



新竹縣政府環境保護局

新竹縣溫室氣體排放量盤查報告書 (113 年版)

中華民國 114 年 11 月

目	錄
---	---

第一章 背景資訊.....	1
1.1 目的	1
1.2 縣市背景資訊.....	2
第二章 溫室氣體盤查範圍.....	11
2.1 溫室氣體種類涵蓋範圍	11
2.2 盤查頻率	12
2.3 盤查邊界	12
2.4 基準年	12
第三章 溫室氣體排放源鑑別與量化方法.....	13
3.1 排放源鑑別與排除	13
3.2 排放源量化	14
第四章 溫室氣體排放量.....	50
4.1 總排放量	50
4.2 各範疇別排放量	54
4.3 各部門別排放量	55
第五章 數據品質管理.....	60
5.1 數據品質誤差	60
5.2 清冊級別	61
第六章 報告書管理.....	64
6.1 報告書之製作依據	64
6.2 報告書涵蓋期間	64
6.3 報告書發行與保管	64
6.4 報告書撰寫、保管與維護者資訊	64
第七章 溫室氣體減量目標及策略.....	65
第八章 參考文獻.....	69

表 目 錄

表 1_新竹縣各鄉鎮市人口分布.....	3
表 2_新竹縣行政轄區各部門活動數據來源（1/2）	14
表 3_新竹縣行政轄區各部門活動數據來源（2/2）	15
表 4_排放係數來源.....	16
表 5_全球暖化潛勢值來源.....	17
表 6_能源_住商農林漁牧溫室氣體排放量推估方式.....	18
表 7_新竹縣 113 年住商部門電力使用溫室氣體排放.....	19
表 8_新竹縣 113 年住商部門燃料使用溫室氣體排放.....	21
表 9_能源_工業溫室氣體排放量推估方式.....	23
表 10_固定源燃料使用溫室氣體排放係數表.....	24
表 11_新竹縣 113 年工業能源使用溫室氣體排放量.....	25
表 12_能源_運輸部門溫室氣體排放量推估方式.....	27
表 13_移動源燃料使用溫室氣體排放係數表.....	28
表 14_新竹縣 113 年每月加油站售油資料.....	28
表 15_新竹縣 113 年道路運輸溫室氣體排放量.....	29
表 16_113 年臺鐵客運與貨運分配用電量.....	30
表 17_113 年臺鐵新竹縣各站年度客運量.....	30
表 18_113 年臺鐵新竹縣各站客運產生溫室氣體量.....	30
表 19_113 年臺鐵新竹縣各站年度貨運量.....	31
表 20_113 年臺鐵新竹縣各站貨運產生溫室氣體量.....	31
表 21_113 年新竹縣高鐵用電溫室氣體排放量.....	31
表 22_新竹縣 113 年運輸能源使用溫室氣體排放量.....	32
表 23_新竹縣 113 年工業製程溫室氣體排放量.....	33
表 24_113 年度事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源名單。 (第一批).....	34
表 25_113 年度事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源名單 (第二批).....	35

表 26_農業部門溫室氣體排放量推估方式.....	36
表 27_113 年新竹縣水稻田溫室氣體排放.....	37
表 28_113 年新竹縣畜禽類溫室氣體排放.....	38
表 29_新竹縣 113 年農業部門溫室氣體排放.....	39
表 30_廢棄物掩埋溫室氣體排放量計算方式.....	40
表 31_生物處理溫室氣體排放量計算方式.....	41
表 32_廢棄物生物處理之排放係數.....	42
表 33_生活污水處理溫室氣體排放量計算方式.....	44
表 34_113 年生活污水處理產生甲烷溫室氣體排放量	45
表 35_113 年生活污水處理產生氧化亞氮溫室氣體排放量	45
表 36_事業廢水處理溫室氣體排放量計算方式.....	45
表 37_新竹縣 113 年廢棄物部門溫室氣體排放.....	46
表 38_森林綠地碳匯量推估方式.....	47
表 39_森林綠地碳匯量推估係數.....	48
表 40_新竹縣生物量生長之年碳貯存增加量 ($\Delta C G$)	48
表 41_新竹縣商用木材採伐碳貯存減少量 ($\Delta C L$)	49
表 42_新竹縣林業部門之碳吸收量.....	49
表 43_新竹縣 113 年溫室氣體排放類別及排放量統計	50
表 44_新竹縣歷年溫室氣體排放清單 (104 年至 108 年)	52
表 45_新竹歷年縣溫室氣體排放清單 (109 年至 113 年)	53
表 46_新竹縣 113 年溫室氣體排放類別及範疇分布.....	54
表 47_新竹縣歷年人口數.....	56
表 48_新竹縣製造業年營業收入.....	57
表 49_新竹縣歷年牲口頭數.....	59
表 50_溫室氣體數據品質管理誤差等級評分.....	60
表 51_溫室氣體數據品質管理評分區間判斷.....	60
表 52_溫室氣體數據品質管理區間評分區間判斷.....	61
表 53_新竹縣溫室氣體排放量清冊級別(1/2).....	62
表 54_新竹縣溫室氣體排放量清冊級別(2/2).....	63

圖目錄

圖 1_溫室氣體排放量盤查作業步驟.....	1
圖 2_新竹縣地理位置及行政轄區分布.....	2
圖 3_新竹縣近年人口增長趨勢.....	3
圖 4_新竹縣近年氣溫分布.....	4
圖 5_新竹縣近年日照趨勢.....	5
圖 6_113 年各縣市平均機組太陽光電容量因數(全額躉售).....	6
圖 7_新竹縣近年降雨量及降雨日數變化趨勢.....	7
圖 8_新竹縣近年道路用油趨勢.....	9
圖 9_新竹縣歷年住商農林漁牧能源使用溫室氣體排放趨勢	22
圖 10_新竹縣歷年工業能源使用溫室氣體排放趨勢.....	26
圖 11_新竹縣歷年運輸能源使用溫室氣體排放趨勢.....	32
圖 12_新竹縣歷年工業製程溫室氣體排放趨勢.....	33
圖 13_新竹縣歷年農業部門溫室氣體排放趨勢.....	39
圖 14_新竹縣歷年廢棄物部門溫室氣體排放趨勢.....	46
圖 15_新竹縣歷年總排放量及人均排放量趨勢圖.....	51
圖 16_新竹縣歷年各部門排放量趨勢圖.....	51
圖 17_新竹縣 113 年溫室氣體範疇別排放量比例圖.....	54
圖 18_新竹縣 113 年各部門排放量分布圖.....	55
圖 19_新竹縣住商部門排放量及人均排放量趨勢圖.....	56
圖 20_新竹縣工業能源單位產值排放量趨勢圖.....	58
圖 21_新竹縣農業部門及乳牛歷年頭數趨勢圖.....	59

第一章 背景資訊

1.1 目的

我國為因應全球氣候變遷所帶來之環境、經濟及社會衝擊，於 112 年 2 月 15 日正式修正通過《氣候變遷因應法》，明確規範溫室氣體減量目標，並要求中央及地方政府針對各領域設定具體減碳責任。此法之修訂，顯示我國已將氣候行動提升為政府與社會共同承擔之責任，並要求各縣市政府妥善運用縣市層級之排放數據，以全面掌握基線排放情況，強化全國溫室氣體之管理與減量成效。

環境部為配合氣候變遷因應法（以下簡稱氣候法）之政策方向，自 113 年 9 月公告「縣市層級溫室氣體排放量盤查計算指引 113 年版」（以下簡稱盤查指引），作為地方政府進行轄內溫室氣體盤查作業依據，以逐年進行排放數據的估算、確認與揭露。透過此盤查指引，地方政府可依據統一的評估標準，逐年追蹤轄內盤查邊界、排放來源、排放類別及溫室氣體種類，藉以更全面地掌握溫室氣體排放特徵，並評估減量成效與空間，作為各地減碳政策的基礎。

本報告書旨在呈現 113 年新竹縣轄內溫室氣體排放現況，依據環境部公告之《縣市層級溫室氣體排放量盤查計算指引（113 年版）》，針對本縣排放源部門包括能源（住商、工業、運輸）、工業製程、農業、林業及其他土地利用、廢棄物等五大部門進行盤查與推估，並結合 104 年至 113 年間之排放量變化趨勢進行分析。以作為本縣溫室氣體減量策略制定之依據，並支撐 2050 年淨零排放目標之實現。

本次「113 年新竹縣溫室氣體排放量盤查推估作業」依指引步驟辦理，其作業流程如圖 1 所示。

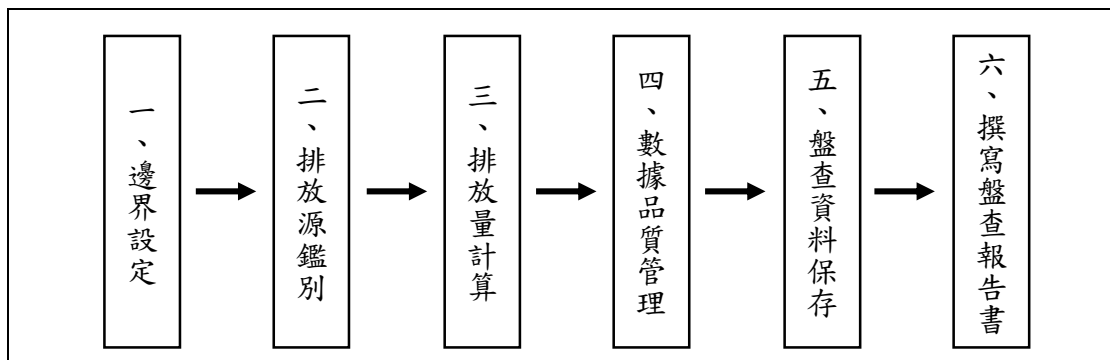


圖 1_溫室氣體排放量盤查作業步驟

1.2 縣市背景資訊

一、地理環境與人口結構

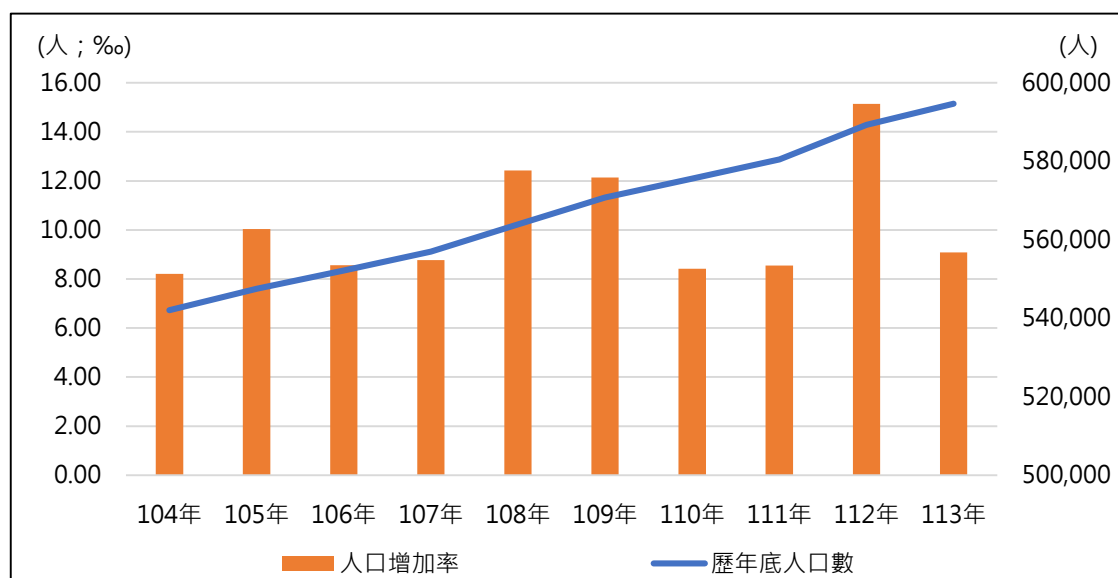
新竹縣座落於東北半球，處東經 121 度，北緯 24.6 度，位於台灣西北部，北連桃園市，南銜接苗栗縣，西為台灣海峽，東鄰雪山山脈與大霸尖山，土地面積 1,427.5931 平方公里。除了鳳山溪、頭前溪河口一帶的沖積平原及部分河川古地外，新竹縣境內大多由丘陵、台地及山地構成，新竹縣地理位置及各行政轄區分布如圖 2 所示。



資料來源：新竹縣政府官網

圖 2_新竹縣地理位置及行政轄區分布

自民國 80 年以來，新竹縣因社會與經濟結構的變遷帶動人口顯著成長，成為與桃園、台中並列的三大快速增長都會區之一。新竹縣總人口由民國 84 年 408,577 人增加至民國 113 年 594,641 人，新竹縣近年人口增長趨勢如圖 3 所示；截至 113 年 12 月各鄉鎮市人口分布如表 1 所示。



資料來源：新竹縣政府_開放資料庫_人口統計

圖 3_新竹縣近年人口增長趨勢

表 1_新竹縣各鄉鎮市人口分布

項次	鄉鎮市	村里數	鄰數	戶數	人口數(男)	人口數(女)	總人口數
1	竹北市	31	796	86,106	109,063	110,542	219,605
2	竹東鎮	25	526	38,028	49,211	48,522	97,733
3	新埔鎮	19	292	12,998	17,796	15,668	33,464
4	關西鎮	21	297	9,588	14,175	12,213	26,388
5	湖口鄉	20	500	32,765	42,198	41,550	83,748
6	新豐鄉	17	283	21,983	30,344	28,992	59,336
7	芎林鄉	12	143	7,842	10,789	9,615	20,404
8	橫山鄉	11	152	4,444	6,467	5,523	11,990
9	北埔鄉	9	97	3,126	4,602	3,794	8,396
10	寶山鄉	10	125	6,360	7,857	6,677	14,534
11	峨眉鄉	6	86	2,112	2,795	2,286	5,081
12	尖石鄉	7	86	2,977	4,949	4,574	9,523
13	五峰鄉	4	58	1,772	2,398	2,041	4,439
合計		192	3,441	230,101	302,644	291,997	594,641

資料來源：竹北市戶政事務所_人口統計月報（113 年 12 月）

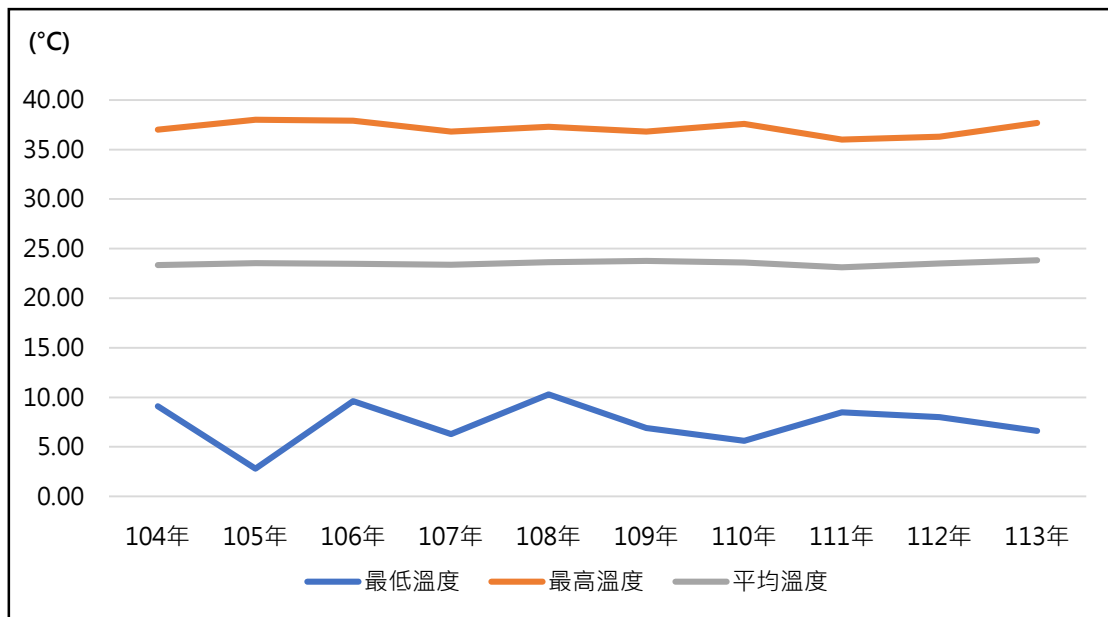
二、環境現況

新竹地區大致屬海島型氣候，夏季受熱帶性海洋氣團影響，冬季則受高緯度大陸冷氣團控制，全年相對濕度偏高，日照條件適中。以下就中央氣象署最近十年（104 年至 113 年）氣象統計資料進行分析。

（一）氣溫

依圖 4 顯示，最高氣溫出現在 105 年 7 月（38.0℃），次高為 106 年 11 月（37.9℃），最低氣溫則為 105 年 1 月（2.8℃），年平均氣溫由 104 年的 23.33℃ 上升至 113 年的 23.83℃，呈現逐年升溫趨勢。

此現象反映全球暖化下地方氣候變異的加劇，特別在夏季期間，氣溫升高導致空調設備使用頻率與時間明顯增加，推升住宅與商業部門用電量及間接碳排放。未來除應持續推廣高效節能空調設備與綠建築設計外，亦應透過能源教育與行為宣導，引導民眾採取正確空調使用方式與溫度管理，以抑制民生用電成長趨勢，降低氣候變遷對能源需求的衝擊。



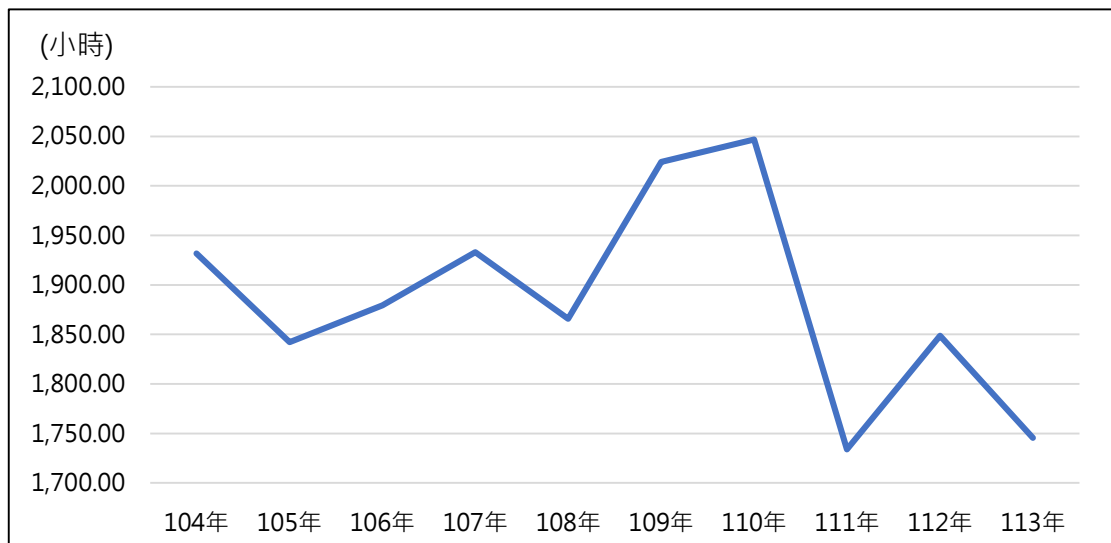
資料來源：交通部中央氣象署

圖 4_新竹縣近年氣溫分布

(二) 日照

依圖 5 顯示，近十年新竹地區年日照時數約介於 1,700 至 2,050 小時之間，其中 104 年、107 年、109 年及 110 年均超過 1,900 小時，顯示日照條件穩定且具再生能源發展優勢。根據台灣電力公司 113 年各縣市太陽光電容量因數統計（圖 6），新竹縣每瓩日平均發電度數約 3.0 度，雖略低於全國平均值（約 3.2 度），但仍具備相當之太陽光電發展潛力。

整體而言，新竹縣地形多樣且日照分布均勻，具推動屋頂型與農電共生光電設施之優勢。惟縣內林業用地占比高、平坦可用地有限，土地取得與電網併聯條件為主要限制。未來除持續盤點公有建築、學校及農業設施等可利用空間外，亦可結合社區型綠能及民間參與機制，推動小型光電與儲能整合，以提升本縣再生能源占比並達成擴大再生能源利用之目標。



資料來源：交通部中央氣象署

圖 5_新竹縣近年日照趨勢

113年各縣市平均機組太陽光電容量因數(全額躉售)

