建築署
Architectural Services Department

政府建築物設計、建造、營運和維修保養的創新及智能科技指南

免責聲明

本指南載列的資料由香港特別行政區政府（“政府”）轄下的建築署編製，只供一般參考。政府雖已盡力確保該等資料準確，但對於該等資料在任何特定情況下使用時的準確性或恰當性，並沒有作出任何明示或隱含的陳述、申述、保證或擔保。

本指南亦可能載有由其他人士或機構所提供的資料，而政府對該等人士或機構以及對該等資料並無影響力。政府現明文述明，政府並沒有核准或認可由其他人士或機構在本指南所提供的資料，對於該等資料亦不承擔任何責任或法律責任（不論該等責任是如何導致的）。

本指南列的資料未必適切或完全涵蓋創新及智能建築科技在非政府建築物的應用範圍，對於因或就本指南所載的任何資料而引起的任何損失或損害，政府並不承擔責任。政府保留權利，可隨時運用其絕對酌情決定權，省略、暫停或編輯本指南所載由政府編製的資料，而無須給予任何理由，亦無須事先通知。使用者有責任自行評估本指南所載的一切資料，並宜謹慎使用及加以核實是否適合使用，以及在根據該等資料行事之前徵詢獨立意見。

目錄

縮寫 1

執行摘要 4

1. 引言 7

2. 關於本指南 8

3. 政府建築物創新及智能的設計框架和成效 9

4. 在政府建築物中應用智能和創新建築措施 11

5. 智能和創新建築措施 14

促成技術 14

被動式設計 16

主動式設計 23

智能與健康 33

設計工具 45

建造/施工 51

設施保養 57

6. 智能和創新建築物的新興技術 61

縮寫

AGV	自動導引車
AHU	送風機
AI	人工智能
AIPV	空氣淨化光伏
AIU	無扇葉通風裝置
AM	資產管理
AMI	智能電錶及通訊系統
API	應用程式界面
APS	自動泊車系統
AR	擴增實境
ArchSD	建築署
Arup	奧雅納工程顧問公司
B/Ds	決策局及部門
BACnet	樓宇自動控制網路數據通訊協議
BEC	建築物能源效益守則
BIM	建築信息模擬
BIM-AM	建築信息模擬及資產管理
BIM-MR	建築信息模擬及混合實境
BIPV	附設於建築物的光伏
BMS	樓宇管理系統
CCTV	閉路電視
CIC	陶瓷隔熱塗料
CITF	建造業創科基金
CLT	交叉層壓式木材
CO_2	二氧化碳
DCS	智能分配系統
DEVB	發展局
DfMA	供製造和裝配的設計
DLT	栓合層壓式木材
DSF	雙層幕牆
EMSD	機電工程署
EPD	環境保護署
EV	電動車輛
GIS	地理信息系統

GPS	全球定位系統
GWIN	政府物聯通
HCHO	甲醛
HVAC	暖通空調裝置
Hz	赫茲
IAQ	室內空氣質素
iBMS	綜合樓宇管理系統
IOC	中央互通營運控制
IoT	物聯網
IR	紅外線輻射
IWS	整合式氣象站
kWh	千瓦時
LiDAR	激光雷達系統
LOD	細節程度
LoRaWAN	遠程廣域網路
LPLAN	低功耗區域網路
LPR	車牌辨識
LPWAN	低功耗廣域網路
LVL	膠合板
M-Bus	儀表總線
M&E systems	機電系統
MBF	微藻生物反應幕牆
MEP	機電裝備
MiC	「組裝合成」建築法
MiMEP	機電裝備合成法
MIU	水錶界面裝置
MR	混合實境
MTR	港鐵
OTTV	總熱傳送值
PAU	鮮風櫃
PCM	相變材料塗料
PM2.5	微細懸浮粒子
PM10	可吸入懸浮粒子
PRCP	被動式輻射製冷塗料

縮寫

PV	太陽能光伏系統
QR Codes	二維碼
QTO	工料估算
RFID	無線射頻識別
RH	相對濕度
RTTV	住宅熱傳送值
SHM	結構健康監測
SPD	懸浮粒子裝置
SRV	感應式太陽能通風設備
SWMS	智能廢棄物管理系統
TC	工務技術通告
UV	紫外線
V	伏特(電壓單位)
VGS	垂直綠色系統
VLHS	立體型自動泊車系統
VOC	揮發性有機化合物
VR	虛擬實境
Wi-Fi	無線網路
3D	三維
5G	第五代行動通訊技術

執行摘要

背景

創新及智能建築科技近年不斷發展，建築署委託奧雅納工程顧問公司（「奧雅納」）進行「政府建築物在設計、建造、營運和維修保養階段創新及智能科技應用」的研究（「研究」），探討可應用於政府建築物的創新智能科技。研究的主要目的如下：

- 研究有應用潛力的創新及智能建築措施；
- 識別可行及在政府建築物中具有高應用潛力的創新及智能建築措施；
- 提供實用資訊以促進在政府建築物中應用創新及智能建築措施；以及
- 提供建議以推進在未來新興建的政府建築物中應用創新及智能建築措施。

建築署亦編製了《政府建築物設計、建造、營運和維修保養的創新及智能科技指南》（「指南」），介紹及建議適用於政府建築物的創新及智能建築措施，鼓勵設計人員及建築工程項目團隊在政府建築工程項目的不同階段考慮應用合適的創新及智能科技。

各章概要

為方便設計人員及建築工程項目團隊在政府建築物中及整個建築工程項目的週期內參考和考慮應用適當的創新及智能建築措施，本指南分為以下不同章節：

第 1 章	引言 - 介紹本指南
第 2 章	關於本指南 - 概覽
第 3 章	政府建築物創新及智能的設計框架和成效
第 4 章	在政府建築物中應用智能和創新建築措施
第 5 章	智能和創新建築措施 - 應用的相關資料，包括每項措施的優勢、限制、技術要求和應用建議
第 6 章	智能和創新建築物的新興技術

執行摘要

創新及智能建築措施的發展過程

本指南中所列出適用於政府建築物的創新及智能建築措施經過了以下幾個關鍵階段：

- **桌面審查 -** 研究及識別於政府建築物具有高應用潛力的創新及智能建築措施。
- **專家參與研討會 -** 通過互動式研討會收集設計、建造、技術和學術領域專家的意見和回饋。
- **文獻研究 -** 進一步研究具有高應用潛力的創新及智能建築措施的細節，包括其優勢及好處、潛在限制、技術要求、應用案例和應用場景等。
- **專案研究 -** 研究本地和海外採用了創新及智能建築措施的建築專案。
- **挑選創新及智能建築措施 -** 通過廣泛的桌面審查、專家參與研討會、文獻研究和專案研究，挑選出四十五項於政府建築物具有高應用潛力的創新及智能建築措施。
- **制定創新及智能建築措施的技術要求和應用指引 -** 劃分具有高應用潛力的四十五項創新及智能建築措施為六個主題，包括被動式設計、主動式設計、智能與健康技術、設計工具、建造/施工和設施保養。由建築師、顧問、承建商、工料測量師、建築測量師和大學教授組成的多學科團隊的支持下，制定了各項措施的技術要求和應用指引。

創新及智能建築措施的六大主題

本指南中的創新及智能建築措施分為以下六個主題：

被動式設計

在減少對機電系統的需求下，被動式建築設計能提高建築物的能源效益和使用舒適度。通過利用太陽和風等自然元素，以及利用先進的建築材料，被動式建築設計有效地控制建築物室內環境，如光線、溫度、濕度、通風等，甚至能有效地控制污染。

主動式設計

通過主動監測和控制建築物在能源、空氣和廢棄物等不同方面的營運情況，以提高建築物的運行效率。

智能與健康

先進的創新及智能建築措施可以提高使用者在室內環境的健康、舒適、便利和安全方面的體驗。建築室內環境能精密地維持，以保障使用者的健康。

設計工具

通過運用先進的建築設計工具，幫助建築師、工程師和設計師在規劃和設計階段作出明智的決策。這些工具以數據為基礎，提供清晰、細緻以及可視化的資訊，讓建築工程項目團隊更瞭解如何實踐建築設計。

建造/施工

在建造階段應用創新及智能措施可減少勞動資源，提高工地安全，以及減少施工時對環境的影響。

設施保養

創新及智能建築措施有助於持續監測和保養建築結構和系統的狀況，以促進預測性保養、有效的建築物保養和提高保養效率。

建議

為進一步推動和使用創新及智能建築措施，以下是相關的建議：

- **在興建中和新建的政府建築工程項目中全面應用相關措施** - 在興建中和未來新興建的政府建築工程項目中使用合適的創新及智能建築措施能鼓勵技術的改進和前進。
- **現有技術性能評估和新興技術追蹤機制** - 為確保政府建築物能夠與時並進及切合社會需要，建築工程項目團隊應關注新興技術，例如先進建築材料、先進人工智能(AI)技術和機械人系統等。
- **建立和加強相關認識** - 提供培訓以提高並豐富對新技術的認識，以便在政府建築物推廣及應用創新及智能建築措施。分享實踐經驗以促進相關技術的相互交流，從而提高政府建築物的建築性能和運行性能。

1 引言

近年，本地的建造業正面對需要提升資源效率和生產力的壓力，面對挑戰，改變是必須的。香港特別行政區政府（「政府」）制定了《建造業2.0》以加強建造業的可持續性和指出長遠增長的前景。創新是《建造業2.0》其中一個關鍵要素，提倡接受改變、創新和技術的行業文化，以提高生產力、效率和項目成果。

政府有多項政策及措施與在建築物上應用創新及智能技術相關，例如《香港智慧城市藍圖》、《香港氣候行動藍圖2050》、《應用建築信息模擬的工務工程技術通告》等。這些政策和措施為建築物應用創新及智能技術創造有利的環境，使建築工程項目能在各工程階段取得更佳的成果。

政府一直鼓勵建築及建造業積極使用創新科技提升生產力、建築質素、工地安全及環保表現。建築物必須與時俱進，引進和採用更智能、適應力更強的技術應對城市環境、社會需求、碳排放、氣候風險和可持續發展帶來的挑戰，並更有效地利用資源，減少對環境影響，提升使用者的健康和舒適度，為香港創造更宜居的建築環境。

創新及智能建築不但能更滿足使用者的需求，而且可改善建築環境、提高其效能及加強其安全性，並加強建築物之間相互連接。有見及此，建築署委託奧雅納工程顧問公司（「奧雅納」）制訂《政府建築物設計、建造、營運和維修保養的創新及智能科技指南》（「指南」），以協助設計人員及建築工程項目團隊設計創新及智能建築物，探討如何把創新及智能技術應用於不同階段的政府建築工程項目。

關於本指南

本指南介紹和建議適用於政府建築物的創新及智能建築措施，鼓勵設計人員及建築工程項目團隊在政府建築工程項目的不同階段中適當地採用。

本指南擬為政府建築工程項目提供創新而可行的措施，這些措施涉及多個領域，包括被動式設計、主動式設計、智能與健康技術，以及有關建築設計、工料測量、屋宇設備、結構、工地管理和設施保養等工具。通過採用適當的創新及智能技術，政府建築物的質素可在不同方面得到提升：(1) 提升政府建築物的整體質素及營運效率；(2) 提升建築安全；(3) 加快設計及建築工程進度；以及 (4) 促進有效保養。

本指南分為以下不同章節，使建築工程項目團隊在整個建築物生命週期內參考和考慮應用適當的創新及智能建築措施：

以下是後續章節的主要內容：

第 3 章	政府建築物創新及智能的設計框架和成效
第 4 章	在政府建築物中應用智能和創新建築措施
第 5 章	智能和創新建築措施 - 應用的相關資料，包括每項措施的優勢、限制、技術要求和應用建議
第 6 章	智能和創新建築物的新興技術

3 政府建築物創新及智能的設計框架和成效

設計創新及智能建築時需要考慮一系列因素，包括建築物類型或用途、使用者需求、環境影響及可用的技術和資源。創新及智能建築利用創新技術提升建築物的連接性、功能性和生產力，並幫助實現以下目標：

- **整合性和連接性** - 通過整合建築物中的子系統和控制界面，可以促進系統之間的相互通信和協調，提供優化的建築性能及提高資源效率。另外，創新及智能建築還可以通過個人設備和感應器收集的實時數據促進與使用者相互連接。
- **自動化** - 一個強大的數據基礎設施能幫助建築物收集、存儲和分析來自各種感應器和建築系統的數據，運用人工智能和機器學習等先進的計算技術進行自動數據分析有助改善及提升建築物性能。
- **靈活性和適應性** - 隨著不斷變化的需求和技術環境，靈活和組裝式建築設計有助於容納新的系統和功能。
- **邁向碳中和** - 創新及智能建築幫助於減少碳排放，包括大幅減少營運及施工階段的能源消耗及相關建材的碳排放。
- **資源效率** - 創新及智能建築可減少建築物對環境的影響，並促進整個建築物生命週期的可持續性的發展，包括提升能源、水和建築材料等資源的效率，並減少在施工及建築物營運過程中的浪費。
- **健康與安舒** - 創新及智能建築能改善室內環境，提高舒適度、便利性和安全性。建築物的室內環境（如空氣質量、溫度、濕度、照明）會根據使用者的需求進行調整，從而提高建築物設施（如會議室、升降機、建築物出入口）的質素，讓使用者有方便和安全的使用體驗。

通過在建築工程項目的不同階段採用合適的智能和創新措施，可以實現上述的目的。本指南中的創新及智能建築措施亦分為以下六個主題：

- **被動式設計** - 在減少對機電系統的需求下，被動式建築設計提高建築物的能源效益和使用舒適度。通過利用太陽和風等自然元素，以及利用先進的建築材料，被動式建築設計有效地控制建築物室內環境，如光線、溫度、濕度、通風等，甚至能有效地控制污染。
- **主動式設計** - 通過主動監測和控制建築物在能源、空氣和廢棄物等不同方面的營運情況，以提高建築物的運行效率。
- **智能與健康** - 先進的創新及智能建築措施可以提高使用者在室內環境的健康、舒適、便利和安全方面的體驗。建築室內環境能精密地維持，以保障使用者的健康。
- **設計工具** - 通過運用先進的建築設計工具，幫助建築師、工程師和設計師在規劃和設計階段作出明智的決策。這些工具以數據為基礎，提供清晰、細緻以及可視化的資訊，讓建築工程項目團隊更瞭解如何實踐建築設計。
- **建造** - 在建造階段應用創新及智能措施可減少勞動資源，提高工地安全，以及減少施工活動對環境的影響。
- **設施保養** - 創新及智能建築措施有助於持續監測和保養建築結構和系統的狀況，以促進預測性保養、有效的建築物保養和提高保養效率。

在政府建築物中應用智能和創新建築措施

以下的指標是每項創新和智能建築措施在不同類型的政府建築物中的適用程度：

適用程度	說明
▪▪▪	整體來說，具有高應用潛力
▪▪	具有高應用潛力，但受建築工程項目/建築物條件限制（如規模、複雜性等）
▪	具比較低的應用潛力

由於創新和智能建築措施正在不斷發展，建議在應用過程中密切留意相關措施的最新發展情況，下一章將提供每個措施及其相應的應用場景。

ID	政府建築物的智能及創新建築措施	辦公室	教育設施	醫療保健設施	政府宿舍	文化設施	社會福利設施	骨灰安置所	紀律部隊設施
	促成技術								
O1	無線/有線通訊網路基礎設施	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪
O2	融合樓宇管理系統（BMS）和中央互通營運控制（IOC）平台	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪	▪▪	▪	▪▪▪
	被動式設計								
A1	先進的建築物外牆（如智能窗戶/智能隔熱塗料）	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪▪
A2	先進的建築物外牆（如智能綠色幕牆）	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪▪
A3	先進的建築物外牆（如氣密性和滲透控制幕牆）	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪
A4	先進材料（如吸碳塗料）	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪
A5	再生材料（如再生鋼）	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪
A6	低隱含碳材料（如工程木材）	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪

