量



節水水龍頭

5

迎海



## 6. 流動性和交通

- 提供**低碳交通選擇**，例如：有蓋行人道直接通往所有住宅及公共交通工具，超過**65**個電動車輛充電站，以及公共單車停泊區
- 為所有居民提供**公共單車租賃服務**，包括**1.36**公里的單車徑，以及發展區內**2.3**公里的**緩跑徑**



共享單車

6

# 維港文化匯

光伏建築一體  
化太陽能系統



高性能幕牆



收集雨水



熱回收輪



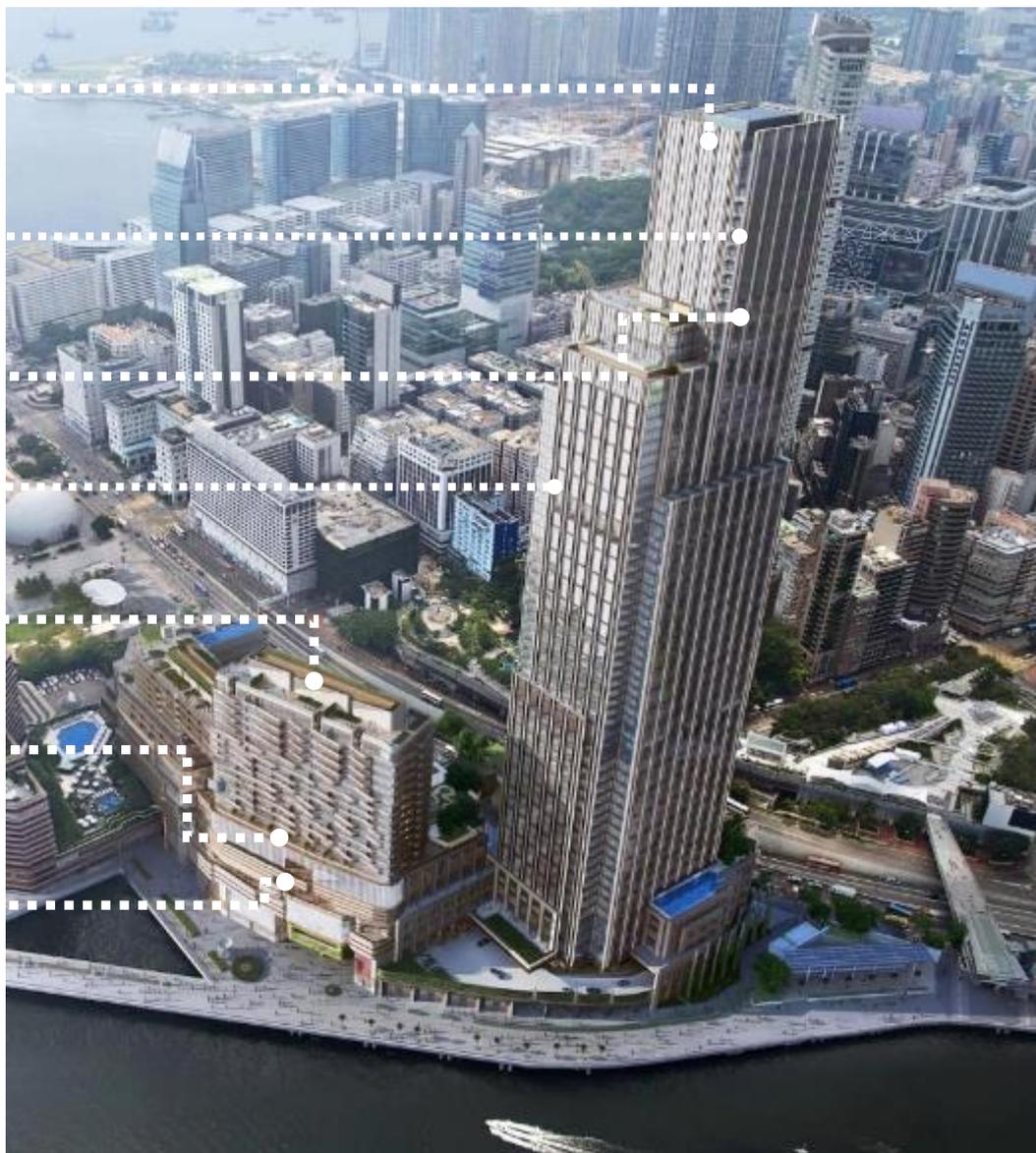
綜合式冷水機  
和熱泵系統



海水冷卻、無油  
冷卻系統



高性能  
空氣側系統



2019 年，鄭志剛先生為維港文化匯揭幕，這個斥資 26 億美元、佔地 300 萬平方呎的全球藝術和設計區，是由他本人與 100 位創意人才攜手合作構思及創建並為香港著名的尖沙咀海濱注入新氣象。

此發展項目包括集團零售全球旗艦 K11 人文購物藝術館、K11 辦公大樓——為工作與生活融合的新文化而設計的辦公樓；K11 ARTUS——豪華服務式住宅；以及香港瑰麗酒店——香港首個超豪華物業品牌。通過維港文化匯，鄭志剛先生的願景是在大中華區建立「文化矽谷」，將文化、藝術、建築、設計、自然和技術注入不同的商業形式，建立一個獨特的文化商業生態系統，在保護傳統藝術和文化的同時，促進下一代的新思想和創新發展。

「城市之窗」在內陸和海濱之間建立視覺聯繫，同時利用海風改善通風



外部綠牆提供城市生物多樣性和本地主要種植品種，與毗鄰港口的流暢線條互相呼應



綠化城市  
以適應氣候



適合步行的社區，為社區提供出色的戶外熱舒適度



維  
港  
文  
化  
匯



## 1. 建築物設計與營運

- 在整個設計階段，建築結構、建築風格和外牆均採用**建築信息模型**
- **善用地下資源：**
  - 23%機械式停車場系統—拼圖式停車場
  - 為電動車輛準備的 100%終端接線盒
  - 生命週期分析：結構設計的內含能量在人文購物藝術館減少 4.3%；ARTUS 減少 1.35%
  - 垃圾站的壓實機可縮短垃圾車的收集路線
  - 廚餘堆肥機收集所有食品與飲料 (F&B) 零售商的廚餘並於處理後重新利用作為肥料



建築信息模型

1



## 2. 健康與福祉

- 開放自然探索公園，促進對可持續城市生活和城市生物多樣性的認識
- 50,000 平方呎內外均有大量**綠色植物**
- 室內空氣質素**實時監測**
- 每層均安裝**二氧化碳感應器**，以調節新鮮空氣的吸入量
- 監測日光和控制調光的**感應器**



自然探索公園

2



## 3. 能源性能

- 與美國採暖、製冷與空調工程師學會 90.1 標準的基準相比，**海水冷卻、無油冷卻系統**預計每年可減少 12%以上的能源消耗
- 能源使用強度比典型的香港辦公大樓**低 1.5 倍**



海水冷卻、無油冷卻系統

3



## 4. 材料與廢物管理

- **重用新世界中心現有結構和地基**，同時用泥漿牆作為新的地庫牆壁
- 採用**可持續發展材料**（例如：由稻殼製成的重組和升級再造的生物木材、可持續來源的土壤、石灰岩）進行活化
- 建築外牆與香港最大的**光伏建築一體化太陽能系統**結合所產生的電力足以運行約 220 台咖啡機
- 外牆系統設計包含對熱能和採光策略的**性能平衡分析**
- 人文購物藝術館大樓的外牆採用圓錐形玻璃板
- **保留現有地下室，盡量減少干擾和浪費：**
  - 使用 100%重用海牆和部分地庫地板，以減少建築廢料和干擾環境
  - 預留約 6,500 公噸的結構性鋼材，以便進行挖掘和側向支撐 (ELS) 工程
  - 隱含碳量 (包括運輸) 約為 17,823 二氧化碳總量 (tCO<sub>2</sub>)
  - 減少維多利亞港的廢物及污染
  - 採用非常規技術，減少鋼鐵材料的隱含碳量



保留現有地下室以盡量減少浪費

4

5



## 5. 水性能

- **收集雨水**的目的是提供 100%灌溉用水
- **海水冷卻**利用海濱場地的自然資源，除去對大規模冷卻塔的需求，有效減少飲用水的消耗
- 提供具有多重過濾的**飲水機**，為遊客提供不同溫度（熱、冷、溫）的優質清潔水
- 使用**海水沖廁**，減少消耗飲用水



收集雨水

6



## 6. 流動性和交通

- **地庫設有連接港鐵站通道**
- **鋪設路徑**連接相鄰渡輪碼頭
- 設有**電動車輛充電設施**的地下停車場
- 停車場內的**佔用率感應器**，可在街道顯示有關車位的資訊
- 升降機配備**目的地控制**功能
- 大型酒店服務升降機具**雙重運行模式**，在正常運行的情況使用高效節能模式或以變壓器輸送作特殊用途



與港鐵站相連

# 交易廣場



應用程式中室內空氣質  
素監測及智能熱舒適度



智能發光兩極管具備季  
節色彩模式



碲化鎘 (CdTe)  
發電玻璃



扶手電梯預測保養智能  
監控



納米技術設備提升衛生  
清潔標準



交易廣場是主要發展項目，為香港的名聲、環球國際的面向及 24 小時營運的商業綜合體制定標準。它亦是許多國際投資銀行和金融機構龍頭的所在地。

整座建築群建於 1980 年代，由三座建築組成。交易廣場一期樓高 52 層，交易廣場二期樓高 51 層，交易廣場三期為 33 層。除了交易廣場外，項目還包括富臨閣——一座合共五層的辦公室大樓，外觀模仿鑽石表面，以玻璃幕牆為設計。富臨閣 (TF) 在 2014 年進行活化工程，並獲得領先能源與環境設計白金級認證。

香港置地 (HKL) 致力在旗下所有物業中創建卓越品質，推動集團團隊在智慧綠色創新的理念下工作。多年來，集團的業務不斷發展，同時不斷升級及改善服務系統，翻新大樓外牆和服務系統。交易廣場建築群體現了世界頂尖的辦公室是如何追求卓越並不斷創新。

集團致力興建更多可持續發展的建築物，並獲得多個獎項和認證認可，當中包括：香港綠建環評既有建築認證計劃中最高鉑金評級以及 2019 年環保建築獎設施管理大獎。

# 交易廣場中央監控中心



能源管理平台融合故障檢測、機器學習和人工智能技術



低功率廣域物聯網平台連接樓宇管理系統進行系統監控

智慧監控和虛擬巡邏



嶄新的數碼化設施管理 (FM) 系統以改善數據分析



物業管理系統具有電子採購、電子辦公目錄等功能



採用綜合樓宇管理系統 (iBMS) 平台，協助中央監管、預測及預防保養

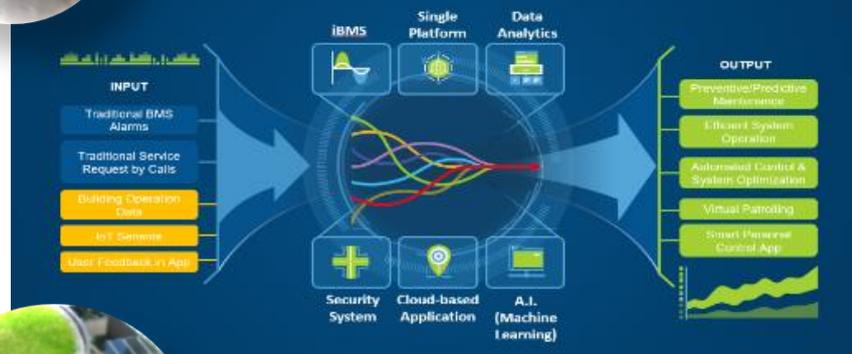


智能熱舒適度控制具備自動學習用戶偏好功能



在升級、翻新和改造工程中應用綜合智慧管理概念，廣泛採用節能設備、智慧計量及創新技術

## 綜合智慧管理概念



採納綠色理念，如綠色屋頂、光伏系統、廚餘分解器和節水水龍頭

交易廣場



### 1. 建築物設計與營運

建立**中央監控中心 (CMC)**，以確保 24 小時全天候運作，並提升可靠度及效能，當中包括：

- **綜合樓宇管理系統**
- 使用**近場通信**的綜合設施管理系統
- 採用**低功率廣域物聯網平台**，包括：設置配有無線氣味感應器的**智能廁所**，以及配有振動、煙霧和室內空氣質素感應器的**智能裝備**
- 實行**預測性保養**概念，使用**智慧升降機及扶手電梯監控系統**
- 通過**虛擬巡邏**進行**智慧監控**



中央監控中心內的綜合樓宇管理系統



### 2. 健康與福祉

- 450 平方米的超輕量**綠色屋頂**以減低城市熱島效應
- 每層均設有**室內空氣質素感應器**以便監控，包括：二氧化碳和顆粒物 2.5 (PM<sub>2.5</sub>)
- 通過置地公司的內部應用程式為其辦公室**實時顯示室內空氣質素**
- 使用置地公司應用程式 (**Centricity**) 推廣租戶和大樓用戶的健康、福祉及可持續性
- 租戶和用戶可使用**智慧熱舒適度控制裝置**以調節室內氣溫和通風，該裝置亦配備**人工智能技術**，學習用戶偏好



Centricity 應用程式內的智能熱舒適度控制



### 3. 能源性能

- 截至 2019 年，**能源消耗**比 2008 年減少 35.1%，相當於每年節省 13,706,600 千瓦時能源
- 升級冷水機房，採用**高性能海水冷卻冷水機**和海水處理的**電磁感應裝置**
- **能源管理平台**設有**機器學習**功能，以偵測**故障**及**優化設備**
- 使用**智能電網兼容的太陽能光伏系統**抵消碳排放
- 採用**動態感應器**和**高效照明燈具**改用**人工智能照明系統**
- 將所有**空氣處理機組**升級為**電子整流風扇**，以提高**能源效益**和**系統可靠度**



太陽能光伏系統



### 4. 材料與廢物管理

- 利用**碲化鎘發電玻璃**升級外牆，並提供電力
- 應用**納米技術**提高衛生和清潔標準
- 採用**數碼化**減少紙張消耗，包括：使用**電子採購系統**、**電子辦公目錄**、**電子名片**和**電子學習**
- 使用**廚餘分解機**，每日處理量為 350 公斤



碲化鎘發電玻璃



### 5. 水性能

- 對洗手間內所有水龍頭進行**節水改造**，以節省 60% 用水
- 使用**低功率廣域物聯網漏水感應器**作**緊密監控**



低功率廣域物聯網系統



### 6. 流動性和交通

- 通過**垂直交通中的目的地控制**提高**能源效率**
- **電動車輛充電設施**
- **自動車牌識別技術**



目的地控制

1

2

3

4

5

6

An aerial view of the Hong Kong skyline at sunset, with a digital data overlay of glowing blue and green dots and lines. The text '未來展望' is overlaid in white on the right side of the image.

# 未來展望

本指南先介紹實用的智慧綠色建築策略及指引，最後以海外及本地案例研究作結。智慧綠色技術對建築的發展和營運至關重要，儘管香港正努力透過採用上述技術以創建更具智慧及可持續的建築環境，我們也應繼續力臻完善。

為推動香港在智慧綠色建築的發展，本指南確立三個重要領域——公眾意識與教育、更廣泛應用物聯網以及政策和業界發展。本章將討論香港在每個領域的現狀以及建議如何展開工作。

## 公眾意識與教育

這是第一本同時介紹智慧與綠色建築的指南。過往著作只個別討論「智慧」或「綠色」建築，因此本指南旨在重新思考兩者之間的關係。先前的章節強調的本地和海外案例研究，顯示公眾對智慧綠色技術有一定的認識。儘管如此，我們仍需更廣泛宣傳及推廣首本關於此概念的指南以增加公眾及專業人士的知識。

本指南特以易於理解和實用的形式編撰，以供行內專業人士及公眾參考。然而，單靠一本指南並不足夠，因此我們需進一步推廣智慧綠色建築，以簡單可行的方式傳授知識並提高意識。

## 更廣泛應用物聯網

本指南著重介紹一系列供香港新建及既有建築採用的實用智慧綠色技術。在這些技術中，物聯網是智慧綠色建築的基本「骨幹」，它讓感應器、裝置、機器和程式互相協作，實現共享數據、建築功能自動化、執行預測性保養以及監測建築性能。使用物聯網將成未來新趨勢，特別在新建建築應用上，能促成重大決策並改善建築性能。開放標準架構的發展將越趨成熟，讓智慧建築系統能互相溝通並確保設計出開放、安全、可擴展和適應力強的建築，以滿足不同持份者的目標及建築性能目的。

## 政策和業界發展

香港利用創新及技術創建可持續的環境，致力推動成為更具智慧的城市。整合智慧建築技術可使以上願景得以實現。政府近年提出綠色建築概念以及如何將可持續發展概念納入建築設計和管理。政府已推出多個獎勵計劃如：環保承建商獎勵計劃，以鼓勵可持續的設計及施工。綠色建築認證如：綠建環評亦越見普及。此外，政府審視有關香港轉化為智能城市的政策和措施，並且開放政府數據如：制定《智慧城市藍圖》。政府資訊科技總監辦公室現於公共部門信息（PSI）網站發布年度開放數據計劃，這一點是極其重要的，因為開放數據為技術研究及城市創新提供基本條件。其次，香港網絡安全及科技罪案調查科（CSTCB）亦已成立，負責處理與科技有關的罪案包括：網絡安全和資料私隱問題，調查科技罪案、電腦鑑證以及防止科技罪案的發生。

儘管上述顯示香港在創建可持續發展的未來上不斷發展及進步，但在政策鼓勵方面仍需尋求進步，以推動發展商不僅使用綠色技術，更採用智慧綠色技術。政府和業界之間的溝通尤其重要，因為發展商在沒有適當的知識或支援下往往很難實施上述策略。

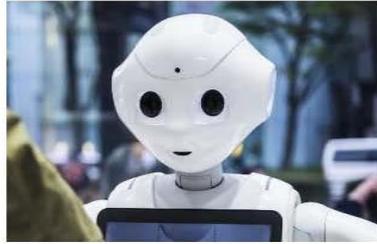
有見及此，為了更有效支援業界人士，政府應繼續推出開放數據計劃，支持智慧綠色建築的發展，進一步提供與智慧綠色建築的設計、功能和操作相關的資訊，以助發展商實施不同策略。最後，業界人士可以本指南作為參考或動力以進一步了解智慧綠色建築。

The background is a solid teal color with several overlapping, semi-transparent circular shapes in various shades of teal. There are also several thin, light blue diagonal lines scattered across the page. In the bottom-left corner, there is a pattern of small, light blue dots that forms a triangular shape. On the right side, there is a vertical white line with a series of small white dots above it.

