

歐盟建築智慧就緒指標評估方法研析

2020/09

一、智慧就緒指標緣起

歐盟在 2018 年的建築能源效率指引(Energy Performance of Building Directive, EPBD)修訂內容中，將提升建築物內智慧就緒技術(Smart Ready Technology)的智慧潛能被列為重點工作，EPBD 因此要求發展一套自願性建築能源智慧程度評估架構，即所謂的**智慧就緒指標(Smart Readiness Indicator, SRI)**。SRI 的目標即透過量化指標的評估數據，使建築居住者或智慧服務提供者對於建築智慧化的附加價值更有感。SRI 另一個目的則是提高使用者對建築智慧效益的認知程度，特別是來自能源層面的效益，同時提高智慧建築技術的投資與建築部門技術創新的運用，並在 SRI 範疇內強化能源、建築與政策間的整合與運用，特別是在資通訊技術(ICT)領域，促使建築部門未來可以被整合入能源系統或交易市場。

二、智慧就緒指標發展進程

歐盟 SRI 從 2017 年 2 月開始進行技術研究，歷經 3 年多的努力，於 2020 年 6 月正式完成計算方法論建置。期間招開多次利害關係人(歐盟成員)會議，成員國代表對指標建置提供各面向的回饋意見，歐盟彙整各方回饋意見發表個階段的 SRI 技術研究報告。

(一) 一階段

第一階段為 2017 年 2 月至 2018 年 8 月，該階段主要重點發展項目為建築內的**智慧就緒服務(Smart Ready Services)**範疇定義，服務來自建築內的**智慧就緒技術(Smart Ready Technologies)**，SRI 評估程序根據建築內智慧就緒服務項目盤點，評估這些智慧就緒服務可以提供的**功能性層級(Functionality Levels)**，例如：智慧照明設備即可分為根據日夜自動開關(層級較低)或根據環境亮度自動調整照明亮度(層級較高)。建築內除了智慧照明設備外，還會包含其它的智慧設備，例如：空調、熱水器、風扇、再生能源、需求端管理、電動車充電樁、建築監控等。這些智慧就緒技術將對建築物或使用者產生各種層面的影響或效益，例如：節能減碳、環境舒適、電力需求彈性等。歐盟 2018 年確定 SRI 計算過程將是結合多元技術與影響因素的多準則評估方法(Multi-Criteria Assessment Method)。

(二) 二階段

第二階段研究從 2018 年 12 月開始，以第一階段完成工作為基礎，**第二階段主要確定指標計算所需的參數資料，並且精進與確定 SRI 的定義與計算方法論。**第二階實際達成任務，包括：SRI 的定義和計算方法整合；SRI 推動路徑和組成研究；撰寫 SRI 有效的推動指南；SRI 對歐盟影響的量化模擬和分析；利害關係者諮詢和研究網站架設；支援政策(授權與推動法案)的制定過程。SRI 歷經約三年半的研究與討論，2020 年 6 月正式完成指標建置工作，過程中與利益相關者群體密切進行討論，最終技術研究小組與利益相關者就 SRI 的關鍵理論和方法達成共識。經過 112 個案例測試，證明 SRI 方法是可行的，影響分析也顯示歐洲推動 SRI 將可帶來巨大的效益。SRI 相關技術研究完成後，歐盟成員國將持續討論與草擬 SRI 的授權與推動法案，加速 SRI 在歐盟的實施進程。

三、智慧就緒指標發展現況

(一) 評估方法概述

SRI 提供 3 種評估方法供使用者計算建築智慧就緒程度，如表 1 所示，方法詳細說明如下：

方法 A：為快速建築智慧程度掃描程序，**主要應用於住宅與小型非住宅建築**，該法根據一個有限項目且簡易的智慧服務檢查表，使用者可透過線上進行評估或透過第三方專家現場評估，但只有現場評估會頒發正式認證。

