

2023 EDITION

住宅建築 能效評估概論

透過住宅能效評估
實現台灣淨零住宅目標



25篇短文帶您認識住宅能效，
讓住宅像家電設備一樣標上能效率等級。

**住宅能效是甚麼？
台灣住宅能效如何評估？**

**其他各國的住宅能效制度？
如何提升住宅能效等級？**

序

因應國際間地球暖化與溫室氣體排放的議題，淨零碳排 (Net Zero Emission) 已躍升為世界最重要的課題，從民生、政治、商業、教育等各領域下，均成為減碳策略的一環；國家發展委員會於 2022 年 3 月公布臺灣 2050 淨零排放路徑及策略，由公部門帶頭 2030 年公有建築物 100% 達建築能效 1 級或近零碳建築。

我國在自有能源短缺、備用電力不足的能源危機下，且因建築耗能為住商耗能最為大宗的情勢下，強化建築物能源效率的策略，乃是當前國家最緊急的任務，而住宅的減碳策略，也被列為此波政策的關鍵對象。建築能效標示制度，是目前世界公認最精確、最有效的國家建築能源管理工具，本部於綠建築標章制度之良好基礎上，建構建築能效標示制度，並建立新建與既有建築物的建築能效計算、評分與標示之標準方法，此法即為台灣建築能效評估系統，又稱 TBERS (Taiwan Building EnergyEfficiency Rating System)，包含公共建築等非住宅建築專用的建築能效評估系統 BERS 與住宅類建築專用的新建住宅能效評估系統 R-BERS(Building EnergyEfficiency Rating System for Residential) 等兩大主系統。

本所同步於 2022 年公告住宅類建築專用的新建住宅能效評估系統 R-BERS，設定近零碳建築 NZCB(Nearly Zero-Carbon Building) 作為政策之建築最高能效標示，以 2000 年綠建築標章實施為起算年，定義減碳率 30% 以上之住宅建築為 NZCB 水準，標示對象含括全國透天住宅及非透天住宅，讓住宅能效標示與綠建築標章無縫接軌，為我國建築節能政策上的一大亮點，也是落實我國淨零建築政策的第一步。

內政部建築研究所 所長

王崇進 謹誌

2023 年 12 月

住宅建築能效評估概論

Section 1. 淨零初探

Chapter 1. 溫室效應是什麼	2
Chapter 2. 碳中和	4
Chapter 3. 什麼是 Race to Net Zero	6
Chapter 4. 淨零碳排與淨零排放有何不同	8
Chapter 5. 台灣的 2050 淨零路徑挑戰	10
Chapter 6. 實踐淨零建築的兩支箭	14
Chapter 7. 近零建築與淨零建築有何不同	18

Section 2. 各國住宅建築能效

Chapter 8. 有聽過什麼是淨零住宅嗎？	22
Chapter 9. 歐盟的住宅建築能效制度	26
Chapter 10. 英國的住宅建築能效制度	30
Chapter 11. 美國的住宅建築能效制度	32
Chapter 12. 日本的住宅建築能效制度	34
Chapter 13. 世界各國的住宅耗電比一比	36

Contents

Section 3. 台灣的住宅建築能效

Chapter 14. 台灣減碳的目標？	40
Chapter 15. 住宅為甚麼要減碳？	42
Chapter 16. 台灣住宅耗電密度 EUI	44
Chapter 17. 住宅家電分項比例	46
Chapter 18. 台灣的近零住宅定義	48
Chapter 19. 住宅能效評估系統 R-BERS 適用範圍	50

Section 4. 如何提升住宅建築能效

Chapter 20. 住宅節能潛力在哪裡？	54
Chapter 21. 集合住宅共用空間的節電潛力	56
Chapter 22. 新建透天住宅的減碳重點	58
Chapter 23. 新建集合住宅的減碳重點	60
Chapter 24. 既有住宅的減碳重點	62
Chapter 25. 家庭減碳貢獻	64

1. ABRI (Architecture and Building Research Institute)，內政部建築研究所

為我國政府機關，設置目的係為推動全國建築研究發展，達成國家整體建設之目標。

2. BERS (Building Energy-Efficiency Rating System)，建築能效評估系統

內政部建築研究所以台灣的氣候條件、建築節能法規、綠建築評估體系所開發的建築能效評估系統。

3. BERSc (Building Energy-Efficiency Rating System for Convenience Stores)，
既有便利商店能效評估系統

建立於 BERS 下，適用於品牌連鎖超商之便利商店之建築能效評估系統。

4. BERSe (Building Energy-Efficiency Rating System for Existing Buildings)，
既有建築能效評估系統

建立於 BERS 下，適用於既有非住宅類建築之建築能效評估系統。

5. BERSi (Building Energy-Efficiency Rating System for Institutional Buildings)，
既有機構建築能效評估系統

建立於 BERS 下，適用於辦公、旅館、百貨商場、醫院等四類建築群組織機構組織對旗下建築之建築能效評估系統。

6. BERSn (Building Energy-Efficiency Rating System for New Buildings)，
新建建築能效評估系統

建立於 BERS 下，適用於新建非住宅類建築之建築能效評估系統。

7. CEI* (Carbon Emission Intensity Index)，碳排密度指標

在建築能效評估系統 BERS 所定義的耗能量計算範疇 ECB 內，每單位坪樓地板面積的碳排密度，單位為 $\text{kgCO}_2/(\text{m}^2.\text{yr})$ ，它與耗電密度指標 EUII* 意義相同，被用來作為 BERS 的分級評估與能效標示依據。

8. CFR (Carbon Footprint Reduction Ratio)，碳足跡減碳率

設計建築物與基準建築物相比，在 LEBR 評估範疇內的蘊含碳排之減碳比例。

9. DEC (Display Energy Certification)，能源公開揭露認證

針對既有公眾使用的建築物提供以能源單據能效評估並對公眾公開揭露之認證，它源自 EPBD7.3 文件的規定。

10. EC (Embodied Carbon)，蘊含碳排

是由消費者角度「隱藏看不到」而內含於建築物生命週期過程，包括由建材的原始資材挖掘、運輸、工廠生產、運至工地、現場施工、更新維護、拆除廢棄等過程的碳排。

11. EPC (Energy Performance Certification)，建築能效認證

以模擬計算為主且無須能源單據驗證的新建建築物能效評估法，它源自 EPBD7.2 文件的規定。

12. EPBD (Energy Performance of Buildings Directive)，建築能效指令

歐洲議會為了改善歐盟建築能效所推出的法令，該第一版指令 EPBD2002/91 / EC 於 2002 年 12 月 16 日獲得批准，並於 2003 年 1 月 4 日生效。

13. EPD (Environmental Product Declaration)，國際第三類產品環境宣告

基於產品生命週期之特性，依據 ISO 14025 標準提供消費者量化且可比較之環境績效結果。

14. EUI (Energy Use Intensity)，耗電密度

建築物每單位樓地板面積的全年用電密度，單位為 $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{yr})]$ 。

15. EUI* (Energy Use Intensity Index)，每單位樓地板面積的全年用電密度指標

在建築能效評估系統 BERS 所定義的耗能量計算範疇內，每單位樓地板面積的耗電密度，單位為 $[\text{kWh}/(\text{m}^2 \cdot \text{yr})]$ ，被用來作為 BERS 的分級評估依據。

16. ESR(Energy Saving Rate)，節能率

以綠建築節能計算基準年（2000 年）水準與能效計算範疇 ECB（在 BERS 為空調、照明、電梯三系統總耗電量）所計算的節能比例。

17. GHG (Greenhouse Gas)，溫室氣體

造成地球溫室效應的氣體種類，包括二氧化碳 (CO₂)、甲烷 (CH₄)、一氧化二氮 (N₂O)、氟化氣體、水蒸氣等氣體。

18. LEBR (Manual of Low Embodied-carbon Building Rating system)，

低碳 (低蘊含碳) 建築評估系統

內政部建築研究所以台灣的建築工法、建築法規、綠建築評估體系所開發的低碳建築評估系統。

19. LEBRS (Low Embodied-carbon Building Rating System)，低碳建築評估系統

用於評估台灣建築蘊含碳排 EC 之評估系統。

20. Net Zero，淨零排放

在特定時間內（通常是一年）使溫室氣體的人為排放與移除量達成平衡。

21. NZCB (Nearly Zero-Carbon Building)，近零碳建築

仿歐盟的近零能建築 NZEB 概念，被提出作為台灣建築能效標示制度最高能效建築的名詞。NZCB 在非住宅建築以節能率 50% 以上被認定為 NZCB 水準，在住宅建築則以減碳率 30% 以上被認定為 NZCB 水準。

22. NZEB (Nearly Zero-Energy Building)，近零能建築

NZEB 在 EPBD2010 之第二號文件的定義：NZEB 對於 EPBD2010 附件 1 所規範之能源項目（採暖空調、換氣、熱水等）必須具備非常高的能效，且必須以當地或鄰地生產的再生能源，將建築用電減至接近零或非常低耗能的水準。

23. NZB (Net Zero Building)，淨零建築

依賴現場再生能源設施或外購再生能源憑證所產出的全年耗電量大於或等於該建築物全年總耗電量之建築物。

24. OC (Operational Carbon)，使用碳排

指產品或服務的使用過程中產生的碳排放，例如開車時汽車燃料燃燒產生的碳排放、建築物日常使用電力產生的碳排放等。

25. PCR (Product Category Rules)，產品類別規則

針對特定的一個產品或一產品群進行環境宣告之生命週期範疇進行界定之作業程序文件。

26. R-BERS (Building Energy-efficiency Rating System for Residential Buildings) , 住宅能效評估系統

建立於 BERS 下，適用於新建住宅類建築之建築能效評估系統。

27. UR (Urban-Rural Factor) , 城鄉係數

BERS 為了因應鄉間人口密度下降所產生建築空間使用率低落因而導致建築耗電量下降現象所導入的耗電量修正係數。

28. ZEB (Zero Energy Building) , 零耗能建築

日本政府為加強日本國內建築物之能效提升措施，非住宅類建築節能 50% 以上且使用 100% 再生能源或以上者，將全年一次能源消耗量為淨零或負值的建築物。

29. ZEH (Zero Energy House) , 零耗能住宅

日本政府為加強日本國內住宅之能效提升措施，住宅類建築節能 20% 以上且使用 100% 再生能源或以上者，將全年一次能源消耗量為淨零或負值的建築物。

Section

1

淨零初探

Chapter 1. 溫室效應是什麼	2
Chapter 2. 碳中和	4
Chapter 3. 什麼是 Race to Net Zero	6
Chapter 4. 淨零碳排與淨零排放有何不同	8
Chapter 5. 台灣的 2050 淨零路徑挑戰	10
Chapter 6. 實踐淨零建築的兩支箭	14
Chapter 7. 近零建築與淨零建築有何不同	18

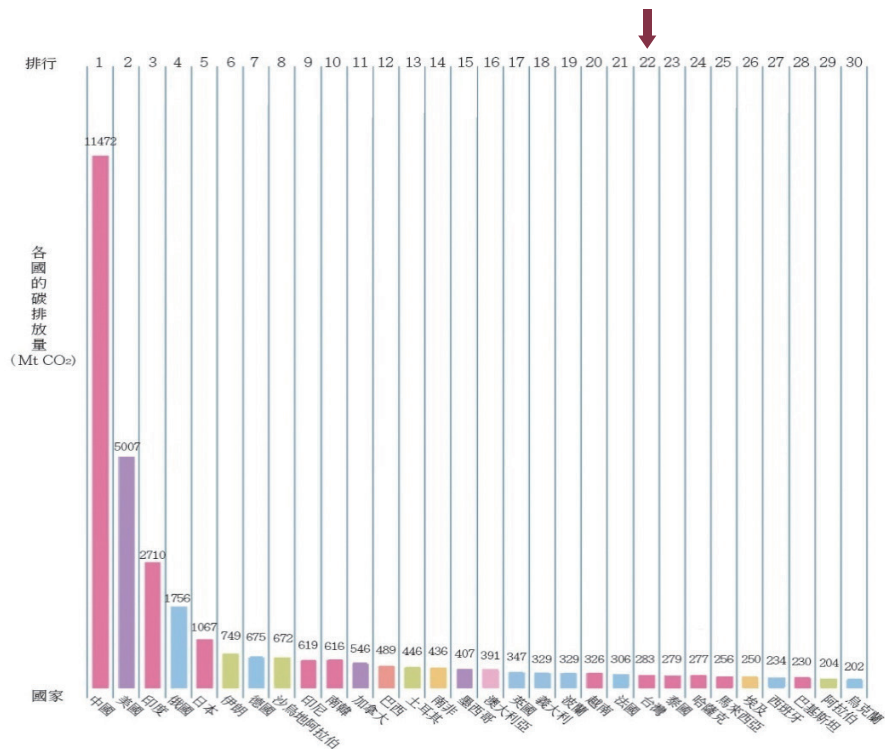
溫室氣體 (Greenhouse Gas, GHG) 中包含二氧化碳 (CO_2)、甲烷 (CH_4)、一氧化二氮 (N_2O)、氟化氣體、水蒸氣等，主要是日常生活中為提供能源時，燃燒石油、天然氣或煤炭等化石燃料所釋放出溫室氣體，溫室氣體和溫室玻璃類似，射進來的太陽光經地球反射成為紅外線，而溫室氣體導致紅外線無法輕易釋放到外太空，使地球變的溫暖，此種現象被稱為「溫室效應」。不同的溫室氣體對造成地球溫室效應的能力都不同，例如：氟化氣體為無機人造氣體大部分用在冷藏冷凍，而該氣體對於全球暖化潛勢 (Global Warming Potential, GWP) 是二氧化碳的 1 千倍以上，為了方便計算，需要一個統一的量度單位。由於二氧化碳佔溫室氣體總量約 80%，且是主要人為產生的溫室氣體，國際間便以其作為基本單位，將其他溫室氣體造成溫室效應的能力，也轉化為相當於多少二氧化碳所造成溫室效應的能力，這個比例叫做「二氧化碳當量」，單位是 CO_2e 。

由於台灣高度仰賴進口化石燃料高達 98%，名列於全球前三十大高碳排國家（第 22 名），而 2021 年的人均碳排放量為 11.84 公噸，遠高於世界（4.69）、日本（8.57）、歐盟 27 國（5.89）和中國（8.05）。顯示出台灣的人口數與面積比相對其他國家都小，卻有如此高的人均碳排放量，減碳的責任責無旁貸。

燃燒化石燃料會增加大氣中的溫室氣體，捕捉熱能，導致地球變的溫暖。造成嚴酷天氣，包括颶風、豪雨、洪水、乾旱、暴風雪等異常氣候。



溫室效應對地球的影響

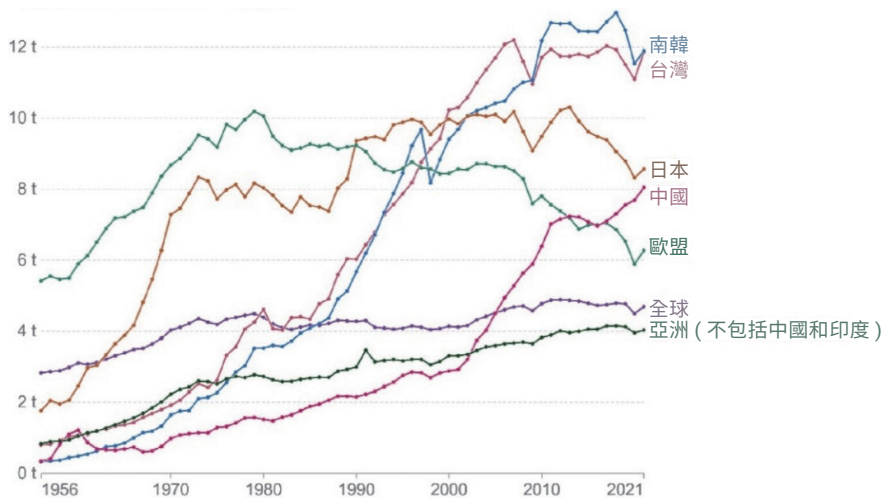


世界前 30 大碳排國

參考資料 | <http://www.globalcarbonatlas.org/en/CO2-emissions>

人均二氧化碳排放量

礦物燃料和工業排放的二氧化碳



來源：Our World in Data based on the Global Carbon Project (2022) OurWorldInData.org/co2-and-greenhouse-gas-emissions • CC BY

1. 化石燃料排放 (Fossil emission)：化石燃料排放是指燃燒化石燃料所排放的二氧化碳以及工廠製造水泥和鋼鐵生產等產品所排放的二氧化碳。
2. 化石二氧化碳 (Fossil Co₂) 包括煤、石油、天然氣、燃燒、水泥、鋼鐵和其他工業過程的排放。
3. 化石燃料排放不包括土地利用的變化、森林砍伐、土壤或植被。

人均碳排放比較 (1956-2021)

參考資料 | <https://www.worldometers.info/co2-emissions/co2-emissions-per-capita>

自 18 世紀工業革命以來，人類依賴石化燃料帶來的文明發展也讓溫室氣體排放急劇上升，對全球經濟、社會和環境造成深遠影響。碳中和（Carbon Neutrality）目的在抵銷人類活動產生的二氧化碳，**可以透過減少碳排放、增加碳匯、購買碳權等方式實踐**。例如：執行綠建築設計、提高能源效率、使用可再生能源和推廣綠色交通等方式有助於減少碳排放；在基地內多種植樹木、保護生態系統等方法則可增加碳匯。為了抵銷產生的二氧化碳，期望透過以下手法達成：

(1) 減少碳排放：

實現綠建築設計、提升能源效率、使用可再生能源以及推廣綠色交通。

(2) 增加碳匯：

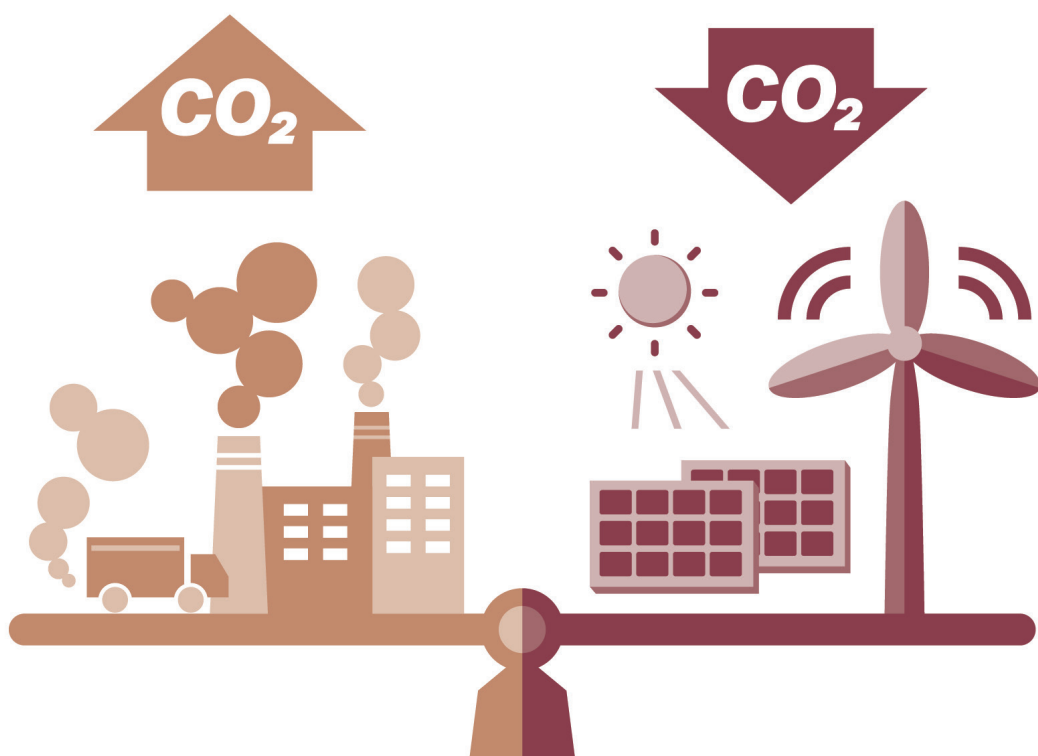
保護森林、沼澤、草原等生態系統，並在建築周圍種植樹木以吸收並固定二氧化碳。

(3) 購買碳權：

企業和國家可通過購買碳權來抵銷無法減少的碳排放，達到淨零碳排。

TIPS

「碳權」是一種碳排放權利的交易，是將碳排放類似財產的方式進行買賣。碳權通常是由政府或國際機構發放，表示某一國家、企業或個人在一定時間內可以排放的碳的總量，稱為碳排放配額。如果某個國家或企業的碳排放量超過了它的碳排放配額，就必須從其他國家或企業購買額外的碳權，以彌補其超額排放的部分，而購買碳權的錢通常作為投資綠色能源的開發或環保事業。



