

綠建築室內環境指標整合健康概念之可行性研究

內政部建築研究所自行研究報告

107

年度

綠建築室內環境指標
整合健康概念之可行性研究

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 107 年 12 月

(本報告內容及建議，純屬研究小組意見，不代表本機關意見)

107301070000G0038
PG10705-0061

綠建築室內環境指標 整合健康概念之可行性研究

計畫主持人：王家瑩

內政部建築研究所自行研究報告

中華民國 107 年 12 月

MINISTRY OF THE INTERIOR
RESEARCH PROJECT REPORT

**Feasibility Study on Integrating Healthy Concepts of Green Building
Indoor Environment Indicator**

BY

Chia-Ying Wang

Dec. 2018

目次

表目錄	.....	III
圖目錄	.....	V
摘要	.....	VII
第一章 緒論	.....	1
第一節 研究緣起及背景	.....	1
第二節 研究範圍、方法及步驟	.....	5
第二章 健康建築理論	.....	7
第一節 何謂健康建築	.....	7
第二節 國際間的健康建築	.....	8
第三節 臺灣綠建築評估系統 EEWB	.....	14
第四節 我國健康建築與室內環境品質相關法令規範	.....	21
第三章 美國 WELL 健康建築標準	.....	29
第一節 發展背景	.....	29
第二節 評估架構	.....	30
第三節 審查機制	.....	31
第四節 評估內容	.....	33
第五節 WELL 健康建築認證案例	.....	41
第四章 綠建築評估整合健康概念之可行性分析	.....	43
第一節 WELL 與 LEED 評估項目相似性比較	.....	43
第二節 WELL 與我國 EEWB 評估項目相似性比較	.....	47
第三節 我國 EEWB 整合健康概念之可行性建議	.....	49
第五章 結論與建議	.....	53
參考文獻	.....	57

表目錄

表 2-1	健康建築評估項目	8
表 2-2	CASBEE-健康(住宅版)自行評核表(9 類 50 題)	9
表 2-3	LEED BD+C 八大指標表及其 26 個評估項目	11
表 2-4	BREEAM 認證評估等級	13
表 2-5	臺灣綠建築評估系統 EEWH	17
表 2-6	室內環境指標 4 大評估重點	19
表 2-7	室內環境指標評分項目	19
表 3-1	WELL 健康建築標準認證等級	33
表 3-2	空氣指標評估項目表(新建與既有建築類)	34
表 3-3	水指標評估項目表(新建與既有建築類)	35
表 3-4	營養指標評估項目表(新建與既有建築類)	36
表 3-5	光指標評估項目表(新建與既有建築類)	37
表 3-6	健身指標評估項目表(新建與既有建築類)	38
表 3-7	舒適性指標評估項目表(新建與既有建築類)	39
表 3-8	精神指標評估項目表(新建與既有建築類)	40
表 4-1	WELL 指標與 LEED 評估項目比較表	43
表 4-2	EEWH 室內環境指標評估項目與 WELL 指標相似對照表	48

圖目錄

圖 1-1	符合 107 年創新低碳綠建築環境科技計畫之研究軸向	4
圖 1-2	研究流程圖	6
圖 2-1	主觀感受得分與居住者健康之關係	9
圖 2-2	英國 BREEAM 評估 10 大指標	12
圖 2-3	國際綠建築發展歷程	14
圖 2-4	綠建築數目民間業界參與逐年增加	15
圖 2-5	我國綠建築評估系統於 106 年發展為六大類家族體系	17
圖 2-6	歷年綠建築標章及候選綠建築證書統計	21
圖 3-1	WELL 建築標準之 11 項人體系統與 7 大指標	30
圖 3-2	WELL 建築標準之七大指標體系評估項目分布	31
圖 3-3	WELL 認證流程圖	32
圖 3-4	宏舜開發高雄 HH 大樓外觀	41
圖 3-5	鋁格柵深遮陽與大面 LOW-E 玻璃開窗設計	42

摘 要

關鍵字：健康建築、綠建築評估系統、室內環境品質

一、研究緣起

近年來，氣候暖化、霾害、PM2.5 紫爆等空氣污染問題日漸嚴重，空氣中充滿對人體有害之化學、有毒物質，以及污染物等，會對人體健康造成危害，故室內環境與空氣品質等健康維持議題逐漸成為民眾關切的焦點。國際間，日本、美國相繼在綠建築認證系統中提出健康建築的相關指標，其他各國在綠建築評估中也幾乎都包含了室內環境指標，顯示「健康」對於居住環境的重要性。因此，本研究擬深入了解國際間健康建築最新趨勢，探討 WELL 健康建築評估項目納入我國 EEWH 評估項目的可行性，以提升綠建築品質，與國際接軌。

二、研究方法與過程

為能充分瞭解國際間健康建築之發展趨勢，本研究蒐集各國綠建築評估系統中，涉及室內環境、空氣品質及人體健康的部分，探討系統為順應健康建築發展潮流而提出之因應措施，並以美國 WELL 健康建築標準為主軸，檢討其與 EEWH 評估項目之差異，並提出適合納入 EEWH 中執行的可行性建議，而不著重在人體健康理論的探研，其中所採用之研究方法主要包括以下項目：

(一)文獻回顧：蒐集國內外有關健康建築之評估標準，以及對於

室內環境、空氣品質與人體健康影響之相關文獻。

(二)個案分析：以美國 WELL 健康建築標準為研究主軸，深入了

解各項指標與評估項目的內容與意義。

(三)比較分析：以 WELL 健康建築標準為對象，分別比對 LEED 及 EEWB 評估項目之差異，並提出適合納入 EEWB 中執行的可行性。

(四)歸納整理：綜整意見並歸納出適合納入 EEWB 中執行的可行性建議。

三、重要發現

本研究以 WELL 健康建築標準的七大指標進行討論，初步歸納出相關建議與問題，評估 WELL 健康建築部分評估項目納入 EEWB 中執行的可行性，做法列舉如下：

(一)空氣：室內空氣品質維護。除了基本通風與 TVOC 逸散量控制，空間使用行為對空氣品質影響的考量亦應納入，如：菸害與懸浮微粒。菸害部分，EEWB 可透過禁菸標誌的規劃與設立，教育人們吸菸對健康的危害，進一步提升空間使用者對於禁菸的意識。而懸浮微粒則可考量透過空氣濾淨系統的規劃設計與安裝，來解決污染高峰時期的健康危害，惟使用後的系統設備維護，需要規劃相關的管理措施。

(二)水：確保基本用水安全。維持基本用水品質，避免人體長期接觸影響健康，並透過過濾器、飲水機的安裝與維護，確保用水安全。

- (三)營養：本指標相關策略涉及使用者行為管制，在評估驗證或用後管理方面，恐不易執行。
- (四)光線：WELL 除了與 EEWB 相同的基本照度與眩光防制外，還規劃有幫助人體產生規律生理時鐘與睡眠的「晝夜照明設計」，但此部分涉及燈具設備使用後的維護管理，在管制執行上恐有困難。
- (五)健身：EEWB 可參考 WELL 強化鼓勵使用者多加運動的空間設計，例如：將室內樓梯設置於明顯位置、強化開放空間設計，以及設置自行車停放處與淋浴更衣室等。
- (六)舒適性：WELL 在舒適性方面有更多的評估項目，包括無障礙、人體工學設計、熱舒適、嗅覺舒適性等，建議 EEWB 可將無障礙設計納入前階段建築設計之評估管制，在執行上較具可行性。
- (七)精神：此指標為 WELL 認證的特色指標之一。建議 EEWB 可參考 WELL 美學設計及自然定律部分，透過公共藝術、自然環境的開放空間、景觀美化或是屋頂花園等設計，強化舒適感受、提高幸福感，進而對情緒產生積極正面的影響。

四、主要建議事項

建議一

空氣品質維護應將空間使用行為納入考量：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

菸害部分，EEWH 可透過禁菸標誌的規劃與設立，教育人們吸菸對健康的危害，進一步提升空間使用者對於禁菸的意識。

建議二

可強化舒適性評估，並納入前階段建築設計之評估管制：中長期

建議

主辦機關：內政部建築研究所

舒適性方面評估項目，尚包括無障礙、人體工學設計、熱舒適、嗅覺舒適性等，建議 EEWH 可將無障礙設計納入前階段建築設計之評估管制。

第一章 緒論

第一節 研究緣起及背景

一、研究緣起

由於目前地球大氣層中包含二氧化碳在內的溫室氣體數量過多造成了全球暖化，且各國都會區發展迅速，人口以及建設皆往都市集中，使用鋼筋水泥的建築群聚於都市之中，隨著都市中計畫道路以及建築群等缺乏透水性的鋪面面積日漸增加，原有的自然生態植栽綠地遭到破壞，使得都市缺乏保水的機能，也降低了地球蓄水降溫的能力，都市熱島效應日益嚴重，加上中國華北地區隨東北季風襲來的沙塵暴、霾害等空氣汙染問題開始影響台灣，建築物朝向密閉化、空調化發展，加上裝潢材料逸散、設備使用排放廢氣等等，皆影響使用者的健康，且現代人於室內活動的時間可達 90%以上，改善室內環境及空氣品質成為國際間被重視的議題。

創新低碳綠建築環境科技計畫係延續前期之綠建築科技計畫，自 104 年開始辦理，配合行政院核定之「永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案」，二者相互配合實施之下，在綠建築居住環境、綠建築永續環境、綠建築節能減碳等議題以及國內綠建築標章制度發展等奠定了良好的基礎。其中綠建築評估系統

(EEWH) 係針對臺灣亞熱帶高溫高濕氣候特性，建立涵蓋生態 (Ecology)、節能 (Energy Saving)、減廢 (Waste Reduction)、健康 (Health) 4 大範疇，不僅為全世界第 4 個實施具科學量化的綠建築評估系統，同時也是第 1 個針對熱帶及亞熱帶高溫、高濕氣候獨立發展綠建築評估的國家。

為因應日新月異之綠建築科技技術進步、提升國內綠建築技術，使綠建築評估制度更為完備，內政部建築研究所考量國內建築產業需要、及公會與相關專家學者建議，每三年辦理版本更新規劃與滾動檢討，於 2012 年完成綠建築分類評估體系，將我國原有一體適用的綠建築評估通用版本，發展為綠建築評估家族，包括基本型 (EEWH-BC)、住宿類 (EEWH-RS)、社區類 (EEWH-EC)、舊建築改善類 (EEWH-RN) 及廠房類 (EEWH-GF) 等五類，從此我國正式邁入綠建築分類評估的時代，並於 2015 年全面更新手冊，使其評估功能更加完備，有效落實節能減碳目標。

近年來，氣候暖化、霾害、PM2.5 紫爆等空氣污染問題日漸嚴重，空氣中充滿對人體有害之化學、有毒物質，以及污染物等，會對人體健康造成危害，故室內環境與空氣品質等健康維持議題逐漸成為民眾關切的焦點。國際間，日本、美國相繼在綠建築認證系統中提出健康建築的相關指標，其他各國在綠建築評估中也幾乎都包含了室內環境指標，顯示「健康」對於居住環境的重要

