

低碳綠能 打造永續發展城市

因應氣候變遷所產生的環境及再生能源等議題，臺中市（以下簡稱本市）推動「永續淨零三部曲¹」政策，向淨零碳排目標邁進；為檢視施政成效，本文透過探討溫室氣體排放、再生能源發展、垃圾處理、低碳生活及交通運輸等相關統計資料，作為未來低碳綠能政策參考。

謝旺霖、周禹廷（臺中市政府主計處股長、佐理員）

壹、前言

電力為生活中不可或缺的能源，目前電能多來自火力發電，在發電過程中會產生溫室氣體，溫室氣體會讓陽光穿過大氣，將熱能留在地球表面，無法散出大氣層外，若累積過多會造成全球暖化現象，故設置再生能源及推廣民眾落實節能減碳於生活中，為打造低碳綠能城市重點項目。

貳、溫室氣體排放及用電量現況

一、溫室氣體排放情形

本市 110 年溫室氣體排放 3,555.80 萬公噸 CO₂e²，較 105 年增 282.78 萬公噸 CO₂e（約增 8.64%）；各部門排放量以「工業能源」（含工業用電、工業燃料使用）1,297.91 萬公噸 CO₂e（占 36.50%）最多，較 105 年增 255.47 萬公噸 CO₂e（約增 24.51%），「工業製程部門」1,035.67 萬公噸 CO₂e（占 29.13%）次之，增 66.69 萬公噸 CO₂e（約增 6.88%），其中排放量以金屬業製程及電子業製程為大宗，「住商及農林漁牧能源」729.37 萬公噸 CO₂e（占 20.51%）再次之，減 6.53 萬

公噸 CO₂e（約減 0.89%），三者占溫室氣體總排放量 8 成 6（下頁表 1）。另觀察溫室氣體人均排放量，110 年每人平均排放 12.64 公噸 CO₂e，較 105 年增 0.81 公噸 CO₂e（約增 6.85%）。

二、用電量情形

本市 111 年總用電量 342.15 億度，較 105 年增 74.27 億度（約增 27.73%），為六都中總用電量最多，臺南市 320.96 億度次之，高雄市 307.34 億度再次之，六都總用電量占全國用電量 7 成；依人均用電量觀之，以臺南市每人用電 1.73 萬

表 1 臺中市溫室氣體排放量概況

單位：萬公噸 CO₂e、%

年別	溫室氣體 總排放量	能源部門						工業製程部門		農業部門		廢棄物部門	
		住商及農林 漁牧能源		工業能源		運輸能源		排放量	占比	排放量	占比	排放量	占比
		排放量	占比	排放量	占比	排放量	占比						
105年	3,273.02	735.90	22.48	1,042.44	31.85	476.96	14.57	968.98	29.61	8.19	0.25	40.56	1.24
106年	3,400.10	780.31	22.95	1,065.89	31.35	474.12	13.94	1,031.02	30.32	7.99	0.23	40.77	1.20
107年	3,552.45	722.38	20.33	1,248.59	35.15	465.55	13.11	1,075.60	30.28	7.95	0.22	32.37	0.91
108年	3,332.31	669.80	20.10	1,190.33	35.72	469.76	14.10	962.12	28.87	7.78	0.23	32.52	0.98
109年	3,426.95	693.04	20.22	1,228.12	35.84	475.98	13.89	990.25	28.90	7.33	0.21	32.23	0.94
110年	3,555.80	729.37	20.51	1,297.91	36.50	452.21	12.72	1,035.67	29.13	5.73	0.16	34.92	0.98