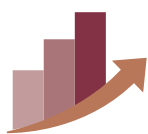
碳中和：人類生產消費或進行活動產生的二氧化碳，透過減少碳排、增加碳匯、購買碳權等方式抵銷產生的二氧化碳，兩者相抵後為零。



「碳中和」的目標在於減少溫室氣體排放和提高碳匯能力，以減緩氣候變遷帶來的衝擊。2015 年《巴黎協定》後，聯合國提出 Race to Net Zero 活動（淨零排放競賽），全球共有 137 個國家參與，絕大多數國家承諾在 2050 年左右實現碳中和。其中，不丹和蘇里南已實現碳中和，烏拉圭希望在 2030 年達成，歐洲的芬蘭、奧地利、冰島、德國和瑞典則定目標為 2045 年前。超過 90% 的國家設定在 2050 年實現碳中和，但澳洲、新加坡、烏克蘭、哈薩克斯坦和排放量最大的國家中國則延後至 2060 年。雖然台灣未列入 137 個國家名單，但 2022 年國家發展委員會提出 2050 淨零排放路徑，期望共同參與這場環保活動。截至 2022 年 9 月，全球已有 8,307 家公司、595 家金融機構、1,136 個城市、52 個州和地區、1,125 所教育機構和 65 家醫療機構加入 Race to Net Zero，共同為碳中和努力。

TIPS

巴黎協定（Paris Agreement）於 2015 年通過，旨在抗衡氣候變化。主要目標為：(1) 控制全球氣溫上升在 2°C 內，並努力將其限制在 1.5°C 內；(2) 在本世紀中期達到全球碳排放上限，進而實現淨零排放；(3) 已發展國家向發展中國家提供資金支持，促進綠色低碳發展；(4) 建立全球透明度框架，以評估和監察各國在應對氣候變化方面的進展。



盈利能力

節約成本、改進流程、降低能源和碳價格——以及新的收入來源。



安全性和彈性

減少對更廣泛的能源網絡的依賴以及相關的故障風險。



聲譽利益

客戶更喜歡對環境負責的公司，並通過他們的購買行為表現出來。



可持續性

可以支持企業未來的發展方向和成功，同時也有利於當地社區。

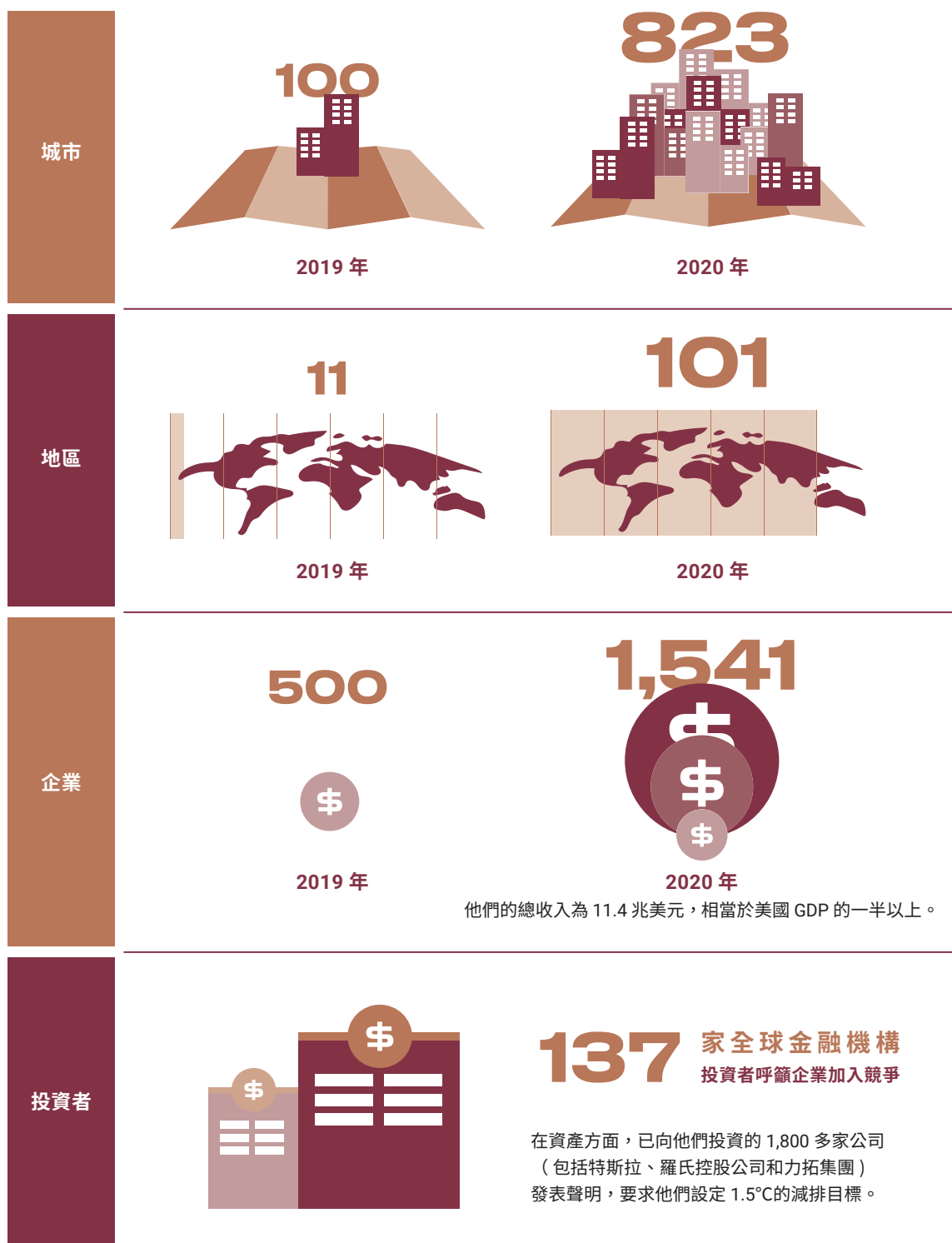


投資與創新

增加綠色投資可以減少資本支出需求，幫助企業專注於創新。

企業追求淨零排放有什麼好處

參考資料 | <https://bit.ly/3K2GRuy>



有誰加入了 Race to Net Zero 淨零排放競賽

參考資料 | <https://bit.ly/3K2GRuy>

「碳中和」與「淨零排放」的本質其實很接近，但其降低的對象與策略有所不同。碳中和主要針對二氧化碳排放，而淨零排放則涵蓋二氧化碳及其他 6 種溫室氣體。兩者皆在降低排放並抵銷排放，但淨零排放的目標更為廣泛。本單元比較它們的定義和涵蓋範疇的不同。淨零排放不是不排放，而是努力讓人為造成的溫室氣體排放極小化，再用負碳技術、森林碳匯等方法抵消，達到淨零排放。

(1) 碳中和 (Carbon Neutrality)：

主要關注在二氧化碳 (CO₂) 的排放與抵銷。目標是通過減少二氧化碳的排放、增加碳匯和購買碳排放抵消等方式，在特定時期內（通常是一年）使人為排放的二氧化碳減至零。這需要進行「碳足跡盤查 CFV」，以掌握評估標的物的碳排放量，然後採取減量措施或抵換行動，以實現「碳中和」。

	碳中和	淨零排放
定義	溫室氣體排放總量被平衡或「抵消」，無須降低絕對排放量	根據最新的氣候科學和 1.5° C 軌跡，減少溫室氣體排放，並抵消難以減少的剩餘排放
排放涵蓋範疇	涵蓋範疇 1 和範疇 2 排放的最低要求，鼓勵範疇 3	涵蓋範疇 1、2、3
適用的抵銷量	碳避免 / 減少信用額度，以及去除信用額度	僅碳去除信用額度
應用對象	公司企業、產品、服務層級	全球、國家、公司層級

1. 範疇 1 (**直接排放**)：組織的溫室氣體排放，如製造過程使用的石化燃料或運輸工具所產生的排放。
2. 範疇 2 (**間接排放**)：組織購買電力、熱和蒸氣產生的間接排放溫室氣體。
3. 範疇 3 (**其他間接排放**)：為公司外部產生的所有間接排放，不受組織直接控制，如員工通勤、商務差旅、使用銷售商品、廢棄物處理等多個方面的排放。

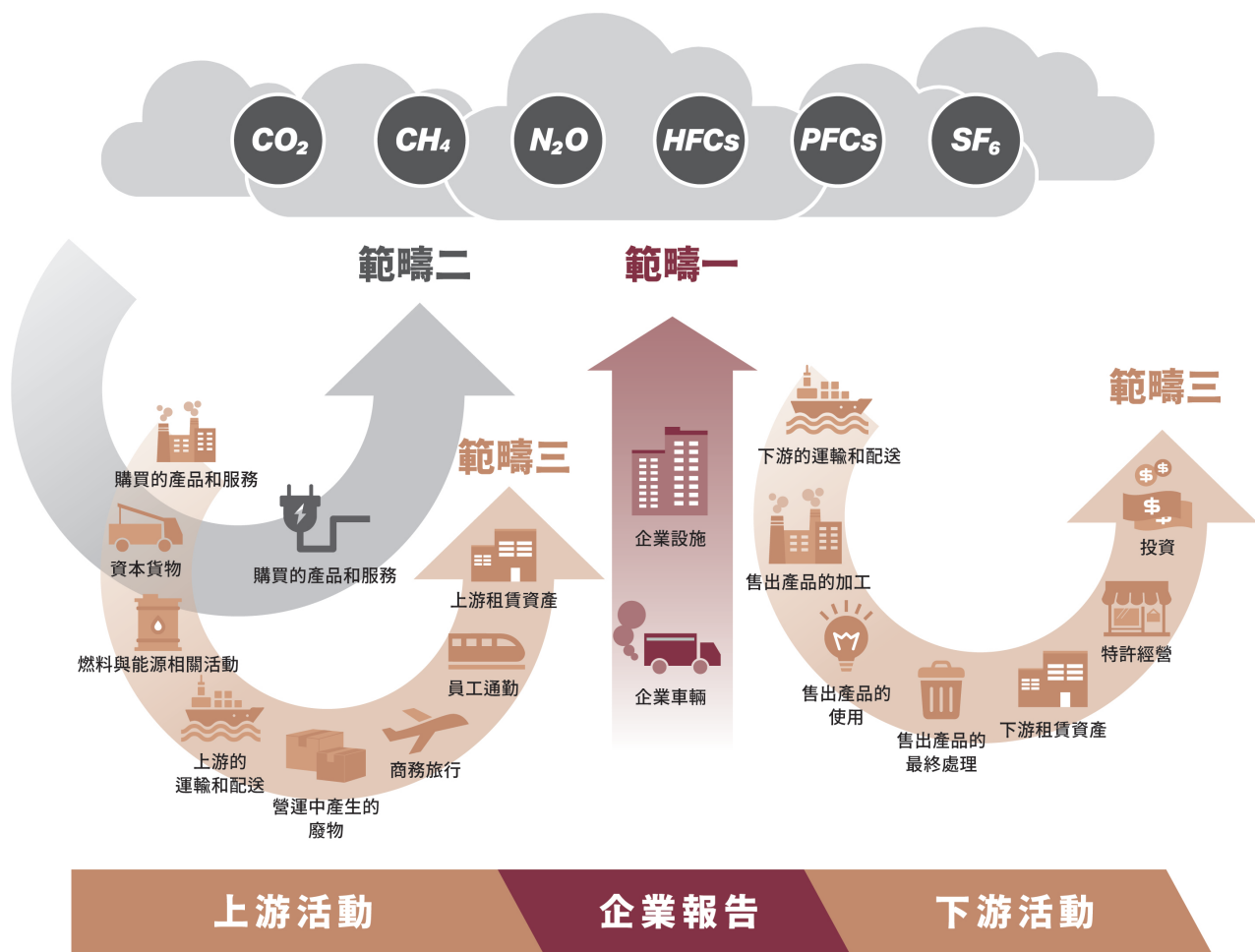
TIPS

碳足跡盤查 (Carbon Footprint Verification, CFV)：

根據 ISO 14067 所提出的「碳足跡」評估標準，進行產品或服務所產生的碳足跡調查，在完整的生命週期內產品或服務的溫室氣體排放量。溫室氣體排放涵蓋了直接排放、間接排放、其他間接排放等 3 大範疇。

(2) 淨零排放 (Net Zero)：

上述碳中和的觀念是以二氧化碳 (CO₂) 減量為主要訴求，但是溫室氣體中仍存在其他暖化增溫更為劇烈的氣體，如甲烷 (CH₄)、氧化亞氮 (N₂O)、氫氟碳化物 (HFC_s)、全氟碳化物 (PFC_s)、六氟化硫 (SF₆)、三氟化氮 (NF₃) 等氣體。其目標是在特定時間內（通常是一年）使所有的溫室氣體人為排放與移除量達成平衡。



溫室氣體 (GHG) 協議範疇和價值鏈中的排放

參考資料 | Corporate Value Chain (Scope 3) Accounting and Reporting Standard

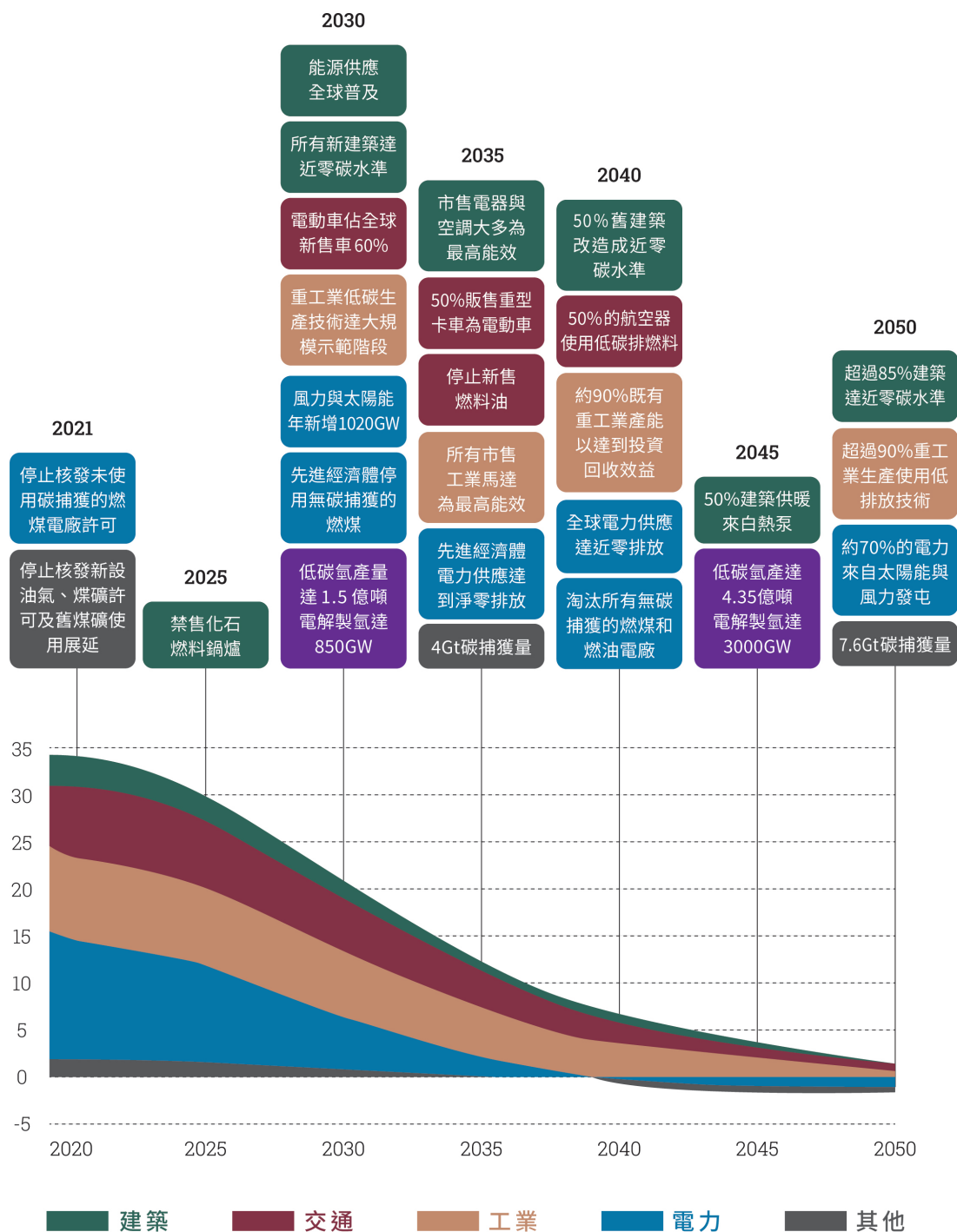
2021 年國際能源署（IEA）在「2050 淨零路徑（Net Zero by 2050: A Roadmap for the Global Energy Sector）」報告中設定了各國政府的行動指南，提出多個重要的里程碑。包括 2025 年禁售化石燃料鍋爐，到 2030 年新車需有 60% 為電動車，2040 年全球電力應達近零排放，以及到 2050 年 70% 的電力需來自太陽能 and 風力等。同時，該報告強調建築產業需要加強近零碳建築的推動，即到 2030 年所有新建建築，2040 年超過一半的現有建築，以及到 2050 年超過 85% 的所有建築，都需要達到近零碳建築的水準。

因應這一國際趨勢，2022 年國家發展委員會也發佈了「台灣 2050 淨零路徑」。該路徑包括「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」和「社會轉型」四大轉型，以及「科技研發」和「氣候法制」兩大治理基礎，以實現台灣的淨零轉型目標。讀者應該有發現該圖的「建築產業」減碳量似乎沒有顯著降低，這是因為該路徑的建築產業是計算直接碳排（瓦斯、煤炭等能源），而建築物碳排放最高的則是間接碳排（電力能源）歸類於「電力產業」之計算，加上建築產業最大的減碳潛力集中在電力能源的節約上，因此呈現建築產業似乎沒有明顯降低的誤解，其實相同規模的建築物，如果確實執行節能設計，要節約 5 成以上的電力並非難事。在建築產業方面，期望在 2030 年所有公有新建建築物需達到建築能效 1 級或近零碳建築的水準，到 2050 年所有新建建築物以及 85% 的既有建築都必須達到近零碳建築的目標，此一艱鉅的目標顯示台灣在應對氣候變化方面的決心和努力。