縣市	太陽光電裝置容量(瓩)	太陽光電購電量(度)	平均各機組容量因數(A)	平均各機組每瓩日平均購電量(度) (A)*24小時	平均各機組每瓩年購電量(度) (A)*24*366天
基隆市	24,086	20,083,872	9.60%	2.30	843
台北市	67,498	67,194,979	10.76%	2.58	945
新北市	150,031	148,024,484	10.70%	2.57	940
桃園市	700,748	732,267,543	11.86%	2.85	1,041
新竹市	45,148	53,193,705	12.88%	3.09	1,131
新竹縣	189,667	212,617,669	12.49%	3.00	1,097
苗栗縣	329,378	395,274,200	13.62%	3.27	1,197
台中市	671,911	811,573,089	13.91%	3.34	1,222
彰化縣	1,234,564	1,532,238,328	14.15%	3.40	1,243
南投縣	237,558	264,730,943	12.77%	3.07	1,122
雲林縣	1,125,430	1,453,210,511	13.79%	3.31	1,212
嘉義市	43,528	50,533,877	13.42%	3.22	1,179
嘉義縣	631,125	806,141,851	13.80%	3.31	1,213
台南市	1,692,254	2,223,542,202	13.97%	3.35	1,227
高雄市	985,745	1,177,961,377	13.06%	3.13	1,147
屏東縣	845,633	1,001,476,985	13.13%	3.15	1,153
宜蘭縣	165,592	155,189,660	11.19%	2.68	983
花蓮縣	186,213	191,925,545	12.02%	2.88	1,056
台東縣	67,853	75,793,304	13.22%	3.17	1,161
澎湖縣	32,443	36,310,066	14.13%	3.39	1,241
金門縣	21,448	25,043,036	13.52%	3.24	1,187
連江縣	58	73,681	14.16%	3.40	1,244
合計	9,447,909	11,434,400,897	13.35%	3.20	1,172

註：

1. 本表統計對象為太陽光電全額躉售予本公司之案件，並排除轉供除電躉購及電量異常案件。
2. 各機組容量因數(Capacity Factor)計算說明：機組全年購電量/(機組裝置容量x機組計費天數x24小時)。
3. 113年每瓩平均購電量約1,172度，各地區因日照條件略有增減。
4. 各縣市採全年外購全額躉售之購電量(未含轉值供電量)計算，因機組設置時間不一，購電效益不一，故計算結果與實際情形可能略有出入。

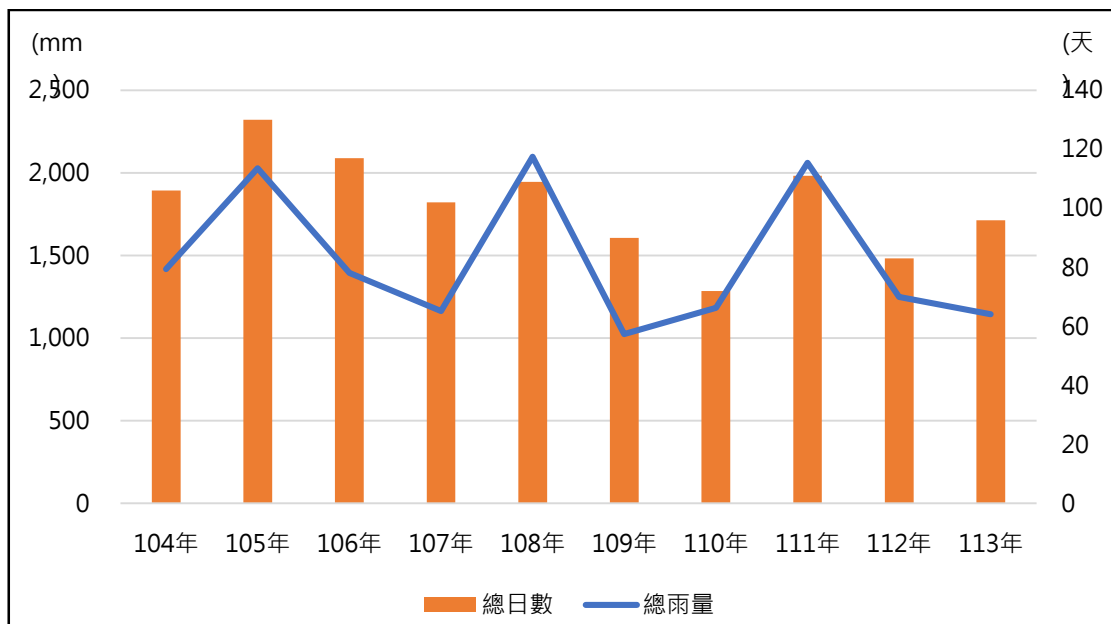
圖 6_113 年各縣市平均機組太陽光電容量因數(全額躉售)

(三) 降雨

依圖 7 顯示，近十年新竹地區年降雨量約介於 1,000 至 2,100 毫米之間，降雨日數約 70 至 130 天，呈現年際間不規則變動之趨勢。108 年降雨量達 2,098 毫米為十年高峰，而 109 年則降至 1,025.4 毫米，為同期最低。另於 104 年、106 年、107 年、109 年、110 年及 112 年等年度，年降雨量均低於 1,500 毫米，顯示本地降雨型態變化明顯且波動幅度大。

降雨變化除影響水資源供應外，亦對能源消耗與溫室氣體排放產生間接關聯。夏季期間若降雨頻繁，氣溫相對降低，有助於減少空調使用；反之，冬季若長時間降雨，環境濕度升高，除溼機與暖氣使用量將隨之增加，導致民生用電成長並推升間接碳排放。

未來面對降雨不穩定及極端氣候事件頻率上升之情形，建議持續強化雨水回收與再利用設施、推動建築耐候設計與智慧能源管理系統，並提升社區及公共建築之能源使用調適能力與系統韌性。



資料來源：交通部中央氣象署

圖 7_新竹縣近年降雨量及降雨日數變化趨勢

(四) 風速

新竹地區風速因地形差異而呈現明顯變化。竹北地區年平均風速約 2 公尺／秒，近年呈緩慢下降趨勢；較低的風速可能導致空氣流通不佳，使體感悶熱，進而增加空調使用需求與民生用電量。相較之下，鄰近海岸的湖口與新豐地區年平均風速可達 3.5 公尺／秒，具備推動小型風力發電或風光互補系統的潛力。

惟觀察近年能源署公告之再生能源設置統計可知，新竹縣風力發電裝置容量已多年維持相近水準，顯示受限於地形條件、土地利用衝突與電網併聯環境，新增設置潛力有限。未來可配合中央再生能源政策，評估以小型分散式風力系統或校園、社區型示範設施為主之推動模式，作為既有太陽光電系統之補充，提升本縣再生能源發展之穩定性與多元化。

(五) 土地使用

新竹縣面積約 1,428 平方公里。根據 113 年《新竹縣政府統計年報》資料，已登錄之土地面積為 1,371.53 平方公里，其中都市發展區面積約 55.78 平方公里，非都市發展區面積約 1,315.73 平方公里。若依都市發展區之區位條件、使用模式、社會經濟結構及未來發展趨勢分析，都市發展區占全縣總面積約 4.07%。

在都市發展區中，公共設施用地面積最大，占都市發展區面積之 25.6%；其次為住宅區用地，占 21.79%；工業用地則占 12.80%。在非都市發展區部分，林業用地占地最廣，占非都市區面積之 54.2%；其次為農牧用地，占 26.2%；國土保安用地則占 5.9%。

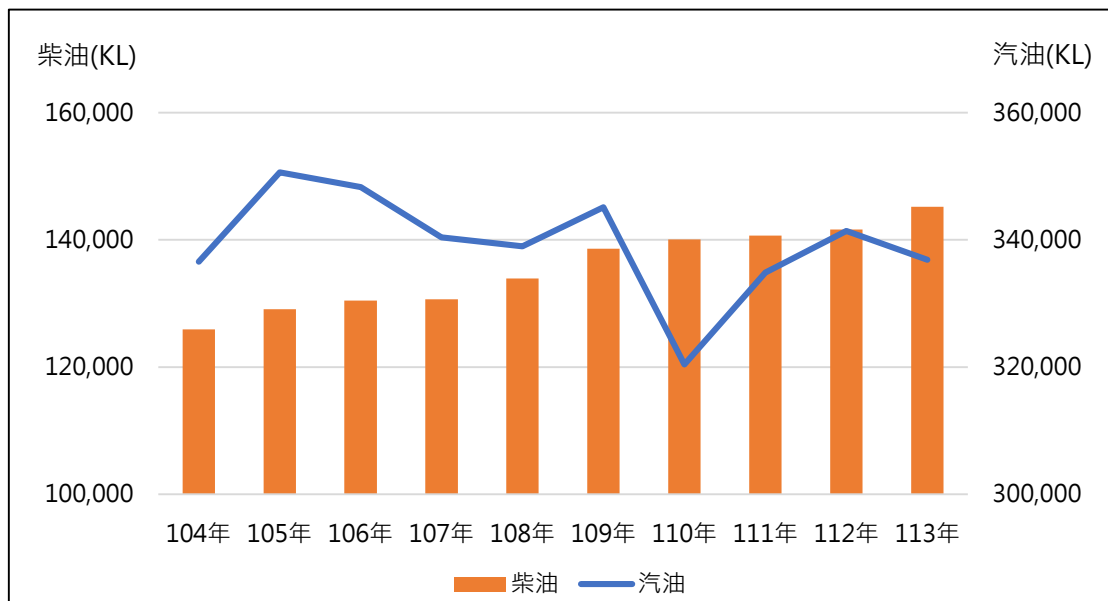
整體而言，新竹縣都市發展區面積占比較低，顯示都市化程度相對有限，多數土地仍屬山林與農業用途。此土地利用結構除有助於維持生態涵養與碳匯功能外，亦可依地區特性推動「林地碳匯管理」、「農地綠能共構」及「低碳聚落規劃」等措施，以兼顧土地利用效益與溫室氣體減量目標。

三、交通

新竹縣交通運輸系統完善，涵蓋高鐵新竹站、臺鐵縱貫線、六家線及內灣線等軌道運輸設施，並結合新竹客運、HTS 快捷公車、觀光巴士及「台灣好行」等多元公路運輸服務。為推動綠色運輸，縣府積極推動公共自行車建置計畫，依據交通環境、人口密度、大眾運輸站點、公共設施及產業經濟條件等面向綜合評估可行性，初期以竹北市為優先區域設置 50 個站點，後續擴展至竹東、新豐及湖口地區，最終形成超過 160 個站點之低碳交通網絡，提供民眾便捷且環保之出行選擇。

本縣道路運輸系統同樣發展成熟，主要幹道包括國道 1 號、國道 3 號、台 1 線及台 68 線，並結合縣道與鄉道構成完整交通網絡。然而，平日車流量普遍高於假日，瓶頸路段集中於進出新竹科學園區、高速公路交流道及跨縣市主要幹道等地區。依據交通部公路總局統計，截至 113 年底，全縣設籍機動車輛總數為 604,905 輛，其中機車 345,914 輛、小客車 227,913 輛，平均每千人擁有機車 582 輛、小客車 383 輛，顯示本縣具高度機動化特徵。

高機動化特性除反映交通便利外，亦顯示道路運輸為縣內能源消耗與溫室氣體排放之主要來源。未來應持續優化公共運輸與接駁系統，推動電動化運具及充電設施建置，並強化智慧交通與節能駕駛宣導，以降低化石燃料依賴，促進交通運輸邁向低碳化發展。道路運輸用油趨勢如圖 8 所示。



資料來源：經濟部能源署_加油站售油統計

圖 8_新竹縣近年道路用油趨勢

四、產業現況及民生基礎設施

新竹縣產業分布具多元特性，主要可區分為工業化地區與傳統產業區。工業化地區以竹東鎮、寶山鄉與新竹市交界之新竹科學園區、竹北市之台元科技園區及湖口鄉之新竹工業區最具代表性，產業類型涵蓋紡織、化學製品等傳統工業及電子電機等高科技產業。傳統工業與工礦區則以竹東鎮、芎林鄉及橫山鄉為主，包含石灰礦、玻璃工業與木材加工等產業；關西鎮、新埔鎮、北埔鄉、峨眉鄉、寶山鄉、尖石鄉及五峰鄉則以客家農村及原住民族地區為主，發展以農業及觀光服務產業為核心。

民生基礎設施方面，縣府依據《促進民間參與公共建設法》推動高效能熱處理設施，以轉廢為能技術提升垃圾處理效率。該設施可將垃圾潛在熱能轉換為電能，具備高燃燒效率與低污染特性，並有效減少飛灰及底渣產生，提升整體廢棄物處理之資源循環效益。

此外，本縣設有多項公共設施以支撐生活及環境管理需求，包括竹北水資源回收中心與竹東水資源回收中心，分別處理竹北及竹東地區之民生污水；另設有竹北、竹東及新豐掩埋場、廚餘處理廠及巨大廢棄物處理廠等設施。此類基礎設施之完善，有助於提升廢棄物資源化與污水再利用效能，並支援本縣減碳及循環經濟目標之推動。

第二章 溫室氣體盤查範圍

2.1 溫室氣體種類涵蓋範圍

依據《京都議定書》第五條規定，各國應採用政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change，以下簡稱 IPCC）所制定之方法進行盤查。依 IPCC 分類，溫室氣體排放與吸收源分為六大部門：

1. 能源部門
2. 工業製程部門
3. 溶劑及其他產品使用部門
4. 農業部門
5. 土地利用變化與林業部門
6. 廢棄物部門

盤查範圍所涵蓋之溫室氣體種類包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亞氮（N₂O）、氫氟碳化物（HFCs）、全氟化碳（PFCs）、六氟化硫（SF₆）及三氟化氮（NF₃）等七種，惟不包含已納入《蒙特婁議定書》（Montreal Protocol）規範之物質。

此外，第 28 次《蒙特婁議定書》締約國大會（2016 年 10 月，盧安達吉佳利）決議將 17 種氫氟碳化物（HFCs）納入管制物質範圍，以加強對高全球暖化潛勢氣體之管理。相關物質包括二氟甲烷、1,1,2,2-四氟乙烷、1,1,1,2-四氟乙烷、1,1,1-三氟乙烷、1,1,1,3,3-五氟丙烷、1,1,1,3,3-五氟丁烷、1,1,1,2,3,3,3-七氟丙烷、1,1,1,2,2,3-六氟丙烷等，顯示國際社會對高 GWP 氣體管控之重視與日益趨嚴。

本報告依據溫室氣體排放特性與來源，將排放範疇區分為直接排放（範疇一）、能源間接排放（範疇二）及其他間接排放（範疇三），以明確界定盤查邊界，相關說明如下：

一、範疇一（Scope 1）

係指於新竹縣轄內擁有或所控制的設施，其所產生的直接溫室氣體排放量，如新竹縣轄區內之工廠及操作機具等所使用之原（物）料及燃料所產生之溫室氣體排放；工業製程中之溫室氣體排放；運輸機具之溫室氣體排放。

二、範疇二 (Scope 2)

係指來自於新竹縣轄內以外購電力、熱或蒸汽之能源利用，而造成間接溫室氣體排放。

三、範疇三 (Scope 3)

係指非新竹縣轄內自身擁有或控制排放源所產生之排放，如因租賃、發生於盤查邊界外等造成之其他間接排放。

本次盤查以範疇一與範疇二之排放源進行定量計算；範疇三部分則視資料可得性與實際情形進行估算。由於範疇三涵蓋項目廣泛、涉及跨產業活動，相關數據蒐集與精確量化具相當困難度，故本報告將於邊界設定中明確說明所採計範圍與原則，並列出盤查邊界內所有排放設施，以避免重複計算或遺漏。

2.2 盤查頻率

新竹縣自推動溫室氣體管理工作以來，持續以年度為週期辦理排放盤查作業。透過每年定期盤查，得以掌握本縣能源使用與溫室氣體排放量之變動趨勢，並逐年累積排放資料，建立具時序性及可比較性之排放清冊。前述盤查成果除作為後續減量策略擬定與成效追蹤之依據外，亦提供政策檢討與管理決策所需之數據化資訊支持。

2.3 盤查邊界

本次溫室氣體盤查之範圍係以新竹縣行政轄區為界，涵蓋縣內全部 13 個鄉鎮市區，包括竹北市、竹東鎮及湖口鄉等。上述範圍之設定旨在完整反映本縣區域層級排放特性，使盤查結果具代表性與一致性，並可作為本縣排放趨勢分析及後續減量策略擬定之基礎。

2.4 基準年

新竹縣自 100 年起以縣層級進行溫室氣體排放盤查，並以當年度排放量 1,058 萬公噸 CO₂e 作為初始基準年。該基準資料用以建立具比較性之排放清冊，並作為歷年盤查成果評估與減量成效追蹤之基礎。

第三章 溫室氣體排放源鑑別與量化方法

3.1 排放源鑑別與排除

本報告以新竹縣行政轄區為盤查範圍，針對轄內可能涉及溫室氣體排放之活動進行鑑別與歸屬判定，建立具一致性與可比較性之排放清冊。依據本縣產業構成、土地利用型態及能源消費特性，主要排放源包括**能源燃燒、工業製程與產品使用、農業、廢棄物處理及土地利用變更**等五大領域。

在能源燃燒部門方面，主要排放源包括住商用電、交通燃料消耗及公用設施能源使用。本縣依部門別資料進行歸屬判定，如縣府及所屬機關用電歸屬公部門排放，住商部門則依經濟部能源統計資料估算，交通部門以車籍數與燃料銷售量推估，並排除非於轄內發生之燃料消耗行為（如跨縣通勤車輛於外縣市加油）。

於工業製程部門，以中小企業與高科技產業為主，透過環境部排放申報資料確認具稽核或申報義務之事業單位，排除未具規模或未涉及直接排放之輕工業活動。若僅從事裝配或加工、未產生製程排放者，其排放量歸屬能源使用範疇。

農業部門排放源包括稻作種植、畜牧生產及施肥活動，依農業部統計資料與地方農政單位資料確認耕作面積與飼養頭數，排除休耕地及無飼養登記畜舍。因農業排放受氣候及生產規模影響，盤查均以實際產量為依據，以確保資料合理性。

廢棄物部門涵蓋一般與事業廢棄物處理、污水處理及資源回收設施。排放歸屬以實際處理地點為準，委託轄外處理之廢棄物不納入本縣統計，以避免重複計入。污水處理部分依各處理廠實際處理水量推估，並排除未納入集中處理系統之分散排放來源。

土地利用及林業部門則依地籍資料、森林覆蓋率及都市計畫變更紀錄進行分類，僅納入土地變更對碳儲存或釋放具顯著影響之項目，其餘維持不變者不計入盤查。

綜上所述，本縣排放源鑑別與排除程序係依轄區活動實際發生地為原則，排除不具代表性或重複計入之排放，藉此建立具一致性與代表性之排放清冊，作為後續排放趨勢分析、減量策略研擬及政策檢討之基礎。

3.2 排放源量化

本報告依據環境部所訂之《縣市層級溫室氣體排放量盤查計算指引》作為盤查標準，並採用排放係數法進行各部門溫室氣體排放量估算。其基本計算公式如下：

溫室氣體排放當量(tCO₂e)＝活動數據 × 排放係數 × 全球暖化潛勢值(GWP)

本方法可透過蒐集各部門之能源消耗量、原料使用量或廢棄物產生量等活動數據，結合對應之排放係數與 GWP 值，換算為二氧化碳當量排放量，以建立具可比性與一致性之排放清冊。

活動數據、排放係數及全球暖化潛勢值(GWP)之相關說明如下節所述。

一、活動數據來源（如表 2 及表 3 所示）

表 2_新竹縣行政轄區各部門活動數據來源（1/2）

部門別	排放源	活動數據	資料來源	範疇	活動數據等級評分
能源	電力	電燈用電	台灣電力公司網頁 住商用電資訊	二	1
		包用電力			1
		電力用電			1
	燃料	住宅、服務業及農林漁牧業之液化石油氣、液化天然氣、天然氣、燃料油、煤油、柴油	經濟部能源署 能源平衡表	一	3
		轄區人口數及全國人口數	新竹縣政府民政處 內政部戶政司		2
		農林畜產值	中華民國統計資訊網 (縣市農林漁牧業產值重要統計指標)		3
		動力漁船數	農業部漁業署 漁業統計年報		3
	工業	電力	台灣電力公司網頁 工業用電資訊	二	1
		燃料	燃料使用量	一	3
			環境部 1.空污費暨排放量申報整合管理系統 2.事業溫室氣體排放量資訊平台		