性。因此，本研究擬深入了解國際間健康建築最新趨勢，探討 WELL 健康建築評估項目納入我國 EEWH 評估項目的可行性，以提升綠建築品質，與國際接軌。

二、 研究目的

為持續推動建築零碳發展，進一步推動我國綠建築永續發展，104-107 年度之「創新低碳綠建築環境科技計畫」賡續辦理「低碳綠建築與節能減碳科技」、「生態環境與低碳城市評估機制」、「創新低碳建築材料工法技術與開發應用」、「綠建築法制教育與應用推廣」等四大主軸之相關研究，將各研究計畫成果運用在綠建築法令與相關節能減碳技術上，而台灣位處於亞熱帶氣候區，是屬於典型的熱濕氣候，應在建築初始設計時將能源需求合併考量，直接利用設計手法達到室內健康舒適的基本條件。綠建築九大指標中，室內環境指標的主要評估室內環境設計對人體健康與地球環境的負荷，以室內音、光、通風換氣環境及建材裝修為評估對象，屬於人體感受的「舒適性」評估，而本研究將以 WELL 健康建築認證標準為對象，研析與人體健康或是疾病管理相關的評估項目納入我國 EEWH 之可行性，以期能精進與提升我國綠建築評估系統，以符合世界趨勢，並可提供同為亞熱帶氣候地區之國家參考。

圖 1-1 符合 107 年創新低碳綠建築環境科技計畫之研究軸向

為因應 EEWB 室內環境指標及環保署「室內空氣品質管理法」之正式推行，在建築物室內環境品質與人體健康的連結部分，應進一步討論。而 2014 年美國 WELL 參考 LEED 認證體系，發布健康建築認證，以醫學的角度進行建築空間健康評估；相較於我國 EEWB 以「舒適性」為主要評估考量，WELL 對於「健康」有更多的認證評估。故本研究除深入了解國際間健康建築最新趨勢，亦有下列目的：

- (一)瞭解國際間健康建築評估之相關認證，並分析與綠建築認證間的連結關係。
- (二)探討我國 EEWB 室內環境品質指標與 WELL 健康建築評估項目之差異性。
- (三)提出健康建築評估項目納入我國 EEWB 評估之可行性建議。

第二節 研究範圍、方法及步驟

一、研究範圍

本研究主要蒐集美、日、英等國之綠建築評估標準，並檢視其中有關於室內環境指標與人體健康的相關部份，以了解國際間目前對於健康建築有何相對應之措施與標準，並以美國 WELL 健康建築標準為主軸，探討健康建築評估項目納入我國 EEWB 評估項目之可行性。

二、研究方法

為能充分瞭解國際間健康建築之發展趨勢，本研究蒐集各國綠建築評估系統中，涉及室內環境、空氣品質及人體健康的部分，探討系統為順應健康建築發展潮流而提出之因應措施，並以美國 WELL 健康建築標準為主軸，檢討其與 EEWB 評估項目之差異，並提出適合納入 EEWB 中執行的可行性建議，而不著重在人體健康理論的探研，其中所採用之研究方法主要包括以下項目：

- (一)文獻回顧：蒐集國內外有關健康建築之評估標準，以及對於室內環境、空氣品質與人體健康影響之相關文獻。
- (二)個案分析：以美國 WELL 健康建築標準為研究主軸，深入了解各項指標與評估項目的內容與意義。
- (三)比較分析：以 WELL 健康建築標準為對象，分別比對 LEED 及 EEWB 評估項目之差異，並提出適合納入 EEWB 中執行的可行性。

(四)歸納整理：綜整意見並歸納出適合納入 EEWH 中執行的可行性建議。

三、 研究步驟

本研究的流程與架構如下：

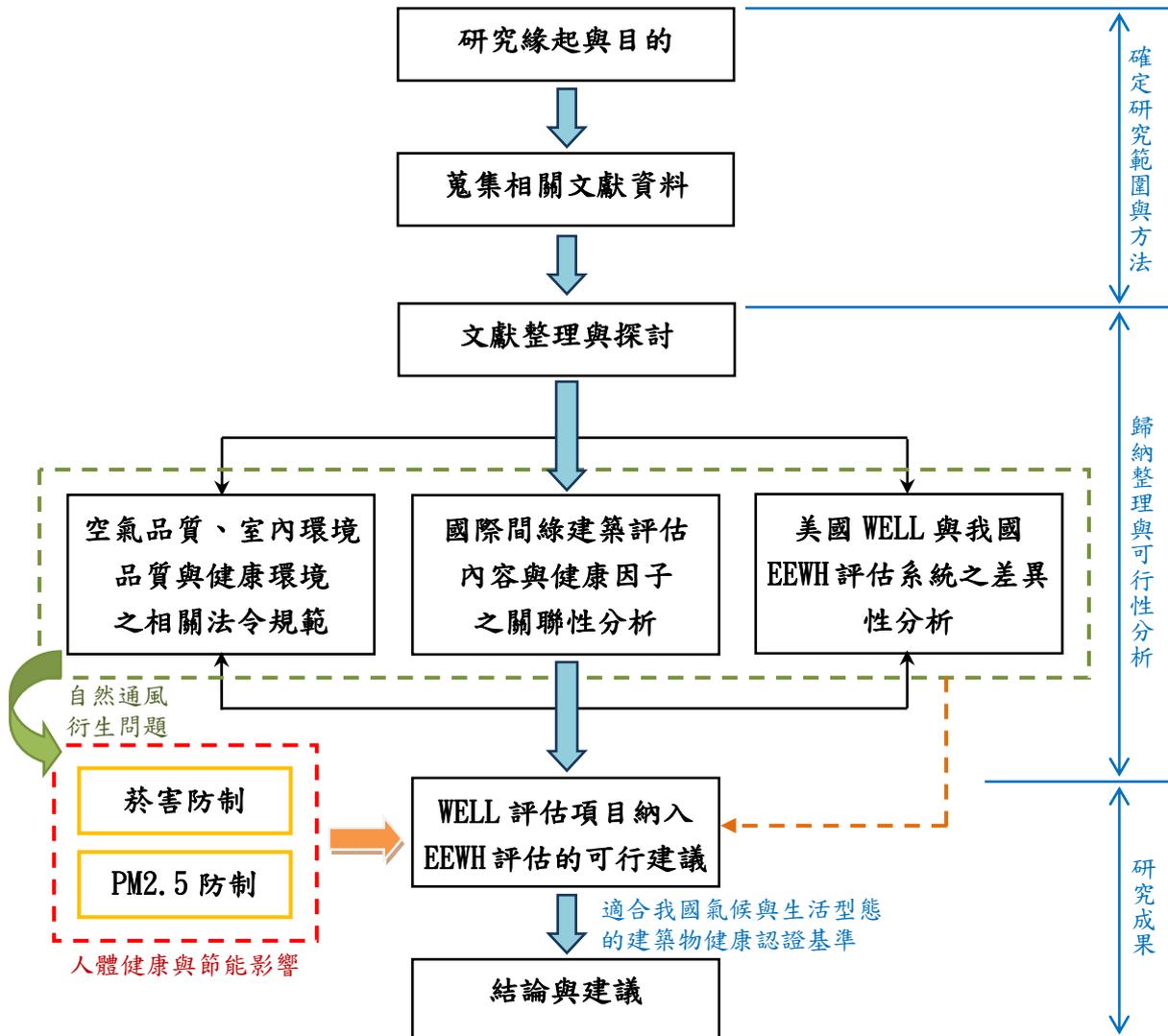


圖 1-2 研究流程圖

第二章 健康建築理論

第一節 何謂健康建築

一、定義

現代人於室內活動的時間可達90%以上，氣候暖化與空氣污染的問題，最快速的解決方式為建築物的空調化處理。因此，室內空間包括裝潢材料逸散、設備使用排放廢氣等，皆影響使用者的健康，室內環境品質也成為近年來大眾所關注的焦點議題。「健康建築」主要係針對建築室內環境的物理、心理等各項因子，物理因子如：溫濕度、通風換氣、音、光、空氣品質等；心理因子如：佈局、環境色、照明、空間、使用材料等；另外還包括像是工作滿意度、舒適性、人際關係等要項，而一棟健康建築必須包含以上所有的要素（Healthy Buildings 2000 Conference, Finland）。

而Levin在1995提出，健康建築的概念應包含建築物對整個環境的影響；也就是說，健康的建築物，不應該對居住者與環境產生不良影響，因為環境的惡化最終還是會限制建築物室內環境的健康【E1】。因此，環境惡化問題使各國開始重視綠建築的實踐，以盡量減少建築物本體對當地、地區、國家，甚至全球環境所產生的影響。

但要如何確立一棟建築物的健康性呢？Levin也提出了健康建築物應制定和使用的評估要項【E2】，如下表2-1。

表 2-1 健康建築評估項目

環境焦點	標準重點
室內環境質量	熱環境品質
	室內空氣品質
	照明
	聲學
	功能支持
	安全
	隱私
	指標系統(way-finding)
一般環境質量 礦 物資源消耗	能源消耗
	自然資源消耗
	棲息地破壞，生物多樣性喪失
	土地使用
	大氣污染
	水污染
	土壤污染

第二節 國際間的健康建築

一、日本 CASBEE-健康

日本 CASBEE(Comprehensive Assessment System for Built Environment Efficiency)依據「建築環境性能效率 (BEE)」對建築進行評估，評估結果依據比值高低可分為：S (Excellent)、A (Verygood)、B+ (Good)、B- (Fairly Poor)、C (Poor) 五個等級。而 CASBEE-健康分為住宅版與社區版，與其他 CASBEE 家族尺度相互接軌，評估採自行檢核的方式進行，住宅版分 9 類 50 題、社區版分 8 類 36 題，以住宅版為例，評估細項如下表 2-2

【E3】：

表 2-2 CASBEE-健康(住宅版)自行評核表(9類 50題)

空間(配分)	評估題數	健康要素
1.客廳(21)	7	冷熱、安靜、明亮、清潔、安全
2.寢室(21)	7	冷熱、安靜、明亮
3.廚房(15)	5	清潔、安全
4.衛浴(21)	7	冷熱、清潔、安全
5.廁所(9)	3	冷熱、清潔、安全
6.玄關(9)	3	明亮、安全
7.走廊、樓梯與收納(21)	7	冷熱、明亮、清潔、安全
8.居家周邊(15)	5	安全、安心
9.照護對應(針對高齡者住宅使用)	6	-

資料來源：CASBEE 健康評估概述手冊，2011，JSBC(<http://www.ibec.or.jp/>)

主觀感受的健康對應關係分冷熱(36分)、安靜(6分)、明亮(12分)、清潔(27分)、安全(45分)及安心(6分)等6項，評估出的分數與實際反應使用者的健康狀況(如圖 2-1)，得分愈高，居住者的患病率愈低，而該統計資料係依據 6 千戶住宅問卷而得。