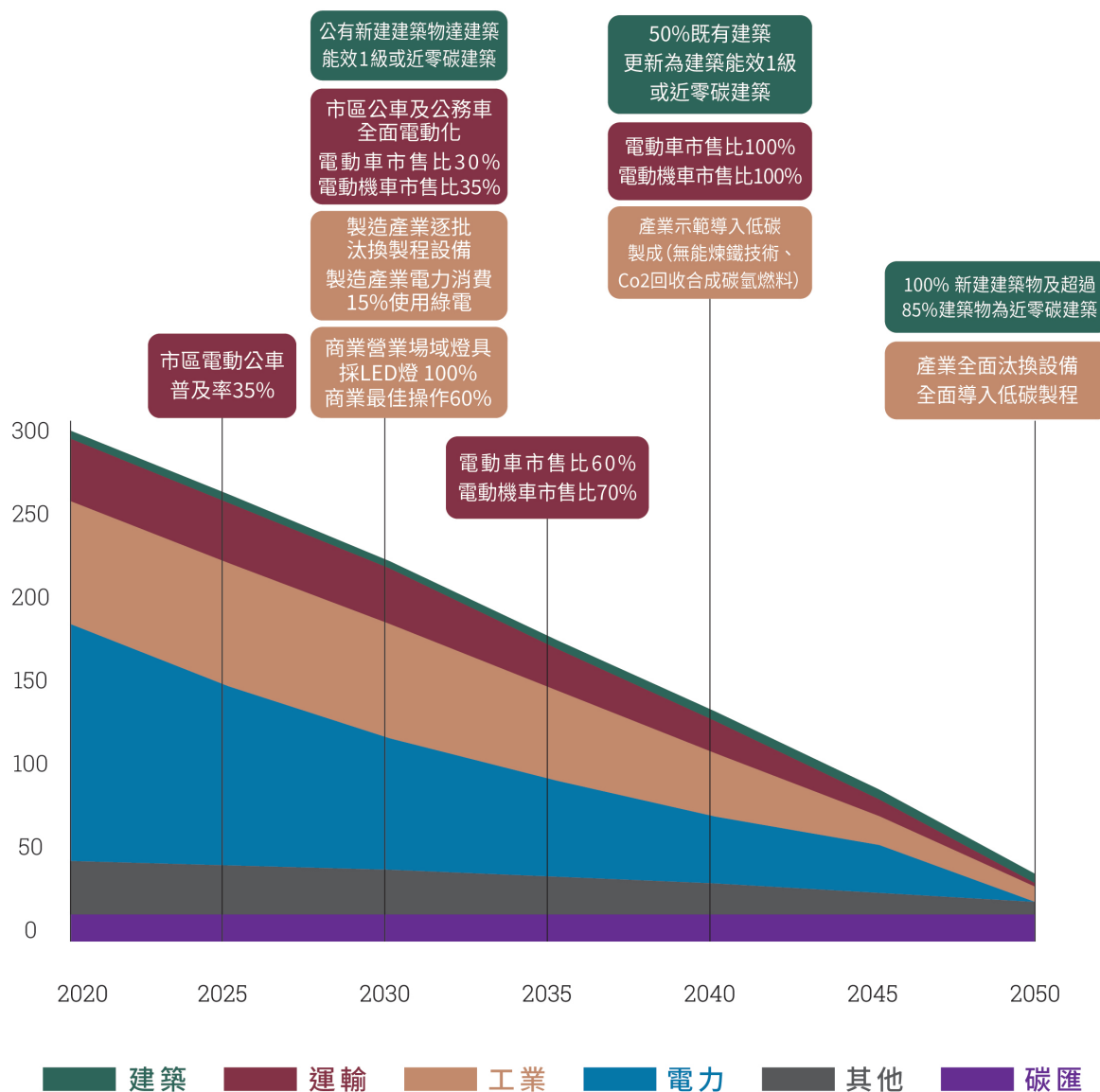
TIPS

既有建築的能效改善市場龐大

根據 2022 年第三季全國建築存量約 10,079,644 棟，住宅建築就高達 9,038,780 棟（近 9 成），為我國數量最多的建築類別。



國際能源署 IEA 所發表的淨零路徑里程碑 (IEA, 2021)



2022 年國家發展委員會發佈之「台灣 2050 淨零路徑」

NOTE

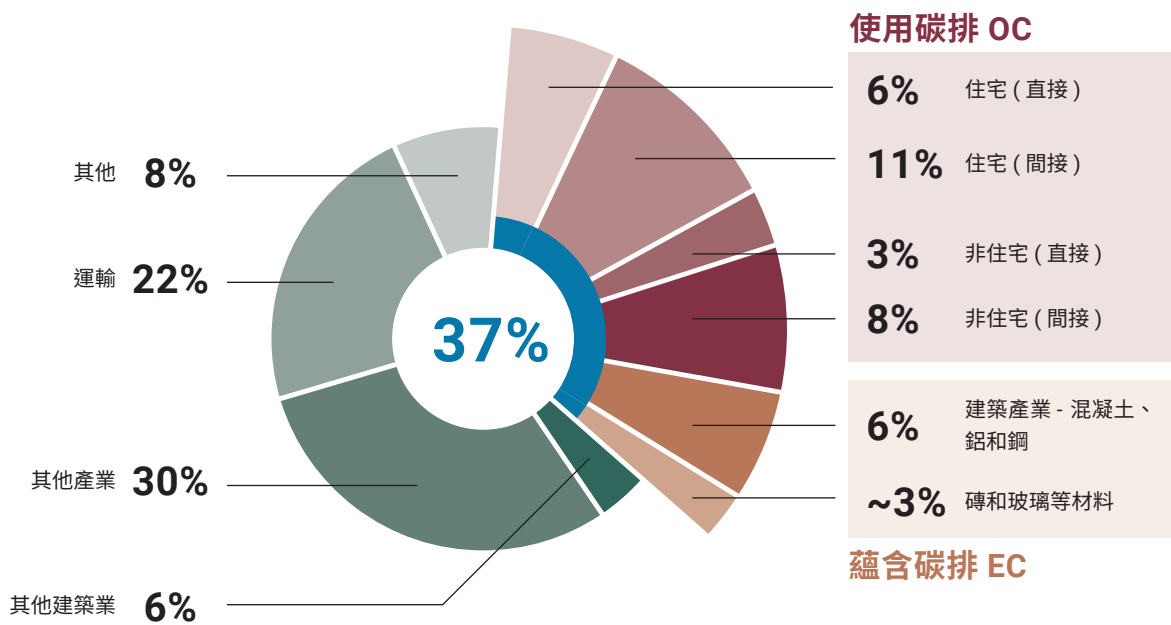
[illegible]

聯合國 UN 在 2023 年的「2022 年全球建築與營建現狀報告 (Buildings-GSR)」中指出，全球建築營建部門的溫室氣體排放佔全球排放總量的 37%，進一步凸顯建築領域在節能減碳上的重要性。這 37% 建築營建部門的溫室氣體排放中，有 28% 源自於建築能源使用（使用碳排 OC），而剩餘的 9% 則來自於建材如鋼筋、水泥、玻璃等製造與施工（蘊含碳排 EC）。

儘管全球溫室氣體排放的 9% 來自建材製造、運輸與施工，討論建築節能減碳政策時，通常只關注 28% 的能源使用 OC，卻忽視了後者的 EC 減碳政策。因此許多國際先進國家已建議從建築全生命週期評估 (Whole Life Cycle Assessment) 的角度來實施淨零建築政策，即同時利用建築能效評估制度來降低使用碳排 OC，並以建築碳足跡評估制度來降低蘊含碳排 EC。根據最新的全生命週期建築碳足跡評估標準 EN15978(2011)，包含使用碳排 OC 與蘊含碳排 EC 的評估內涵，為了迎合這個全生命週期評估的國際趨勢，內政部建築研究所採用「建築能效評估系統 BERS (Building Efficiency Rating System)」進行使用碳排 OC 的評估和標示，並使用「低碳建築評估系統 LEBRS (Low Embodied-carbon Building Rating System)」對蘊含碳排 EC 進行評估和標示，推動全方位的淨零建築政策。

TIPS

- 使用碳排 OC (Operational Carbon)：產品或服務的使用過程中產生的碳排放，例如開車時汽車燃料燃燒產生的碳排放、建築物日常使用電力產生的碳排放等。
- 蘊含碳排 EC (Embodied Carbon)：產品製造過程中所消耗的能源，通常包括原材料的生產、運輸、加工等階段所釋放出的溫室氣體排放量。



2022 年全球建築物使用碳排 OC 與蘊含碳排 EC 在溫室氣體排放的構成比例
 參考資料 | 2022 Global Status Report for Buildings and Construction



建築全生命週期碳足跡包含蘊含碳排 EC 與使用碳排 OC



建築能效與低碳建築雙軌標示的台灣淨零建築策略

NOTE

[illegible]

近零建築與淨零建築有何不同

在討論近零建築或淨零建築有何不同前，必須釐清「淨」或「近」的對象是「能源」還是「碳」，兩者的目標略有不同。在我國的 2050 近零碳排路徑中，目標是到 2030 年讓公有新建建築物達到「建築能效 1 級」或「近零碳建築」之水準。

儘管有媒體以「淨零建築」來報導相關新聞，但實際上「近零建築 Nearly Zero Energy Building (nZEB)」與「淨零建築 Net Zero Energy Building (ZEB)」的達成難度並不相同。許多人以為所有建築需要在 2050 年直接達成淨零建築 ZEB 水準，但其實並非如此。因為即便是節能極致的建築物，也還是會有一定的耗電量，除非使用再生能源（綠電）將建築全年耗電量全部抵銷，才能達成 ZEB。我們現階段的目標是降低建築耗電，達到建築能效 1 級或近零能建築的水準。

為提升我國建築物節約能源實施成效，達成 2050 淨零建築之願景，採分年分階段方式，由公有帶頭示範，引導民間跟進，自 2023 年 7 月 1 日起，由公有辦公、服務類建築 (G-1 金融證券、G-2 辦公場所) 率先推動，於申請綠建築標章時，需同時申請建築能效評估，且其建築能效等級至少須達 2 級以上，並自 115 年起須達 1 級或近零碳建築 (1⁺ 級)，至其他建築類組之適用對象及時程將逐年公告納入實施。





建築物的近零能

第 1 層 Nearly Zero Energy Building :

盡力讓建築物的能源使用降低到最低，但已不可能透過任何節約方式將耗能降至零，因此給予「近零能」之肯定。



建築物的淨零能

第 2 層 Net Zero Energy Building :

讓建築物的能源使用與再生能源能夠抵銷為零。



建築物的淨零碳排（包括使用碳排：水、電、瓦斯..等）

第 3 層 Net Zero Carbon Building :

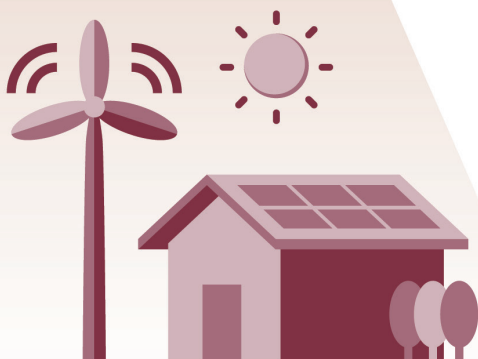
讓建築物日常使用階段的碳排都能抵銷為零，此部分包括了用水、用電、瓦斯使用過程中所產生的碳排。



整體建築的淨零碳排（包括建材等蘊含碳排）

第 4 層 Net Zero Carbon Building Including Embodied Carbon :

除了建築物日常使用階段的碳排外，構造材料（前面所述的蘊含碳排 EC）也能夠全部抵銷為零，也是最難達成的終極目標。



Section

2

各國住宅建築能效

Chapter 8. 有聽過什麼是淨零住宅嗎？	22
Chapter 9. 歐盟的住宅建築能效制度	26
Chapter 10. 英國的住宅建築能效制度	30
Chapter 11. 美國的住宅建築能效制度	32
Chapter 12. 日本的住宅建築能效制度	34
Chapter 13. 世界各國的住宅耗電比一比	36

淨零的定義仍隨各國有不同的定義，本篇引用 2050 年的淨零排放報告 (IEA 2021b) 和零能耗建築定義和政策活動——國際評論（經濟合作與發展組織 [OECD] 和國際夥伴關係能效合作 [IPEEC] 2018）來做為說明淨零碳建築的進展

高效率節能 (Energy-efficient)：

建築物的結構、提升能源效率並降低能量消耗，例如高效率暖房系統、冷房系統、烹飪、照明、通風、熱水和電器。

低碳 (Low-carbon)：

節能（低能耗）由低碳能源供應的建築。某些建築服務設備可能無法在不更換的情況下減碳（例如化石燃氣鍋爐）。

近零碳 (Nearly zero-carbon)：

節能的建築可能有一些可用的零排放能源供應（現場或異地），但這並不能抵消 100% 的建築物能源要求。

淨零碳 (Net zero-carbon)：

節能且依賴零排放能源的建築。

淨零 (Zero-carbon)：

節能建築的能源需求完全滿足現場或場外產生的零排放能源。

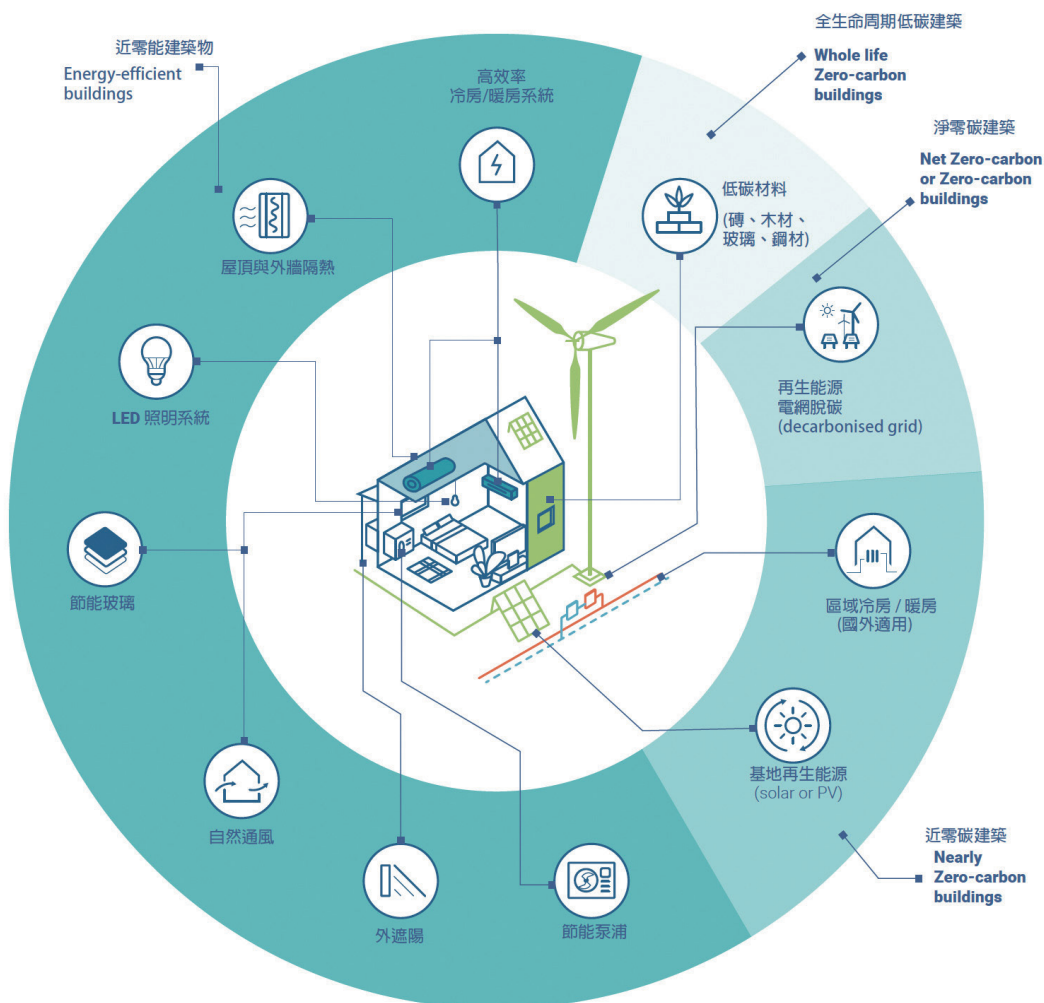
負碳 (Carbon-negative)：

在現場產生可再生能源的節能建築，不僅充分覆蓋建築物自身的能源需求，同時也產生多餘的可再生能源，被反饋到網格中並可用於其他場外目的。

全生命週期低碳建築 (Whole life cycle, net zero-carbon)：

零碳建築的額外要求是與建築材料相關的蘊含碳排放本身為淨零，以此來達到淨零。(IEA 2022e)。

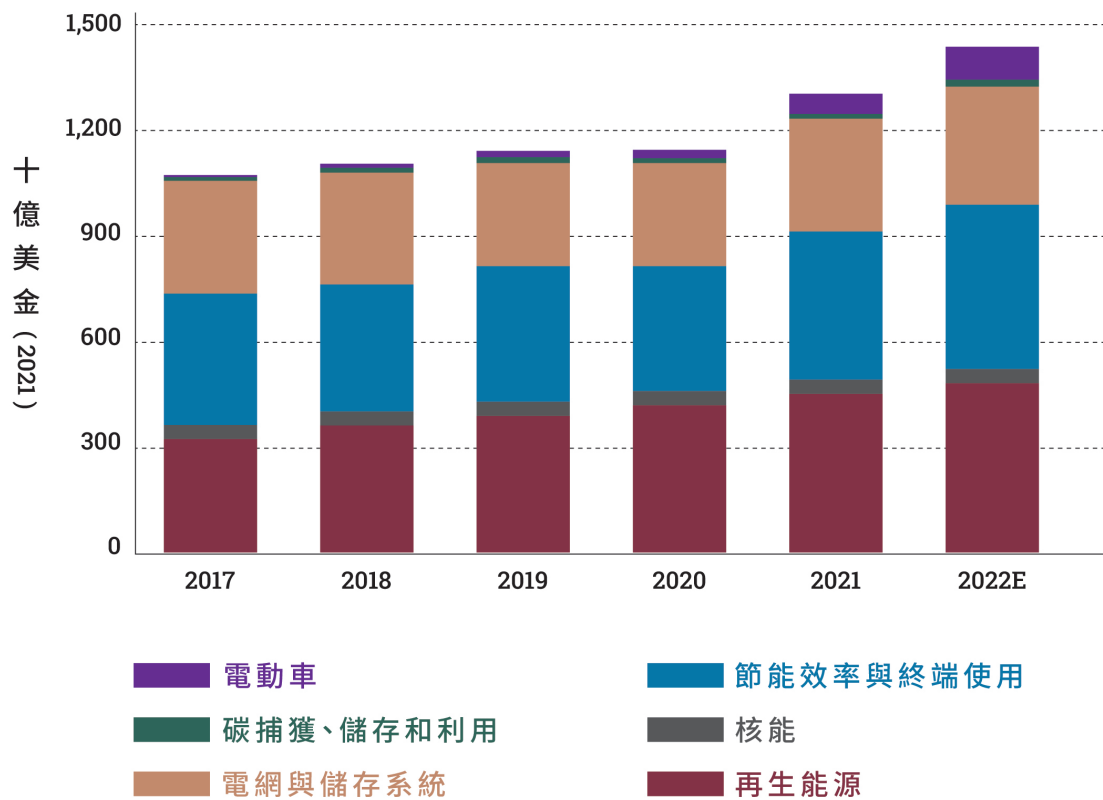
在 IEA 世界能源投資 2022 年報告 (World Energy Investment) 顯示 2017-2022 潔淨能源投資現況，受燃油價格上漲和政府激勵措施的推動，提高建築能效投資較 2021 年增加 16%；目前政策面上正推動全球年建築改造率超過 1%，受疫情影響，日本、中國和歐洲逐漸重視新建建築的效率；所謂能效投資是指為了減少能源消耗，投資於建築部門中新的節能設備上的增加支出或為了降低能源使用而進行改善的成本，也是主要可操作的策略。