表 3_新竹縣行政轄區各部門活動數據來源 (2/2)

部門別		排放源	活動數據	資料來源	範疇	活動數據 等級評分
能源	運輸	軌道 運輸	電力使用量	臺灣鐵路管理局 台灣高速鐵路(股)公司	二	1
			燃料使用量	臺灣鐵路管理局 台灣高速鐵路(股)公司	一	1
		道路 運輸	售油量	經濟部能源署新竹縣汽車 加油站汽柴油銷售統計表	一	1
工業製程		製程 排放	原物料使用 或 產品產量	環境部 1.空污費暨排放量申報整 合管理系統 2.事業溫室氣體排放量資 訊平台	一	3
農業	農田	水稻田	稻作種植 收穫面積	農業部農業統計年報	一	2
	牲畜 和 糞便 管理	禽畜	在養頭數	農業部農業統計年報	一	2
			屠宰隻數	農業部農業統計年報		2
林業及其 其他 土地利用		碳匯 變化量	林業面積	農業部農業統計年報	一	2
			林業損失	農業部林業統計年報		2
廢棄物	固體 廢棄物處 理	掩埋	掩埋量	新竹縣政府環境保護局	一	2
		堆肥	堆肥量	環境部環境統計查詢網	一	2
	廢棄物 焚化	焚化	焚化量	環境部環境統計查詢網	一 三	2
	廢水 處理	事業 廢水	工業廢水申 報量	環境部事業及污水下水道 系統廢(污)水管理系統	一	2
		住商 廢水	污水處理率	內政部營建署	一	2
			轄區人口數	內政部戶政司		2
			每年人均 蛋白質消耗 量	農業部糧食供需年報		2

二、排放係數來源（如表 4 所示）

表 4_排放係數來源

部門別		排放源	排放係數	資料來源	排放係數 等級評分
能源	住商及 農林漁 牧	電力	電力排放係數	經濟部能源署 該年度電力排放係數	2
	工業				2
	運輸	燃料	(燃料) 排放係數	環境部 公告溫室氣體排放係數	2
					2
工業製程		原物 料、產 品	(製程排放源) 排放係數	環境部 公告溫室氣體排放係數	2
農業	水稻田		一、二期水稻田 排放因子	環境部，中華民國國家溫 室氣體清冊報告 (2025)	2
	牲畜		腸胃發酵 甲烷排放係數	環境部，中華民國國家溫 室氣體清冊報告、2006 年 IPCC 國家溫室氣體排放 清冊指南、「臺灣畜牧業 溫室氣體排放與減量」， 許振忠，2008。	2
			糞便管理甲烷與氧 化亞氮排放係數		2
林業及其 其他 土地利用	林木生 長		生物量生長之碳貯 存年增加量	環境部，中華民國國家溫 室氣體清冊報告 (2025)、 農業部林業及自然保護 署，台灣產竹種竹桿生物 量與碳蓄積推估	2
	林業損 失		商用木材採伐、薪 材收穫、干擾	環境部，中華民國國家溫 室氣體清冊報告 (2025)	2
廢棄物	掩埋場		掩埋場 甲烷排放係數	IPCC2006	3
	生物處 理		生物處理甲烷、 氧化亞氮排放係數	IPCC2006	3
	焚化		焚化之二氧化碳 排放係數	IPCC2000	3
	住商廢 水		化糞池甲烷與 氧化亞氮排放係數	IPCC2006	3
	工業廢 水		工業廢水之 甲烷排放係數	IPCC2006	3

三、全球暖化潛勢值來源（如表 5 所示）

表 5_全球暖化潛勢值來源

溫室氣體種類	GWP 值		
CO ₂ (Carbon dioxide)	1		
CH ₄ (Methane)	28		
CH ₄ (Fossil methane)	30		
N ₂ O (Nitrous Oxide)	265		
HFCs (Hydrofluorocarbons)	12~23,500	三氟甲烷，CHF ₃	12,400
		二氟甲烷，CH ₂ F ₂	677
		一氟甲烷，CH ₃ F	116
PFCs (Fully Fluorinated Species)	7,190~8,550	四氟化碳，CF ₄	6,630
		六氟乙烷，C ₂ F ₆	11,100
		八氟環丁烷，C ₄ F ₈	9,540
SF ₆	23,500		
NF ₃	16,100		
※GWP 值引用 IPCC AR5			

四、排放量計算方法

（一）能源_住商農林漁牧

住商部門溫室氣體排放可分為直接排放與間接排放兩類。直接排放主要來自燃料燃燒過程及設備洩漏；間接排放則源於用電行為所造成之發電部門溫室氣體排放。其中，外購電力所產生之間接排放為住商部門主要排放來源。

本部門之能源使用溫室氣體排放量係依據各類燃料消耗量及電力使用量進行推估，其計算方式如表 6 所示。113 年住商部門電力使用溫室氣體排放盤查結果彙整如表 7。

表 6_能源_住商農林漁牧溫室氣體排放量推估方式

排放部門	推估作業	推估方式	補充說明
能源部門—住商與農林漁牧	排放源	1. 電力：用電量 2. 燃料：天然氣、燃油	1. 電力使用為能源間接排放。 2. 天然氣使用為家戶及機關學校服務業等直接排放。 3. 燃油用量為住商農林漁牧等燃燒直接排放。
	數據來源	1. 電力：台電公司「縣市住商用電」資訊（涵蓋住宅、服務業、機關學校、及農林漁牧） 2. 天然氣：由新竹瓦斯公司及中油公司提供 3. 燃油：由經濟部能源署「能源平衡表」統計項目	1. 用電量資訊為台電公司網站「業務公告」之「縣市住商用電資訊」。 2. 新竹縣的天然氣由新竹瓦斯公司及中油公司供應，天然氣用量資訊由新竹瓦斯公司及中油公司天然氣事業部公用天然營業處竹南服務中心提供。
	計算方式	1. 用電排放量 引用指引式（1-1）能源部門用電排放量計算公式 用電排放量 $=\Sigma(\text{用電量} \times \text{電力排放係數})$ 2. 燃料排放量 引用指引式（1-2）以能源部門燃料排放量計算公式 燃料排放量 $=\Sigma(\text{燃料使用量} \times \text{燃料排放係數})$ $=\Sigma(\text{燃料使用量} \times \text{排放係數})$	-
	係數選用	1. 電力係數：經濟部能源署 2. 天然氣之二氧化碳、甲烷、氧化亞氮排放係數：採用公告溫室氣體排放係數 3. 燃油之二氧化碳排放係數：採用公告溫室氣體排放係數	-

表 7_新竹縣 113 年住商部門電力使用溫室氣體排放

113 年							
機關用電(機關+表燈+學校)溫室氣體排放量							
地方政府		中央政府		表燈 (度數)	大專院校	總計 (度數)	排放量 (公噸 CO ₂ e)
電力 (度數)	電燈 (度數)	電力 (度數)	電燈 (度數)		電力 (度數)		
24,108,199	8,980,269	13,178,455	247,954	66,745,235	18,457,166	131,717,278	62,433.9898
住宅用電溫室氣體排放量							
表燈非營業用電 (度數)		表燈營業電及無法歸類 之家庭用電 (度數)			總計 (度數)		排放量 (公噸 CO ₂ e)
1,416,584,647		82,395,321			1,498,979,968		710,516.5048
服務業用電溫室氣體排放量							
800KW 以上 (度數)	小於 800KW (度數)	表燈營業用電 (度數)		總計 (度數)		排放量 (公噸 CO ₂ e)	
260,413,122	399,370,039	416,170,617		1,075,953,778		510,002.0908	
農林漁牧用電溫室氣體排放量							
農、牧、狩獵及 其他(度數)	林業及伐木業 (度數)	漁業 (度數)		總計 (度數)		排放量 (公噸 CO ₂ e)	
20,055,567	862,280	2,830,053		23,747,900		11,256.5046	
合計 113 年住商農林漁牧電力使用溫室氣體總排放量為 1,294,209.0900 公噸 CO ₂ e							
➤ 電力排放數據來源為台電公司網頁公布之縣市用電電力資訊進行統計							
➤ 電力排放係數則參考經濟部能源署網站公告「我國 113 年電力排放係數 0.474 kgCO ₂ e/度」							

1.住商部門之燃料溫室氣體排放

住商部門直接排放之燃料使用因無法取得本縣實際用量，故從經濟部能源署能源平衡表中得出全台灣之燃料總用量，並藉由新竹縣人口數佔台灣總人口數之比率來推估本縣實際燃料使用量，估算如下：

由經濟部能源署能源平衡表中取得住宅及服務業部門之原油、天然氣及液化天然氣資料，並以新竹縣人口數比率推估本縣實際燃料用量，計算方法如下。

$$\text{燃料使用量} = \text{住商部門燃料總用量} \times \frac{\text{新竹縣年底人口數}}{\text{全國年底人口數}}$$

2.漁業之燃料溫室氣體排放

以能源平衡表估算新竹縣於漁業燃料使用時，利用農業部漁業署（漁業統計年報_漁船筏數量統計相關報表）所公佈之新竹縣之漁船馬力數佔全國比例分配，計算方式如下：

$$\text{漁業燃料使用量} = \text{漁業燃料總用量} \times \frac{\text{新竹縣漁船馬力數}}{\text{全國漁船馬力數}} \times 1000$$

3.農林牧燃料溫室氣體排放

以能源平衡表估算新竹縣於農牧及林業燃料使用量時，利用中華民國統計資訊網查詢，（農業部-農業統計資料-動態查詢_農業生產統計_農業產值結構與指標_農業產值：縣市別 x 農業別）縣市農林漁牧業產值重要統計指標之新竹縣之農牧畜產值佔全國比例分配為主，計算方式如下：

$$\text{燃料使用量} = \text{農務及林業燃料總用量} \times \frac{\text{新竹縣漁農林處產值}}{\text{全國農林漁產值}}$$

前述之住商、農林漁牧燃料溫室氣體排放盤查結果如下表 8。依盤查結果顯示，113 年本縣於住商農林漁牧之燃料使用總排放量為 194,213.8033 公噸 CO₂e。

表 8_新竹縣 113 年住商部門燃料使用溫室氣體排放

113 年 住商部門燃料使用	單位	活動數據	CO ₂			CH ₄			N ₂ O			排放量小計 (公噸 CO ₂ e)
			排放係數 (kg/L 或 kg/M ³)	GWP	排放量 (公噸 CO ₂ e)	排放係數 (kg/L 或 kg/M ³)	GWP	排放量 (公噸 CO ₂ e)	排放係數 (kg/L 或 kg/M ³)	GWP	排放量 (公噸 CO ₂ e)	
全國人口數	人	23,400,220	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
新竹縣人口數	人	594,641	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
住宅_原油及石油產品	kL	20,000.74	2.64326	1	52,867.2575	0.000108	30	64.9120	0.000022	298	128.9586	53,061.1281
住宅_(自產)天然氣	10 ³ m ³	21,229.61	1.39166	1	29,544.4133	0.000025	30	15.7992	0.000002	298	15.6938	29,575.9063
住宅_(進口)液化天然氣	10 ³ m ³	1,784.98	2.34118	1	4,178.9724	0.000109	30	5.8584	0.000022	298	11.6386	4,196.4694
商業_原油及石油產品	kL	25,330.73	2.64326	1	66,955.8337	0.000108	30	82.2104	0.000022	298	163.3247	67,201.3689
商業_(自產)天然氣	10 ³ m ³	9,784.79	1.39166	1	13,617.1098	0.000025	30	7.2819	0.000002	298	7.2333	13,631.6250
商業_(進口)液化天然氣	10 ³ m ³	9,719.97	2.34118	1	22,756.2308	0.000109	30	31.9013	0.000022	298	63.3772	22,851.5092
全國動力漁船馬力	HP	4,244,170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
新竹縣動力漁船馬力	HP	5,413	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
漁業_原油及石油產品	kL	574.194	2.64326	1	1,517.7460	0.000108	30	1.8635	0.000021	298	3.5933	1,523.2029
全國農林牧產值	佰萬元	601,630.15	-	-	-	-	-		-	-	-	
新竹縣農林牧產值		7,387.478	-	-	-	-	-		-	-	-	
農林牧_原油及石油產品	kL	832.344	2.64326	1	2,200.1047	0.000108	30	2.7014	0.000021	298	5.2088	2,208.0148
合計												194,249.2247

113 年住商及農林漁牧部門電力使用產生之溫室氣體排放量為 1,294,209.09 公噸 CO₂e，燃料使用排放量為 194,249.2247 公噸 CO₂e，兩者合計總排放量為 1,488,458.31 公噸 CO₂e。

依盤查結果顯示，本縣住商與農林漁牧部門之能源使用排放量自 104 年至 108 年間呈穩定上升趨勢，108 年至 113 年間則維持高位波動，增幅趨緩。此結果反映近年民生及服務業用電需求持續上升，但因節能設備普及與再生能源應用增加，整體排放增長幅度已趨穩定。歷年住商部門溫室氣體排放量變化趨勢如圖 9 所示。

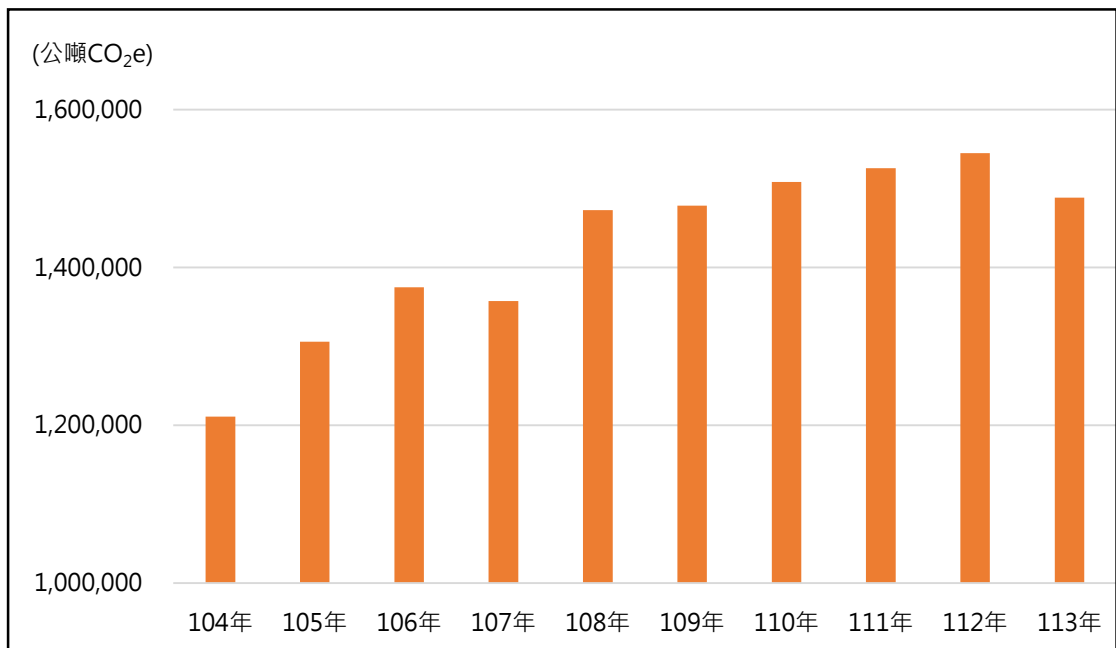


圖 9_新竹縣歷年住商農林漁牧能源使用溫室氣體排放趨勢

(二) 能源_工業

工業部門之電力使用量係依據台灣電力公司公布之工業用電統計資料進行溫室氣體排放量估算。燃料使用部分，依其排放源性質分為兩類進行估算：

1. 納管事業排放源

符合環境部公告第一批及第二批應盤查登錄溫室氣體排放量之事業，直接採用「事業溫室氣體排放量資訊平台」所匯出之新竹縣轄內應申報事業排放量資料。惟發電業燃料使用之排放量已反映於國家電力排放係數中，故予以排除，以避免重複計算。

2. 非納管事業排放源

非屬上述納管對象者，則依「空氣污染費暨排放量申報整合管理系統」匯出之燃料申報數據，結合環境部公告之溫室氣體排放係數進行估算。

工業能源使用溫室氣體排放量之推估方式如表 9 所示，固定污染源燃料使用排放係數如表 10。推估結果列於表 11。

表 9_能源_工業溫室氣體排放量推估方式

排放部門	推估作業	推估方式	補充說明
能源部門、工業	排放源	1. 電力：工業使用高壓及特高壓電力 2. 燃料：鍋爐燃燒使用各種燃料	1. 電力使用為能源間接排放。 2. 燃料包括：指作為燃料使用之天然氣、重油、柴油...等。(製程特殊氣體，在工業製程中計算)
	數據來源	1. 電力：台電「縣市工業用電」資訊。 2. 燃料使用： (1)列管事業單位之用電及燃料使用部分，依據指引說明，工業部門之電力及燃料排放量數據來源，以工廠提供之查證聲明書、排放量清冊或調查報告書優先。 (2)非列管事業單位：固定污染源列管廠商燃料使用資訊。	1. 電力使用以台電公司網站為主 2. 列管事業之燃料使用，依據各廠商申報於「事業溫室氣體排放量資訊平台」之排放清冊數據為主。 3. 非列管事業單位之燃料使用量以固定污染源廠商自行申報之燃料使用量為主。
	計算方式	1. 用電排放量 引用指引式(1-1) 能源部門用電排放量計算公式 用電排放量 $= \Sigma (\text{用電量} \times \text{電力排碳係數})$ 2. 燃料排放量 引用指引式(1-2) 以能源部門燃料排放量計算公式 燃料排放量 $= \Sigma (\text{燃料使用量} \times \text{排放係數})$	—
	係數選用	1. 電力係數：公告係數 2. 各燃料別二氧化碳排放係數：採用環境部公告溫室氣體排放係數。	1. 依據能源署公布之資料，溫室氣體電力排放係數

表 10_固定源燃料使用溫室氣體排放係數表

排放形式	排放源類別	燃料別	低位熱值	單位	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
固定燃燒	煤	亞煙煤	5,081	仟卡/公斤	2.04434787	2.12731E-05	3.19097E-05
		無煙煤	6,266	仟卡/公斤	2.578850249	2.62E-05	3.94E-05
		煉焦煤	5,890	仟卡/公斤	2.332859839	2.46603E-05	3.69904E-05
	燃油	原油	8,613	仟卡/公升	2.6432646	0.0001082	2.164E-05
		煤油	8,500	仟卡/公升	2.5587628	0.0001068	2.135E-05
		柴油	8,629	仟卡/公升	2.6770772	0.0001084	2.168E-05
		車用汽油	7,609	仟卡/公升	2.2077151	9.557E-05	1.911E-05
		蒸餘油(燃料油)	9,320	仟卡/公升	3.0202235	0.0001171	2.341E-05
		液化石油氣(LPG)	5,958	仟卡/公升	1.574026623	2.4945E-05	2.4945E-06
	燃氣	天然氣	5,925	仟卡/立方公尺	1.39166092	0.00002481	0.00000248
		液化天然氣	8,710	仟卡/立方公尺	2.341183198	0.000109401	2.18802E-05

表 11_新竹縣 113 年工業能源使用溫室氣體排放量

113 年 工業能源使用		單位	活動數據	CO ₂			CH ₄			N ₂ O			排放量小計 (公噸 CO ₂ e)
				排放係數 (kg/L 或 kg/M ³)	GWP	排放量 (公噸 CO ₂ e)	排放係數 (kg/L 或 kg/M ³)	GWP	排放量 (公噸 CO ₂ e)	排放係數 (kg/L 或 kg/M ³)	GWP	排放量 (公噸 CO ₂ e)	
新竹縣工業用電		度	9,655,184,445	0.474	1	4,576,557.43	-	-	-	-	-	-	4,576,557.43
非列管排放源能源彙整	燃料油(4-6 重油,蒸餘油,輕裂解油,低硫燃料油)	KL	10,745.17	3.11	1	33,428.22	0.000121	30	36.40	0.000024	265	68.34	33,524.8229
	天然氣	立方公尺	38,966.73	1.39	1	54,228.48	2.48068E-05	30	27.07	2.34126E-05	265	241.76	54,434.5165
	液化天然氣	立方公尺	-	2.34	1	-	0.000109401	30	-	2.18802E-05	265	-	-
	液化石油氣	KL	8,273.36	1.57	1	13,022.49	2.4945E-05	30	5.78	2.4945E-06	265	5.47	13,000.8356
	無煙煤	公噸	-	2.58	1	-	2.62345E-05	30	-	3.93517E-05	265	-	-
	柴油	KL	1,839.29	2.68	1	4,923.92	0.000108384	30	5.58	2.16767E-05	265	10.57	4,945.8432
	煤油	KL	-	2.56	1	-	0.000106763	30	-	2.13527E-05	265	-	-
列管排放源能源排放量彙整 (引用事業溫室氣體排放量資訊平台申報資料)													706,799.80
合計													5,389,263.25