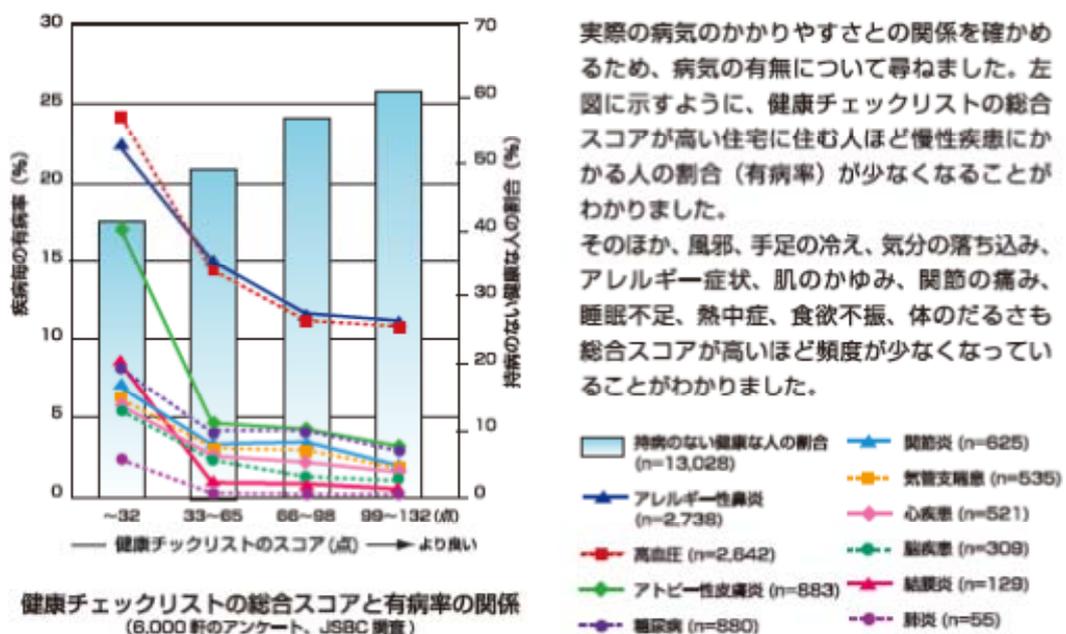


圖 2-1 主觀感受得分與居住者健康之關係

二、美國 LEED

LEED (Leadership in Energy and Environmental Design)，是由美國綠建築協會(U.S. Green Building Council，USGBC)於1998年提出的綠建築評估系統，其評估系統體制分成建築設計與結構(Building Design and Construction，BD+C)、室內設計與結構(Interior Design and Construction，ID+C)、建築營運與維護(Building Operations + Maintenance，O+M)、社區發展(Neighborhood Development，ND)和住宅(Homes)等5類。最高總得分為110分，依總得分共分成四個等級，40-49分為認可等級，50-59分為銀級認證，60-79為金級認證，而80分以上可得到白金級認證。

以LEED BD+C為例，評估項目包括八個評估指標群(62個評估項目)，包括「位置與交通 Location and Transportation (LT)」、「永續基地 Sustainable Sites (SS)」、「用水效率 Water Efficiency (WE)」、「能源與大氣 Energy and Atmosphere (EA)」、「材料與資源 Materials and Resources (MR)」、「室內環境品質 Indoor Environmental Quality (EQ)」、「創新 Innovation」有兩個評估項目、「區域優先得分項目 Regional Priority」有一個評估項目。

而上述八大指標群中，「室內環境品質 Indoor Environmental Quality (EQ)」為主要會涉及「健康」的指標，也是本研究主要探討的部分，其評估項目中，最低室內空氣品質表現、環境煙控、最低聲環境表現為必要項目，其他指標的必要評估項目就不在本文中敘述【E4】。26個評估項目詳表2-3。

表 2-3 LEED BD+C 八大指標表及其 26 個評估項目

指標群	評估項目
位置與交通 Location and Transportation (LT)	社區開發選址、敏感型土地保護、高優先場址、周邊密度和土地多樣化使用、優良公共交通可達、自行車設施、停車面積減量、綠色車輛
永續基地 Sustainable Sites (SS)	施工污染防治、場址環境評估、場址評估、場址開發—保護和恢復棲息地、開放空間、雨水管理、降低熱島效應、降低光污染、場址總圖、租戶設計與建造導則、身心舒緩場所、戶外空間直接可達、設施共用
用水效率 Water Efficiency (WE)	室外用水減量、室內用水減量、建築整體用水計量、冷卻塔用水、用水計量
能源與大氣 Energy and Atmosphere (EA)	基本調試和校驗、最低能源表現、建築整體能源計量、基礎冷媒管理、增強調試、能源效率優化、高階能源計量、需求回應、可再生能源生產、增強冷媒管理、綠色電力和碳補償
材料與資源 Materials and Resources (MR)	可回收物存儲和收集、營建和拆建廢棄物管理計畫、PBT 來源減量—汞、降低建築生命週期中的影響、建築產品的分析公示和優化 - 產品環境、要素聲明、建築產品分析公開與優化 - 原材料的來源和採購、建築產品分析公開與優化 - 材料成分、PBT 來源減量—鉛、鎘和銅、傢俱和醫療設備、靈活性設計
室內環境品質 Indoor Environmental Quality (EQ)	最低室內空氣品質表現(必要) 環境菸控(必要) 最低聲環境表現(必要) 增強室內空氣品質策略、低逸散材料、施工期室內空氣品質管制計畫、室內空氣品質評估、熱舒適、室內照明、自然採光、優良視野、聲環境表現
創新 Innovation	創新、LEED AP
區域優先得分項目 Regional Priority	地域優先

資料來源：LEEDv4 BD+C，2014

三、BREEAM

英國 BREEAM 建築研究機構環境評估法 (Building Research Establishment Environmental Assessment Method)，於 1990 由英國建築研究機構(BRE)提出，是一套由第三方認證的永續環境評估系統，為全球第一個建築永續評估系統，並可針對不同國家進行調整，擁有高度的評估彈性，目前全球已有超過 70 個國家使用這套評估系統，逾 56 萬棟建築取得認證，超過 2 百萬件註冊評估。

BREEAM 評估體系的適用對象為社區規劃(Communities)、基礎設施(Infrastructure)、新建建築(New Construction)、既有建築(In-Use)、建築翻修(Refurbishment and Fit-Out)等 5 類，而評估指標從能源到生態，包括低影響設計、減少碳排放減緩、設計耐久性和彈性、氣候適應性、生態價值和生物多樣性保護等，並歸類為能源、健康福祉、創新、土地使用、材料、管理、污染、交通、廢棄物及水資源等 10 大指標【E5】，如圖 2-2：



圖 2-2 英國 BREEAM 評估 10 大指標

BREEAM 認證總分 100%，各項指標之權重分別為管理(12%)、健康福祉(15%)、能源(19%)、交通(8%)、水資源(6%)、材料(12.5%)、廢棄物(7.5%)、土地使用(10%)、污染(10%)，共計 100%，額外還包括創新指標(+10%)，認證等級如下表：

表 2-4 BREEAM 認證評估等級

BREEAM 等級	評分%
卓越	> 85%
優秀	> 70%
非常好	> 55%
良好	> 45%
通過	> 30%
未取得	< 30%

以新建建築物為例，BREEAM 認證之標章期限為 5 年，可在 5 年內提出申請辦理續用，若超過 5 年才提出申請，會加收一筆額外的申請費用，而既有建築則無標章使用期限之規定。通過認證的必要指標項目包括責任營造實行、視覺舒適度、室內空氣品質、水質與建材來源認證，這些認證基本項目與「健康」有密切的關聯，視覺舒適度包含基本日照及眩光控制與避免；室內空氣品質包含施工時室內空氣品質計畫、基本通風換氣量及室內污染物排放標準；水質包括基本供水系統設計及新鮮飲用水來源；建材來源則是透過可信來源的採購，避免建築物使用不合標準之建材造成額外的逸散污染。

第三節 臺灣綠建築評估系統 EEWH

一、發展背景

由於氣候變遷及溫室效應造成之全球暖化，世界各國均致力於發展具節能及對環境友善的「綠建築」；在日本稱「環境共生建築」，歐美國家則稱之為「生態建築」、「永續建築」。

我國的綠建築係以臺灣亞熱帶高溫高濕氣候特性，掌握國內建築物對生態 (Ecology)、節能 (Energy Saving)、減廢 (Waste Reduction)、健康 (Health) 之需求，訂定我國的綠建築評估系統 (簡稱 EEWH) 及標章制度，並自 1999 年開始實施，臺灣為僅次於英國、美國及加拿大之後，第四個實施具科學量化的綠建築評估系統，同時也是目前唯一獨立發展且適於熱帶及亞熱帶的評估系統。

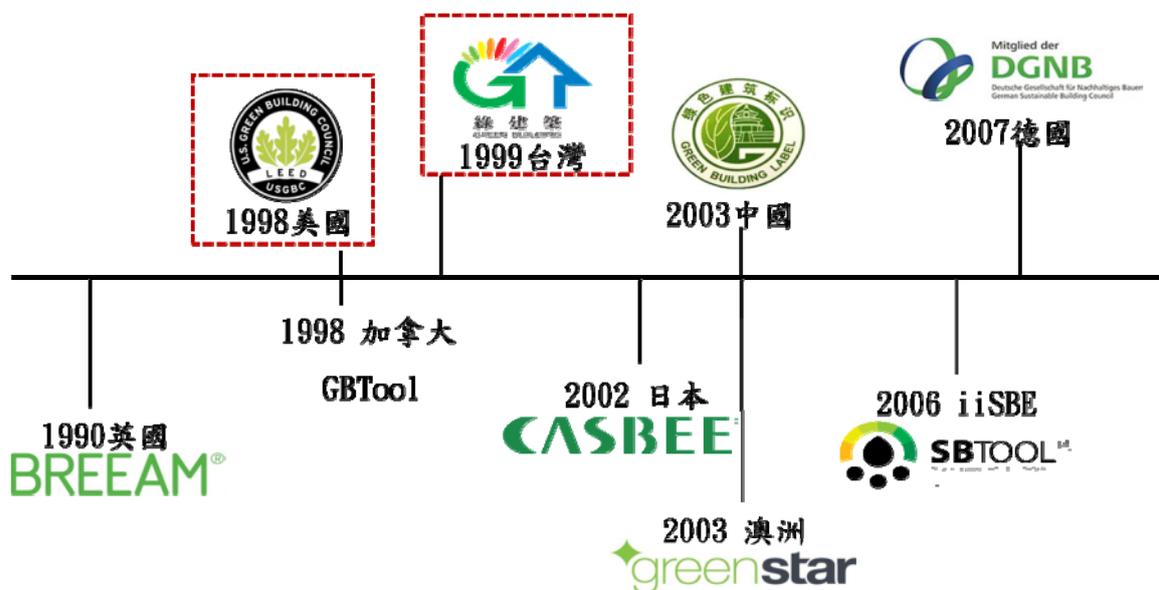


圖 2-3 國際綠建築發展歷程

政府建立「綠建築標章制度」以來，綠建築政策已經成為我國永續發展政策中最重要的一環。2001 年行政院核定實施「綠建築推動方案」，要求總工程經費五千萬元以上的公有新建建築物必須取得「候選綠建築證書」始可發包施工，亦即由政府帶頭做起，引導民間業界跟進，更令我國綠建築發展突飛猛進，成效卓著，成為世界綠建築政策最有成效的國家之一。