淨零建築的定義示意圖

參考資料 | 改編自 IEA 2021. Adapted from 'Roadmap for Energy-Efficient Buildings and Construction in the Association of Southeast Asian Nations'

年度能源投資



2017-2022 清潔能源投資現況

參考資料 | 改繪自 IEA, 2022

NOTE

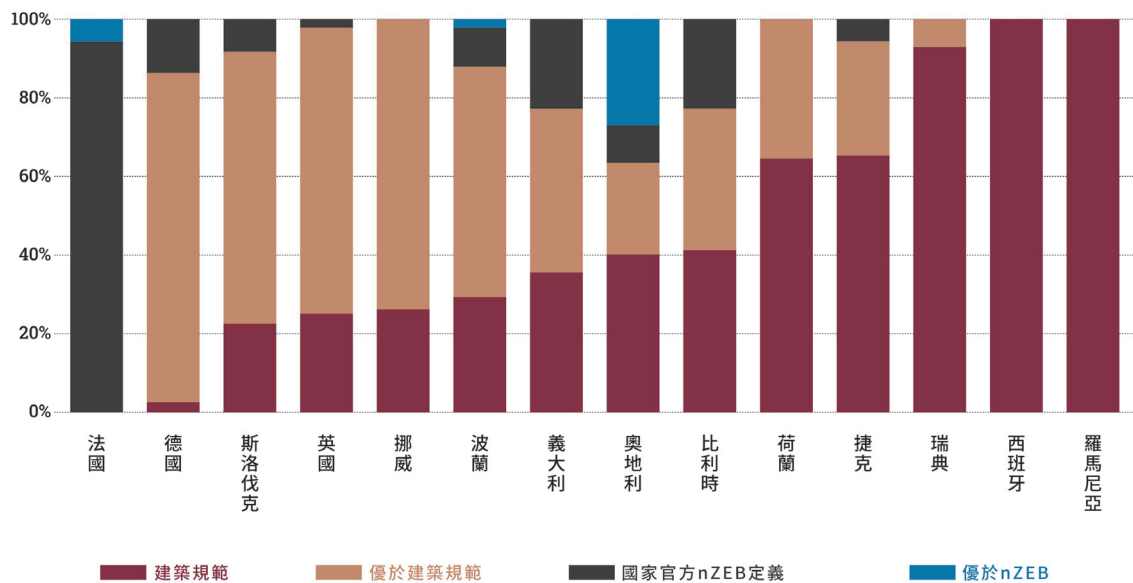
[illegible]

歐盟成員國內大約有 1.31 億棟建築，其中絕大多數是住宅建築，絕對比例約為 10 比 1。但是，按建築面積計算，住宅建築存量約佔總數的 75%，其餘 25% 為非住宅建築。歐盟共有 1.19 億棟住宅樓，以法國（2100 萬）數量最多，其次是德國（1900 萬），英國 1100 萬座，西班牙和意大利有 1000 萬座。其餘 3900 萬分布於其他 23 個歐盟成員國之間。按建築類型細分如下：42% 公寓 / 公寓；34% 的獨立住宅；24% 的半獨立式住宅。

下圖顯示了 nZEB 建築在住宅領域的情況。nZEB 的滲透率在各國之間差異很大。在法國，nZEB 定義與實際情況相符，即住宅建築的一次能源性能必須低於 $50\text{kWh/m}^2/\text{年}$ 。因此，假設完全符合建築規範，所有新建築都已經是 nZEB（自 2013 年起）。在其他國家 / 地區，由於 nZEB 標準比建築規範要求更嚴格，因此傳播速度較慢。例如，在義大利，nZEB 僅佔相當於 2014 年住宅建設總量的 16%。

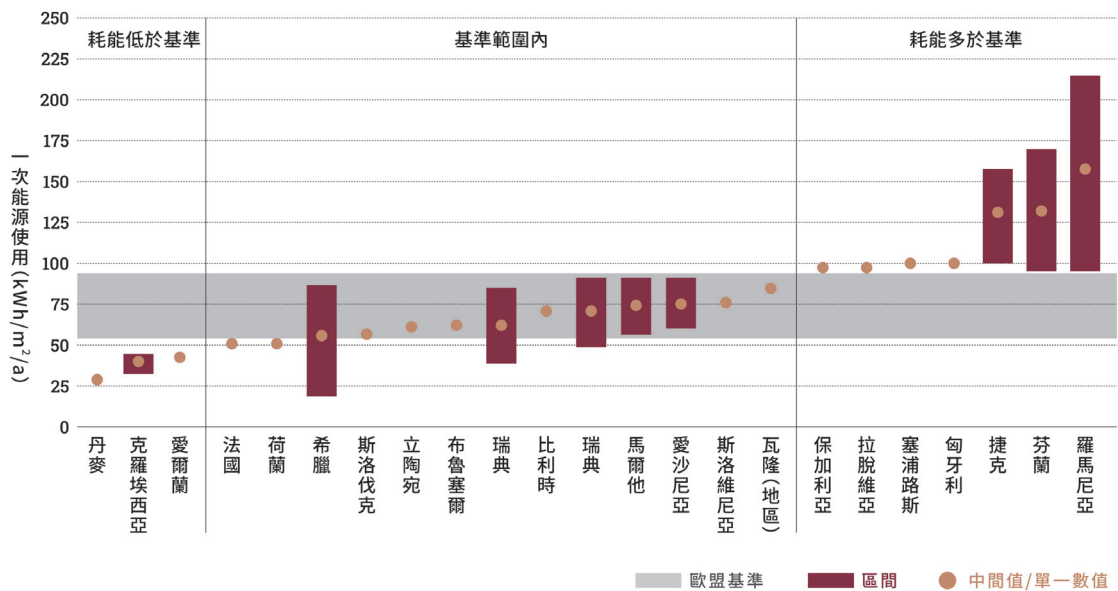
歐盟則因地區不同，以該組織 ZEBRA2020 (NEARLY ZERO-ENERGY BUILDING STRATEGY 2020) 創建網站，監測整個歐洲 nZEB 的市場情況，作為政策評估和最佳化數據和證據，進而提供促進 nZEB 市場策略，透過該網站可進行顯示選定歐洲國家建築數量現況發展狀況的指標，數據可分為四個主要部分：新建、改造、節能設備的銷售和能源績效證書 (EPC)。

根據歐盟建築能效指令 2010/31/EU (EPBD) 第 9 條，在 2018 年 12 月 31 日之後新建、公共建築均需須為淨零建築 (nZEB)，自 2021 年初以來，歐盟境內建造的所有新建築都必須接近零能耗建築 (nZEB)。然由 2021 年 7 月歐洲建築性能研究所 BIPE (Buildings Performance Institute Europe) 報告所提及，nZEB 住宅基準可看出 13 個會員國符合 $50\text{--}90\text{ kWh/m}^2/\text{a}$ (因為氣候區特性)，而僅有丹麥、愛爾蘭、克羅埃西亞三個國家超越基準，仍有 7 個國家高於基準值；成員國之間在能效要求上存在較大差異，羅馬尼亞的值為 $157\text{ kWh/m}^2/\text{a}$ (基於範圍的中點)，幾乎是丹麥 ($27\text{ kWh/m}^2/\text{a}$) 的六倍；顯示出歐盟成員國的差異。



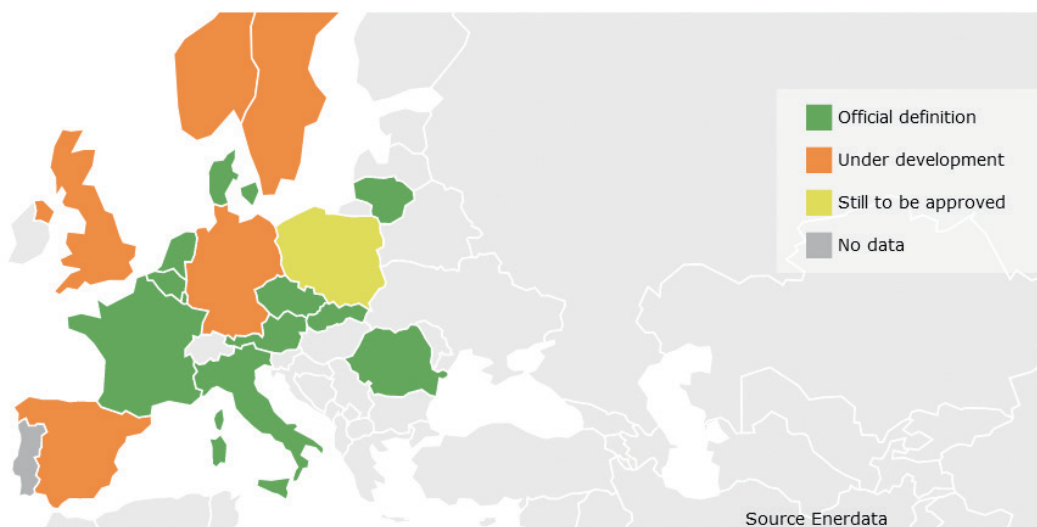
歐洲各國的淨零規範滲透率

參考資料 | 改編自 NEARLY ZERO-ENERGY BUILDING STRATEGY 2020



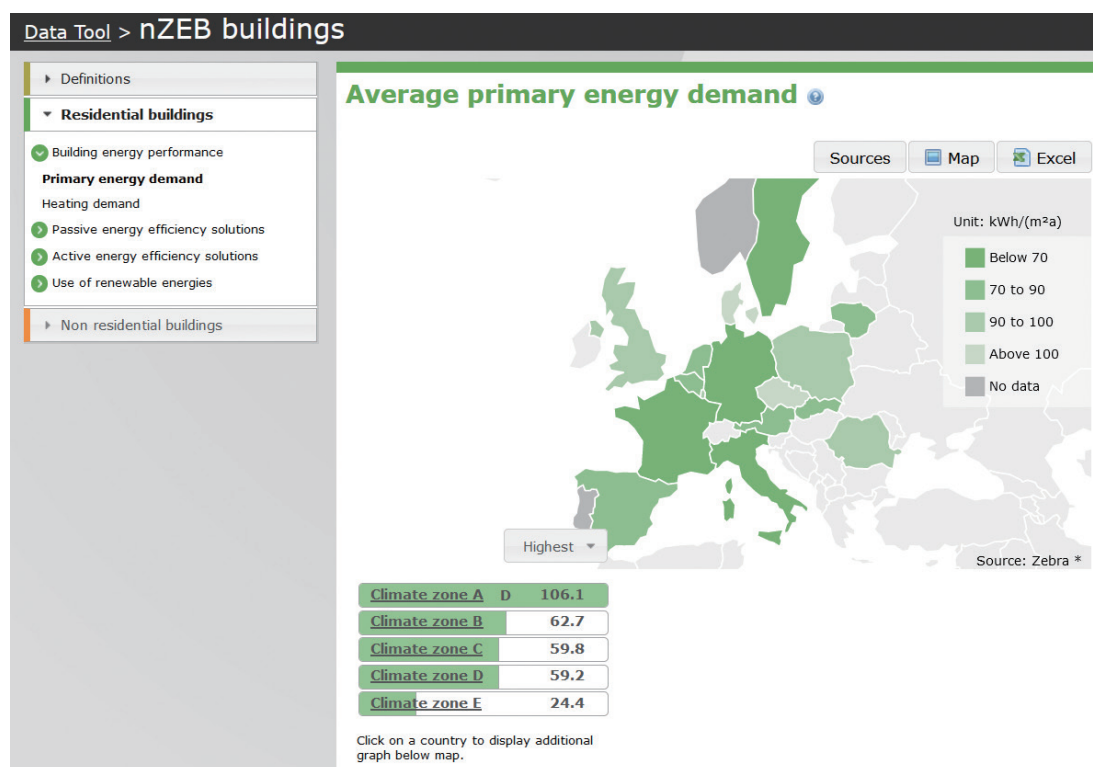
歐盟單戶住宅每年的近零住宅之一次能源值

參考資料 | 改編自 BPIE, 2021, NEARLY ZERO: A REVIEW OF EU MEMBER STATE IMPLEMENTATION OF NEW BUILD REQUIREMENTS



歐盟成員淨零定義發展現況

參考資料 | 擷取自 <https://zebra-monitoring.enerdata.net/>



歐盟成員氣候區與一次能源需求查詢結果

參考資料 | 擷取自 <https://zebra-monitoring.enerdata.net/>

NOTE

[illegible]

根據《建築能效條例》(Energy Performance of Buildings Regulations, EPBR)，對於 2008 年之後在英國建造、改建、出售或出租的任何建築物，依法需提供能源性能證書 (Energy Performance Certificate ,EPC)。所有的能源性能證書必須由經認可的能源評估員出具並附有推薦報告，證書的有效期為 10 年，違規者將受到處罰。EPC 依據住宅的照明、暖房、熱水等的建築能源效率的潛力，提供 A 到 G 七個等級的能源評分，分數越高，代表能源效益越高，耗電量相對較低。

有關標示中的所有計算方式，均依照政府公告 2012 年標準評估程序來進行 Standard Assessment Procedure(SAP 2012) 來作為能源性能證書，其中包含照明、暖氣與熱水之成本與節能成本效益，此外，可提供節能技術建議成本，此舉可使提高出租者、承租者或購買者的淨零能意識。



Energy Performance Certificate



12 Cryfield Cottages, University of Warwick, Gibbet Hill Road, COVENTRY, CV4 7AL

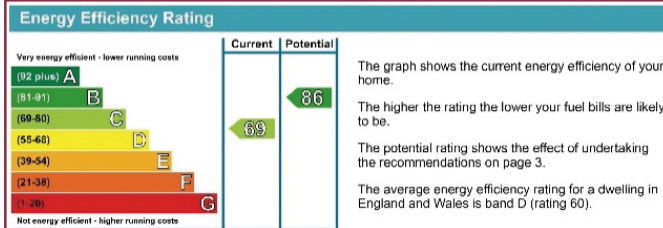
Dwelling type: end-terrace house
Date of assessment: 19 August 2014
Date of certificate: 01 September 2014
Reference number: 8406-0016-3229-7396-2843
Type of assessment: RdSAP, existing dwelling
Total floor area: 71 m²

Use this document to:

- Compare current ratings of properties to see which properties are more energy efficient
- Find out how you can save energy and money by installing improvement measures

Estimated energy costs of dwelling for 3 years:		£ 2,049	
Over 3 years you could save		£ 444	
Estimated energy costs of this home			
	Current costs	Potential costs	Potential future savings
Lighting	£ 138 over 3 years	£ 138 over 3 years	
Heating	£ 1,590 over 3 years	£ 1,266 over 3 years	
Hot Water	£ 321 over 3 years	£ 201 over 3 years	
Totals	£ 2,049	£ 1,605	 You could save £ 444 over 3 years

These figures show how much the average household would spend in this property for heating, lighting and hot water. This excludes energy use for running appliances like TVs, computers and cookers, and any electricity generated by microgeneration.



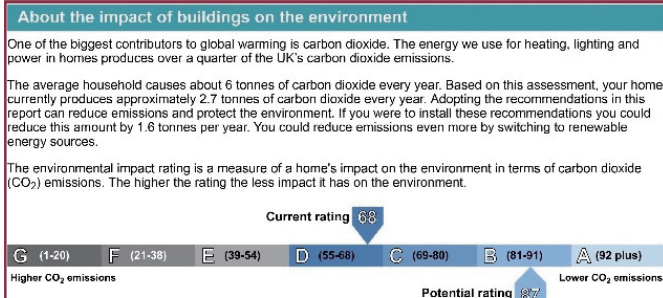
Top actions you can take to save money and make your home more efficient

Recommended measures	Indicative cost	Typical savings over 3 years	Available with Green Deal
1 Floor insulation	£800 - £1,200	£ 146	✓
2 Heating controls (room thermostat)	£350 - £450	£ 80	✓
3 Replace boiler with new condensing boiler	£2,200 - £3,000	£ 134	✓

See page 3 for a full list of recommendations for this property.

To find out more about the recommended measures and other actions you could take today to save money, visit www.direct.gov.uk/savingenergy or call 0300 123 1234 (standard national rate). The Green Deal may allow you to make your home warmer and cheaper to run at no up-front cost.

Recommended measures	Indicative cost	Typical savings per year	Rating after improvement	Green Deal finance
Floor insulation	£800 - £1,200	£ 48	C71	✓
Heating controls (room thermostat)	£350 - £450	£ 27	C72	✓
Replace boiler with new condensing boiler	£2,200 - £3,000	£ 45	C74	✓
Solar water heating	£4,000 - £6,000	£ 28	C75	✓
Solar photovoltaic panels, 2.5 kWp	£9,000 - £14,000	£ 248	B86	✓



Your home's heat demand

For most homes, the vast majority of energy costs derive from heating the home. Where applicable, this table shows the energy that could be saved in this property by insulating the loft and walls, based on typical energy use (shown within brackets as it is a reduction in energy use).