依盤查結果顯示，本縣 113 年工業部門能源使用排放量為 5,389,263.25 公噸 CO₂e。工業部門能源使用溫室氣體總排放量於 104 年至 113 年間呈現波動變化。整體趨勢顯示，106 年至 109 年間排放量略為下降；惟 109 年以後，隨著本縣電子零組件產業持續成長、國際市場需求增加，能源使用量隨之上升，致使排放量於 109 年至 113 年間再度攀升。歷年工業部門能源使用溫室氣體排放趨勢如圖 10 所示。

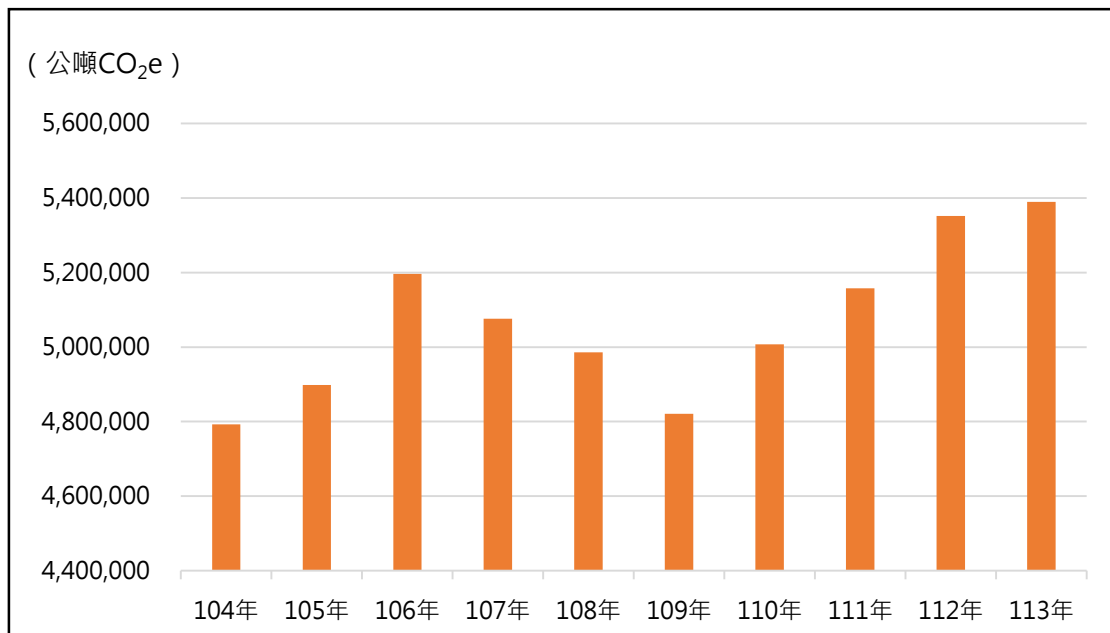


圖 10_新竹縣歷年工業能源使用溫室氣體排放趨勢

(三) 能源_運輸部門

運輸部門之運具型態主要包括道路運輸（行駛於公路之汽車、機車等）、鐵路運輸（含臺鐵及高鐵系統）、海運及空運等。其溫室氣體排放主要來自交通運具燃燒石化燃料及電力使用所產生之排放。

由於新竹縣境內無民航站、商業港及漁業港，交通運輸型態以道路及鐵路為主，因此本次盤查僅針對道路運輸與鐵路運輸兩部分進行溫室氣體排放量推估。

本縣運輸部門溫室氣體排放量推估方式詳列於表 12，移動源燃料使用量如表 13 所示。113 年各月加油站售油資料及道路運輸燃料使用排放量彙整於表 14 與表 15。

表 12_能源_運輸部門溫室氣體排放量推估方式

排放部門	推估作業	推估方式	補充說明
能源部門-運輸	排放源	1. 道路運輸：機動車輛燃料使用量 2. 軌道運輸(台鐵+高鐵)：軌道用電	1. 道路運輸各車種燃料使用主要為汽油及柴油。 2. 軌道運輸部分，依據 <u>指引</u> 僅計算列車運轉之軌道用電部分(包括列車運轉及列車之照明及空調部分)。
	數據來源	1. 道路運輸燃料使用量：加油站售油量 2. 鐵路用電量：臺灣鐵路公司提供 3. 高鐵用電量：台灣高鐵公司提供 4. 臺灣鐵路里程：1,065 公里，依據臺灣鐵路「113 年統計資料(年報)」 5. 高鐵里程數：349.326 公里，係函文台灣高鐵公司取得	
	計算方式	1. 道路運輸 燃料使用量=Σ 各加油站售油量 2. 台鐵，引用 <u>指引</u> 式(1-8) 以客貨載運量分配軌道總用量 軌道能源總排放量 $= \text{軌道能源總用量} \times \frac{\text{邊界內容(貨)運量}}{\text{總客(貨)運量}} \times \frac{\text{客(貨)車總行駛里程}}{\text{總行駛里程}}$ 3. 高鐵 引用 <u>指引</u> 式(1-7)以延車公里數分配軌道總用量 $= \Sigma (\text{軌道能源總用量} \times \frac{\text{邊界內之延車公里}}{\text{總延車公里}})$	1. 臺鐵溫室氣體排放部分，依據 <u>指引</u> 說明，以延車公里計算各縣市之軌道用量為現今最能真實反映列車實際行駛狀況之方法，然如各縣市無法取得邊界內延車公里統計數據，則建議使用客貨載運量方式推估排放量。 2. 高鐵班次幾乎皆由南港站行駛至左營站，因此邊界內延車公里/總延車公里之比值，與新竹縣轄區內高鐵里程數/總高鐵里程數相當，故採用 <u>指引</u> 式(1-7)方程式計算。(南港站於 105 年 7 月通車)
	係數選用	1. 各燃料別二氧化碳排放係數：採用 IPCC 2006 年「國家溫室氣體清冊指南」預設值 2. 燃油效率：交通部運輸研究所，陸路運輸業能源消耗及溫室氣體排放推估及評估指標研析 3. 電力係數：經濟部能源署	1. 依據經濟部能源署 2022「我國燃料燃燒二氧化碳排放統計與分析」報告，我國計算各燃料別二氧化碳排放係數仍採用 IPCC 2006 年「國家溫室氣體清冊指南」預設值。 2. 依據能源署公布電力排放係數。

表 13_移動源燃料使用溫室氣體排放係數表

燃料別	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	總計	單位
車用汽油	2.207715	0.022288	0.067575	2.297553	kgCO ₂ /L
柴油	2.681110	0.003951	0.037365	2.722455	kgCO ₂ /L

表 14_新竹縣 113 年每月加油站售油資料

月份	113 年	
	汽油(kL)	柴油(kL)
1	29,011	12,495
2	27,474	9,699
3	27,452	12,021
4	27,369	11,199
5	27,800	12,388
6	27,283	11,388
7	30,093	13,249
8	29,585	13,064
9	27,156	11,525
10	27,565	12,487
11	28,200	12,972
12	27,888	12,721
合計	336,876	145,208

※資料來源：經濟部能源署各縣市汽車加油站汽柴油銷售統計表

1.道路運輸

道路運輸溫室氣體排放量以新竹縣轄內加油站售油量計算，計算方式如下。

$$\text{溫室氣體排放量} = \sum \text{燃料使用量 (汽、柴油)} \times \text{Efi} \times \text{GWPi}$$

i=溫室氣體類型 (CO₂、CH₄、N₂O 等)

EF=溫室氣體排放係數

GWP=溫室氣體暖化潛勢

表 15_新竹縣 113 年道路運輸溫室氣體排放量

113 年 項目	活動數據 (kL)	CO ₂			合計 (公噸 CO ₂ e)
汽油	336,876	排放係數(kg/L)	GWP	排放量(公噸 CO ₂ e)	774,527.0263
		2.207715	1	743,726.2425	
		CH ₄			
		排放係數(kg/L)	GWP	排放量(公噸 CO ₂ e)	
		0.000796	30	8048.9853	
		N ₂ O			
		排放係數(kg/L)	GWP	排放量(公噸 CO ₂ e)	
		0.000255	265	22,751.7985	
柴油	145,208	CO ₂			395363.3529
		排放係數(kg/L)	GWP	排放量(公噸 CO ₂ e)	
		2.681110	1	389,318.6684	
		CH ₄			
		排放係數(kg/L)	GWP	排放量(公噸 CO ₂ e)	
		0.000141	30	614.71369	
		N ₂ O			
		排放係數(kg/L)	GWP	排放量(公噸 CO ₂ e)	
		0.000141	265	5,429.9709	

2.軌道運輸_臺鐵

臺鐵溫室氣體排放部分，依據環境部指引說明，以延車公里計算各縣市之軌道用量為現今最能真實反映列車實際行駛狀況之方法，然如各縣市無法取得邊界內延車公里統計數據，則建議使用客貨載運量方式推估排放量。相關數據如表 16 至表 20 所示。

表 16_113 年臺鐵客運與貨運分配用電量

項目	113 年
客運旅次 (千人次)	237,070.271
延人公里 (百萬延人公里)	10,791.38
貨運噸數 (公噸)	5,429,358
延噸公里 (百萬延噸公里)	376.809
旅次分配延人公里比例	96.63%
貨物分配延噸公里比例	3.37%
軌道運輸用電度數 (函文臺灣鐵路取得)	555,941,827
客運旅次分配用電量	537,184,633.34
貨物分配用電量	18,757,193.66

資料來源：交通部統計查詢網、臺灣鐵路管理局

表 17_113 年臺鐵新竹縣各站年度客運量

車站	113 年旅客人數	車站	113 年旅客人數
北湖	341,317	竹東	212,022
湖口	1,327,969	橫山	34,027
新豐	2,131,295	九讚頭	17,740
竹北	2,159,454	合興	21,064
竹中	301,731	富貴	3,916
上員	26,575	內灣	163,979
榮華	85,571	六家	1,418,312
合計	8,244.972 (千人次)		

資料來源：臺灣鐵路管理局統計年報各站客貨運起訖量表

表 18_113 年臺鐵新竹縣各站客運產生溫室氣體量

車站	113 年活動數據及排放量
新竹縣各站旅次 (千人次)	8,244.972
全線客運旅次 (千人次)	237,070.271
全線客運旅次分配用電量 (度)	537,184,633.34
新竹縣客運旅次分配用電量 (度)	18,757,193.66
溫室氣體排放量 (公噸 CO ₂ e)	8,890.91

表 19_113 年臺鐵新竹縣各站年度貨運量

113 年貨運量(公噸)
6,400
因貨運噸數起訖量涉及貨商之商業機密，僅能提供新竹縣公噸數總量，臺灣鐵路管理局無法提供各站明細，僅能提供總量數據。

資料來源：臺灣鐵路管理局統計年報各站客貨運起訖量

表 20_113 年臺鐵新竹縣各站貨運產生溫室氣體量

項目	113 年活動數據及排放量
新竹縣各站貨運量 (公噸)	6,400
全線貨運量 (公噸)	5,429,358
全線貨運分配用電量 (度)	18,757,193.66
新竹縣貨運分配用電量 (度)	22,110.54
溫室氣體排放量 (公噸 CO ₂ e)	10.4804

3.軌道運輸_高鐵

高速鐵路溫室氣體排放量，僅計算高鐵行經本縣部分的軌道用電，以延車公里計算。又因高鐵絕大多數班次皆由南港至高雄，因此總延車公里以高鐵全長計算。新竹縣高鐵用電溫室氣體排放量如表 21。

引用指引式 (1-7) 以延車公里數分配軌道總用量=

$$\Sigma \left(\text{軌道能源總用量} \times \frac{\text{邊界內之延車公里}}{\text{總延車公里}} \right)$$

表 21_113 年新竹縣高鐵用電溫室氣體排放量

項目	113 年活動數據及排放量
高鐵里程數 (公里)	349.326
高速鐵路行經新竹縣里程 (公里)	25.356
全線軌道用電 (度)	545,773,054
新竹縣路段軌道用電 (度)	39,615,206.304
全線軌道溫室氣體排放量 (公噸 CO ₂ e)	258,696.428
新竹縣路段溫室氣體排放量 (公噸 CO ₂ e)	18,777.608
新竹縣高鐵場站用油量 (kL)(柴油)	139.91
新竹縣高鐵場站用油溫室氣體排放量 (公噸 CO ₂ e)	380.9336566

資料來源：台灣高鐵公司提供

依盤查結果（表 22）顯示，本縣 113 年運輸部門能源使用溫室氣體排放量為 1,197,372.69 公噸 CO₂e。如圖 11 所示，104 年至 106 年間運輸部門排放量逐年上升，107 年略有下降後再度回升，109 年達到階段高峰。110 年因 COVID-19 疫情影響，民眾外出旅遊與通勤活動大幅減少，部分工作型態轉為居家辦公，致使道路運輸燃料使用及軌道運輸旅次量明顯下降。111 年疫情趨緩後，民眾報復性旅遊與交通往返需求增加，使道路及軌道運輸排放量再度上升。

至 113 年，運輸能源使用量較 112 年略有下降，主因交通活動逐漸回歸常態、報復性旅遊效應趨緩，加上節能與電動運具逐步普及，整體燃油使用量略減，致使排放量小幅下降。整體而言，運輸部門能源使用排放量仍呈現度波動，顯示交通運具燃料消耗對本縣溫室氣體排放具有顯著影響。

表 22_新竹縣 113 年運輸能源使用溫室氣體排放量

113 年運輸能源使用		113 年排放量(公噸 CO ₂ e)
道路運輸	汽油	774,527.0263
	柴油	395,363.3529
軌道運輸	臺鐵各站客運	8,890.910
	臺鐵各站貨運	10.480
	高鐵新竹縣路段	18,777.608
	高鐵新竹廠柴油量	380.9337
合計		1,197,950.31

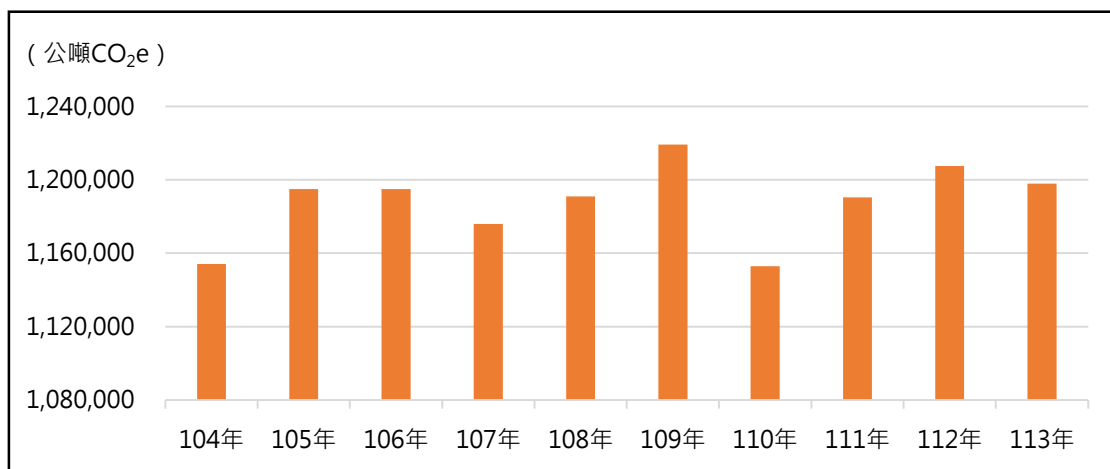


圖 11_新竹縣歷年運輸能源使用溫室氣體排放趨勢

(四) 工業製程

工業製程排放指新竹縣轄內工業製造過程中，非能源使用所產生的溫室氣體排放。在推估方式上，採用事業溫室氣體排放量資訊平台中應申報工廠的製程及逸散排放量數據，製程排放量計算公式如下：

$$\text{溫室氣體排放量} = \sum \text{原物料使用量 (或產品產量)}_i \times \text{E}_{fij} \times \text{GWP}_j$$

其中：i：原物料使用量（或產品產量）_i，空污費暨排放量申報整合管理系統中，新竹縣「固定污染源」所申報之原物料用量包括玻璃製程之產品產量。

j：溫室氣體類別，包括 CO₂、CH₄、N₂O、HFCs、PFCs、SF₆ 及 NF₃ 等七種溫室氣體。

E_f：製程溫室氣體排放係數，依據環境部公告溫室氣體係數表。

113 年新竹縣工業製程部門溫室氣體排放量係依據該年度應盤查登錄及查驗之事業排放源（如表 24、表 25）資料，並納入非列管事業申報之製程逸散排放量進行統計與彙整。

依據表 23 盤查結果顯示，113 年本縣工業製程部門溫室氣體排放總量為 378,312.66 公噸 CO₂e。歷年工業製程部門排放量變化趨勢如圖 12 所示。

表 23_新竹縣 113 年工業製程溫室氣體排放量

113 年工業製程		排放量(公噸 CO ₂ e)
列管單位	製程排放量	378,312.6644
合計		378,312.6644

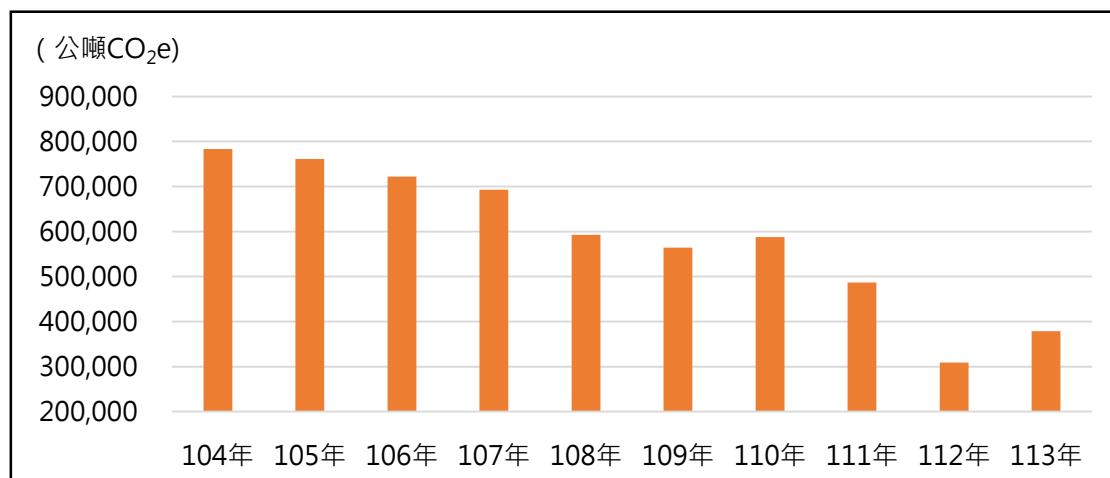


圖 12_新竹縣歷年工業製程溫室氣體排放趨勢

表 24_113 年度事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源名單(第一批)