ID	政府建築物的智能及創新建築措施	辦公室	教育設施	醫療保健設施	政府宿舍	文化設施	社會福利設施	骨灰安置所	紀律部隊設施
	主動式設計								
B1	先進的照明設備及控制	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
B2	整合式氣象站	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪▪
B3	整合先進的智能電網和可再生能源（太陽能/風能/內聯閉式水力/能源地板）系統	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪
B4	生物柴油聯合發電機組和熱能交換機輪	▪▪▪	▪▪	▪▪▪	▪	▪▪	▪▪	▪	▪▪
B5	整合和高效的送風系統	▪▪▪	▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪
B6	水錶和分錶 — 監測、報告和數據分析	▪▪▪	▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪	▪▪
B7	廢棄物和回收監測系統	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪	▪▪
B8	升降機呼叫服務管理和優化	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪	▪	▪▪	▪	▪▪
B9	冷凍水機組優化	▪▪▪	▪▪	▪▪▪	▪	▪▪	▪▪	▪	▪▪
	智能與健康								
C1	自潔門把手	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪	▪▪	▪	▪▪
C2	無接觸式門禁及控制系統	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪
C3	室外/室內無縫導向	▪▪	▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
C4	自動泊車系統	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
C5	電動車輛充電和預約系統	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪
C6	無門停車系統	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪
C7	智能蟲害防治系統	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪▪
C8	智能洗手間	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪▪
C9	視障人士手杖系統	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪
C10	多功能燈柱系統（智慧燈柱）	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
C11	多功能閉路電視系統	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪▪
C12	洪水風險偵測和保護系統（如洪水偵測系統和自動防洪擋板）	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪

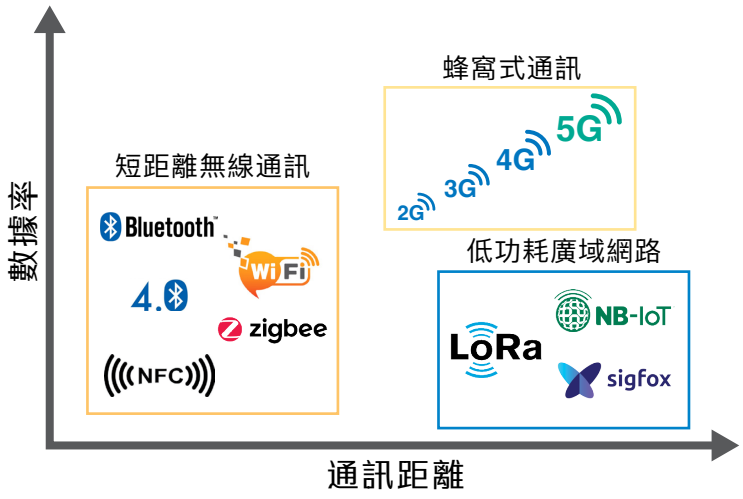
在政府建築物中應用智能和創新建築措施

ID	政府建築物的創新及智能建築措施	辦公室	教育設施	醫療保健設施	政府宿舍	文化設施	社會福利設施	骨灰安置所	紀律部隊設施
	設計工具								
D1	在進度可視化中結合施工安全規劃	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪▪
D2	提升工料估算的項目數據成果	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪▪
D3	利用數碼分身技術提升能源建模及數據可視化能力	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪▪
D4	提升結構分析的設計優化	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪▪
D5	在建築模型中改善屋宇裝備的路線和標記	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪▪
D6	使用擴增實境/虛擬實境（AR/VR）工具對複雜的參數化設計的數位設計模擬進行可視化	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪▪
	建造/施工								
E1	用於施工的激光掃描	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
E2	用於重複施工活動的自動化/機械人技術	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
E3	在施工工地中使用無人機進行工地測量	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
E4	安全智慧工地和質量監測系統	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
E5	工地活動和設備追蹤系統	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
E6	在設施保養和翻新項目中採用精益施工理念應用「供製造和裝配的設計」、「組裝合成」和「機電裝備合成法」等建築技術	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
	設施保養								
F1	基於人工智能/機器學習的優化和預測性保養	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪	▪▪	▪▪	▪	▪▪▪
F2	結構健康監測系統	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪	▪▪▪
F3	室外（建築物外牆監測/清潔）和室內（監測室內空氣質量/清潔水箱）的機械人技術	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪	▪▪
F4	建築信息模擬及混合實境（BIM–MR）保養培訓和虛擬模擬	▪▪▪	▪▪	▪▪▪	▪	▪▪	▪▪	▪	▪▪▪

01 無線/有線通訊網路基礎設施

描述

無線／有線通訊網路基礎設施使數碼和智能設備之間能夠互相通信，包括收集大量數據的物聯網感應器。無線/有線通訊網路基礎設施的例子有蜂窩網絡、無線網路（Wi-Fi）、低功耗廣域網路（LPWAN）、低功耗區域網路（LPLAN）和纖維電纜，它們促進了物聯網設備和伺服器之間的數據傳輸。政府物聯通（GWIN）是一個在香港應用的無線通訊網路基礎設施例子，它是一個專用的無線通訊網路，支持各種智能設備的應用以提高公共服務質量，例如改善設備的維修保養、管理公共設施的使用情況、洪水監測和地下管道的漏水分析。



通訊技術的數據傳輸率與覆蓋範圍

效益/優勢

- 推行通訊網路可以提供優勢，例如預留達到未來通訊能力需求的容量，整合和支援更多智能設備應用的能力。
- 設置通訊網路基礎設施後，一個普及和高性能的網路連接能增強設備和感應器之間的連接和通訊，促進實時監測和大數據分析等的發展。

潛在限制/弱點

- 大量數據將會通過通訊基礎設施傳輸，因此需要注意數據安全和私隱。

技術考慮

- 不同通訊技術對連接速度和網路配置的要求各有不同，為了避免浪費資源，應根據不同應用來選擇合適的通訊系統。例如於電度錶等需要低數據傳輸速率和頻率的物聯網感應器中可以使用低功耗廣域網路（LPWAN）技術。

應用場景

- 安裝了物聯網感應器和探測器的建築物必需設有無線/有線通訊網路，促進數據收集和傳輸、數據分析及提供可視化數據。

02 融合樓宇管理系統（BMS）和中央互通營運控制（IOC）平台

描述

融合樓宇管理系統(BMS)和中央互通營運控制(IOC)平台成為一個智慧管理平台，可以提升營運和管理效率。這個平台作為一個中央數據庫，集合了各種數據，以可視化方式顯示不同系統的運行狀態，實現各系統之間的高效協作，為設施管理團隊提供更深入的理解，促進決策。

中央互通營運控制（IOC）平台系統架構

效益/優勢

- 通過整合各種的數據（如監察攝像機和感應器），中央互通營運控制（IOC）平台可以幫助設施管理團隊快速及有效地識別和應對潛在問題。

潛在限制/弱點

- 中央互通營運控制（IOC）平台依賴各種數據和資訊科技基建設施，在實行過程中必須確保系統的網絡安全，保護私隱。

技術考慮

- 中央互通營運控制（IOC）平台應整合不同的系統，例如樓宇管理系統（BMS）、建築信息模擬及資產管理（BIM-AM）系統、物聯網（IoT）系統、閉路電視（CCTV）系統和前線控制室系統等，實現集中管理和控制。
- 應具備數據共用功能，例如應提供開放的應用程式界面（API），實現與其他第三方平台資料互通。數據架構的設計應參考不同決策局及部門的要求，例如機電工程署的建築信息模擬及資產管理（BIM-AM）和綜合樓宇管理系統（iBMS）等。
- 中央互通營運控制（IOC）平台與不同子系統之間的通訊應採用開放式通訊標準協定，例如樓宇自動控制網路數據通訊協議(BACnet)，並避免使用專有通訊協定。
- 應提供一個讓使用者易於使用的顯示界面，顯示關鍵的統計數據，方便營運和管理運作。
- 應根據營運需求確立中央互通營運控制（IOC）平台的功能模組。
- 當融合樓宇管理系統（BMS）和中央互通營運控制（IOC）時，應在設計上考慮及預留空間，以便日後與其他系統作整合，例如閉路電視系統和門禁系統等。

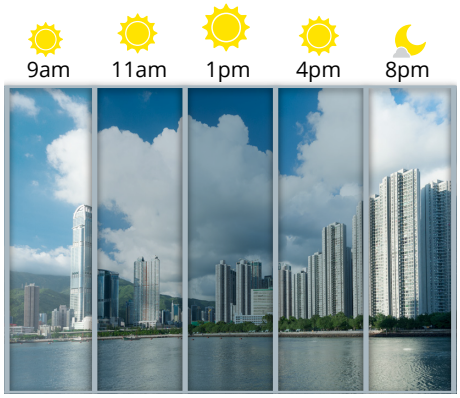
應用場景

- 中央互通營運控制（IOC）更適用於具有複雜和多個建築營運系統和監控系統的建築物。

A1 先進的建築物外牆（如智能窗戶）

描述

智能窗戶有助於建築物控制外部環境因素，如溫度、相對濕度和光線（紫外線/紅外線）對室內環境的影響。智能窗戶有助於建築物減少對大陽輻射熱的吸收，從而降低室內溫度。被動式智能窗戶的例子有光致變色（感光）、熱致變色（感溫）和濕度致變色（感濕度）。主動式智能窗戶的例子則是懸浮粒子裝置智能窗戶。



智能窗戶示意圖（陽光越強，透光度越低）

光致變色的智能窗戶

光致變色的智能窗戶是在玻璃表面鋪上一層光敏薄膜，該薄膜中的光敏分子在受到紫外線照射時會改變結構，從而改變光線通過的強度。

熱致變色的智能窗戶

熱致變色的智能窗戶所使用的材料（如水凝膠）可隨溫度變化而改變紅外線的傳輸特性。當溫度升高時，這些材料會阻擋光線的射入，減少熱量的吸收。

濕度致變色的智能窗戶

濕度致變色的智能窗戶中的水凝膠會隨著濕度的變化在脫水和含水的狀態之間產生變化，在相對濕度較高的情況下，水凝膠的狀態是不透明的，因此可以阻擋約50%的光線穿透。

懸浮粒子裝置智能窗戶

在這款智能窗戶中，窗戶的夾層中有數百萬個微小的吸光微粒。通過裝置控制，這款智能窗戶可從透明變為不同程度的不透明。原理是當受到電流的作用時，微粒會排列成一條直線允許光線通過，如果沒有電流的作用時，微粒會隨機移動到不同的位置，從而阻擋光線。

效益/優勢

- 通過降低建築物對太陽輻射熱的吸收，智能窗戶可以減少空調系統的能源消耗和相關的營運成本。

潛在限制/弱點

- 智能窗戶的應用主要是產品的美觀性、成本和相關技術的成熟度。

技術考慮

- 智能窗戶應能降低建築物對太陽輻射熱的吸收，其光學性能應在不同情況（如溫度、光線或電力）產生變化。
- 應遵守作業備考（PNAP）APP-156中與住宅熱傳送值（RTTV）/ 總熱傳送值（OTTV）相關的要求。
- 應遵守香港的玻璃結構作業守則。

應用場景

- 智能窗戶更適用於擁有大型窗戶或玻璃幕牆面積的建築物，並應在容易受到陽光直接照射的位置應用。

A1 先進的建築物外牆（如智能隔熱塗料）

描述

智能隔熱塗料可減少建築物吸收太陽輻射熱，從而控制溫度升高。智能塗料的例子包括被動輻射冷卻塗料、紅外線反射塗料、陶瓷隔熱塗料和相變材料塗料。

被動式輻射製冷塗料 (PRCP)

被動式輻射製冷塗料使用納米材料技術實現高太陽反射率和熱放射率，它可以同時反射太陽輻射並放射熱輻射，因此在陽光直射下也能有效降溫。

紅外線反射塗料

近紅外光譜是使物體表面升溫的主要原因，紅外線反射塗料能反射太陽輻射中的近紅外光譜。

陶瓷隔熱塗料 (CIC)

陶瓷隔熱塗料由導熱率低的陶瓷微球組成，不但可以反射紅外線，還可在建築物表面形成隔熱屏障。

相變材料塗料 (PCM)

相變材料塗料可在日間吸收多餘的熱量，並在夜間溫度較低的時候通過特殊材料的相變過程來釋放熱量。

智能隔熱塗料的應用

效益/優勢

- 通過降低建築物對太陽輻射熱的吸收，智能隔熱塗料可以減少空調系統的能源消耗和相關的營運成本。

潛在限制/弱點

- 美觀和眩光效是智能隔熱塗料的主要考慮因素。

技術考慮

- 智能隔熱塗料應能降低建築物對太陽輻射熱的吸收，從而減少建築物的能源消耗。
- 在應用時，應考慮周圍社區的眩光效應。
- 應遵守環境保護署 (EPD) 對建築塗料揮發性有機化合物 (VOC) 含量限制的要求規定。

應用場景

- 智能隔熱塗料更適用於具有大面積且容易受到陽光直射的建築物。

A2 先進的建築物外牆（如智能綠色幕牆）

描述

智能綠色幕牆能夠提供更好的隔熱和遮陽效果，從而減少吸收太陽輻射熱，提高能源效能及提升空氣質量。智能綠色幕牆的技術包括雙層幕牆 (DSF)、垂直綠色系統 (VGS) 和微藻生物反應幕牆 (MBF) 等。

雙層幕牆 (DSF) 由兩層玻璃組成，兩層玻璃中間流通著空氣，從而達到隔熱和隔音的效果。

垂直綠色系統 (VGS) 利用植物覆蓋建築物外牆，作為遮陽和隔音的屏障及生物過濾器，改善空氣質量。

微藻生物反應幕牆 (MBF) 是在兩層玻璃中間種植微藻，從而提供遮陽和隔熱效果，也可收集由微藻生產的沼氣為建築物發電和供熱。

雙層幕牆 (DSF)

垂直綠色系統 (VGS)

微藻生物反應幕牆 (MBF)

效益/優勢

- 通過提供增強的隔熱和遮陽功能，智能綠色幕牆可以減少建築物的冷卻和加熱負載，從而降低整體能源消耗。
- 智能綠色幕牆還可以提供良好的聲學性能，有助於減少噪音污染，營造更舒適的室內環境。

潛在限制/弱點

- 應用這些技術需要考慮多方面的因素，例如美觀性、成本和產品的成熟度。

技術考慮

- 應根據項目需求考慮材料尺寸、材料特性、結構性能、防火性能、聲學性能、防潮性能和隔熱性能等因素。
- 應考慮室內空氣質量和碳足跡等環境因素。
- 應遵守作業備考 (PNAP) APP-156中與住宅熱傳送值 (RTTV) / 總熱傳送值 (OTTV) 相關的要求。
- 應遵守香港風力效應作業守則。
- 微藻生物反應幕牆 (MBF) 系統，應提供包括攪拌、稀釋、清潔、控制光飽和點和氧氣生產等支持微藻生長的必需條件。