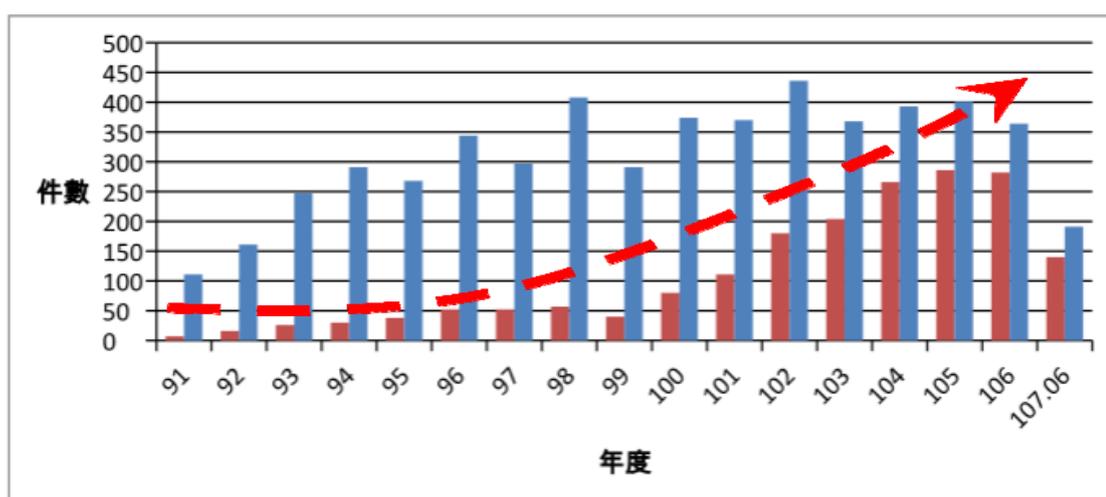


圖 2-4 綠建築數目民間業界參與逐年增加

我國綠建築評估系統於 2003 年，由原來的七項指標，加入「生物多樣性」及「室內環境」兩項指標，發展成為以生態(E)、節能(E)、減廢(W)、健康(H)為主軸的九大評估指標系統，包括：「綠化量」、「基地保水」、「水資源」、「日常節能」、「二氧化碳減量」、「廢棄物減量」、及「污水垃圾改善」、「生物多樣性」及「室內環境」。隨著我國綠建築設計能力與品質日漸提升，自 2007 年開始推行「綠建築分級評估制度」，等級由合格至最優等依序為合格級、銅級、銀級、黃金級、鑽石級等五級，除與國際趨勢同步，也是提升綠建築水準的有效策略。

2008 年行政院推出「生態城市綠建築推動方案」，使我國的綠建築更進一步邁入永續都市政策的階段，2010 年更推出「智慧綠建築推動方案」，並於 2016 年賡續推動「永續智慧城市-智慧綠建築與社區推動方案」，決定擴大綠建築成為永續國土綠色產業之政策。在前述各項推動方案中，綠建築仍是最核心的關鍵，內政部建築研究所為擴大臺灣 EEW H 評估範疇，並帶動國內綠建築技術及產業發展，於 2012 年完成綠建築分類評估體系，將我國原有一體適用的綠建築評估通用版本，發展為綠建築評估家族，包括基本型（EEWH-BC）、住宿類（EEWH-RS）、社區類（EEWH-EC）、舊建築改善類（EEWH-RN）及廠房類（EEWH-GF）等五類，從此我國正式邁入綠建築分類評估的時代，並於 2015 年全面更新手冊，使其評估功能更加完備，有效落實節能減碳目標。

為因應國際化需求，企業或廠商為增加國際市場的競爭力及商機，於境外設立工廠或基地建築開發時，主動表達希望能取得臺灣綠建築標章認證，以提升企業環保永續形象，為減緩地球暖化善盡一己之力。有鑑於此，內政部建築研究所於 2017 年以 EEW H-BC 版為基礎，導入在地氣候條件、相關法令、設計慣例修正之「當地基準評估法」，於今(106)年完成「境外綠建築標章申請審核認可及使用作業要點」及出版「綠建築評估手冊-境外版（EEWH-OS）」，境外綠建築標章認證，自 106 年 7 月 1 日起開始正式受理申請。



圖 2-5 我國綠建築評估系統於 106 年發展為六大類家族體系

二、評估架構

臺灣綠建築評估系統 EWH 分為 4 大指標群與 9 項指標內容 (表 2-5)，為因應我國缺水缺電的危機，其中日常節能指標與水資源指標為必要的門檻指標，亦即沒通過該二門檻指標，就無法取得綠建築標章；而除了四大範疇與九大指標的架構，也包含了創新設計的優惠升級辦法，為良好的綠建築技術與創意，預留一些彈性空間，以彌補現行系統對於無法量化計算部分之不足。

表 2-5 臺灣綠建築評估系統 EWH 【C1】

四大範疇 與配分	指標內容	
	九大指標名稱 與配分上限	評估要項
生態 (27 分)	1. 生物多樣性指標 (9 分)	生態綠網、小生物棲地、植物多樣化、土壤生態
	2. 綠化量指標 (9 分)	綠化量、CO ₂ 固定量
	3. 基地保水指標 (9 分)	保水、儲留滲透、軟性防洪

節能 (32分)	4. 日常節能指標 (必要) 外殼節能 EEV 14分 空調節能 EAC 12分 照明節能 EL6分	外殼、空調、照明節能
減廢 (16分)	5. CO ₂ 減量指標 (8分)	建材 CO ₂ 排放量
	6. 廢棄物減量指標 (8分)	土方平衡、廢棄物減量
健康 (25分)	7. 室內環境指標 (12分)	隔音、採光、通風、建材
	8. 水資源指標 (必要) (8分)	節水器具、雨水、中水再利用
	9. 污水垃圾改善指標 (5分)	雨水污水分流、垃圾分類、堆肥
綠建築 創新設計	採優惠升級之認定制度	與綠建築相關之技術或創意，經綠建築升級評估認定委員會評定給予。

EEWH分級制度為了調整各指標單位不同與得分差異的問題，採用了各項指標得分換算之機制，發展出九大指標配分法，如表3-1，來控制各項指標對綠建築效益的比重。最高滿分為100分，為因應政府節能減碳政策，其中較注重且配分比較高的指標為節能範疇的日常節能指標，共計32分。

三、EEWH 室內環境指標評估重點

隨著氣候暖化、建築物工業發展、都會區車輛密集增加，加上中國華北地區隨東北季風襲來的沙塵暴、霾害等空氣汙染問題開始影響台灣，建築物朝向密閉化、空調化發展；而現代人長時間處於室內環境之下，室內空間的裝潢材料逸散、設備使用排放廢氣等，充滿對人體有害之化學、有毒物質，以及污染物等，嚴

重恐造成病大樓症候群、白血球症、腫瘤、癌症等影響人體健康之問題，故室內環境品質逐漸成為民眾關切的焦點。

室內環境指標主要以音環境、光環境、通風環境與室內建材裝修等四部分為評估對象，評估重點詳表 2-6。

表 2-6 室內環境指標 4 大評估重點

室內環境指標		
評估大項	評估重點	比重
音環境	鼓勵採用隔音佳之門、窗、牆，保障居住安寧	20%
光環境	鼓勵一般居室自然開窗採光，同時避免人工照明產生眩光。	20%
通風換氣	鼓勵引進足夠新鮮外氣，以稀釋室內空氣污染物濃度，確保居家健康。	30%
室內建材裝修	低污染、低環境負荷、可再利用設計	30%
	其他生態建材（優惠得分）	20%

資料來源：本研究整理

音環境鼓勵採用較佳隔音性能之門窗及牆壁構造，以保障居住安寧；光環境鼓勵一般居室盡量開窗自然採光；通風換氣方面，鼓勵室內有足夠的對流引進新鮮空氣，以稀釋室內污染物濃度保障居家健康；室內建材裝修則是鼓勵減少室內不必要的裝修量，並盡量採用低污染、低逸散、可循環利用，並且取得綠建材標章的健康建材，以降低室內有害污染物的逸散。前述四大評估項目之評分內容概要，以表 2-7 呈現如下：

表 2-7 室內環境指標評分項目【C1】

指標大項	小項	對象
音環境	-	外牆、分界牆
		窗
		樓板

光環境	自然採光空間	所有建築類型之玻璃透光性
		辦公、研究、實驗、臥房、病房、客房等居室空間，以自然採光性能 NL 指標評估
	人工照明	上述以外空間
		辦公、閱覽室、圖書室、教室等空間之照明
通風換氣環境	可自然通風型空間	全年或季節性採自然通風之空間部分，以自然通風潛力 VP 標評估
	全年空調型空間	全年以空調為主的密閉空調型居室部分
室內建材裝修	整體裝修建材	一般建築主要居室空間
		展示、商場、劇院、演藝廳等特殊裝修需求空間
	綠建材	綠建材使用率
	其他生態建材(優惠得分)	接著劑
		填縫劑
		木材表面塗料或染色劑
		電纜線、電線、水電管、瓦斯管線等管材
		建築外殼及冰水、熱水管之隔熱材
其他		

四、執行成效

本所為推動生態、節能、減廢、健康之綠建築，於民國 89 年建立標章制度，截至 107 年 6 月底止，累計已有 7,195 件公私有建築物獲得綠建築標章或候選綠建築證書(綠建築標章 2,509 件、候選綠建築證書 4,686 件)，預估每年可節省用電約 17.45 億度，節省用水約 8,276 萬噸(相當於 15.13 座以上寶山水庫的容量)，其減少之 CO₂ 排放量約 98.35 萬噸，相當於 6.6 萬公頃的人造林(相當於 2.39 個臺北市)面積所吸收的 CO₂ 量，每

年為業主節省之水電費估計約達 69.36 億元，成效顯著。

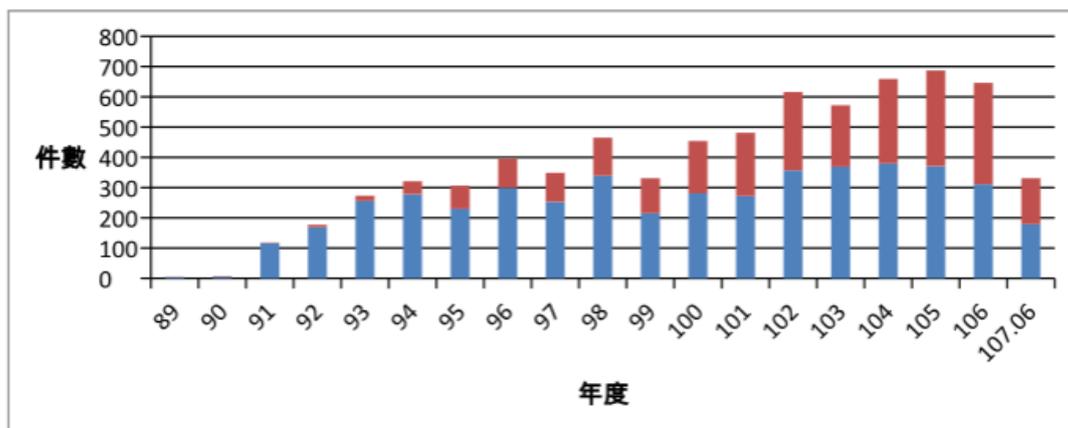


圖 2-6 歷年綠建築標章及候選綠建築證書統計(總計 7,195 件)

第四節 我國健康建築與室內環境品質相關法令規範

目前我國的針對室內空氣品質管理法、空氣污染防制法及菸害防制法等與室內環境相關之法令，主管機關在中央為行政院環境保護署、衛生署，在直轄(縣)市為直轄(縣)市政府，而住宅性能評估實施辦法的部分，主管機關則為內政部營建署，下列將截錄各相關法令與本研究相關的條文內容：

一、室內空氣品質管理法【C2】

第 1 條

為改善室內空氣品質，以維護國民健康，特制定本法。

第 2 條

本法所稱主管機關：在中央為行政院環境保護署；在直轄市為直轄市政府；在縣(市)為縣(市)政府。

第 3 條

本法用詞，定義如下：

一、室內：指供公眾使用建築物之密閉或半密閉空間，及大眾

運輸工具之搭乘空間。

- 二、室內空氣污染物：指室內空氣中常態逸散，經長期性暴露足以直接或間接妨害國民健康或生活環境之物質，包括二氧化碳、一氧化碳、甲醛、總揮發性有機化合物、細菌、真菌、粒徑小於等於十微米之懸浮微粒（PM10）、粒徑小於等於二·五微米之懸浮微粒（PM2.5）、臭氧及其他經中央主管機關指定公告之物質。
- 三、室內空氣品質：指室內空氣污染物之濃度、空氣中之溼度及溫度。