編號	事業名稱	行業別
1	大享容器工業股份有限公司	玻璃容器製造業
2	世界先進積體電路股份有限公司晶圓一廠	積體電路製造業
3	台星科股份有限公司	未分類其他電子零組件製造業
4	台灣積體電路製造股份有限公司二廠	積體電路製造業
5	台灣積體電路製造股份有限公司三廠	積體電路製造業
6	台灣積體電路製造股份有限公司三廠 3E 廠	積體電路製造業
7	台灣積體電路製造股份有限公司五廠	積體電路製造業
8	台灣積體電路製造股份有限公司十二廠四期/五期	積體電路製造業
9	台灣積體電路製造股份有限公司十二廠六期	積體電路製造業
10	台灣積體電路製造股份有限公司十二廠七期	積體電路製造業
11	台灣積體電路製造股份有限公司十二廠八期	積體電路製造業
12	台灣積體電路製造股份有限公司十二廠研新廠	積體電路製造業
13	正隆股份有限公司竹北廠	家庭及衛生用紙製造業
14	艾克爾先進科技股份有限公司	積體電路製造業
15	辛耘企業股份有限公司	電子及半導體生產用機械設備製造業
16	亞太優勢微系統股份有限公司	積體電路製造業
17	長春人造樹脂廠股份有限公司新竹廠	合成樹脂及塑膠製造業
18	財團法人工業技術研究院	綜合研究發展服務業
19	新桃電力股份有限公司	電力供應業
20	漢磊科技股份有限公司研發廠	積體電路製造業
21	漢磊科技股份有限公司創新廠	積體電路製造業
22	遠東新世紀股份有限公司化學纖維總廠	人造纖維製造業
23	聯華電子股份有限公司 Fab8S 廠	積體電路製造業
24	聯穎光電股份有限公司竹科廠	積體電路製造業
25	台灣積體電路製造股份有限公司二十廠一期	積體電路製造業

表 25_113 年度事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源名單(第二批)

編號	事業名稱	行業別
1	力成科技股份有限公司 3C 廠	半導體封裝及測試業
2	力成科技股份有限公司大同廠	半導體封裝及測試業
3	力成科技股份有限公司文化一廠	半導體封裝及測試業
4	力成科技股份有限公司湖口廠	未分類其他電子零組件製造業
5	力成科技股份有限公司新興廠	半導體封裝及測試業
6	三陽工業股份有限公司新竹廠	機車製造業
7	元晶太陽能科技股份有限公司新竹廠	太陽能電池製造業
8	台燿科技股份有限公司	印刷電路板製造業
9	台豐印刷電路工業股份有限公司新竹第一工廠	印刷電路板製造業
10	台灣普利司通股份有限公司新竹工廠	輪胎製造業
11	旭德科技股份有限公司	印刷電路板製造業
12	艾克爾國際科技股份有限公司新竹廠	半導體封裝及測試業
13	欣興電子股份有限公司新豐一廠	印刷電路板製造業
14	欣興電子股份有限公司仁義廠	印刷電路板製造業
15	矽品精密工業股份有限公司新竹分公司三廠	半導體封裝及測試業
16	矽格股份有限公司湖口廠	半導體封裝及測試業
17	南茂科技股份有限公司(竹北廠)	半導體封裝及測試業
18	南茂科技股份有限公司竹科一廠	半導體封裝及測試業
19	南茂科技股份有限公司湖口一廠	半導體封裝及測試業
20	南港輪胎股份有限公司新豐廠	輪胎製造業
21	景碩科技股份有限公司新豐一廠	印刷電路板製造業
22	景碩科技股份有限公司新豐二廠	印刷電路板製造業
23	晶兆成科技股份有限公司一廠	半導體封裝及測試業
24	晶兆成科技股份有限公司二廠	半導體封裝及測試業
25	頤邦科技股份有限公司光復廠	未分類其他電子零組件製造業
26	遠東新世紀股份有限公司湖口紡織廠	其他紡紗業
27	環球晶圓股份有限公司中德分公司	積體電路製造業
28	聯亞科技股份有限公司一廠	基本化學材料製造業
29	欣銓科技股份有限公司新工一廠	半導體封裝及測試業

(五) 農業部門

依據縣市層級溫室氣體盤查計算指引之建議，農業部門排放源包括牲畜腸內發酵與其排泄物、稻米栽種等，其推估方法如表 26。

表 26_農業部門溫室氣體排放量推估方式

排放部門	推估作業	推估方式	補充說明
農業	排放源	1. 水稻田：產生之甲烷排放量 2. 畜牧業： (1) 牲畜胃腸道內發酵 (2) 牲畜排泄物所產生之溫室氣體(甲烷和氧化亞氮)	1. 水稻田中土壤有機質厭氧分解產生甲烷，並透過水稻作物的傳輸作用釋放到大氣中。 2. 牲畜生長可導致腸道發酵中產生的甲烷排放和牲畜糞便中的甲烷及氧化亞氮排放。
	數據來源	1. 水稻田收穫面積：農業部農業統計年報之「作物生產」報表 2. 牲畜頭數：農業部農業統計年報之「畜牧生產」報表	-
	計算方式	1. 水稻田所產生之甲烷排放量 $= \Sigma (\text{水稻田面積} \times \text{排放係數})$ 2. 牲畜腸道發酵或糞便管理所產生之甲烷或氧化亞氮排放量 $= \Sigma (\text{各牲畜之數量} \times \text{排放係數})$	-
	係數選用	1. 水稻種植各期作甲烷排放係數：「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」2022 版。 2. 各禽畜種之甲烷或氧化亞氮排放係數：「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」2022 版、2006 年 IPCC 國家溫室氣體排放清冊指南、「臺灣畜牧業溫室氣體排放與減量」，許振忠，2008。	不同期作水稻選用各期水稻田排放係數。

1. 農田溫室氣體排放

灌溉田在浸水的稻田中，有機物因厭氧分解而產生 CH_4 ，而將擴散至大氣中，在台灣稻米種植又分為一期稻作與二期稻作，因此在估算稻田的排放量時均應考慮。盤查結果如表 27 所示。

表 27_113 年新竹縣水稻田溫室氣體排放

多期稻	收穫面積 (ha)	CH_4 排放係數 (t/ha)	CH_4 GWP 值	二氧化碳當量 (tCO ₂ e/yr)
113 年第一期	4,691.08	0.029	28	3809.1570
113 年第二期	2,326.49	0.1235	28	8045.0024
合計				11,854.1594

資料來源：水稻田面積_農業部農業統計年報、水稻種植各期作甲烷排放係數_2024 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告

2. 畜禽類溫室氣體排放

(1) 腸胃發酵

草食性動物腸胃發酵的過程將產生 CH_4 等副產物，因此若要估算其溫室氣體排放量，則須考量反芻動物如牛、羊及部分非反芻動物如豬、馬等，計算式如下，盤查結果如表 28 所示。

$$E_i = (E_{Fe})_i \times \text{各類禽畜數量 } i, \text{ 腸內發酵總 } \text{CH}_4 \text{ 排放量} = \sum_i E_i$$

i ：禽畜種類

E_i ：第 i 種禽畜腸內發酵 CH_4 排放量

$(E_{Fe})_i$ ：各類禽畜的 CH_4 排放係數 (kg/head/year)

(2) 糞便管理

禽畜排泄物在厭氧分解過程中將產 CH_4 排放，計算方法如下。

$$M_i = (E_{Fm})_i \times \text{各類禽畜數量 } i$$

i ：禽畜種類

M_i ：各類禽畜排泄處理之 CH_4 排放量

$(E_{Fm})_i$ ：各類禽畜排泄物 CH_4 排放係數 (kg/head/year)

表 28_113 年新竹縣畜禽類溫室氣體排放

113 年 類別	禽畜數 (頭)	排放係數			排放當量 (tCO ₂ e/yr)
		腸胃發酵	糞便管理		
			kg- CH ₄ /頭/yr	kg- CH ₄ /頭/yr	
乳牛 (年底頭數)	2,411	125.1	4.898	0.011	8,782.933
非乳牛 (年底頭數)	52	64.3	1	0.000648	95.086
水牛 (年底頭數)	4	55	2	0.02557	6.411
豬 (年底頭數)	61,858	1.5	5	0.04	11,913.851
羊 (年底頭數)	1,176	5	0.18	0.0001476	170.613
鹿 (年底頭數)	39	5	0.18	0.0001476	5.658
馬 (年底頭數)	0	18	2.1	0.00648	0.000
蛋雞 (年底頭數)	124,000	0.01061	0.00999	0.0055	252.253
白色肉雞 (屠宰數)	11,562,000	0.00001587	0.00476	0.00000643	1,565.822
有色肉雞 (屠宰數)	408,000	0.00008482	0.00476	0.00000643	56.042
火雞 (屠宰數)	22	0.0001152	0.03453	0.0000469	0.022
鵝(屠宰數)	82	0.0015	0.01251	0.00001699	0.033
肉鴨 (屠宰數)	7,453	0.002071	0.006759	0.00000918	1.861
兔 (年底頭數)	0	0.254	0.009	4.2185E-06	0.000
合計					22,850.5845

資料來源：各種類牲畜之數量農業部農業統計年報，係數_2024 年中華民國國家溫室氣體排放清冊報告、2006 年 IPCC 指南、「臺灣畜牧業溫室氣體排放與減量」，許振忠，2008

依盤查結果（表 29）顯示，113 年新竹縣農業部門溫室氣體排放量為 34,704.74 公噸 CO₂e。如圖 13 所示，104 年至 109 年間排放量整體呈現波動，變化幅度不大；自 110 年起則明顯上升，排放量較前一年增加約 31.1%，之後維持於較高排放量。

分析其原因，主要為畜牧業飼養量與稻作種植面積同步增加。110 年隨農產需求回升及市場價格穩定，畜牧業中豬隻、肉雞及蛋雞飼養頭數明顯增加，導致畜禽腸內發酵及糞污處理過程之甲烷與氧化亞氮排放上升。同時，水稻耕作面積亦略有回升，稻田甲烷排放量隨之增加，為該年度農業部門溫室氣體排放增幅之主要原因。歷年農業部門排放量變化趨勢如圖 13 所示。

表 29_新竹縣 113 年農業部門溫室氣體排放

113 年農業部門	排放量(公噸 CO ₂ e)
水稻田	11,854.1594
畜禽類	22,850.5854
合計	34,704.7439

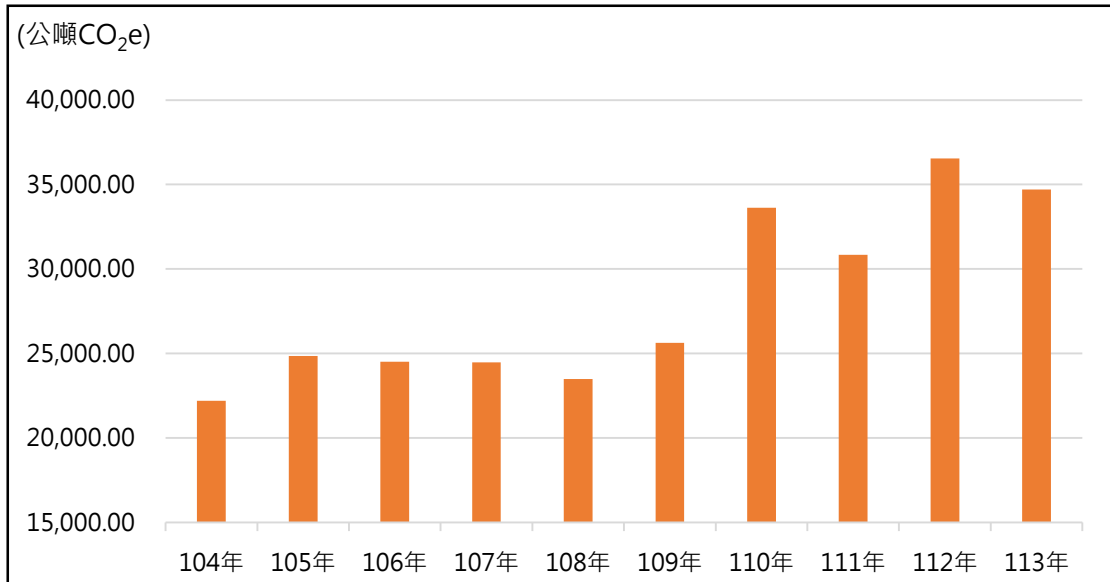


圖 13_新竹縣歷年農業部門溫室氣體排放趨勢

(六) 廢棄物部門

廢棄物部門主要包括固體廢棄物處理(含掩埋處理及生物處理)、廢棄物焚化、廢水處理(含生活污水及事業廢水)3個子部門。我國主要之廢棄物處理方式包括掩埋場、堆肥處理、焚化廠之廢棄物焚化(露天燃燒屬違法行為,不予計算)及工商業廢水處理。計算廢棄物部門溫室氣體排放時,依據 IPCC 之分類,以 CH₄、N₂O 及 CO₂ 排放為主要排放氣體,推估方法如表 30 至表 36 所示。

1. 固體廢棄物處理(含掩埋處理及生物處理)

表 30_廢棄物掩埋溫室氣體排放量計算方式

排放部門	推估作業	推估方式
廢棄物部門	排放源	廢棄物掩埋
	數據來源	1. 廢棄物掩埋量：環境部環境統計查詢網 2. 新竹縣垃圾組成分析：環境部環境統計查詢網
	計算方式	CH ₄ 排放量(公噸/年) $=(MSW \times MCF \times DOC \times DOC_F \times F \times 16/12 - R) \times (1 - OX)$ (採用理論氣體產生法 theoretical gas yield methodology 推估) MSW：年度固體廢棄物掩埋量(公噸/年) MCF：甲烷修正係數(1.0) DOC：可分解有機碳含量(比例) DOC _F ：轉換為沼氣的比例(採 IPCC 建議之 0.5) F：掩埋場廢棄中甲烷比例(採用 0.471) 16/12：碳轉變成甲烷之質量變動 R：甲烷回收量(公噸/年) OX：氧化係數(覆蓋且管理完善掩埋場採用 0.1) 另可分解有機碳含量(DOC)係利用「IPCC 國家溫室氣體清冊良好作法指南和不確定性管理」提供之公式： DOC(重量百分比) $=0.4(A)+0.24(B)+0.15(C)+0.20(D)+0.39(E)$ A：紙類占廢棄物之百分比 B：纖維布類占廢棄物百分比 C：廚餘類占廢棄物之百分比 D：木竹與稻草類占廢棄物之百分比 E：皮革、橡膠類占廢棄物之百分比

※推估方式採用「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」。

依據環境部「環境統計查詢網」之「執行機關一般廢棄物清理狀況表」資料顯示，113 年新竹縣固體廢棄物掩埋量為 51,169 公噸/年，較前一年度之 546 公噸/年大幅增加逾百倍。此外，根據同平台「垃圾性質分析表」統計，113 年本縣一般廢棄物組成比例中，紙類占 39.09%、纖維布類 13.14%、廚餘 24.97%、木竹稻草及落葉類 1.60%、皮革與橡膠類 0.56%。依據上述組成結構計算，其可分解有機碳比例(DOC)為 0.2307。

本年度掩埋量大幅上升，應與掩埋場清理及歷年堆置廢棄物集中處理有關，屬階段性作業行為，並非一般生活廢棄物大幅增加所致。後續仍需持續追蹤掩埋量變化，避免因集中處理造成短期排放高估。由上得知 113 年廢棄物掩埋甲烷排放量（公噸）

$$= (51,169 \times 1 \times 0.2307 \times 0.5 \times 0.471 \times 16/12 - 0) \times (1 - 0.1)$$

$$= 3,336.51 \text{ (公噸 CH}_4\text{/yr)}$$

換算二氧化碳排放當量（公噸）

$$3,336.51 \text{ (公噸 CH}_4\text{/yr)} \times 28 = 93,422.309 \text{ (公噸 CO}_2\text{e/yr)}$$

表 31_生物處理溫室氣體排放量計算方式

排放部門	推估作業	推估方式
廢棄物部門	排放源	生物處理
	數據來源	廚餘推肥再利用量：環境部環境統計查詢網
	計算方式	$\text{CH}_4 \text{ 排放量(ton-CH}_4\text{)} = (\text{M} \times \text{EF}_{\text{CH}_4} \times 0.001) - \text{R}$ $\text{N}_2\text{O 排放量(ton-N}_2\text{O)} = \text{M} \times \text{EF}_{\text{N}_2\text{O}} \times 0.001$ M：堆肥處理量(公噸) EF _{CH₄} ：有機廢棄物厭氧反應產生甲烷之係數，如表 32 EF _{N₂O} ：有機廢棄物厭氧反應產生氧化亞氮之係數，如表 32 0.001：公斤換算為公噸 R：回收的甲烷總量(公噸)。由於我國堆肥廠通常係使用洗滌方式除臭味，且並無回收燃燒裝置，此外，目前我國並無統計堆肥甲烷排放進行回收之相關資料，故假設無回收甲烷。

表 32_廢棄物生物處理之排放係數

	甲烷排放係數(g-CH ₄ /kg)		氧化亞氮排放係數(g-N ₂ O/kg)	
	乾重	濕重	乾重	濕重
堆肥處理	10 (0.08-20)	4 (0.03-8)	0.6 (0.2-1.6)	0.3 (0.06-0.6)
厭氧分解	2 (0-20)	1 (0-8)	忽略不計	忽略不計
➤ 排放係數資料來源為「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」>表 2.6 廢棄物生物處理之排放係數建議值。 ➤ 由於我國統計之廚餘重量，係來自於縣市政府環保局於進行堆肥處理前之秤重資訊，並非對廚餘進行烘乾後之秤重結果，視我國統計資料中的廚餘重量為濕重，故排放係數之選用採濕重之數值				

由環境部環境統計查詢網之「執行機關一般廢棄物清理狀況表」顯示，本縣 113 年廚餘回收用於堆肥之數量為 86 公噸。而堆肥之廢棄物係由廚餘所構成，故用於堆肥使用之廢棄物，皆為有機成分之廢棄物，其有機成分占堆肥之廢棄物比例為 100%。

113 年甲烷排放量（公噸）

$$= (86 \times 4 \times 0.001) - 0 = 0.344 \text{ (公噸 CH}_4\text{/yr)}$$

換算二氧化碳排放當量（公噸）

$$= 0.344 \text{ (公噸 CH}_4\text{/yr)} \times 28 = 9.632 \text{ (公噸 CO}_2\text{e/yr)}$$

113 年氧化亞氮排放量（公噸）

$$= (86 \times 0.3 \times 0.001) = 0.0258 \text{ (公噸 N}_2\text{O/yr)}$$

換算二氧化碳排放當量（公噸）

$$= 0.0258 \text{ (公噸 N}_2\text{O/yr)} \times 265 = 6.837 \text{ (公噸 CO}_2\text{e/yr)}$$

2. 焚化之溫室氣體排放

依環境部縣市層級溫室氣體盤查指引所述，焚化廠若具發電及售電行為，涉及售電部分之排放量已納入經濟部能源署公布之電力排放係數計算，故焚化廠售電部分排放量已於能源部門中考量。因此，具售電行為之焚化廠應考量其售電率，計算非售電部分之焚化排放量。

但由於新竹縣過去不具自有垃圾焚化設施，縣內一般廢棄物以委託外縣市處理為主（主要送往新竹市焚化廠）。因此，該部分焚化處理所造成之溫室氣體排放屬於範疇三（其他間接排放），本報告僅於計算中說明，不列入本縣排放量總量統計。

此外，新竹縣推動之「高效能垃圾熱處理設施」已於 113 年 12 月 26 日完成點火試燒，預計於 114 年中正式營運。由於該設施於 113 年度僅處於試運轉階段，未具穩定運轉量能，故其排放量未納入本次盤查統計。俟 114 年度正式投入營運後，其燃燒處理過程所產生之溫室氣體排放，將納入後續年度之盤查計算中。

$$\text{CO}_2 \text{ 排放量} = \sum IW_i \times \text{CCW} \times \text{FCF}_i \times \text{EF}_{ij} \times 44/12$$

IW ：廢棄物焚化量（公噸/年），但需考量焚化廠發電售電率，扣除用於發電之廢棄物焚化量

CCW ：廢棄物的碳可燃份（%）

FCF ：廢棄物中的礦物碳比例（建議採 0.4）

EF_{ij} ：廢棄物焚化的完全焚化效率（建議採 0.95）

113 年焚化之溫室氣體排放量：

垃圾焚化之 CO_2 排放量（公噸）

$$= 74,185 \times (100\% - 77.85\%)$$

$$\times 28.21\% \times 0.4 \times 0.95 \times 44/12 = 6,458.472 \quad (\text{公噸 } \text{CO}_2/\text{yr})$$

3. 廢水處理

廢水排放源分為生活污水及事業廢水。一般廢水處理包括好氧處理及厭氧處理，厭氧處理時會產生甲烷，而兩種處理都會產生氧化亞氮。廢水處理之二氧化碳由於為生物產生，因此不納入排放量計算。