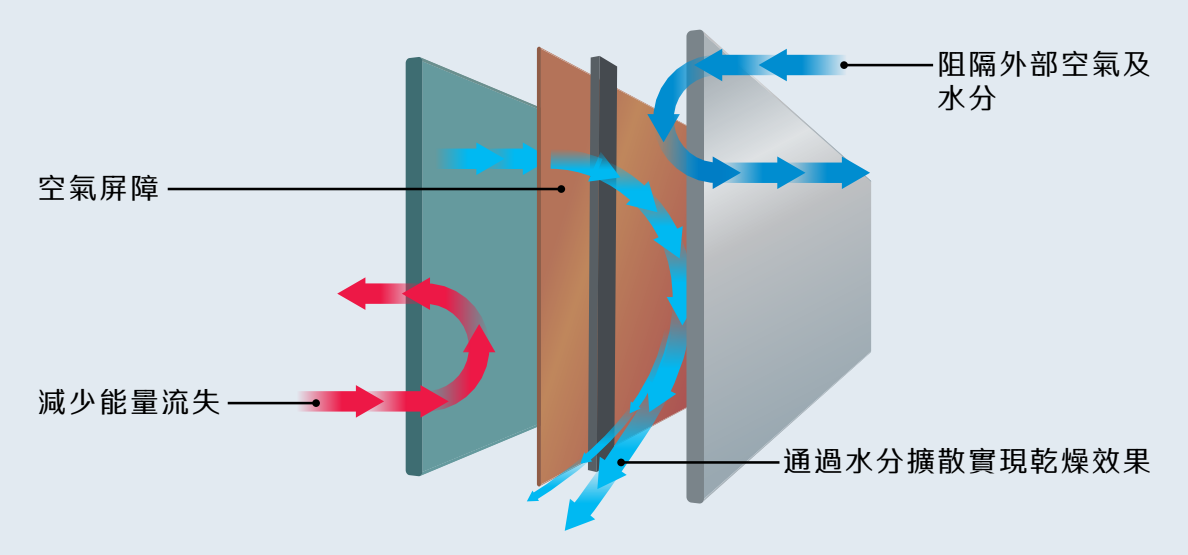
應用場景

- 雙層幕牆 (DSF) 適用於對室內溫度進行有效控制的高層建築物。
- 垂直綠色系統 (VGS) 適用於住宅、辦公室和小型建築物 (例如廁所)，以改善都市建築物的隔熱性能和空氣質量。
- 微藻生物反應幕牆 (MBF) 更適用於受到陽光直射的小型到中型建築物。

A3 先進的建築物外牆（如氣密性和滲透控制幕牆）

描述

通過透氣且密閉的屏障系統，建築物外牆的氣密性和滲透控制可以增強。該系統可以讓水分逸出，同時減少因空氣洩漏（即通過建築物結構縫隙和裂縫的氣流）而造成的能量流失，從而改善建築物的熱效能、熱舒適度和室內空氣質量。



自黏防水隔氣膜

效益/優勢

- 一個透氣且密閉的屏障系統可以幫助密封建築物外牆和防止空氣泄漏，減少因溫暖潮濕空氣而造成的水滴。
- 防止空氣滲透可以增強建築物的隔熱性能，從而減少為保持建築物恆溫所需的能源。
- 透氣膜具有很強的乾燥能力，可以有效降低由水分滲透而引起的損壞風險，這種特性還可以避免黴菌、霉菌和腐爛等問題。
- 廣泛的兼容性令這種技術可以應用於不同地方，例如外部石膏板、堅固的保溫材料、預製混凝土、混凝磚、灌注混凝土、預塗鋼材、鍍鋅金屬、鋁材、窗戶和門框等。

潛在限制/弱點

- 屏障應黏附到乾淨、乾燥、結構牢固的表面上，並避免被現場的化學物質（如表面活性劑）污染。

技術考慮

- 應遵守作業備考（PNAP）APP-156中與住宅熱傳送值（RTTV）/ 總熱傳送值（OTTV）相關的要求。
- 應遵守環境保護署（EPD）對建築塗料揮發性有機化合物（VOC）含量限制的要求規定。
- 應確保和測試材料的防火性能。

應用場景

- 這種透氣且密閉的屏障系統適用於需要大量空調而非自然通風的建築物，例如辦公室和醫療保健設施。

A4 先進材料（如吸碳塗料）

描述

在建築物上應用含有石墨烯的石灰漆可以吸碳，這是因在其乾燥過程中，塗漆中的石灰會吸收空氣中的二氧化碳。而石墨烯也能改善塗漆和塗料的質量，將石墨烯纖維添加到傳統的石灰漆中可以提高其耐久性和電化學性能，從而增強其對物理損壞和腐蝕的耐受性。此外，含有石墨烯的石灰漆還可以具有自潔和抗菌特性，使其更加衛生和易於保養。

吸碳過程示意圖

效益/優勢

- 塗漆可以在自然碳化過程中吸收二氧化碳，還可以幫助去除空氣中的污染物，如揮發性有機化合物和甲醛。
- 石灰的反射特性可以降低表面溫度，從而減少空調系統的能耗和相關的營運成本。

潛在限制/弱點

- 石墨烯漆和塗料只能吸收既定份量的二氧化碳，需要通過重新補漆才可進一步吸收二氧化碳。
- 水分子是其化學反應中的一個副產品，因此室內相對濕度 (RH) 可能會增加。

技術考慮

- 應遵守作業備考 (PNAP) APP-156中與住宅熱傳送值 (RTTV) / 總熱傳送值 (OTTV) 相關的要求。
- 應遵守環境保護署 (EPD) 對建築塗料揮發性有機化合物 (VOC) 含量限制的要求規定。
- 應提供適當產品以配合空氣溫度和相對濕度等條件 (如塗料的相對濕度為50-70%，漆的相對濕度為35-40%)。

應用場景

- 吸碳塗料適用於不同類型的建築物，可應用於建築物的外部/內部、屋頂和外牆。

A5 再生材料（如再生鋼）

描述

再生材料在可持續建築實踐中發揮著重要作用，因為它們能減少對原材料的需求，減少產生廢物和降低對環境的影響。再生鋼是再生材料的一個例子，再生鋼是通過熔化和再加工現有鋼材或廢料而製成的，可減少對鐵礦開採的需求，減少使用能源和水資源，並減少溫室氣體排放，為環境帶來好處。

廢鐵回收示意圖

效益/優勢

- 使用再生材料支持循環經濟和資源保護的原則，有助於減少新材料生產過程中所帶來的碳排放。例如，再生鋼減少了開採需求，從而減少了這些活動所帶來的碳排放。通過重複使用材料並延長其使用壽命，可以減少產生廢物並促進可持續的資源利用。

潛在限制/弱點

- 有限的供應量和尚未發展成熟的供應鏈可能會阻礙再生材料的普及和使用。
- 在建築物中使用傳統材料已有完善的行業標準和規範。然而，再生材料可能具有不同的規格和性能特性，因此可能需要新的標準和規範。

技術考慮

- 再生材料應該相對於原本的材料提供更多的環境效益。同時，應確保再生材料的性能能符合相關規定和要求，其使用也應符合法定要求，並獲得適當的監管批准。

應用場景

- 再生鋼適用於不同類型的建築物。

A6 低隱含碳材料（如工程木材）

描述

工程木結構是極具創新性和多功能性的建築材料，它們通過使用黏合劑或其他技術將木材結合而製成的。與天然木材相比，這種複合材料具有更高的強度、耐久性和其他性能。不同的木材的結合方式可製成具有不同特性的工程木材產品。工程木材的例子包括膠合木（Glulam）、交叉層壓式木材（CLT）、膠合板（LVL）和栓合層壓式木材（DLT）。

與傳統的混凝土建築相比，工程木材的全球變暖潛能為負，即工程木材在其整個生命週期中所儲存的碳多於其產生的碳。因此，工程木材是一種更加環保的建築物料，並在建築物的生命週期帶來持續的好處。

工程木材的例子

效益/優勢

- 工程木材產品是一種可持續的建築材料，具有低隱含碳的特點。
- 與傳統建築材料相比，工程木材產品製造更少的廢料，且具有很高的可回收性。

潛在限制/弱點

- 木材是一種易燃材料，可能存在安全隱患。可以使用硼酸鹽處理劑來提高工程木材的阻燃性，並且考慮使用混合材料來減少火災風險。
- 在潮濕的氣候中，需要進行防潮處理，以防止木材結構的腐爛、發霉和腐朽，從而提高其性能和壽命。

技術考慮

- 由於不同層數或層壓板的尺寸和數量、使用阻燃劑或絕緣材料及防火系統等多個因素，工程木材應具有不同程度的耐燃性，並應符合《建築物消防安全守則》的要求。如不能符合相關要求，可能需要採用消防工程方法。
- 工程木材產品應具有低含水率，以確保其結構的完整性和穩定性。

應用場景

- 工程木材更適用於需要材料輕巧性質的結構，例如長跨度結構和垂直擴建。

B1 先進的照明設備及控制

描述

採光裝置（如導光管、光纖太陽能追蹤導光管等）

採光裝置是收集室外陽光並在建築物內各個位置散發自然光的裝置。這類裝置的例子包括導光管和光纖太陽能追蹤導光管。

晝夜節律照明設計

晝夜節律照明策略是一種與生理時鐘互相協調的照明設計。

先進的照明控制

先進的照明控制是通過藍牙或網絡連接，使用各種移動或中央裝置控制照明系統。使用者可以使用裝置發送命令控制燈光的開啟、關閉、亮度甚至閃爍，亦可選擇顏色和亮度。

先進照明控制及採光裝置的例子

效益/優勢

- 先進的照明設備及控制可降低照明能耗和相關的營運成本。
- 採光裝置和照明控制可根據自然光強度為使用者提供最舒適的照明策略（如色譜、強度、方向性等）。

潛在限制/弱點

- 採光裝置對天氣的依賴性很強。

技術考慮

- 採光裝置（如導光管）應安裝在屋頂上，以便將光線引入室內的重點區域，裝置頂部應由透明塑膠製成，而其管道則應是具有高反射性的圓柱體。
- 晝夜節律照明系統應確保可以在不改變光線顏色的情況下，調整影響生理時鐘的波長。
- 先進的照明控制應配備佔用和日光感應器，以用於感應房間內是否有使用者和自然日光的光線量。

應用場景

- 先進的照明設備更適用於附近沒有高層建築物遮擋的地方。
- 先進的照明控制適用於不同類型的建築物。

B2 整合式氣象站

描述

整合式氣象站 (Integrated Weather Station, IWS) 是一個配備多個感應器的先進站台。這些感應器可以檢測室內和室外的各種參數，例如溫度、相對濕度、空氣質量、風速、風向、氣壓、降雨量、太陽輻射、微細懸浮粒子 (PM2.5)、可吸入懸浮粒子 (PM10)、噪音和臭氧。

整合式氣象站把收集的數據傳送到一個先進的分析平台進行分析，並基於分析的結果制定最佳的策略以控制建築物的屋宇裝備系統（如空調系統、照明等），營造一個舒適的室內環境。

先進照明控制及採光裝置的例子

效益/優勢

- 整合式氣象站可以探測各種參數並將數據傳送到分析平台以進行先進的環境監測。
- 利用收集的數據以制定建築物中每個空間的最佳室內環境控制策略，提供更好及更舒適的室內環境。

潛在限制/弱點

- 整合式氣象站配備多個感應器，導致其保養比較複雜，如其中一個感應器發生故障，整個監測系統可能會暫停運作。
- 為了確保數據的連續性，整合式氣象站需要穩定的網絡與中央控制平台進行通訊。

技術考慮

- 感應器應能測量常見的空氣質素指標，如二氧化碳、揮發性有機化合物 (Volatile Organic Compounds, VOC)、可吸入懸浮粒子 (PM10)、微細懸浮粒子 (PM2.5) 等。設施管理人員應能透過系統進行監控，以維持建築物內的空氣質素。
- 該系統應能收集與空氣質素相關的數據，並實時分析。數據統計結果應加以處理及分析，以轉換成設施管理人員可運用的資料。

應用場景

- 整合式氣象站更適用於較多室內環境控制需求的建築物，例如辦公室、教育設施和醫療保健設施。

B3 整合先進的智能電網和可再生能源（太陽能/風能/內聯閉式水力/能源地板）系統

描述

智能電網是利用先進數碼和通訊科技，促進電力資訊流動，從而提高發電和輸送效率的技術。使用可再生能源是維持高效智能電網的核心要素之一，以下是一些可在建築物中應用的可再生能源系統的例子。

附設於建築物的光伏（BIPV）和透明的光伏（Transparent PV）

附設於建築物的光伏系統（Building Integrated Photovoltaic System）和透明的光伏系統（Transparent Photovoltaic System）具備建築物外牆和發電的雙重功能，可直接用作建築物外牆，以取代傳統的建築物外牆材料。

空氣淨化光伏（AIPV）

空氣淨化光伏系統（Air Improvement Photovoltaic System）具備遮陽和發電的雙重功能，可取代傳統的天幕材料，用作玻璃天幕，還可以提供空氣淨化和消毒等功能。

可步行光伏（Walkable PV）和柔性光伏（Flexible PV）

可步行光伏系統（Walkable Photovoltaic System）和柔性光伏系統（Flexible Photovoltaic System）提供了在建築物不同地方應用太陽能光伏技術的靈活性，例如利用地板收集太陽能。

風力發電機

風力發電機可以安裝在具備足夠風速的新建築工程項目中。

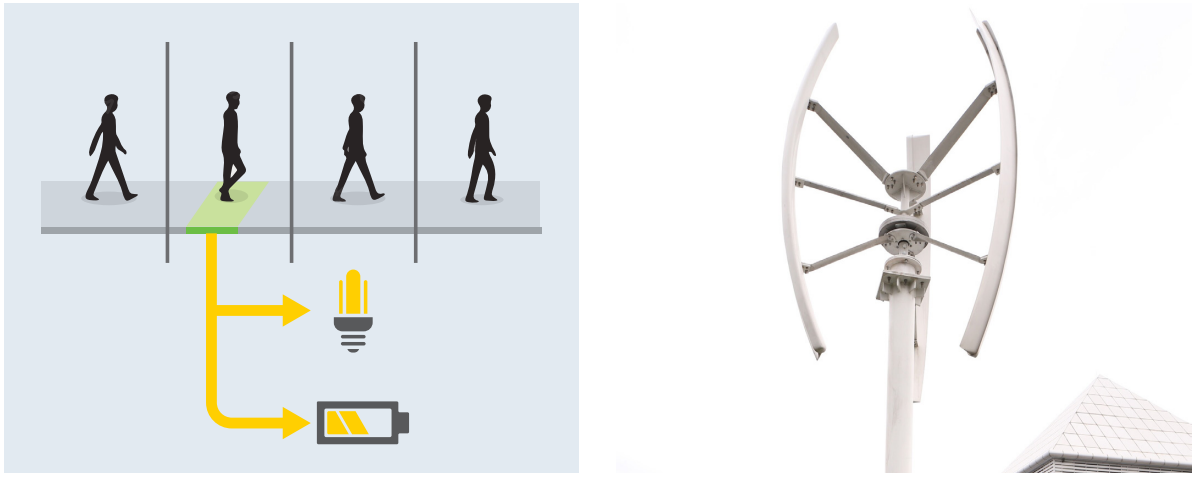
內聯閉式水力發電裝置

內聯閉式水力發電裝置是一種利用輸水管內的水流來發電的水力發電裝置。在建築物的輸水管內安裝高效能的內嵌微型水力發電機，可把水流的動能轉化為電能，所產生的電能可儲存或直接使用。

能源地板

能源地板是基於壓電技術而開發的，它可以收集移動時所產生的動能，並將其儲存或轉換成其他能源（例如電力）。

可再生能源系統的例子（左：裝設於屋頂的太陽能光伏系統，右：附設於建築物的光伏系統）



可再生能源系統的例子（左：能源地板，右：裝設於屋頂的風力發電機）

效益/優勢

- 可再生能源系統可以透過利用各種天然資源發電，減少建築物的碳排放量。

潛在限制/弱點

- 可再生能源系統高度依賴天氣狀況，尤其是利用太陽輻射發電的光伏系統和利用風力發電的風力發電機。
- 安裝和保養成本較使用傳統的材料和設備高。
- 應注意可再生能源系統與電網連接的的間歇度，及存在的電力質量風險。

技術考慮

- 應考慮可再生能源系統的效率，例如裝設光伏系統和/或風力發電機時，需配合其安裝方向和條件的合理假設和計算，並考慮安裝位置附近結構物和建築物的遮光效果 。
- 為了實現電網與可再生能源系統之間的即時監控和通訊，應安裝智能電錶及通訊系統（Advanced Metering Infrastructure, AMI），以提供即時監測和控制功能（例如減少高峰用電和負載管理），優化可再生能源系統的應用。
- 在現有建築物中安裝可再生能源系統應符合相關的法規，安裝後不應對現有建築物結構產生不利影響。