說明：1. 111年資料尚未產出；表內資料不含發電業。
2. 因四捨五入致細項加總與總計不合或不為 100%。
資料來源：臺中市政府環境保護局。

度最高，桃園市每人用電 1.29 萬度次之，本市每人用電 1.22 萬度居第 3（圖 1）。

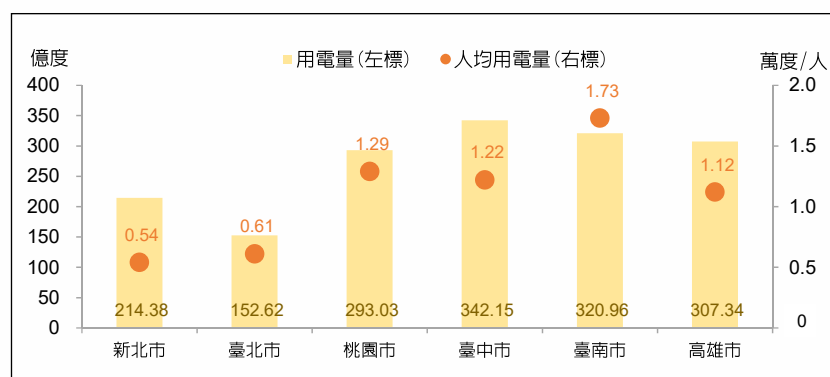
再以各部門用電量觀之，以工業部門 217.58 億度（占 63.59%）為大宗，本市為光電面板、電子零組件等產業的製造重鎮，近年科技大廠進駐及臺商回流，加上 COVID-19 疫情使光電面板工作訂單大增，用電量較 105 年增 72.84 億度（約增 50.32%）；住宅部門 63.79 億度（占 18.64%）次之，近年因戶數增加，加上 109 年起爆發 COVID-19 疫情造成民眾居家辦公、上課，用電量增 6.08 億度（約增 10.54%）；服務業部門（含包燈）³ 59.10

億度（占 17.27%）再次之，因自 107 年起針對服務業、集合式住宅及機關學校進行「住商節電汰換補助」，包含汰換老舊照明燈具、導入能源管理系統等，用電量減 4.69 億度（約減 7.35%）（下頁表 2）。

參、多元再生能源發展現況

隨經濟發展活絡，工業用電量呈上升趨勢，溫室氣體排放量亦呈成長，為減緩對環境造成的負荷，打造永續城市，除再生能源裝置容量逐年提升

圖 1 111 年六都用電情形



說明：人均用電量 = 用電量 / 年中人口數。
資料來源：台灣電力公司。

論述》統計・調查

外，本市持續推動工業製程部門廠房智慧製造，使用節能設備提升能源使用效率，並要求新開發園區及新租購案廠商，建置太陽光電設備；同時鼓勵民眾養成綠色消費習慣，並做好垃圾減量、資源回收分類，

促進廢棄物循環再利用。

一、提升再生能源裝置容量

本市 111 年底再生能源裝置總容量 182.27 萬瓩，居六都第 2，較 105 年底增 48.32 萬瓩（約增 36.07%）。其中

以水力及其他裝置容量 115.09 萬瓩（占 63.14%）最多，居六都第 1，主要來源為境內擁有全臺最大之大甲溪水力發電廠；太陽光電 55.36 萬瓩（占 30.38%）次之，較 105 年底增 49.39 萬瓩（約增 825.92%），呈現大幅上升趨勢，係因本市積極推動再生能源，於 107 年訂定「太陽光電倍增計畫」，以 103 至 107 年太陽光電裝置容量增長 10.80 萬瓩為基準，預計於 111 年達成光電三倍增目標，因 110 年 2 月提早達標，滾動提高目標為光電四倍增，並已於 111 年 4 月達成，六都中低於臺南市、高雄市，居第 3；風力發電 11.81 萬瓩（占 6.48%）再次之，亦居六都第 1，加上擁有全國首座「臺中港離岸風電產業專區」，讓本市成為亞太離岸風電零組件製造中心及指標性產業重要樞紐（圖 2）。

再觀察台灣電力公司（以下簡稱台電）再生能源收購案件分布情形，位於本市之案件 111 年 3,918 件，躉購容量 63.40 萬瓩，總購電度數 6 億 1,871.73

