

附錄 XXI 溫室氣體檢討及節能減碳計畫

附錄 XXI 溫室氣體檢討及節能減碳計畫

一、節能減碳措施

本計畫於規劃節能減碳措施如下。

- (一) 本案承諾取得銀級綠建築標章，於取得使用執照後 2 年內取得，各指標計分請詳本文 Page5-25 頁表 5.6-1 說明（指標評估表請詳附錄 VIII）。另本案建築面積 $1882.85 \text{ m}^2 > 1000 \text{ m}^2$ ，規劃於屋突頂層配合設置太陽光電發電設備，設置面積 $99.12 \text{ m}^2 > 1882.85 \times 5\% = 94.14 \text{ m}^2$ 。雨水貯留利用率(自來水替代率) $R_c=4.74\% >$ 雨水貯留利用率基準值 $R_{cc}=4\%$ ，回收之雨水供景觀澆灌及清潔使用。於夜間 10 時至翌日 8 時止無產生閃爍光源之設施，另本案建築外牆玻璃部份採低反射率之材料，即建築外牆玻璃部份其可見光反射率小於 0.25。
- (二) 本案從設計階段即將建築物的生命週期納入考量。對於建材之選用，要求低污染、低逸散性、可循環利用之建材設計；對於營造施工階段採取相關之空污管制措施，以倡導更乾淨、更環保的營建施工為目的；對於建築使用，加強對空調設備及照明系統的節能要求；對於建築物棄物採可資源再生利用量，藉以減緩建築開發對環境的衝擊。
- (三) 基地內提供鄰近公車站位置圖及路線資料：未來於基地內，提供基地鄰近公車站位置圖及路線資料，方便住戶獲取大眾運輸資訊；並定期更新基地內設置之基地鄰近公車站位置圖及路線資料。
- (四) 提供計程車(準大眾運輸系統)叫車服務：為減少住戶使用私人運具，管委會將與優良計程車業者合作，提供計程車叫車服務，並且紀錄計程車搭乘之時間、車號，以保障顧客安全。配合大眾運輸策略，於基地內增設 82 部自行車位，供社區居民使用。
- (五) 本大樓完工啟用之後，預估人數約 1,113 人，依據「臺北市統計要覽」知，臺北市每人每日產生 0.88 公斤的垃圾，加上安全係數 1.2，設計量取每日約 1.2 公噸。本開發計畫主要用途為集合住宅及地下停車場，所有產生之廢棄物可歸類為一般生活廢棄物，因此本大樓將「垃圾分類」(含廚餘分類)、「資源回收」、「垃圾清運」一次完成，並於大樓 B1F 設置垃圾儲藏室。
- (六) 依「臺北市新建建築物綠化實施規則」檢討，本基地綠化總 CO₂ 固定量計算值 $3619194.40 \text{ kg} > 1585650 \text{ kg}$ ；實設綠覆率 $= 11354.45 / 5285.5 \times 100\% = 214.83\% > 50\%$ ；各類植栽綠覆面積比率喬木類 $= 63.26\% > 25\%$ ；其他各類植栽 $= 25.43\% > 25\%$ ；地被類或草皮類 $= 16.63\% < 50\%$ 。另本案屋頂平台實際可綠化面積為 452.36 m^2 ，目前屋頂綠化面積為 $228.54 \text{ m}^2 > 452.36 \times 50\% = 226.18 \text{ m}^2$ ，基地內綠覆率

示意圖請詳本文 Page5-12 圖 5.2-8。基地內受保護樹木(圖 5.2-10)(附錄 XVIII)本案基地受保護樹木共 2 顆：#1354 大葉桉#1359 大葉雀榕。本基地企圖將大量綠林概念由平面向屋頂延伸外，更於南側設置休閒式游泳池，再搭配西側休憩活動空間，讓屋頂平台成為居民聚會絕佳場所，而在植栽設計上運用大片綠意及複層植栽的多元變化，選用淺根性、低管理維護之植栽，減少建築物承載之重量，讓本社區居民能在綠意包被環境下，營造出一個在鬧中取靜，又不失文藝休閒之綠色生活氛圍的環境。