應用場景

- 可再生能源系統更適用於能提供更大安裝面積的建築物，以增加其可收集的可再生能源量。

B4 生物柴油聯合發電機組和熱能交換機輪

描述

生物柴油聯合發電機組是利用生物柴油發電並收集餘熱重複使用的發電機，聯合發電機組包括以下系統:

生物柴油發電機

生物柴油發電機是使用不同生物柴油比例而運行的發電機。

熱電聯產系統

熱電聯產系統是透過熱交換器收集引擎冷卻液、機油冷卻液、渦輪冷卻液和排氣氣體中的廢熱回收系統。這些回收的熱能可以用作各種應用的熱源，例如脫濕輪、食水加熱和吸收式製冷機。

熱輪

熱輪是一種用於送風機（Air Handling Unit, AHU）或鮮風櫃（Primary Air Unit, PAU）的回轉輪，從排氣中回收能量，並將其用於預先冷卻室外空氣。

生物柴油發電機和吸收冷卻器

效益/優勢

- 由廢棄食物/食用油生產的生物柴油可減少堆填區的廢棄物，並降低化石燃料的消耗。
- 生物柴油的溫室氣體和其他污染物的排放量較化石燃料低，有助提升空氣質素和減少碳足跡。

潛在限制/弱點

- 在發電機運行期間，可能會產生噪音、振動和空氣質素等問題。
- 安裝和保養成本可能會比傳統的設備高。

技術考慮

- 系統所生產的電力應符合香港當前的電網標準（即380伏特和50赫茲）。
- 應提供一個獨立的機房放置生物柴油聯合發電機組。
- 熱輪應設置在廢氣流中，以回收廢熱和作為排氣和鮮風之間的傳熱介質。

應用場景

- 熱電聯產系統更適用於具有高電力需求的建築物，如辦公室和醫療保健設施。

B5 整合和高效的送風系統

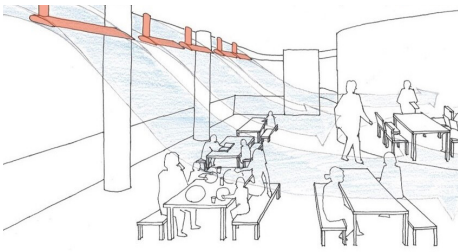
描述

整合和高效的送風系統例如捕風器(Wind Catcher)、無扇葉通風裝置(Air Induction Unit, AIU)和感應式太陽能通風設備(Solar Responsive Ventilation),可以改善建築物中的空氣流動並提升熱舒適度。

捕風器的應用

捕風器

捕風器是位於屋頂上的煙囪結構。兩個相對的開口可將室外的風引入建築物並將建築物內的空氣排出,以改善建築物的通風情況。



無扇葉通風裝置的應用

無扇葉通風裝置

無扇葉通風裝置是一種具有專利的送風系統,可安裝在天花板上並以串聯方式安裝,以滿足不同大小的房間需求。具有空氣動力學設計的無扇葉通風裝置可通過兩個窄縫產生高速氣流繼而加速周圍的空氣,導致更大的氣流量。

感應式太陽能通風設備的應用

感應式太陽能通風設備

感應式太陽能通風設備是一種由太陽能系統供電,並具有專利的送風系統,可安裝在靠近窗戶或外牆附近的較低位置,並以串聯方式安裝,配合不同長度的窗戶或外牆。設備的通風機可促進空氣流動,並利用浮力效應使空氣沿著外牆流動。

效益/優勢

- 整合和高效的送風系統可以促進室內通風,降低建築物的供冷需求,從而減少空調系統的能源消耗和相關的營運成本。

潛在限制/弱點

- 香港城市地區的高密度建築會阻礙運用自然風的機會,減少了系統應用的機會。

技術考慮

- 捕風器應安裝在無障礙物的地方,以有效地捕捉自然風,同時應遠離排氣口或排放源,以確保進入建築物的空氣質素。
- 無扇葉通風裝置應安裝在天花板上,並應適時提供通風機。
- 感應式太陽能通風設備應安裝在地板上並由光伏板供電,應提供小型通風機以促進空氣流動。

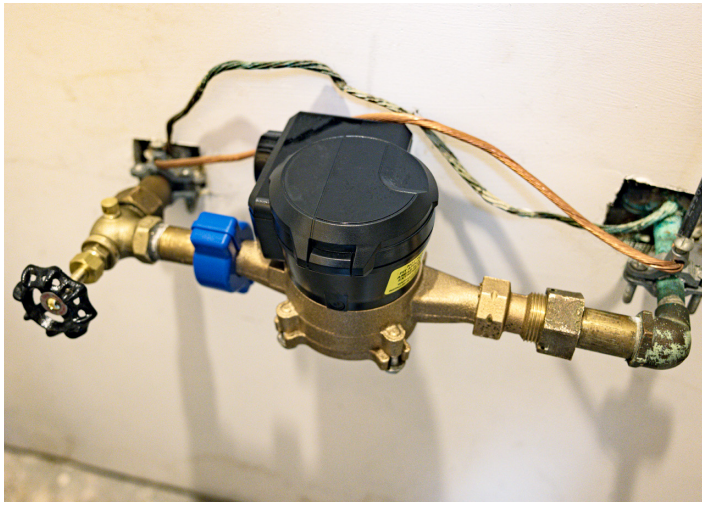
應用場景

- 捕風器更適用於對室內溫度和相對濕度控制要求較不嚴格的地方。
- 無扇葉通風裝置適用於有足夠淨空高度和空間的建築物。
- 感應式太陽能通風設備適用於具備空調系統的建築物。

B6 水錶和分錶 — 監測、報告和數據分析

描述

智能水錶可應用於不同的範圍，從建築物到城市/地區規模。系統連接安裝在供水系統不同部分的智慧水錶，例如每個主要的配水管道，並通過信號線路或無線網絡將相關數據（如流量）傳輸到中央監控系統。系統可顯示不同部分供水系統的實時狀況，並將收集的數據進行分析，以進一步提供有關用水情況的信息。



智慧水錶的安裝

效益/優勢

- 利用從智能水錶收集到的信息對供水系統進行優化，以更準確地反映用水需要，從而減少用水量和泵的能源消耗。
- 通過數據監測和紀錄可偵測異常的用水情況，並提供系統異常警告，讓使用者可以快速應對，減少系統故障的時間。
- 透過數據分析進行漏水檢測，有助減少浪費水，同時防止其他設備因水管滲漏而受損。

潛在限制/弱點

- 因第一年的數據不足，優化效果會受到限制。
- 由於不同製造商的感應器會有差異，數據傳輸規程需要進行標準化，以避免複雜和多餘的操作。

技術考慮

- 每個水錶應安裝專用的水錶界面裝置（Meter Interfacing Unit, MIU）以讀取和傳輸水錶數據。
- 水錶界面裝置應能使用至少一種標準規程（如M-Bus、Modbus、BACnet等）傳輸水錶數據，以便記錄和儲存讀數。這些讀數應通過有線或無線網絡上傳到雲端伺服器。
- 每個配備水錶界面裝置的水錶應根據製造商的要求進行校準和獲得許可，以確保準確讀數和水錶記錄的設置。

應用場景

- 智能水錶系統更適用於高用水量的建築物。

B7 廢棄物和回收監測系統

描述

建築物可應用廢棄物和回收監測系統以減輕廢棄物收集和處理的負擔。利用物聯網技術的智能廢棄物管理系統（Smart Waste Management System, SWMS）可連接安裝在不同類型的垃圾桶、回收箱和垃圾收集車的感應器。相關數據（如位置和裝滿程度）可以儲存在設備內部或根據應用的距離和規模使用不同的網絡傳輸到中央系統（如遠程廣域網路（LoRaWAN）、無線網路（Wi-Fi）、全球定位系統等），以實時監測設備狀況。

智能垃圾桶

效益/優勢

- 通過收集每個垃圾桶的數據並進行分析，可以根據需求調整垃圾桶的容量和分佈密度，減少垃圾桶擠滿的機會，並提高衛生環境和改善使用者體驗。
- 可以提升廢棄物管理的效率和更有效地利用資源。

潛在限制/弱點

- 一些垃圾桶可能需要更長的時間才能達到所預設的容量，應定期清潔智能垃圾桶以免因延後收集廢棄物而導致的氣味散播。

技術考慮

- 智能廢棄物和回收監測系統應包含智能垃圾桶和廢棄物管理平台。
- 智能垃圾桶應配備感應器，以偵測垃圾桶的裝滿程度並將數據傳送到廢棄物管理平台。
- 廢棄物管理平台應提供可視化界面以方便監控，並應顯示智能垃圾桶的實時數據和位置，方便使用者進行廢棄物管理。
- 廢棄物管理平台應在偵測到異常情況時向使用者發出警報（如温度驟升）。

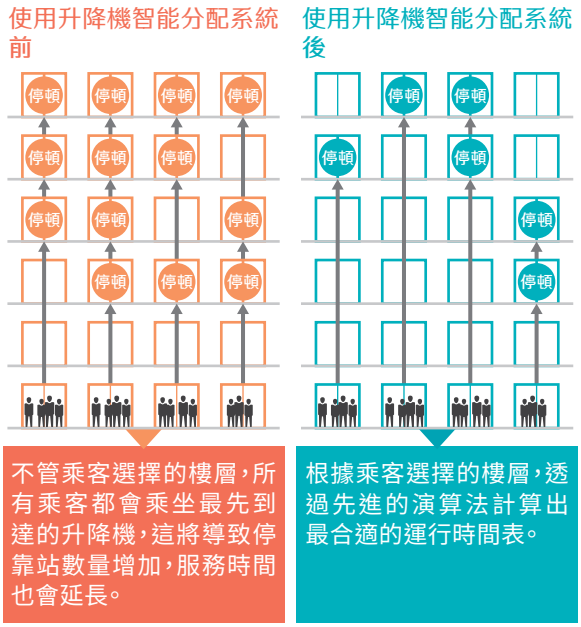
應用場景

- 廢棄物和回收監測系統更適用於有多個使用者的建築物，例如辦公室；以及適用於需要保持高度衛生標準的建築物，例如醫療保健設施。

B8 升降機呼叫服務管理和優化

描述

升降機智能分配系統（Destination Control System，DCS）幫助管理和優化升降機呼叫系統。這個系統是一個基於目的地樓層分流的系統，並使用建築物計劃流量的算法。這個系統考慮乘客的目的地樓層和正在等待的乘客數量，顯著提升升降機系統的效率和便利性。乘客在進入升降機之前選擇目的地樓層，前往同一樓層的乘客將被引導搭乘同一部升降機，因而減少了每個往返的中途停靠次數，使升降機可以更快回到大堂接載更多乘客。



升降機呼叫服務管理和優化示意圖

效益/優勢

- 由於減少了升降機的停靠次數並優化了升降機載客量，乘客的搭乘時間和排隊時間可以減少。
- 降低的行程時間和使用頻率可以減少營運成本、維修頻率和保養成本。
- 透過緩解升降機的擁擠情況並在升降機中提供非接觸式設計，可以改善乘客的使用體驗。
- 通過與其他系統（如門禁控制系統）的結合，可以進一步提升使用者的體驗。

潛在限制/弱點

- 由於系統的性質，這可能會對希望更改目的地樓層的乘客造成不便。

技術考慮

- 升降機呼叫服務的管理和優化系統應該是一個完全基於目的地樓層分流的系統，並使用基於建築物計劃流量的算法。該系統應考慮到乘客的目的地樓層和等待乘客的數量，從而提升升降機系統的效率和便利性。
- 為了避免給首次使用者或訪客造成困惑，應考慮提供清晰的指示（例如指示牌、公共廣播、員工協助等），以提高系統的效果和使用者體驗。

應用場景

- 升降機智能分配系統更適用於使用者較多的場所、高層建築物以及有規律使用模式和條件的建築物，例如辦公室。
- 在醫療保健設施中的應用取決於營運安排和使用模式，因此建議在應用於醫療保健設施之前進行進一步研究，以符合營運需求。

B9 冷凍水機組優化

描述

冷凍水機組優化是利用數碼分身技術模擬的優化方案，它可以控制冷凍水機組的運作，提升整個機組的效率。冷凍水機組優化控制冷凍機、熱量排除系統、泵和閥門，以實現最佳操作的運行組合。不同位置的感應器讀數（例如冷凍水溫度、冷凝器水溫和流量）確定了當前的冷氣需求，相關的設備和促動器件（例如閥門）將根據需求減少冷凍水機組能源消耗。

冷凍水機組優化界面

效益/優勢

- 冷凍水機和其他系統設備可以以最高效率運行以滿足冷氣需求，從而減少能源消耗。
- 透過感應器和促動器件的實時監測和控制，系統可以更精準地滿足冷氣需求，並可以提升熱舒適度，同時降低冷凍水機運作的能源消耗和成本。

潛在限制/弱點

- 建築物的冷氣需求頻繁地變化（如缺乏固定的操作模式和冷凍水機的回應時間限制）可能會導致系統的效能降低。

技術考慮

- 冷凍水機組優化應能控制冷凍水機，使整體機組的效率超出各個設備各自的效率。
- 冷凍水機組優化應對系統的回應進行實時分析、診斷、測量和驗證，不斷調整冷凍水機組的運行以達到最佳性能。

應用場景

- 冷凍水機組優化更適用於冷氣需求較高的建築物，例如辦公室和醫療保健設施。

C1 自潔門把手

描述

門把手通常充滿有害細菌，這可能傳播疾病並引起公共健康和衛生的憂慮，使用自潔門把手可以解決透過間接接觸傳播細菌和病菌的問題。自潔門把手通常使用特殊的材料或塗層設計（如利用某些塗層的化學反應或使用含有抗病毒化合物的材料）以減少細菌和病菌傳播，可以持續或定期殺滅或清除可能存在於門把手表面上的細菌、病毒和其他微生物。

自潔門把手的例子

效益/優勢

- 自潔門把手提供自我清潔功能，去除揮發性有機化合物及殺死微生物，改善公共衛生環境以及避免細菌的傳播。
- 自潔門把手減少為門把手表面進行消毒和保持衛生所需的人手。

潛在限制/弱點

- 自潔門把手的磨損和老化可能影響其有效性，導致其清潔功能的效果降低或失效。

技術考慮

- 自潔門把手應具有有效且可靠的清潔機制，以殺滅或清除門把手表面存在的細菌、病毒和其他微生物。
- 自潔門把手的清潔效果及性能應得到保證，同時應定期進行性能測試以確保自潔門把手的有效性。

應用場景

- 自潔門把手適用於需要保持高度衛生標準的建築物，例如教育設施和醫療保健設施。

C2 無接觸式門禁及控制系統

描述

無接觸式門禁及控制系統提供了一種安全可靠及消除不必要的身體接觸的門禁系統。無接觸式門禁及控制系統包括無接觸式門禁系統（自動門和無接觸式升降機按鈕感應器）和人體測定通道管制系統。這些系統旨在減少建築物使用者的間接接觸，並提高主要通行區域的便利性。

非接觸式升降機按鈕

人體測定通道管制系統

效益/優勢

無接觸式門禁系統

- 減少任何需要身體接觸，以避免病毒和細菌的傳播。這可以降低疾病傳播和擴散的風險。

人體測定通道管制系統

- 防止未經許可授權的人員進入指特定區域以確保設防。

潛在限制/弱點

- 門禁技術如人體測定通道管制系統會涉及使用者的個人資料，因此使用者資料需得到妥善的處理和加密。

技術考慮

無接觸式門禁系統

- 自動門：應在自動門前後提供感應裝置來探測移動，以啟動控制機制使門自動運作。
- 無接觸式升降機按鈕: 應安裝觸控感應器以探檢測物體進入感應區範圍，相應的樓層按鈕應在不接觸升降機控制面板的情況下啟動。