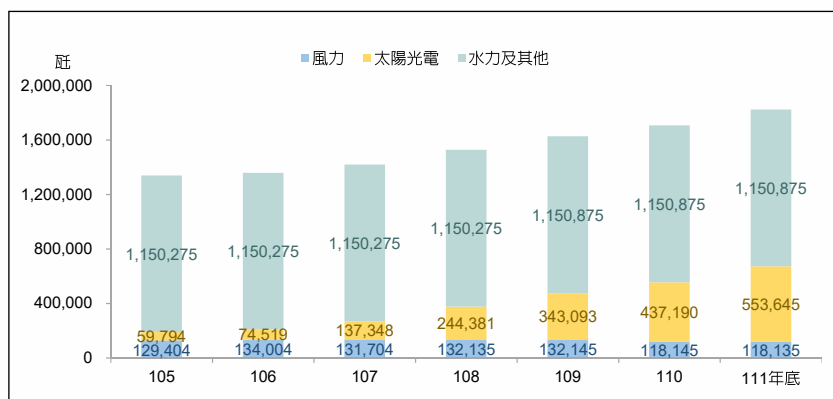
表 2 臺中市用電量情形－按部門分

單位：億度

年別	總計	住宅部門	服務業部門 (含包燈)	農林漁牧	工業部門
105 年	267.88	57.71	63.79	1.65	144.74
106 年	287.37	58.07	64.87	1.64	162.80
107 年	304.88	58.76	54.19	1.71	190.22
108 年	311.35	58.38	54.78	1.72	196.47
109 年	327.02	62.66	55.42	1.75	207.19
110 年	343.69	65.08	56.07	1.71	220.82
111 年	342.15	63.79	59.10	1.68	217.58

說明：1. 因四捨五入致細項加總與總計不合。
2. 台電資料自 105 年起開始統計。
資料來源：台灣電力公司。

圖 2 臺中市再生能源裝置容量概況－按能源別分



說明：「水力及其他」包含水力（包括水庫電廠）、生質能等再生能源。
資料來源：台灣電力公司。

萬度，較 105 年增 3 億 9,837.71 萬度（約增 180.80%）。其中太陽光電 6 億 1,503.81 萬度（占 99.41%）最多，增 5 億 5,489.26 萬度；水力及其他再生能源 330.50 萬度（占 0.53%）次之，增 311.26 萬度，係因外埔綠能生態園區沼氣發電自 109 年 6 月 15 日開始正式發電、售電，致呈現大幅上升趨勢；風力發電則因多數風力發電廠轉供民間使用，使得提供台電之躉售電量大幅減少，僅餘 37.41 萬度（占 0.06%），減 1 億 5,962.82 萬度（表 3）。

二、全力推展太陽光電

觀察 111 年台電在六都收購太陽光電情形，以臺南市 22 億 2,414.75 萬度最多，高雄市 10 億 4,349.24 萬度次之，本市居第 3。太陽光電裝置受限於設置地點、天候影響，各市縣「容量因數⁴」差異大，可以作為對當地天氣條件與發電評估的重要指標。觀察六都 111 年太陽光電容量因數，以本市 14.40% 最高，臺南市 14.08% 次之，臺北市 13.80% 再次之，顯示本市適合發展太陽光電。

本市自 107 年起成立太陽光電推動小組，以市管公有建築物及其屋頂、公有土地或其他依法可設置太陽光電發電系統之場域率先建置太陽光電，並推動綠能屋頂全民參與、太陽光電補助，以及工廠屋頂種電及用電大戶規範等政策。111 年太陽光電設備登記核准 772 件，較 105 年增 608 件，總裝置容量 9.96 萬瓩，增 9.23 萬瓩，其中以屋頂型 739 件（占 95.73%），裝置容量 9.09 萬瓩（占 91.22%）為多（下頁表 4）。近年也將朝馬及南屯 2