- (七)消防燈具採用 LED。本案室內燈具將儘量使用節能省電燈具。公共照明燈具規劃部份採用 LED，部分使用 T5 或其他省電燈具。另設置二線式燈光控制系統，結合 LED 燈具控制燈光，以達節能管理之成效。室內公共區域及戶外開放空間照明採用 LED 或其他高效率節能燈具，並採用智慧型燈控系統即時遠端監控燈具，除定時定量調節照明外，搭配感應控制器，可有效防止及降低能源浪費。室內公共區域採用變頻空調系統並設置全熱交換機，採用智慧型控制系統，以網路化方式集中管理及監控空調使用狀況，並搭配一氧化碳偵測器，除增加空調品質外，並降低能源損耗。
- (八)本案南側量體為造型簡潔的玻璃帷幕飾以白色的鋁框，北側量體則以相同的白色金屬板包覆，輔以高效能的 low-e 玻璃；減少日常耗能：公共區域採用高效率空調設備。(VRV-變頻空調)、採用高效率、節能標章之燈具。(LED 燈具)、大樓設計智慧型自動化管理系統，作照明節能監控系統、電力負載管理系統等。(完全二線式照明控制)，減少日常耗能(Page 附錄 VIII-8)；建立永續的水資源再利用環境(Page 附錄 VIII-29、32)；採用節水器材。(節水標章之衛生設備)、設置雨水儲集再利用系統(澆灌、清洗用水)；本案採行雨水滲透措施，以降低開發後之逕流量，設置相關滲透設施後 10 年重現期逕流量為 0.4239cms，該逕流量再經由雨水流出抑制設施管制後，最終排放量為 0.1663cms，已低於無設滲透設施之 5 年重現期逕流量 0.3819cms；基地面積 9,610 m² 最小保水量 $9,610 \times 0.078 = 749.58$ (取 750CMD)，於地下筏基層設置雨水儲存槽 75 噸之槽體(雨水流出抑制設施)收集雨水，且採用機械以小於最大排放量之速率抽排至公共排水溝放流。承諾參照行政院環境保護署「降雨逕流非點源污染最佳管理技術(BMPS)指引」納入規劃設計。。
- (九)設置太陽光電系統，供梯廳照明用電使用。本案屋頂平台實際可綠化面積為 452.36 m²，目前屋頂綠化面積為 228.54 m² > 452.36×50%= 226.18 m²，並經直/交流轉換器 (Inverter)，併入用電系統運轉。

- (十)非尖峰時間，地下室停車場之排風設定每小時運轉約 15 分鐘以節約能源、加強控管 空調主機間隔啟動開機及冷卻水塔清洗次數增加，或增加室內送風機濾網清洗，以 提升室內冷房效果，進一步達到節能減碳之效果。

二、節能減碳措施檢討

本案以建築物生命週期及碳中和的觀念，進行環境負荷影響評估，估算開發後（含施工及營運階段）溫室氣體排放增量。進而以具體生態設計與節能減碳措施之效益，以「碳中和」的觀念，探討本案所採用的綠建築設計對策之實施，對減低環境負荷的貢獻。

(一)開發後溫室氣體排放增量(CP)估算（含施工及營運階段）

(1)建材生產運輸階段 (2)營建施工階段 (3)日常耗電量 (4)日常耗水量 (5)日常交通運輸 (6)日常垃圾量 (7)拆除解體階段。本案開發後溫室氣體排放增量(CP)總計為 97,375,264 (kg)，詳細計算請參考表 1。

(二)節能減碳措施及效益分析

(1)綠建築標章設計效益

- A. 日常節能減碳效益 TCO2e(kg)
- B. 水資源指標節流減碳效益 TCO2w1(kg)
- C. 水資源指標開源減碳效益 TCO2w2(kg)
- D. 綠化量指標固定量 TCO2(kg)

(2)施工階段建材選用減碳效益 TCO2m(kg)

(3)電動汽機車運輸減碳效益 TCO2t2(kg)

(4)資源回收減碳效益 TCO2s1(kg)

(5)拆除解體廢鋼回收減碳效益 TCO2s2(kg)

(6)扣除開發前原基地植生碳匯損失 TCO2p(kg)

碳中和(減碳量)分析 $CN = TCO2 + TCO2e + TCO2w1 + TCO2w2 + TCO2m + TCO2t2 + TCO2s1 + TCO2s2 - TCO2p$