人體測定通道管制系統

- 在邊緣端執行數字編碼和加密，並透過專用網絡將加密的個人數據傳輸到中央伺服器進行身份驗證。

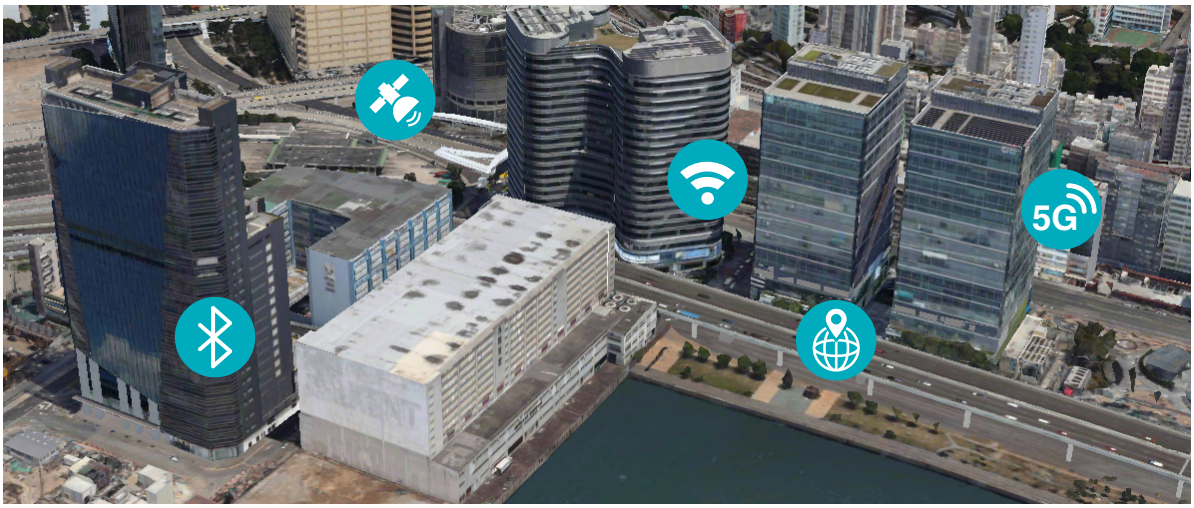
應用場景

- 無接觸式門禁及控制系統適用於不同類型的建築物。

C3 室外/室內無縫導向

描述

通過在室外和室內實施整體的定位基礎設施，提供準確可靠的定位資訊/服務，以實現室外/室內無縫導向。定位基礎設施包括硬件（定位感應器和中央伺服器）、軟件（集成定位服務平台和應用程式界面（Application Programming Interface）、數據（地圖數據和位置數據）以及數據分享標準。



室外/室內無縫導向技術

效益/優勢

- 在室內場所中，有許多位置無法接收全球定位系統信號。通過安裝定位感應器，可以提供精確的室內導航和導向服務。
- 使用定位感應器有助於收集終端使用者的數據並進行分析，從而了解使用者的行為以提供更加訂製化的服務。

潛在限制/弱點

- 需要克服技術問題，包括從一個場地轉換到另一個場地時，因系統仍在識別正確位置和使用的定位技術時而可能會出現問題。

技術考慮

- 為了實現無縫的室內/室外定位服務，需要在室內環境中為定位系統部署不同的信號模式。這些信號需要不同的感應硬體（或感應器）支援，如無線網路（Wi-Fi）、iBeacon、攝像頭、磁動計等。
- 計算使用者位置時，需要場地的原始信號強度數據。

應用場景

- 室外/室內無縫導向更適用於與其他建築物、港鐵或其他公共運輸設施相連接的建築物。

C4 自動泊車系統

描述

自動泊車系統（Automatic Parking System, APS）是一個能有效地運用空間去提供泊車位的機械系統。此類系統通常配備機械設備如升降機或旋轉平台以運輸車輛。自動泊車系統可提供多層垂直堆疊的停車位，大幅增加停車位數量，並同時減少土地佔用。自動泊車系統技術包括立體型自動泊車系統（Vertical Lifting and Horizontal Sliding System, VLHS）、拼圖型自動泊車系統（Puzzle Stacking System）和自動導引車（Automated Guided Vehicles, AGV）。

智能泊車系統 - 拼合堆疊系統

效益/優勢

- 自動泊車系統較傳統的多層停車場更有效地利用土地，因其不需要斜坡、車道、客用升降機等設施，提供更多的泊車空間以滿足不斷增加的泊車需求。

潛在限制/弱點

- 在實行自動泊車系統時，特別需要注意機械安全和防火安全。
- 自動泊車系統較傳統停車場需要進行額外的保養工作。

技術考慮

- 應嚴格遵循由機電工程署發布的《設置機械化泊車系統的指引》中的要求。
- 考慮到未來電動車輛的使用及需求，應盡可能提供電動車輛充電設施。

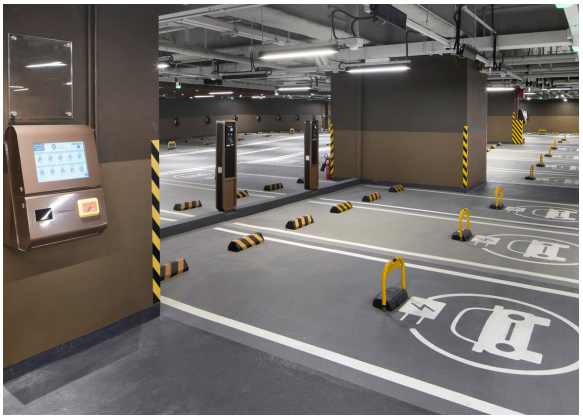
應用場景

- 自動泊車系統更適用於有較大泊車需求的建築物，如辦公室和醫療保健設施。

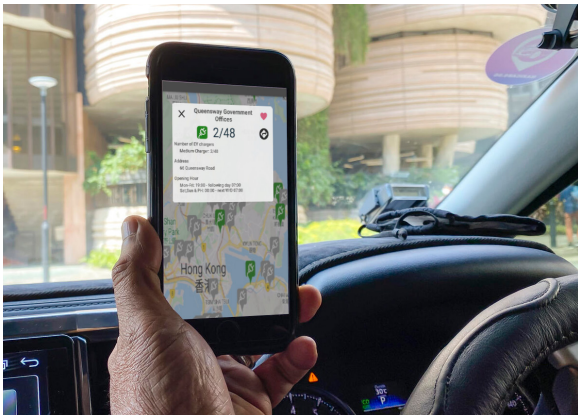
C5 電動車輛充電和預約系統

描述

由於香港的電動車輛數量不斷增加，預計未來數年內對電動車輛充電設施的需求亦會增加，因此需要引入電動車輛充電和預約系統支援電動車輛的應用。該系統包括電動車輛充電設施、停車位和電動車輛充電預約系統。



電動車輛充電設施



電動車輛充電預約系統

效益/優勢

- 為使用者提供了便利的方式獲取電動車輛充電設施可使用數量的實時資訊，使用者可以通過系統預約電動車輛充電設施和停車位。

潛在限制/弱點

- 現有建築物的電力系統可能需要升級，以滿足電動車輛充電設施的電力需求。

技術考慮

電動車輛充電設施

- 電動車輛充電設施應能滿足不同充電模式的充電速度和充電容量需求，並應提供多種不同的充電插頭以滿足不同電動車輛的需要。

停車位和電動車輛充電預約系統

- 在每個停車位的天花板或地面上應安裝用於探測車輛的感應器。

應用場景

- 電動車輛充電和預約系統適用於不同類型的建築物，而新建政府建築物的所有停車場都將提供電動車輛充電設施。

C6 無門停車系統

描述

無門停車系統是安裝於停車場入口的保安系統，使用攝影機、紅外線燈、光學字元識別軟件、車牌數據庫和車牌自動識別探測系統（Licence Plate Recognition System）。與傳統的入口閘門系統不同，無門停車系統通過探測器拍攝所得的車牌號碼，自動登記進入停車場的車輛的車牌號碼等資料。這有助於減少車輛進入停車場所需的時間，並緩解停車入口的交通壅塞情況。

無門停車系統示意圖

效益/優勢

- 此系統能提升泊車效率，並減少於停車場入口的交通擁堵。

潛在限制/弱點

- 使用車牌自動識別探測系統會涉及個人信息的收集和存儲，並有可能會引起隱私問題，使用者會擔心他們的行蹤可能被追蹤及數據將會如何被使用。

技術考慮

- 攝影機應安裝在停車場的出入口以採集車輛登記號碼，並將收集到的車輛登記號碼用於登記用途。

應用場景

- 無門停車系統更適用於有較大泊車需求的建築物，如辦公室和醫療保健設施。

C7 智能蟲害防治系統

描述

智能蟲害防治系統由智能捕蟲器和蟲害探測裝置（例如夜視攝影機監控系統）組成。通過使用這些智能蟲害防治裝置，可以有效防治蟲害，並減少由蟲害傳播疾病的風險。通過智能設備可以對智能捕蟲器進行遙距監控，可以減少定期檢查所需要的人手。

智能害蟲控制系統

效益/優勢

- 監控衛生黑點的蟲害和衛生狀況，以便在探測到或捕獲到害蟲時通知設施管理部門。
- 記錄建築物內餌物位置的衛生狀況，並由設施管理部門制定相應的清潔計劃。
- 與傳統的蟲害防治方法（例如殺蟲劑）相比，智能蟲害防治系統是無毒的，亦不會對其他動物和非目標生物造成傷害。

潛在限制/弱點

- 系統需要在不同條件下都能保持穩定運作（如溫度、濕度和光線等）。。

技術考慮

- 應安裝不同的感應器來探測害蟲，對安裝區域進行持續監測（例如動作感應器、紅外線感應器、聲音感應器等），這些感應器應能精準地探測存在的害蟲（例如老鼠或昆蟲）。
- 應策略性地放置捕蟲器、驅除劑或其他蟲害防治裝置於建築物的衛生黑點以應對蟲害。

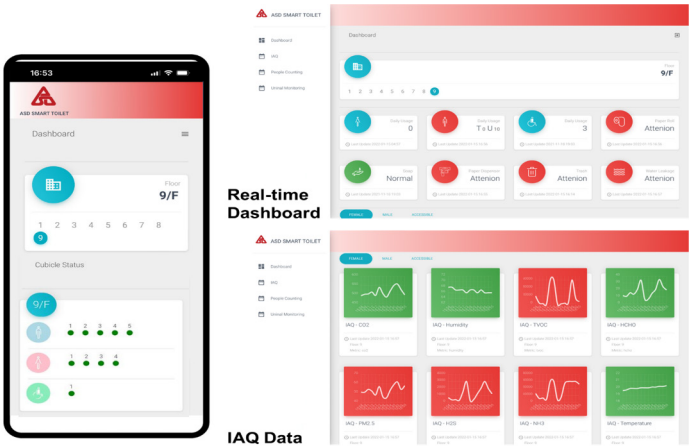
應用場景

- 智能蟲害防治系統更適用於對衛生有較高要求的建築物，如濕貨市場、教育設施和醫療保健設施。

C8 智能洗手間

描述

智能洗手間是一個技術先進的洗手間，利用一系列物聯網感應器和智能設備來改善使用者體驗，提高衛生情況並節約資源。智能洗手間的主要特點是利用非接觸式技術以減少細菌的傳播，以及通過數據分析提高使用者體驗，並幫助設施管理團隊優化保養明細表。



智能洗手間界面

效益/優勢

- 智能洗手間可以為使用者提供更加舒適便捷的體驗，例如使用者可以通過手機應用程式查看洗手間的使用情況，並通過安裝不同的感應器來監測和控制洗手間的環境狀況（如空氣質素、濕度等）。
- 通過監測洗手間的使用情況和檢測保養問題，智能洗手間可以減少人工檢查和維修的需要，從而節省成本並減少維修時間。

潛在限制/弱點

- 使用者可能會對安裝在洗手間的感應器存有隱私和資料安全的考慮。

技術考慮

- 智能洗手間應能通過安裝在洗手間各處的感應器收集相關資訊，收集到的資訊應能用於監測和分析（例如洗手間廁格的使用情況、排隊情況和室內空氣質素），並能通過物聯網平台和手機應用程式查看這些資訊。

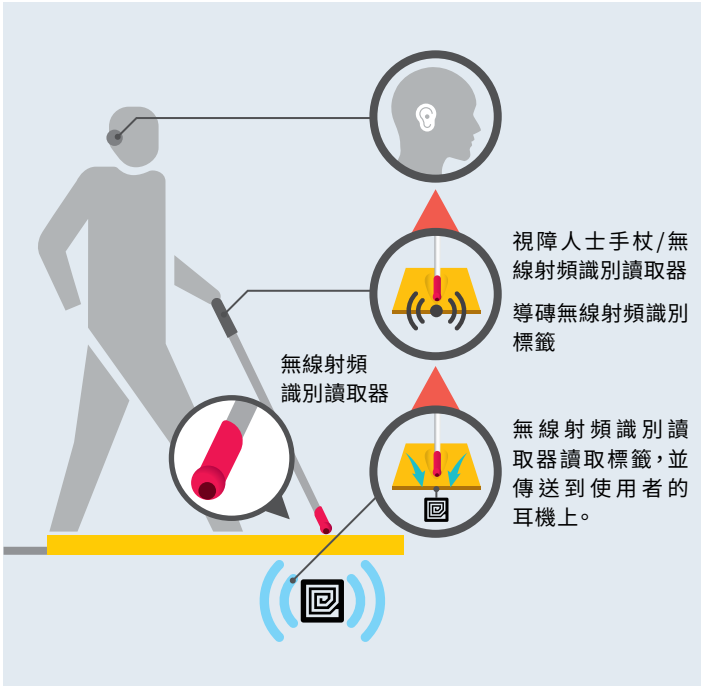
應用場景

- 智能洗手間更適用使用者較多的建築物，例如公廁、辦公室和醫療保健設施等。

C9 視障人士手杖系統

描述

視障人士手杖系統利用無線射頻識別（RFID）技術和導航語音，為視障人士提供指引，帶領他們以最短路線到達目的地。該系統由附有無線射頻識別（RFID）標籤的智能引導徑、附有RFID讀取器的智能手杖（與手機應用程式和耳機配對）以及連接這些組件的雲端平台組成。當視障人士使用智能手杖時，手杖上的無線射頻識別（RFID）讀取器會讀取智能引導徑上相應的無線射頻識別（RFID）標籤以識別位置。然後這些資訊會傳送到手機應用程式和使用者的耳機上，透過雲端技術，視障人士獲取最新的地圖資料，享受跨區域的無縫導向。



無線射頻識別視障人士手杖系統

效益/優勢

- 系統採用無線射頻識別（RFID）技術和導航語音引導視障人士，並帶領視障人士以最短的路線到達目的地，從而促進無障礙城市的發展。

潛在限制/弱點

- 系統可能無法反映路徑中所發生的臨時變化或情況（如路徑上的臨時障礙物）。因此，可能需要加裝一些設備（如閉路電視）來監控即時情況以確保路徑上沒有障礙物，並在有任何障礙物時提醒使用者或建議另一條路徑。

技術考慮

- 應在引導徑下安裝被動式無線射頻識別（RFID）標籤以促進信號傳送，其安裝間距應根據不同的型號和實際場地環境設置（在6-8米的適當間距內）。同時應在建築物內的所有合適位置，如入口、路口交匯處、轉角處等地方安裝無線射頻識別（RFID）標籤。

應用場景

- 視障人士手杖系統更適用於醫療保健設施及社會福利設施等。

C10 多功能燈柱系統（智慧燈柱）

描述

智慧燈柱配備了不同的感應器、攝影機和其他技術，為公眾提供一系列不同的服務。智慧燈柱的主要用途之一是收集實時數據，例如收集和監測不同地點的環境參素（例如空氣質素、溫度、濕度等）。通過運用這些數據可以監測和管理環境，例如識別污染程度高的地區，並採取適當的措施。