方法 B：為較詳細的 SRI 評估方法，**主要適用於非住宅建築**，評估時間依照建築複雜程度可能需要半天至一天的時間，該法主要需透過第三方專家至現場進行評估，但也接受專家(例如：建築管理者)透過線上進行評估，但仍專家現場評估可頒發認證。

方法 C：為計量或量測的方法，建築長期運作下，透過技術建築系統(Technical Building System)或建築自動控制系統(Building Automation and Control System)回報建築功能性層級，該法將直接量化使用中建築的智慧績效程度，所以該法必須針對建築的節能、彈性及舒適度改善建立基線，方能評估智慧技術的成效。方法 C 不在只是評估建築智慧潛能，而是真正評估建築的智慧成效。方法 C 目前尚未完全成熟，因此被認定為一種未來的建築查核評估方法，本次研究將不提供詳細的評估方法論，並將該法視為未來具潛力的 SRI 演進方法。

表 1 技術就緒指標評估方法

方法 A (簡易法)	方法 B (專家法)	方法 C (營運資料評估法)
簡易方法	專家 SRI 評估	使用中智慧建築表現
包含有限制慧服務項目 (27 細項)	包含全部智慧服務項目 (54 細項)	量測或電表資料
使用者線上自我評估(無認證)或第 三方現場查核(有認證)	專家線上自我評估(無認證)或第三 方現場查核(有認證)	使用中建築且有電表資料或技術 建築系統自動回報績效
最多 1 小時	0.5~1.0 日	長期資料(例如：1 年)
適用住宅或小型非住宅建築	適用非住宅建築(但住宅亦可)	適用居住中的住宅與非住宅建築

(二) 智慧就緒服務項目

智慧就緒指標評估方法論建立在建築現有的智慧就緒服務基礎上，而智慧就緒服務則來自建築內的智慧就緒技術，具有智慧就緒服務的技術須涵蓋三項關鍵功能性，如下：

1. 具備透過調適建築能源消費維持建築能源效率表現與運作的能力。
2. 具備回復居住者需求、友善使用、維持室內健康生活環境及回報能源使用狀態的能力。
3. 具備建築能源需求彈性，即透過需量反應達成電網負載轉移的能力。

SRI 不論使用方法 A 或方法 B，智慧就緒服務皆分為九類，分別為暖氣(Heating)、冷氣(Cooling)、室內熱水(Domestic hot water)、可控通風(Controlled ventilation)、照明(Light)、動態建築外殼(Dynamic building envelope)、電力(Electricity)、電動車充電樁(Electric vehicle charging)及建築監控與控制(Monitoring and control)，如圖1所示，但方法 A 與方法 B 方法所涵蓋的細項不同。

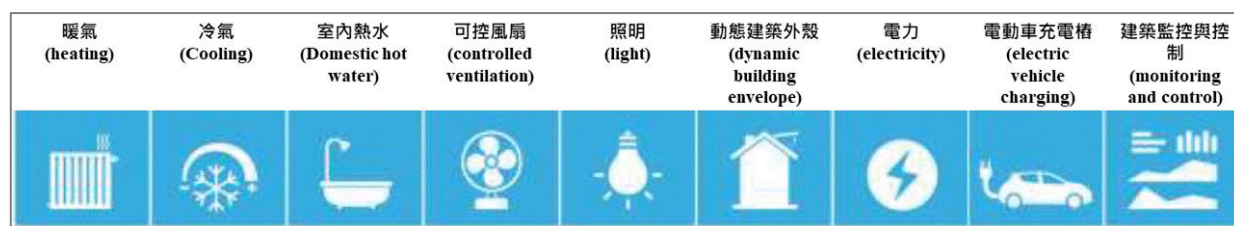


圖 1 SRI 智慧就緒服務分類

(三) 智慧就緒影響評估準則

每種智慧就緒服務有較高功能性評等，則代表服務本身具備較高的智慧潛能，而功能性層級屬於序列數值，因此各智慧就緒服務的功能性層級是無法相互比較的。每一個智慧就緒服務可對於建築物、使用者與電網產生各種影響，影響準則分為現場節能(Energy saving on site)、電網與儲能彈性(Flexibility for the grid and Storage)、舒適度(Comfort)、便利性(Convenience)、福利健康(Well-being and health)、維護與錯誤預測(Maintenance and fault prediction)、居住者資訊獲取(Information to occupants)，如表 2 所示。