(三)本案節能減碳措施檢討摘要，茲說明如下：

1.綠建築標章設計效益

參考財團法人台灣建築中心對於通過綠建築標章審查之建築物。節能、省水之節約效益計算方法。假設通過綠建築標章評估審查之建築物，在節能方面會相較一般建築物節能 20%，省水方面會省水 30%之前提之下。本案經綠建築標章設計效益減碳量總計為 6,144,103 (kg)，詳細計算請參考表 2。

2. 施工階段建材選用減碳效益(TCO2m)

A. 以高爐水泥取代一般卜特蘭水泥

B. 以 1:3 水泥砂漿粉刷取代 1:1 水泥砂漿粉刷

C. 以矽酸鈣板隔間取代 1B 磚牆隔間 本案施工階段建材選用減碳效益 20759612kg，詳細計算請參考表 3。

3. 電動汽機車運輸減碳效益 TCO2t2

參考經濟部能源局「車輛耗油指南」推估：汽油車排碳量 0.2109(kgCO2/km)、油 電車排碳量 0.0824 kgCO2/km)、機車排碳量 0.066(kgCO2/km)、電動機車排碳量 0.0256(kgCO2/km)。本案小汽車停車位共設有 328 席，包括法定停車位 287 席、自設停車位 41 席，分佈於地下一層至地下三層；機車停車位共設置 344 席，皆為法定停車位，分佈於地下一層空間。停車場汽、機車停車位 1/3 以上預留管線以利後續安裝充電系統。另停車數量由原設置 337 部汽車調整為 328 部，增設 82 部自行車位。其中電動汽車位 411 席，電動機車 407 席。假設未來使用車位中有 10%購置電動汽機車，每車每日平均行駛距離為 10 公里。電動汽車減碳量=82 ×(0.2109-0.0824) ×10×365×40= 1,538,402 (kg) 電動機車減碳量=82 ×(0.066-0.0256) ×10×365×40= 483,668.8 (kg)，本案電動汽機車運輸減碳效益合計為 6144103 (kg)

4. 資源回收減碳效益 TCO2s1，參考環保署統計資料參數，每回收 1 公斤資源廢棄物約減少 1 公斤二氧化碳產生。本案預估回收廢棄物量約 2,550 (kg/日)，40 年生命週期資源回收減碳效益合計為 8,270,900 (kg)。

5. 拆除解體廢鋼回收減碳效益 TCO2s2

參考張世典(1998)提及回收廢鋼每一公斤可以減少二氧化碳排放量 0.62 (kg/kg) 以及楊謙柔(2000)針對建築物每平方公尺回收廢鋼所減少之二氧化碳排放量之推估。本案拆除解體廢鋼回收減碳效益合計為 1394.1 (kg)，詳細計算請參考表 4。

6. 開發前原基地植生碳匯(TCO2p)

基地開發前植生為草地，單位 CO2 吸收量為 0.75 kg/m2 · yr，生命週期為 40 年。原基地植生碳匯損失=9610×0.75×40= 288300kg

7. 碳中和(減碳量)分析

本案評估計算開發後溫室氣體排放增量(含施工及營運階段)，合計減碳量累計：

$CN = TCO2 + TCO2e + TCO2w1 + TCO2w2 + TCO2m + TCO2t2 + TCO2s1 + TCO2s2 - TCO2p$;

$CN = 3,169,054 + 6,144,103 + 13,963,778 + 175,760 + 88,768 + 20,759,612 + 8,270,900 + 1,394 = 52,484,581$ (kg)；減碳率 = $CN/CP = 52,484,581 / 97,375,264 =$