附錄

智慧建築科技不僅可提高環保性能和效率，還能降低樓宇的營運成本，因此在業內的應用日益廣泛。近年，此項技術不斷改進及提升。本節就六個主要主題提供一系列全面實用的智慧綠色策略，供業界人士可在設計新建建築或改造既有建築的生命週期中採納使用。策略內容以淺白易明的方式編寫，內容亦包括有關不同類型建築的應用、建築生命週期階段和實行難易程度的資訊。此外，本節亦提供有關技術和設計要求及費用等資料。下圖說明每項策略的展示方式。

#### A.4 建築操作的機械人技術



##### 說明

用於建築操作的機器人技術指可根據感官輸入或預先編程的指令，來與環境、人類或其他機器自主互動的機器。機械人的各種功能除了可減低人力資源的成本，更可透過幫助人類處理簡單且重複的工作，讓他們專注完成更複雜且費神的任務。連接物聯網及網絡可遙控此項技術。

透過採用合適的感應器和處理器，機械人可自動操作各種建築活動。例子包括：

- 配備閉路電視（CCTV）攝影機的小型探測機械人，用於檢查和清潔加熱、通風和空調系統的空氣管道。
- 使用清潔機械人清潔地板變得越來越普遍。此外，亦可使用指定機械人滿足特殊的清潔要求，如：在醫院用紫外線-C 照明消毒病房。
- 使用保安機械人於周邊巡邏和探測入侵者。裝備有雙向音頻，可探測並警告入侵者系統已報警。
- 設有紅外線和普通閉路電視攝影機的無人機機械人可檢查建築外牆，檢測滲水和混凝土剝落的跡象。

##### 好處



##### 改善用戶福祉

機械人可改善用戶體驗，如：接待員機器人。機械人可透過改善清潔和安全性能以提高用戶福祉。此外，它亦能執行危害人類健康和安全的的工作，如：外牆 / 窗戶清潔。



##### 提高營運效率

機械人擁有各種操作功能，包括：清潔、維修、保安和接待，從而減少人力需求，降低建築的營運及維修成本。



##### 節省成本

用機械人取代勞工減少浪費時間和金錢，同時提高生產力，讓用戶得益。此外，勞工亦能集中精力完成更艱巨的工作。

說明在環境可持續性、營運、福祉和節省成本的好處

技術和設計要求  
(如：基礎建設及軟件)

參考本地及海外案例

指出智慧綠色所採用的技術類型。請參考以下縮寫詞：

- IoT – 物聯網
- AI – 人工智能
- ML – 機器學習
- BT – 藍牙 5.0
- 5G – 第五代移動網絡
- DV – 數據可視化
- BD – 大數據

附錄 A – 建築物設計與營運

### A.4 建築操作的機械人技術

**香港國際機場**

擁有者 / 發展商：香港機場管理局  
項目負責人：柏克德公司  
建築商：福斯特建築事務所

**新加坡國家美術館**

建築商：Studio Milou  
Singapore：新工工程諮詢有限公司  
主要承包商：Takenaka Singapore  
Piling Joint Venture

**中國北京望京 SOHO**

擁有者：SOHO 中國有限公司  
發展商：SOHO 中國有限公司  
建築商：扎哈·哈迪德建築事務所

「容易」實施時沒有困難  
「適度」實施時難度中等  
「具挑戰性」實施時具挑戰性

#### 技術要求

- 內容管理系統
- 需使用網絡後端入口以操作巡邏機械人。

IOT AI ML BT 5G DV BD

#### 設計要求

- 校準機械人以了解建築設計和空間佈局。

#### 障礙 / 限制

- 有關保安機械人的技術應完全符合當地相關資料私隱條例。
- 外牆清潔機械人應獲得結構批准以用作鑄定及支持機械人重量。

#### 在建築生命週期中的應用

設計 / 設計 施工 使用 空運 / 維修 拆除

#### 建築類型

新建建築 既有建築

#### 實行的難易程度

新建建築 既有建築



#### 新建建築

容易實行，因為唯一要求是設計時考慮機械人能否在建築內移動。

#### 既有建築

較易實行，由於唯一要求是設計時考慮機械人能否在建築內移動，所以此項技術易被既有建築採用。

#### 費用資料

資本支出	營運開支
根據基準和研究，以下是機械人的購買成本： • 接待員機械人： 100,000 - 200,000 港元 • 巡邏機械人：100,000 港元 • 清潔機械人：500,000 港元	根據基準和研究，以下是機械人的營運開支： • 機器人的現場檢查*： 4,000 港元 • 更換電池： 4,000 - 5,000 港元 • 更換觸摸屏： 6,000 - 7,000 港元

備註 (如有)  
上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考。  
機械人一般更換週期約為 5 年。  
\* 不包括消耗品的更換

標示資本支出與營運開支。  
以上為按照理論研究而作出的假設，資料僅供參考。  
請參考以下縮寫：

- CAPEX – 資本支出
- OPEX – 營運開支

實施過程中的障礙和限制

就建築生命週期而言的適用階段

在新建建築和 / 或既有建築的適用範圍

在建築物整個生命週期，從設計施工、營運、保養至拆卸階段，推廣智慧綠色技術的使用 / 管理。

在建築物生命週期早期設計及施工階段，鼓勵使用智慧綠色技術

A.1 建築信息模型

A.2 數碼對映

在建築物的營運和管理階段中推廣智慧和綠色技術

A.3 近場通信

A.4 建築操作的機械人技術

透過智慧技術有效監控建築物營運及最大限度地提高其性能

A.5 綜合設施管理系統

A.6 未來洗手間

A.7 智慧空間利用

A.8 智慧監控



## A.1 建築信息模型 (BIM)



### 說明

透過在建築周遭環境創建並分享三維模型及數據，建築信息模型可無縫整合建築生命週期的各個階段包括：規劃、設計、施工以及營運。建築信息模型有助改善溝通和理解，從而使資訊流通並更有效實現企劃。使用建築信息模型，更可發展其他後續技術，如物聯網 (IoT)、區塊鏈和地理信息系統 (GIS)，有助創建一個更全面的資訊平台。建築信息模型有各種的成熟程度包括：三維模型 (2-3 級) 以及納入有關施工順序、成本和企劃生命週期的資訊 (4-6 級)。

建築信息模型作為營運和保養的指導工具，為業主和營運商提供有關建築性能的實時資訊。在生命週期階段，亦可透過簡化建築信息模型，使其只儲存建築營運所需資訊。另外，亦應為建築營運商和專業人士提供相關的建築信息模型培訓。

在香港，使用建築信息模型為基本策略以改善政府未來建築和基礎設施的情況越漸普及。以下是數項推廣使用建築信息模型的政策措施：

- 屋宇署。(2016)。建築信息模擬技術實踐指引，供獲認可人士、註冊結構工程師及註冊岩土工程師使用作業備考 ADV-34。
- 建造業議會。(2020)。《建築信息模擬標準 - 通用》(第二版)。
- 建造業議會。建築信息模擬協調員認可及建築信息模擬協調員課程認證。
- 發展局。(2017)。技術通告(工務)編號 7/2017，在香港基本工程項目採用建築信息模擬技術。
- 機電工程署。(2019)。「建築信息模擬及資產管理」(BIM-AM)標準及指引第二版。

### 好處



#### 減少對環境的影響

使用建築信息模型，特別在早期的設計階段，可讓設計師和規劃師在短時間內創建更多有關成本和進度方案，並以創意思維制定新的可持續發展解決方案，從而實現更多的可持續項目。此外，它亦有助減少廢物產生及避免材料出現過剩情況。



#### 改善用戶福祉

透過預設要求(如：調較照明光度)鼓勵在能源消耗、市民舒適度及公共安全之間取得平衡，從而改善社區福祉。



#### 提高營運效率

建築信息模型配合樓宇管理系統的使用令設施管理以更佳、更快的方式作出回應，同時提高營運效率。有關建築的物聯網數據亦可採用設施管理軟件，如：感應器測量值和建築系統控制信號，以支援有關建築營運及保養維修的分析。



#### 節省成本

使用建築信息模型可減低施工階段的風險、發展其他後續技術，並對預算、法例和能源消耗進行分析和類比，從而顯著降低成本。

## A.1 建築信息模型 ( BIM )



### 案例

#### 香港啟德新九龍內地段 6556 ( NKIL 6556 ) 甲級商廈及零售商場發展項目

發展商：合裕發展有限公司  
 項目負責人：南豐發展有限公司  
 執行建築師：呂元祥建築師事務所 ( 香港 ) 有限公司  
 設計建築商：斯諾赫塔建築事務所  
 景觀設計師：雅邦規劃設計有限公司

#### 香港海洋公園水上樂園

發展商 / 營運商：海洋公園公司  
 設計師：ProSlide Technology、Vertex Productions、WTI  
 承建商：金門建築有限公司、Themebuilders  
 顧問：艾奕康有限公司、LCI Productions、MR ProFun、ProSlide Technology

#### 倫敦特里頓廣場 1 號

擁所有者：British Land Company Programmable Logic Controller (PLC)  
 建築商：奧雅納集團有限公司  
 建築服務：奧雅納集團有限公司  
 項目負責人：M3 Development Management Ltd.

### 技術要求

- 建築信息模型需配合分析用戶所需的軟件使用。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 沒有特定設計要求。

### 障礙 / 限制

- 既有建築的竣工圖和其他相關資訊的可用性和準確性或有限。
- 在營運和維修保養階段需提供全面的培訓及相關軟件。
- 一些業界人士仍對採用建築信息模型有所保留。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築	既有建築
✔	✔

### 實行的難易程度



#### 新建建築

較易實行，但前提是樓宇管理系統有足夠功能和輸入 / 輸出 ( I/O ) 點以使用數據分析軟件。

#### 既有建築

較難實行，因為生命週期較短的舊樓在掃描、建模和數據輸入以致建築信息模型中的投資回報率 ( ROI ) 未必如合理所想。

### 費用資料

#### 資本支出

#### 營運開支

一般而言，資本支出和營運開支可佔項目總成本 1% 至 10%。然而，這取決於項目的複雜性，因為每個項目的設計、範圍和規模可能有很大分別，而這一點亦會影響成本。

備註 ( 如有 )

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## A.2 數碼對映



### 說明

數位對映是建築的虛擬模型，由三個主要部分組成：

- 數據—由感應器收集的大量設計及營運數據而開發。
- 計算程式—使用一系列的數據模型、計算程式及高級分析法以預測建築整個生命週期的健康狀況；以及
- 知識—透過不斷收集並將數據輸入模型，以提高數位對映的準確性，並保持最新資訊。

物聯網設備的普及提供更多數據集，令數位對映的發展逐漸成熟。數位對映主要成熟階段如下：

- 數位對映前期：以虛擬方式顯示已發展建築，並允許與其他數碼服務暢通互動。
- 操作性對映：利用數位對映實現至少一個功能性目的（例如：監測建築健康）。
- 實時運作對映：配合建築設施管理系統使用，為操作性對映配備實時數據串流，進行實時監控。

數位對映能使用模擬建模以進行假設分析，識別降低風險行動，並提高建築性能，讓建築營運商能執行以下任務：

- 改善資產策略：識別建築系統的重要部分，並制定有效的營運策略，從而改善建築性能及降低成本；以及
- 資產策略分析：為降低風險行動引致的影響進行量化評估，以盡量減少停機時間，降低成本及提高可靠度。

應向建築行業的持份者提供相關培訓，以確保他們有足夠的專業知識來設計和管理數碼對映模型。

### 好處



#### 減少對環境的影響

透過整合自動故障檢測和診斷及能源性能監測技術，數位對映讓建築營運商監測建築整體的環境性能（如：監測碳足跡、空氣質素和污染、能源效率）。



#### 改善用戶福祉

透過預設要求（如：調整照明光度）鼓勵在能源消耗、市民舒適度及公共安全之間取得平衡，從而改善社區的福祉。



#### 提高營運效率

建築物的數位對映透過向建築管理者和用戶提供建築綜合系統的實時視圖以改善資產管理，按照情況而非既定時間表來實行建築營運的各種功能，包括：建築健康儀表板或其他具體應用。如：追蹤資產及用戶、流動工作檯、整合交通及停車場。數位對映是一種先進的分析工具，讓建築營運商能快速識別故障、預測壽命，並制定理想的維修保養策略。



#### 節省成本

數位對映透過預測及避免不必要成本、識別系統的不足以及更準確估算更換部件的所需時間，讓建築能以更有效的方式營運。此外，預測性保養亦可節省額外維修費用。

## A.2 數碼對映



### 案例

#### 位於新加坡 Frasers Tower 的微軟區域總部

發展商：星獅地產有限公司  
建築商：DP 建築師事務所

#### 香港國際機場

業主 / 營運商：香港機場管理局  
項目負責人：柏克德公司  
建築商：福斯特建築事務所

#### 香港科技大學校園

建築商：關善明建築師事務所有限公司及唐謀士建築設計事務所

### 技術要求

- 以雲端為基礎的數據傳輸網絡
- 共同的數據環境
- 用於數位對映模型管理界面的平台
- 無線網絡
- 感應器（例如：監測建築性能—熱強度、動態、光強度等）

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 物聯網在建築建立數碼基礎設施並作為其骨幹。

### 障礙 / 限制

- 網絡安全—網絡入侵者可能利用數位對映以獲取機密的建築信息。
- 既有建築的竣工圖和其他相關資訊的可用性和準確性或有限。
- 一些業界人士仍對於採用建築信息模型有所保留。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計      施工      啟用      營運與保養      拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度



#### 新建建築

在建築開初設計階段較易實行。

#### 既有建築

較難實行，因為生命週期較短的舊樓在掃描、建模和數據輸入以致建築信息模型中的投資回報率（ROI）未必如合理所想。

### 費用資料

#### 資本支出

#### 營運開支

一般而言，資本支出和營運開支可佔項目總成本1%至10%。然而，這取決於項目的複雜性，因為每個項目的設計、範圍和規模可能有很大分別，而這一點亦會影響成本。

備註（如有）

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## A.3 近場通信



### 說明

近場通信是一種利用附近設備的磁場感應的安全免觸式通訊技術。「被動式」近場通信標籤由天線及晶片組成，用作向智慧設備傳遞額外資訊，如：啟動零售海報的優惠券或在用戶迷失方向時打開地圖的路標。同樣地，「主動式」近場通信標籤的尺寸較大，由電池供電，令標籤能實時廣播信號及傳遞數據。選擇使用被動式或主動式標籤主要按所需功能及預算而定。

在建造及樓宇管理範疇使用近場通信已成趨勢—例子包括：

- 使用電腦化維修管理系統 ( CMMS ) 通過挖掘來管理、追蹤及監控資產、資本設備和庫存的性能；
- 隨時隨地管理智慧建築；
- 富靈活性的身份及存取控制解決方案，如：將近場通信標籤貼於機械鑰匙，為整棟建築各個位置定位；
- 用於零售業的自動和免觸式支付系統，以加快結算和付款過程。
- 使用近場通信卡 / 標籤出入停車場、控制及付款；以及
- 利用近場通信標籤和讀卡器將乘客帶至指定樓層，改善升降機的用戶體驗。

### 好處



#### 改善用戶福祉

近場通信技術的普及能改善建築用戶日常體驗，包括：出門方式、付款形式、以至接收資訊的模式。用戶可選擇使用身份證、電話或其他行動裝置，而未來將增設更多選擇。



#### 提高營運效率

近場通信提高智慧建築的管理能力，讓流程變得更暢順及安全。例如：近場通信可改善保安操作，同時減少人力。

## A.3 近場通信

### 案例

#### 香港國際金融中心

發展商：新鴻基地產  
 建築商：César Pelli & Association Architects  
 執行建築師：亞當森建築師事務所  
 結構工程師：奧雅納工程顧問

#### 愛爾蘭科克市阿爾伯特碼頭一號 江森自控總部

發展商：德高集團  
 擁有者：Green REIT PLC  
 建築商：Henry J. Lyons

#### 香港科技大學校舍

擁有者：匯豐銀行  
 建築商：福斯特建築事務所  
 結構工程師：奧雅納集團；克利夫蘭橋樑工程公司  
 機械、電氣和管道設計工程師：澧信工程顧問有限公司  
 主要承包商：John Lok/Wimpey Joint Venture

### 技術要求

- 以雲端為基礎的數據網絡以傳送數據

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 為近場通信閱讀器安裝接收器和發射器（如：標籤），並連接與以雲端為基礎的數據網絡，以傳送交易數據。
- 近場通信行動裝置帶有控制器晶片，可於近場通信標籤上使用。

### 障礙 / 限制

- 網絡入侵者或利用數位對映來獲取機密的建築資訊，引起網絡安全問題。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度

新建建築 既有建築



#### 新建建築

近場通信系統容易安裝並可於新建建築的設計階段採用。

#### 既有建築

在改造既有建築時，較易安裝近場通信系統。前提是需在合適的地方放置近場通信標籤。

### 費用資料

#### 資本支出

根據基準和研究，以下是相關設備的安裝費用：

- 射頻識別卡（13.56 兆赫）：1.33 - 2.34 港元
- 讀卡器系統：16,000+ 港元
- 天線：2,400 港元
- 天線電纜：1,600 港元
- 射頻識別編碼器：35,100 港元

備註（如有）

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## A.4 建築操作的機械人技術



### 說明

用於建築操作的機器人技術指可根據感官輸入或預先編程的指令，來與環境、人類或其他機器自主互動的機器。機械人的各種功能除了可減低人力資源的成本，更可透過幫助人類處理簡單且重複的工作，讓他們專注完成更複雜且費神的任務。連接物聯網及網絡可遙控此項技術。

透過採用合適的感應器和處理器，機械人可自動操作各種建築活動。例子包括：

- 配備閉路電視（CCTV）攝影機的小型探測機械人，用於檢查和清潔加熱、通風和空調系統的空氣管道。
- 使用清潔機械人清潔地板變得越來越普遍。此外，亦可使用指定機械人滿足特殊的清潔要求，如：在醫院用紫外線-C 照明消毒病房。
- 使用保安機械人於周邊巡邏和探測入侵者。裝備有雙向音頻，可探測並警告入侵者系統已報警。
- 設有紅外線和普通閉路電視攝影機的無人機機械人可檢查建築外牆，檢測滲水和混凝土剝落的跡象。

### 好處



#### 改善用戶福祉

機械人可改善用戶體驗，如：接待員機器人。機械人可透過改善清潔和安全性能以提高用戶福祉。此外，它亦能執行危害人類健康和安全的的工作，如：外牆 / 窗戶清潔。



#### 提高營運效率

機械人擁有各種操作功能，包括：清潔、維修、保安和接待，從而減少人力需求，降低建築的營運及維修成本。



#### 節省成本

用機械人取代勞工減少浪費時間和金錢，同時提高生產力，讓用戶得益。此外，勞工亦能集中精力完成更艱巨的工作。

## A.4 建築操作的機械人技術

### 案例

#### 香港國際機場

擁有者 / 營運商：香港機場管理局  
項目負責人：柏克德公司  
建築商：福斯特建築事務所

#### 新加坡國家美術館

建築商：Studio Milou Singapore；新工工程諮詢有限公司  
主要承包商：Takenaka Singapore Piling Joint Venture

#### 中國北京望京 SOHO

擁有者：SOHO 中國有限公司  
發展商：SOHO 中國有限公司  
建築商：扎哈·哈迪德建築事務所

### 技術要求

- 內容管理系統
- 需使用網絡後端入口以操作巡邏機械人

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 校準機械人以了解建築設計和空間佈局。

### 障礙 / 限制

- 有關保安機械人的技術應完全符合當地相關資料私隱條例。
- 外牆清潔機械人應獲得結構批准以用作錨定及支持機械人重量。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度

新建建築 既有建築



#### 新建建築

容易實行，因為唯一要求是設計時考慮機械人能否在建築內移動。

#### 既有建築

較易實行，由於唯一要求是設計時考慮機械人能否在建築內移動，所以此項技術易被既有建築採用。

### 費用資料

#### 資本支出

根據基準和研究，以下是機械人的購買成本：

- 接待員機械人：100,000 - 200,000 港元
- 巡邏機器人：100,000 港元
- 清潔機械人：500,000 港元

#### 營運開支

根據基準和研究，以下是機械人的營運開支：

- 機器人的現場檢查\*：4,000 港元
- 更換電池：4,000 - 5,000 港元
- 更換觸摸屏：6,000 - 7,000 港元

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

機械人一般更換期約為 5 年。

\*不包括消耗品的更換

## A.5 綜合設施管理系統



### 說明

綜合設施管理系統是智慧建築的大腦，它結合、顯示和管理所有資訊，以確保智慧建築能以卓越、有效並安全的方式運作。系統需包含一個與行動裝置兼容的獨立用戶界面提供各種建築營運功能，包括：營運和維修保養（O&M）、保安管理、租戶 / 用戶數據庫數據管理及分析、電子採購、電子服務請求、投訴、查閱 / 設施管理、控制管理，以及聯繫業主。

系統實時收集大量建築性能數據，為決策、操作和維修保養提供建議。先進的計算程式基於規則或結合人工智能和機器學習能力，讓系統自動進行數據分析及跟進工作。

### 好處



#### 減少對環境的影響

全天候監測並改善建築系統以避免浪費資源。



#### 改善用戶福祉

以最佳方式控制各項操作讓用戶善用設施，包括：

- 監察存取控制權限，以提高安全性；
- 管理內部溫度設置、室內空氣質素和濕度，以提高舒適度。
- 監測和控制任何有毒氣體排放或煙霧；以及
- 制定建築不同範圍的升溫和降溫週期時間和要求。



#### 提高營運效率

通過全天候監察營運數據，自動故障檢測和診斷系統實時糾正任何故障或問題，讓營運商及早維修，並盡量減少停機時間。



#### 節省成本

此類綜合樓宇管理系統將：

- 讓工廠和設施以最大潛力運作；
- 更準確善用資源；
- 盡量減少故障和維修週期；以及
- 按照適當順序，提高設備啟動和關閉的監測和操作效率。

## A.5 綜合設施管理系統

**案例**

<p><b>倫敦利德賀大樓</b></p> <p>發展商：英國土地公司、PLC 及牛津地產集團</p> <p>擁有者：中渝置地控股有限公司</p> <p>建築商：羅傑斯·斯特克·哈伯及合夥人事務所</p> <p>項目負責人：3M、科進集團</p> <p>主要承包商：Laing O' Rourke</p>	<p><b>倫敦水晶宮</b></p> <p>發展商 / 擁有者：西門子</p> <p>建築商：威爾金森·艾爾建築事務所、帕金斯威爾建築設計事務所</p> <p>主要承包商：ISG</p> <p>項目負責人：特納唐遜</p>	<p><b>以色列英特爾 PTK1 研發中心</b></p> <p>發展商：英特爾</p> <p>承包商：Afcon Holdings</p> <p>建築商：達根·莫奇利</p>
--	--	---

### 技術要求

- 綜合設施管理系統的要求包括硬件及軟件兩個部分。
  - 硬件—樓宇管理系統和設備感應器相關的電腦硬件，以提供先進的數據收集、實時監測、操作及控制功能。
  - 需使用與最新先進的硬件兼容軟件，並納入建築信息模型。

IOT   AI   ML   BT   5G   DV   BD

### 設計要求

- 需使用建築的樓宇管理系統室，或為此建立獨立的控制室。

### 障礙 / 限制

- 黑客有機會入侵系統並獲取建築機密信息，引致網絡安全問題。

### 在建築生命週期中的應用



### 建築類型



### 實行的難易程度



#### 新建建築

較易實行，因為設計師在早期階段可以：

- 具體說明指定建築系統所需的確切要求和規格；
- 規劃並設計容納指定硬件的空間（樓宇管理系統空間）；以及
- 從市場上選擇合適的系統以滿足要求。

#### 既有建築

建築的既有系統令實行上存在一定的難度。因為需投放額外努力以整合及合併數據，讓管理可在同一個平台上進行。

### 費用資料

#### 資本支出

#### 營運開支

一般而言，資本支出和營運開支可佔項目總成本 1% 至 10%。然而，這取決於項目的複雜性，因為每個項目的設計、範圍和規模可能有很大分別，而這一點亦會影響成本。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## A.6 未來洗手間



### 說明

智慧洗手間分析和感應器能實時監測洗手間的狀況，讓清潔管理人員有效分配資源並處理清潔要求。此外，還可節省資源。其主要功能包括：

- 計算進入洗手間的人數，當達到預設使用門檻時會發出通報；
- 通過清潔工預警按鈕，用戶可就需清潔的洗手間反映意見；
- 以射頻識別為基礎的智慧清潔工出席系統，能令智慧設備追蹤員工的出席情況。
- 由煙霧感應器發出的緊急警報。
- 垃圾箱中安裝感應器，以避免垃圾箱過滿；以及
- 透過感應器和預設門檻追蹤氣味濃度水平，並在高濃度水平時發出警報。