表 3 台灣電力公司在臺中市收購再生能源概況

年度	總計			風力			太陽光電			水力及其他		
	件數 (件)	躉購 容量 (瓩)	購電 度數 (萬度)	件數 (件)	躉購 容量 (瓩)	購電 度數 (萬度)	件數 (件)	躉購 容量 (瓩)	購電 度數 (萬度)	件數 (件)	躉購 容量 (瓩)	購電 度數 (萬度)
105 年	607	138,400	22,034.02	5	87,404	16,000.23	601	50,886	6,014.55	1	110	19.24
106 年	834	157,725	31,086.45	7	92,004	22,510.46	826	65,611	8,539.44	1	110	36.55
107 年	1,254	218,254	34,233.56	9	89,704	19,847.09	1,244	128,440	14,346.18	1	110	40.29
108 年	1,790	325,521	45,540.78	31	90,135	19,420.95	1,758	235,276	26,083.13	1	110	36.70
109 年	2,431	423,500	53,534.18	32	90,145	14,531.23	2,397	332,645	38,894.35	2	710	108.60
110 年	3,095	517,599	48,766.36	32	90,145	45.18	3,061	426,743	48,423.50	2	710	297.68
111 年	3,918	634,044	61,871.73	31	90,135	37.41	3,885	543,199	61,503.81	2	710	330.50

說明：1. 因四捨五入致細項加總與總計不合。

2. 「水力及其他」包含水力（包括水庫電廠）、生質能等再生能源。

3. 再生能源裝置容量 1 瓩，可在發電功率達 100% 的情況下，1 小時產生 1 度電。

資料來源：台灣電力公司。

論述》統計·調查

座國民運動中心頂樓空間重新規劃太陽能電板及發電設備，利用公共設施結合綠能創造永續能源。

此外，積極建構低碳永續校園，把綠能概念導入校園環境，推動校園設置太陽能，於校園種電除有收益之外，還能降溫和節能，共同落實綠能教

育及永續發展，111 年已完成 95 件、裝置容量 2.15 萬瓩，較 110 年增加 31 件及 0.61 萬瓩（圖 3）。

為發展綠色能源取代燃煤，改善空污，推動文山綠光計畫，將掩埋場轉型太陽能發電廠，一期工程於 107 年 9 月完工，二期工程也於 108 年 3

月完工併聯，共建置太陽能光電模組數量約 1 萬 9,978 片，111 年發電 869.37 萬度，因受 1 至 3 月陰天日數較多影響，致較 110 年減少 11.26 萬度（約減 1.28%）（圖 3）。

三、垃圾分類，發展綠能循環電力

為提升資源回收成效，本市執行垃圾強制分類及建立生、熟廚餘分類回收。111 年資源回收量 93.19 萬公噸，因 COVID-19 疫情造成一次性用餐容器增加，較 105 年增 52.51 萬公噸（約增 129.08%），廚餘回收量 6.12 萬公噸，亦增 1.82 萬公噸（約增 42.40%），資源及廚餘回收率則為 66.61%，仍較 105 年增加 11.79 個百分點，顯示近年資源及廚餘回收成效良好（下頁圖 4）。

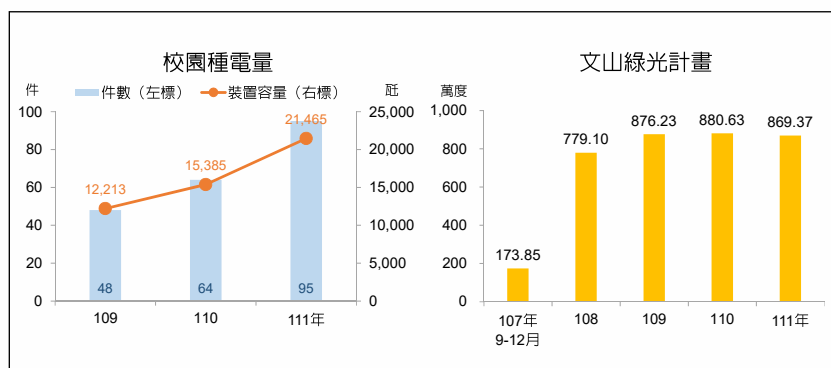
目前本市有文山、后里與烏日 3 座焚化廠，焚化爐發電亦是綠能循環電力的一部分，透過焚化垃圾所產生熱能，可透過蒸氣發電提供民生使用。111 年垃圾焚化量 74.61 萬公