第 4 條

中央主管機關應整合規劃及推動室內空氣品質管理相關工作，訂定、修正室內空氣品質管理法規與室內空氣品質標準及檢驗測定或監測方法。

各級目的事業主管機關之權責劃分如下：

- 一、建築主管機關：建築物通風設施、建築物裝修管理及建築物裝修建材管理相關事項。
- 二、經濟主管機關：裝修材料與商品逸散空氣污染物之國家標準及空氣清淨機（器）國家標準等相關事項。
- 三、衛生主管機關：傳染性病原之防護與管理、醫療機構之空調標準及菸害防制等相關事項。
- 四、交通主管機關：大眾運輸工具之空調設備通風量及通風設施維護管理相關事項。

各級目的事業主管機關應輔導其主管場所改善其室內空氣品質。

第 5 條

主管機關及各級目的事業主管機關得委託專業機構，辦理有關室內空氣品質調查、檢驗、教育、宣導、輔導、訓練及研究有關事宜。

二、空氣污染防制法【C3】

第 1 條

為防制空氣污染，維護國民健康、生活環境，以提高生活品質，特制定本法。本法未規定者，適用其他法律之規定。

第 2 條

本法專用名詞定義如下：

- 一、空氣污染物：指空氣中足以直接或間接妨害國民健康或生活環境之物質。
- 二、污染源：指排放空氣污染物之物理或化學操作單元。
- 三、汽車：指在道路上不依軌道或電力架設，而以原動機行駛之車輛。
- 四、生活環境：指與人之生活有密切關係之財產、動、植物及其生育環境。
- 五、排放標準：指排放廢氣所容許混存各種空氣污染物之最高濃度、總量或單位原（物）料、燃料、產品之排放量。
- 六、空氣品質標準：指室外空氣中空氣污染物濃度限值。
- 七、空氣污染防制區（以下簡稱防制區）：指視地區土地利用對於空氣品質之需求，或依空氣品質現況，劃定之各級防制區。
- 八、自然保護（育）區：指生態保育區、自然保留區、野生動

物保護區及國有林自然保護區。

九、 總量管制：指在一定區域內，為有效改善空氣品質，對於該區域空氣污染物總容許排放數量所作之限制措施。

十、 總量管制區：指依地形及氣象條件，按總量管制需求劃定之區域。

十一、 最佳可行控制技術：指考量能源、環境、經濟之衝擊後，污染源應採取之已商業化並可行污染排放最大減量技術。

十二、 怠速：機動車輛停車時，維持引擎持續運轉之情形。

第 3 條

本法所稱主管機關：在中央為行政院環境保護署；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。

第 4 條

各級主管機關得指定或委託專責機構，辦理空氣污染研究、訓練及防制之有關事宜。

三、 菸害防制法【C4】

第 1 條

為防制菸害，維護國民健康，特制定本法；本法未規定者，適用其他法令之規定。

第 2 條

本法用詞定義如下：

一、 菸品：指全部或部分以菸草或其代用品作為原料，製成可供吸用、嚼用、含用、聞用或以其他方式使用之紙菸、菸絲、雪茄及其他菸品。

- 二、吸菸：指吸食、咀嚼菸品或攜帶點燃之菸品之行為。
- 三、菸品容器：指向消費者販賣菸品所使用之所有包裝盒、罐或其他容器等。
- 四、菸品廣告：指以任何形式之商業宣傳、促銷、建議或行動，其直接或間接之目的或效果在於對不特定之消費者推銷或促進菸品使用。
- 五、菸品贊助：指對任何事件、活動或個人採取任何形式之捐助，其直接或間接之目的或效果在於對不特定之消費者推銷或促進菸品使用。

第 3 條

本法所稱主管機關：在中央為行政院衛生署；在直轄市為直轄市政府；在縣（市）為縣（市）政府。

第四章 吸菸場所之限制

第 15 條

下列場所全面禁止吸菸：

- 一、高級中等學校以下學校及其他供兒童及少年教育或活動為主要目的之場所。
- 二、大專校院、圖書館、博物館、美術館及其他文化或社會教育機構所在之室內場所。
- 三、醫療機構、護理機構、其他醫事機構及社會福利機構所在場所。但老人福利機構於設有獨立空調及獨立隔間之室內吸菸室，或其室外場所，不在此限。
- 四、政府機關及公營事業機構所在之室內場所。
- 五、大眾運輸工具、計程車、遊覽車、捷運系統、車站及旅客

等候室。

- 六、 製造、儲存或販賣易燃易爆物品之場所。
- 七、 金融機構、郵局及電信事業之營業場所。
- 八、 供室內體育、運動或健身之場所。
- 九、 教室、圖書室、實驗室、表演廳、禮堂、展覽室、會議廳（室）及電梯廂內。
- 十、 歌劇院、電影院、視聽歌唱業或資訊休閒業及其他供公眾休閒娛樂之室內場所。
- 十一、 旅館、商場、餐飲店或其他供公眾消費之室內場所。但於該場所內設有獨立空調及獨立隔間之室內吸菸室、半戶外開放空間之餐飲場所、雪茄館、下午九時以後開始營業且十八歲以上始能進入之酒吧、視聽歌唱場所，不在此限。
- 十二、 三人以上共用之室內工作場所。
- 十三、 其他供公共使用之室內場所及經各級主管機關公告指定之場所及交通工具。

前項所定場所，應於所有入口處設置明顯禁菸標示，並不得供應與吸菸有關之器物。

第一項第三款及第十一款但書之室內吸菸室；其面積、設施及設置辦法，由中央主管機關定之。

四、 住宅性能評估實施辦法【C5】

第一條

本辦法依住宅法（以下簡稱本法）第四十三條第二項規定訂定之。

第二條

本辦法之用詞定義如下：

- 一、 新建住宅：指具有新建建造執照，並於領得使用執照六個月內之合法住宅。
- 二、 既有住宅：指新建住宅以外之其他合法住宅。

第三條

住宅性能評估分新建住宅性能評估及既有住宅性能評估，並依下列性能類別，分別評估其性能等級：

- 一、 結構安全。
- 二、 防火安全。
- 三、 無障礙環境。
- 四、 空氣環境。
- 五、 光環境。
- 六、 音環境。
- 七、 節能省水。
- 八、 住宅維護。

第三章 美國 WELL 健康建築標準

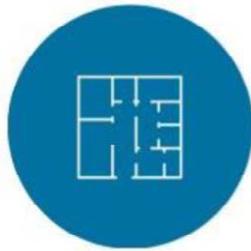
第一節 發展背景

WELL 健康建築標準 (WELL Building Standard) 為美國 International WELL Building Institute (IWBI) 在 2014 年發佈，是一套與 LEED 系統相似的健康建築準則，除了以 LEED 作為設計參考之外，同樣由 Green Business Certification Inc. (GBCI) 提供標章認證。IWBI 為一公益性質的公司，以透過建築環境改善人類健康與保健為宗旨，並結合醫生、科學家及專業人士共同合作，整合科學與醫學有關環境健康、行為因素、健康結果與人口統計風險等相關研究成果，同時參考美國 LEED 認證體系，歷經七年的研究，於 2014 年 10 月完成制定並發布 WELL 健康建築認證 v1.0，是一以醫學角度進行的建築空間健康評估，目的在於打造一個可改善使用者營養、健康、情緒、睡眠、舒適性及效率的室內環境，並鼓勵健康積極的生活方式，減少使用者與有害物質或污染物的接觸【E6】。

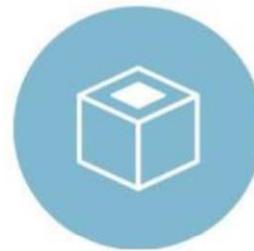
WELL 適用於新建與既有建築(New and Existing Buildings)、全新和既有室內設計(New and Existing Interiors)，以及核心與外殼驗證(Core and Shell developments)之部分，另外還有社區、運動場所、公共場所及醫療機構等四種先行版本，依據不同建築類型的特點，訂定合理且有益使用者健康的評估系統。



新建與既有建築



全新和既有室內設計

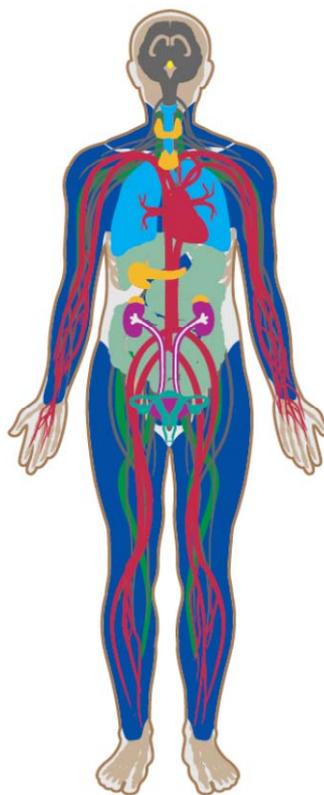


核心與外殼驗證

第二節 評估架構

健康是一項涉及物理環境、建築空間、人體健康與生活保健等的複雜問題，傳統醫療服務僅專注在人體患病後的問題解決，而隨著癌症、心血管疾病等慢性病的增加，人們更注重日常生活的預防性措施，而 WELL 就是將建築標準建立在跨科學的認知上。IWBI 將 11 項人體系統對應健康建築各項指標，從醫學的角度來表達健康環境對人體系統的哪一項將產生影響，並以簡化成具體可量化的評估系統。

- 心血管/Cardiovascular
- 消化系統/Digestive
- 內分泌系統/Endocrine
- 免疫系統/Immune
- 皮膚組織/Integumentary
- 肌肉/Muscular
- 神經系統/Nervous
- 生殖系統/Reproductive
- 呼吸道/Respiratory
- 骨骼/Skeletal
- 泌尿系統/Urinary



 AIR	 WATER	 NOURISHMENT	 LIGHT	 FITNESS	 COMFORT	 MIND
空氣	水	營養	光	健身	舒適	精神

圖 3-1 WELL 建築標準之 11 項人體系統與 7 大指標【E8】

WELL 評估系統對於空氣(Air)、水(Water)、營養(Nourishment)、光(Light)、健身(Fitness)、舒適(Comfort)、精神(Mind)等有更多的健康認證評估，並將健康兩字擴大為「身心的健康」，共分為 7 大類 102 項指標。