53.9%

本案以建築物生命週期及碳中和的觀念，檢討開發前、中、後之 40 年內溫室氣體排放（含施工及營運階段）及相關設計措施，預期可以減量約可達約 54%。

表 1. 開發後溫室氣體排放增量估算

建物名	台北市文山區華興段169等壹筆土地開發計畫			基地面積 (m ²)	9610	
建物用	集合住宅			建築面積 (m ²)	1882.85	
使用分	住宅區			總樓地板面積	50,989,36	
建蔽率	19.59%	容積率	292.49%	戶數	210 戶	
構造	SC(SS)	日用水量	364	(CMD) 預估引進人	總樓 地上 38 層 層 地下 3 層	
車位	汽車 328	機車 344	電動汽車	電動機車	411	
階段	類別	單位基準CO2 排放量值		數量	生命週期年數	小計 (Kg)
建材生產		RC	210.94 (kg/m ²)		-	9237677
		SRC	214.19 (kg/m ²)			
	運輸階	V	SC	181.17 (kg/m ²)		
營建施工階段		7 公尺	1.65 (kg/m ²)		-	280949
		7~15	2.12 (kg/m ²)			
		15~30	2.50 (kg/m ²)			
		30~45	2.75 (kg/m ²)			
		45~60	3.03 (kg/m ²)			
		60~75	3.58 (kg/m ²)			
		75~90	4.41 (kg/m ²)			
		V	90 公尺以上	5.51 (kg/m ²)		
日常耗電量	V	住宿類	20.81 (kg/m ² · yr)	34382	40	35611156
		其他類	99.484 (kg/m ² · yr)			
		學校類(圖書館)	44.156 (kg/m ² · yr)			
	V	辦公類	78.736 (kg/m ² · yr)			
		醫院類	125.02 (kg/m ² · yr)			
	V	百貨商場類(店舖)	155.876 (kg/			
		旅館類	90.44 (kg/m ² · yr)			
		大型空間	78.736 (kg/m ² · yr)			
V	地下停車場	11.09 (kg/m ² · yr)	15761			
日常耗水量	V	以污水排放量推估日用水量	0.156 (kg/度)	264	40	601286
日常交通運	V	汽車位	0.211 (kg/km)	1197200	40	10104368
	V	機車位	0.066 (kg/km)	1255600	40	3314784
日常垃圾量	V	垃圾產出(0.7 kg/人天)	02.06 (kg/kg)	946341	40	37853653
拆除解體階段		7 公尺	1.71 (kg/m ²)		-	291147
		7~15	2.20 (kg/m ²)			
		15~30	2.60 (kg/m ²)			
		30~45	2.86 (kg/m ²)			
		45~60	3.14 (kg/m ²)			
		60~75	3.71 (kg/m ²)			
		75~90	4.57 (kg/m ²)			
		V	90 公尺以上	5.71 (kg/m ²)		
CO2 排放量 (kg)						總計 97375264

表 2. 本案綠建築設計每年節能省水評估檢討

項次		總樓地板面積	EUI	節省效	係數	年	減碳效益(kg)
日常節能減碳效益(商業空間)	TCO2e	0	293	0.2	0.528	40	0
日常節能減碳效益(辦公室)		0	148	0.2	0.528	40	0
日常節能減碳效益(住宅)		34382	34	0.2	0.528	40	4937805
日常節能減碳效益(地下室)		15761	18.12	0.2	0.528	40	1206329
項次		日常耗水量(度/年)	節省效	率	係數	年	減碳效益(kg)
節水指標節流減碳效益(商場)	TCO2w1	96360	0.3	0.152	40	175760	
節水指標節流減碳效益(辦公)							
節水指標節流減碳效益(住宅)							
項次		每日雨水回收量CMD)	天/年	係數	年	減碳效益(kg)	
節水指標開源減碳效益	TCO2w2	40	365	0.152	40	88768	
本案綠化量指標之CO2固定量					TCO2		3169054.5
合計							9488948.5

表 3. 施工階段建材選用減碳效益表

項次	一般規劃	本案設計	CO2 排放係數 (Kg-CO2/單位)	CO2 排放量(Ton-CO2)	
				一般規劃	本案設計
一般卜特蘭水泥(T)	21000	5000	961.38	20188980	4806900
1B 磚牆隔間	97000	—	164	15908000	—
矽酸鈣板隔間	—	97000	2.65	—	257050
4000psi 預拌混凝土(m³)	75,000	—	272	20,402,250	—
高爐水泥(m³)	—	16000	736.96	—	11791360
RC (m³)	50989	—	210.94	10755619	—
SS(m²)	—	50989	181.17	—	9237677
合計				46852599	26092987
施工期間選用建材減碳量(kg)				20759612	

註： CO2 排放係數取自綠建築標章解說與評估手冊 2009 年版。

表 4. 本案拆除解體廢鋼回收減碳效益評估檢討

構造方式	廢鋼		回收廢鋼所減少之二氧化碳排放量 (kg) (總樓地板面積×減少二氧化碳排放量係
	產生量	減少二氧化碳排放量(kg)	
SC(SS)構造	10707.7	0.1302	1394.1