表 4 臺中市太陽光電設備登記核准概況

年別	總計		屋頂型		地面型（含其他）	
	件數（件）	裝置容量（瓩）	件數（件）	裝置容量（瓩）	件數（件）	裝置容量（瓩）
105 年	164	7,276	164	7,276	-	-
106 年	240	16,418	240	16,418	-	-
107 年	485	66,731	477	63,815	8	2,916
108 年	610	100,320	589	90,888	21	9,432
109 年	545	75,480	533	72,417	12	3,063
110 年	758	100,340	740	93,898	18	6,442
111 年	772	99,592	739	90,850	33	8,742

資料來源：臺中市政府經濟發展局。

圖 3 臺中市校園種電量及文山綠光計畫發電量情形



說明：校園種電量資料自 109 年起開始統計。
資料來源：臺中市政府經濟發展局、臺中市政府環境保護局。

噸，較 105 年減 5.78 萬公噸，發電量 4.43 億度，較 105 年則增 687.81 萬度，致平均每公噸發電量 593.59 度，增 51.22 度（約增 9.44%），不僅能解決垃圾處理，也能達到提供電力之功效。

為落實廚餘再利用、減少焚化廠負擔，外埔綠能生態園區自 109 年 6 月 15 日起將生廚餘經厭氧發酵後產生沼氣發電，111 年廚餘進廠量 2.69 萬公噸，發電量 290.60 萬度，較 110 年增 9.29 萬度（約增 3.30%）。

肆、推展低碳節能生活

溫室氣體排放與每個人的生活息息相關，民眾若選擇低

碳排放的生活模式，如使用節能家電、選擇友善環境產品、搭乘大眾運輸通勤等，從日常生活改變著手，就能有效減緩溫室氣體排放。

一、施行低碳標章認證

本市鼓勵民眾選擇綠色消費，多去環保標章的餐廳、旅店，並利用環保集點 APP，可以累積點數換環保商品，以促進全民參與，共同守護環境。111 年底共有 1 間環保標章餐館，6 間環保標章旅館，171 間綠色餐廳，較 110 年底增加 70 間；另有 97 間環保旅店，亦增加 15 間。

為推動各宗教場所配合低碳措施，本市自 104 年發布施

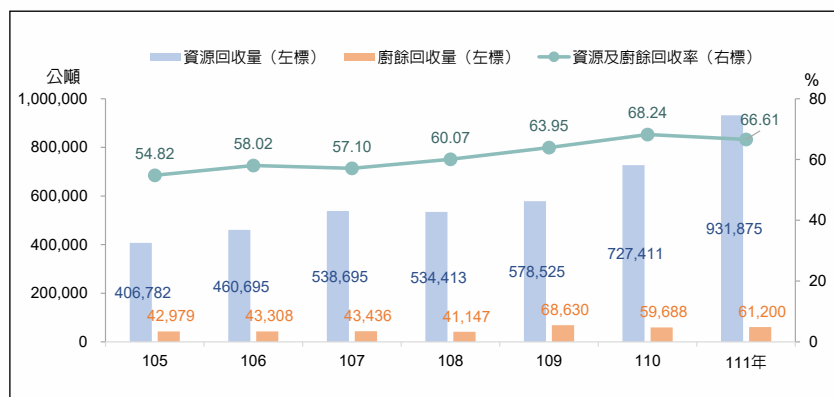
行「臺中市宗教場所低碳認證辦法」，積極推動紙錢集中燒作業、以功代金⁵進行紙錢源頭減量、線香與鞭炮減量及燈泡節能等環保措施。111 年通過宗教場所低碳認證家數 54 家，較 105 年增 7 家，由於低碳認證標章效期為 3 年，目前宗教場所低碳認證至 111 年底有 210 家尚在有效期限內；107 年至 111 年紙錢已集中清運 1.79 萬公噸，以功代金捐款金額達 90.42 萬元。