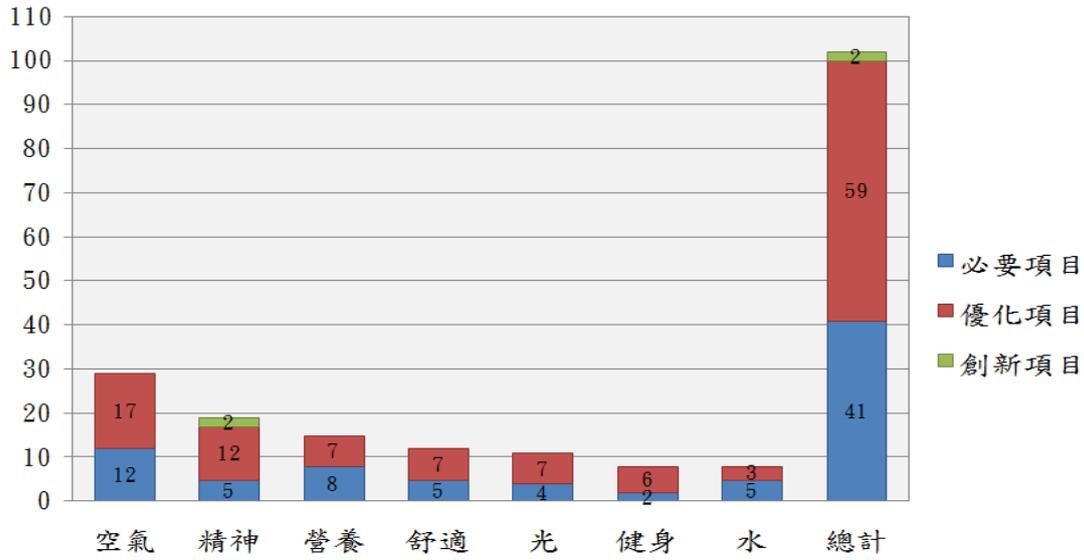


圖 3-2 WELL 建築標準之七大指標體系評估項目分布

WELL 必要項目佔總項目 36%，必要項目全部符合即可取得 WELL 健康建築銀級認證，以確保建築物能維持最基本的性能與品質，而 WELL 認證七大指標 102 項評估中，有 50% 左右的比例是專注於精神、營養、健身與用水上，顯示 WELL 嘗試透過環境營造來提升人類心理與生理的健康，對於人性化的關懷有更全面的規劃。

第三節 審查機制

WELL 認證流程首先必須透過 WELL on-line 註冊，申請案件透過網路註冊後，由 GBCI 針對註冊項目分配一名 WELL 評估員，負責

針對認證項目進行第三方審查，並於申請案件取得使用執照、且入住率達 50% 以上後，進行現場性能驗證，WELL AP 非申請團隊之必要成員(此部分與 LEED 不同)，而 WELL AP 是由 IWBI 授予通過測驗的專家，負責協助提供專業的健康建築顧問服務，可指導申請案件順利獲得認證【E7】。

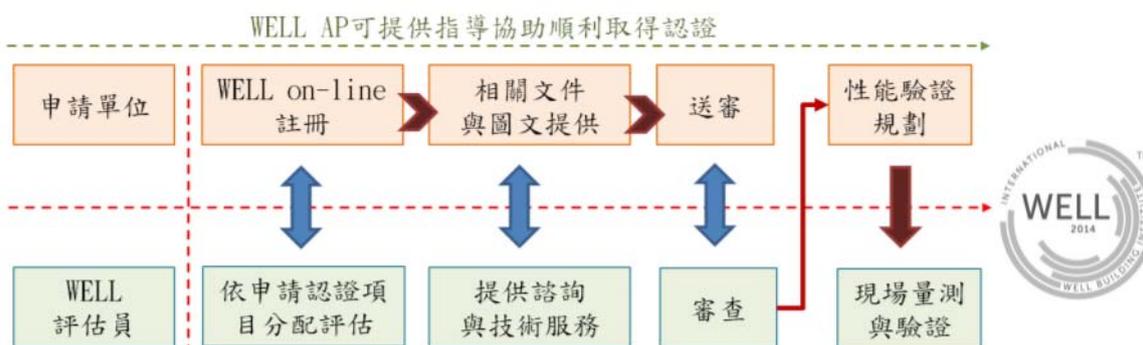


圖 3-3 WELL 認證流程圖

取得 WELL 認證後，申請案件必須依規定定期提交與申請項目相關之年數據(空氣品質、用水品質、設備維護證明等)，認證有效期限為三年，社區標準的認證為五年。為確保認證有效，必須在獲得認證日起三年內(社區為五年內)，在 WELL on-line 上提出再認證申請，提出之後有效期限將延長六個月，必須於該期間內完成再認證的流程，否則視為認證過期無效，申請之案件就不得再對外公開展示 WELL 認證的相關招牌或標識，並會從 IWBI 之認證項目清單中刪除。

WELL 認證評估主要分為「必要項目」與「優化項目」(如圖 3-2)，「必要項目」為所有申請案件皆需符合，以空氣指標為例，「必要項目」包括空氣品質標準、禁菸、通風性能、揮發性有機化合物含量的減少……等基本必須達成的先決條件，符合所有先決條件即取得銀級

認證；「優化項目」則是額外的、進階的機械輔助通風、濕度控制、洩漏量管理、害蟲防治、表面抗菌……等部分，達到 40% 以上優化項目及取得黃金級認證，達到 80% 以上優化項目及取得白金級認證，如表 3-1：

表 3-1 WELL 健康建築標準認證等級

WELL 認證等級	取得條件
 銀級	符合 100% 的必要項目。
 金級	符合 100% 的必要項目及 40% 以上的優化項目。
 白金級	符合 100% 的必要項目及 80% 以上的優化項目。

第四節 評估內容

一. 空氣

空氣指標主要著重於室內空氣品質 IAQ(Indoor Air Quality)，以整體環境而言，由於交通運輸、施工、工業農業活動等燃燒排放的廢氣污染物，以及沙塵暴、霾害、懸浮微粒(PM₁₀、PM_{2.5})境

外傳輸等因素，使室外空氣品質不斷惡化，室內空氣則因為建築材料逸散、家電設備運作排放廢氣、廚房油煙等污染，使室內空氣品質下降，進而影響人體健康，產生頭痛、疲勞、過敏、呼吸道刺激、降低工作效率等症狀。因此，維持適當通風、避免污染源、過濾空氣等為有效的防止措施。

表 3-2 空氣指標評估項目表(新建與既有建築類) **【E6】**

空氣(Air)			
項次	項目	必要項目	優化項目
1	空氣品質標準	○	
2	禁菸令	○	
3	通風效能	○	
4	減少揮發性有機化合物	○	
5	空氣濾淨	○	
6	微生物及霉菌控制	○	
7	施工污染管理	○	
8	健康入口	○	
9	清潔方案	○	
10	殺蟲劑管理	○	
11	基本材料安全	○	
12	濕氣管理	○	
13	氣沖(air flush)		○
14	洩露量(air infiltration)		○
15	通風提升		○
16	濕度控制		○
17	直接通風		○
18	空氣品質監控與回饋		○
19	活動窗		○
20	新風系統		○
21	置換通風		○
22	害蟲防治		○
23	進階空氣淨化		○
24	燃燒最小化		○

25	減少有毒物質		○
26	增強材料安全		○
27	表面抗菌活性		○
28	可清潔的環境		○
29	清潔設備		○

二. 水

人體 70% 以上是水，水不但組合細胞，也是負責運輸體內的營養物質與廢物的主要介質。水污染為重要的公共衛生議題，世界衛生組織(WHO)報告指出，全球有近十億人口無法取得安全的飲用水，不安全的用水不但會影響環境衛生與個人衛生，也會導致健康問題而死亡。水污染來源大部分自於工業產生的鉛、砷，農業產生的農藥、除草劑及水中微生物等，會對人體健康產生威脅；然而，用來消滅水中病原生物的氯與氯胺，所形成的三鹵甲烷 (THM)、鹵乙酸 (HAA) 及 N-亞硝基二甲胺 (NDMA) 等消毒副產物超標時，亦會影響健康甚至致癌。因此，WELL 水指標著重於飲水與用水品質的基本要求，對建築水源進行廣泛的初步評估，並可藉由安裝過濾系統滿足各種用途要求，定期檢測，以提升用水品質確保人類健康。

表 3-3 水指標評估項目表(新建與既有建築類)

水(Water)			
項次	項目	必要項目	優化項目
30	基本水質	○	
31	無機污染物	○	
32	有機污染物	○	

33	農業污染物	○	
34	公用水添加劑	○	
35	定期水質檢測		○
36	水處理		○
37	飲用水推廣		○

三. 營養

營養對於保健、體重控制及慢性病防治，有關鍵性的影響。

現在人忙碌且長時間的工作，除了缺乏運動，長期食用高油重調味的食物與含糖飲料等不良的飲食習慣，也會使身體健康出現問題，增加罹患糖尿病、心血管疾病、肥胖與癌症等風險。本評估要項著重於鼓勵制定良好的飲食習慣，讓建築物使用者隨時能取得營養、健康的飲食資訊，增加蔬菜、水果等健康食物的商店，減少垃圾食品的營銷與供應，幫助使用者能更輕易且便利的取得健康的食物，引導做出明智的飲食選擇，提升健康與福祉。

表 3-4 營養指標評估項目表(新建與既有建築類)

營養(Nourishment)			
項次	項目	必要項目	優化項目
38	水果與蔬菜	○	
39	加工食品	○	
40	食物過敏	○	
41	洗手	○	
42	食品污染	○	
43	人工成分	○	
44	營養資訊	○	
45	食品廣告	○	
46	安全食品備製材料		○
47	份量		○
48	特殊膳食		○

49	可負責的食物生產		○
50	食品儲藏		○
51	食品生產		○
52	用心飲食		○

四. 光

人類與動物體內所擁有的生理時鐘，是按照24小時的周期與生理功能同步，太陽光為一致的外部信號，能使人體產生分辨晝夜的節律。然而，現代人白天大部分都處於室內，不良的照明設計可能會導致生理時鐘偏移，造成白天嗜睡、晚上失眠，長久的睡眠障礙將導致更多健康問題，使罹患併發症(抑鬱、肥胖、心臟病、高血壓、中風等)的機率增加。除此之外，良好的照明設計，亦可確保工作效率，使任何工作的執行皆能獲得良好的視覺靈敏度，避免眼睛疲勞造成頭痛，影響生產力。故本指標著重於幫助建立身體的晝夜頻率，藉由自然採光、人工照明設計與控制等策略，保護視力健康、維持視覺舒適度、改善睡眠品質，並提高工作效率。

表 3-5 光指標評估項目表(新建與既有建築類)

光(Light)			
項次	項目	必要項目	優化項目
53	視覺照明設計	○	
54	晝夜照明設計	○	
55	電燈眩光控制	○	
56	日光眩光控制	○	
57	低眩光工作站設計		○
58	色彩品質		○
59	表面設計		○
60	自動化遮陽與調光控制		○

61	採光權		○
62	日光建模		○
63	自然採光開窗		○

五. 健身

為了維持人體最佳的健康狀態，規律的運動鍛鍊是體重管理、慢性病防治與保健不可或缺的重要策略，步行、跑步、騎自行車、游泳或重量訓練，對身體健康都有好處，且強度愈大、堅持時間愈長，效果愈明顯。但現代化的交通、省時省力的便利設施，及久坐不動的工作，都使人們逐漸懈怠，連每日的基礎運動量都達不到，使代謝症候群、肥胖、糖尿病等慢性疾病的比例持續攀升。為改善運動不足對健康造成危害，本指標強調鼓勵健身，增加室內環境可運動的機會，規劃運動空間，並擬訂運動計畫，鼓勵使用者多多運動，促進更積極的生活方式，進而幫助肥胖與慢性病的防治。

表 3-6 健身指標評估項目表(新建與既有建築類)

健身(Fitness)			
項次	項目	必要項目	優化項目
64	室內健身循環	○	
65	運動激勵計畫	○	
66	組織化的健身機會		○
67	室外主動式設計		○
68	體能鍛練空間		○
69	主動式交通支持(active transportation support)		○
70	健身設備		○
71	可強化活動的家具		○