香港現有各種政策推廣智慧洗手間使用。如：機電工程署（機電署）已撥款六億港元，用於翻新公共洗手間並為其配備智慧功能。

### 好處



#### 減少對環境的影響

採用感應器技術更有效管理及控制洗手間的用水和能源消耗，從而節省能源。



#### 改善用戶福祉

改善清潔時間表和加強衛生，從而提升整體用戶體驗。



#### 提高營運效率

以下方式能提高洗手間清潔和管理的運作效率：

- 透過預測性清潔及更深入了解人流 / 使用水平的趨勢來改善清潔時間表。
- 實時監控庫存的使用率及洗手間的消耗品；以及
- 感應器發出清潔通知，以確保洗手間保持長期清潔及衛生。



#### 節省成本

通過分析洗手間消耗品的使用趨勢並制定預測性庫存規劃，長遠而言可減少資源浪費並節省更多成本。

## A.6 未來洗手間



### 案例

#### 新加坡濱海灣金沙酒店

發展商：拉斯維加斯金沙集團  
 建築商：摩西·薩夫迪建築師事務所、凱達環球  
 項目負責人：3M、科進集團  
 主要承包商：Ssangyong Engineering and Construction

#### 加州聖克拉拉英特爾總部

建築商：HRGA Architecture  
 室內設計師：金斯勒

#### 香港機電工程署 (EMSD) 總部

發展商 / 擁有人 / 設施管理：機電工程署、香港特別行政區政府  
 建築商 / 規劃師：BLEND Architecture Limited  
 項目負責人：機電工程署  
 可持續設計顧問：奧雅納工程顧問香港有限公司

### 技術要求

- 於洗手間不同位置安裝感應器及物聯網技術，以監測從使用率、清潔需求到追蹤消耗品及庫存洗手間的各個部分。

IOT   AI   ML   BT   5G   DV   BD

### 設計要求

- 沒有特定設計要求。

### 障礙 / 限制

- 沒有特定障礙 / 限制。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計   施工   啟用   營運與保養   拆除

### 建築類型

新建建築	既有建築
✔	✔

### 實行的難易程度



#### 新建建築

視乎需要追蹤的洗手間狀況類型。感應器較易安裝並應在項目設計階段納入考慮範圍之內。

#### 既有建築

為改進使用、操作和管理而在洗手間加裝感應器，難度稍大。

### 費用資料

#### 資本支出

來自不同廠家的不同產品在設計、形式、功能和成本上均有所不同。基準成本如下：

- 小便器：7,215 港元；
- 配有感應器的洗手間：23,045 港元；
- 自動乾手器：5,290 港元；以及
- 感應式皂液器：3,800 港元。

額外的智慧洗手間功能（如：內置感應器）的費用視乎實際情況。

備註（如有）

安裝費用取決於設備的尺寸和數量。

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## A.7 智慧空間利用



### 說明

建築具適應力的智能空間創造不同用途的可能性。基本系統如：高速無線上網系統、快速充電站及位於公用地方的影片及播音系統等，為建築用戶提供多功能空間，並建立一個專業的工作環境。假若用戶需遙距工作，智能空間亦可替代辦公室，節省行車時間。辦公大樓的共用工作模式也能盡量善用空間。

智慧使用率感應器獲取並傳送佔用空間的比率，讓分析了解空間使用的實時情況並加以改善。空間利用分析推動節約能源並降低相關的能源成本。了解空間利用模式更可有效管理建築，如：改善清潔頻率及保安程序。

### 好處



#### 改善用戶福祉

智慧辦公室和空間利用可創建一個更靈活及富有競爭力的工作環境。透過增加以活動為基礎的工作並為各工種設計空間，鼓勵更好的合作與互動，促進創造思維和創新精神。



#### 提高營運效率

使用分析提高設施管理活動的效率，如：清潔、照明用量及加熱，通風和空調控制。



#### 節省成本

- 於共享工作空間工作為用戶節省行車時間。
- 通過節約能源及更有效利用空間來節省成本。

## A.7 智慧空間利用



案例

### 倫敦水晶宮

發展商：西門子

建築商：威爾金森·艾爾建築事務所、帕金斯威爾建築設計事務所

主要承包商：ISG

項目負責人：特納唐遜

### 多倫多 RBC 水上樂園三期

發展商：牛津地產集團

建築商：WZMH Architects

建造者：EllisDon

工程設計：科進集團、RJC Engineers

### The Edge, 阿姆斯特丹

發展商：OVG 房地產公司

建築商：PLP Architecture

主要租戶：德勤

室內建築師：Fokkema & Partners

### 技術要求

- 一般辦公空間所需的技術要求，包括：應用研究感應器、無線上網系統等。鑑於這是由租戶主導的項目，因此建築空間應具備靈活性，以採用以租戶為基礎的技術。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

### 設計要求

- 使用不同的硬件和軟件功能，以滿足不同用戶的需求。例子如下：
  - 私人辦公室 / 房間
  - 專用辦公桌
  - 公用辦公桌
  - 活動空間
  - 會議室
  - 郵件室
  - 食堂 / 茶水間
- 需考慮物理空間要求及建築類型，從而採用開放式設計、靈活的辦公佈局及共享空間。此外，業主應提供足夠的基礎建設，以支持具智慧及靈活性強的

### 障礙 / 限制

- 無特定障礙 / 限制。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計

施工

啟用

營運與保養

拆除

### 建築類型

新建建築

既有建築



### 實行的難易程度

新建建築

既有建築



### 新建建築

### 既有建築

不論是新建或既有建築，一旦確定所涉及的空間範圍，便較易實行解決方案。

### 費用資料

#### 資本支出

#### 營運開支

安裝和營運開支取決於空間技術設備特點。最常見的設備大致成本如下：

- 會議室用 100 英寸液晶顯示屏幕：15,600 港元
- 電腦：20,000 港元
- 上述設備的安裝費用：30,000 港元
- 上述設備每年的維修費用：35,900 港元
- 感應器的成本從 230 港元到 1,000 港元不等，視乎所使用的類型和建築環境。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## A.8 智慧監控



### 說明

基於保安理由利用閉路電視的智慧監控，是一項全球廣泛使用的技術。透過先進的分析技術，如：人工智能、深度學習和數據分析，結合或分析來自智能攝影機和其他測量設備（如：麥克風和位置追蹤裝置）的數據。

軟件連接所有攝影機，並通過邊緣分析處理數據。這項技術和數據有助加強建築安全，範圍包括：人流分析、存取控制、人群流動和探測模式及事故等。

智慧監控可實時使用或收集並儲存數據作日後評估之用。

### 好處



#### 改善用戶福祉

先進的智慧監控技術可改善保安措施（如：出入管制、探測模式、偵測事故），並輕易探測任何潛在事故，提高建築用戶的整體安全和福祉。



#### 提高營運效率

改善建築所有範圍的監控以加強保安措施。如：通過使用智能攝影機以更快偵測模式或事故、有效管制出入措施、追蹤位置及快速放行。



#### 節省成本

使用此項技術可改善保安措施，並減少所需的保安人員。

## A.8 智慧監控

### 案例

#### 深圳騰訊總部

發展商：西門子公司  
 建築商：威爾金森·艾爾建築事務所、帕金斯威爾建築設計事務所  
 主要承包商：ISG  
 項目負責人：特納唐遜

#### The Edge, 阿姆斯特丹

發展商：OVG 房地產公司  
 建築商：PLP Architecture  
 主要租戶：德勤  
 室內建築師：Fokkema & Partners  
 可持續設計顧問：C2N Bouwmanagement

#### 愛爾蘭科克市阿爾伯特碼頭大廈 江森自控總部

發展商：JCD 集團  
 擁有者：綠色房地產投資信託基金 PLC  
 建築商：Henry J. Lyons

### 技術要求

- 在整座建築，特別是出入口，安裝感應器和物聯網技術。需使用視像分析軟件（如：影片分析）。所需硬件包括：閉路電視攝影機、麥克風和無線上網系統或藍牙 5.0 追蹤。
- 需設立控制中心以管理、圖像化並就獲得的數據和資訊作出相應行動。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 沒有特定設計要求。

### 障礙 / 限制

- 使用攝影機或會引致有關身份和面部識別的網絡安全和私隱問題。必須建立安全的防火牆以避免黑客攻擊。此外，收集的資料亦應只作建築的保安用途。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型



### 實行的難易程度



#### 新建建築

較易實行。智能監控需使用工業標準的閉路電視技術。將既有閉路電視系統納入至中央軟件系統，以便進行分析。

#### 既有建築

較難在既有建築實行，因為需要將既有閉路電視系統納入至中央軟件系統，以便進行分析。

### 費用資料

資本支出	營運開支
智慧監控系統的感應器系統和操作軟件，每個系統的安裝費用約為 5,500,000 港元（適用於 55 萬平方英尺的辦公大樓）。	營運開支一般約為資本支出的 10%。

備註（如有）

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考



透過採用智慧技術維持及提高建築及其建築環境質素，從而改善用戶健康與福祉。

### 改善照明質素，提升用戶舒適度

B.1 自然採光的先進太陽能技術

B.2 智能人工照明

### 提高建築用戶的熱舒適度

B.3 智能溫控

### 改善室內外空氣質素

B.4 親生物性設計

B.5 智能空氣過濾

### 互動式智慧建築控制

B.6 智能燈柱

B.7 住戶自動化系統

## B.1 自然採光的先進太陽能技術



### 說明

先進的太陽能技術和自動遮光系統能為建築帶來最多的自然光。這些技術包括：聚光太陽能、太陽能熱能和透明太陽能電池。聚光太陽能技術包括：定日鏡和太陽能管。兩者皆是由電腦控制鏡子把太陽反射在預定目標上。

太陽能技術的效率和照明質素視乎採用被動或主動的設計而定。例如：折射光板的光強度與被動建築裝置所反射的自然光會有所不同。

自動遮光系統結合既有建築控制，能提供室外遮光，並通過使用吸熱 / 反射物料調節溫度。

地產發展商和建築營運商正不斷尋找創新方法，在建築設計中盡量利用自然光。為避免增加加熱，通風和空調的成本，在加強自然採光的同時亦應避免引進過多日光，在兩者之間取得平衡是極其重要的。

在香港，使用太陽能技術或需得到屋宇署的批准。批准方式取決於所需的建築設計和安裝而定，並有以下兩種：以小型工程形式提交申請或通過室外建築工程的批准程序。有關其他資訊，請參考以下指南：

- 美國採暖、製冷與空調工程師學會。(2019)。標準 90.1-2019—除低層住宅建築外的建築能源標準
- 美國採暖、製冷與空調工程師學會。(2018)。標準 189.1-2018—除低層住宅建築外高性能綠色建築設計標準
- 機電工程署。(2019)。太陽能光伏系統安裝指南
- 整體建築設計指南。(2016)。日光照明的資源頁面

### 好處



#### 減少對環境的影響

- 使用太陽能可減少對人工照明的依賴，節約 15% 至 40% 能源。
- 人工照明產生大量熱量，但假若控制得宜，自然採光只會產生極少熱量



#### 改善用戶福祉

自然採光對用戶健康有直接影響，可減少眼睛疲勞，有助改善視力及提升舒適度，從而提高生產力。



#### 提高營運效率

遙距存取 / 控制照明質素，讓建築管理者能提高營運效率。



#### 節省成本

安裝系統或需早期的投資。從長遠而言，盡量減少使用人工照明可減少電力 / 加熱，通風和空調成本，從而彌補前期的資本成本。

## B.1 自然採光的先進太陽能技術

### 案例

#### 啟德發展區工業貿易大樓

發展商：西門子  
 建築商：威爾金森·艾爾建築事務所、帕金斯威爾建築設計事務所  
 主要承包商：ISG  
 項目負責人：特納唐遜

#### 澳洲像素大廈

發展商 / 業主 / 建造者：Grocon Property Ltd.  
 建築商：Studio505  
 結構工程師：VDM Pty. Ltd.  
 景觀設計：Studio 505、墨爾本大學

#### 阿布扎比 AI Bahar 大廈

業主 / 發展商：阿布達比投資委員會  
 建築商：英國凱達環球、Diar Consult  
 結構工程師：奧雅納集團有限公司  
 機電工程師：奧雅納集團有限公司  
 項目負責人：Mace 集團  
 主要承包商：Al-Futtaim Carillion

### 技術要求

- 為了有效使用自然採光，需安裝定日鏡太陽追蹤技術。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 需進行場地評估，以估算屋頂坡度、屋頂材料、屋頂框架間距、位置和天氣，以便設計遮光設備 / 定日鏡技術。
- 需安裝採光豎井、鏡子、天氣 / 溫度感應器。

### 障礙 / 限制

- 位置限制，如：陽光被周遭建築遮擋或會影響技術預期效益和效率。
- 相關的法定審批或會阻礙實施過程

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度



#### 新建建築

在建築設計階段，可規劃 / 採用自然採光技術。

#### 既有建築

要將技術 / 設備，如：定日鏡 / 遮光設備加建至既有建築及其結構較具挑戰性，而且視乎個別建築而定。如：既有結構能否支援該系統，或內部是否有足夠空間。

### 費用資料

#### 資本支出

一套定日鏡系統的供應和安裝費用約為 1,000-1,500 萬港元。

#### 營運開支

定期保養，包括：反射器的清潔和保養檢查，每年花費約 82,000 港元。

更換馬達的費用每年約為 38,000 港元。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## B.2 智能人工照明



### 說明

透過使用物聯網和環境光感應器，智能照明可提升燈具的控制及自動調節能力。照明系統單獨連接至中央控制系統，並由太網電纜或無線技術控制，讓用戶能根據個人需要設置照明質素，例如：調光、換色和使用率。用戶亦可使用智能手機應用程式以控制裝置。

智能照明收集的實時數據有助建築營運商更有效計劃營運方案和活動（如：設備故障），改善維修保養並減少能源消耗。

為提高智能照明系統的使用率，在早期設計階段可將照明設計融合至建築信息模型之中，並就各種照明設計和概念進行照明效果類比，繼而分析採購、營運及維修保養成本。在建築物生命週期的早期階段，亦可將照明的好處及質素納入考慮範圍內。

### 好處



#### 減少對環境的影響

感應器技術可探測閒置空間並自動調較照明設置，從而減少能源浪費。



#### 改善用戶福祉

個人化照明控制讓用戶能根據自己需求調較設置，從而提高用戶福祉。



#### 提高營運效率

- 自動及個人化照明控制和實時數據收集有助預測分析並根據佔用情況來改善營運效率
- 實時數據有助及時維修和保養照明系統
- 當因租約轉換而需改變照明設計時，業主不需進行額外的導線工作，只需重新編程照明系統。



#### 節省成本

善用照明和能源為建築節省整體營運開支。

## B.2 智能人工照明



### 案例

#### 德國慕尼黑 IBM 沃森物聯網總部

業主：IBM  
 建築商：Jahn architects、Universal  
 設計師：Map Project Office、  
 Universal Design Studio  
 室內設計：The Switzer  
 項目負責人：VOK DAMS Event  
 GmbH、Ce+Co.

#### 倫敦水晶宮

發展商：西門子  
 建築商：威爾金森·艾爾建築事務所、  
 帕金斯威爾建築設計事務所  
 主要承包商：ISG  
 項目負責人：特納唐遜

#### 愛爾蘭科克市阿爾伯特碼頭一號 江森自控總部

發展商：德高集團  
 業主：Green REIT PLC  
 建築商：Henry J. Lyons

### 技術要求

- 為行動裝置安裝物聯網技術和以雲端為基礎的系統，以無線的方式連接、制定及控制照明設置。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 安裝動作和照明感應器並與無線接駁，以改善照明狀態。

### 障礙 / 限制

- 沒有主要障礙或限制。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築	既有建築
✔	✔

### 實行的難易程度



#### 新建建築

智能照明系統可輕易整合至新建建築的設計階段之中。此外，亦可使用建築信息模型進行類比驗證。

#### 既有建築

需在照明系統中額外安裝感應器、線路等。假若既有建築同時需進行其他翻新工程，改造的難度將有效降低。

### 費用資料

#### 資本支出

#### 營運開支

根據基準和研究，相關費用如下：

- 每套感應器控制單元 1,000-3,000 港元，包括安裝和試行
- 智慧照明系統（50 個照明燈具）包括：流動控制平台的費用為 30,000 港元

備註（如有）

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

上述費用包括年度許可費和維修費

## B.3 智能溫控



### 說明

透過智能手機或行動裝置，智能溫控系統讓建築用戶能夠按照個人需求和偏好調節居住空間和周圍的溫度。

用戶使用個人化設置的同時，系統會實時收集數據並建立檔案以追蹤用戶偏好。此外，亦會將有類似偏好的用戶分配至相同區域，從而改善使用率。

應考慮分區設計、管道系統設計和流量調節器的安裝，讓目標用戶可自行調節溫度控制。

有關其他資訊，請參考以下指南：

- 美國採暖、製冷與空調工程師學會。(2020)。標準 55-2020—人類居住的熱環境狀況

### 好處



#### 減少對環境的影響

溫度控制可避免過度降溫或加熱，從而減少能源浪費。



#### 改善用戶福祉

個人化的溫度設置提高用戶舒適度，並為整體健康和福祉帶來正面影響。



#### 提高營運效率

自動化和個人化的控制以及實時數據收集，可以根據使用情況進行預測分析，以提高營運效率。



#### 節約成本

改善溫度控制和節約相關能源有助節省建築營運開支。

## B.3 智能溫控

### 案例

#### 德國慕尼黑 IBM 沃森物聯網總部

業主：IBM  
 建築商：Jahn architects、Universal  
 設計師：Map Project Office;、  
 Universal Design Studio  
 室內設計：The Switzer  
 項目負責人：VOK DAMS Event GmbH; Ce+Co.

#### 印度英特爾研發園區 SRR3

發展商：INTEL Technology India Pvt Ltd  
 建築商：Thomas Associates  
 景觀建築師：Thomas Associates

#### 阿布扎比巴哈爾塔

業主 / 發展商：阿布達比投資委員會  
 建築商：英國凱達環球、Diar Consult  
 結構工程師：奧雅納集團  
 機電工程師：奧雅納集團  
 項目負責人：Mace 集團  
 主要承包商：Al-Futtaim Carillion

### 技術要求

- 利用物聯網技術、以雲端為基礎的系統和相關編程，讓行動裝置無線連接溫度調節系統。透過機器學習以電子化的方式儲存用戶偏好，並讓設置自動進行調節。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 安裝感應器並以無線方式連接，以提高溫度質素。
- 分區設計亦十分重要。可根據指定用戶群的溫度需求而建立溫度區。應考慮管道系統的設計—適當分配用於控制輸送至建築空氣量的管道系統。
- 需安裝流量調節器，以便在指定區域控制流量。設備能根據管道系統的靜壓來調節送風機。

### 障礙 / 限制

- 沒有主要障礙或限制。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築	既有建築
✓	✓

### 實行的難易程度



#### 新建建築

智能溫控系統的安裝簡單，可列入新建建築設計階段之中。

#### 既有建築

實施時具挑戰性。需從根本改造既有建築空氣分配系統、管道及加熱，通風和空調系統的控制以達至系統能局部控制功能。困難程度因情況而異。

### 費用資料

#### 資本支出

智慧溫度感應器的成本將在每台 200-1,200 港元，包括智慧終端、網關、網絡伺服器 and 應用服務器。

#### 營運開支

其他改造費用隨空調系統的類型和規模而變化。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## B.4 親生物性設計



### 說明

建築的親生物性設計利用感應器和技術加強綠化建築內部及周圍環境，如：垂直花園牆和室內種植，以及盡量增加自然景觀和室內空間自然光的滲透，讓建築用戶即使生活在城市中亦能同時感受與大自然的聯繫。

各類植物物種帶來不同的好處：某些物種有助過濾空氣，如：龍爪蘭有效去除丙酮，鳳梨花有效去除揮發性有機化合物（VOCs）透過使用感應器，可收集室內空氣質素的實時數據，讓建築營運商可用作識別改善地方。親生物設計可應用於任何資產和建築類型。利用室內自然環境以促進潔淨生活和健康預計將繼續成為趨勢。

### 好處



#### 減少對環境的影響

親生物性設計為環境帶來許多重要效益，包括：改善室內空氣質素和通風、通過光合作用改善室外空氣質素、增加植物對毒素和污染物的吸收，以及增加生物多樣性。



#### 改善用戶福祉

親生物性設計以人類為中心，為人類的身心健康和福祉帶來許多直接好處，包括：減少壓力、增強認知功能和提高生產力。將灰色的景色轉為綠色，有助創造一個更健康、平靜及有利復原的建築環境。



#### 提高營運效率

使用氨、苯、甲醛、三氯乙烯和二甲苯等親生物性物質，提高針對污染物的被動空氣質素控制，同時較易保養。此外，技術和感應器可提供有關植物需要澆水和保養的資訊。



#### 節省成本

親生物性設計能以最小的投資成本淨化空氣，是大型空氣淨化器以外價錢較便宜的選擇。

## B.4 親生物性設計



### 案例

#### 香港零碳天地

業主：建造業議會  
 建築商：呂元祥建築師事務所(香港)有限公司  
 項目負責人：AECOM Asia Company Ltd  
 景觀建築師：雅邦規劃設計有限公司  
 主要承包商：金門建築有限公司

#### 香港添馬香港特別行政區政府總部大樓

業主：香港特別行政區政府  
 承包商：金門—協興聯營（聯營公司）  
 建築商：嚴迅奇建築師事務所有限公司

#### 矽谷蘋果公司總部

發展商：蘋果公司  
 建築商：福斯特建築事務所  
 室內景觀：Rudolph and Sletten and Holder Construction  
 室外景觀：Truebeck Construction  
 景觀建築師：Olini

### 技術要求

- 在親生物性設計中設置感應器，為各種植物需求提供空氣質素和澆水時間表的實時數據。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 在建築物的外部和內部設計中，將親生物性元素和綠色植物作為整體設計的一部分，並需一併考慮保養系統和制度（如：灌溉）。