多功能燈柱系統（智慧燈柱）

效益/優勢

- 智慧燈柱可以安裝不同的感應器以收集實時數據，如空氣質素、溫度、濕度和其他環境因素，所收集的數據可用於分析和採取相應的措施。
- 可以在智慧燈柱上安裝不同的設備來增強網路連通性，例如提供無線網路（Wi-Fi）或移動網路覆蓋（如第五代流動通訊）。

潛在限制/弱點

- 如果涉及收集個人資料時需注意隱私問題。

技術考慮

- 智慧燈柱上應安裝不同的設備（如感應器），並根據實際需要配備相應的功能，例如氣象感應器、空氣質素監測設備、熱探測器、地理標記設備、第五代流動通訊小型基站、無線網路（Wi-Fi）、低功耗廣域網路（LPWAN）、閉路電視等。
- 提供分析功能以進行數據分析，從而幫助作出決策。

應用場景

- 智慧燈柱更適用於有戶外地方的建築物。

C11 多功能閉路電視系統

描述

多功能閉路電視系統由閉路電視系統和人工智能/機器學習及影像分析演算法組成。從閉路電視系統收集到的實時影片將會用於分析（例如人數統計和人群管理）。通過使用人工智慧/機器學習和影像分析以優化建築物設施，並偵測任何異常的事故狀況。這項技術可以識別非工作時間的活動，以及異常情況。如果在閉路電視系統的範圍內識別到異常情況，系統將立即發出警報以進行即時反應。

多功能閉路電視系統的影像分析

效益/優勢

- 通過人工智能/機器學習的數據分析，多功能閉路電視系統可以實時監控人流，並實時優化建築物內的各個系統（如照明系統、暖通空調系統、升降機控制系統等），以適應實時的人流需求。
- 如果探測到異常情況，系統可以立即發出警報。

潛在限制/弱點

- 人工智能建模和分析需要大量的數據進行訓練以準確地預測和優化，當數據不足時，不準確的情況可能會出現。

技術考慮

- 系統應持續地監測附近的活動，並具有目標探測、目標跟蹤、預測建模等功能，還應該包含人工智能分析（如人數統計和人流監控等功能）。

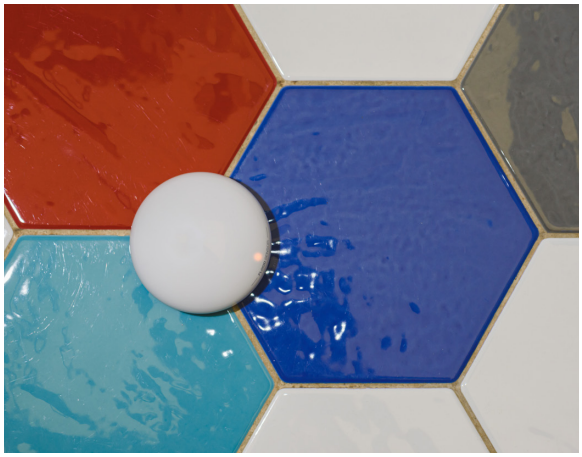
應用場景

- 多功能閉路電視系統更適用於辦公室、醫療保健設施等人流量較多的建築物。

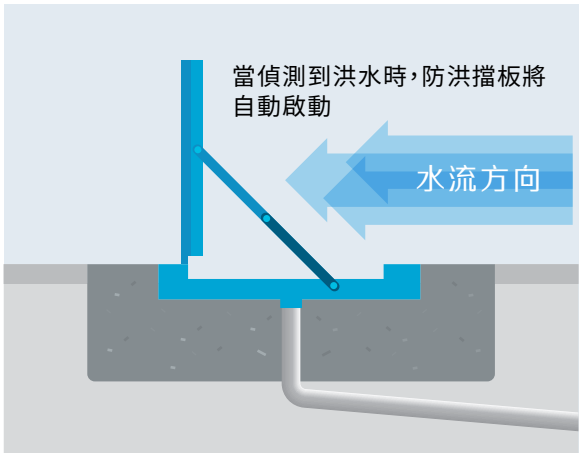
C12 洪水風險偵測和保護系統（如洪水偵測系統和自動防洪擋板）

描述

洪水風險偵測和保護系統包括洪水偵測系統和自動防洪擋板。當發生洪水緊急情況時，洪水偵測系統能向建築物內的使用者發出警報的系統。自動防洪擋板是一種不需要人手操作的防洪結構，在洪水發生時自動啟動，防止洪水進入建築物。



洪水偵測感應器



自動防洪擋板

效益/優勢

- 當偵測到洪水時，洪水風險偵測能觸發系統警報，並通知相關使用者（如住戶，設施管理人員等），使他們可以採取相應的行動防止洪水帶來的損失。自動防洪擋板亦能自動啟動，防止洪水進入受保護區域。

潛在限制/弱點

- 洪水偵測系統有可能會因漏水等問題產生錯誤警報。
- 自動防洪擋板是一種永久的結構，與臨時的防洪擋板相比，其靈活性較低。

技術考慮

洪水偵測系統

- 系統應能快速地偵測和發出警報以儘量減少洪水造成的損失。當偵測到洪水時，應發出警報通知相關人士（如管理人員、建築物使用者等）。

自動防洪擋板

- 自動防洪擋板的設計應符合受保護區域的尺寸，並應具有足夠的強度和剛度以防止洪水進入建築物。

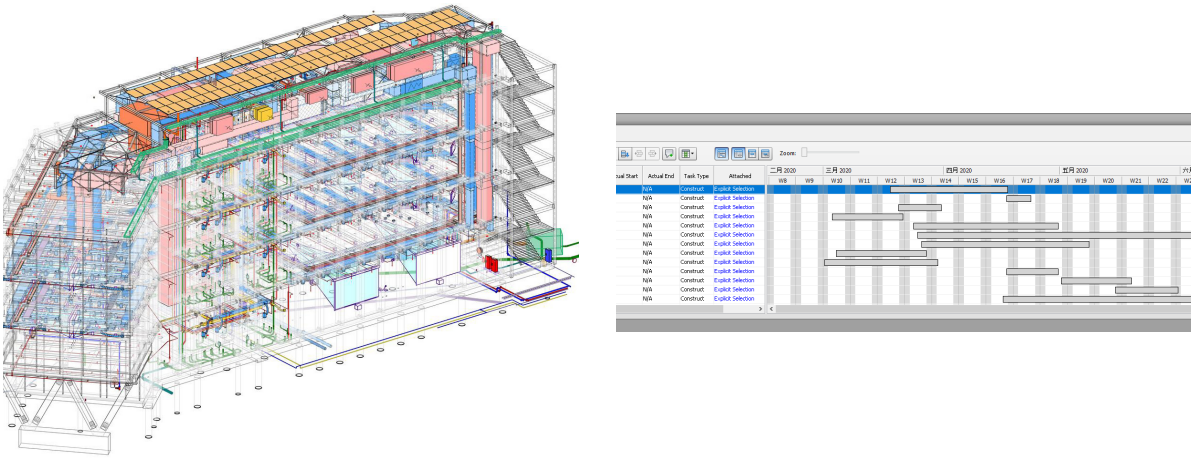
應用場景

- 洪水風險偵測和保護系統更適用於易受洪水影響的建築物，如位於低窪地區或靠近水體（例如河流或海洋）的建築物。

D1 在進度可視化中結合施工安全規劃

描述

數碼設計模型可在設計階段使用特定的軟件進行施工規劃，並在施工之前找出潛在的施工問題。這些軟件採用設計模型中的元件，將它們與施工活動聯繫，並以視覺化方式表達施工工序、空間規劃和整體的施工方案，協助改進工地的物流和建築計畫，提升施工的安全規劃。



利用數碼設計工具進行施工模擬

效益/優勢

- 可以在設計階段識別潛在的施工問題，以進行改善並減少其對施工階段的影響。

潛在限制/弱點

- 數據的質素將是建模的主要限制，特別是在早期階段會因模型的細節度不足而無法顯示施工的某些範疇。

技術考慮

- 設計模型應利用視覺化方式提升施工的規劃，並改善相關的施工活動（如物流，安全規劃）的安排。

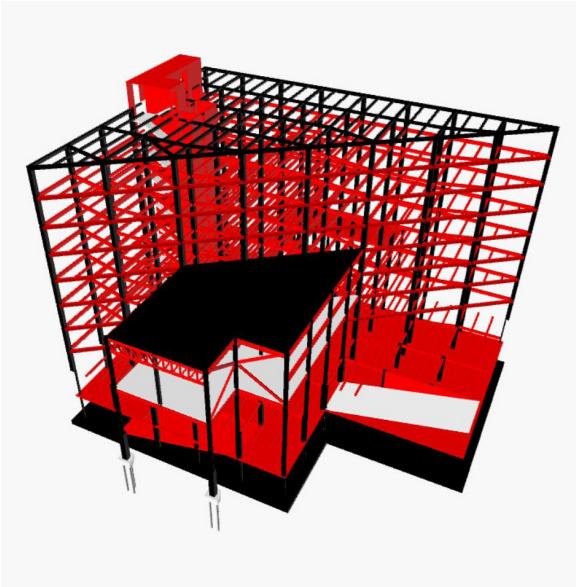
應用場景

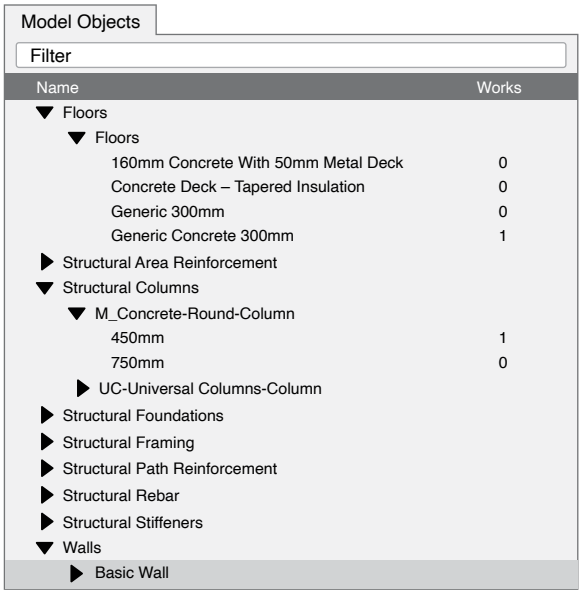
- 數碼設計模型適用於所有的建築物類型，而施工場地越複雜的建築物可能有更大的應用潛力，以改善相關的施工安排。

D2 提升工料估算的項目數據成果

描述

建築材料的估算通常是根據施工圖人手計算所得。隨著應用建築信息模擬(BIM)，用家可以輕易地創建和匯出材料數量和設備表，從而更有效和準確地得到工料估算 (Quantity Takeoff, QTO) 所需的資料。這些資料在整個項目週期中能保持一致，從而提升項目資料的質素。





利用數碼設計工具進行工料估算

效益/優勢

- 與傳統方法相比，提取資料的速度更快和更準確，提高成本估算的效率。
- 可以即時評估因設計變更而導致的建築材料數量變化。
- 根據工料估算的結果可進行相關的成本估算和預算分析。

潛在限制/弱點

- 需要一致性的建模方法，如元件及其特性的命名。如果建築材料的命名不一致，將會導致工料估算的結果不準確。

技術考慮

- 應確保能符合建築工程標準計量方法的要求。
- 應標準化建模方法和確保相關元件資訊的一致性。
- 應利用xml或csv格式提取元件的明細表，以便在通用的應用程式 (如微軟試算表程式 (Microsoft Excel)) 中查看資料。

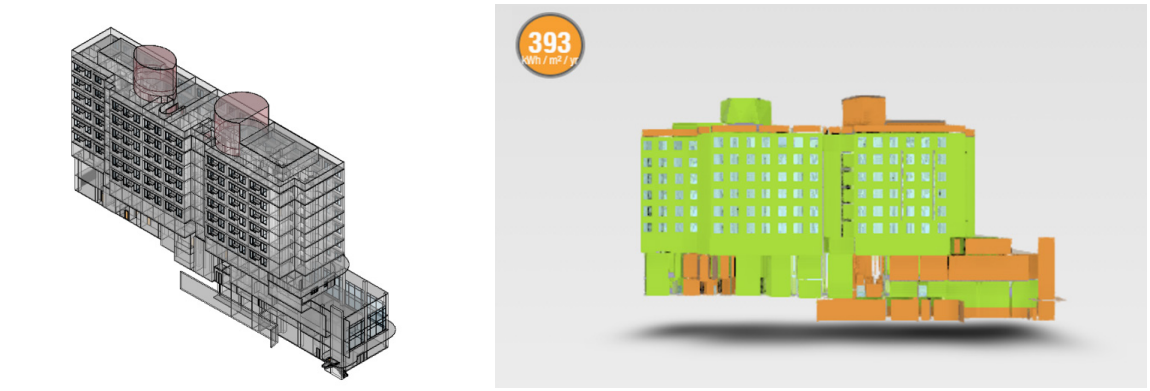
應用場景

- 建築信息模擬適用於所有的建築物類型，而醫療設施等複雜的項目的建築模型可能需要更高的細節程度 (LOD) 以應對項目的需求。

D3 利用數碼分身技術提升能源建模及數據可視化能力

描述

先進數碼分析工具能在施工建造前預測建築物的能源效益。通過各種數碼工具進行能源建模和模擬，可以在施工前製定和比較不同建築性能的場景，從而建造更節能的建築。此外，透過能源數據和數碼模型的整合，可以全面地評估建築物的能源效益表現。



建築物的能源建模

效益/優勢

- 在設計階段已能評估建築物的能源效益表現，亦可以比較不同的設計方案，以選擇更節能的建築設計。
- 設計模型可以整合不同的能源數據，更全面地把建築物的能源效益數據可視化，讓建築工程項目團隊更容易識別潛在的設計優化機會。

潛在限制/弱點

- 更改建築物設計時可能會導致模型不一致的設置，影響隨後的分析。

技術考慮

- 建築物的數碼模型應能整合不同的能源數據，例如來自安裝在建築物中的感應器的數據和電費單，以提供更全面的建築物能源效益表現的評估。
- 應符合相關的要求（例如最新的建築物能源效益守則或不同的綠色建築認證）來進行能源效益的評估。

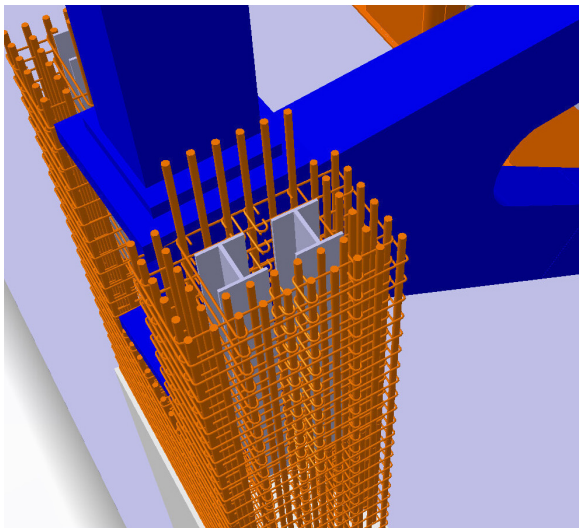
應用場景

- 數碼分析工具適用於所有的建築物類型，以優化建築物能源效益表現。

D4 提升結構分析的設計優化

描述

使用數碼設計工具進行結構分析和設計涉及幾個步驟，包括數據建模、分析、模擬和視覺化。設計模型需要具備所需要的相關資訊，並將其輸入到結構模型中進行各種的結構分析，這些資訊可以用於分析結構的性能並優化其設計。模擬工具可以用於測試建築物結構對各種荷載和環境條件的反應，而視覺化工具可促進建築工程項目團隊的溝通和決策。使用數碼設計工具進行結構分析的工作流程可以改善相關持份者之間的合作、溝通和決策，從而提高建築物結構設計和分析的效率。