六. 舒適性

室內環境應該是個舒適的空間，但也可能存在著分散注意力或影響人們工作與休息的噪音，減少不必要的外部噪音入侵、減輕室內噪音等級等，可有效提高學習能力與工作效率；另外，人體工學設計對於減輕身體與精神壓力方面，亦發揮有重要的功用，人體工學對健康不利的部分在於肌肉骨骼方面的疾病，像是腰痛、背痛、肩頸痛、關節炎等，而透過人體工學設計，可降低相關疾病的發生機率；除人體工學設計外，溫度、濕度、風速、代謝速率等熱舒適性因子，則是最直接的呈現於人類感受的不滿意度 (Predicted Percentage Dissatisfied, PPD) 上。WELL 健康建築標準為達成室內環境的舒適，著重於建立降低干擾的室內環境，強化聲學、人體工學、嗅覺與熱舒適度，透過定義室內環境品質的標準，提升人體舒適感、工作效率與健康水準。

表 3-7 舒適性指標評估項目表(新建與既有建築類)

舒適性(Comfort)			
項次	項目	必要項目	優化項目
72	美國身心障礙法案(ADA)無障礙設計標準	○	
73	人體工學:視覺與生理	○	
74	室外噪音侵入	○	
75	室內產生之噪音	○	
76	熱舒適	○	
77	嗅覺舒適		○
78	餘響時間		○
79	聲音遮罩(sound masking)		○
80	吸音表面		○
81	聲屏障(sound barriers)		○
82	獨立熱控制		○

83	輻射熱舒適		○
----	-------	--	---

七. 精神

身體與精神的健康雖分屬不同領域，但相互影響密不可分。現代人生活壓力大，導致人們情緒低落、抑鬱或自我否定，長期的心理負擔，使得全球精神疾病的比例持續增加，我國衛生署國民健康局憂鬱症調查指出【C6】，按人口比例估算，臺灣約有200萬人有憂鬱症狀，而這些焦慮與壓力也是引起一系列生理負面反應的直接原因，包括痤瘡、腸胃功能紊亂、心臟病或代謝症候群等。故本項指標項透過經濟獎勵、政策制定、設計元素以及放鬆空間等方法，以最直接的改善方式來調節壓力、修復情緒，並認可一切對情緒、睡眠、壓力與心理狀態有助益的措施，以滿足使用者精神上的要求，保持良好的情緒，以促進積極的行為模式。

表 3-8 精神指標評估項目表(新建與既有建築類)

精神(Mind)			
項次	項目	必要項目	優化項目
84	健康與保健意識	○	
85	整合設計	○	
86	使用後調查	○	
87	美學與設計 I	○	
88	自然定律-定性	○	
89	適應性空間		○
90	健康睡眠政策		○
91	出差		○
92	建築健康政策		○
93	工作場所家庭支持		○
94	自我監控		○
95	壓力與成癮治療		○
96	利他主義		○
97	材料訊息透明度		○

98	組織透明度		○
99	美學與設計 II		○
100	自然定律-定量		○
101	創新特性 I		○
102	創新特性 II		○

第五節 WELL 健康建築認證案例

臺灣首例取得 WELL 健康建築認證之案件為位於高雄的 HH 大樓，是由普利茲克獎得主 Hans Hollein 設計的 26 層高樓住宅，該大樓同時也取得美國 LEED 黃金級認證與園冶獎綠建築創新特別獎，大樓內的辦公區域則是取得 WELL 銀級認證(意即通過空氣、水、營養、光、健身、舒適性及精神等七大類指標之所有必要條件之需求項目)，而其自 21 層開始的出挑懸臂鋼梁，建構出視野絕佳的懸空陽臺，也成為大樓特色之一【C7】。



圖 3-4 宏舜開發高雄 HH 大樓外觀

HH 大樓建築物外殼採雙層牆設計，以外層玻璃帷幕搭配內層鋼筋混凝土牆，外遮陽使用鋁格柵深遮陽，並設計大片開窗取景，搭配複層 LOW-E 中空玻璃的應用，展現綠建築舒適節能的效果。(資料來源:蘋果日報報導介紹)



圖 3-5 鋁格柵深遮陽與大面 LOW-E 玻璃開窗設計

第四章 綠建築評估整合健康概念之可行性分析

第一節 WELL 與 LEED 評估項目相似性比較

IWBI 的 WELL 健康建築標準與 USGBC 的 LEED 綠建築認證系統有相似的認證流程與條款，由於該二個系統的認證目的類似，因此取得部分 WELL 認證項目，有助於獲得 LEED 某些評估細項的得分。然而，二者評估架構仍有所不同，故仍無法保證符合 WELL 的同時也會符合 LEED。

本研究將 WELL 各項指標，與 LEED 相似的評估項目與內容詳列如表 4-1 所示：

表 4-1 WELL 指標與 LEED 評估項目比較表 **【E6】**

WELL		LEED	
項次	空氣指標	類別	內容
1	空氣品質標準	試行得分點 68	室內空氣品質性能測試
2	禁菸令	EQ (Indoor Environmental Quality)	Prerequisite：環境菸害 控制
3	通風效能	EQ	Prerequisite：最低室內 空氣品質表現 Credit：增強室內空氣品 質策略
4	減少揮發性有機化 合物		
5	空氣濾淨	EQ	Credit：增強室內空氣品 質策略
6	微生物及霉菌控制		
7	施工污染管理	EQ	Credit：施工期室內空氣 品質管制計畫
8	健康入口	EQ	Credit：增強室內空氣品 質策略
9	清潔方案		

10	殺蟲劑管理		
11	基本材料安全		
12	濕氣管理		
13	氣沖(air flush)	EQ	Credit ：室內空氣品質評估
14	洩露量 (air infiltration)	EQ	Credit ：加強試運行
15	通風提升	EQ	Credit ：增強室內空氣品質策略(機械通風、混合通風)
16	濕度控制	EQ	Credit ：熱舒適性
17	直接通風	EQ	Credit ：增強室內空氣品質策略(機械通風)
18	空氣品質監控與回饋	EQ	Credit ：強化室內空氣品質策略
19	活動窗		
20	新風系統		
21	置換通風		
22	害蟲防治		
23	進階空氣淨化		
24	燃燒最小化	試行得分點 66、75	■ 社區污染防治-空氣排放 ■ 清潔建築
25	減少有毒物質	MR (Materials and Resources)	Credit ：建築產品分析公開與優化-材料成分
26	增強材料安全	MR	Credit ：建築產品分析公開與優化-材料成分
27	表面抗菌活性		
28	可清潔的環境		
29	清潔設備		
WELL		LEED	
項次	水指標	類別	內容
30	基本水質		
31	無機污染物		
32	有機污染物		
33	農業污染物		
34	公用水添加劑		

35	定期水質檢測		
36	水處理		
37	飲用水推廣		
WELL		LEED	
項次	營養指標	類別	內容
38	水果與蔬菜		
39	加工食品		
40	食物過敏		
41	洗手		
42	食品污染		
43	人工成分		
44	營養資訊		
45	食品廣告		
46	安全食品備製材料		
47	份量		
48	特殊膳食		
49	可負責的食物生產		
50	食品儲藏		
51	食品生產	試行得分點 82	本地生產的食物
52	用心飲食		
WELL		LEED	
項次	光指標	類別	內容
53	視覺照明設計	EQ	Credit：室內照明
54	晝夜照明設計		
55	電燈眩光控制	EQ	Credit：室內照明
56	日光眩光控制	EQ	Credit：自然採光
57	低眩光工作站設計		
58	色彩品質	EQ	Credit：室內照明
59	表面設計	EQ	Credit：室內照明
60	自動化遮陽與調光控制		
61	採光權	EQ	Credit：良好的視野
62	日光建模	EQ	Credit：自然採光
63	自然採光開窗		
WELL		LEED	
項次	健身指標	類別	內容

64	室內健身循環	試行得分點 78	為主動使用者設計
65	運動激勵計畫		
66	組織化的健身機會		
67	室外主動式設計	LT (Location and Transportation)	Credit ：周邊密度與土地多樣化使用
68	體能鍛練空間	SS (Sustainable Sites)	Credit ：開放空間
69	主動式交通支持 (active transportation support)	LT	Credit ：自行車設施
70	健身設備		
71	可強化活動的家具		
WELL		LEED	
項次	舒適性指標	類別	內容
72	美國身心障礙法案(ADA)無障礙設計標準		
73	人體工學:視覺與生理	試行得分點 44	人體工學策略
74	室外噪音侵入	試行得分點 57	強化聲學性能:室外噪音控制
75	室內產生之噪音	EQ	Credit ：音環境表現
76	熱舒適	EQ	Credit ：熱舒適性
77	嗅覺舒適		
78	餘響時間	EQ	Credit ：音環境表現
79	聲音遮罩 (sound masking)	EQ	Credit ：音環境表現
80	吸音表面		
81	聲屏障 (sound barriers)	EQ	Credit ：音環境表現
82	獨立熱控制	EQ	Credit ：熱舒適性
83	輻射熱舒適		
WELL		LEED	
項次	精神指標	類別	內容
84	健康與保健意識		

85	整合設計		
86	使用後調查		
87	美學與設計 I		
88	自然定律-定性		
89	適應性空間		
90	健康睡眠政策		
91	出差		
92	建築健康政策		
93	工作場所家庭支持		
94	自我監控		
95	壓力與成癮治療		
96	利他主義		
97	材料訊息透明度	MR	Credit：建築產品分析公開與優化-材料成分
98	組織透明度		
99	美學與設計 II		
100	自然定律-定量		
101	創新特性 I		
102	創新特性 II		

第二節 WELL 與我國 EEWH 評估項目相似性比較

我國 EEWH 室內環境指標同時評估室內環境設計對人體健康與地球環境的負荷，主要以居室的音環境、光環境、通風環境與室內建材裝修等四部分為評估對象，無人居住的變電所、倉庫等建築空間不予評估。

WELL 與 EEWH 的目標，皆是透過環境與建築物設計改善來提升人類的健康與福祉，在評估內容的相似部分如表 4-2，除了基本的空氣、噪音、光線，WELL 還有更多的部分著重於精神心理層面的健

康提升，像是健身、食物營養、情緒維持等對人體健康的影響。

表 4-2 EEWB 室內環境指標評估項目與 WELL 指標相似對照表

EEWH		WELL	
室內環境指標	評估重點	指標項目	評估重點
音環境	針對外牆、窗、樓板進行評估，鼓勵採用隔音性能佳之構造，保障居住安寧。	舒適性 81： 聲障 (sound barriers)	注重建材的品質、使用及設計細節，以提高牆體、門的隔音性能，減少相鄰空間的聲音傳播。
光環境	分自然採光空間與人工照明二部分，鼓勵一般居室自然開窗採光，同時避免人工照明產生眩光。	光 55： 照明眩光控制 光 56： 日光眩光控制 光 61： 採光權 光 63： 自然採光開窗	視野亮度不均勻，會引起視覺疲勞與不適，故本指標目的在於加強人工照明與自然採光的品質，減少不必要的眩光。
通風換氣	<ul style="list-style-type: none"> ●鼓勵引進足夠新鮮外氣，以稀釋室內空氣污染物濃度，確保居家健康。 ●自然通風潛力 (VP)。 	空氣 03： 通風效能	<ul style="list-style-type: none"> ●以 ASHRAE 62.1-2013 之通風相關規定為基準，透過機械或自然通風確保室內空氣品質。 ●IAQ
室內建材裝修	<ul style="list-style-type: none"> ●裝修量：減少不必要的裝修。 ●表面裝修建材：鼓勵綠建材。 ●健康綠建材(建築技術規則室內裝修使用率 45% 以上)。 	空氣 04： 減少揮發性有機化合物	<ul style="list-style-type: none"> ●室內牆、漆、黏著劑、密封膠等，按體積之 90~100% 須符合含量之相關規定。 ●新購家具、陳設成本之 95% 以上須符合含量之相關規定。