### 障礙 / 限制

- 沒有主要障礙 / 限制。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築	既有建築
✔	✔

### 實行的難易程度



#### 新建建築

在新建建築容易實行親生物性設計，因為可在設計階段將其涵蓋其中。

#### 既有建築

在建築採用大型親生物性設計，特別於既有建築而言，存在空間限制。然而，小型種植園也是淨化空氣的有效方法，同時亦可創造更讓視覺舒適和愉悅的環境。

### 費用資料

資本支出	營運開支
一個 2.5 米 x2.5 米的垂直綠化區域價格為 35,000 港元。 價格會因所需的植物種類和垂直綠化區域的大小而有所不同。	維修保養工作的範圍包括：檢查場地、修剪植物、以新植物替換枯萎植物、施肥和防治蟲害。 維修保養費用約為每月 2,800 港元。（每年 33,600 港元）

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## B.5 智能空氣過濾



### 說明

智慧技術和設備可改善和監測室內空氣質素，以及加強空氣淨化和過濾。這類技術的例子包括：

- 通過在加熱、通風和空調系統中使用聲學空氣振動機制進行聲學空氣過濾。聲波能量使顆粒在空氣中迅速振動，從而增加它們的移動距離和被過濾纖維捕捉的可能性。
- 通過 3G 過濾技術收集顆粒物、氣體污染物和有機化合物。日常紫外線輻射破壞所收集的微生物，而活性碳層則吸收氣態污染物。3G 過濾器為對核、生物和化學威脅提供全面防禦。該系統能高效清除細小顆粒、細菌和病毒以及有害氣體，同時以低壓降保持較大的容塵量。

根據綠建環評的建議，在建築物施工後和用戶入住前安裝的過濾介質應達至最低效率報告值 13，以確保室內空氣質素。先進的過濾技術，結合預調技術，如：聲學聚結或空氣離子化，可最大限度地提高過濾能力，同時減少壓力損失。聲學預調空氣過濾研究表明，當使用最低效率報告值 11 過濾器時，過濾效率（對微細懸浮粒子）增加 10%。新技術可應用於既有加熱、通風和空調系統中的預冷空氣處理機組（PAU）/ 空氣處理機組（AHU）、空氣管道，或作為一個獨立的空氣過濾裝置。

配備空氣質素感應器的綜合樓宇管理系統可為建築用戶實時監測空氣過濾性能和質素。香港環境保護署的室內空氣質素檢定計劃、中國的 RESET 和國際 WELL 建築協會（IWBI）的 WELL 標準均在這方面提供了實用指南。

### 好處



#### 減少對環境的影響

空氣過濾和淨化技術直接改善室內空氣質素。此外，透過利用在較低壓降下運行的設備和技術，能減少能源消耗。



#### 改善用戶福祉

空氣質素直接影響用戶健康、福祉以及舒適度。為房間而設的空氣過濾器可根據用戶的喜好提供個人化服務，同時可遙控控制。



#### 提高營運效率

更有效的過濾系統可減少保養管道工程的需要。

## B.5 智能空氣過濾

### 案例

#### 倫敦彭博總部

業主：彭博有限合夥企業  
 建築商：福斯特建築事務所  
 項目負責人：AECOM Asia Company Ltd  
 主要承包商：Sir Robert McAlpine  
 環境工程師：斯威科集團  
 照明工程師：Tillotson Design Associates

#### The Edge, 阿姆斯特丹

發展商：OVG 房地產公司  
 建築商：PLP Architecture  
 主要租戶：德勤  
 室內建築師：Fokkema & Partners  
 可持續發展顧問：C2N Bouwmanagement

#### 波特蘭港總部

業主：波特蘭港  
 建築商：ZGF Architects LLP  
 主要承包商：Hoffman Construction Company

### 技術要求

- 在加熱、通風和空調系統中安裝聲學過濾技術和其他裝置。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 設置及安裝與空氣過濾系統同步的室內空氣質素感應器，以提高空氣淨化能力。

### 障礙 / 限制

- 過濾器（如：高效微粒空氣過濾網）的成本很高。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築	既有建築
✔	✔

### 實行的難易程度



#### 新建建築

安裝智慧空氣過濾和聲學技術 / 設備的難度相對較小，因為它可在設計階段被採納新建築的加熱、通風和空調系統之中。

#### 既有建築

需足夠空間為既有系統安裝和改造智慧空氣過濾裝置。這對一些建築而言具挑戰性。

### 費用資料

#### 資本支出

單個獨立式裝置（聲學）的空氣過濾成本約為每個 5,000 港元。

一個室內空氣質素感應器的成本大約為 1,450 至 3,980 港元。

高效微粒空氣過濾網能有效收集污染物，比一般的過濾器貴 10 倍左右。

過濾器的安裝費用隨加熱、通風和空調系統的規模而變化。

#### 營運開支

過濾器的更換成本為 200 至 600 港元。

更新費用可能隨加熱、通風和空調系統的規模而變化。

## B.6 智能燈柱



### 說明

智能燈柱整合流動互聯網連接、多個收集數據的感應器及在某些情況下，配合使用可再生能源，從而彙編和廣播資訊。作為感應技術的平台，下一代的發光二極管路燈或智能燈柱網絡，可收集附近地區的實時數據，如：天氣、污染、交通和人流、噪音和空氣污染等以用來提高營運效率，如：加強保安、停車場和交通管理以及資源計量。此外，亦可使用各種附加組件，包括：安全及節能照明控制、廣告牌和充電站。

可與智能燈柱融合的主要技術包括：

- 用於實時環境監測的天氣 / 空氣質量 / 噪音 / 雷達感應器。
- 用於觀察交通狀況、指導維修保養決策和應急服務部署的智慧攝影機。
- 以雲端為基礎的技術和大數據分析平台，用於即時傳送和分析數據；以及
- 智慧麥克風，用於偵測與反社會行為、緊急情況或犯罪有關的噪音。

智能燈柱上的攝影機或會引起對私隱和面部識別的擔憂。解決上述擔憂的方法包括：

- 利用低分辨率相機（如：320 x 240 像素），只提取計數數據，不儲存圖像。完成收集和分析過程後丟棄圖像；以及
- 除了視覺測量外，還可利用不受天氣或照明條件影響的雷達感應器代替超聲波或紅外線攝影機。

### 好處



#### 減少對環境的影響

- 智能燈柱結合節能功能，包括：發光二極管（即：LED）照明與智慧照明管理系統。發光二極管使用的能源更少，排放更少二氧化碳。
- 在無人使用的情況下，燈光可調暗至一定程度，以節省更多能源。



#### 改善用戶福祉

透過預設要求（如：調較照明光度）在能源消耗、市民舒適度及公共安全之間取得平衡，從而改善社區福祉。



#### 提高營運效率

長期追蹤及分析收集所得的實時數據，以辨識需要改進的營運範疇。

## B.6 智能燈柱

### 案例

#### 香港觀塘 / 啟德發展區

政府資訊科技總監辦公室多功能智慧燈柱試驗計劃、香港特區政府

#### 澳洲悉尼皇家植物園

電信 / 智慧城市基礎設施供應商：  
奧普特斯電信公司、ENE.HUB

#### 澳洲黃金海岸羅賓納購物中心

發展商：蘋果公司  
建築商：福斯特建築事務所

### 技術要求

- 以雲端為基礎的網絡、大數據、物聯網技術以及感應器技術，建成智能燈柱的基礎。第五代行動通訊數據網絡於未來亦將成為此類技術的催化劑。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 綜合智能燈柱包含一系列的附加組件，包括：環境監測、安全、節能照明控制以及充電站。此外，智能燈柱還配備感應器和閉路電視攝影機，以收集空氣質素、交通 / 人流、天氣數據、微氣候和照明調整等實時數據，從而促進和改善區域管理。

### 障礙 / 限制

- 與身份、面部識別和收集個人資料有關的網絡安全隱患及私隱風險。公眾或關注數據外洩的問題。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度

新建建築 既有建築



#### 新建建築

只要在整體規劃和設計階段考慮在新發展區安裝智能燈柱，便較易實行。

#### 既有建築

由於已有足夠的配套基礎建設，在既有的大型開發項目中安裝智能燈柱亦相對簡單。

### 費用資料

#### 資本支出

每根智能燈柱\*的成本約為 120,000 港元。

費用可能因功能不同而有差異。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

\*功能包括高清攝影機、天氣感應器、緊急呼叫系統、無線存取點等。

## B.7 住戶自動化系統



### 說明

住戶自動化系統適用於所有類型的資產和建築。近年，住宅使用家庭自動化系統有明顯增加的趨勢，居民能透過行動裝置和物聯網遙距監控住所。設備通過無線上網系統連接至家庭自動化系統，自動且輕易控制住所各種功能，如：照明、氣候和娛樂設施。此外，系統還實時測量空氣質素（溫度、濕度、微細懸浮粒子和二氧化碳），以及保安控制（如：存取控制、報警系統）。

連接報警系統的動態感應器透過監測出入人流以改善保安控制。動態感應器還可節省能源，例如：通過監測區域人數而調整空調強度，以及關掉沒有人使用區域的燈。

以上系統更涵蓋專為長者用戶而設的功能：

- 連接報警系統的跌倒感應器
- 讓醫療專業人員作日常檢查的視像通話功能
- 記錄住戶進出的大門感應器

### 好處



#### 減少對環境的影響

安裝住戶或家庭自動化系統讓住戶更有效控制資源使用。透過分析用電模式及在未能偵測動態的情況下自動關上電器及燈具，以提高能源效率並實踐低碳生活。



#### 改善用戶福祉

透過改善安全、能源消耗和熱舒適度以改善用戶福祉。系統可按個別用戶需求而作出調整。此項技術亦可吸引年輕一代採用並以此協助長者改善生活質素。



#### 提高營運效率

結合住戶自動化系統與建築的樓宇管理系統使用，有效提高營運效率，並實時分析收集的資訊。



#### 節省成本

更有效使用電器有助節約能源，降低建築營運開支。透過增加用戶對其周圍環境能源消耗的認識，提高節能意識並改變行為，從而節省成本。

## B.7 住戶自動化系統



### 案例

#### 以色列英特爾 PTK1 研發中心

發展商：英特爾  
 承包商：Afcon Holdings  
 建築商：達根.莫奇利

#### 美國北卡羅來納州夏洛特市杜克能源中心

業主：富國銀行集團  
 發展商：富國銀行集團、Childress Klein  
 項目負責人：Childress Klein  
 建築商：tvdesign  
 主要承包商：Batson-Cook construction

#### 香港屯門帝濤灣

發展商：新鴻基地產

### 技術要求

- 一般情況下，供應商提供個人化應用程式。透過使用智能手機或行動裝置可控制住戶或家庭自動化系統。透過物聯網（IoT）技術，系統將所有設備連接至網絡，並在網絡傳送數據。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 一般智慧解決方案包括：連接無線上網系統和藍芽功能的掛牆或落地式裝置。獨立系統可支援並按用戶所需管理住宅內所有智慧設備。

### 障礙 / 限制

- 系統收集的數據或較敏感，所以在實施此策略時或會引起資料私隱及誠信問題。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型



### 實行的難易程度



#### 新建建築

在新建建築的設計階段較易採納住戶或家居自動化系統。

#### 既有建築

住戶或家居自動化系統是一種廣泛使用的技術，不需任何重大的設計改變或要求，但或需額外安裝 / 改造感應器。

### 費用資料

資本支出	營運開支
兩至三個家居自動化系統的成本從 5,000 到 10,000 港元不等。對於一個多功能完整的家居自動化系統，其成本可高達 55,000 港元。 用於商業用途的機械人和人工智能系統的費用為 320,000 港元。	家居自動化系統每月保養費用在 300 至 500 港元之間。 機械人和人工智能系統每增加一年，其保修期延長費為 43,500 港元。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

機械人和人工智能系統的營運成本只涉及電池充電的電費。不需要定期保養。

透過使用智慧和綠色技術，提高建築能源效率。

融合智慧能源管理與人工智能

C.1 自動故障檢測和診斷 ( AFDD )

C.2 智慧電網兼容性與技術

C.3 儲能系統

利用節能設備和系統控制

C.4 高性能冷水機和製冷劑

C.5 高效率馬達和驅動器

採用可再生能源

C.6 太陽能發電技術

C.7 微型風力發電機



## C.1 自動故障檢測和診斷 ( AFDD )



### 說明

自動故障檢測和診斷是一個自動化過程，用作檢測並了解異常運作、性能下降及故障組件的情況。

以樓宇管理系統 ( BMS ) / 樓宇自動化系統 ( BAS ) 為核心，並透過趨勢數據預測故障，診斷問題成因，並及早修正，從而避免對系統造成額外的損害，導致服務受損或大幅增加能源使用和成本。定期能源性能報告和實時儀表板亦可顯示異常趨勢和警報。

透過數據分析、基於機器學習的計算程式和人工智能控制，自動故障檢測和診斷系統不斷提升系統效率，以應對變化，如：天氣情況、佔用率和設備負荷。持續校驗對於實行此策略而言乃非常重要。

以下是與自動故障檢測和診斷應用相關的最新標準 / 認證清單，以供參考：

- 美國採暖、製冷與空調工程師學會。( 2018 )。指南 36-2018，加熱，通風和空調系統的高性能操作程序
- 美國採暖、製冷與空調工程師學會。( 2019 )。2019 年手冊—加熱，通風和空調應用。第 63 章-智慧建築系統。第一節—自動故障檢測和診斷
- 國際標準化組織。( 2018 )。ISO 50001—能源管理

### 好處



#### 減少對環境的影響

- 透過識別低效率及持續優化以節約能源。
- 延長設備或部件的生命週期，從而減少材料使用。
- 盡量減少可能導致環境污染的重大事故，如：製冷劑洩漏。



#### 改善用戶福祉

及早發現並解決室內環境質素偏差，讓用戶更滿意。



#### 提高營運效率

透過採用自動故障檢測和診斷系統預測保養和運作需要，以提高可靠度並達至零故障，同時不會影響屋宇設備功能。



#### 節省成本

避免性能不佳的流程及延長設備或部件的生命週期，從而節省營運成本。

## C.1 自動故障檢測和診斷 ( AFDD )



### 案例

#### 以色列英特爾研發中心

發展商: 英特爾  
 承包商: Afcon Holdings  
 建築師: 達根.莫奇利

#### 美國愛荷華大學

在愛荷華大學校園的 20 座建築物中  
 實行故障檢測和診斷技術

### 技術要求

- 需使用來自樓宇管理系統 / 樓宇自動化系統或其他流行感應系統準確、充足及持續可用的大數據，並用於監察建築營運。

**IOT**   **AI**   **ML**   **BT**   **5G**   **DV**   **BD**

### 設計要求

- 靈敏度及誤報率為兩個量化自動故障檢測及診斷工具的關鍵績效指標 ( KPI )，並受以下的設計特點影響：
  - 使用的感應器和控制信號；
  - 採用的設計數據；
  - 訓練數據；以及
  - 用戶選擇的參數。
- 上述特點需進行個人化及調整分析，以有效識別故障及低效率情況。

### 障礙 / 限制

- 建築信息模型是一種新興技術，因此或缺乏對此項技術及其優點的理解。
- 需收窄建築信息模型範疇的技術差距。
- 一些業界人士仍對採用建築信息模型有所保留。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計   施工   啟用   營運與保養   拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度



#### 新建建築

只要樓宇管理系統有足夠的功能及 I / O 點推行自動故障檢測和診斷或數據分析軟件便較易實行。可參考供應商 / 製造商提供的新系統說明書以設置分析設定。

#### 既有建築

或會遇上挑戰如：因系統惡化及長期修改而導致系統狀況及性能過時。有見及此，需進行額外的系統功能和性能測試以判斷實際系統參數。

## C.2 智慧電網兼容性與技術



### 說明

智慧電網是一個現代電網概念，確保客戶和電力供應商之間有安全、可靠且雙向的電力和資訊流通。該策略旨在實現一種新型的負荷反應，即負荷和發電處於平等地位，並實時了解電力的價值。

香港政府透過各種倡議和政策促進建築的能源效率，包括：上網電價計劃及以高於市價的價格將清潔能源回售給電網。

以下是與智慧電網技術相關的最新標準 / 認證清單，以供參考。

- 美國採暖、製冷與空調工程師學會 / 全國電氣製造商協會 ( NEMA ) 。 ( 2016 ) 。標準 201-2016 設施智慧電網信息模型 ( FSGIM )
- 美國採暖、製冷與空調工程師學會 。 ( 2019 ) 。2019 年手冊—加熱，通風和空調應用。第 63 章—智慧建築系統。第三節 智慧電網基礎知識
- 電機電子工程師學會 。 ( 2011 ) 。能源技術和信息技術操作與電力系統、終端應用和負載的智慧電網協作性指南。

### 好處



#### 減少對環境的影響

智慧電網策略集中整合可再生能源、分佈式能源發電及儲能（如：燃料電池）。透過有效管理電力供應和需求，以降低相關成本並提高效益，從而推動使用此類綠色技術。



#### 提高營運效率

公用事業更有效管理發電機、儲能和負載，以平衡整個電網的供求，令電網更可靠。



#### 節省成本

公用事業更有效管理電力供應和需求，從而降低電力成本。

## C.2 智慧電網兼容性與技術



### 案例

#### 拉斯維加斯夢幻酒店

業主：美高梅國際酒店集團  
 發展商：斯蒂芬·永利  
 建築商：Joel Bergman, Roger Thomas, Don Brinkerhoff, 金斯勒

#### 中國天津生態城

發展商：中新天津生態城投資發展有限公司（中新天津生態城）—吉寶集團與天津泰達投資控股有限公司的合資企業

### 技術要求

- 應採納符合國際標準的能源管理系統（如：美國採暖、製冷與空調工程師學會 201P—設施智慧電網信息模型），以促進與能源服務供應商之間的協作和溝通。

IOT   AI   ML   BT   5G   DV   BD

### 設計要求

- 整合建築自動轉移和捨棄負荷的能力，並透過使用電池或電動車輛、可再生能源及其他場內發電系統應對電網狀況。

### 障礙 / 限制

- 需建立公用電網的基礎建設。
- 有關建築基於智慧電網通訊以管理電力負荷和發電來源（例如：美國採暖、製冷與空調工程師學會 201P—設施智慧電網信息模型）的國際標準仍在制定階段當中。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計   施工   啟用   營運與保養   拆除

### 建築類型

新建建築	既有建築
✔	✔

### 實行的難易程度



#### 新建建築

能源管理系統需配合可再生能源、場內發電、需求反應機制及電力存放控制使用。因此，應在新建建築規劃和設計階段納入考慮範圍之內。

#### 既有建築

在既有建築實行或更具挑戰性，因為需求反應機制必須與既有系統整合，以控制建築的能源負荷。此外，為與智能電網兼容，既有建築在設置場內發電和儲能系統時或存在空間限制。

## C.3 儲能系統



### 說明

儲能系統讓智慧建築靈活管理負荷甚至用於更廣的層面（如：配合智慧電網基礎建設使用）。對於配備儲能系統的建築而言，負荷轉移有助業主在非繁忙時段以較低成本消耗能源，同時保持同等的舒適度和運作質素，從而降低能源成本。此外，利用儲能系統儲存可再生能源的需求不斷增加。而在維修保養和確保電網正常運行（如：平衡供求）方面，儲能系統亦是極其重要。

以下是與儲能系統有關的安全和財產保護的最佳做法：

- 提供認可設備，以排除、探測和控制熱失控（一般在電池管理系統中發現）；
- 加入獲得認證的逆變器系統；
- 加入可遙距配置並連接網路的網路安全控制的儲能系統。
- 確保房間和其他物件不可燃，並符合當地法例；以及
- 消防和檢測系統的安裝必須符合相關要求。

以下是與儲能系統相關的最新標準 / 認證的清單，以供參考：

- 電機電子工程師學會。（2019）。2030.2.1-2019 固定和流動電池儲能系統及與電力系統集成應用的設計、操作和維修保養指南
- 電機電子工程師學會。（2015）。2030.2-2015 電力基礎建設與電力儲能系統的協作指南
- 電機電子工程師學會。（2016）。2030.3-2016 電力系統儲能設備和電力系統應用的標準測試程序

### 好處



#### 減少對環境的影響

風能 / 太陽能和智慧電網基礎建設作為系統的基本條件，可促進使用可再生能源或提高能源使用效率。



#### 提高營運效率

更高抗禦力的建築讓終端用戶和消費者得益，因為短期停電期間仍可自給自足。



#### 節省成本

業主可透過負荷轉移從降低的電力成本中獲益，甚至可以向電網回售電力而獲利。



## C.4 高性能冷水機和製冷劑



### 說明

先進的冷水機技術包括使用物聯網。以物聯網為基礎的系統提供持續的實時數據分析，這對於評估冷水機組的運作狀況及推動預測性維修尤其重要。透過此項技術，冷水機連接雲端，實時傳送、分析和顯示數據，從而就冷水機性能提供建議。

冷水機是加熱，通風和空調系統的組成部分，當中還包括冷卻塔、泵系統和空氣側系統。需透過分析壓縮機、泵和冷卻塔風扇的總功耗可評估冷水機廠的整體性能。此外，亦只可透過作業數據才能進行各類調整，如：最佳冷凍水設定點、冷水機排序和負載平衡、峰值需求管理和冷卻塔水管理。因此，物聯網可提供工具用作實時監測冷水機廠各部份，包括：冷水機和冷卻塔的供應 / 回流溫度，以及冷凝器水循環的水流量，從而真正優化系統。

製冷劑技術的發展加快淘汰氫氟碳化合物和其他短壽命製冷劑。氫氟烯烴是氫氟碳化合物的最佳合成氣體替代品，因為它們的全球變暖潛勢 (GWP) 非常低，如：R-1234ze (E)。R-1234ze (E) 能減少全球變暖的影響，同時保持高水平的能源效率。其臭氧消耗潛力 (ODP) 為零 (0)，全球變暖潛勢 (GWP) 為七 (7) (根據歐盟 (EU) 的氟化氣體法例，該法例是基於政府間氣候變化專門委員會 (IPCC) 的第四次評估報告。根據委員會的第五次評估報告，全球變暖潛勢值小於 1。)