Heat demand	Existing dwelling	Impact of loft insulation	Impact of cavity wall insulation	Impact of solid wall insulation
Space heating (kWh per year)	7,221	N/A	N/A	N/A
Water heating (kWh per year)	2,019			

當前成本和潛在成本

Current costs 顯示出房屋照明、暖房和生產熱水的成本估算。另外，Potential costs 顯示安裝建議的能源效率措施的成本以及可節省的花費。圖示中房屋每年子每年可節省約 100 多英鎊紅色為未進行強化工程前之三年估算電力支出，綠色為進行強化工程後三年估算電力節省價值。

成本能效等級 Energy Efficiency Rating

像是台灣的節能標章標示法，等級總分為 100 分，A 級為最高等級表示最節能，目前該房產的等級為「D」（69 分），但有可能達到「B」級（86 分）

熱點行動

建議出能源效率措施，包含增加隔熱層、暖房控制、更換熱水器等，像是台灣的節能標章標示法，等級總分為 100 分，改善建議的潛在成本及項目亦會詳列於 EPC 內

建議的改進

所有改善建議、花費成本、節省的花費以及改善後房產的能效等級提升。
所有的能源效率措施建議按照重要性進行排序顯示；例如：改善樓板隔熱則可從 D 級 69 分提高至 C 級 71 分，而橘色勾勾則表示只能獲得部分補助。

對環境造成的影響

最後一部分顯示房屋碳排放量，以及如果採取所有建議的措施，如何降低碳排放量與環境影響。

熱供給需求

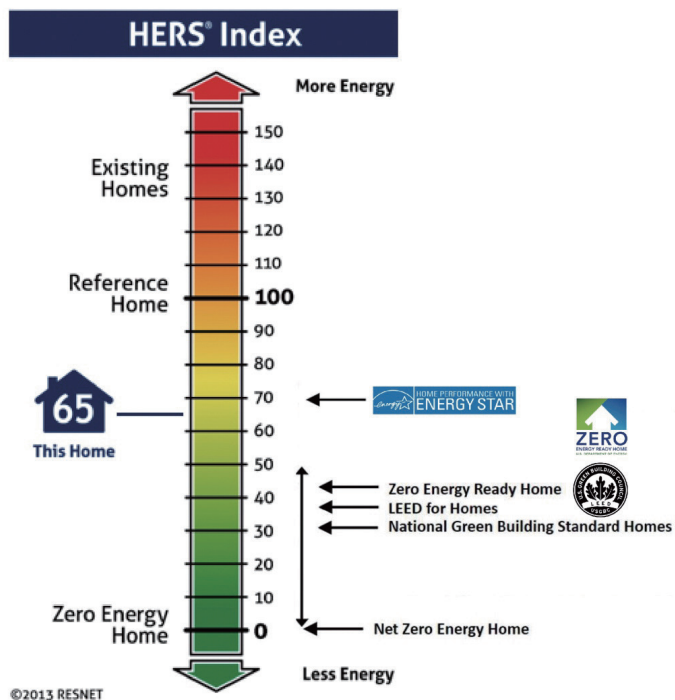
顯示房屋對於暖房與熱水的年度需求，若能改善隔熱層可對熱供給需求的變化。（此部分僅適用於寒帶地區）

英國能源性能證書 EPC 重要項目摘錄

2017 年起由美國能源部 (Department of Energy, DOE) 能源與再生能源辦公室 (Office of Energy Efficiency & Renewable Energy) 開啟「準零耗能住宅」Zero Energy Ready Home(ZERH) 標示系統，主要目標是減少 2009 年為法規基準之新建住宅能源 30%-50% 使用，依據 2019 年 5 月公布之「國家計畫標準」National Program Requirements(Rev.07)，表示若取得標示之住宅較基準新建住宅可節能 40~50%，「準零耗能住宅」主要分為單戶家庭 (Single Family)、多戶家庭 (Multifamily) 兩大類，其規範標準以美國 IECC 所分八個氣候區域來進行查核；DOE 網站也同時提供相關 ZERH 住宅案例與製造商供民眾進行查詢。

此外，HERS Index (Home Energy Rating System) 是美國民間團體住宅能源服務網絡 RESNET (The Residential Energy Services Network) 在 2006 年開發並推廣的住宅類建築建立房屋能源分級系統，用於檢查和計算住宅耗能性能，至今在美國已累積 2,715,386 戶住宅採用 HERS 指標評估 (2020, RESNET)。在指標圖示中 Standard New Home 稱之為標準參考房屋是符合家庭能源效率建築規範，指數為 100，若 HERS 指數得分為 70 的房屋，代表可比 RESNET 提供的標準房屋能源效率高 30%，而美國能源部的「準零耗能住宅」其標示可對應於 HERS 指標 50 分以下，也表示政府積極與 HERS 指標進行相關規範接軌之企圖。

另外還有能源之星 (Energy Star) 住宅新建計劃，住宅或公寓必須滿足能源之星住宅新建項目制定的能源效率項目要求，經過能源之星認證的住宅和公寓的能效比按照國家規範建造的住宅至少高 10%，平均提高 20%，其要求的認證項目包括外殼隔熱系統、水管理系統、暖房與冷房系統、節能照明與電器四大項目，以上認證須由能源評估公司或評估員進行第三方驗證。



美國不同住宅認證單位對近零住宅耗能基準對照圖

參考資料 | 改繪自 <https://www.bpcgreenbuilders.com/green-building/home-energy-rating-system-hers-scores/>

ENERGY STAR® CERTIFIED NEW HOME

Builder Name: Consolidated Commercial Svc
Permit Date/Number:
Home Address: 111 Holling Drive, Unit 306
Frederick, MD 21701

Rating Company: Pando Alliance
Rating Identification Number: 7879793
Rating Date: March 21, 2015
Version: 3.0

Standard Features of an ENERGY STAR Certified New Home
 Your ENERGY STAR certified new home has been designed, constructed, and independently verified to meet rigorous requirements for energy efficiency set by the U.S. Environmental Protection Agency (EPA), including:

Thermal Enclosure System
 A complete thermal enclosure system that includes comprehensive air sealing, quality-installed insulation and high-performing windows to deliver improved comfort and lower utility bills.
Air Infiltration Test: Htg: 750 Cfg: 750 CFM50
Primary Insulation Levels: AGWAE: R-25.5
Primary Window Efficiency: U-Value: 0.340, SHGC: 0.290

Water Management System
 A comprehensive water management system to protect roofs, walls, and foundations.
 Flashing, a drainage plane, and site grading to move water from the roof to the ground and then away from the home.
 Water-resistant materials on below-grade walls and underneath slabs to reduce the potential for water entering into the home.
 Management of moisture levels in building materials during construction.

Heating, Cooling, and Ventilation System
 A high-efficiency heating, cooling system, and ventilation system that is designed and installed for optimal performance.
Total Duct Leakage: 33.00 CFM @ 25 Pascals
Duct Leakage to Outdoors: 33.00 CFM @ 25 Pascals
Primary Heating (System Type • Fuel Type • Efficiency): Fuel-fired air distribution, Natural gas, 78.0 AFUE.
Primary Cooling (System Type • Fuel Type • Efficiency): Air conditioner, Electric, 14.5 SEER.

Energy Efficient Lighting and Appliances
 Energy efficient products to help reduce utility bills, while providing high-quality performance.
ENERGY STAR Qualified Lighting: 100%
ENERGY STAR Qualified Appliances and Fans:
 Refrigerators: 1 Dishwashers: 1
 Ceiling Fans: 0 Exhaust Fans: 2
Primary Water Heater (System Type • Fuel Type • Efficiency): Conventional, Natural gas, 0.65 EF, 50.0 Gal.

HERS Index
 LESS EFFICIENT 140 130 120 110 100 90 80 70 60 50 40 MORE EFFICIENT
 TYPICAL EXISTING HOMES TYPICAL NEW HOMES
 This Home 71

基本資料

包含建商名稱、評估公司、評估時間、版本、住宅地址等

評估項目

外殼隔熱系統、水管理系統、暖房與冷房系統、節能照明與電器

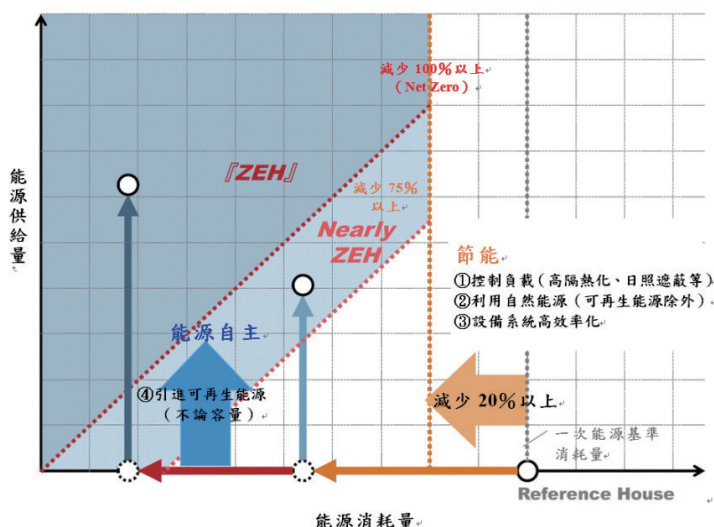
HERS Index

房屋目前得分為 71 分，代表可比 2006 年提供的標準房屋能源效率高 30%

美國能源之星住宅標籤示意圖

日本的淨零能耗住宅 (Zero Energy House, ZEH) 是以通過提高外牆隔熱性能並引入高效的設備和系統，在保持室內環境品質的同時，實現顯著的節能（與節能標準相比，節能標準達到 20% 或更多），最重要的是旨在通過引入可再生能源將年度一次能源平衡減少到零的房屋稱為 ZEH（淨零能耗房屋），由於透天住宅、低層或高層集合住宅所能達到的節能程度有所差異，故區分為 ZEH-M（淨零能耗住宅）、Nearly ZEH-M（近零能耗住宅）、ZEH-M Ready（準零能耗住宅）、ZEH-M Oriented（近零能耗住宅導向）四種。

“ZEH-M”是指通過節能創能，設計一次能源消耗可降低 100%， “Nearly ZEH-M”是指可降低 75%， “近 ZEH-M”是指可降低 50% “ZEH-M Ready”和 “ZEH-M Oriented”可減少 20% 的能源消耗。此外，對於每個居住單元，設計一次能源消耗可通過節能和創能降低 100% 為 “ZEH”，降低 75% 為 “近 ZEH”，盡可能降低 50%。“ZEH Ready”定義為節能，“ZEH Oriented”定義為節能 20%。



在日本的戰略能源計劃中 2020 年期望實現 50% 淨零透天住宅、2030 年 50% 淨零集合住宅；在 2022 年 3 月 ZEB 與 ZEH-M 委員會中提到，2020 年非 ZEH-M 樓地板面積為 21,650,866，ZEH 面積佔 260,986，該年度 ZEH-M 達成率為 1.2%，有必要進一步加快 ZEH 的滲透率。

日本淨零住宅路徑圖

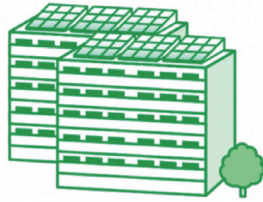
資料來源 | 改繪自一般社團法人環境共創イニシアチブ Sustainable open Innovation Initiative, SII

TIPS

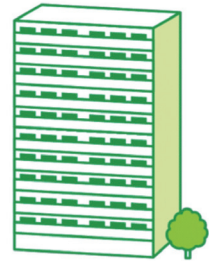
日本「近零能耗住宅」設計指導方針中，特別提出在寒帶地區（北海道）以高隔熱性能為主，而位於亞熱帶地區（沖繩）日照遮蔽則更為重要。



『ZEH-M』
住宅建築節能100%以上
Nearly ZEH-M
住宅建築節能75%以上



ZEH-M Ready
住宅建築節能50%

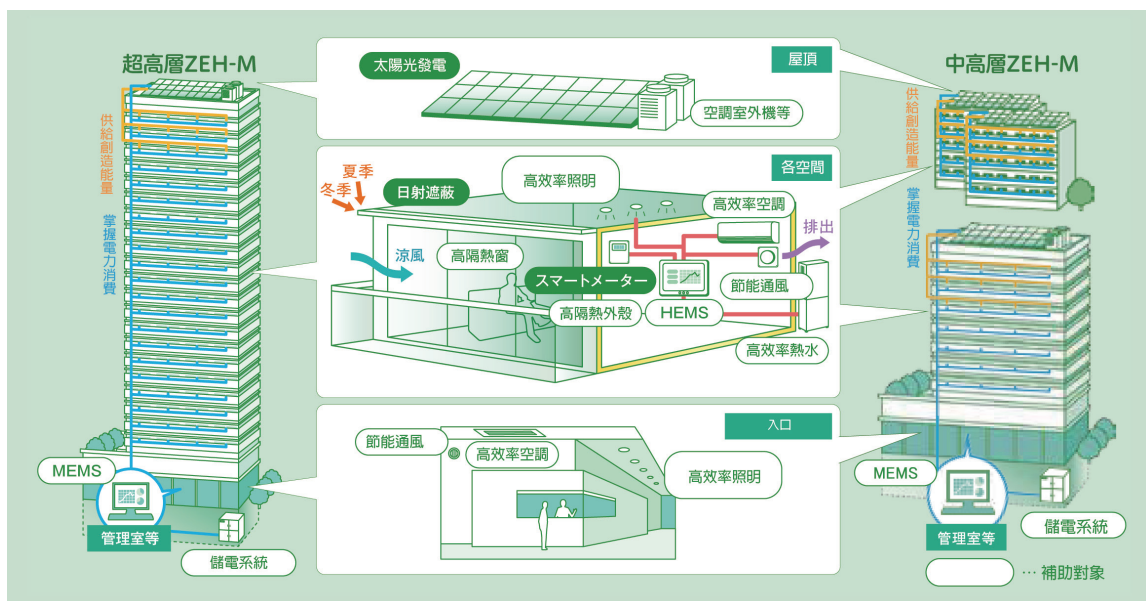


ZEH-M Oriented
住宅建築節能20%或更多

集合住宅評估					住宅單元評估			
	隔熱性能	節能率 在所有住宅建築（包括公共區域）中實現以下目標		住宅建築 評估目標 水準		隔熱性能	節能率	
		不包括 再生能源	包括 再生能源				不包括 再生能源	包括 再生能源
ZEH-M	強化外殼 標準 ZEH 標準	20% 以上	100% 以上	1~3 層	ZEH	強化外殼 標準 ZEH 標準	20% 以上	100% 以上
Nearly ZEH-M			75% 以上		Nearly ZEH			75% 以上
ZEH-M Ready			50% 以上	4~5 層	ZEH Ready			50% 以上
ZEH-M Oriented			無需引入 可再生能源	6 層以上	ZEH Oriented			無需引入 可再生能源

淨零能集合住宅 (ZEH) 的定義與標準

資料來源 | 改繪自 ZEB 設計ガイドライン 集合住宅における ZEH の設計ガイドライン, 2020 年 3 月更新版



超高層集合住宅與中高層住宅可導入的相關節能措施

資料來源 | 改繪於 2022 年的經濟產業省と環境省の ZEH 補助金について

世界各國的建築能效評估系統均設有能效計算邊界 ECB (Energy-Efficiency Calculation Boundary) 以做為評估依據，例如：歐盟的能效認證 EPC 有些會員國不包含家電設備耗能，有些則包含家電耗能；日本的 BELS 也不評估家電設備耗能。各國淨零碳（能）住宅的定義均有差異且依據氣候區特性也有不同，重點是找出相對應的基準值，此外也須確認各國淨零住宅管制邊界，例如奧地利新建住宅要求 $160 \text{ kWh/m}^2/\text{yr}$ ，主要包含暖房、家電產品的耗電；台灣是以 2000 年市場平均碳排為基準，近零能住宅為減碳 30% 為定義，若為透天住宅，包含照明、空調和家電等，而集合住宅除上述外，公用機械設備也須納入評估。

以法國為例，其 nZEB 定義符合現行法規 RT2012。因此，自 2013 年 1 月 1 日起，所有新建築都是法國的 nZEB。對於新建住宅建築，RT 2012 要求一次能源消耗低於 $50 \text{ kWh/m}^2/\text{yr}$ （低能耗建築 /Bâtiments Basse Consommation 或 BBC）。

台灣住宅換算成一次能源平均單位面積年耗電為 $125.5 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{yr})$ ，若以奧地利要求新建淨零宅基準來看，台灣住宅已達淨零碳水準，顯示出國內因氣候特性所需耗電量明顯低於國外，且春、秋、冬季可進行自然通風或間歇空調，住宅節能效益上本較國外住宅低，為此台灣住宅首重家電用電之節能，而國外寒帶地氣候區住宅則重視以高隔熱和暖房作為保溫條件為主，顯示出國內外淨零碳住宅之不同挑戰。

TIPS

一次能源 PE 為熱量單位，非電量單位（轉換電量需有各國不同發電效率係數），台灣的透天住宅平均用電密度 $43 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{yr})$ ，以台電平均發電效率 34.25% 換算成一次能源為 $125.5 \text{ kWh}/(\text{m}^2.\text{yr})$

國家	住宅類建築 (kWh/m ² /y or 能源等級)		文獻
	新建	既有	
奧地利	160	200	歐盟成員國要求 NZEB 能源級別概況 (Delia, D'Agostino., Livio, Mazzarella., 2019)
比利時	45(布魯塞爾地區) 30(佛蘭德語地區) 60(瓦隆地區)	~54	
保加利亞	~30-50	~40-60	
塞浦路斯	100	100	
捷克	75-80%PE	75-80%PE	
德國	40%PE	55%PE	
丹麥	20	20	
愛沙尼亞	50(獨棟) 100(集合住宅)	n/a	
法國	40-65	80	
克羅地亞	33-41	n/a	
匈牙利	50-72	n/a	
愛爾蘭	45(能源負荷)	75-150	
義大利	等級 A1	等級 A1	
拉脫維亞	95	95	
立陶宛	等級 A ⁺⁺	等級 A ⁺⁺	
盧森堡	等級 AAA	n/a	
馬耳他	40	n/a	
荷蘭	0	n/a	
波蘭	60-75	n/a	
羅馬尼亞	93-127	n/a	
西班牙	等級 A	n/a	
瑞典	30-75	n/a	
斯洛文尼亞	45-50	70-90	
斯洛伐克	34(公寓) 54(透天)	n/a	
英國	~44	n/a	
美國	HERS 0	HERS 130	DOE Zero Energy Ready Home (ZERH)
日本	BEI 0.9 (2016) PAL 1.0 (2016)	BEI 1.0	一般社團法人住宅性能評價 表示協會，2017
台灣	~30%BL ^{**} 等級 1 ⁺	~30%BL ^{**} (2050)	

世界各國住宅類建築能源要求概況一覽表

*PE 為一次能源，n/a 未提供；**BL (基準年 2000 年)

Section

3

台灣的住宅建築能效

Chapter 14. 台灣減碳的目標？	40
Chapter 15. 住宅為甚麼要減碳？	42
Chapter 16. 台灣住宅耗電密度 EUI	44
Chapter 17. 住宅家電分項比例	46
Chapter 18. 台灣的近零住宅定義	48
Chapter 19. 住宅能效評估系統 R-BERS 適用範圍	50

(1) 國家自定減碳貢獻 (INDCs)

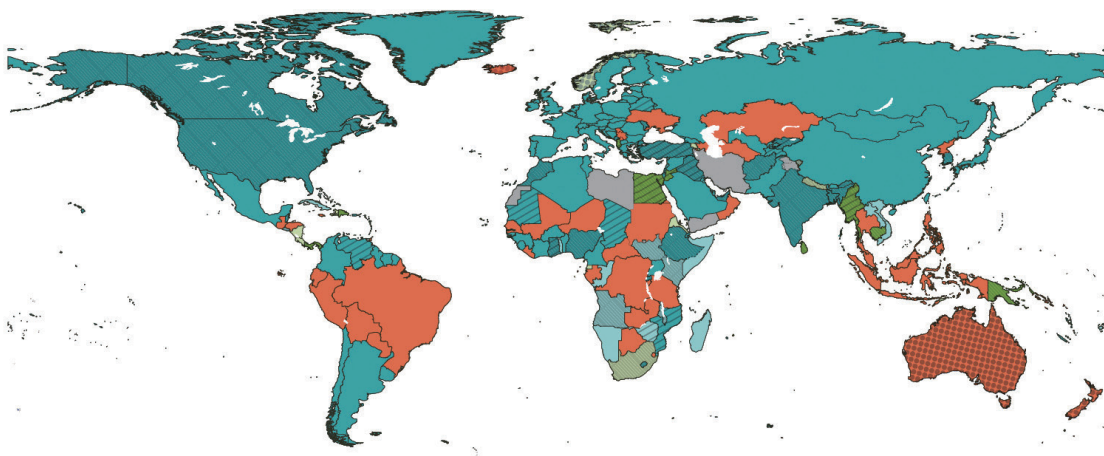
國際間因應地球暖化與溫室氣體排放的議題發酵，淨零碳排 (Net Zero Emission) 躍昇世界的響徹口號，在這波火紅話題的推波助瀾下，從民生、政治、商業、教育等各領域下均成為減碳策略的一環；2015 年由聯合國成員通過「巴黎協定」(Paris Agreement) 目標控制全球升溫限制在 2°C 下，並努力將升溫控制在 1.5°C 內，在聯合國氣候變遷綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 中，要求所屬 197 個團體 (包括聯合國會員國、觀察員等) 每五年必須向 UNFCCC 提出「國家自定貢獻 NDC (Nationally Determined Contribution)」以彙整淨零排放。