利用數碼設計工具進行結構設計和優化

效益/優勢

- 快速和準確地評估和比較不同的結構設計方案有助於減少設計錯誤，並節省時間和資源，從而提高結構設計的工作效率。
- 可以有效地評估建築物對風和地震等各種外力的反應，從而根據分析結果對建築物設計進行優化。

潛在限制/弱點

- 缺乏標準化的結構分析流程，這可能導致設計模型的相容性問題及影響相關持份者的合作。

技術考慮

- 應確保結構模型中所使用的數據品質和準確性，並制定明確的數據建模和管理策略，包括建立數據輸入、驗證和維護的標準和程序。

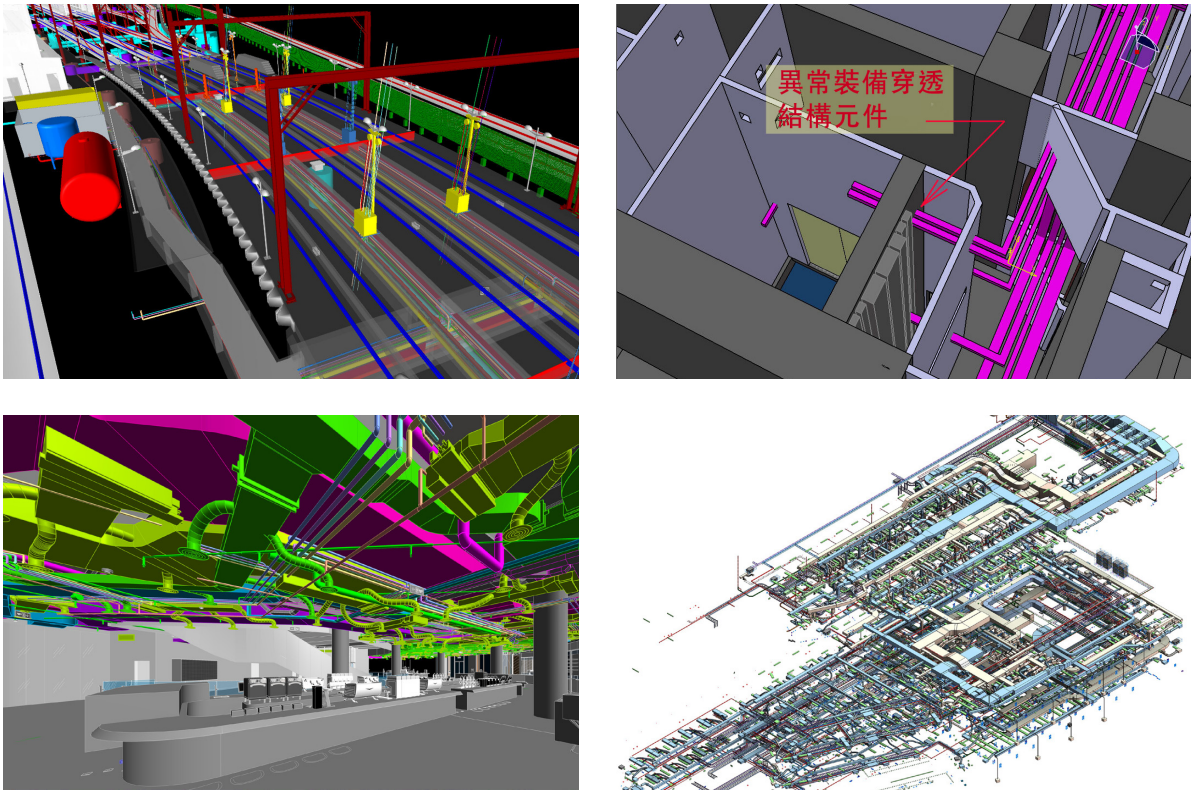
應用場景

- 數碼設計工具適用於所有的建築物類型，並更適用於結構設計複雜的建築物。

D5 在建築模型中改善屋宇裝備的路線和標記

描述

在建模過程中，機電裝備數碼模型可能很複雜，多條線路相互重疊，並使用大量標記。應用數碼設計工具可以讓使用者輕易修改設計的裝備，例如穿越其他裝備上下的位置以避免衝突。



利用數碼設計工具進行改善屋宇裝備的路線和標記

效益/優勢

- 可以評估建築物的機電裝備系統的設計，檢查各系統的線路或管道是否重疊，也可以通過模型修改設計以避免重疊。

潛在限制/弱點

- 人為錯誤，例如在建模過程中沒有輸入相關的設計資料。

技術考慮

- 能評估機電裝備系統的設計並發現潛在問題，以便建築工程項目團隊跟進，並應提供方便使用的設計修改功能。

應用場景

- 數碼設計工具適用於所有的建築物類型，並更適用於機電裝備系統設計複雜的建築物。

D6 使用擴增實境/虛擬實境 (AR/VR)工具對複雜的參數化設計的數位設計模擬進行可視化

描述

數碼設計模擬其中一個工具是使用擴增實境/虛擬實境工具對複雜的參數化設計的數位設計模擬進行可視化。這種方法包括使用創建三維模型，並使用擴增實境/虛擬實境工具對模型進行即時操作和測試。擴增實境/虛擬實境工具提供了一種親臨其境的體驗，使設計師和相關使用者能夠以更真實的方式體驗設計，從而更容易識別潛在問題並做出設計決定。

利用擴增實境/虛擬實境工具進行設計體驗的例子

效益/優勢

- 通過向使用者提供設計的實時回饋，可以提高設計過程中的效率和生產力。
- 通過使用擴增實境/虛擬實境工具，使用者可以以更真實的方式體驗設計，因此能更容易理解設計並對設計提供意見。

潛在限制/弱點

- 不同的軟件可能有不同的檔案格式或具有不同的建模功能，因此軟件之間的互通性可能有限。

技術考慮

- 應使用與擴增實境/虛擬實境相容的數碼設計軟件，例如三維建模軟件、擴增實境/虛擬實境軟件或模擬軟件。
- 在選擇軟件或解決方案時，應考慮檔案的互通性，以及在不同軟件及應用程式之間交換資料的能力。

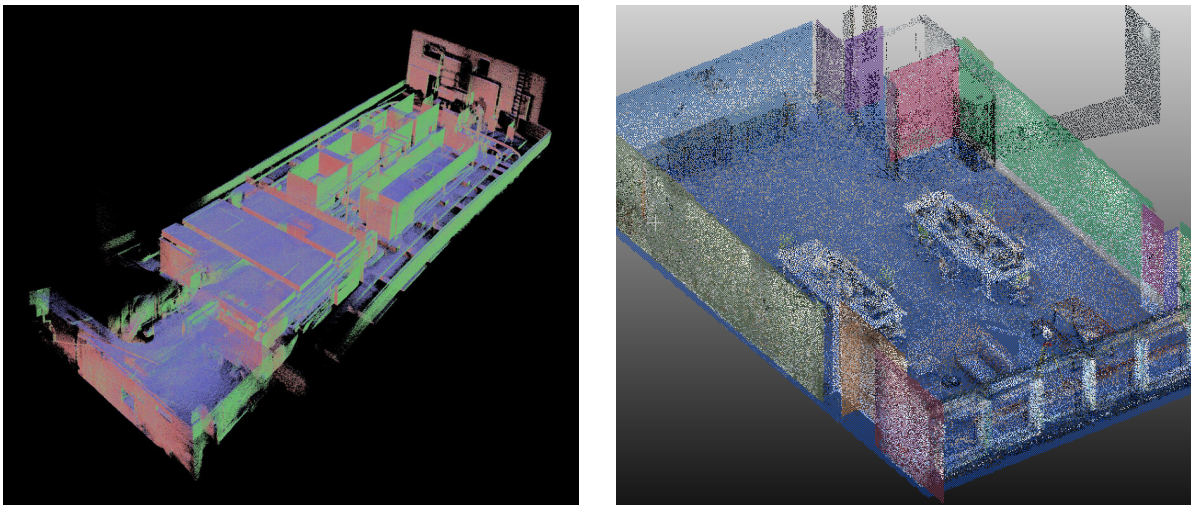
應用場景

- 擴增實境/虛擬實境工具更適用於希望未來使用參與設計決定的建築物，例如教育建築、醫療保健設施和社會福利設施。

E1 用於施工的激光掃描

描述

激光掃描是一種可應用於建築物和建築工地的高精準測量技術，其發出的激光光束接觸到環境中不同的物件的表面後會反射到激光掃描設備，並利用所收集到的數據轉換成三維模型或進一步轉換成建築信息模擬，以監控工作進度和品質，並有助於檢查建築物和維修保養設施。



利用激光掃描收集點雲數據

效益/優勢

- 激光掃描技術可以進行精準及詳細的現場測量，以促進對大型建築物結構的數位化及測量。通過對規劃、設計和品質控制提供準確的測量資料，可以減少建築項目的施工時間並降低成本。

潛在限制/弱點

- 激光掃描的質素會受到各種因素的影響，例如物體的表面特性和環境情況。

技術考慮

- 掃描設備應能在不同的環境條件下收集準確的數據，這些環境條件應包括但不限於複雜的建築環境、空地或不同的地形。
- 應向掃描設備提供可靠的電源，而相關設備應具備一定的耐用度以應對工地的惡劣條件，如灰塵、碎屑和極端天氣。

應用場景

- 激光掃描更適用於工地條件複雜的建築物，或適用於需要使用點雲技術建立建築信息模擬的現有建築物。

E2 用於重複施工活動的自動化/機械人技術

描述

使用機械人來執行傳統上由人手執行的施工工作可以提高效率，減少人為錯誤，並提高建築項目的安全性。例子包括有自動鋪磚機械人、遙控鑽孔機械人、自動噴漆機械人等。

自動焊接機械人

自動批盪機械人

效益/優勢

- 機械人可以更長時間地工作，因此可以提高效率，減少完成這些工作所需的時間。
- 使用機械人可以取代工人執行危險性較高的工作，從而提高施工整體的安全性。

潛在限制/弱點

- 在施工中使用機械人和自動化系統時可能存在監管和法律問題，例如安全法規和責任問題。

技術考慮

- 機械人應能在施工環境中安全可靠地運作，並具備相關故障安全保護機制的裝置，以確保工人和公眾的安全。
- 機械人應堅固耐用，以承受惡劣的工地條件，如極端溫度、灰塵和骯髒的環境。

應用場景

- 機械人適用於執行危險性較高的工作（例如負載、高空作業、危險材料等），以及適用於執行具有一定重複性的工序。

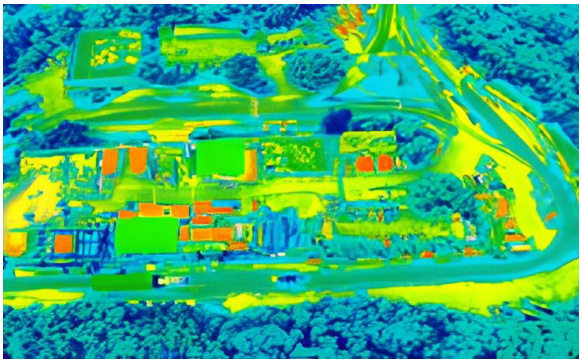
E3 在施工工地中使用無人機進行工地測量

描述

無人機在建築行業越來越普及，它們能夠進行測量，提供一些以前難以或不可能收集到的資料。通過與人工智能和激光雷達系統結合，無人機可以收集高解像度的圖像資料，並製作成準確的工地三維模型，以改善項目的規劃、監控和管理。使用無人機還可以促進和加快對建築物的檢查和維修保養。

使用無人機進行檢查

進度檢查



熱感相機的偵測

點雲數據的收集

效益/優勢

- 無人機可以快速且有效地覆蓋大面積區域，減少了傳統測量方法所需的時間和成本。
- 無人機可以配備先進的攝影設備，以收集高精度的資料和提供精確的測量。
- 使用無人機對難以進入的區域或危險區域進行檢查的安全問題較少。

潛在限制/弱點

- 無人機的飛行和收集資料的能力受制於天氣條件，如強風、降雨和霧霾等，從而影響收集資料的質素和進度。

技術考慮

- 無人機應能保持穩定的飛行並確保收集資料的質素，以建構高質素的地形圖和三維模型。

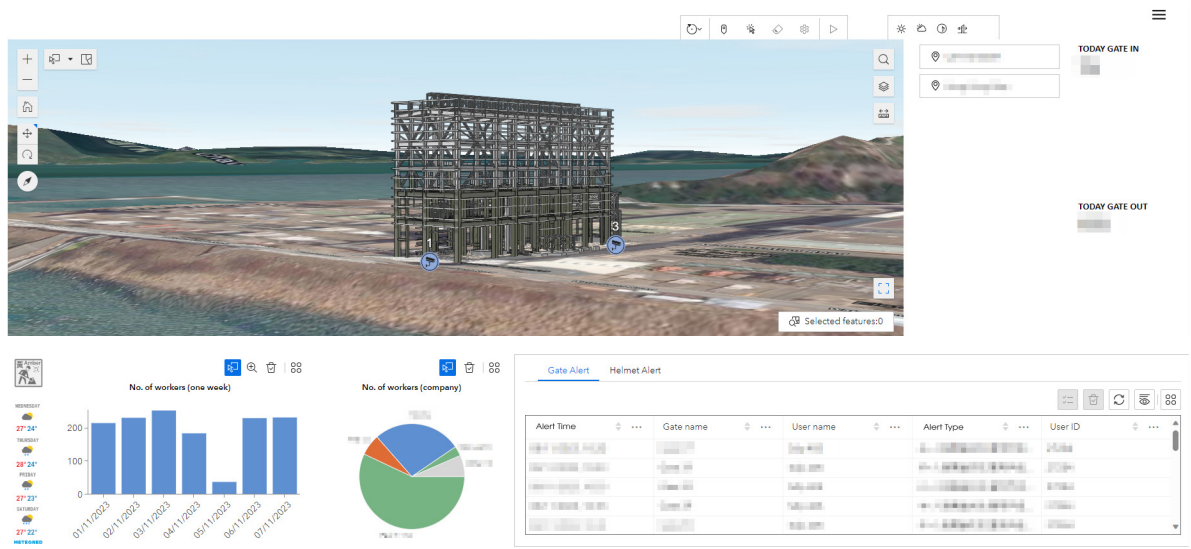
應用場景

- 無人機更適用於條件複雜的工地（如複雜的地形）。

E4 安全智慧工地和質量監測系統

描述

安全智慧工地和質量監測系統實現數據可視化和促進工作流程，並能與各種智能設備連結以進行工地安全管理。系統的關鍵組件包括中央管理平台和各種智能設備（如智能監控設備、人工智能攝影機等）。安全智慧工地和質量監測系統可以對工地安全和質量控制提供一個更全面的角度以幫助各方做出更明智的決策，從而改善建築工程項目團隊之間的溝通和合作，確保工程項目能安全準時和高標準地完成。



安全智慧工地和質量監測系統的中央管理平台

效益/優勢

- 安全智慧工地和質量監測系統可以從各種不同的來源收集和分析數據，提供有價值的資訊以幫助決策。該系統還可以提供工程進度追蹤功能，加強建築工程項目團隊之間的協調，以減少項目延遲和超支的可能性。