第三節 我國 EEWL 整合健康概念之可行性建議

前面章節提及 EEWL 室內環境指標之評估，主要著重於空氣品質、噪音防制與光線，對於舒適度及心理層面的健康評估，目前尚未在評估的範圍內。本節探討 WELL 健康建築各項指標納入 EEWL 中執行的適切性，進一步提出可行性建議：

一. 空氣：室內空氣品質維護。

(一)菸害：除了基本通風與 TVOC 逸散量控制，空間使用行為對空氣品質影響的考量亦應納入(空氣 02)，菸害就是一項人們關注之議題之一，目前行政院衛生署制定的「菸害防制法」，涉及空氣品質的部分，僅針對吸菸場所進行管制，並定有相關罰則，EEWL 可配合其法令，透過禁菸標誌的規劃與設立，教育人們吸菸對健康的危害，進一步提升空間使用者對於禁菸的意識。

(二)懸浮微粒：因天氣、灰塵、交通等所產生的 PM2.5 與霾害問題，可考量將空氣濾淨的相關評估手法納入(空氣 05)，透過空氣濾淨系統的規劃設計與安裝，來解決污染高峰時期的健康危害，降低呼吸道、皮膚過敏與肺部的疾病發生率，惟使用後的系統設備維護，需要規劃相關的管理措施。

二. 水：確保基本用水安全。

(一)用水安全：維持基本用水品質 (水 30)，如送水管線金屬溶出 (水 31)、水源微生物、大腸桿菌、消毒劑(水 34)等含量，避免人體長期接觸影響健康。

(二)飲用水品質： 過濾器、飲水機的安裝與維護(水 37)。

三. 營養：營養的飲食，對於保健、減重、慢性病預防等有重要的影響，本項指標透過營養、新鮮且定量的食物提供、教育宣導與垃圾食物銷售限制等手法策略，改變現代人因過於忙碌而養成致病的飲食習慣，有助於人們獲得健康的身體。而本指標相關策略涉及使用者行為管制，在評估驗證或用後管理方面，恐不易執行。

四. 光線：WELL 除了與 EEWL 相同的基本照度與眩光防制外，還規劃有幫助人體產生規律生理時鐘與睡眠的「晝夜照明設計」 (光 54)，這與褪黑激素照度(EML)設計有關，必須使人類每天至少有 4 小時以上的時間，是處於符合 EML 標準之環境中，以利光源刺激腦神經細胞而產生規律的生理時鐘。但此部分涉及燈具設備使用後的維護管理，在管制執行上恐有困難。

五. 健身：EEWL 可參考 WELL 強化鼓勵使用者多加運動的空間設計，舉例如下：

(一)將室內樓梯設置於明顯位置(健身 64)，或設置指標系統，使使用者輕鬆找到樓梯，引導其以步行方式上下樓。

(二)強化開放空間設計，設置健身設施(健身 68)，增加使用者接觸戶外空間與鍛鍊的機會。

(三)辦公空間可設置自行車停放處與淋浴更衣室(健身 69)，鼓勵使用者以步行或騎自行車之方式通勤。

六. 舒適性：WELL 舒適指標(12 小項)中有 6 小項評估是與隔音、消音、防止噪音等相關，與 EEWB 中的音環境評估目標相似，皆為避免噪音對人們構成影響，除此之外，WELL 在舒適性方面有更多的評估項目，包括無障礙、人體工學設計、熱舒適、嗅覺舒適性等，然而，這幾項中，無障礙設計(舒適性 72)較可透過建築設計(非設備端)，來做前階段評估管制，在執行上較具可行性。

七. 精神：此指標為 WELL 認證的特色指標之一，只要是對人類情緒、睡眠、壓力及心理狀態有正面助益的相關影響項目(如：公司政策、福利、組織文化、差假制度，或員工私領域的家庭因素等)，WELL 皆認可，但由於這些影響是間接透過精神壓力而使健康受到危害，較難透過評估得到立即的驗證。但在美學設計(精神 87)及自然定律(精神 88、100)部分，可透過公共藝術、與自然環境接觸的開放

空間、景觀美化或是屋頂花園等設計，強化舒適感受、提高幸福感，進而對情緒產生積極正面的影響。

第五章 結論與建議

第一節 結論

前面章節提及 EEWL 室內環境指標之評估，主要著重於空氣品質、噪音防制與光線，對於 WELL 重視的舒適度，以及心理層面上的健康評估，尚未在 EEWL 評估的範圍內。本節探討 WELL 健康建築各項指標納入 EEWL 中執行的適切性，並以 WELL 七大指標為主軸，進行可行性討論，提出相關建議與執行上將遭遇的問題，評估 WELL 健康建築部分評估項目納入 EEWL 中執行的可行性。相關建議與問題列舉如下：

一. 空氣：室內空氣品質維護。

(一)菸害：除了基本通風與 TVOC 逸散量控制，空間使用行為對空氣品質影響的考量亦應納入(空氣 02)，菸害就是一項人們關注之議題之一，目前行政院衛生署制定的「菸害防制法」，涉及空氣品質的部分，僅針對吸菸場所進行管制，並定有相關罰則，EEWL 可配合其法令，透過禁菸標誌的規劃與設立，教育人們吸菸對健康的危害，進一步提升空間使用者對於禁菸的意識。

(二)懸浮微粒：因天氣、灰塵、交通等所產生的 PM2.5 與霾害問

題，可考量將空氣濾淨的相關評估手法納入(空氣 05)，透過空氣濾淨系統的規劃設計與安裝，來解決污染高峰時期的健康危害，降低呼吸道、皮膚過敏與肺部的疾病發生率，惟使用後的系統設備維護，需要規劃相關的管理措施。

二. 水：確保基本用水安全。若以綠建築標章的查驗來說，初期送水管線材料的選擇，可藉由取得使照後，綠建築標章取得前的現勘、抽查或證明文件的提出，來確保基本的用水安全。飲水機與過濾設備等維護，需要規劃相關的管理措施。

(一)用水安全：維持基本用水品質 (水 30)，如送水管線金屬溶出(水 31)、水源微生物、大腸桿菌、消毒劑(水 34)等含量，避免人體長期接觸影響健康。

(二)飲用水品質：過濾器、飲水機的安裝與維護(水 37)。

三. 營養：營養的飲食，對於保健、減重、慢性病預防等有重要的影響，本項指標透過營養、新鮮且定量的食物提供、教育宣導與垃圾食物銷售限制等手法策略，改變現代人因過於忙碌而養成致病的飲食習慣，有助於人們獲得健康的身體。而本指標相關策略涉及使用者行為管制，在評估驗證或用後管理方面，恐不易控制與執行。

- 四. 光線：WELL 除了與 EEWLH 相同的基本照度與眩光防制外，還規劃有幫助人體產生規律生理時鐘與睡眠的「晝夜照明設計」（光 54），這與褪黑激素照度(EML)設計有關，必須使人類每天至少有 4 小時以上的時間，是處於符合 EML 標準之環境中，以利光源刺激腦神經細胞而產生規律的生理時鐘。但此部分涉及燈具設備使用後的維護管理，在管制執行上恐有困難。
- 五. 健身：EEWLH 可參考 WELL 強化鼓勵使用者多加運動的空間設計，舉例如下：
- (一)將室內樓梯設置於明顯位置(健身 64)，或設置指標系統，使使用者輕鬆找到樓梯，引導其以步行方式上下樓。
 - (二)強化開放空間設計，設置健身設施(健身 68)，增加使用者接觸戶外空間與鍛鍊的機會。
 - (三)辦公空間可設置自行車停放處與淋浴更衣室(健身 69)，鼓勵使用者以步行或騎自行車之方式通勤。
- 六. 舒適性：WELL 舒適指標(12 小項)中有 6 小項評估是與隔音、消音、防止噪音等相關，與 EEWLH 中的音環境評估目標相似，皆為避免噪音對人們構成影響，除此之外，WELL 在舒適性方面有更多的評估項目，包括無障礙、人體工學設計、熱舒適、嗅覺舒適

性等，然而，這幾項中，無障礙設計(舒適性 72)較可透過建築設計(非設備端)，來做前階段評估管制，在執行上較具可行性。

七. 精神:此指標為 WELL 認證的特色指標之一，只要是對人類情緒、睡眠、壓力及心理狀態有正面助益的相關影響項目(如:公司政策、福利、組織文化、差假制度，或員工私領域的家庭因素等)，WELL 皆認可，但由於這些影響是間接透過精神壓力而使健康受到危害，較難透過評估得到立即的驗證。但在美學設計(精神 87)及自然定律(精神 88、100)部分，可透過公共藝術、與自然環境接觸的開放空間、景觀美化或是屋頂花園等設計，強化舒適感受、提高幸福感，進而對情緒產生積極正面的影響。

第二節 建議

建議一

空氣品質維護應將空間使用行為納入考量：中長期建議

主辦機關：內政部建築研究所

菸害部分，EEWH 可透過禁菸標誌的規劃與設立，教育人們吸菸對健康的危害，進一步提升空間使用者對於禁菸的意識。

建議二

可強化舒適性評估，並納入前階段建築設計之評估管制：中長期

建議

主辦機關：內政部建築研究所

舒適性方面評估項目，尚包括無障礙、人體工學設計、熱舒適、嗅覺舒適性等，建議 EEWB 可將無障礙設計納入前階段建築設計之評估管制。

參考文獻

中文文獻

- C1 內政部建築研究所，綠建築評估手冊-基本型，2015 年。
- C2 行政院環境保護署主管法規查詢系統，室內空氣品質管理法。
(<https://oaout.epa.gov.tw/law/>)
- C3 行政院環境保護署主管法規查詢系統，空氣污染防制法。
(<https://oaout.epa.gov.tw/law/>)
- C4 衛生福利部國民健康署菸害防治資訊網，菸害防制法。
(<http://tobacco.hpa.gov.tw/Show.aspx?MenuId=622>)
- C5 中華民國內政部營建署全球資訊網，住宅性能評估實施辦法。
(<https://www.cpami.gov.tw/>)
- C6 衛生福利部國民健康署健康監測與統計-憂鬱症調查。
(<https://www.hpa.gov.tw/>)
- C7 宏舜開發/宏昇營造，高雄 HH 大樓。
(<http://www.hhtower.com.tw/>)

英文文獻

- E1 Levin, H., “Building ecology: an architect’s perspective on healthy buildings” in Maroni, et al, (eds) Proceedings of Healthy Buildings ‘95, Proceedings of the Fourth International Conference on Healthy Buildings, Milan, Italy, September, 1995.
- E2 Levin, H., Design and Construction of Healthy and Sustainable Buildings.
- E3 Institute for Building Environment and Energy Conservation, CASBEE.(<http://www.ibec.or.jp/>)

E4 LEED Reference Guide For Building Design and Construction.
USGBC ; 2014.

E5 Building Research Establishment, BEEAM.

(<https://www.breeam.com/>)

E6 The WELL Building Standard, International Well Building Institute;
2016.

E7 WELL Certification Guidebook, International Well Building
Institute; 2016.

E8 International Well Building Institute, WELL.

(<https://www.wellcertified.com/en>)