二、低碳交通運輸發展

為鼓勵民眾淘汰老舊機車換購或新購電動二輪車，本市辦理「臺中市淘汰老舊機車及新購低污染車輛補助計畫」，以減少空氣污染的排放，111 年補助 1 萬 3,314 件，其中純新購電動二輪車 7,589 件（占 57.00%）最多，汰舊換購電動二輪車 4,895 件（占 36.77%）次之。

同時推動市區公車電動化政策，配合中央「2030 市區公車電動化執行計畫」爭取中央補助，並鼓勵業者優先汰換為

圖 4 台中市資源及廚餘回收概況



資料來源：臺中市統計資訊網。

論述》統計·調查

電動公車，111 年底上路營運數達 241 輛，居六都第 2，較 107 年開始統計以來增 91 輛；臺中捷運綠線亦於 110 年 4 月 25 日正式通車，18 座車站皆符合「日常節能指標」及「水資源指標」綠建築標準，111 年旅運量達 932 萬 9,765 人次，讓民眾擁有更便捷的交通，未來將持續營造低碳公共運輸環境。

為完善公共運輸服務，鼓勵民眾使用低碳運具進行轉乘公共運輸、短距離移動或休閒活動，於 109 年底啟動「iBike 倍增計畫」，111 年底建置公共自行車租借站 1,263 站，較 105 年底大幅增加 1,083 站，111 年租借次數 1,415.11 萬車次，較 105 年增 993.42 萬車次，約增 235.59%。

伍、結語

依 112 年甫修正通過之氣候變遷因應法，我國即將啟動碳費徵收機制，本市工業部門溫室氣體排放量及用電占比皆較高，相關業者應積極推動燃煤工業鍋爐轉型為生質燃料鍋爐，降低溫室氣體排放量，並

增加設置再生能源或實行節能措施作為替代方案，如廠房屋頂設置太陽光電、建置能源管理監控系統等，降低用電量；另本市於 111 年 4 月公布「臺中市 2050 淨零碳排路徑」報告，以「無碳無憂」為願景主軸，提出 6 大關鍵策略及 20 條零碳路徑⁶，再透過定期檢視成果，逐步落實 SDGs（永續發展目標），確保邁向零碳的正確道路。展望未來，將更積極推動多元再生能源發展，持續以「增氣、減煤、展綠」來推動綠能，並向民眾推廣選擇低碳節能生活，期在促進經濟的同時，達到能源轉型及降低溫室氣體排放之目標，邁向環境永續的願景。

註釋

1. 永續淨零三部曲的第一部曲為「簽署氣候緊急宣言」，與世界共同守護地球；第二部曲為公布「2021 臺中市自願檢視報告」，第三部曲為公布「2050 臺中市淨零碳排路徑」。
2. CO₂e（二氧化碳當量）是測量碳足跡的標準單位，目的是把不同的溫室氣體對於暖化的影響程度用同一種單位來表示。

3. 服務業部門（含包燈）統計範圍含「政府機關及學校用電效率管理計畫」所屬電號及包燈用電（屋外公共設施及特定之電燈與小型器具，如公用路燈、交通號誌等）。
4. 容量因數：容量因數為發電設備的穩定性，數值越高越穩定，容量因數 = 機組全年總發電量 / （機組裝置容量 X 機組發電天數換算時數）。
5. 以功代金係以四大超商之電子通路為統計對象。
6. 針對以下 6 大部門擬定 20 條零碳路徑，期能讓能源部門達「能源轉型，綠電優先」、工業部門達「企業轉型，出口無礙」、住商部門達「能效分級，住商淨零」、運輸部門達「零碳運輸，空氣清新」、環境部門達「全循環，零廢棄」及農業部門達「藍綠碳匯，生生不息」。

參考文獻

1. 臺中市永續低碳生活網。
2. 臺中市政府永續低碳辦公室（2022），2050 臺中淨零 - 地球家園共好·人人有責。
3. 羅珮玲（2018），打造低碳新北，從節電與綠能做起，主計月刊，第 754 期，88-94 頁。❖