表 33_生活污水處理溫室氣體排放量計算方式

排放部門	推估作業	推估方式	補充說明
廢棄物部門	排放源	廢水處理：生活污水	
	數據來源	1. 新竹縣人口數：內政部戶政司 2. 下水道接管率：內政部營建署「全國污水下水道用戶接管普及率及整體污水處理率統計表」	
	計算方式	廢水處理 廢水可能產生甲烷及氧化亞氮排放 (1) 甲烷排放量引用<u>指引式</u> (5-7) 計算 $CH_4 = (T_{ij} * B_o * MCF_j) * (P * BOD * 10^{-6} * I * 365 - S) - R$ T_{ij}：化糞池處理率(即下水道未接管率) B_o：最大 CH_4 產生量(kg CH_4/kg BOD) MCF_j：甲烷修正係數 P：縣市人口數 BOD：每人每天產生廢水之 BOD 值 10^{-6}：g 換算為 ton I：進入下水道之工業廢水 BOD 排放之修正因子 R：甲烷移除量(ton/yr) (2) 氧化亞氮排放量引用<u>指引式</u> (5-8) $N_2O = (P * Protein * F_{NPR} * P_{NON-CON} * F_{IND-COM} - N_{SLUDGE}) * EF_w * 0.001 * 44/28$ P：縣市人口數 $Protein$：每年人均蛋白質消耗量 F_{NPR}：蛋白質中氮的比例 $P_{NON-CON}$：非人消耗蛋白質調節因子 $F_{IND-COM}$：下水道中工商業廢水的蛋白質因子 N_{SLUDGE}：隨污泥清除的氮 EF_w：氧化亞氮的廢水排放因子 0.001：kg 換算為 ton $44/28$：氧化亞氮與氮分子比重	廢水處理產生溫室氣體，係指未接管之家庭污水厭氧發酵產生之甲烷氣。
	係數選用	1. B_o 最大 CH_4 產生量：IPCC 預設值 2. MCF_j 甲烷修正係數：IPCC 預設值 3. I (進入下水道之工業廢水 BOD 排放之修正因子)：IPCC 預設值 4. R 甲烷移除量(ton/yr)：IPCC 預設值 5. $Protein$ 每年人均蛋白質消耗量：糧食平衡表 6. F_{NPR} 蛋白質中氮的比例：IPCC 預設值 7. $P_{NON-CON}$ 非人消耗蛋白質調節因子：IPCC 預設值 8. $F_{IND-COM}$ 下水道中工商業廢水的蛋白質因子：IPCC 預設值 9. N_{SLUDGE} 隨污泥清除的氮：IPCC 預設	若有地方實測係數，則採用實測係數，若無，則參考「中華民國國家溫室氣體排放清冊」所選用之係數。

表 34_113 年生活污水處理產生甲烷溫室氣體排放量

年度	廢棄物部門_廢水處理_甲烷							
	係數							總計 (公噸 CO ₂ e)
	T _{ij}	B _o	MCF _j	P	BOD	I	R	
113 年	70.27%	0.6	0.5	594,641	40	1	0	51,245.643

T_{ij} (下水道未接管率)：營建署「全國污水下水道用戶接管普及率及整體污水處理率統計表」

B₀：最大 CH₄ 產生量 (kgCH₄/kg BOD)、MCF_j：甲烷修正係數、P：縣市人口數

BOD：每人每天產生廢水之 BOD 值、I：進入下水道之工業廢水 BOD 排放之修正因子

R：甲烷移除量 (ton/yr)、10⁻⁶：g 換算為 ton

表 35_113 年生活污水處理產生氧化亞氮溫室氣體排放量

年度	廢棄物部門_廢水處理_氧化亞氮							總計 (公噸 CO ₂ e)
	係數							
	P	Protein Kg	F _{NPR}	P _{NON-CON}	F _{IND-COM}	N _{SLUDGE}	EF _w kg	
113 年	594,641	31.96	0.16	1.4	1.25	0	0.005	11,079.76

P：縣市人口數；Protein：每年人均蛋白質消耗量；F_{NPR}：蛋白質中氮的比例

P_{NON-CON}：非人消耗蛋白質調節因子；F_{IND-COM}：下水道中工商業廢水的蛋白質因子

N_{SLUDGE}：隨污泥清除的氮；EF_w：氧化亞氮的廢水排放因子

0.001：kg 換算為 ton；44/28：氧化亞氮與氮分子比重

表 36_事業廢水處理溫室氣體排放量計算方式

排放部門	推估作業	推估方式
廢棄物部門	排放源	廢水處理：事業廢水 事業廢水包括工業區廢水與列管事業廢水，而工業區廢水處理方式多採用好氧處理，不會產生甲烷，因此僅考慮以厭氧方式處理之列管事業廢水
	數據來源	各工業部門生產量、廢水產生量、化學需氧量：環境部事業及污水下水道系統廢(污)水管理系統
	計算方式	$\text{甲烷排放量(tonCH}_4\text{/yr)} = (P_i * W_i * \text{COD}_i - S_i) * (B_0 * \text{MCF}_j) - R_i$ $\text{TOW：事業總有機廢水(kg COD/yr)} = P_i * W_i * \text{COD}_i$ i：各類工業 P_i：各工業部門生產量 W_i：廢水產生量(m³/ton-product) COD_i：化學需氧量(ton COD/m³) S_i：移轉變為污泥之可分解有機物(ton COD/yr，建議值 0) EF_i：工業之排放係數(ton COD/yr)= B₀*MCF_j B₀：最大 CH₄ 產生量比例，建議值 0.25(kg CH₄/kg COD_i) MCF_j：甲烷修正係數：厭氧反應為 0.8 R：甲烷移除量(ton/yr)，建議值 0

113 年事業廢水處理之溫室氣體排放量：

甲烷排放量（公噸）

$$= \{ (6,836.45 - 0) \times 0.25 \times 0.8 - 0 \} = 1,367.29 \text{ (公噸 CH}_4\text{/yr)}$$

二氧化碳排放當量（公噸）

$$= 1,367.29 \text{ (公噸 CH}_4\text{/yr)} \times 28 = 38,284.12 \text{ (公噸 CO}_2\text{e/yr)}$$

依盤查結果（表 37）顯示，本縣 113 年廢棄物部門溫室氣體排放量為 195,415.59 公噸 CO₂e。104 年至 109 年間排放量維持平穩，110 年起逐年上升，113 年排放量大幅增加，為歷年最高值。此變化主要受掩埋處理量增加所致，反映本年度階段性清運作業影響。整體而言，廢棄物部門排放量近年呈上升趨勢，惟屬暫時性變化，預期隨後熱處理設施投入運轉後將逐步下降。廢棄物部門歷年排放量趨勢如圖 14。

表 37_新竹縣 113 年廢棄物部門溫室氣體排放

113 年項目	排放量(公噸 CO ₂ e 公噸)
廢棄物掩埋	93,422.309
生物處理	16.469
廢水處理 N ₂ O	51,245.643
廢水處理 CH ₄	11,079.760
事業廢水	38,284.120
合計	194,048.301

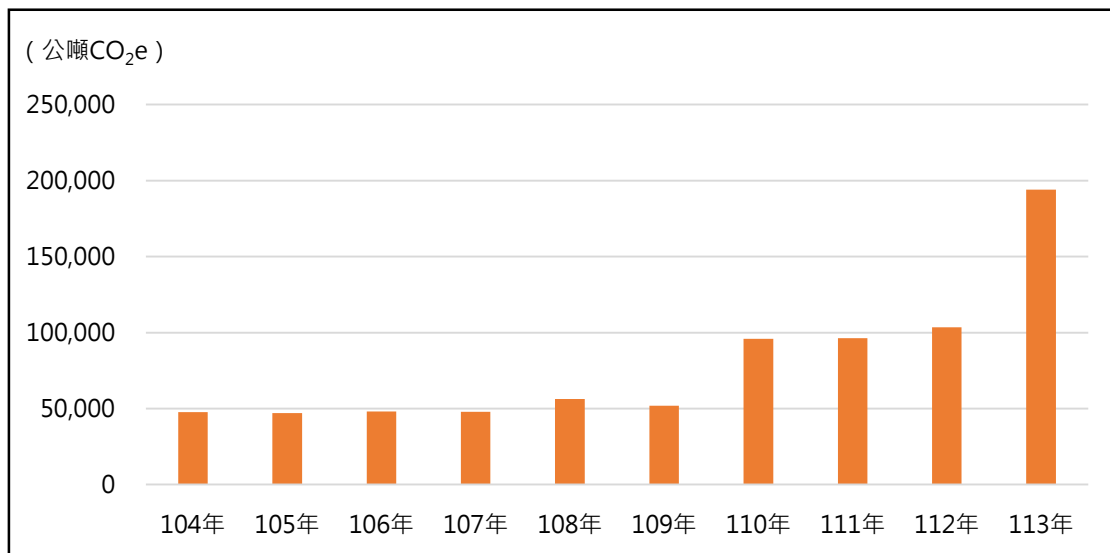


圖 14_新竹縣歷年廢棄物部門溫室氣體排放趨勢

(七) 林業_碳匯

本報告依據「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」，於計算林業變化對新竹縣排放量的影響，考量每年碳匯量的變化，計算方式說明及係數如表 38 及表 39 所示。

表 38_森林綠地碳匯量推估方式

排放部門	推估作業	推估方式	補充說明
森林吸收	吸收源	林地碳貯存量：植物生長過程中，吸收二氧化碳成為植物體的一部分。	貯存量為每年生物量所增加之碳貯存量扣除因生物量損失所減少之碳貯存量。
	數據來源	1. 各種植型態及林種面積(包括天然針葉林、天然針闊葉混淆林、天然闊葉林、人工針葉林、人工針闊葉混淆林、人工闊葉林、竹林等)：農業統計年報之「林地蓄積與面積」 2. 商用木材年採伐量：林業統計年報之「森林主產物採伐(按機關分)」 3. 整棵或部分樹年收穫薪材材積：林務統計年報之「森林災害—按機關分」	受干擾所損失的材積量，包括盜伐、火災、火警、濫墾及其他等，而幼齡木、幼苗、竹叢、副產物之損失未列入。
	計算方式	1. 生物量年度二氧化碳貯存變化量 $\Delta CO_2 = \Delta C_B \times 44/12$ 2. 生物量年度碳貯存變化量 $\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$ 3. 碳貯存年增加量 $\Delta C_G = \sum_{ij} A_{ij} \times I_v \times BCEF_I \times (1+R) \times CF_{ij}$ 4. 碳貯存年減少量 $\Delta C_L = L_{wood-removal} + L_{fuelwood} + L_{disturbance}$ (1)商用木材採伐所導致的碳貯存年減少量 $L_{wood-removal} = \{ H \times BCEF_R \times (1+R) \times CF \}$ (2)薪材收穫所引起的碳貯存年減少量 $L_{fuelwood} = \{ FG_{trees} \times BCEFR \times (1+R) \} \times CF$ (3)干擾等其他因素所引起的碳貯存年減少量 $L_{disturbance} = \{ D_v \times BCEF_I \times (1+R) \times CF \times fd \}$	新竹縣 113 年並無因薪材收穫所引起之碳貯存年減少量。
	係數選用	我國林業相關係數值，如 BCEF (地上部生物量擴展係數)、R (根莖比)、CF (乾物質碳含量比例)、 I_v (特定林木類型的年平均材積生長量)等：「中華民國國家溫室氣體排放清冊報告」之係數	

針對我國林地面積，以農業部農業統計年報所載之「林地蓄積與面積」，113 年新竹縣針葉林 17,180 公頃、天然闊葉林 61,345 公頃、天然針闊葉混淆林 9,928 公頃、竹林 15,758 公頃。

表 39_森林綠地碳匯量推估係數

林型/係數	D (噸乾物質/m ³)	BCEFI	R	CF (公噸 C/公噸乾物質)	IV (m ³ /ha/yr)
天然針葉林	0.41	0.51	0.22	0.4821	3.15
天然闊葉林	0.56	0.92	0.24	0.4691	3.30
天然針闊葉混淆林	0.49	0.72	0.23	0.4756	9.04
竹林(林木部分)	0.49	0.72	0.23	0.4756	3.60

註 1：R、IV 及 BCEFI 等資料參考「縣市層級溫室氣體盤查計算指引—附錄一」

註 2：「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」中，未提供竹林竹類之平均年生長量（IV）及比重（D）之參數，故該數值參考「農業部 93 年科技研究計畫研究報告-台灣產竹種竹稈生物量與碳蓄積推估（1）」中，研究所得之桂竹的平均材積為 0.002527778 m³/株。

註 3：目前文獻中針對竹林之研究對象多為孟宗竹及桂竹，然台灣孟宗竹之生長區域多分布於南投，且新竹縣仍屬桂竹生長範圍，故於數據選擇上採用桂竹係數。（竹林分布狀況可參考南投縣文化局-台灣六大經濟竹林分布）

依據前述方式計算可得知 113 年新竹縣林業每年之碳吸收量如表 40 所示。

表 40_新竹縣生物量生長之年碳貯存增加量（ ΔC_g ）

林型/係數	A (ha)	IV (m ³ /ha/yr)	CF (公噸 C/公噸乾物質)	ΔC_g (公噸-C/yr)
天然針葉林	17,180	3.15	0.4821	16,233.077
天然闊葉林	61,345	3.30	0.4756	108,334.818
天然針闊葉混淆林	9,928	9.04	0.4691	37,801.554
竹林(林木部分)	15,758	3.60	0.4756	23,893.680
合計				186,263.129

生物量損失之碳貯存年減少量 (ΔC_L) 為商用木材採伐、薪材收穫與干擾等因素所導致的碳貯存年減少量。113 年新竹縣未有薪材收穫也無其他干擾因素導致碳年貯存量減少，所以僅計算因商用木材採伐所減少之碳年貯存量，如表 41 所示。

表 41_新竹縣商用木材採伐碳貯存減少量 (ΔC_L)

113 年					
林型/係數	H (m ³ /yr)	R	CF (公噸 C/公噸乾物質)	BCEF	L _{wood-removal} (公噸-C/yr)
天然針葉林	1,398.71	0.22	0.4821	0.51	419.561
天然闊葉林	484.85	0.22	0.4691	0.92	255.282
竹林(林木部分)	823.55	0.22	0.4756	0.72	344.052
合計					1,018.895

林地碳貯存量的變化 (ΔC_B) 可由生物量每年增加扣除損失之碳貯存量看出，將每年生物量所增加之碳貯存量扣除生物量損失所減少碳貯存量，如表 42 所示。

表 42_新竹縣林業部門之碳吸收量

113 年				
林型	ΔC_G (公噸-C/yr)	ΔC_L (公噸-C/yr)	ΔC_B (公噸-C/yr)	ΔCO_2 (公噸 CO ₂ /yr)
天然針葉林	16,233.077	419.561	15,813.516	57,982.893
天然闊葉林	108,334.818	255.282	108,079.535	396,291.630
天然針闊葉混淆林	37,801.554	0.000	37,801.554	138,605.698
竹林(林木部分)	23,893.680	344.052	23,549.628	86,348.637
合計				679,228.858

第四章 溫室氣體排放量

4.1 總排放量

依據本次盤查結果，113 年新竹縣溫室氣體總排放量為 8,682,737.58 公噸 CO₂e。工業部門的能源使用為本縣主要碳排來源占 62.1%；其次為住商及農林漁牧部門與運輸部門能源使用分別占 17.1%及 13.8%；工業製程排放量佔比 4.4%；農業及廢棄物部門排放量佔比較小合計為 2.6%。各部門排放量如表 43 所示。

表 43_新竹縣 113 年溫室氣體排放類別及排放量統計

類別	合計	佔比
住商及農林漁牧之能源使用	1,488,422.89	17.1%
工業能源使用	5,389,361.31	62.1%
運輸能源使用	1,197,372.53	13.8%
工業製程	378,312.66	4.4%
農業	34,704.74	0.4%
廢棄物	194,048.30	2.2%
計算排放量(公噸 CO ₂ e)	8,682,737.58	100.00%
林業(碳匯)	679,228.858	-

依據新竹縣 104 年至 113 年各部門溫室氣體排放資料顯示，住商及農林漁牧能源使用部門排放量呈逐年上升趨勢，由 104 年的 1,210,824.47 公噸 CO₂e 增至 113 年的 1,488,422.89 公噸 CO₂e，反映人口成長與用電需求增加對排放之影響。

工業能源使用部門排放量於 104 年至 109 年間呈波動變化，109 年後隨疫情趨緩及產業復甦而逐步回升，113 年達 5,389,361.30 公噸 CO₂e，為本縣排放的主要來源；運輸能源使用部門於 109 年達高峰，110 年受疫情影響出行減少而下降，111 年至 113 年間則呈輕微波動，113 年排放量為 1,197,372.69 公噸 CO₂e。

工業製程部門排放量呈明顯下降趨勢，從 104 年的 782,895.22 公噸 CO₂e 降至 113 年的 378,312.66 公噸 CO₂e，顯示製程改善與減排技術導入已具成效。農業部門排放量整體維持穩定，113 年為 34,704.74 公噸 CO₂e，變動主要受畜牧飼養量及水稻種植面積影響。

新竹縣 104 年至 113 年歷年排放量清單如表 44 及表 45 所示，歷年總排放量及人均排放量趨勢如圖 15，各部門歷年排放量變化如圖 16 所示。

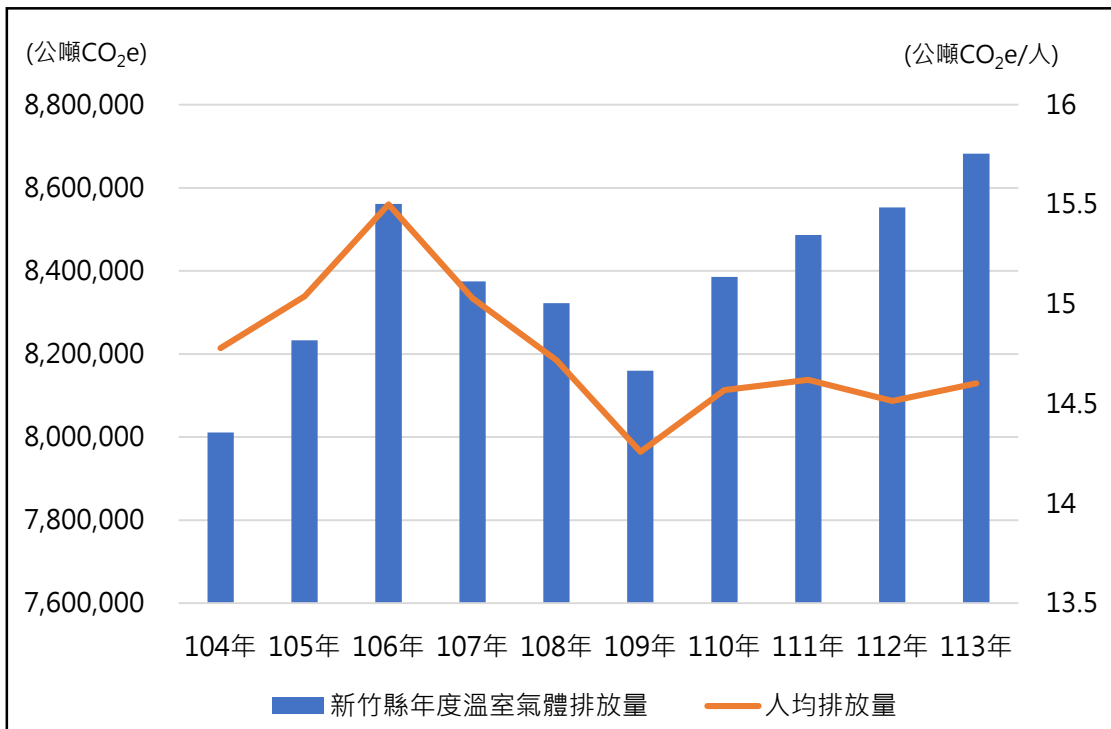


圖 15_新竹縣歷年總排放量及人均排放量趨勢圖

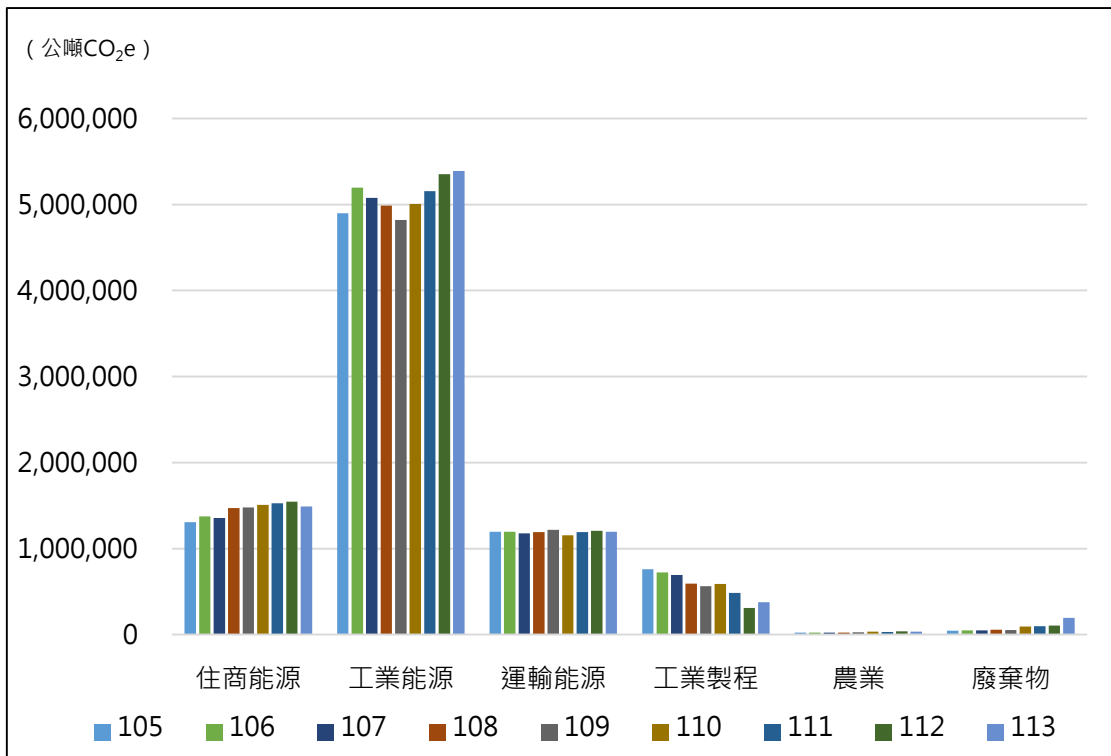


圖 16_新竹縣歷年各部門排放量趨勢圖

表 44_新竹縣歷年溫室氣體排放清單 (104 年至 108 年)