以下是與高性能冷水機和製冷劑有關的最新標準 / 認證的清單，以供參考。

- 美國採暖、製冷與空調工程師學會。(2019)。除低層住宅建築外的建築能源標準
- 美國採暖、製冷與空調工程師學會。(2018)。加熱，通風和空調系統的高性能運作程序
- 商界環保協會。(2018)。機電工程署—屋宇裝備裝置能源效益實務守則

### 好處



#### 減少對環境的影響

- 透過改善冷水機在全負荷和部分負荷時的效率，節約加熱，通風和空調系統的能源。
- 使用超低臭氧破壞的臭氧消耗潛力及全球變暖潛勢製



#### 提高營運效率

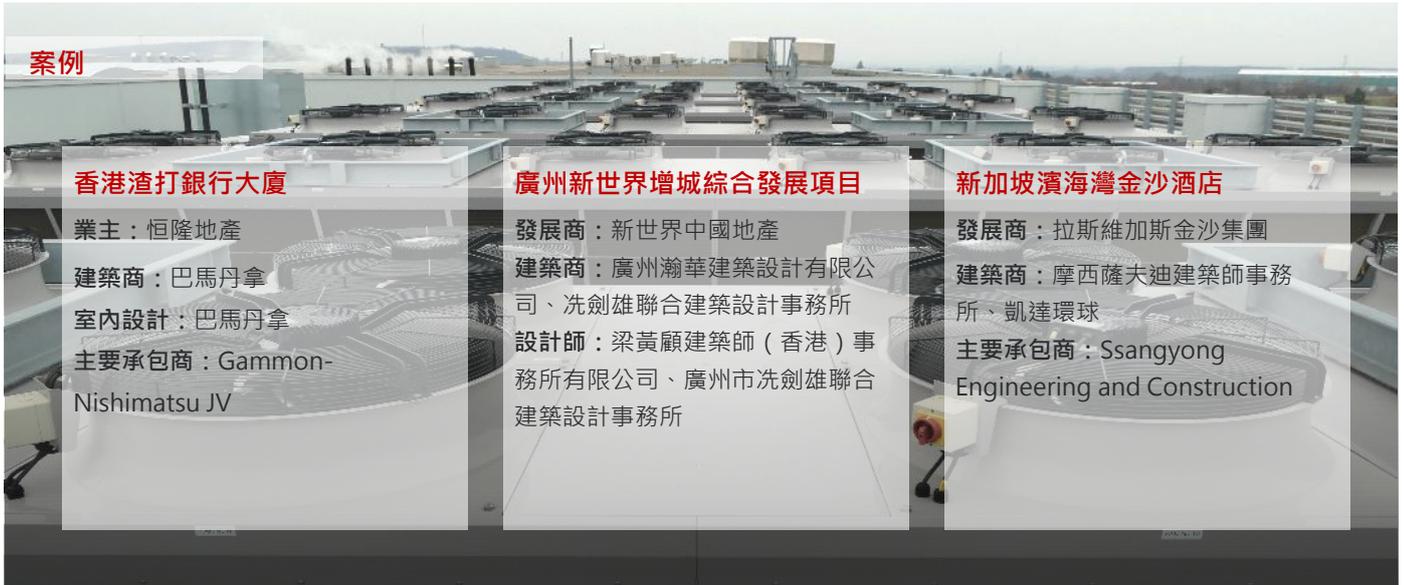
新一代冷水機配備智慧連接雲端，以實時收集及監控運作，並預測維修保養或升級需求。



#### 節省成本

高能源效率，並盡量減少冷風機的作業數據 (或涉及更換昂貴部件)，可節省加熱，通風和空調系統的整體營運成本。

## C.4 高性能冷水機和製冷劑



### 案例

#### 香港渣打銀行大廈

業主：恒隆地產  
 建築商：巴馬丹拿  
 室內設計：巴馬丹拿  
 主要承包商：Gammon-Nishimatsu JV

#### 廣州新世界增城綜合發展項目

發展商：新世界中國地產  
 建築商：廣州瀚華建築設計有限公司、洗劍雄聯合建築設計事務所  
 設計師：梁黃顧建築師（香港）事務所有限公司、廣州市洗劍雄聯合建築設計事務所

#### 新加坡濱海灣金沙酒店

發展商：拉斯維加斯金沙集團  
 建築商：摩西薩夫迪建築師事務所、凱達環球  
 主要承包商：Ssangyong Engineering and Construction

### 技術要求

- 沒有特定技術要求。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 在設計冷水機時，應考慮以下因素：建築負荷、容量安排，以及配有空氣側系統的方案設計。在選擇最佳設備時，應進行生命週期成本（LCC）分析，以考慮設備的成本、安裝、測試和試行、營運、維修保養以及折舊。

### 障礙 / 限制

- 冷水機連接並將原始數據傳送至雲端，引致私隱問題。
- 製冷劑帶來的有害影響——大眾關注使用對氣候造成較少危害的製冷劑的過渡期，需在安全性、環境影響、成本 / 效率和遵守適用法例之間取得平衡。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築	既有建築
✔	✔

### 實行的難易程度

新建建築 既有建築



#### 新建建築

較易在新建建築設計採用新一代的冷水機和製冷劑。

#### 既有建築

在既有建築實行或具挑戰性。應就既有冷水機和潛在的替代方案的生命週期成本進行差距分析，以決定最佳的解決方案，並在適當的時候開展項目。

### 費用資料

#### 資本支出

資本支出（每平方米建築面積）在 300 至 500 港元之間。  
 無油冷卻器的供應和安裝費用為每製冷噸 7,500 至 8,000 港元。

備註（如有）

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## C.5 高效率馬達和驅動器



### 說明

無刷 / 電子整流馬達依靠半導體開關來調節定子繞組的開 / 關狀態。馬達具有較高的功率重量比，速度快，由電子控制，並且保養要求低。由於運作所需的功率大幅降低，所以加熱，通風和空調和製冷行業廣泛採用無刷馬達，以取替其他類型的空調馬達。加熱，通風和空調系統亦使用無刷馬達，因為內置的微處理器可進行編程，控制氣流，並進行串列通訊。

用於空氣處理機組的電子整流插電式風扇利用高性能葉輪、馬達和電子系統，提升整體效率逾 60%。電子整流插電式風扇其中一個主要特性是可改善營運效率的綜合變速控制功能。電子整流風扇比其他類型的風扇產生的噪音更小。此外，電子整流風扇可根據所需氣流、可用空間和所需的冗餘度，在風扇網格配置中使用。建議在空氣處理單元的風扇網格組合使用電子整流插頭式風扇取替低效的扇葉驅動風扇。

以下是與高效馬達和驅動器相關的最新標準 / 認證清單，以供參考：

- 美國採暖、製冷與空調工程師學會。(2019)。除低層住宅建築外的建築能源標準
- 商界環保協會。(2018)。機電工程署—屋宇裝備裝置能源效益實務守則
- 屋宇設備運行及維修行政人員學會 (BSOMES)。(2016)。文章—辦公大樓可變風量及空氣處理機組系統變速馬達驅動風扇與電子整流插頭式風扇的轉換

### 好處



#### 減少對環境的影響

在既有建築利用電子整流風扇以節約能源的情況特別可觀，節約高達 40% 能源，新建建築則可節約 20% 到 30% 能源。



#### 提高營運效率

與傳統馬達相比，無刷設計減少摩擦和磨損，因此需相對較少的保養。

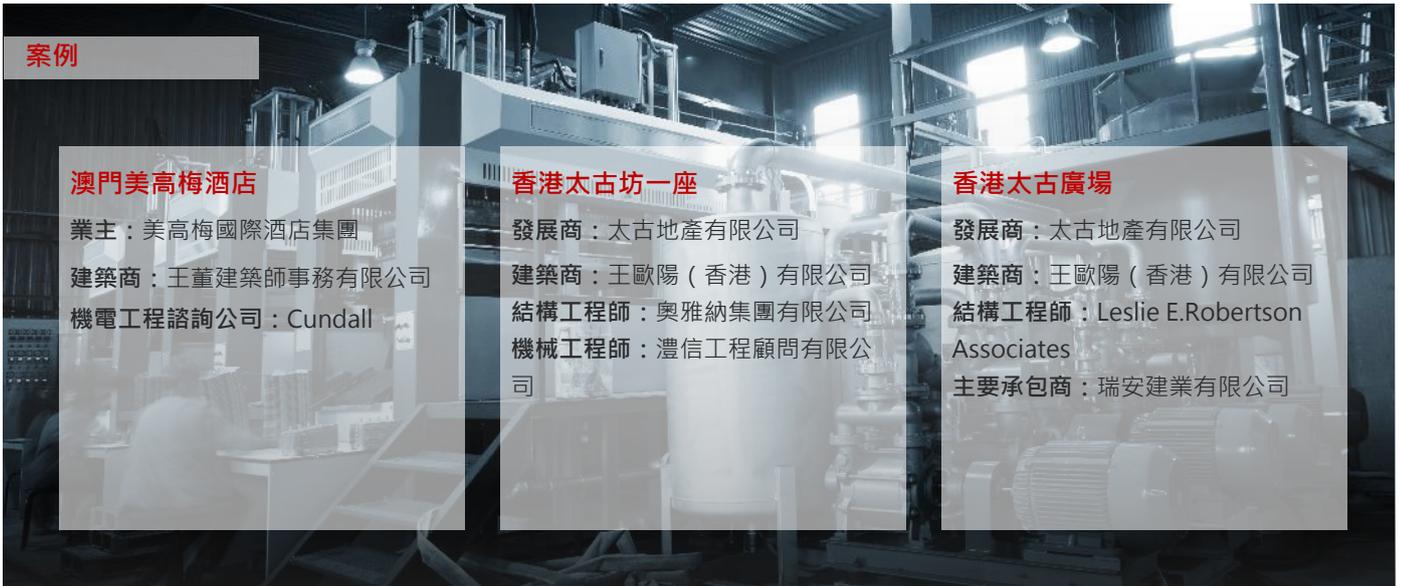
與傳統的空氣處理單元內的單扇葉驅動風扇相比，風扇網格設計亦具彈性。



#### 節省成本

更高的能源效率和較少的保養需求，能節省機械泵和風扇系統的整體營運成本。

## C.5 高效率馬達和驅動器



### 案例

#### 澳門美高梅酒店

業主：美高梅國際酒店集團  
 建築商：王董建築師事務所有限公司  
 機電工程諮詢公司：Cundall

#### 香港太古坊一座

發展商：太古地產有限公司  
 建築商：王歐陽（香港）有限公司  
 結構工程師：奧雅納集團有限公司  
 機械工程師：澧信工程顧問有限公司

#### 香港太古廣場

發展商：太古地產有限公司  
 建築商：王歐陽（香港）有限公司  
 結構工程師：Leslie E. Robertson Associates  
 主要承包商：瑞安建業有限公司

### 技術要求

- 沒有特定技術要求。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

### 設計要求

- 當考慮使用電子整流無刷馬達時，應考慮以下因素：空氣 / 水流量、壓力、馬達扭矩和轉速。以上皆與傳統馬達的要求相似。在選擇設備時，應分析生命週期成本，以考慮設備的成本、安裝、測試和試行、營運、維修保養以及折舊。

### 障礙 / 限制

- 沒有特定障礙 / 限制。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計      施工      啟用      營運與保養      拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度



### 新建建築

在新建建築設計階段較易採納電子整流無刷馬達。生命週期成本分析能充分證明選擇以電子整流馬達替代傳統選項的好處。

### 既有建築

與任何改造項目一樣，節約能源才讓投資有價值。雖然將扇葉驅動風扇改造成電子整流插頭式風扇能顯著節約能源，但改造工程增加相關成本，令推行時更具挑戰性。

### 費用資料

資本支出	營運開支
一台電子整流風扇*的成本約為 6,000 港元。  每部空氣處理機組的安裝費用約為 5,000 港元。	維修保養費約為每年 2,000 港元。

備註（如有）

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

\*離心式配合速度控制，1085 轉速，1605 流量，292 靜態靜壓

## C.6 太陽能發電技術



### 說明

太陽能是將太陽光直接轉為電能的過程，或透過使用光伏（PV）或聚光太陽能（CSP）系統間接轉化為電能，或兩者結合使用。聚光太陽能系統採用透鏡 / 鏡子和追蹤系統，將大面積的太陽光集中至狹窄光束，以產生可再生電力。

先進的太陽能技術提高光伏建築一體化的使用率（如：外牆、路面和遮光板），透過降低生產 / 安裝成本以提高競爭力（如：印刷太陽能板），並提高功率轉換效率（如：有機太陽能電池）。

為鼓勵社區採用可再生能源，公用事業公司，如：香港電燈和中華電力已實施上網電價（FIT）計劃，以每單位回報電價為 3 至 5 港幣，作為誘因。系統亦需要使用智能電錶連接至電網，以半小時為間隔，詳細顯示其消耗或發電量數據，並在停電、斷電或其他異常情況下提供有關運作的建議。

以下是與太陽能技術相關的最新標準 / 認證的清單，以供參考：

- 機電工程署。（2016）。小型可再生能源系統與電網接駁的技術設計指引
- 國際電工委員會。（2020）。建築內的光伏 1 及 2。建築一體化光伏組件的要求
- 電機電子工程師學會。（2019）。光伏系統中使用的鉛酸蓄電池的安裝和維修保養建議規程。

### 好處



#### 減少對環境的影響

太陽能發電與化石燃料技術不同，並不會導致任何有害的排放、噪音污染或在產生可再生太陽能時製造廢物。

太陽能是一種世界各地均可日常使用的能源。



#### 節省成本

太陽能發電除去對燃料的需求和成本。利用太陽能系統產生的電力可滿足能源需求，從而減低能源費用。

一般而言，太陽能系統保養成本低。唯一需要的是日常清潔保養，以確保太陽能發電保持高效。太陽能電池板的壽命通常為 20-25 年，而逆變器和電纜的壽命則超過 10 年。

## C.6 太陽能發電技術



### 案例

#### 新加坡濱海灣金沙酒店

發展商：拉斯維加斯金沙集團  
 建築商：摩西·薩夫迪建築師事務所、凱達環球  
 主要承包商：Ssanyong Engineering and Construction

#### 美國華盛頓州西雅圖布利特中心

發展商：Point32  
 建築商：Miller Hull Partnership  
 機械工程師：PAE Engineers  
 太陽能電池組的建造和安裝：Northwest Wind and Solar  
 光伏工程與設計：Solar Design Associates

#### 香港機電工程署 (EMSD) 總部

發展商 / 業主 / 設施管理：機電工程署  
 建築商 / 規劃師：BLEND Architecture Limited  
 項目負責人：機電工程署  
 可持續設計顧問：奧雅納工程顧問香港有限公司

### 技術要求

- 沒有特定技術要求。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

### 設計要求

- 需詳細評估安裝地點的「日照時間」，以決定定位、朝向角度、面板材料 / 類型、面板尺寸、逆變器、電池和控制器等方面的設計，從而得出全年發電量和總成本。
- 可配合太陽輻射感應器使用，以提高太陽能裝置的性能。

### 其他要求

- 需就對於建築結構、走火區等的影響，申請法定批准。

### 障礙 / 限制

- 空間限制 (如：有限的屋頂空間)。
- 被附近建築遮擋，特別於密集環境中。
- 業權問題導致在屋頂安裝電池板有潛在困難。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計

施工

啟用

營運與保養

拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度



#### 新建建築

只要符合法定批准，並選擇有充足日照時間的地點，在新建建築安裝太陽能技術和電池板相對較容易。

#### 既有建築

由於香港空間限制，在既有建築安裝太陽能電池板更具挑戰性。屋頂為主要的考慮因素。安裝亦需遵守各種有關建築結構和消防安全的法定守則。

### 費用資料

#### 資本支出

屋頂光伏系統 (每平方米的面板) 的成本約為 9,000 港元。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## C.7 微型風力發電機



### 說明

微型風力發電機是高效的風力發電機，其規模較小，機組尺寸只有傳統微型風力發電機的一半，非常適用於住宅 / 商業能源生產，而此技術融合至建築設計的現象也越來越普及。微型風力發電是微型發電其中一項技術，利用風能為建築提供電力。安裝微型風力發電機時需慎重選址，因為可影響平均風速及全年能量輸出。

以下是與微型風力發電機技術相關的最新標準認證清單，以供參考：

- 機電工程署。(2016)。小型可再生能源系統與電網接駁的技術設計指引
- 國際電工委員會。(2006)。標準 61400-2 小型風力發電機組設計要求
- 美國能源部。(2007)。小型風力發電系統 (美國消費者指南)

### 好處



#### 減少對環境的影響

風能與化石燃料的技術不同，並不會導致任何有害排放，也不會在產生風能時製造任何廢物。



#### 節省成本

風能發電免去對燃料的需求和成本。

## C.7 微型風力發電機

### 案例

#### 中國廣州珠江城大廈

發展商：拉斯維加斯金沙集團  
 建築商：摩西·薩夫迪建築師事務所、凱達環球  
 主要承包商：Ssangyong Engineering and Construction

#### 巴林麥納瑪巴林世界貿易中心

建築商：阿特金斯  
 主要承包商：Murray & Roberts、安博集團  
 風力顧問：BMT Fluid Mechanics Ltd.  
 結構工程師：阿特金斯

#### 香港機電工程署 (EMSD) 總部

發展商 / 業主 / 設施管理：機電工程署  
 建築商 / 規劃師：BLEND Architecture Limited  
 項目負責人：機電工程署  
 可持續設計顧問：奧雅納工程顧問香港有限公司

### 技術要求

- 沒有特定技術要求。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 需在安裝地點使用間隔風速測量進行詳細評估，以決定定位、渦輪機類型、渦輪機尺寸以及逆變器、電池和控制器等方面的設計，從而估計全年發電量和總成本。

### 其他要求

- 就對於建築結構、走火區及健康安全風險等影響，或需申請法定批准。

### 障礙 / 限制

- 風力發電機必須安裝在有足夠和穩定風力的地方。香港建築的屋頂空間有限，鄰近建築或會擋風。有見及此，安裝微型風力發電機或會是一個挑戰，並且未必獲得合理的投資回報。

### 在建築生命週期中的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運與保養 拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度

新建建築 既有建築



#### 新建建築

在新建建築較易實行，前提是技術用於合適的場地環境。選址過程十分重要，因為會影響平均風速，繼而影響能源生產。

#### 既有建築

在既有建築安裝微型風力發電機更具挑戰性。因為較難尋找有足夠平均風速的理想地點讓微型風力發電機發電。

### 費用資料

資本支出	營運開支
安裝成本差異很大，取決於當地的分區、許可和公用事業的互聯成本。  小型風能系統每千瓦發電量的成本為 23,000 至 39,000 港元。	維修保養費用從每年 1,000 至 1,900 港元不等。

備註 (如有)

上述費用資料是參考性的，根據 2020 年數據所得。

透過智慧綠色技術，促進採用可持續建築材料，鼓勵減少廢物、再用及回收。

鼓勵智慧選材，提高環保性能

D.1 智慧動態玻璃

D.2 納米技術

促進有效的廢物管理

D.3 自動廢物收集系統



## D.1 智慧動態玻璃



### 說明

智慧玻璃是一種新型的建築材料，根據周圍環境或用戶需求自動或手動改變其特性（例如：色調）。

智慧玻璃的各種功能可加強保安及增加光線接觸。在半透明模式下，智慧玻璃充當為電子百葉窗以保障私隱和安全，同時允許日光透射。

此外，智慧玻璃亦為室內提供不同程度的自然日光，既可保留室外景色，亦可按所需的照明程度讓充足的日光透射。

主要有兩種技術控制玻璃色調：

1. 電致變色—利用電流穿過玻璃；以及
2. 熱致變色—當玻璃溫度改變時變色

不論那種技術，在製造過程中均需在普通中空玻璃單元（IGU）之間夾上額外材料層。智慧玻璃每平方米大約消耗 3 至 5 瓦特（W）電力。

### 好處



#### 減少對環境的影響

- 智慧玻璃阻擋陽光，減少室內空間攝入的熱量，從而減低對降溫和能源消耗的需求，達至淨能源節約。
- 利用自然日光減少對人工照明的依賴，從而減低照明系統的能源消耗。



#### 提高住戶福祉

透過智慧動態玻璃控制室內光線質素，包括：增加日光、減少眩光、降低熱能，從而提高用戶生產力，並幫助用戶減少眼睛疲勞和瞌睡的情況。



#### 提高營運效率

- 根據天氣變化而調節自動照明控制。
- 提供遮光以加強私隱。



#### 節省成本

智慧動態玻璃為業主節省 20% 的能源費用，從而節省成本。

## D.1 智慧動態玻璃



### 案例

#### 美國世界貿易中心一號大樓

業主: World Trade Center LLC  
 發展商: 紐約與新澤西港口事務管理局; The Durst Organisation  
 工程師: SOM 建築設計事務所  
 幕牆顧問: Viridian Energy & Environmental LLC; Benson Industries, Inc; Permasteelisa Group

#### 阿布扎比阿爾巴哈爾大廈

業主/發展商: 阿布扎比投資委員會  
 工程師: 英國凱達環球; Diar Consult  
 結構工程師: 奧雅納集團  
 機電工程師: 奧雅納集團  
 項目經理: Mace Limited  
 主要承包商: Al-Futtaim Carillion

#### 新加坡海洋金融中心

發展商: Keppal Land International Ltd  
 工程師: Pelli Clarke Pelli Architects; Architects 61  
 結構工程師: TY Lin International  
 機電工程師: P 栢誠集團工程顧問公司  
 主要承包商: Obayashi Corp.