國家自主貢獻 (Nationally Determined Contributions, NDCs) 作為實踐工具，主要在於發揮核心國家的部門承諾和策略，透過區域、國家和地方建築能源法規、綠色認證計劃和最低能效標準，可以提高效率和減少建築能源使用。根據 UNFCCC NDC 資料庫 (UNFCCC2022)，2022 年有 193 個國家提出自主貢獻 (NDC)。顯示出最新全球國家 NDC 現況，目前僅有 20% 不到未提出 NDC。

台灣亦主動於 2015 年 COP21 巴黎提交 (Intended Nationally Determined Contribution, INDC) 國家自定預期貢獻，以全國為範疇，透過國內相關部門減量，訂定 2030 年溫室氣體排放量為 BAU (business as usual) 減量 50% (214 百萬公噸二氧化碳當量) 為目標，相當於 2005 年排放量減 20%，在同年立法通過「溫室氣體減量及管理法」，設定 2050 年排放量較基準年 2005 年減量 50% 為階段目標，於 2023 年 1 月 10 日修正為「氣候變遷因應法」，強化相關行動綱領與調適行動方案以及碳費徵收機制，2050 淨零目標全面開展。

TIPS

台灣主動於 2015 年 COP21 巴黎提交 (Intended Nationally Determined Contribution, INDC) 國家自定預期貢獻，國內 2000 年溫室氣體排放量為 227Mt，2005 年為 269Mt；目標希望 2030 年排放量相較於 2000 年減 20%，2050 年降至 2005 年排放量 50% 以下。



NDC 將建築物做為自主貢獻行動計畫

調適中 能源效率 廣泛的細節 部分建築 未知 未提及

第四次雙年度報告中提供詳細訊息 (專色對應於上述類別)

建築規範

NDC更新細節中

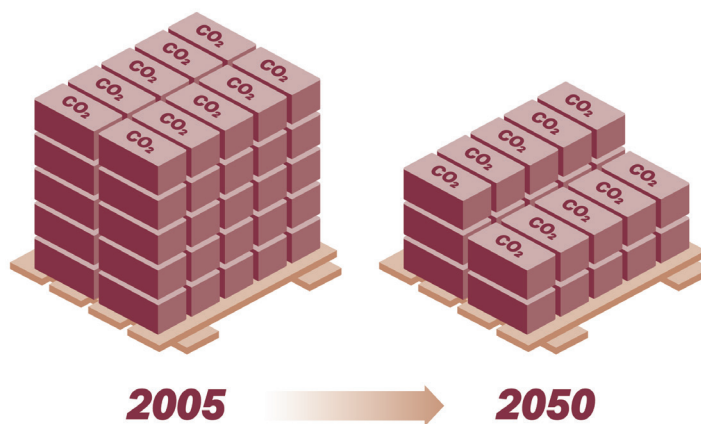
2021 年提出減碳自主貢獻 NDC 國家現況

資料來源 | 改繪自 UNFCCC, 2022

(2) 想像碳到底有多重？

由於看不見氣體的重量，科學家用 1 公噸作為質量單位，來衡量二氧化碳的重量，假設 1 公噸 = 1 千公斤，大約等於 380 塊磚頭 (以紅磚 240mm × 115mm × 53mm = 2.63 公斤) 或是一隻大白鯨的重量。

台灣 2000 年溫室氣體排放量為 227Mt，2005 年為 269Mt；目標希望 2030 年排放量相較於 2000 年減 20%，2050 年降至 2005 年排放量 50% 以下。



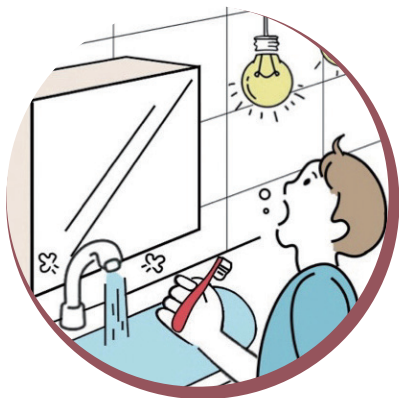
2050 年台灣目標碳排量

二氧化碳無色，無法用肉眼看到。但我們的生活當中卻無所不在的製造出溫室氣體。

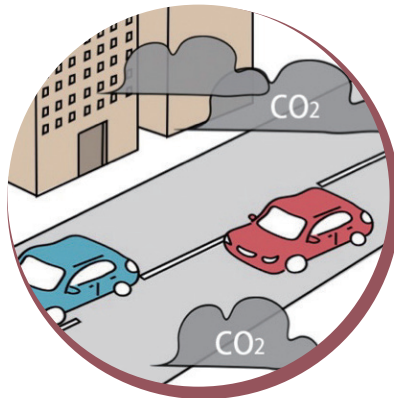
關注碳的主因是因為人類正在改變氣候，從工業革命以來，科學家認為人類燃燒的煤炭、石油和天然氣是造成地球升溫的主因，其次是砍伐森林和密集農業；在全球碳年鑑書中指出，煤炭作為火車蒸汽引擎、船舶和機械的燃料，隨著技術創新和進步，交通工具的燃料、發電和運轉機器等，造成的碳排也越多，當燃燒碳與氧混和成二氧化碳時，加劇溫室效應，當全球氣溫上升時，對於自然環境與物種的生存影響也將不停歇地持續發生。

大家可以想像生活中的一天，從晨起點起一盞燈，是煤炭燃燒發電，從電力廠輸送電力到家，由化石製品的塑膠牙刷製品開始，電力也供給給工業部門進行產品生產，出門上下班的交通運具，包含公車、機車或轎車都必須添加汽油，而在公司上班吹的冷氣、燈具、相關設備，都是需要用电，回到家中如果吃著國外飛機空運進口的牛製品，在牛飼養的過程也會產生大量甲烷溫室氣體，穿著衣服的化學纖維也是由石油提煉，晚間休息坐在沙發、打開電視、泡上一杯熱茶，人造纖維的沙發、住家的水泥牆，夜晚睡覺兒童房間的牆面塗料、兒童塑膠遊戲製品、清潔劑等；也就是我們的食、衣、住、行、育、樂，都是無處不排碳的生活。人類排放的二氧化碳等溫室氣體，大部分來自煤炭、燃燒、牛、水泥，圖解全球碳年鑑此書更稱為「碳末日的四騎士」。





使用燈具 / 電器產品 / 刷牙塑膠產品



開車碳排 / 瀝青鋪面 / 合成橡膠輪胎



乾衣機 / 用熱水洗衣服 / 瓦斯爐燉煮牛肉 /
食物透由卡車或飛機運送



室內空調 / 所穿的羊毛衣



一杯飲料 / 電力由發電廠燃燒碳

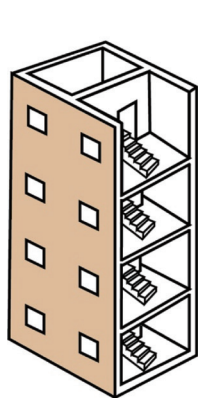


兒童塑膠產品 / 清潔劑 / 家具油漆塗料

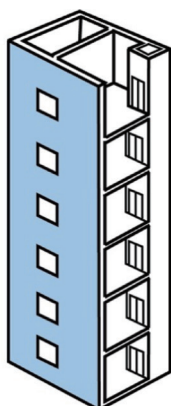
無處不排碳的生活

(1) 住宅類型

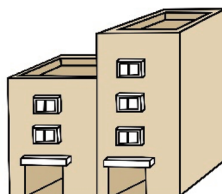
目前國內住宅定義在住宅法中提到所謂住宅係指供居住使用，並具備門牌之合法建築物；社會住宅是指由政府興辦或獎勵民間興辦，專供出租之用之住宅及其必要附屬設施。而建築技術規則建築設計施工編第 1 條建築技術用語之集合住宅定義：『具有共同基地及共同空間或設備。並有三個住宅單位以上之建築物』。



無電梯式公寓



有電梯集合住宅



連棟式透天住宅



透天住宅

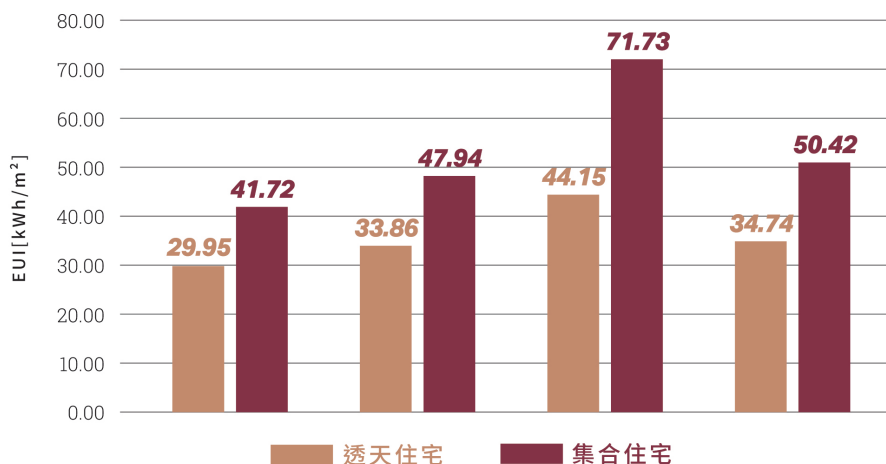
(2) 住宿單元的耗電情況

目前國內住宅有不少研究，僅提供 2 篇研究結果供了解目前住宅類型的耗電情況：

郭柏巖 (2023) 臺灣住宅耗能與碳排構成之調查研究，72 件案例位於北、中、南地區進行住宅進行耗電量解析，透天住宅 40 件樣本佔 55.6%，集合住宅 32 件佔 44.4%；北部案例 26 件佔 36.1%(透天 12 件、集合住宅 14 件)、中部案例 31 件佔 43.1%(透天 20 件、集合住宅 11 件)、南部案例 15 件佔 20.8%(透天 8 件、集合住宅 7 件)；住宅平均 EUI 為 $42.58\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{yr})$ ，透天式住宅 EUI 為 $34.74\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{yr})$ 、集合住宅 EUI 為 $50.42\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{yr})$ 。

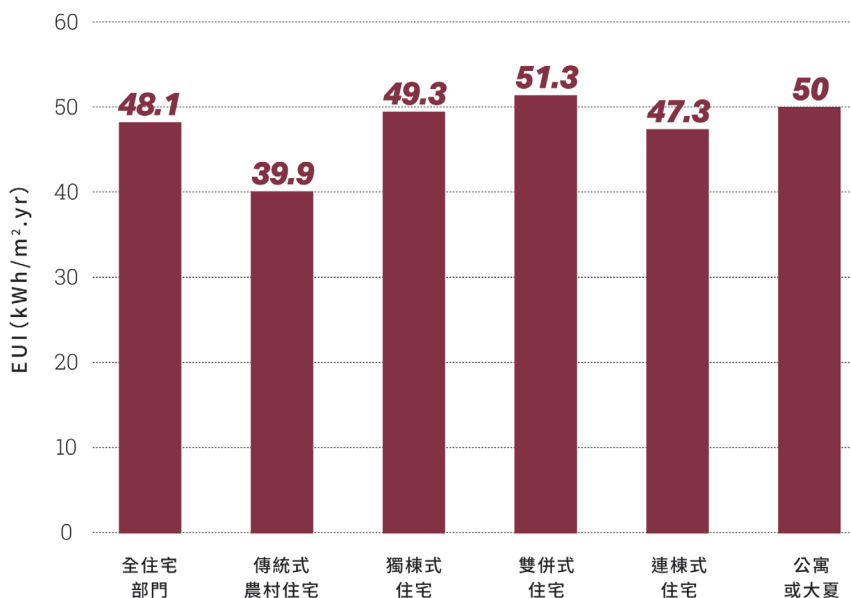
而林素琴與李浩銓在 2013 年執行能源局委託的大型住宅用電研究，以台灣本島住宅為調查對象，採主計處 95 年我國住宅狀況調查結果做為抽樣母體，有效調查問卷數

量達 5,055 份，內含傳統式農村住宅 438 戶 (8.5%)、獨棟式住宅 953 戶 (18.9%)、雙併式住宅 312 戶 (5.9%)、連棟式住宅 1,729 戶 (34.6%)、公寓或大廈 1,605 戶 (32.1%)。該研究統計結果各類住宅平均 EUI 為 $48.1\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{yr})$ ，其中傳統式農村住宅、獨棟式住宅、雙併式住宅、連棟式住宅、公寓或大廈之平均 EUI 為 39.9、49.3、51.3、47.3、 $50\text{kWh}/(\text{m}^2.\text{yr})$ 。



透天住宅與集合住宅 EUI 統計

資料來源 | 郭柏巖，2023



各類住宅的 EUI 平均值

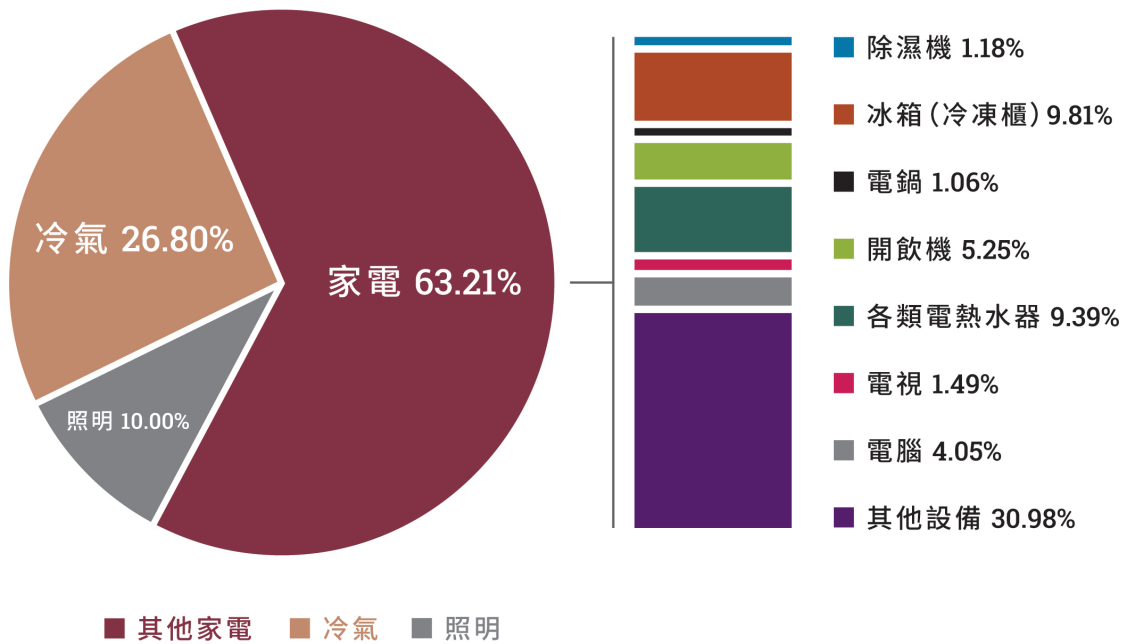
資料來源 | 林素琴與李浩銓，2013

郭柏巖 (2023) 統計台灣住宅全年電力使用以家電設備佔最大比例達 63.21%、其次為空調冷氣佔 26.8%、照明因大幅度採用 LED 光源後僅佔 10%；無論是集合住宅或透天住宅的家電用電比例約占 58~66% 左右，依次為空調用電與照明用電。在空調季節，集合住宅用電比例為家電 58.4%、空調 30.9%、照明 10.7%；而透天住宅用電比例為家電 66.0%、空調 24.4%、照明 9%。

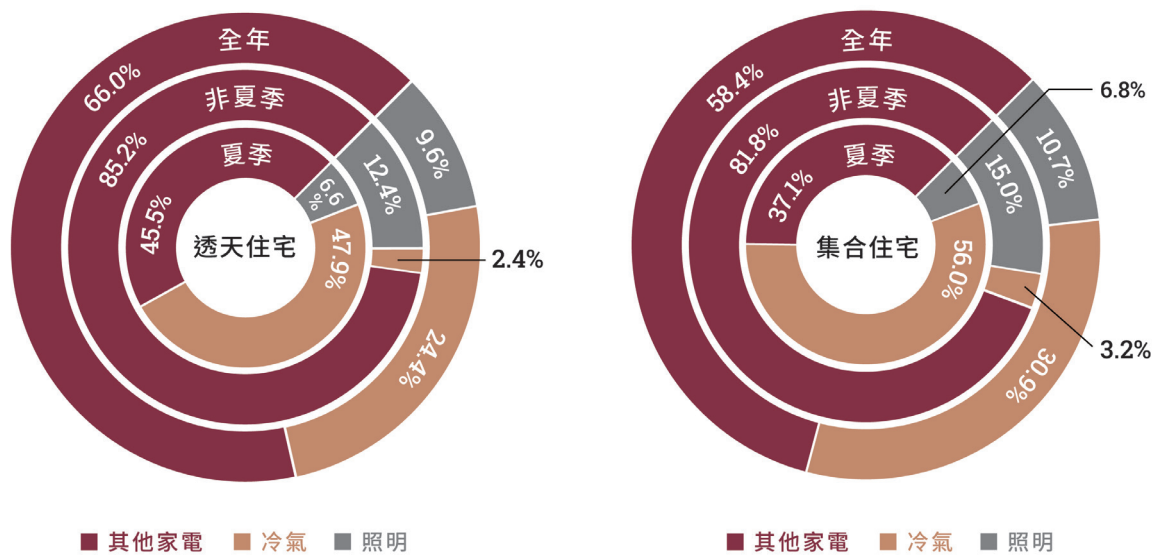
研究調查中所有家電設備的耗能佔比依序為空調冷氣（26.08%），冰箱（9.81%）、電熱水器（9.39%）、開飲機（5.25%）、電腦（4.05%），其他重要的家電設備如電視（1.49%）耗電佔比不如預期高，是因近年串流影音盛行，民眾更常透過手機或平板電腦觀賞自己感興趣的節目，過去全家在客廳一起看電視的時間已逐漸降低。另外，民眾使用電子鍋的比例也逐漸提高，但電子鍋的運作方式與傳統電鍋不同，烹煮過程不會全程使用最大功率，整體耗電更低（佔 1.06%）。最後是難以量化的雜項電器或 3C 產品共佔全年用電 30.98%，因此需進行節能的關鍵家電仍是以冷氣、照明、冰箱、開飲機、電熱水器為主。

林素琴與李浩銓在 2013 年統計各類住宅的用電分項比例平均以冷氣空調為最大宗佔 25.1%、其次為照明佔 21.3%、冰箱佔 6.7%、電視佔 7.7%（含 CRT 及 LCD TV），其它家庭電器包括：電扇 / 通風扇、電鍋、飲水機、電熱水瓶、洗衣機、電腦、監視器等合計佔 39.2%。





住宅用電分項比例
資料來源 | 郭柏巖，2023



透天住宅與集合住宅用電比例
資料來源 | 郭柏巖，2023

內政部建築研究所於 2022 年公告住宅類建築專用的新建住宅能效評估系統 R-BERS (Building Energy-Efficiency Rating System for Residential Buildings) 為透天住宅與集合住宅專用的能效評估系統 (內政部建築研究所, 2022; 郭柏巖, 2022), 於現行住宿類綠建築標章 (EEWH-RS) 之系統下, 辦理住宅、集合住宅等住宿類綠建築能效標示, 以進行建築能效計算、評估、標示與分級認證標準, 利於綠建築標章體系下落實建築能效標示制度。