排放類型/年度	104	105	106	107	108
住商及農林漁牧之能源使用	1,210,824.465	1,305,985.025	1,375,013.929	1,357,516.604	1,472,699.043
工業能源使用	4,792,997.959	4,898,511.666	5,196,309.025	5,075,739.646	4,986,141.467
運輸能源使用	1,154,141.975	1,194,892.295	1,194,911.199	1,175,897.769	1,190,976.549
工業製程	782,895.217	761,313.086	722,134.350	693,049.592	592,613.636
農業	22,199.389	24,858.190	24,520.290	24,476.985	23,495.263
廢棄物	47,747.951	47,130.634	48,103.721	47,958.438	56,369.013
計算排放量 (tonCO ₂ e)	8,010,806.956	8,232,690.866	8,560,992.515	8,374,639.034	8,322,294.97
林業(碳匯) (tonCO ₂ e)	677,528.083	661,868.330	670,281.464	671,284.705	628,601.102
分析子項/年度	104	105	106	107	108
人口數 (人)	542,042	547,481	552,169	557,010	563,933
電力排放係數 (kgCO ₂ e/度)	0.525	0.530	0.554	0.533	0.509
人均排放量 (tonCO ₂ e/人)	14.780	15.040	15.500	15.030	14.719

表 45_新竹歷年縣溫室氣體排放清單 (109 年至 113 年)

排放類型/年度	109	110	111	112	113
住商及農林漁牧之能源使用	1,478,312.162	1,508,070.88	1,525,745.85	1,544,877.34	1,488,458.31
工業能源使用	4,820,649.408	5,007,081.40	5,157,117.12	5,351,962.68	5,389,263.25
運輸能源使用	1,219,199.170	1,153,002.54	1,190,485.02	1,207,546.12	1,197,950.31
工業製程	564,140.764	587,554.93	486,409.36	308,710.18	378,312.66
農業	25,639.715	33,620.92	30,831.00	36,542.62	34,704.74
廢棄物	51,874.512	95,841.9717	96,246.3649	103,422.47	194,048.30
計算排放量 (tonCO ₂ e)	8,159,815.731	8,385,172.64	8,486,834.72	8,536,898.77	8,682,737.58
林業(碳匯) (tonCO ₂ e)	608,534.867	661,219.05	663,463.28	680,141.32	679,228.86
分析子項/年度	109	110	111	112	113
人口數 (人)	570,775	575,580	580,503	589,289	594,641
電力排放係數 (kgCO ₂ e/度)	0.502	0.509	0.495	0.494	0.474
人均排放量 (tonCO ₂ e/人)	14.259	14.57	14.62	14.51	14.60

4.2 各範疇別排放量

依據本次盤查結果，113 年新竹縣溫室氣體總排放量為 8,682,737.58 公噸 CO₂e，其中範疇一（直接排放）為 2,784,292.07 公噸 CO₂e，占全縣總排放量之 32.1%；範疇二（能源間接排放）為 5,898,445.52 公噸 CO₂e，占 67.9%。另林業碳匯量為 679,228.86 公噸 CO₂e，可部分抵銷本縣總排放量。

113 年新竹縣溫室氣體排放清單如表 46 所示，各範疇排放比例分布情形如圖 17 所示，可見本縣排放以能源間接排放為主，顯示電力消耗仍為主要排放來源。

表 46_新竹縣 113 年溫室氣體排放類別及範疇分布

113 年溫室氣體排放量				
類別	範疇一	範疇二	合計	佔比
住商及農林漁牧之能源使用	194,249.22	1,294,209.09	1,488,458.31	17.1%
工業能源使用	812,705.82	4,576,557.43	5,389,263.25	62.1%
運輸能源使用	1,170,271.31	27,679.00	1,197,950.31	13.8%
工業製程	378,312.66	0.00	378,312.66	4.4%
農業	34,704.74	0.00	34,704.74	0.4%
廢棄物	194,048.30	0.00	194,048.30	2.2%
計算排放量(公噸 CO ₂ e)	2,784,292.07	5,898,445.52	8,682,737.58	100.0%
林業(碳匯)	679,228.858	-	679,228.858	-

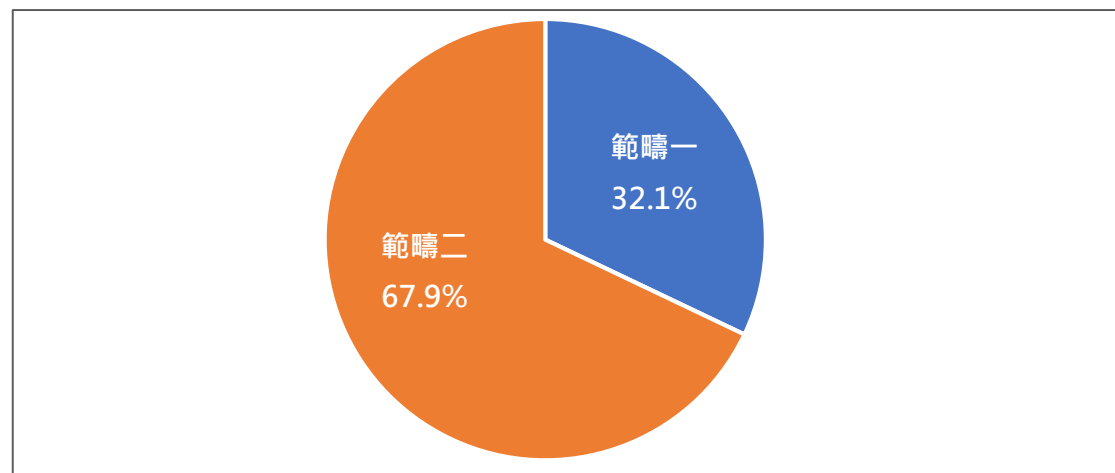


圖 17_新竹縣 113 年溫室氣體範疇別排放量比例圖

4.3 各部門別排放量

新竹縣部門排放量主要集中於能源使用部門。其中，工業能源使用部門為主要排放來源，113 年排放量達 5,389,361.31 公噸 CO₂e，占全縣總排放量之 62.1%；其次為住宅及商業能源使用部門，排放量 1,488,422.89 公噸 CO₂e，占 17.1%；第三為運輸能源使用部門，排放量 1,197,372.69 公噸 CO₂e，占 13.8%；第四為工業製程部門，排放量 378,312.66 公噸 CO₂e，占 4.4%。

其餘部門中，農業與廢棄物部門溫室氣體排放量相對較低，合計僅約 2.6%。整體而言，新竹縣溫室氣體排放以能源使用相關部門為主，能源部門（工業、住商及農林漁牧、運輸）合計占全縣總排放量約 93%，顯示工業活動與電力消耗對排放貢獻最為顯著。113 年各部門溫室氣體排放占比如圖 18 所示

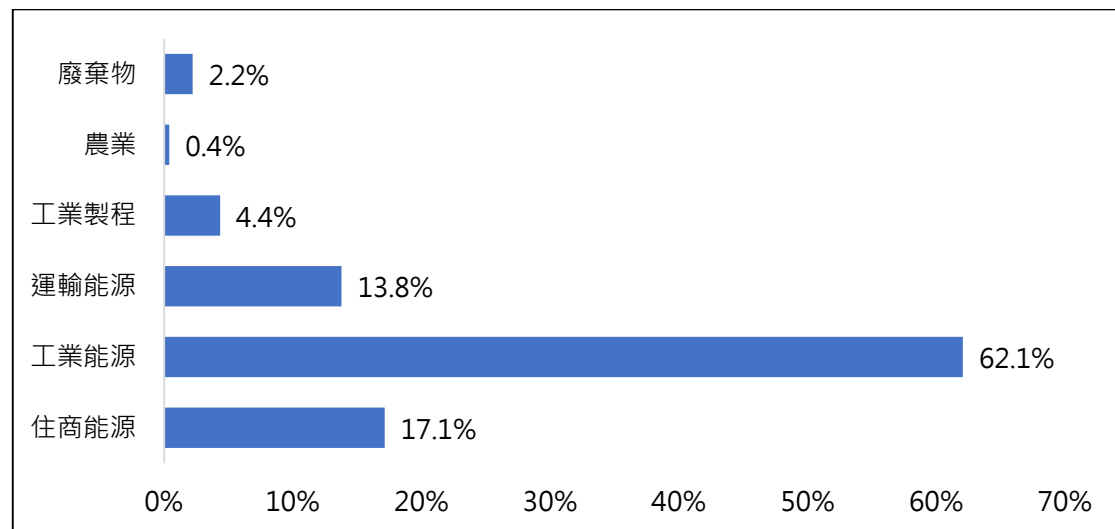


圖 18_新竹縣 113 年各部門排放量分布圖

(一) 住商部門人均排放量趨勢分析

104 年至 113 年間，新竹縣住商部門溫室氣體排放量整體呈上升趨勢，主要受到人口持續成長的影響。隨著高科技產業聚集與就業機會增加，吸引外地人口移入，帶動居住需求與生活能源使用量逐年上升；同時，生活條件改善亦推升用電與能源消耗。

排放量於 108 年達高峰後，雖總量維持高位，但增幅趨緩。相較之下，人均排放量自 108 年後趨於平穩，112 年至 113 年間略有下降，顯示節能家電普及、綠建築推廣及用電管理措施逐步發揮效果。

整體而言，住商部門排放變化反映人口與經濟發展所帶來之能源需求成長，但在節能與低碳政策推動下，人均排放量已獲抑制，展現本縣於產業發展與減碳並行方面之治理成效。新竹縣歷年人口數如表 47，住商部門排放量及人均排放量趨勢如圖 19 所示。

表 47_新竹縣歷年人口數

	104	105	106	107	108
人口數 (人)	542,042	547,481	552,169	557,010	563,933
	109	110	111	112	113
	570,775	575,580	580,503	589,289	594,641

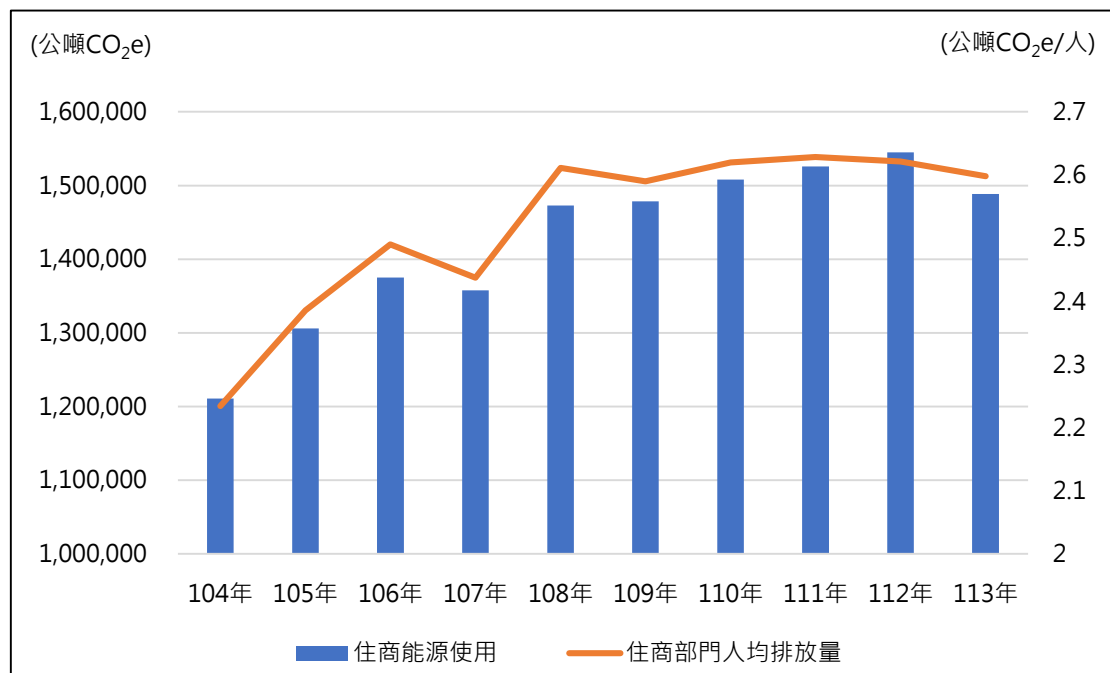


圖 19_新竹縣住商部門排放量及人均排放量趨勢圖

(二) 工業能源排放量單位產值趨勢分析

由歷年工業能源排放量與單位產值排放量趨勢(圖 20)可見,104 至 106 年間本縣工業能源使用排放量逐步上升,於 106 年達到高峰;隨後因產業結構調整與節能政策推動,106 至 109 年間排放量與碳密集度均呈下降趨勢,顯示在產業快速成長背景下,能源使用效率提升與低碳製程導入已見成效。

然而,自 110 年起隨電子零組件、半導體及 AI 產業快速發展,高能源密集型製程需求推升能源消耗,導致總排放量回升,碳密集度亦較前期略有上升。此趨勢反映出產業雖持續且高耗能製程比例增加,使減碳壓力加大,後續仍須透過提升再生能源使用與製程低碳化來抑制排放強度。

此外,111 年新增第二批列管事業排放源,使統計範圍擴大、數據更趨完整,此變化反映資料蒐集改善而非實際排放增加。電力使用可由台電資料掌握,但固定燃燒排放源之燃料使用在列管前難以取得,列管制度完善後盤查精確度明顯提升。

再者,近年鳳山工業區(110 年公共設施完工並陸續商轉)、AI 智慧園區(110 年完工,113 年起部分廠商營運)及新竹科學園區寶山一期(111 年完工並陸續投入生產)擴建區陸續啟用,帶動區域製造與研發活動增加,進一步推升工業能源使用量。惟整體而言,單位產值排放仍維持較低水準,顯示產業在成長過程中持續兼顧能源效率與減碳效益。

表 48_新竹縣製造業年營業收入

	104	105	106	107	108
年營業收入 (萬元)	115,223,112	105,985,400	21,047,555	27,186,699	124,749,168
	109	110	111	112	113
	143,482,915	192,883,000	187,483,836	180,999.246	暫無資料

資料來源：工廠校正暨營運調查：110 年配合「工商普查」,「工廠校正暨營運調查」暫停一次,該年度產值數據係涵蓋全體工商企業界,較工廠校正暨營運調查調查範圍更廣。根據全國製造業營業額推估本縣工業營業額。113 年則尚未公告相關數據。

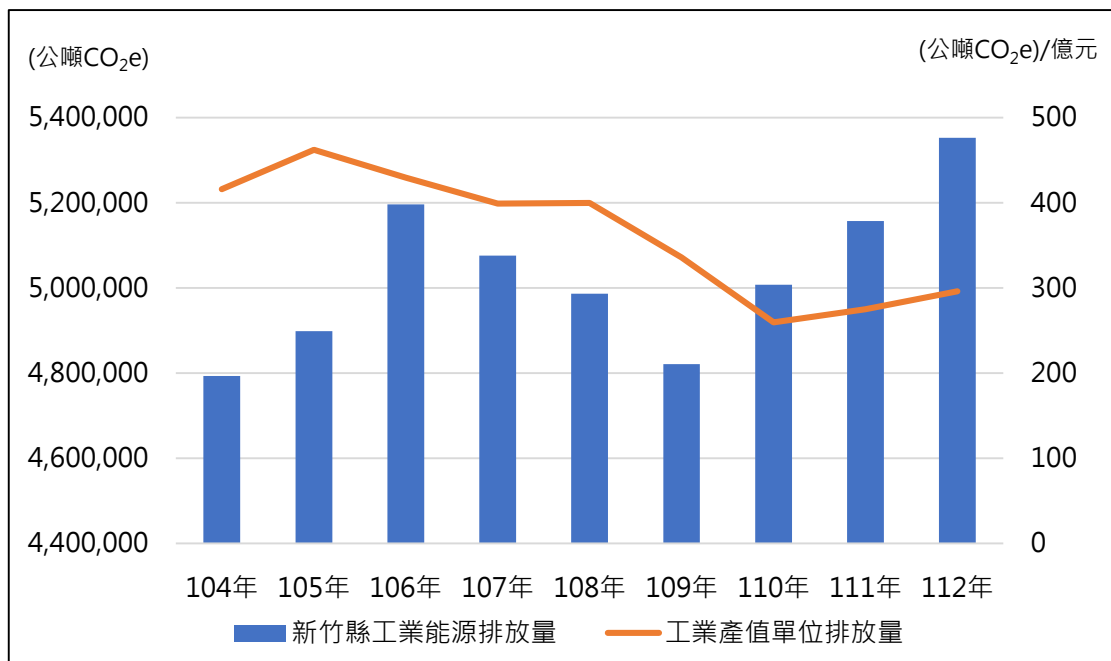


圖 20_新竹縣工業能源單位產值排放量趨勢圖

(三) 農業部門排放量趨勢分析

依據 104 年至 113 年統計結果，新竹縣農業部門溫室氣體排放量整體呈現波動變化，未具明顯上升或下降趨勢。此現象與本縣畜牧飼養結構、氣候條件變動及盤查資料來源差異密切相關。值得注意的是，109 年由中央執行盤查，110 年起改由縣府辦理，資料蒐集更細緻，統計口徑差異亦造成兩年度間排放量增加約 31%。此外，由表 28 可見乳牛之腸胃發酵與糞便管理排放係數遠高於其他畜禽，而乳牛數於 110 年較 109 年增加約 21%，亦是該年度排放量顯著上升的主要原因之一。

從畜牧統計資料觀察，近十年間乳牛及蛋雞飼養數量穩定增加，分別成長約 2 至 3 成與 3 倍，反映乳品與蛋品需求提升；豬隻數量則逐年下降，較 104 年減少逾 14%，顯示產業規模縮減與防疫政策影響；其餘畜禽如羊、鴨及肉鴿等飼養數量則呈隨機波動，未見長期趨勢。歷年牲口數如表 49 所示，其變化趨勢如圖 21。