潛在限制/弱點

- 建築工程項目團隊需要學習使用系統，以最大程度地提高系統效率。

技術考慮

- 安全智慧工地和質量監測系統應能可視化施工現場數據並具備數據分析的能力，當檢測到不安全的情況時應能提供即時的警報或通知。

應用場景

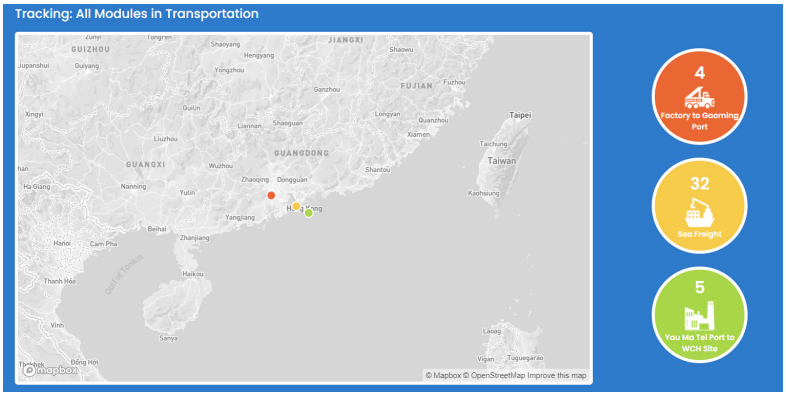
- 安全智慧工地和質量監測系統更適用於施工工序較多的建築物。
- 根據發展局發出的工務技術通告 DEVB TC(W) No. 3/2023，金額超過3,000萬元的工務工程合約需要在項目中使用安全智慧工地系統。

E5 工地活動和設備追蹤系統

描述

工地活動和設備追蹤系統是通過利用全球定位系統， 無線射頻識別等定位技術或二維碼和其他物聯網感應器執行追蹤功能的解決方案。

掃描二維碼獲取現場設備資訊



物流追蹤

效益/優勢

- 該系統可以提供工地活動和設備位置的資訊，以促進建築工程項目團隊和設備操作員之間的溝通和合作，並改善現場設備的使用和安排。

潛在限制/弱點

- 使用該系統可能需要使用者改變現有的工作流程，例如登記設備以進行追蹤。

技術考慮

- 該系統應使用適當的技術以達致追蹤功能，包括但不限於全球定位系統 (GPS)，無線射頻識別(RFID)或二維碼(QR Codes)和其他物聯網感應器。

應用場景

- 工地活動和設備追蹤系統更適用於工地條件、工地活動和施工設備複雜的工地。
- 根據發展局發出的工務技術通告 DEVB TC(W) No. 3/2023，金額超過3 000萬元的工務工程合約需要在項目中使用安全智慧工地系統。

E6 在設施保養和翻新項目中採用精益施工理念應用「供製造和裝配的設計」、「組裝合成」和「機電裝備合成法」等建築技術

描述

設施保養和翻新項目的主要挑戰之一是儘量減少建築工程對現有建築物運作造成的影響。「供製造和裝配的設計」、「組裝合成」和「機電裝備合成法」是精益施工的方法，這些方法可以減少現場的施工活動，同時確保在限制時間內的生產力，從而有效地應對這個挑戰。

在現有建築物中使用組裝合成的例子(新加坡的JTC宿舍項目)

效益/優勢

- 它可以大幅減少建築工程對現有建築物造成的影響，例如縮短整個施工週期，以及減少與施工活動有關的噪音和廢物產生的問題。

潛在限制/弱點

- 應用於設施保養和翻新項目時，現場用於臨時存放模塊的空間可能有限。

技術考慮

- 應對現有建築物進行詳細的調查，以確定場地限制並改進施工規劃。
- 應使用數碼工具促進場地使用、模組設計、安裝、施工順序和培訓等規劃，以促進項目的進度。

應用場景

- 精益施工的方法更適用於大型的加建改造工程，例如主要機電系統的升級，建築間隔和功能的改變，屋頂或平台的擴建等等，並適用於需要儘量減少因設施保養和翻新而造成影響的建築物，例如辦公室和醫療保健設施。

F1 基於人工智能/機器學習的優化和預測性保養

描述

人工智能/機器學習演算法利用從互聯技術（如物聯網感應器）收集的數據進行分析，並提供見解以改善相關建築物系統的表現。人工智能/機器學習的平台能推動智慧建築，能預測建築物的運作並提供見解，例如升降機故障信號、照明系統、電動機、泵和電纜健康的遙距監控。

基於人工智能/機器學習的智慧建築平台

效益/優勢

- 通過採用人工智能/機器學習分析數據，可以優化不同的系統，如照明系統、暖通空調系統、升降機系統等，以提高表現和能源效率及降低相關的營運成本。
- 機器學習所提供的分析可以為操作人員提供更多的見解和預測，並為建築物提供預測性保養的資訊。

潛在限制/弱點

- 全面的過往數據記錄是建立模型和準確預測結果的關鍵，有限的數據會影響準確的分析。

技術考慮

- 人工智能/機器學習的優化和預測性保養應適當地包括升降機故障、照明系統、電動機和泵及電纜健康的遙距監控，並應在相關的系統中安裝感應器來收集運作數據。
- 收集的數據和分析結果應轉換為可用的資訊，並連結具備可視化功能及易於使用的界面。如果檢測到或預測到系統有任何異常情況，應立即通知相關人員跟進。

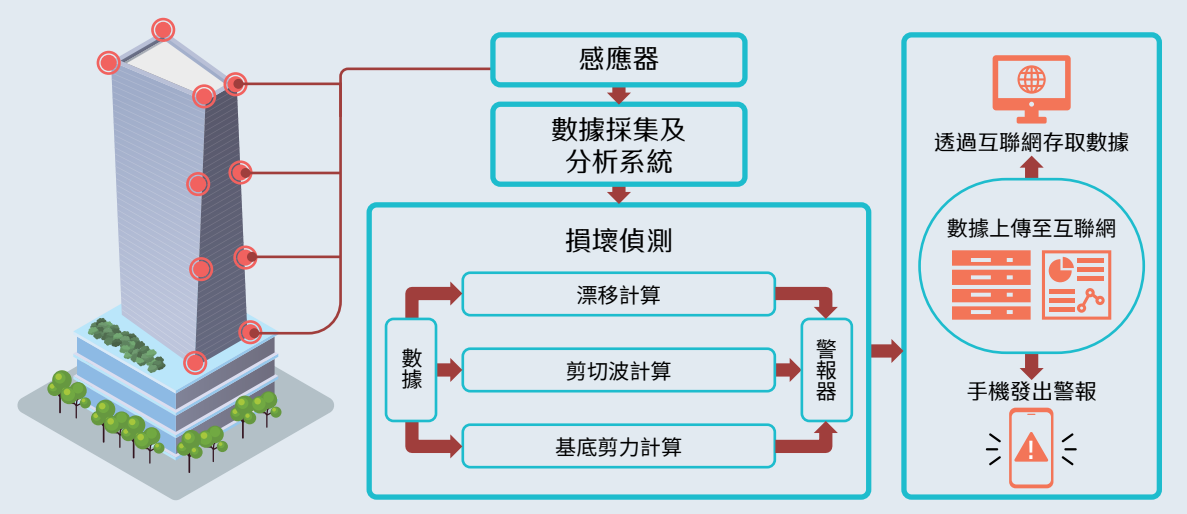
應用場景

- 人工智能/機器學習演算法更適用於裝設了不同屋宇裝備系統的建築物，如辦公室和醫療保健設施。

F2 結構健康監測系統

描述

結構健康監測(SHM)系統監測建築物的狀況，幫助確保建築物的安全和壽命。結構健康監測系統檢測和評估結構中任何潛在的損壞或缺陷，並提前提供相關的預警。整個建築物的不同位置會放置不同的感應器（如加速度感應器、溫度感應器和銹蝕感應器等），以檢測建築物結構行為的變化。



結構健康監測系統運作原理的說明

效益/優勢

- 結構健康監測系統可以準確地瞭解結構的安全性和完整性，從而減少相關檢測的需求和成本。
- 建築物的設施管理團隊能夠將獲得的數據與設計中的假設進行比較，並做出了解情況的決定，而有關建築物健康狀況的資訊也可以幫助建築物的維修保養。

潛在限制/弱點

- 震動或其他雜訊（例如地震）可能會影響分析結果，而這類誤差可能會導致不必要的維修保養。

技術考慮

- 結構健康監測系統應包括一系列可以收集結構相關數據的感應器（如加速度感應器、位移感應器、溫度感應器和銹蝕感應器等），並應能收集和傳輸相關結構性能和狀態的實時數據。
- 結構健康監測系統應具備演算法和軟件來處理和分析與結構相關的數據，並應能對建築物結構持續監測及評估其結構狀況，以偵測任何與結構相關的異常行為或情況。

應用場景

- 結構健康監測(SHM)系統更適用於難以進行結構檢測的建築物，如醫療保健設施。

F3 室外（建築物外牆監測/清潔）和室內（監測室內空氣質量/清潔水箱）的機械人技術

描述

室外機械人技術

室外機械人技術是一種全面自動化操作的技術，可用於執行建築物外部的工作。例如建築物外牆監測機械人和外牆清潔機械人。

室內機械人技術

室內機械人技術是一種可以自動執行特定工作的技術，包括建築物的營運/維修保養工作。例如可移動的室內空氣質量監測機械人和清潔水箱機械人。

室內機械人系統

效益/優勢

- 室外和室內的機械人技術可以於建築物營運及維修保養時更有效地利用資源。

室外機械人技術

- 室外機械人技術可以在建築物中難以接近的區域執行工作（如建築物外牆）。
- 應用室外機械人技術執行工作（如建築物外牆監測/清潔）可替代傳統的棚架和移動式升降平台。

室內機械人技術

- 室內機械人技術可以減省人手需要及相關維修保養的時間和成本。

潛在限制/弱點

- 機械人技術配備的攝影機和感應器可能會涉及到私隱關注問題。

技術考慮

- 應用機械人技術時應提供相關設施，包括電源和通信網路（如低功耗廣域網路（LPWAN）、無線網路（Wi-Fi））等。
- 機械人技術應能夠在不會對建築物使用者造成任何危險下執行特定的工作，並應適當地配備防碰撞感應器以確保其安全運作。

應用場景

- 機械人技術適用於所有的建築物類型，以提高建築物的營運效率。

F4 建築信息模擬及混合實境 (BIM–MR)保養培訓和虛擬模擬

描述

建築信息模擬及混合實境(BIM-MR)保養培訓和虛擬模擬是一種結合了建築信息模擬和混合實境的技術，從而為建築物的設計、施工和維修保養創造身臨其境及更加互動的體驗。這措施可以將高精度的建築物和基礎設施的數位模型結合到現實世界中，使用者因而可以使用這些模型來模擬現實世界中的不同場景。

建築信息模擬及混合實境(BIM-MR)在設施管理中的應用

效益/優勢

- 可以促進相關使用者更有效地合作，從而減少溝通不良和錯誤的風險。
- 可以探索不同的選項和模擬現實世界的場景，從而幫助識別潛在的問題。

潛在限制/弱點

- 結合現有工作流程和技術是其中一個主要挑戰，不同軟件和硬件之間可能存在相容性問題，並且可能需要改變現有流程和系統。
- 這項技術需要收集和存儲敏感的資料，因此可能存在資料安全和私隱問題。

技術考慮

- 應提供具有高解像度的混合實境設備，以便結合在現實世界中數碼模型。
- 應能在現實世界中結合建築物的數碼模型，並提供互動功能，以促進設施的維修保養工作。

應用場景

- 建築信息模擬及混合實境(BIM-MR)保養培訓和虛擬模擬更適用於具備複雜的屋宇設備系統的建築物，例如辦公室和醫療保健設施。

智能和創新建築物的新興技術

科技的發展和應用不斷演進。設計人員和建築工程項目團隊必須密切追蹤新興技術的最新發展以確保建築物的技術能力。在香港，有不同的資源提供與創新和智能技術的相關信息，例如由機電工程署推出的機電創科網上平台（ E&M InnoPortal ）和由建造業創科基金推出的預先批核名單（Pre-Approved List）。本章節介紹一些有助於智能和創新建築物發展的新興科技，並可進一步考慮應用在建築設計中。雖然這些技術目前尚未成熟或商業化，但可為未來的發展提供一些啟示。

先進的建築材料

先進的建築材料是具有卓越特性的新一代建築材料，這些材料可使建築物和基建更智能、更堅固、更可持續發展和更有韌性。這些材料為傳統的建築材料提供了創新的替代方案，並具有更好的耐久性、輕巧性、強度、導電性、隔熱性和耐高溫性等材料特性的優勢。例子包括：

自我修復材料 - 自我修復材料是一種無需外界判斷或人為干預就能自動修復的合成物質。通過在建築材料中結合微囊化和管道化兩種機制，可以在材料破裂時釋放膠囊或管道中的修復劑將其修復，自我修復特性於未來將有更大的潛力應用於混凝土、鋼材、玻璃以及塗料和涂層的材料中。

納米材料 - 納米材料是一類在任何維度上都小於100奈米的材料。通過將納米材料融入基本建築材料中（如混凝土），建築組件將可以變得更堅固、更耐用和更耐腐蝕。例子包括碳納米管、碳納米纖維和氣凝膠。納米粒子正被探索能否用於製造自我修復的混凝土、空氣淨化混凝土，以及具有自我清潔和調節透明度特性的智能窗戶和涂層，而氣凝膠也可以用於增強牆和窗戶的隔熱能力。

生物基材料 - 生物基材料是使用植物基或其他可再生生物質來製造的物質，具有吸收碳的特性，可以用作傳統高碳材料的替代品，其中一些生物基材料還提供一種利用有機廢棄物作為資源的方法。生物基材料的例子包括在建築物設計中融入竹和木材，由粟米莖和菌絲製成的磚塊，麻類植物所製成的鋼筋，以及使用軟木、麻類植物和稻草作為隔熱和覆蓋層材料。

先進的人工智能應用

人工智能(AI)和機器學習(Machine Learning)正逐漸應用於設計過程中,通過結合建築信息模擬(BIM)進行設計,可在規劃過程預測成本和時間,並在施工過程中識別潛在的危險並驅動自動施工機械。

此外,人工智能和機器學習有助於推動預測性保養,通過持續實時評估設備的狀態來優化設備的性能和使用壽命。先進的感應器和機器學習驅動的數據分析可以偵測到操作中的異常和設備中的潛在缺陷,以助在故障發生之前提前發現這些問題。分析振動、機油、甚至電流和能源流有助於監測機電裝備系統,如升降機、電纜、馬達和泵。

相對於機電裝備系統,建築物結構的健康狀況比較難預測,利用人工智能和機器學習對建築物結構健康狀況提供預測性保養仍處於研究和開發階段,在建築物中安裝感應器,收集不同類型的數據並輸入到人工智能的算法中,可以監測結構的完整性和檢測潛在問題,從而預測結構損毀的可能性。然而,由於缺乏數據以及存在數據干擾和異常問題,這項技術尚未成熟。儘管如此,這個領域正越來越受到關注,預計未來將有更多的數據源,令技術更加成熟。

機械人系統

機械人已在建築物營運期間應用,以取代勞動力資源,並改善使用者的體驗,送餐機械人、消毒機械人、室內空氣質量監測和淨化機械人是其中的一些例子。無人機和機械人的應用正在擴展到建築物生命周期的其他階段,在建築設計、施工和保養階段的使用越來越廣泛,例如用於檢測、監測和自動化施工等。

除了在建築過程中應用無人機外,無人機的發展將影響未來的建築物設計。商業無人機派遞正在從示範階段逐漸轉向商業化階段,並有可能成為未來派遞的工具。同時,研究中的載人無人機將會成為高密度城市環境中的地面交通替代方案。這些新興的無人機技術將有可能影響建築物的設計,例如在設計中需要考慮無人機的着陸區和充電設施。

智能和創新建築物的新興技術

總結

創新及智能建築科技不斷地發展，市場上亦不斷地研究、試驗和展示新興技術以提高建築物功能、效率和可靠性。建築工程項目和設施管理團隊應不斷高度關注不同的新興技術，深入認識智能和創新技術的最新發展，以促進在政府建築物中應用相關技術，並適時改善建築物的設計以實現更好的效能表現。