### 技術要求

- 透過使用智能手機應用程式加強控制智慧玻璃，設定個人化玻璃及獨立控制一組窗戶甚至整個外牆。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 需安裝照明感應器以決定環境的照明級別，從而改善使用玻璃的轉換。此外，亦可按用戶偏好而劃分不同照明區。
- 需考慮對幕牆及結構負荷所造成的影響

### 障礙 / 限制

- 成本高或是採用智慧玻璃的障礙之一。

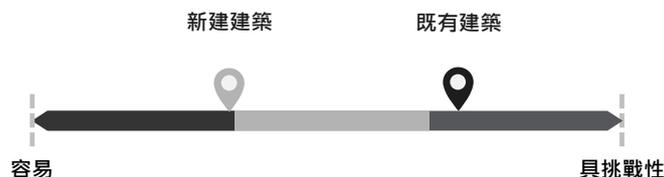
### 在建築生命週期內的應用階段

規劃 / 設計 施工 啟用 營運及保養 拆除

### 建築種類



### 實行的難易程度



#### 新建建築

在建築早期設計階段採用智慧動態玻璃相對較易。

#### 既有建築

既有建築需進行大規模改造工作以更換幕牆。

### 費用資料

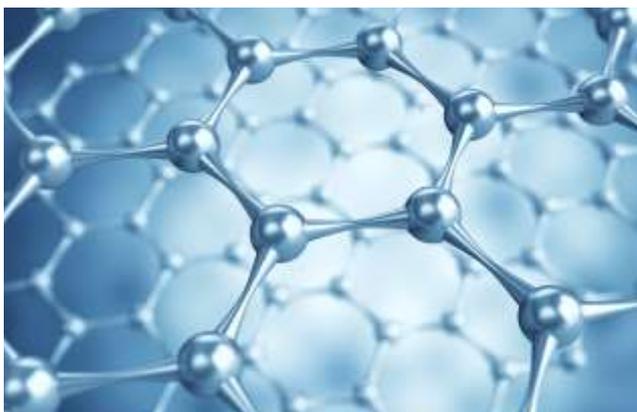
#### 資本支出

智慧玻璃的價格每平方呎從港幣 400 至 800 元不等。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## D.2 納米技術



### 說明

在各種建築材料使用納米技術，有助提升結構性能和效率。

納米技術在建築業一般用於混凝土、玻璃、隔熱、塗層和油漆等。以下是建築業使用納米技術的好處：

- 提升彈性混凝土的抗壓強度和彈性模數—研究顯示，在混凝土混合物中加入二氧化矽（ $\text{SiO}_2$ ）可提高抗壓強度，並能透過質量效應和化學反應在混凝土中形成更佳的轉變區，從而提高耐用性；
- 自我清潔和抗菌塗層—在玻璃、室內表面、門柄和升降機面板塗抹二氧化鈦（ $\text{TiO}_2$ ）納米顆粒，透過光催化反應改善空氣質素和衛生狀況，有助去除空氣中的污染物，如：揮發性有機化合物和細菌；
- 超薄絕緣—疏水納米多孔氣凝膠的絕緣牆壁使用微多孔材料和納米多孔材料。以二氧化矽為基礎的產品亦可使用氣凝膠作透明絕緣之用，從而創造超級絕緣窗戶。

### 好處



#### 減少對環境的影響

- 自我清潔功能有助節約用水。
- 指定納米技術可去除空氣中的污染物（如：揮發性有機化合物）。



#### 改善用戶福祉

目前正開發多種納米技術，包括：自我清潔塗層及可加強強度和使用壽命的油漆和混凝土添加劑。這些技術為健康帶來各種益處，如：改善室內和室外空氣質素。



#### 提高營運效率

- 預塗的塗層有效減少保養需求
- 容易清潔或自我清潔。
- 減少保養需求，延長建築壽命。



#### 節省成本

使用納米技術可讓材料更耐用，並發揮更佳的操作性能，意指不需頻繁更換物料，因而減低長期保養 / 更換成本。

## D.2 納米技術



### 案例

#### 意大利羅馬銀禧教堂

建築師: Richard Meier and Partner Architects LLP  
 結構工程師 奧雅納工程顧問、意大利水泥集團, Luigi Dell' aquila

#### 阿塞拜疆巴庫 Socar 大廈

發展商: 阿塞拜疆共和國國家石油 公司  
 建築師: Heerim Architects & Planners Co. Ltd.  
 結構工程師: Thornton Tomasetti  
 主要承包商: TEKFEN Construction and Installation Co.,  
 幕牆設計: ALT Limited; Permasteelisa Group

#### 墨西哥 Hospital General Dr. Manuel Gea González

建築師: Manuel Villagrán  
 幕牆設計: Elegant Embellishments

### 技術要求

- 視乎實際應用情況。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

### 設計要求

- 需預先規劃，並於早期設計階段預備所需材料。

### 障礙 / 限制

- 推行納米技術及其供應是主要的限制。因為研究及開發納米技術一個漫長的過程，並需在推出市場前進行許多測試。

### 在建築生命週期的應用

規劃 / 設計

施工

啟用

營運及保養

拆除

### 建築種類

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度

新建及既有建築\*



#### 新建建築

由於使用納米塗層並沒有太大難度，所以相對較易實行。

#### 既有建築

易於實行。二氧化鈦塗層可用於室內表面如：牆壁、地板和地毯等，有助減少空氣污染物，改善空氣質素。

\*僅標示適用於自我清潔、抗菌塗層的清潔功能

### 費用資料

#### 資本支出

納米玻璃塗層的費用從每平方米港幣 400 至 2,500 元不等。  
 價格視乎塗層的數量、產品質素和塗抹器而有所不同。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## D.3 自動廢物收集系統



### 說明

建築每層的廢物均透過大型（直徑 400-600 毫米）的管道網絡連接至中央設施。氣動管道的風扇產生負壓，以每小時 70 公里的速度運送廢物。

系統會自動監測廢物消耗，減少收集廢物所需的資源和時間。

廢物到達設施後便會自動分離、回收、燃燒成為能源或埋藏地下。自動廢物回收還可促進「閉環」的循環經濟概念，推動建築可持續性及抗禦力。

然而，由於系統需龐大空間，因此較適合在社區或地區的智慧建築使用，而非獨立建築。

安裝系統過程中，氣味洩漏或成問題之一。但使用技術如：噴霧系統排出反應物（與精油、植物化合物和飲用水相結合），可將揮發性氣味化合物轉化為非揮發性化合物，從而解決上述問題。

建議就廢物分類和系統操作進行適當培訓和溝通，以避免衛生問題並確保系統正確運作。

### 好處



#### 減少對環境的影響

減少垃圾車產生的污染。由於廢物會自動倒進通往社區中心設施的大管道網絡中，垃圾車不需從多個建築 / 場所收集廢物。



#### 改善用戶福祉

使用廢物收集系統可減低垃圾車發生意外的風險，從而改善安全。



#### 提高營運效率

利用管道連接所有建築，以免去使用街角垃圾桶或垃圾推車 / 垃圾車的需要，並減少一般垃圾桶造成的臭味，以改善生活環境並美化社區。



#### 節省成本

減少維修保養的營運開支，讓員工能專注服務客戶。

## D.3 自動廢物收集系統



### 案例

#### 香港科技園

業主: 香港科技園公司  
 垃圾收集合作夥伴: 恩華特集團

#### 香港荃灣港安醫院

發展商: 基督復臨安息日會  
 垃圾收集合作夥伴: 恩華特集團

#### 韓國松島國際商務區

業主: 松島國際城市開發有限責任公司與仁川廣域市合作

建築師: KPF 建築事務所 該市由無垃圾車管理系統營運, 系統連接至第三區自動化垃圾收集廠。

### 技術要求

- 一般情況下, 系統的控制和監測功能不需使用電腦或軟件。配備控制程序的可編程邏輯控制器 ( PLC ) 可安裝在設備控制板的不同位置, 以達到目的。
- 如需使用監督控制和數據採集 ( SCADA ) 功能, 必須安裝帶有監督控制和數據採集程序 ( 由供應商提供 ) 的標準電腦來控制系統。如需使用額外功能, 供應商則需提供配備適用軟件的電腦。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

### 設計要求

- 基礎建設: 廢物入口和管網 ( 直徑 400-600 毫米 )。
- 需使用大量空間。

### 障礙 / 限制

- 一般情況下, 系統供應商必須遵守整體建設方案。從整個規劃、設計到施工過程普遍需要 2.5 至 3 年時間。
- 後段需充足的回收設施以運輸、管理及處理廢物。
- 高成本亦是實行的障礙之一。

### 在建築生命週期的應用

規劃 / 設計      施工      啟用      營運及保養      拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度



### 新建建築

需使用大量空間, 並有潛在的衛生及高成本問題, 因此實行起來具挑戰性。

### 既有建築

在既有建築安裝整套覆蓋所有樓層的自動化系統具挑戰性。然而, 規模較小的系統仍可為業主, 特別是場地內擁有多個建築的大型房地產帶來好處。

### 費用資料

#### 資本支出

10 年前的安裝費用是每單位港幣 6,000 元。2018 年通貨膨脹調整後的價格為每單位港幣 9,000 元。

#### 營運開支

正常規模的系統所需的營運和保養費用\* 為每月港幣 35,000 至 80,000 元, 包括; 每天 8 小時待命技術員的工資。

備註 ( 如有 )

除非另有說明, 否則上述費用資料根據 2020 年數據僅供參考

\*不包括電費

鼓勵建築使用創新技術以促進節約用水。

## 綜合智慧水管理

### E.1 智慧水錶和監測

## 採用節水系統和設備

### E.2 節水裝置與系統控制

### E.3 中水再用和雨水收集

### E.4 智慧灌溉



## E.1 智慧水錶與監測



### 說明

香港樓宇發展應考慮使用水務署（WSD）的智慧供水網絡管理措施，包括：實施自動抄錶（AMR）、網上水質監測和滲漏探測（較適用地區層面）。

建築的智慧水錶有助測量用戶和地區（例如：冷卻塔、洗手間及廚房等）的用水量。探測滲漏和監控質素在設施管理和推動可持續發展計劃中也是重要的一環。

智慧水錶可在建築及社區層面監控和傳遞信息，以提供有關用水量和水質的實時資訊。

以下是與智慧水錶相關的最新標準/認證列表，以供參考：

- 美國採暖、製冷與空調工程師協會（2017）標準 189.1 – 高性能綠色建築設計標準
- 水務署（2017）標準規格 E-89-01 自動讀錶系統

### 好處



#### 減少對環境的影響

透過使用網路和行動裝置應用程式，水錶提供實時用水模式及資訊，從而有助節約用水。

以每天 / 每小時或數分鐘為間隔，分析高粒度用水模式的變化，從而識別滲漏和異常使用情況。



#### 改善用戶福祉

水錶可探測影響健康的水質污染問題，如：飲用水含鉛量高，並發出警告。



#### 提高營運效率

提高抄錶效率（例如：自動抄錶以減少人為錯誤）。探測可能導致建築服務系統停機的異常用水量（如：管道洩漏），從而提高營運效率。



#### 節省成本

早期探測滲漏和異常用水的情況可減少用水量，從而節省營運成本。

## E.1 智慧水錶與監測



### 案例

#### 加拿大渥太華憲法廣場

發展商：牛津地產集團  
 業主：Greystone Managed Investments, Canderel and Canstone Realty Advisors  
 建築師：Tolchinsky & Goodz Architects  
 LEED 顧問：Halsall & Associates  
 機械建築師：McKee Engineering

#### 香港元洲邨

發展商：香港房屋委員會  
 水務署自動抄錶試驗一部分

#### 祥龍圍邨

發展商：香港房屋委員會  
 水務署自動抄錶試驗一部分

### 技術要求

- 使用合資格的有線/無線連接至網絡，以記錄和儲存水錶讀數和傳送數據。需要考慮的因素包括：數據速率、耗電量、傳送範圍等。
- 安裝在偏遠、交通不便或電源不通的地方可能需使用內聯閉式水力發電裝置。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

### 設計要求

- 識別主要用水者和參數（如：滲漏和消耗監測的流量，以及飲用水質素）。應在特定位置使用水錶。
- 應遵循水務署的自動讀錶系統分站供應和安裝標準要求設計水錶。

### 障礙 / 限制

- 一般情況下，水錶屬於公用事業機構，維修保養費用亦由機構承擔。
- 共享數據引起私隱方面的疑慮。

### 在建築生命週期的應用

規劃 / 設計

施工

啟用

營運及保養

拆除

### 建築類型

新建建築

既有建築



### 實行的難易程度

新建建築 既有建築



### 新建建築

需符合水務署自動抄錶試驗計劃的基本要求，並採納至新設計當中。  
 可在系統早期設計加入建築的詳細報錶。

### 既有建築

需符合水務署自動抄錶試驗計劃的基本要求，及配合小型改造工程實行。  
 因應樓齡及狀況，既有供水系統有較高風險，因此應仔細規劃和管理建築的詳細報錶。

### 費用資料

#### 資本支出

超聲波水流量計每件成本為 6,000 至 10,000 港元。  
 酸鹼和水質分析儀每件的成本為 2,000 至 3,000 港元。\*

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

\* 不包括任何與安裝相關的人工成本

## E.2 節水裝置與系統控制



### 說明

節約用水策略包括減少便利設施和中央屋宇設備的用水量。

在便利設施實行的策略包括：高效花灑頭、動態感應小便器、雙沖水馬桶、低量沖水馬桶（每次沖水使用 6 升）、低流量水龍頭、節水洗碗機、洗衣機，以及由動態感應器或門感應器開關的供水設施。最新技術透過使用感應器監控並根據用戶在座廁上的時間長短來改變沖水量，從而提高雙沖水性能。實行以上策略時，用戶的行為亦是重要一環。例如：要體現雙沖水馬桶的優點就應按下低沖水量按鈕沖走液體廢物，並避免不必要沖水。用戶應參考已達到行業標準或標籤的有關節約用水的解決方案，如：自願參與用水效益標籤計劃（WELS）。

在中央屋宇設備實行的策略包括：透過完全溶解固體，讓冷卻塔控制用水和鍋爐排污、重用蒸氣冷凝水及維修保養蒸氣隔。

新建的政府建築透過安裝節約用水設備，如：節水水龍頭、洗手間 / 衛生間設備、小便器設備、淋浴和洗衣機，以提倡節約用水。在可行及適用的情況下，此類設備可改裝至既有建築物中。

以下是與節約用水裝置相關的最新標準 / 認證列表，以供參考：

- 美國採暖、製冷與空調工程師協會（2017）標準 189.1 – 高性能綠色建築設計標準
- 水務署（2020）。政府項目中節約用水 / 節約用水設備建議使用的特定指南和示例
- 水務署 - 自願參與用水效益標籤計劃

### 好處



#### 減少對環境的影響

降低用水量減少因處理及輸送至住所、企業、農場和社區所使用的能源，從而減少污染和節約燃料資源。



#### 節省成本

節約用水減少處理水和廢水的成本及減低用於處理、泵送和將水加熱的能源。

## E.2 節水裝置與系統控制

### 案例

#### 中國前海周大福金融中心

發展商：新世界中國地產有限公司

#### 美國三藩市 Salesforce 塔

業主：太古匯（廣州）發展有限公司  
 發展商：廣州大洋地產、太古地產有限公司  
 建築師：Arquitectonica; 廣州設計院  
 機電建築師：Meinhardt

#### 零碳建築

業主：建造業議會  
 建築師：呂元祥建築師事務所（香港）有限公司  
 項目經理：AECOM Asia Company Ltd  
 機電/電腦軟件建築師：奧雅納工程顧問香港有限公司  
 主要承包商：金門建築有限公司

### 技術要求

- 需使用感應器以操作智慧設備，如：低流量水龍頭、花灑頭及動態感應小便器。
- 根據製造商的詳細評級列表和產品的節水效率來使用便利設施（例如：水務署的自願參與用水效益標籤計劃）。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

### 設計要求

- 參照行業標準，如：美國採暖、製冷與空調工程師學會和英國註冊建築設備工程師協會的設計指南，設計中央屋宇設備控制系統（如：冷卻塔、鍋爐等）。

### 障礙 / 限制

- 沒有主要障礙 / 限制。

### 在建築生命週期的應用

規劃 / 設計      施工      啟用      營運及保養      拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度



#### 新建建築

較易在設計階段納入中央屋宇設備控制。

#### 既有建築

一般涉及便利設施改造工程或中央屋宇設備的安裝 / 升級工程。

### 費用資料

#### CAPEX

以下是相關設備的費用：

- 水龍頭\*：4,500 - 8,000 港元
- 馬桶感應器：8,000 - 10,000 港元
- 雙沖水馬桶：4,000 - 33,000 港元
- 低流量小便器：5,000 - 10,000 港元
- 小便器感應器：2,000 - 3,000 港元

備註（如有）

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

上述數字以港元計算

\*配備感應器控制及自供電式水力發電機

## E.3 中水再用和雨水收集



### 說明

各種策略可減少飲用水並推動再用水資源，包括：透過建築收集系統或路面的多孔瀝青收集雨水、處理中水、在浴室、洗臉盆和廚房水槽以及使用空氣處理機組（AHU）回收已用水作非飲用水用途，如：灌溉、沖廁、鍋爐和冷卻塔補給水、降溫、街道清潔、水景等。

中水再用和雨水收集系統的設計應讓污水用作合適用途，而且並不會對健康構成風險。在設計儲存和處理系統時，需遵守水務署有關中水重用及雨水回收技術規格（2015），以避免微生物和細菌繁殖，並且確保處理後的污水符合水質規格標準。處理污水的方式包括：最常見的氯化、煮沸、過濾和照射紫外線或自然陽光。必須定期檢查和清潔集水區、排水溝、過濾器和水箱，減少造成污染。

新興技術，如：即時使用循環水的座式淋浴器，亦有助節省能源並作加熱水之用。

以下是與中水再用和雨水收集有關的最新標準 / 認證列表，以供參考：

- 美國採暖、製冷與空調建築師學會。（2017）。高性能綠色建築設計標準
- 水務署。（2015）。中水重用及雨水回收技術規格，第一版

### 好處



#### 減少對環境的影響

- 重用及循環利用水資源等策略有助應對氣候變化和淡水需求增加的挑戰。應發掘不易受氣候變化影響的水源替代品。
- 減少排放至環境的廢水。



#### 提高營運效率

降低設施的飲用水量，從而減少在處理和泵送過程使用的能源。



#### 節省成本

減低設施用水量可節省成本，並降低管理費用。

## E.3 中水再用和雨水收集

### 案例

#### 香港零碳建築

業主：建造業議會  
 建築師：呂元祥建築師事務所(香港)有限公司  
 項目經理：AECOM Asia Company Limited  
 機電/電腦軟件建築師：奧雅納工程顧問香港有限公司  
 主要承包商：金門建築有限公司

#### 美國三藩市 Salesforce 塔

業主/發展商：漢斯有限合夥公司  
 波士頓物業公司  
 建築師：Pelli Clarke Pelli Architects; Kendall / Heaton Associates  
 結構建築師：Magnusson Klemencic Associates  
 機電建築師 科進集團

#### 香港機電工程署 (EMSD) 總部

發展商/業主/設施管理：機電工程署  
 建築師/規劃者：BLEND Architecture Limited  
 項目經理：機電工程署  
 可持續設計顧問：奧雅納工程顧問香港有限公司  
 環境顧問：EBS Consultants; Langan Engineering

### 技術要求

- 安裝感應器以實行再造和循環再用策略是重要的技術要求。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 不同再造及循環用水策略或會影響建築、供水示意圖、管道和排水示意圖、加熱、通風和空調設備的設計和控制，以及洗手間和廚具設計。因此，一個涵蓋所有方面的綜合設計建築是必不可缺。

### 障礙 / 限制

- 安裝再造及循環用水設施或會遇到空間限制（如：缺乏足夠空間在屋頂上安裝水箱，尤其是對於既有建築而言）。

### 在建築生命週期的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運及保養 拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度



#### 新建建築

在新建建築較易實行。前提是需要在設計階段考慮並採用相關設施。

#### 既有建築

具挑戰性，因為需使用屋頂大量空間以便安裝水箱。

### 費用資料

#### 資本支出

英國一般家庭住宅的雨水收集系統設備費用界乎 2,000 至 3,000 英鎊（相對於港 20,500 至 30,800 港元）。

備註（如有）

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## E.4 智慧灌溉



### 說明

智慧灌溉系統自動調整澆水及運作時間，以滿足大型景觀需求（如：住宅的大型公園）並同時顯著提高室外用水效率。與按照預設程序和計時器操作的傳統灌溉控制器不同，智慧灌溉控制器能監控天氣、土壤狀況、蒸發和植物用水情況，並根據實際情況自動調整澆水時間，從而減少整體用水量。

由於系統經常暴露於室外，因此需設置智慧灌溉設備於適當位置，以盡量減低造成意外損壞或蓄意破壞的機會。此外，亦可安裝混凝土墊和保護籠以保護設備。

### 好處



#### 減少對環境的影響

減低公用設施的室外用水，從而減少處理和泵送水源的能源使用，在節水的同時減少對整體環境的影響。



#### 提高營運效率

提高抄錶效率（例如：自動抄錶以減少人為錯誤）。探測可能導致建築服務系統停機的異常用水量（如：管道洩漏），從而提高營運效率。



#### 節省成本

將室外用水量減近 50% 以節省成本。

## E.4 智慧灌溉

### 案例

#### 中國前海周大福金融大廈

發展商：新世界中國地產有限公司

#### 倫敦水晶宮

發展商/業主：西門子  
 建築師：威爾金森.艾爾建築事務所、帕金斯威爾建築設計事務所  
 主要承包商 ISG  
 項目經理：特納唐遜

#### 美國北卡羅來納州夏洛 Duke Energy Center

業主：富國銀行集團  
 發展商：富國銀行集團; Childress Klein  
 項目經理：Childress Klein  
 建築師：tvdsdesign

### 技術要求

- 需在兩種智慧灌溉控制器之間作出選擇：天氣或場地土壤濕度的感應器。
- 天氣控制器利用當地天氣數據以調整灌溉計劃。控制器收集當地天氣資訊並調整灌溉操作時間，讓景觀獲得適當的水量。
- 智慧灌溉控制器的土壤水分感應器利用技術測量土壤水分含量。當植物埋在草皮、樹木或灌木的根部區域時，感應器可準確測定土壤含水量，並將數據傳送至控制器。
- 行動裝置應用程式可遙距控制灌溉系統。

