



隱含碳排 (EC, Embodied Carbon)

吳崇弘技師

人類的生活離不開建築，建築於文明早期提供遮蔽、不受野獸攻擊的空間，現今建築更是除了居住的功能外，有了更多的意義如學校、店鋪、工廠等，可以說建築帶來了文明的進步。而當我們放眼望去總會看到施工、建設或是拆除中的建築，然而此時本提供人類安全的建築，卻正在扼殺我們的地球。截至目前為止，全球已有超過 130 個國家宣布推動淨零排放 (Net zero emissions)。然而，要達成這目標，實際上仍存在許多的挑戰—現今的建築產業就消耗了全球 36%的能源、產生 38%的碳排量、消耗 50%的材料與資源。

所謂隱含碳排(EC, Embodied Carbon)是指在產品或服務的整個生命週期中，除了實際生產過程中產生的碳排放外，還包括在整個供應鏈中釋放出的所有溫室氣體總量。換句話說，隱含碳可以追溯到獲取原材料的生產前階段。包含了原材料的提取、製造與施工、運輸、安裝與處置。

聯合國《2022 年全球狀況報告》顯示，建築業占全球碳排放總量的 39%，其中大部分 (28%) 來自建築運營時造成的能耗碳排放，這意味著還有 11%的碳排

放容易被忽略，隱含碳正是為了強調這部分隱含在材料和製造過程中的碳排放而提出的概念。

測量隱含碳的方法有很多，但基本都要求計算始於“搖籃”，即從提取原材料的環節開始統計碳排放。在此基礎上，又可以細分為至少以下 5 種範圍：

- **從搖籃到大門**：這是最常見的衡量標準，指的是材料開採和生產的排放量總和，不包括建築運營、運輸、拆除和處置的碳排放量總和，因此也被稱為“供應鏈碳”。
- **從搖籃到現場**：即在材料開採和生產基礎上，再增加將材料運輸到建築工地的碳排放量。
- **搖籃到終點**：從材料開採到建築運營的碳排放量。
- **從搖籃到墳墓**：從材料開採到建築維護、拆除和處置的碳排放量。
- **從搖籃到搖籃**：從材料開採到建築拆除，再到將舊材料轉化為新材料的全部碳排放量。

數位孿生可以說明測量已有和在建建築的隱含碳，賦能建築行業減少隱含碳。例如，數字孿生可對建築的施工和供應鏈建模，幫助管理者瞭解原材料、原材料運輸以及建造過程中能源消耗情況，助力管理者在原材料選取、施工階段和供應鏈物流方面減少隱含碳。數位孿生也可以即時監測建築性能變化，為能源使用和碳排放提供持續資料，為隱含碳未來優化提供深刻洞見。零碳建築對全球氣候變遷的減緩作用是肯定的，永續發展是無法脫離群體而單靠個人的努力，不僅在 ESG 三層面無法獨立存在，且需要政府、企業以及大眾一同關注及協力。