表 2 技術就緒服務影響準則

影響準則	說明
現場節能	智慧就緒服務對建築節能能力的影響程度。
電網與儲能彈性	智慧就緒服務對建築能源彈性潛能的影響。
舒適度	智慧就緒服務對於居住者舒適程度的影響。
便利性	智慧就緒服務對於居住者便利性的影響。
福利健康	智慧就緒服務對於居住者福利與健康的影響。
維護與錯誤預測	透過自動錯誤偵測與診斷進行建築系統的維護與營運。
居住者資訊獲取	智慧就緒服務對居住者提供可預知的建築營運資訊。

資料來源：VITO, Summary of State of Affairs in 2nd Technical Support Study on the Smart Readiness Indicator for Building

(四) 多準則評估方法

SRI 多準則評估方法架構如圖 2 所示，每一個智慧就緒服務類型中的智慧就緒服務相對每一個影響準則皆有可能產生一個影響分數(Impact Score)，將每一個服務項目分數進行加總，即可獲每一個智慧就緒服務類型對於個別準則的影響分數，再將影響分數除以理論最大影響分數，即類型影響分數(Domain Impact Score)。每一個類型影響分數再依據與評估準則間的權重進行加總，即可獲得每一個評估準則的總影響分數(Total Impact Score)。權重數值由各智慧服務類型與評估準則間重要性決定，目前 SRI 提供固定權重(Fixed Weights)、相等權重(Equal Weights)及能源平衡權重(Energy Balance Weights)三種選項。每一個影響準則分數再乘上對應的關鍵功能性項目(能源效率提升、滿足使用者需求及能源需求彈性)的權重，即可獲得每個關鍵功能性分數。每一項關鍵功能性分數乘以相對總影響平均權重進行加總，就是 SRI 的總影響分數，即所謂的智慧就緒程度。