IOT AI ML BT 5G DV BD

### 設計要求

- 沒有特定設計要求。

### 障礙 / 限制

- 沒有特定障礙 / 限制。

### 在建築生命週期的應用

規劃 / 設計 施工 啟用 營運及保養 拆除

### 建築種類

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度



#### 新建建築

在新建建築較易容易實行，但應考慮安裝設有感應器和控制器的系統。

#### 既有建築

在既有建築實行難度較大，因為需付出更大努力將感應器和控制器與既有系統和景觀結合使用。

### 費用資料

#### 資本支出

假設 100,000 平方呎的辦公大樓費用約為 54,000 至 93,000 港元。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

以創新方式推廣綠色交通和流動方式，減少碳足跡

在建築及周圍建築環境採用智慧流動策略，以  
高效 / 環保方式使用空間和資源。

F.1 智慧綠色泊車

F.2 智慧人流管控

F.3 自動駕駛車輛



## F.1 智慧綠色泊車



### 說明

智慧泊車指使用自動泊車應用程式及技術以有效管理建築泊車位。其特點包括：

- 水平 / 垂直自動泊車系統，幫助司機自動泊車，改善車位空間使用率，為用戶帶來便利；
- 安裝車位感應器並在智能手機應用程式，方便用戶實時追蹤泊車位的使用情況；
- 透過智能手機應用程式管理泊車選項，例如：預留泊車位以盡量減少空位搜索的交通流量、繳費、自動搜尋車輛及提供有關實時位置和資訊，從而提升用戶體驗；以及
- 在整個泊車系統使用近場通信或射頻識別技術，以提高營運效率及便利用戶。

採用電動車輛充電站為電動車輛和插電式混合動力車輛充電已為大趨勢。

路旁泊車方面，政府自 2021 年初開始推出路旁停車收費錶，作為其中一項最新的智慧流動措施。特點包括：免觸式繳費、使用感應器實時提供泊車位，以及支援具有遙距付款功能的流動應用程式「入錶易」。

### 好處



#### 減少對環境的影響

減少導航和行車時間以減低車輛排放及消耗化石燃料，從而產生較少污染。

在停車場指定位置提供快速充電站及收費錶，以鼓勵使用更環保和可持續的電動車輛。



#### 改善用戶福祉

利用機器人尋找停車場和智慧泊車系統可減少污染和氣體排放，不但能改善室內及室外空氣質素，更有助改善用戶健康。



#### 提高營運效率

由於無需人手處理，自動泊車系統可提升約 50% 額外泊車位，並改善停車位的設計和維修保養。此外，智能手機應用程式的車位預約和使用控制有助反映司機對泊車位的需求，並控制空置車位的使用。



#### 節省成本

使用智慧水平和垂直停車系統提供更多泊車空間。

## F.1 智慧綠色泊車

### 案例

#### 中國北京大興國際機場

開發商/業主：北京新機場建設總部  
 建築商：扎哈·哈迪德建築事務所;  
 ADPI Ingenierie  
 停車場營運商：首鋼基金 S-Park  
 綠色科技顧問：北京清華同衡規劃設計研究院

#### 德國杜塞道夫機場

業主：Federal state capital  
 Dusseldorf 及 Flughafen  
 Dusseldorf GmbH  
 承包商：Philip Holzmann,  
 Hochtief and Bilfinger and Berger  
 停車基礎設施供應商：serva 聯同  
 munich-based design agency,  
 lumod 合作

#### 以色列英特爾 PTK 1 研發中心

開發商：英特爾  
 承包商：Afcon Holdings  
 建築商：達根·莫奇利

### 技術要求

- 智慧手機應用程式以預留泊車位、繳費並獲取電子泊車券。透過使用應用程式亦可自定取車時間，以及查看停車場及四周環境地圖。此技術更可配合既有應用程式和系統使用。
- 利用三維鐳射掃描測量車輛，機械人然後根據車輛大小調節並取車。中轉站設有免下車支援、登記欄、360°攝影機系統及車牌辨識功能，自動識別註冊用戶，此外亦需控制中心以集中協調操作。

IOT   AI   ML   BT   5G   DV   BD

### 設計要求

- 典型垂直停車系統需 3.5 - 4.4 米高地板。需要設計約 4x7 米寬闊的中轉站，讓鏟車或機械人取車。每 100 個停車場便需 3 - 4 個中轉站和機械人。每 40 個停車位包括：機械人車道，佔用 709 平方米空間。

### 障礙 / 限制

- 安裝智慧泊車設施需經過嚴格的法定程序，例如獲得屋宇署、運輸署、租約修改及第 12 條及 / 或第 16 條規劃申請批准。

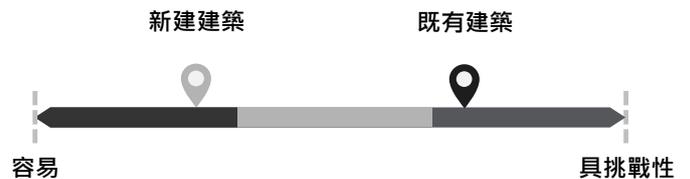
### 在建築生命週期的應用

規劃 / 設計   施工   啟用   營運及保養   拆除

### 建築類型



### 實行的難易程度



### 新建建築

在新發展項目較易實行。因為可在開初設計階段制定安裝和規劃智慧停車系統方案。

### 既有建築

解決方案需符合最低高度要求，因此要在既有建築實行更具挑戰性。

### 費用資料

資本支出	營運開支
擁有 900 個車位的停車場一般需要港幣 1.6 億元（每個車位港幣 180,000 元）。	每個車位每月維修保養費用為港幣 155 至 195 元不等。

備註 ( 如有 )

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## F.2 智慧人流管控



### 說明

智慧人流管控旨在提供從正門到目的地一個流暢的用戶體驗。透過使用物聯網、人工智能等先進技術，智慧人流管控能讓升降機及正門達至以下功能：

- 預測輸入：按照先前使用模式，乘客可選擇其常用目的地。
- 自動輸入：每部升降機終端配備無線射頻識別系統感應器，乘客掃描預設編程的無線射頻識別系統卡時，系統可驗證乘客身份並自動召喚升降機，將乘客送至授權樓層 / 目的地。
- 相關操作：大堂以上樓層顯示器可進行編程，僅顯示與乘客相關的樓層。
- 透過智能手機操作：在個人化方面，智能手機應用程式可控制建築大門，並允許用戶自動召喚升降機並到達目的地，免卻攜帶實體鑰匙的需要。

### 好處



#### 減少對環境的影響

智慧人流管控提供智能升降機節能模式，讓無人使用的升降機轉至低耗能狀態，以平均分配使用及減少升降機來回次數，從而節省能源。



#### 改善用戶福祉

智慧人流管控透過利用智能手機應用程式連接建築出入口、升降機和對講機系統（針對業主和租戶），讓建築用戶感到更方便、舒適及安全。此外，亦可改善用戶乘搭體驗，讓他們在建築內暢通行走。



#### 提高營運效率

提高升降機生產力，以最有效的方式管理客流量。即使在繁忙時段，系統亦能以最佳方式運作，從而疏導人流。此系統在等候、到達目的地時間及處理能力方面更可帶來高達 50% 的改進。



#### 節省成本

智慧人流管控技術可減少能源消耗，從而降低能源成本。隨著升降機運行次數減少，可節省能源量。

## F.2 智慧人流管控

### 案例

#### 深圳騰訊總部

業主：騰訊科技有限公司  
 建築商：NBBJ; 同濟大學建築設計研究院(集團)有限公司; 深圳市同濟人建築設計有限公司  
 升降機供應商：迅達  
 總承包商：中國建築第二工程局有限公司

#### 荷蘭阿姆斯特 A'DAM

開發商：Lingotto; Sander Groet; Duncan Stutterheim; Hans Brouwer  
 升降機供應商：通力  
 建築商：Felix Claus en Dick Van Wageningen Architecten; Oever Zaaiker & Partners

#### 美國北卡羅來納州 Capital Bank Plaza,

建築商：G. Milton Small; Emery Roth & Sons  
 升降機供應商：Schindler Elevator Corporation

### 技術要求

- 需要使用不同的軟件及硬件，以用於訪問控制功能、升降機相關功能、建築大門界面和管理工具。所需硬件包括：無線射頻識別系統讀卡器及觸屏式目的地操作面板。
- 使用智能手機應用程式實現個人偏好流動方式。

IOT

AI

ML

BT

5G

DV

BD

### 設計要求

- 無特定設計要求。

### 障礙 / 限制

- 無特定障礙 / 限制

### 在建築生命週期的應用

規劃 / 設計      施工      啟用      營運及保養      拆除

### 建築類型

新建建築



既有建築



### 實行的難易程度



#### 新建建築

在新建建築實行智慧人流管控較容易，前提是開初設計階段已有充分規劃。

#### 既有建築

實行上具有一定挑戰性。因為每棟建築均有其獨特的解決方案，需進行研究以決定建築的需求，甚至改造既有結構。

### 費用資料

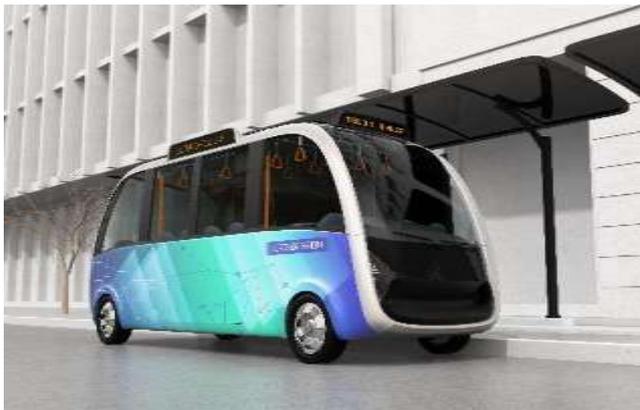
#### 資本支出

智慧升降機的安裝成本從港幣 500,700 至 600,000 元不等，視乎地點和實際環境而定。

備註 (如有)

上述費用資料根據 2020 年數據所得，僅供參考

## F.3 自動駕駛車輛



### 說明

自動駕駛車輛是用於公共交通的小型車輛，並可在中短距離行駛。自動駕駛汽車的尺寸一般為單人或團體出門而設，每輛車最多容納 10 名。自動駕駛車輛按需求提供短距離點對點的交通，繞過不必要停車站。視乎使用車輛設計，自動駕駛車輛亦可作獨立或附加使用（相同的目的地或路線）。

自動駕駛車輛以電力推動，可在指定充電站充電。

需設立指定限制區域（如：大型社區 / 發展地方）以推行自動駕駛車輛。

### 好處



#### 減少對環境的影響

自動駕駛車輛無需使用化石燃料，是一種潔淨的運輸方式，並降低能源消耗。透過重新設計電腦系統，車輛選擇最省油路線，讓行駛速度更快。



#### 改善用戶福祉

無人駕駛車輛是更安全可靠交通模式，有效減低由人類造成的潛在事故發生。



#### 提高營運效率

自動駕駛車輛提供快速點對點交通服務，並可取代一般由大型發展項目營運的穿梭巴士。



#### 節省成本

採用自動駕駛車輛可減少體力勞動和服務班次，從而節省成本。





# 參考書目及 補充刊物

Arcadis. (2019). *Digital Twin Whitepaper*.

Asia Business Council. *Project: Ocean Financial Centre*. Available at:  
[https://www.asiabusinesscouncil.org/docs/BEE/GBCS/GBCS\\_OceanFinancial.pdf](https://www.asiabusinesscouncil.org/docs/BEE/GBCS/GBCS_OceanFinancial.pdf)

Asia Business Council. *Project: Zero Carbon Building*. Available at:  
[https://www.asiabusinesscouncil.org/docs/BEE/GBCS/GBCS\\_ZeroCarbon.pdf](https://www.asiabusinesscouncil.org/docs/BEE/GBCS/GBCS_ZeroCarbon.pdf)

Autodesk. (2019). *Autodesk Hong Kong BIM Awards 2019 Honorable Mentions: The first completed project using EMSD BIM-AM Standard in whole BIM life-cycle*. Available at:  
<https://damassets.autodesk.net/content/dam/autodesk/www/campaigns/hk-bim-awards-site-project/2019/honorable-mention-2.pdf>

BP Installations. *Leadenhall Building*. Available at: <https://www.bpinstallations.co.uk/leadenhall-building/>

Bratton, J. (2009). Making the Transition from CAD to BIM, *EC&M*. Available at:  
<https://www.ecmweb.com/design/article/20894186/making-the-transition-from-cad-to-bim>

Building Research Establishment Ltd. (2019). *Bloomberg London: One of the world's highest BREEAM-rated major office buildings*. Available at: <https://www.breeam.com/case-studies/offices/bloomberg-london/>

Busch, R. (2012). *A Landmark Global Urban Sustainability Centre*, Green Building + Architecture. Available at: <http://gbplusamag.com/the-crystal/>

Business Environment Council. (2019). *Energy Efficient Retrofits Guide: HVAC – Chiller Plants*. Hong Kong SAR.

Business Environment Council. (2017). *Energy Efficient Retrofits Guide*. Hong Kong SAR.

Canada Green Building Council. (2015). *Case Studies: Constitution Square*. Available at:  
[https://www.cagbc.org/Archives/EN/CaGBC\\_Green\\_Building\\_Case\\_Studies/Constitution\\_Square.aspx](https://www.cagbc.org/Archives/EN/CaGBC_Green_Building_Case_Studies/Constitution_Square.aspx)

CBRE. (2020). *Guiding the World's Smartest Building*. Available at:  
[https://www.cbre.com/~/\\_media/files/2017/client-advantage-pdf-files/CBRE\\_The%20Edge%20Case%20Study.pdf](https://www.cbre.com/~/_media/files/2017/client-advantage-pdf-files/CBRE_The%20Edge%20Case%20Study.pdf)

Construction Industry Council. (2019). *AIM – Archaeological Information Modeling Unveil the Covered Remnants through BIM*. Available at: [https://www.bim.cic.hk/en/bim\\_showcases/successful\\_projects\\_detail/13?back=%2Fen%2Fbim\\_showcases%2Fsuccessful\\_projects](https://www.bim.cic.hk/en/bim_showcases/successful_projects_detail/13?back=%2Fen%2Fbim_showcases%2Fsuccessful_projects)

Construction Industry Council. (2019). *CIC-Zero Carbon Park – Integration of BIM-AM with IoT*. Available at: [https://www.bim.cic.hk/zh-hant/bim\\_showcases/successful\\_projects\\_detail/9?back=%2Fzh-hant%2Fbim\\_showcases%2Fsuccessful\\_projects](https://www.bim.cic.hk/zh-hant/bim_showcases/successful_projects_detail/9?back=%2Fzh-hant%2Fbim_showcases%2Fsuccessful_projects)

Construction Industry Council. (2019). *The Town Plaza Urban Design Study for the Establishment of the Kwu Tung North, New Development Area*. Available at: [https://www.bim.cic.hk/zh-hant/bim\\_showcases/successful\\_projects\\_detail/12?back=%2Fzh-hant%2Fbim\\_showcases%2Fsuccessful\\_projects](https://www.bim.cic.hk/zh-hant/bim_showcases/successful_projects_detail/12?back=%2Fzh-hant%2Fbim_showcases%2Fsuccessful_projects)

Construction Industry Council. *Zero Carbon Design*. Available at: <https://zcp.cic.hk/eng/story-of-zcb>

Construction Industry Council. *Zero Carbon Park's Design Strategies*. Available at: <https://zcp.cic.hk/eng/landscaping-microclimate-and-water-systems>

Dexter A. and Pakanen, J. (2001). *Demonstrating Automated Fault Detection and Diagnosis Methods in Real Buildings*. Available at: [https://iea-ebc.org/Data/publications/EBC\\_Annex\\_34\\_VTT\\_Symposium\\_217.pdf](https://iea-ebc.org/Data/publications/EBC_Annex_34_VTT_Symposium_217.pdf)

European Association for Storage of Energy. (2018). *Sodium-Sulphur (NaS) Battery: Electrochemical Energy Storage*. Available at: [https://ease-storage.eu/wp-content/uploads/2018/09/2018.07\\_EASE\\_Technology-Description\\_NaS.pdf](https://ease-storage.eu/wp-content/uploads/2018/09/2018.07_EASE_Technology-Description_NaS.pdf)

Flynn, P. (2018). *A New Sustainability Milestone: Innovative Water Recycling System in Salesforce Tower*. Available at: <http://answers.salesforce.com/blog/2018/01/salesforce-tower-innovative-water-recycling-system.html>

FM:Systems. (2020). *Indoor Air Quality Considerations (IAQ) During COVID-19*. Available at: <https://fmsystems.com/blog/indoor-air-quality-considerations-iaq-during-covid-19/>

Henderson Land Development. (2012). *Annual Report 2012*. Available at: [https://www.caringcompany.org.hk/doc/Sustainability\\_Report/R0051\\_en.pdf](https://www.caringcompany.org.hk/doc/Sustainability_Report/R0051_en.pdf)

Hong Kong Green Building Council. *Case study: China Resources Group Headquarter Complex*. Available at: <http://bpp.hkgbc.org.hk/case1.php?serial=11>

Hong Kong Green Building Council. *Case Study: Standard Chartered Bank Building*. Available at: <http://bpp.hkgbc.org.hk/case1.php?serial=16>

Hong Kong Green Building Council. (2018). *HKGBC Guidebook on Urban Microclimate Study*. Available at: [https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/file/UMC\\_Guidebook\\_amended\\_reduced.pdf](https://www.hkgbc.org.hk/eng/engagement/file/UMC_Guidebook_amended_reduced.pdf)

The Government of HKSAR. Buildings Department. (2009). *Ventilation of Common Corridors and Lift Lobbies in Buildings*. Available at: <https://www.bd.gov.hk/doc/en/resources/codes-and-references/practice-notes-and-circular-letters/pnap/ADV/ADV026.pdf>

The Government of HKSAR. Hong Kong Housing Authority. (2020). *Eco-design and Construction: Saving Water*. Available at: <https://www.housingauthority.gov.hk/mini-site/greenliving/en/common/saving-water.html>

- The Government of HKSAR. (2021). *Sustainable Buildings: Green Buildings*. Available at: <https://www.gov.hk/en/residents/environment/sustainable/buildings.htm>
- The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2019). *Small Wind Turbine*. Available at: [https://re.emsd.gov.hk/english/wind/small/small\\_ep.html](https://re.emsd.gov.hk/english/wind/small/small_ep.html)
- The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2019). *Solar Photovoltaic*. Available at: [https://re.emsd.gov.hk/english/solar/solar\\_ph/solar\\_ph\\_ep.html](https://re.emsd.gov.hk/english/solar/solar_ph/solar_ph_ep.html)
- The Government of HKSAR. Innovation and Technology Bureau. (2020). *Hong Kong Smart City Blueprint 2.0*. Available at: [https://www.smartcity.gov.hk/modules/custom/custom\\_global\\_js\\_css/assets/files/HKSmartCityBlueprint\(ENG\)v2.pdf](https://www.smartcity.gov.hk/modules/custom/custom_global_js_css/assets/files/HKSmartCityBlueprint(ENG)v2.pdf)
- The Government of HKSAR. Legislative Council Panel on Development. (2018). *Development Automatic Meter Reading for Water Supplies in Hong Kong*. Available at: <https://www.legco.gov.hk/yr17-18/english/panels/dev/papers/dev20180626cb1-1133-9-e.pdf>
- The Government of HKSAR. Office of the Government Chief Information Officer. (2020). *Annual Open Data Plans*. Available at: [https://www.ogcio.gov.hk/en/about\\_us/annual\\_open\\_data\\_plans/](https://www.ogcio.gov.hk/en/about_us/annual_open_data_plans/)
- The Government of HKSAR. Planning Department. (2016). *Hong Kong 2030+: A Smart, Green and Resilient City Strategy*. Available at: [https://www.hk2030plus.hk/document/Hong%20Kong%202030+%20A%20SGR%20City%20Strategy\\_Eng.pdf](https://www.hk2030plus.hk/document/Hong%20Kong%202030+%20A%20SGR%20City%20Strategy_Eng.pdf)
- The Government of HKSAR. Police Force. (2021). *Cyber Security and Technology Crime*. Available at: [https://www.police.gov.hk/ppp\\_en/04\\_crime\\_matters/tcd/index.html#:~:text=The%20Cyber%20Security%20and%20Technology%20Crime%20Bureau%20\(CSTCB\),Police%20Force%20is%20committed](https://www.police.gov.hk/ppp_en/04_crime_matters/tcd/index.html#:~:text=The%20Cyber%20Security%20and%20Technology%20Crime%20Bureau%20(CSTCB),Police%20Force%20is%20committed)
- Hydropoint. *LEED Platinum Research Campus Chooses WeatherTRAK to Achieve Sustainability Goals*. Available at: <https://www.hydropoint.com/customers/commercial-properties/hanover-page-mill/>
- Johnson Controls. (2016). *Case Study: Arandell*. Available at: [https://www.johnsoncontrols.com/-/media/jci/insights/2016/be/files/be\\_cs\\_arandell.pdf?la=en&hash=218664B66F4B4F72E22D9%20BE3798AC15F57D71479](https://www.johnsoncontrols.com/-/media/jci/insights/2016/be/files/be_cs_arandell.pdf?la=en&hash=218664B66F4B4F72E22D9%20BE3798AC15F57D71479)
- Lukens, S.. *A Digital Twin Approach for Designing Cost-effective Maintenance Strategies*, GE Digital. Available at: <https://www.ge.com/digital/blog/digital-twin-approach-designing-cost-effective-maintenance-strategies>
- Lundstrom, C.E. (2010). *Best Practices in Existing Building Commissioning*. Available at: [https://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/fupwg\\_fall10\\_lundstrom.pdf](https://www1.eere.energy.gov/femp/pdfs/fupwg_fall10_lundstrom.pdf)
- Marr, B. (2018). *The Key Definitions Of Artificial Intelligence (AI) That Explain Its Importance*. Forbes. Available at: <https://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2018/02/14/the-key-definitions-of-artificial-intelligence-ai-that-explain-its-importance/#35dfbe6f4f5d>
- New Buildings Institute. *Radiant Cooling and Heating Systems Case Study: Port of Portland Headquarters*.
- Ni, M. (2014). *Smart Grid Development in China*. Available at: [http://site.ieee.org/isgt2014/files/2014/03/Day2\\_Panel2C\\_Ni.pdf](http://site.ieee.org/isgt2014/files/2014/03/Day2_Panel2C_Ni.pdf)

Nouvel, J. and Beissel, B. (2014). *Case Study: One Central Park – Sydney*. CTBUH Journal. Available at: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/1836-case-study-one-central-park-sydney.pdf>

Schneider Electric. (2017). *The world's most SUSTAINABLE office: Deloitte – The Edge, Amsterdam*. Available at: <https://www.se.com/ww/en/work/campaign/life-is-on/case-study/the-edge.jsp>

Schneider Electric. (2017). *Smart Working – Smart Buildings and the Future of Work*. Available at: [https://download.schneider-electric.com/files?p\\_enDocType=White+Paper&p\\_File\\_Name=Smart+Working\\_English.pdf&p\\_Doc\\_Ref=Smartworking-edificios-intelig](https://download.schneider-electric.com/files?p_enDocType=White+Paper&p_File_Name=Smart+Working_English.pdf&p_Doc_Ref=Smartworking-edificios-intelig)

Schneider Electric. (2019). *The Dunes, Societe Generale*. Available at: <https://www.se.com/hk/en/download/document/998-20609695/>

Zero Waste Scotland. (2014). *Building Management System Procurement Guide*.