整體而言，本縣農業部門排放量受牲畜種類、飼養數量、疫病防控、氣候條件及資料蒐集方式等因素交互影響，呈現不規則波動。此結果顯示，農業排放主要受產業結構調整與自然條件變化驅動，未出現穩定的成長或減量趨勢，未來應持續關注畜牧業規模變化與飼養管理改善，以掌握排放動態。

表 49_新竹縣歷年牲口頭數

年底頭數	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113
乳牛	1,952	2,024	2,050	2,261	2,041	2,289	2,791	2,497	2,575	2,411
非乳牛	77	74	114	110	87	86	75	79	55	52
水牛	4	9	8	55	60	65	74	90	4	4
豬	71283	67,205	65,979	65,521	63,579	61,323	62,302	62,543	61,744	61,858
羊	1,399	1,057	1,258	1,013	1,052	1,197	1,307	1,227	1,076	1,176
鹿	98	110	90	85	93	83	324	51	41	39
蛋雞	34261	101,945	94,677	69,587	102,007	69,505	75,816	85,536	100,680	124,000

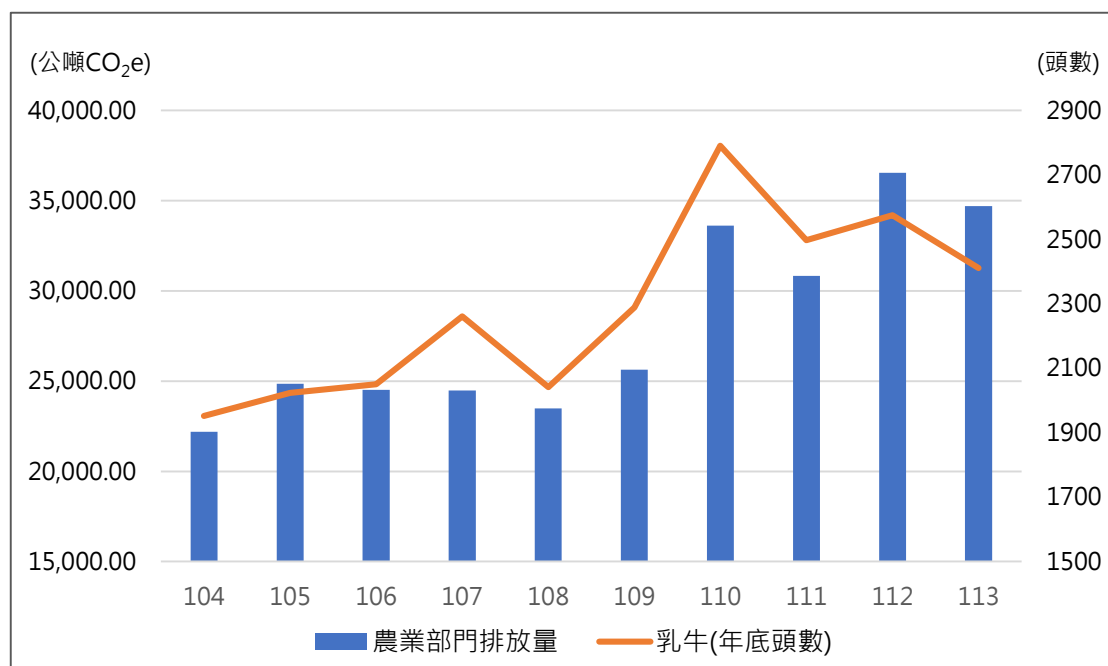


圖 21_新竹縣農業部門及乳牛歷年頭數趨勢圖

第五章 數據品質管理

5.1 數據品質誤差

溫室氣體排放盤查涉及多源資料蒐集、活動量推估及排放係數套用等程序，過程中可能因資料可取得性、統計精確度、估算方法假設差異或排放係數選取等因素，產生一定程度之不確定性。為確保結果合理可靠，本次盤查於建立排放清冊時，均依據資料來源可靠性、估算方法一致性及數據可追溯性等原則進行檢核，確認誤差範圍均在可接受之合理區間內。

排放源之數據誤差等級（A）依據活動數據等級（A1）與排放係數等級（A2）綜合評分，計算公式如下：

$$\text{排放源之數據誤差等級 } A = A1 \times A2$$

在活動數據方面，能源部門之電力資料因直接取自台電公司統計資料，數據完整且非推估值，評分等級最高；住商及農林漁牧部門之燃料使用則依人口數與能源平衡表推估，活動數據等級相對較低；農業與廢棄物部門主要依據官方統計年報彙整，屬中階等級。

在排放係數部分，能源、工業製程及農業部門均採用環境部公告之國家排放係數，屬中等等級；而廢棄物部門使用 IPCC 國際建議值，其排放係數等級較低。溫室氣體數據品質管理誤差等級評分如表 50 所示；數據品質管理評分區間表 51。

表 50_溫室氣體數據品質管理誤差等級評分

等級評分 項目	1 分	2 分	3 分
活動數據誤差等級 (A1)	連續監測	定期採樣	自行估算
活動數據誤差等級 (A2)	區域公告 排放係數	國家公告 排放係數	國際公告 排放係數

表 51_溫室氣體數據品質管理評分區間判斷

數據誤差等級 (A1XA2)	1 至 3	4 至 6	7 至 9
評分區間範圍	1	2	3

5.2 清冊級別

溫室氣體排放量清冊級別係依各排放源誤差等級與其排放量占比加權計算，以加權平均方式求得清冊等級之總平均分數。本縣排放源數據等級總平均為 2.37，依據表 52「溫室氣體排放清冊資料品質管理評分區間判斷表」，介於 1 至 3 分者屬於第一級，顯示本縣整體排放清冊資料品質穩定且具可信度，足以反映本縣溫室氣體排放現況與趨勢。

本縣多數排放源活動數據主要取自政府公開統計資料、能源使用申報及官方監測系統，具一致性與可追溯性；排放係數則採用國家溫室氣體排放清冊、經濟部及環境部公告資料，並參考 IPCC 指引，其方法架構符合國內外通用標準，確保資料具可比較性與一致性。透過固定計算方法與公開資料來源，本縣盤查結果能真實呈現排放結構與主要排放特徵，可作為後續減量策略研擬、產業輔導及排放趨勢追蹤之重要依據。

雖清冊品質已達第一級，仍將持續推進資料精細化與在地化作業，提升資料完整性與準確性，以進一步強化清冊可信度，使本縣能更精準掌握關鍵減量路徑。新竹縣溫室氣體排放量清冊級別如表 53 及表 54 所示。

表 52_溫室氣體數據品質管理區間評分區間判斷

排放量清冊等級總平均分數	1 至 3	4 至 6	7 至 9
清冊級別	第一級	第二級	第三級

表 53_新竹縣溫室氣體排放量清冊級別(1/2)

部門	排放源		範疇	活動數據來源	A1	排放係數來源	A2	A1 x A2	排放量佔比	排放源數據等級
能源	住商及農林漁牧	電力	2	台灣電力公司網頁(住商用電資訊)	1	經濟部能源署 該年度電力排放係數	2	2	14.91%	0.29811
		燃料	1	經濟部能源署能源平衡表 新竹縣政府民政處 中華民國統計資訊網(縣市農林漁牧業產值重要統計指標) 農業部漁業署(漁業統計年報)	3	環境部 (公告溫室氣體排放係數)	2	6	2.24%	0.13423
	工業	電力	2	台灣電力公司網頁(工業用電資訊)	1	經濟部能源署 該年度電力排放係數	2	2	52.71%	1.05417
		燃料	1	環境部 (1)空污費暨排放量申報整合管理系統 (2)事業溫室氣體排放量資訊平台	2	環境部 (公告溫室氣體排放係數)	2	4	9.36%	0.3744
	運輸	電力	2	臺灣鐵路管理局 台灣高速鐵路股份有限公司	1	經濟部能源署 該年度電力排放係數	2	2	0.32%	0.00638
		燃料	1	經濟部能源署新竹縣汽車加油站 (汽柴油銷售統計表) 台灣高速鐵路股份有限公司	1	環境部 (公告溫室氣體排放係數)	2	2	13.48%	0.26956

表 54_新竹縣溫室氣體排放量清冊級別(2/2)

部門	排放源		範疇	活動數據來源	A1	排放係數來源	A2	A1 x A2	排放量佔比	排放源數據等級
工業製程	製程排放		1	環境部(事業溫室氣體排放量資訊平台)	1	環境部 (公告溫室氣體排放係數)	2	2	4.36%	0.08714
農業	農田	水稻田	1	農業部農業統計年報	2	環境部，中華民國國家溫室氣體清冊報告(2025)	2	4	0.14%	0.00546
	牲畜和糞便管理	禽畜	1	農業部農業統計年報	2	環境部，中華民國國家溫室氣體清冊報告、2006 年 IPCC 國家溫室氣體排放清冊指南、「臺灣畜牧業溫室氣體排放與減量」，許振忠，2008。	2	4	0.26%	0.01053
廢棄物	固體廢棄物處理	掩埋	1	環境部環境統計查詢網	2	IPCC2006	3	6	1.08%	0.06456
		堆肥	1	環境部環境統計查詢網	2	IPCC2006	3	6	0.00%	0.00001
	廢水處理	事業廢水	1	環境部環境統計查詢網	2	IPCC2006	3	6	0.72%	0.04307
		住商廢水	1	環境部環境統計查詢網	2	IPCC2006	3	6	0.44%	0.02646
合計									100.00%	2.37408

第六章 報告書管理

6.1 報告書之製作依據

本報告書之編撰乃依據環境部 113 年 9 月公告之「縣市層級溫室氣體盤查計算指引」修正建議之規範。

6.2 報告書涵蓋期間

本報告書之涵蓋期間為 113 年 1 月 1 日至 113 年 12 月 31 日，而本次盤查則係以 113 年完整年度於新竹縣邊界內所排放之溫室氣體為盤查範圍。

6.3 報告書發行與保管

- 一、報告書發行:由新竹縣政府氣候變遷因應推動會溫室氣體減量組工作組製作，經新竹縣政府代表核准發行。
- 二、發行對象與公開限制:本報告書為本縣政府內部參考文獻，僅供內部溫室氣體管理及第三者查證應用，未經許可不得引用。

6.4 報告書撰寫、保管與維護者資訊

- 一、撰寫、保管與維護者:劉佩宜/胡政佑、廖怡婷
- 二、機關部門:新竹縣政府環境保護局 環境永續管理科
- 三、委辦單位:114 年度新竹縣氣候變遷減緩計畫-富聯工程顧問股份有限公司
- 四、聯絡地址:新竹縣竹北市光明五街 62 號 3 樓

第七章 溫室氣體減量目標及策略

面對氣候變遷挑戰，新竹縣以全縣溫室氣體排放盤查與趨勢分析為基礎，依據《氣候變遷因應法》及中央淨零政策方向，持續推動縣級溫室氣體減量執行方案，致力於實現低碳城市與永續家園之目標。

本縣自 107 年起分階段推動溫室氣體減量策略，第二期方案（110 - 114 年）已完成階段目標，並於 115 年度正式啟動第三期新竹縣溫室氣體減量執行方案（115 - 119 年）。第三期方案以「推動淨零轉型、打造低碳永續城市」為願景，採取跨局處整合推動機制，聚焦於六大部門（能源、製造、住商、運輸、農業及環境），對應縣內主要排放特徵及潛在減量機會，推動各項具體行動措施。

本報告依據 113 年度縣層級盤查結果，綜整第三期方案規劃方向，建議本縣未來減量策略可依六大部門劃分如下：

一、質性目標

(一)以科技導向推動低碳治理與執行效能

以「科技城市」永續發展為核心，結合數據盤查成果與在地產業特性，推動兼具經濟成長、社會共融與環境責任之治理模式，形塑新竹縣成為具備氣候韌性與低碳轉型能力的前瞻城市。

(二)強化跨局處治理與執行效能

持續強化「新竹縣氣候變遷因應推動會」之整合與監督角色，落實各局處間橫向協調與資訊共享，確保減量、調適、能源轉型及淨零行動等策略協同推進。

(三)建立滾動式決策與管考體系

依據盤查結果、中央政策方向及法規修正，定期檢討縣內溫室氣體排放趨勢，滾動修正各部門執行策略。導入年度檢核機制，訂定明確成效指標，以強化政策執行力與責任歸屬。

(四)深化資料應用與科學決策

建立在地排放數據資料庫與決策支援工具，提升盤查精確度及科學分析能力，作為氣候風險評估、能源管理與減量政策調整之依據。

(五)提升全民參與與氣候意識

透過教育宣導、數據公開減碳成果，提升民眾對氣候行動之理解與參與度，推動低碳生活行為常態化，建立全民共行的減碳文化。

二、減量策略

(一)能源部門

依據範疇別排放量分析結果，本縣範疇二（外購電力）排放量約占總排放量 68%，顯示電力使用對整體溫室氣體排放具關鍵影響。由於本縣產業以電子零組件製造為主，能源需求高且用電量大，雖單位產值碳排放量隨減碳技術導入而下降，但因經濟活動持續擴張，總排放量仍呈上升趨勢。因此，未來減量策略應著重於電力節用、再生能源應用及整體能源效率提升，提出以下建議：

1. **推動多元再生能源發展：**持續擴增太陽光電設置容量，鼓勵企業、學校及住家安裝屋頂型太陽能板，並評估沿海地區中小型風力發電設施可行性。
2. **推動地方示範場域建置及企業綠電採購：**結合產業園區、校園及公共建築推動再生能源示範場域，並要求科學園區內先進半導體廠商逐步採購綠電，提升在地電力自給率，帶動高科技產業淨零轉型。

(二)製造部門

本縣製造業以電子零組件、金屬製品及機械設備製造為主，為主要經濟支柱之一。依據盤查結果顯示，製程部門之單位產值碳排放量（碳密集度）雖逐年下降，顯示節能與減碳措施已具成效，但因產業持續擴張與經濟活動增加，整體排放量仍呈上升趨勢。為有效抑制製造業帶來的排放增量，未來應加強製程面之減量作為，強化節能技術導入與低碳製程轉型，建議方向如下：

1. **導入高效能製程與設備更新：**協助廠商汰換老舊高耗能機具，推動高效率電動馬達、變頻設備及製程優化，以降低單位產品能源消耗。
2. **加強能源管理與數據化監控：**推動能源管理系統（EnMS）與智慧感測技術導入，提升用電即時監控及能源效率分析能力。
3. **促進資源循環與再利用：**建立產業共生機制，推廣廢熱、廢水與副產品再利用，降低製程物料耗用與間接排放。
4. **強化低碳轉型輔導與資源支持：**設立低碳製程技術補助計畫，協助中小企業取得節能改善與碳盤查輔導資源，加速產業鏈整體低碳化。

(三)住商部門

本縣住商部門排放量占全縣總量約 17%，主要來源為建築用電及燃料消耗。隨著人口成長與都市化推進，住宅與商業建築之用電需求持續增加，雖節能設備與綠建築逐步推廣，但整體排放仍呈高檔持平趨勢。為降低住商部門對電力之依賴，應強化建築節能設計與用電管理，並推廣民間再生能源利用，具體建議如下：

1. **推動建築節能與綠建築制度**：鼓勵公共建築及新建案採用高效節能設計、隔熱建材與智慧照明系統，提升建築能效。
2. **推廣智慧能源管理系統**：推動商業與住宅區導入智慧電錶與能源監測系統，提升用電資訊透明化與行為管理成效。
3. **鼓勵高效節能設備使用**：推廣高效能家電、空調與照明設備，持續辦理「節能家電汰舊換新」及能源標章產品宣導。

(四)運輸部門

本縣運輸部門排放量占全縣總量約 14%，主要來自道路運輸之汽、機車燃料燃燒。隨人口與車輛數量增加，交通排放呈逐年上升趨勢，雖近年透過推動電動公車、公共自行車及低碳交通網絡等措施，已展現部分減量成效，但仍需進一步提升公共運輸使用率與運具電動化比例。未來應以「低碳運具轉型、公共運輸優化及綠色運輸生活化」為主軸，建議如下：

1. **推動運具電動化**：持續推廣電動公車、公務車及機車汰換計畫，逐步提升電動車占比，並強化公共充電設施建置。
2. **優化公共運輸系統**：整合客運、公車與軌道運輸系統，提升轉乘便利性與服務密度，降低私人運具使用比例。
3. **推動低碳交通環境建設**：擴充公共自行車據點，完善人行步道與自行車道網絡，鼓勵短程步行與綠色通勤。
4. **持續推動並擴展智慧交通管理**：應用交通流量分析與即時資訊系統，改善壅塞路段運作效率，降低空轉排放。

(五)農業部門

本縣農業部門溫室氣體排放主要來源為畜牧業腸胃發酵、糞便管理及水稻種植等活動，雖整體排放量占全縣比例不高（約 0.4%），但受氣候條件、飼養結構與種植方式影響，年際波動明顯。為強化農業永續經營與低碳轉型，未來應以「低碳農法推廣、畜牧排放管理及農業資源循環利用」為核心方向，具體建議如下：

1. **推動低碳農業與節水種植**：鼓勵稻作採行乾濕交替灌溉及肥料減量管理，以降低甲烷與氧化亞氮排放。
2. **推廣農業再生能源與副產物利用**：結合農地光電及沼氣發電設施，促進沼渣、沼液於農地肥分循環再利用，提升農業部門再生能源及資源化比例。
3. **增進碳匯與森林經營管理**：推動植樹造林、禁伐及撫育維護措施，提升森林碳吸存能力，強化本縣農林地之固碳效益。

(六)環境部門

本縣環境部門涵蓋廢棄物減量、資源循環利用、環境綠化及氣候教育等範疇，為推動全民參與低碳永續行動之重要基礎。未來策略建議以「綠色生活推廣、社區永續營造、資源循環強化與氣候教育深化」為主軸，持續引導公私部門及民眾共同實踐低碳轉型目標。

1. **推動綠化環境與社區減碳行動**：推廣公共空間綠美化與空品淨化區維護，結合低碳永續認證及社區規劃師輔導，強化在地減碳能量。
2. **推廣綠色消費與生活轉型**：鼓勵使用在地低碳食材、減少一次性用品及倡導節制祭祀行為，培養永續生活文化。
3. **強化廢棄物分類與資源再利用**：持續推動廚餘、廢漁網、家具與紡織品回收再利用，促進循環經濟體系發展。
4. **深化氣候教育與永續推廣**：持續辦理氣候變遷及永續發展教育活動，提升公私部門與民眾氣候行動力。
5. **推動低碳生活與永續旅遊**：倡導低碳消費與永續旅遊模式，結合在地文化推動綠色旅遊與減碳體驗。

第八章 參考文獻

1. 新竹縣政府，全球資訊網-關於竹縣-地理，2025。
2. 新竹縣政府，統計年報 (113 年)，2025。
3. 新竹縣政府民政處，2025。
4. 竹北市戶政事務所，新竹縣人口統計月報，2025。
5. 內政部戶政司，人口統計資料，2025。
6. 中央氣象署，CODiS 氣候資料服務系統，2025。
7. 台灣電力公司，113 年各縣市太陽光電容量因數，2025。
8. 台灣電力公司，縣市用電資訊，2025。
9. 交通部，統計查詢網，2025。
10. 交通部公路局，統計年報，2025。
11. 經濟部能源署，能源平衡表，2025。
12. 經濟部能源署，各縣市汽車加油站汽柴油銷售統計月資料，2025。
13. 經濟部能源署，電力排放係數，2025。
14. 行政院主計處，中華民國統計資訊網，2025。
15. 農業部，漁業署-漁業統計年報，2025。
16. 農業部，農業統計年報，2025。
17. 農業部，林業及自然保育署，2025。
18. 環境部氣候變遷署，事業溫室氣體排放量資訊平台-下載專區，2025。
19. 環境部，環境統計查詢網，2025。
20. 環境部，空污費暨排放量申報整合管理系統，2025。
21. 環境部，事業及污水下水道系統廢(污)水管理系統，2025。
22. 環境部，縣層級溫室氣體排放量作業指引，2024。
23. 環境部，2025，中華民國國家溫室氣體清冊報告 (2023)。
24. 臺灣鐵路管理局，臺鐵統計資訊，2025。
25. 內政部營建署，全國污水下水道用戶接管普及率及整體污水處理率統計表，2025。
26. 農業部林業及自然保護署，台灣產竹種竹桿生物量與碳蓄積推估，2025。
27. IPCC，2006，國家溫室氣體排放清冊指南。
28. 許振忠，2008，「臺灣畜牧業溫室氣體排放與減量」。