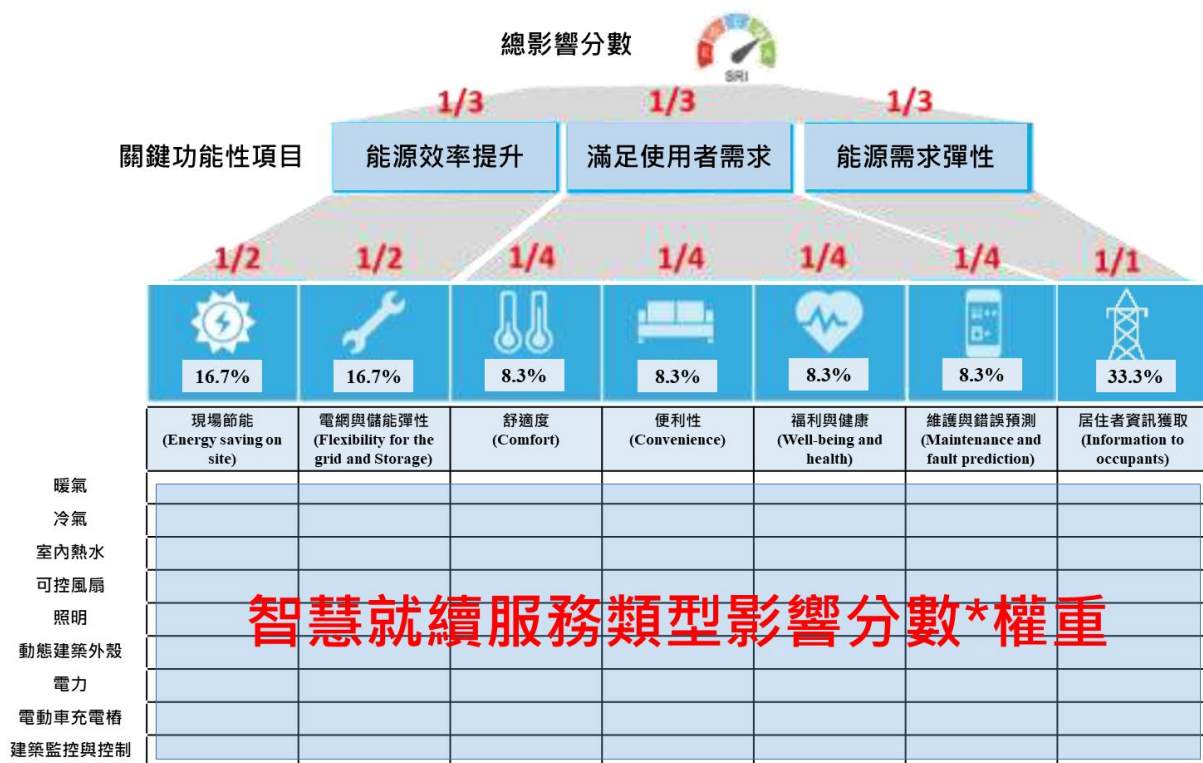


圖 2 SRI 多準則評估方法架構

四、結論與建議

(一) 結論

歐盟於 2020 年 6 月完成建築智慧就緒指標(SRI)研究、建置與測試工作，後續將開始於各會員國進行推廣應用。SRI 主要針對建築內的智慧就緒技術所提供的智慧就緒服務對智慧評估準則的影響進行量化評估。

SRI 涵蓋 9 大類型的智慧就緒服務(技術)，影響評估涵蓋 7 項智慧影響評估準則，透過評估準則可對應的能源效率提升、符合使用者需求或建築能源需求彈性三項功能性指標，計算建築的智慧就緒分數。

SRI 評估方法分為簡易、專家及營運資料評估法，歐盟目前只推薦簡易與專家兩法，兩種方法主要差異為涵蓋的智慧就緒項目不同，營運資料評估法需要建築營運資料進行評估，目前發展尚未達成熟階段。

SRI 的真正目的並非評估建築是否屬智慧建築，被評估的建築本身即是智慧建築，但所有的設備皆有運作的物理極限，SRI 的目的即是評估建築物內智慧設備在物理極限下的最大智慧潛能綜效，只有節能的效益。

(二) 建議

建築節能智慧化為將來智慧效率的發展趨勢，智慧建築涵蓋的智慧效率相關設備範疇較廣且複雜，且並非裝設智慧設備就會產生節能的效益，必須透過一套有理論基礎的評估方法論，才能量化智慧節能建築的綜合效益。

我國未來若要積極推動建築節能智慧化，SRI 將是輔助政策推動的有效工具，政策主管機關可透過 SRI 評估其獎勵或補助的智慧節能建築綜效，針對不同層級的智慧就緒層級給予差異的獎勵或補助，有別過去齊頭式的獎勵補助方式，將可更有效提升建築物節能設備的整合與優化應用。

SRI 若透過建築實際營運資料的蒐集與分析，將會比簡易或專家法可更確實量化建築的智慧綜效，評估結果也更具公信力，雖然目前發展尚不成熟，但未來勢必是發展趨勢，這將可帶動建築大數據技術的發展與應用，因有確實的量化節能綜效，將有助建築節能認證制度的發展。

五、參考資料

Energy performance of buildings directive. (2020, March) European Commission.

SUMMARY OF STATE OF AFFAIRS IN 2ND TECHNICAL SUPPORT STUDY ON THE SMART READINESS INDICATOR FOR BUILDINGS. (2020, February)
European Commission.

FINAL REPORT ON THE TECHNICAL SUPPORT TO THE DEVELOPMENT OF A SMART READINESS INDICATOR FOR BUILDINGS. (2020, June) European Commission.