R-BERS 的評分尺度是以相同平面的住宅類建築相比較的方法所建立的獨一無二的動態評分尺度, 不同公設比、不同規模、不同樓高均有不同評分尺度。

以 2000 年最差節能水準所模擬之碳排水準設為最大值 CEI_{max}, CEI_g 為比 2000 年減碳 10% 之綠建築基準為中位值, CEI_{min} 為最小值, 此三點座標定為評分尺度之 0、50、90 分之評分點。

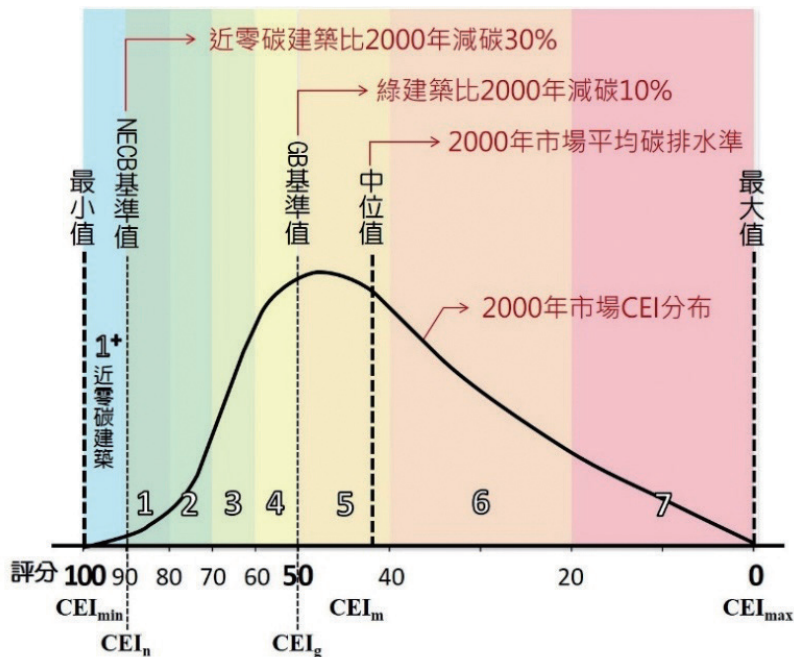
住宅之綠建築 GB 基準定義: 相對於能效計算邊界 (Energy-Efficiency Calculation Boundary, ECB), 減碳率 CRR(Carbon Reduction Rate)10% 以上之住宅建築。

住宅之近零碳建築 NZCB 基準定義: 相對於能效計算邊界 ECB, 減碳率 CRR30% 以上之住宅建築。

EEWH-RS 採用 CEI 右偏分佈理論與技術潛力尺度法來建構 CEI 評分尺度, 另外也參考歐盟部分國家, 在建築能效分級尺度上施行近零碳建築之標示。住宅的右偏分布模型, 它是以排碳密度為單位的 CEI_n、CEI_g、CEI_{max} 來設定 90、50、0 分之基線, 設定減碳率 30%、10% 為近零碳建築 NZCB 與綠建築 GB 之標準。亦即將 GB 基準值設為合格分界點, 在 GB 基準值左側 CEI_n~CEI_g 區間分割成五個等分間距訂為 4、3、2、1、1⁺ 之能效分級, 其中 ≥ 90 分區間為近零碳建築之 1⁺ 等級區間。

TIPS

採用近零碳建築 NZCB (Nearly Zero-Carbon Buildings) 作為淨零建築政策之「建築最高能效」標示, 並以 2000 年為淨零建築路徑之起算點, 定義減碳率 30% 以上之住宿類建築為 NZCB 水準, 同時參考歐盟 EN 15217 所建議之七階段標示法, 以「1⁺」做為 NZCB 之等級標示, 分為 1~7 等級的建築能效標示系統。



住宅空調與照明 CEI 右偏分布與評估尺度概念模型圖

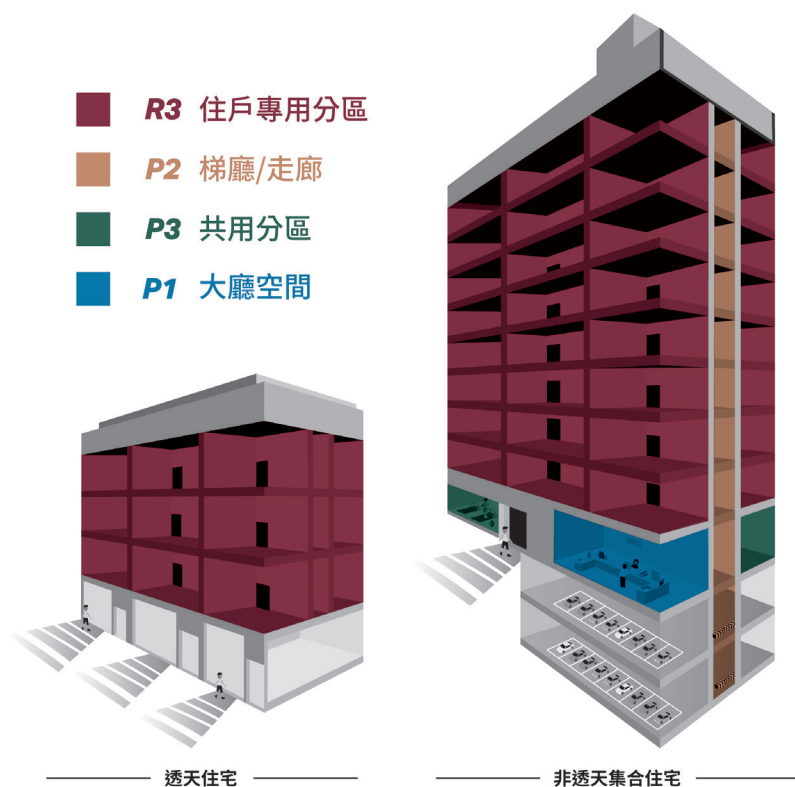
新建住宅能效標示	建築物名稱		
	坐落地址		
	評估總樓地板面積AFe	[m ²]	
	建築能效標示字號		
本標示系統適用於新建住宅或新建集合住宅之能效揭露，其評估範圍為住戶單元之空調、照明、熱水、烹飪等四項家用固定設備之碳排放量，新為集合住宅時則應包含共用空間之空調、照明、電梯、揚水、地下停車場排風機等五項設備之碳排放量，不含前道設備以外之碳排放量。本評量尺度乃是專為本黨量身訂做的標示，不同平面或規模的申請案件有不同的尺度。本標示之4等級1+等級之基準分別為綠建築標準合格基準(50分)、近零碳建築基準(90分)，乃標示相對於2000年該平面形式住宅母體之平均碳排放量分別有減碳10%、30%之水準。本評估以標準家庭人口在該設計設備效率與標準生活作息情境模擬而成，可明確評估該建築與設備系統能效設計的優劣，但因實際情境有所差異，該模擬耗電量與實際耗電量有某程度的落差，特此聲明。			
碳排放密度 kgCO ₂ /(m ² .yr)	得分	碳排放密度指標 CEI*	
≤18.00	90 ~ 100 1+	近零碳建築基準	16.5 kgCO ₂ /(m ² .yr)
≤19.75	80 ~ < 90 1		
≤21.50	70 ~ < 80 2		
≤23.25	60 ~ < 70 3		
≤25.00	50 ~ < 60 4	綠建築基準	
≤28.00	40 ~ < 50 5		
≤34.00	20 ~ < 40 6		
> 40.00	0 ~ < 20 7		
空調碳排 ACE* [kgCO ₂ /yr]			
照明碳排 LCE* [kgCO ₂ /yr]			
二固定電器碳排 FCE* [kgCO ₂ /yr]			
三公用機械設備碳排 MCE* [kgCO ₂ /yr]			
碳排放密度指標 CEI* [kgCO ₂ /(m ² .yr)]			
減碳率 CRR [%]			
R-BERS 2023			

住宅類建築能效標示示意圖

住宅能效評估系統 R-BERS 系統可針對透天住宅與非透天集合住宅類建築物的能源使用效率的計算、評分、診斷、標示之方法，計算範疇主要聚焦於建築行政與市場機制所能操控的節能技術項目範圍。

R-BERSn 適用對象僅限用於低於海拔八百公尺地區，評估範圍包括新建築宅專用：新建透天住宅 R-BERSn、新建非透天集合住宅 R-BERSn、新建集合住宅公用空間 RP-BERSn 等三次系統；既有住宅專用：既有透天住宅 R-BERSe、既有非透天集合住宅 R-BERSe、既有集合住宅共用空間 RP-BERSe 等三次系統

住宅能效評估系統 R-BERS



在透天住宅方面評估外殼、空調、照明、熱水器、爐台等五項能效設計，在非透天集合住宅方面評估外殼、空調、照明、熱水器、爐台、電梯、水塔揚水泵、地下停車場送排風機等八項能效設計。由於這些項目所造成之耗能量或排碳量約佔全棟建築的八至九成，其他一至二成比重為諸多難以控制或管制成效不彰的雜項設備之耗能則不納入評估。

住宅能效評估系統 R-BERS 範疇

大系統		能效評估次系統	適用建築類組	評估範疇	評估方法
住宅專用	新建住宅專用	新建住宅能效評估系統 R-BERSn	低於海拔八百公尺地區之 H-2 透天住宅與非透天集合住宅	住宿單元為外殼、空調、照明、熱水器、爐台等五項。非透天集合住宅為外殼、空調、照明、熱水器、爐台、電梯、水塔揚水泵、地下停車場送排風機等八項	參數模擬評估法
		新建集合住宅公用空間能效評估系統 RP-BERSn (草案)*	低於海拔八百公尺地區，且住戶單元毛胚屋交屋而難以適用 R-BERSn 之非透天集合住宅：只評估共用空間，不評住戶單元空間	共用空間之空調、照明、電梯、水塔揚水泵、地下停車場送排風機等五項	參數模擬評估法
	既有住宅專用	既有住宅能效評估系統 R-BERSe (草案)*	僅供 H-2 之透天住宅或非透天集合住宅內部之住戶單元之自願性評估 (共用空間不評估)	住戶單元之總耗電量	電費單評估法
		既有集合住宅共用空間能效評估系統 RP-BERSe (草案)*	僅供 H-2 之非透天集合住宅共用空間之自願性評估：只評估共用空間，不評住戶單元空間	共用空間之空調、照明、電梯、水塔揚水泵、地下停車場送排風機等	現場照度量測與目測診斷法

*目前尚為草案，預計 113 年公告實施。



透天住宅與非透天集合住宅的耗能計算邊界

Section 4

如何提升住宅建築能效

Chapter 20. 住宅節能潛力在哪裡？	54
Chapter 21. 集合住宅共用空間的節電潛力	56
Chapter 22. 新建透天住宅的減碳重點	58
Chapter 23. 新建集合住宅的減碳重點	60
Chapter 24. 既有住宅的減碳重點	62
Chapter 25. 家庭減碳貢獻	64

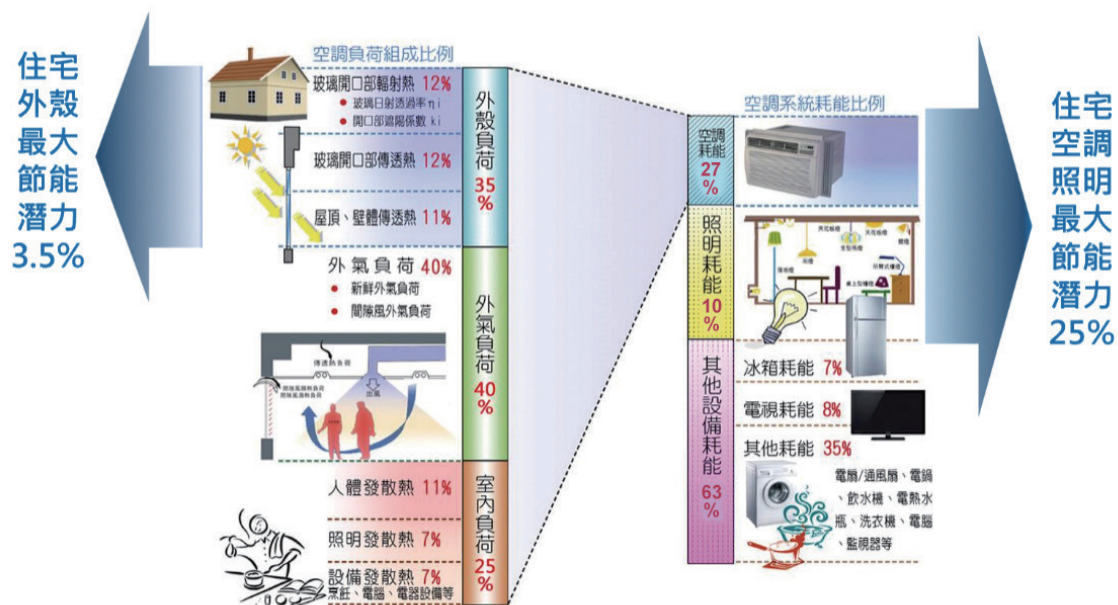
依據台灣成功大學講座教授林憲德，也是國內綠建築指標創立之重要學者，指出住宅的外殼設計都已經到達標準後，最好的建築外殼節能所能達成的最大節能比重在住宅約為 3.5% (外殼指標 Req 最大可能節能比 $0.5 \times$ 外殼影響空調耗能佔比 35% $\times$ 空調耗能佔比 20%)

目前國內部分團體提倡要加強屋頂、外牆隔熱，甚至是符合寒帶地區隔熱認證，然事實上國內外殼節能規範已相當嚴格，較無法有效增加整體建築節能成效；反之目前市場對於空調、照明、熱水、電梯等固定式建築設備系統的節能技術最大約有 60% 的節能潛力，我建築節能法規若不積極導入包含建築設備之建築能效設計標準將喪失最關鍵的節能先機。

全球所有主要國家的建築節能法規最早雖以單純建築外殼節能規定啟動，但很早以來均已擴大至空調、暖房、照明、熱水、電梯等建築設備系統的節能管制規範。目前台灣住宅耗能佔比家電 63%、冷氣 27%、照明 10%，由於照明、家電設備產品效率的提升，透過設備更換即可具有顯著的節能成效。

此外，台灣近零碳住宅標示以碳排密度為指標，又稱 CEI (Carbon Emission Intensity，單位： $\text{kgCO}_2/(\text{m}^2\text{yr})$)，計算是以用電與液態燃料合計的減碳率為指標，原因是住宅的液態能源 (熱水器、爐台等) 佔比較大，而必須兩者合計才能有效進行減碳。





亞熱帶氣候住宅的建築外殼與空調照明的最大節能潛力

資料來源 | 林憲德，張從怡繪圖

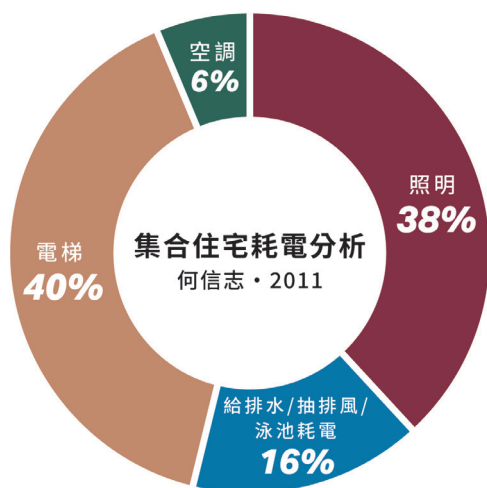
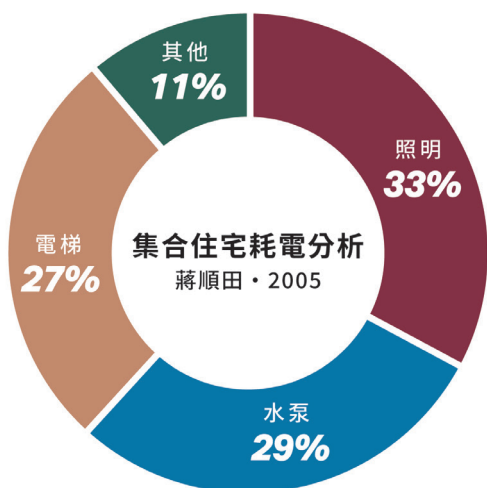
根據蔣順田論文 (2005)，調查 15 層以上高層集合住宅 11 棟 885 戶的用電調查如圖所示，由此發現高層集合住宅每戶平均用電為 4152kWh/ 戶，約佔每戶用電的 37.85%。又根據財團法人綠色生產力基金會工程師何信志 (2011) 於簡報中提及公寓大廈公設 EUI 落在 5.2~170.6 kWh/m².yr 之間，平均約為 32.7 kWh/m².yr。

此外，依據紀柏全等人 (2016) 分析中技社 (2004)、劉心蘭 (2005)、蔣順田 (2005) 的論文歸納出集合住宅公共設施用電約佔整棟建築用電 33~38%。由上可見集合住宅的公共用電比重甚大，這是我國集合住宅能效評估不可迴避之重點。

根據沈政宏對集合住宅大樓的調查研究 (2018)，在 100 棟集合住宅大樓所選用的揚水馬達的揚水量、揚程比實際需要量之超量設計比例，其中有 51% 案件的揚水量超量設計 2 倍以上，有 78% 案件的揚程超量設計 5% 以上。

集合住宅公共設施分類繁多，其中以電梯設備、揚水系統、地下停車場送排風設備系統等三項公用機械設備具節能潛力，分析其原因在於：電梯、揚水、地停車抽排風機等設備之耗電量，先天上即應隨樓層高度而增加之物理原理，因此集合住宅之能效評估對於電梯、揚水、地下停車送排風機等設備須慎重予以評估。

依據圖表顯示，除了照明耗電佔比 33~38% 之外，電梯動力、給排水泵 & 抽排風機設備之耗電佔比各佔 27~40% 與 16~29%，反而因為公共空間之空調設備少又被苛求少開冷氣而使空調耗電比重嚴重偏低。由此可知，若要實施公共用電之能效評估，除了照明耗電項目之外，勢必針對電梯、揚水、地下停車抽排風機等大耗電項目來評估。