Siemens. (2017). *Improving Performance with Integrated Smart Buildings*, RSES Journal. Available at: [https://www.rses.org/assets/rses\\_journal/0317\\_Automation.pdf](https://www.rses.org/assets/rses_journal/0317_Automation.pdf)

Smart Rain. *Case Study: Zions Bank*. Available at: <https://smartrain.net/blog/casestudy/zions-bank/>

Swire Properties Ltd. Taikoo Hui: *Working – Environmentally Friendly*. Available at: <http://www.taikoohui.com/en/Building/Environmental>

The Hong Kong Institute of Surveyors. (2020). *Timely drainage maintenance crucial for community infection prevention*. Surveyors Times. Available at: [https://www.hkis.org.hk/archive/materials/category/ST03-\\_1\\_44\\_\\_Med.pdf](https://www.hkis.org.hk/archive/materials/category/ST03-_1_44__Med.pdf)

The Hong Kong University of Science and Technology. (2019). *Digital Twin for HKUST Campus*. Available at: <https://ssc.ust.hk/digitaltwin>

ThermaGroup. *Projects: R134A with inverter conversion*. Available at: <https://www.thermagroup.com/recent-projects/16-case-studies>.

Truss, S. (2020). *The Post-Pandemic Office: What About The Elevators?*. WSP, Insights. Available at: <https://www.wsp.com/en-GL/insights/the-post-pandemic-office-what-about-the-elevators>

United-BIM. *BIM Level of Development | LOD 100, 200, 300, 350, 400, 500*. Available at: [https://www.united-bim.com/bim-level-of-development-lod-100-200-300-350-400-500/#:~:text=Level%20of%20development%20\(LOD\)%20is,of%20different%20systems%20in%20BIM](https://www.united-bim.com/bim-level-of-development-lod-100-200-300-350-400-500/#:~:text=Level%20of%20development%20(LOD)%20is,of%20different%20systems%20in%20BIM).

United States Environmental Protection Agency. (2014). *Case Study: Water-Efficient Fixtures Reduce Water Consumption*. Available at: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-05/documents/cs7-rrb-water.pdf>

U.S. Department of Energy. (2007). *Small Wind Electric Systems: A U.S. Consumer's Guide*. Available at: <https://www.nrel.gov/docs/fy07osti/42005.pdf>

U.S. Green Building Council. (2019). *Project: Willis Tower*. Available at: <https://www.usgbc.org/projects/willis-tower>

VSUN Energy. *Worldwide (Database) for All Battery Types*. Available at: <https://vsunenergy.com.au/case-studies/vrb-installations-worldwide/>

World Smart Cities Forum. (2020). *How can Smart Cities prevent a future disease outbreak?*. World Smart Cities Forum. Available at: <https://worldsmartcities.org/how-can-smart-cities-prevent-a-future-disease-outbreak/>

WSP. *Projects: RBC Waterpark Place, Toronto*. Available at: <https://www.wsp.com/en-US/projects/rbc-waterpark-place>

Young, A., Annereau, N., Butler, A and Smith, B. (2013). *Case Study: The Leadenhall Building, London*. CTBUH Journal. Available at: <https://global.ctbuh.org/resources/papers/download/19-case-study-the-leadenhall-building-london.pdf>

## 補充刊物

### 詳細本地及海外案例研究

Arup. *A Sustainable Landmark in Hong Kong's Eastern CBD*. Available at: <https://www.arup.com/projects/one-taikoo-place>

Arup. *Remodelling a Harbourfront Landmark*. Available at: <https://www.arup.com/projects/victoria-dockside>

Randall, T. (2015). *The Smartest Building in the World: Inside the connected future of architecture*. Bloomberg. Available at: <https://www.bloomberg.com/features/2015-the-edge-the-worlds-greenest-building/>

Bloomfield, C. (2011). *Empire State Building Achieves LEED Gold*. U.S. Green Building Council, Media. Available at: <https://www.usgbc.org/articles/empire-state-building-achieves-leed-gold>

Briodagh, K. (2019). *Otis Completes Elevator Modernization for Empire State Building*. IoT Evolution, Smart Home Feature News. Available at: <https://www.iotevolutionworld.com/smart-home/articles/443492-otis-completes-elevator-modernization-empire-state-building.htm>

Building Research Establishment Ltd. (2016). *Project: The Edge, Amsterdam*. Available at: <https://www.breeam.com/case-studies/offices/the-edge-amsterdam>

Green Education Foundation. *Empire State Building*. Available at: <http://www.greeneducationfoundation.org/green-building-program-sub/case-studies/895-empire-state-building.html>

Hong Kong Green Building Council. *Case Study: Double Cove*. Available at: <http://bpp.hkgbc.org.hk/case1.php?serial=23>

Hongkong Land. (2016). *Sustainability at all levels*. Available at: <https://hklandblob.blob.core.windows.net/assets/sustainability-report/2016/en/hongkong-land-sustainability.pdf>

The Government of HKSAR. Hong Kong Housing Authority. (2019). *Eco-design and Construction: Energy Efficiency*. Available at: <https://www.housingauthority.gov.hk/mini-site/greenliving/en/common/energy-efficiency.html>

The Government of HKSAR. Hong Kong Housing Authority. (2008). *Speech by the Director of Housing, Chan Chun Yuen, Thomas*. Available at: <https://www.housingauthority.gov.hk/tc/about-us/news-centre/speeches/10168.html>

New World Development Company Ltd. (2019). *Sustainability Report 2019*. Available at: [https://sustainability.nwd.com.hk/wp-content/uploads/2020/08/NWD\\_SR2019\\_EN.pdf](https://sustainability.nwd.com.hk/wp-content/uploads/2020/08/NWD_SR2019_EN.pdf)

New World Development Company Ltd. (2018). *Victoria Dockside Launches Hong Kong to a New Cultural Frontier Adrian Cheng Creates First Wave of Excitement at the 3m Sqft Art and Design District*. Press Room, Press Release. Available at: <https://www.nwd.com.hk/content/victoria-dockside-launches-hong-kong-new-cultural-frontier-adrian-cheng-creates-first-wave-2>

Swire Properties Ltd. *Performance (Environmental)*. Available at: <https://www.swireproperties.com/en/sustainable-development/performance-environment.aspx>

Swire Properties Ltd. *Taikoo Place Redevelopment*. Available at: <https://www.swireproperties.com/en/portfolio/current-developments/taikoo-place-redevelopment.aspx>

Swire Properties Lim Ltd ited. (2018). *Sustainable Development Report 2018*. Available at: [https://sd.swireproperties.com/2018/pdf/en/SwirePropertiesSustainableDevelopmentReport2018\\_EN.pdf](https://sd.swireproperties.com/2018/pdf/en/SwirePropertiesSustainableDevelopmentReport2018_EN.pdf)

Swire Properties Ltd. (2017). *One Taikoo Place to Feature the Latest in Green Building Technology*. Taikoo Place. Available at: <https://www.taikooplace.com/en/amenities/sustainable-initiatives/theloop/one-taikoo-place-to-feature-the-latest-in-green-building-technology>

Swire Properties Ltd. (2017). *One Taikoo Place*. Available at: <https://www.taikooplace.com/~media/Files/TaikooPlace/OneTaikooPlaceBrochureV1.ashx>

Swire Properties Ltd. (2017). *Sustainable Development Report 2017*. Available at: [https://sd.swireproperties.com/2017/pdf/en/SwirePropertiesSustainableDevelopmentReport2017\\_EN.pdf](https://sd.swireproperties.com/2017/pdf/en/SwirePropertiesSustainableDevelopmentReport2017_EN.pdf)

Urban Renewal Authority. *Tsuen Wan Town Centre Project (Vision City)*. Available at: <https://ura.org.hk/en/project/redevelopment/tsuen-wan-town-centre-project-vision-city>

Urban Renewal Authority. (2018). *URA's Starter Homes Pilot Project Units*. Media Centre, Press Release. Available at: <https://www.ura.org.hk/en/media/press-release/20181231>

Victoria Dockside. *Avenue of Stars & Salisbury Garden*. Available at: <https://www.victoriadockside.com/100-creative-powers/en/person/per-resen-steenstrup/>

## 相關指南和策略

Agency for Toxic Substance & Disease Registry. (2011). *Toxic Substances Portal – Ammonia*. Available at: <https://wwwn.cdc.gov/TSP/substances/ToxSubstance.aspx?toxid=2>

Ander, G.D. (2016). *Daylighting*, Whole Building Design Guide. Available at: <https://www.wbdg.org/resources/daylighting>

ASHRAE. (2016). *Smart Grid Standard Published: Key Piece Supporting Modernization of Global Grid*. News. Available at: <https://www.ashrae.org/about/news/2016/smart-grid-standard-published-key-piece-supporting-modernization-of-global-grid>

ASHRAE. (2018). *Guideline 36-2018, High-Performance Sequences of Operation for HVAC Systems*. Available at: <https://www.ashrae.org/technical-resources/standards-and-guidelines/standards-addenda/addenda-to-guideline-36-2018>

ASHRAE. (2018). *2018 International Green Construction Code Powered by Standard 189.1-2017*. Available at: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-189-1>

ASHRAE. (2019). *Standard 90.1-2019 – Energy Standard for Buildings except Low-rise Residential Buildings*. Available at: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-90-1>

ASHRAE. (2020). *Standard 55-2020 – Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy*. Available at: <https://www.ashrae.org/technical-resources/bookstore/standard-55-thermal-environmental-conditions-for-human-occupancy>

ASHRAE. (2019). 2019 ASHRAE handbook – HVAC applications. Available at: <https://www.ashrae.org/technical-resources/ashrae-handbook/table-of-contents-2019-ashrae-handbook-hvac-applications>

ASHRAE/National Electrical Manufacturers Association (NEMA). (2016). Standard 201-2016 Facility Smart Grid Information Model (FSGIM). Available at: <https://www.buildup.eu/en/practices/publications/smart-grid-standard-ansiashraenema-standard-201-2016-facility-smart-grid>

Construction Industry Council. BIM Standards (Version 2). Available at: [https://www.bim.cic.hk/en/resources/publications\\_detail/85?back=%2Fen%2Fresources%2Fpublications](https://www.bim.cic.hk/en/resources/publications_detail/85?back=%2Fen%2Fresources%2Fpublications)

Construction Industry Council. Certification of BIM Coordinators and Accreditation of BIM Coordinator Courses. Available at: [https://www.bim.cic.hk/en/certification\\_and\\_accreditation/accreditation\\_introduction](https://www.bim.cic.hk/en/certification_and_accreditation/accreditation_introduction)

GIGA. RESET. Available at: <https://www.reset.build/>

International Electrotechnical Commission. (2006). *International Standard IEC 61400-2: Wind Turbines – Part 2: Design requirements for small wind turbines*. Available at: [https://webstore.iec.ch/preview/info\\_iec61400-2%7Bed2.0%7Den\\_d.pdf](https://webstore.iec.ch/preview/info_iec61400-2%7Bed2.0%7Den_d.pdf)

International Electrotechnical Commission. (2020). *Photovoltaics in buildings – Part 1: Requirements for building-integrated photovoltaic modules*. Available at: <https://standards.itih.ai/catalog/standards/iec/b8c18792-f4b5-48a9-89da-b42f7615d2ee/iec-63092-1-2020>

International Electrotechnical Commission. (2020). *Photovoltaics in buildings – Part 2: Requirements for building-integrated photovoltaic systems*. Available at:

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/iec/ddd5d528-97e2-473c-b3e4-b8de0a697071/iec-63092-2-2020>

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 50001: Energy Management*. Available at: <https://www.iso.org/iso-50001-energy-management.html>

Sat, P., Chan, C., Tsang, I. and Chan, F. (2016). *Conversion of belt-drive VSD fan with EC plug fan for VAV AHU system in office building*, The 7<sup>th</sup> Greater Pearl River Delta Conference on Building Operation and Maintenance. Available at: [http://www.bsomes.org.hk/upload\\_pdf/GPRD2016\\_S4-2.pdf](http://www.bsomes.org.hk/upload_pdf/GPRD2016_S4-2.pdf)

The Government of HKSAR. Architectural Services Department. (2020). *Universal Accessibility – Best Practices and Guidelines*, pp. 109-132. Available at: <https://www.archsd.gov.hk/archsd/html/ua/06b-chapter6.pdf>

The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2018). *Code of Practice for Energy Efficiency of Building Services Installation*. Available at: [https://www.emsd.gov.hk/beeo/en/pee/BEC\\_2018.pdf](https://www.emsd.gov.hk/beeo/en/pee/BEC_2018.pdf)

The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2019). *BIM-AM Standards and Guidelines Version 2.0*. Available at: [https://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content\\_1148/EMSD%20BIM-AM%20Standards%20and%20Guidelines%20v2.0.pdf](https://www.emsd.gov.hk/filemanager/en/content_1148/EMSD%20BIM-AM%20Standards%20and%20Guidelines%20v2.0.pdf)

The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2019). *Guidance Notes for Solar Photovoltaic (PV) System Installation*. Available at: [https://re.emsd.gov.hk/english/fit/useful\\_links/files/PVGuidanceNotes.pdf](https://re.emsd.gov.hk/english/fit/useful_links/files/PVGuidanceNotes.pdf)

The Government of HKSAR. Electrical and Mechanical Services Department. (2019). *Technical Guidelines on Grid Connection of RE power System*. Feed-in Tariff (FIT). Available at: [https://re.emsd.gov.hk/english/fit/tec\\_gui/grid\\_tech.html](https://re.emsd.gov.hk/english/fit/tec_gui/grid_tech.html)

The Government of HKSAR. Environmental Protection Department. (2021). *IAQ Certification Scheme*. Available at: <https://www.iaq.gov.hk/en/iaq-certification-scheme.aspx>

The Government of HKSAR. Transport Department. (2019). *Guidance Notes on the Trials of Autonomous Vehicles*. Available at: [https://www.td.gov.hk/filemanager/en/content\\_4808/guidance%20notes%20on%20the%20trials%20of%20autonomous%20vehicles%20eng.pdf](https://www.td.gov.hk/filemanager/en/content_4808/guidance%20notes%20on%20the%20trials%20of%20autonomous%20vehicles%20eng.pdf)

The Government of HKSAR. Water Supplies Department. (2015). *Technical specifications on grey water reuse and rainwater harvesting*. Available at: [https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content\\_1459/technical\\_spec\\_grey\\_water\\_reuse\\_rainwater\\_harvest.pdf](https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1459/technical_spec_grey_water_reuse_rainwater_harvest.pdf)

The Government of HKSAR. Water Supplies Department. (2017). *Standard Specification E-89-01 AMR Outstation*. Available at: [https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content\\_1616/E-89-01.pdf](https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1616/E-89-01.pdf)

The Government of HKSAR. Water Supplies Department. (2020). *Particular guidelines and examples of recommended applications of water saving/water-efficient devices to be used in Government projects*. Available at: [https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content\\_1460/guidelines\\_use\\_of\\_water\\_saving\\_devices\\_govt\\_projects\\_instal.pdf](https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1460/guidelines_use_of_water_saving_devices_govt_projects_instal.pdf)

The Government of HKSAR. Water Supplies Department. (2020). *WSD M&E Standard Specifications - Volume II*. Available at: <https://www.wsd.gov.hk/en/publications-and-statistics/guidelines-reports-drawings-specifications/mechanical-electrical-standard-specification/volume-ii/index.html>

The Government of HKSAR. Water Supplies Department. *Water Efficiency Labelling Scheme*. Available at: [https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content\\_1476/wels.pdf](https://www.wsd.gov.hk/filemanager/en/content_1476/wels.pdf)

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association. (2011). *IEEE 2030-2011 - IEEE Guide for Smart Grid Interoperability of Energy Technology and Information Technology Operation with the Electric Power System (EPS), End-Use Applications, and Loads*. Available at: <https://standards.ieee.org/standard/2030-2011.html>

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association. (2016). *IEEE 2030.3-2016 - IEEE Standard Test Procedures for Electric Energy Storage Equipment and Systems for Electric Power Systems Applications*. Available at: [https://standards.ieee.org/standard/2030\\_3-2016.html](https://standards.ieee.org/standard/2030_3-2016.html)

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association. (2019). *IEEE 937-2019-IEEE Recommended Practice for Installation and Maintenance of Lead-Acid Batteries for Photovoltaic (PV) Systems*. Available at: <https://standards.ieee.org/standard/937-2019.html>

The Institute of Electrical and Electronics Engineers Standards Association. (2019). *2030.2.1-2019 - IEEE Guide for Design, Operation, and Maintenance of Battery Energy Storage Systems, both Stationary and Mobile, and Applications Integrated with Electric Power Systems*. Available at: <https://ieeexplore.ieee.org/document/8930450>

U.S. Department of Energy. (2007). *Small Wind Electric Systems: A U.S. Consumer's Guide*. Available at: <https://www.nrel.gov/docs/fy07osti/42005.pdf>



# 顧問團隊

香港綠色建築議會聘請以下顧問團隊製作《香港智慧綠色建築設計最佳實踐指南》：

凱諦思顧問香港有限公司

## 資金支持：

建造業議會

## 香港綠色建築議會《香港智慧及綠色建築設計最佳作業方式指南》督導委員會：

周家明博士（召集人）-凱達環球有限公司

何學強博士-香港城市大學

陳禮健工程師-新世界發展有限公司

鄭世有博士工程師-奧雅納工程顧問有限公司

羅焯榮工程師-力佳工程有限公司

李文琪小姐-施耐德電氣（香港）有限公司

吳樹強先生-恆基兆業地產有限公司

楊漢忠先生-香港置地有限公司

袁致樂先生-施耐德電氣（香港）有限公司

黃比測量師-香港大學

## 香港綠色建築議會業界標準及作業委員會：

蔡宏興先生（香港綠色建築議會董事暨業界標準及作業委員會主席）-華懋集團

潘信榮先生（香港綠色建築議會董事暨業界標準及作業委員會副主席）-市區重建局

鄭世有博士工程師（香港綠色建築議會董事）-奧雅納工程顧問有限公司

張寶中工程師（香港綠色建築議會董事）-中華電力有限公司

何學強博士（香港綠色建築議會董事）-香港城市大學

葉頌文先生（香港綠色建築議會董事）-葉頌文環境建築師務所有限公司

李可堅先生（香港綠色建築議會董事）

邱萬鴻博士（香港綠色建築議會董事）-太古地產有限公司

楊漢忠先生（香港綠色建築議會董事）-香港置地有限公司

陳志雄先生-安樂工程集團有限公司  
程玉宇先生-香港建築師議會  
趙啟恆先生-金門建築有限公司  
周家明博士-凱達環球有限公司  
林志明先生-香港浸會大學  
羅煒榮工程師-力佳工程有限公司  
梁俊志先生-天祥公證行有限公司  
蘇晴小姐-建築師事務所商會有限公司  
李文琪小姐-施耐德電氣(香港)有限公司  
龐榮怡先生-紹榮鋼鐵有限公司

**顧問：**

關偉明先生-建築署  
李學賢先生-機電工程署  
梁廷歡小姐-香港房屋委員會  
葉家駿先生-水務署

**香港綠色建築議會業界標準及作業委員會(前任成員)：**

陳紫鳴工程師-盈電工程有限公司  
陳禮健工程師-新世界發展有限公司  
張志剛工程師-澧信工程顧問有限公司  
李彥斌先生-香港鐵路有限公司  
梁文傑先生-呂元祥建築師事務所  
吳樹強先生-恆基兆業地產有限公司  
龐創工程師-紹榮鋼鐵有限公司  
蘇鴻輝測量師  
黃比測量師-香港大學  
邱英敏先生-Cundall Hong Kong Ltd.  
袁致樂先生-施耐德電氣(香港)有限公司



HKGBC

香港綠色建築議會



ISBN 978-988-77943-4-9



9 789887 794349

電話: +852 3994 8888

電郵: [enquiry@hkgbc.org.hk](mailto:enquiry@hkgbc.org.hk)

網址: [www.hkgbc.org.hk](http://www.hkgbc.org.hk)