集合住宅公共用電耗電分析

資料來源 | 改繪自林憲德，2022，集合住宅揚水系統能源成本效率評估法

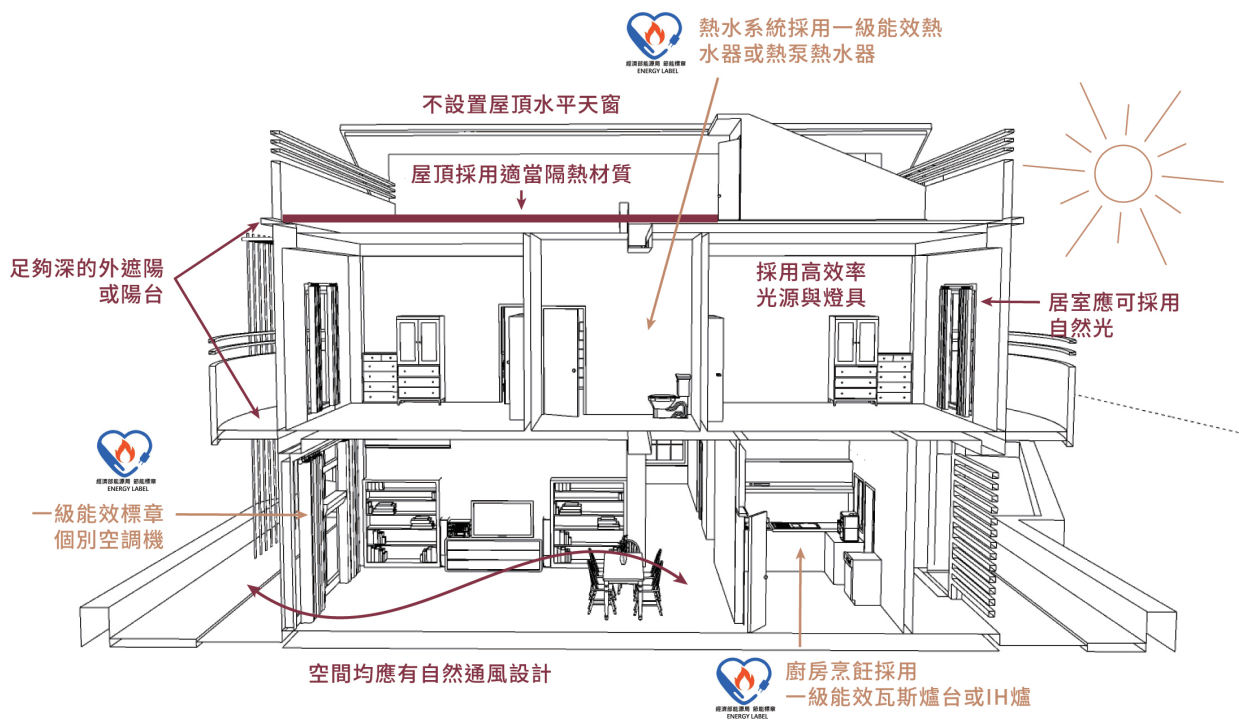
揚水量超量比例	揚水量超量佔比	揚程超量比例	揚程超量比例
2 倍以下	49%	5% 以下	22%
2~3 倍	14%	5~10%	10%
3~4 倍	13%	10~20%	32%
4 倍以上	24%	20% 以上	36%

集合住宅揚水量、揚程超量設計情況統計表

資料來源 | 改繪自林憲德，2022，集合住宅揚水系統能源成本效率評估法

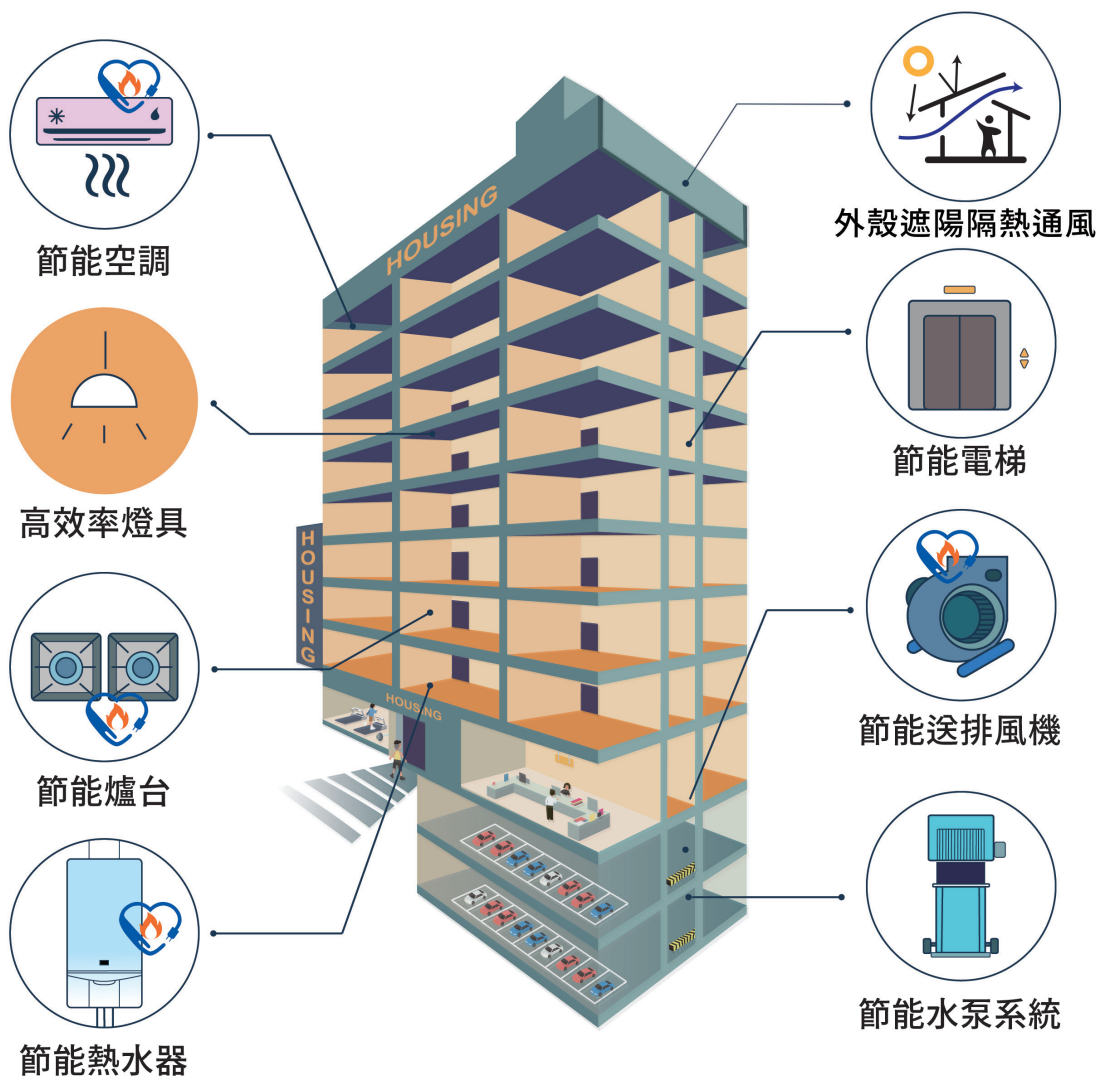
1. 外殼應達到最高等級的節能設計。所有空間均應有自然通風設計、大幅減少外牆開窗率且不設置屋頂水平天窗、開窗部位需有足夠深度的外遮陽或陽台、空調型建築的大面積玻璃應採低日射透過率之玻璃等。
2. 應採用具有一級能源效率分級標示的個別空調機。
3. 照明應達到最高等級的節能設計。所有居室應可自然採光、在滿足照度之下降低燈具數量、採用最高效率的光源及燈具、空間內宜區分背景照明及重點照明、做好分區開關控制並配合自動感知與調光。
4. 熱水系統應使用一級能源效率分級標示的熱水器，或使用熱泵熱水器或太陽能熱水系統，且應採用有保溫披覆層的熱水管路系統。
5. 廚房烹飪設備避免採電熱爐，應使用有一級能源效率分級標示的瓦斯爐台或 IH 爐。





透天住宅的減碳設計策略

1. 外殼應達到最高等級的節能設計。所有空間均應有自然通風設計、大幅減少外牆開窗率且不設置屋頂水平天窗、開窗部位需有足夠深度的外遮陽或陽台、空調型建築的大面積玻璃應採低日射透過率之玻璃等。
2. 應採用具有一級能源效率分級標示的個別空調機。
3. 照明應達到最高等級的節能設計。所有居室應可自然採光、在滿足照度之下降低燈具數量、採用最高效率的光源及燈具、空間內宜區分背景照明及重點照明、做好分區開關控制並配合自動感知與調光。
4. 熱水系統應使用一級能源效率分級標示的熱水器，或使用熱泵熱水器或太陽能熱水系統，且應採用有保溫披覆層的熱水管路系統。
5. 廚房烹飪設備避免採電熱爐，應使用有一級能源效率分級標示的瓦斯爐台或 IH 爐。
6. 電梯應採用永磁變頻電梯及電力回收電梯等節能電梯。
7. 水塔送水系統應選用合適揚程與送水量之揚水泵（不應超量設計），應選用 IE3 或 IE4 之節能水泵。
8. 地下室停車場通風系統應盡量採用具有節能標章或有一氧化碳 (CO) 濃度控制的變頻排送風機。



集合住宅的減碳設計策略

既有住宅能效評估系統 R-BERSe (Building Energy-efficiency Rating System for Existing Residential Buildings) 是採用住宿單元全年用電量來執行同儕比較的評分法，在此所謂同儕比較是指人員生活起居、照明、空調、家電營運均在設定標準情境下之相互比較；同時 R-BERSe 只評估電力能源而不評估液態燃料能源範疇。由於 R-BERSe 是以住戶自我所提情境條件評估的工具，其評估的準確性與信賴性有賴誠實輸入條件，因此建議把 R-BERSe 視為一種自願型、宣導型、獎勵活動之評估工具，較難作為強制型政策之用。

R-BERSe 必須建置評估案件的客製化評分尺度，該尺度必須由 EUI 基準值修正而成；修正參數包括「面積修正係數」與「常住人口修正係數」之雙重修正。

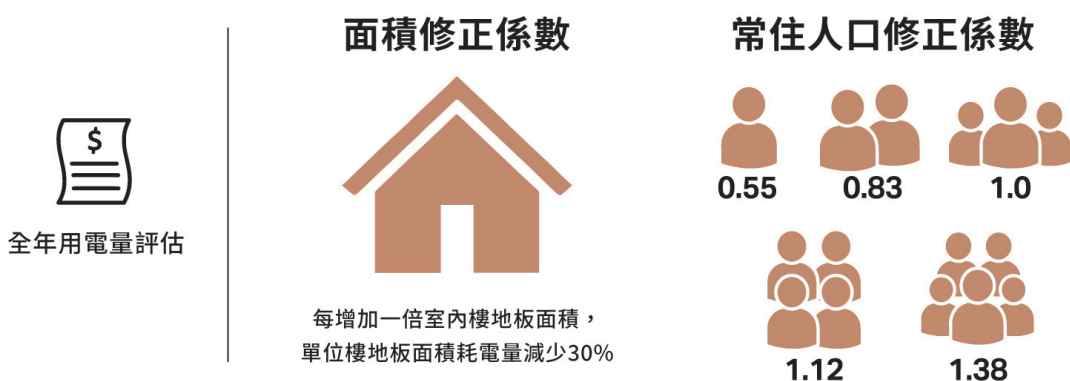
「面積修正係數」：EUI 基準乃是以室內樓地板面積為標準之模擬值，鑒於在相同設備量與生活模式下室內樓地板面積越大的住宅會因耗電密度稀釋而造成 EUI 縮小的現象；EUI 基準在每增加一倍室內樓地板面積時應減少 30% 之條件。

「常住人口修正係數」：EUI 基準乃是以常住人口三人為依據，鑒於住戶耗電密度會隨常住人口的增加、減少而微幅上升、下降；設定常住人口修正係數 MP 為 1 人：0.55、2 人：0.83、3 人：1.0、4 人：1.12、5 人：1.38、6 人或以上：1.57 作為修正 EUI 之依據。

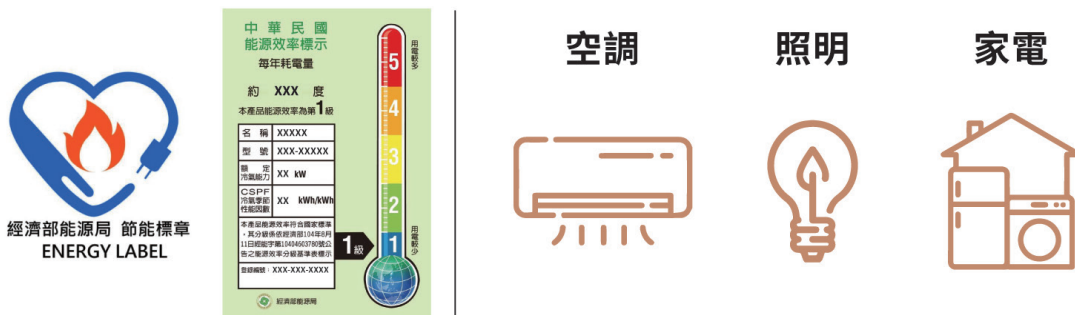
所謂常住人口不以戶籍登錄人口為準，應以實際長期穩定居住人口為準，同住親人或友人較長時間在外求學、經商、旅行情形，不應計入常住人口。

住宅單元基準模型

Point 1 只評估電力能源



Point 2 採用能源效率標示1級或節能標章之家電產品



既有住宅評估與減碳策略

在台灣近零碳住宅 NZCB 定義是以 2000 年為市場平均碳排水準，若能比 2000 年減碳 30% 以上就可稱之；若以綠建築基準值為 50 分之合格基線的碳排比例圖來看，住宅單元碳排佔八成，而共用空間約佔二成左右；其中住宅單元以瓦斯爐台 24%、瓦斯熱水器 15%、家電 21% 佔比最高，若以民眾來說，最能展現節能減碳行動方式就是從提升自有家電設備能源效率開始，則可有顯著減碳效益。

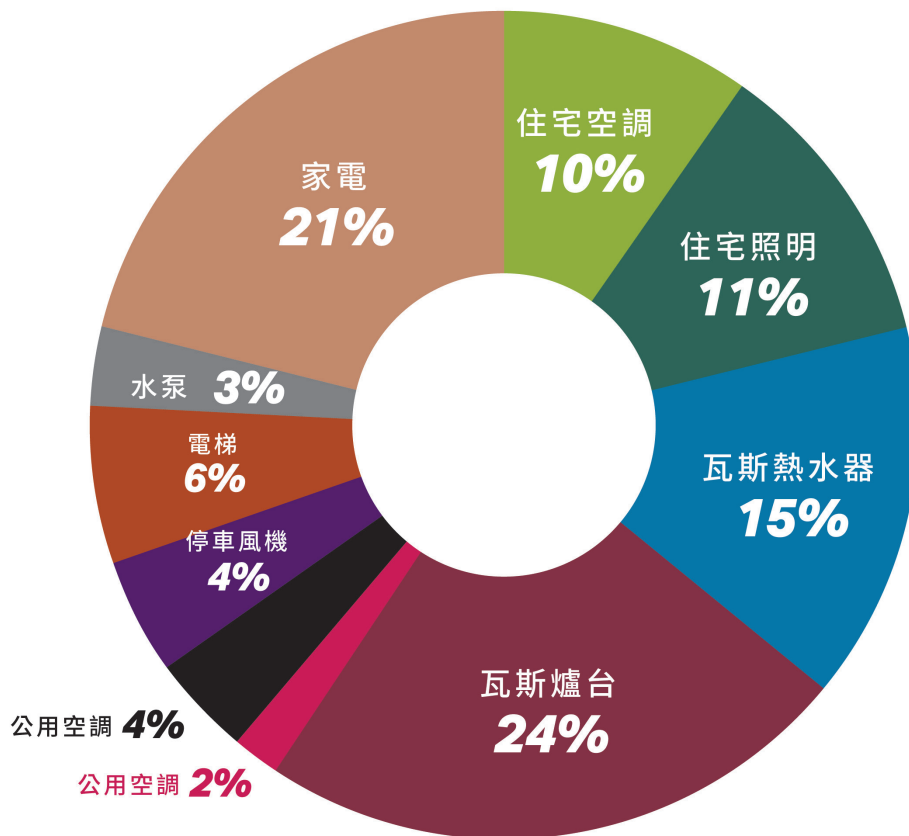
例如：採用能源效率標示 1 級的變頻冷氣機比沒有能源效率標示 1 級冷氣有 39% 的能源效率提升、採用高效率照明產品有 25%、廚房烹飪採 IH 電磁爐有 25%、一級能效熱水器則有 20% 能源效率提升；

若是集合住宅有機會透過公用機械設備，採用永磁變頻電梯有 40% 能源效率提升、停車場採用有節能標章的抽排風扇有 20%，採用揚水泵節能設計可提升能源效益 50%；住宅可透過提升家電設備或共用機械設備來達到節能減碳的效益，快速又有成效；

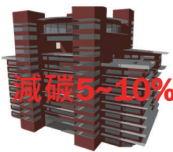
以歐盟家庭為例，2019 年歐盟家庭主要使用末端能源是暖氣系統佔 62.8%，再者為熱水系統 15.1%，照明與家電為 14.5%，烹飪佔 6.1%，能源使用類型暖房、熱水系統、烹飪以瓦斯為主、其餘仍以電力為主；而美國不同類型住宅能源分項，暖氣系統佔 25%~47%，公寓式住宅較低於透天型住宅，接著為熱水系統 17%~32%，其他比例為 20%~26%，其中在最終能源使用中有發現家電使用的比例逐漸增多，包括如：天花板風扇、除濕器、蒸發冷氣、微波爐、洗衣機、洗碗機等家電產品使用率趨多。

TIPS

大多屬於寒帶氣候的歐盟國家與大部分美國地區，首重降低暖房與熱水系統的能耗使用，而亞熱帶地區的台灣則以家電為降低用電最主要，由於沐浴和烹飪主要大部分使用瓦斯；台灣住宅節能效益上本較國外住宅耗能低很多，首重家電用電之節能與減碳，顯示出國內外淨零碳住宅之不同挑戰。



綠建築 GB 基準合格等級的碳排比例圖

 減碳5~10% 建築外殼節能設計 EEV	 減碳40% 冷氣機EAC
 減碳25% 照明節能設計 EL	 減碳15% 瓦斯爐
 減碳30~50% 節能電梯	 減碳20~30% 停車場換氣系統
 減碳20% 熱水器	 減碳30~50% 水泵系統

各項設備提升能源效率之百分比

5 級能效 → 1 級能效

各項家電設備能源效率提升百分比

冷氣機	39%
瓦斯熱水器	20%
熱泵熱水器	74%
燃氣爐台	25%
IH爐	22%

↑
能源效率
提升

公用機械設備能源效率提升百分比

節能電梯	50%
地下室停車場排風系統	30%
揚水泵節能設計	50%

住宅建築能效評估概論

Building Energy-Efficiency Rating System for Residential Buildings

內政部建築研究所編輯

ISBN:0 (平裝)

NT\$: 0

GPN:0

國家圖書館出品預行編目 (CIP) 資料

住宅建築能效評估概論 Building Energy-Efficiency Rating System for Residential Buildings

內政部建築研究所編輯 . -- 第一版 . -- 新北市 : 內政部建築研究所, 民 112.12 面 ; 公分

ISBN 0(平裝)

1.CST: 建築能效 2.CST: 建築節能

441.577 111010593

住宅建築能效評估概論

出版機關：內政部建築研究所

發行人：王榮進

地址：23143 新北市新店區北新路三段 200 號 13 樓

內政部建築研究所

編輯單位：郭柏巖、嚴佳茹、蔡耀賢

監修：陶其駿、褚政鑫

網址：<http://www.abri.gov.tw>

電話：(02) 89127890

出版年月：112 年 12 月

版次：第一版

定價：NT\$0

展售處：政府出版品展售門市 - 五南文化廣場：台中市中山路 6 號

(04)22260330 <http://www.wunanbooks.com.tw>

政府出版品展售門市 - 國家書店松江門市：台北市松江路 209 號 1 樓

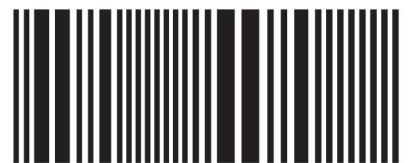
(02)25180207 <http://www.govbooks.com.tw>

GPN：0

ISBN：0 (平裝)

內政部建築研究所保留本書所有著作權利，

欲利用本書全部或部分內容者，需徵求書面同意或授權。



GPN:**1011100907**

定價：**000**