



經濟部工業局 111 年度

產業循環經濟整合推動計畫

新加坡資源循環市場研析報告

中華民國 111 年 11 月

目 錄

	頁次
一、國家資源循環現況.....	1
二、資源循環之相關政策及法規	4
2.1 國家政策方向.....	4
2.2 管理法規.....	14
2.3 管理措施.....	17
三、資源循環議題.....	22
3.1 資源循環產業在新加坡的特性及優勢	22
3.2 資源循環發展的關鍵因子.....	36
四、資源循環商機.....	41
4.1 未來發展方向.....	41
4.2 投資設廠規定.....	47
4.3 投資的衝擊及風險.....	53
4.4 外商投資情形.....	55
五、結語.....	63
附錄.....	69
參考資料.....	i

圖 目 錄

	頁次
圖 1-1 新加坡總體計畫發展區域.....	2
圖 2.1.1-1 新加坡廢棄物管理策略.....	5
圖 2.1.1-2 新加坡回收箱.....	7
圖 3.1.2-1 公共廢棄物收集商及其負責區域.....	30
圖 3.1.4-1 新加坡 2019 年溫室氣體排放概況.....	35
圖 3.2.1-1 新加坡回收點.....	37
圖 4.1-1 新加坡製造部門增長趨勢.....	41
圖 4.1-2 我國對新加坡歷年製造業投資業別統計.....	44
圖 4.4-1 新加坡 2022 年經濟自由度指數.....	56
圖 4.4.1-1 東協十國 2020 年外國直接投資情形.....	57
圖 4.4.1-2 新加坡 2020 年外商投資統計（依來源）.....	57
圖 4.4.1-3 新加坡 2020 年外商投資統計（依製造業別）.....	58
圖 4.4.2-1 新加坡當地資源循環業者.....	59
圖 4.4.2-2 與新加坡合作的國際組織.....	61
圖 5-1 臺灣 2050 淨零轉型十二項關鍵戰略.....	63
圖 5-2 新加坡 2021 年廢棄物產生量及回收率.....	66

表 目 錄

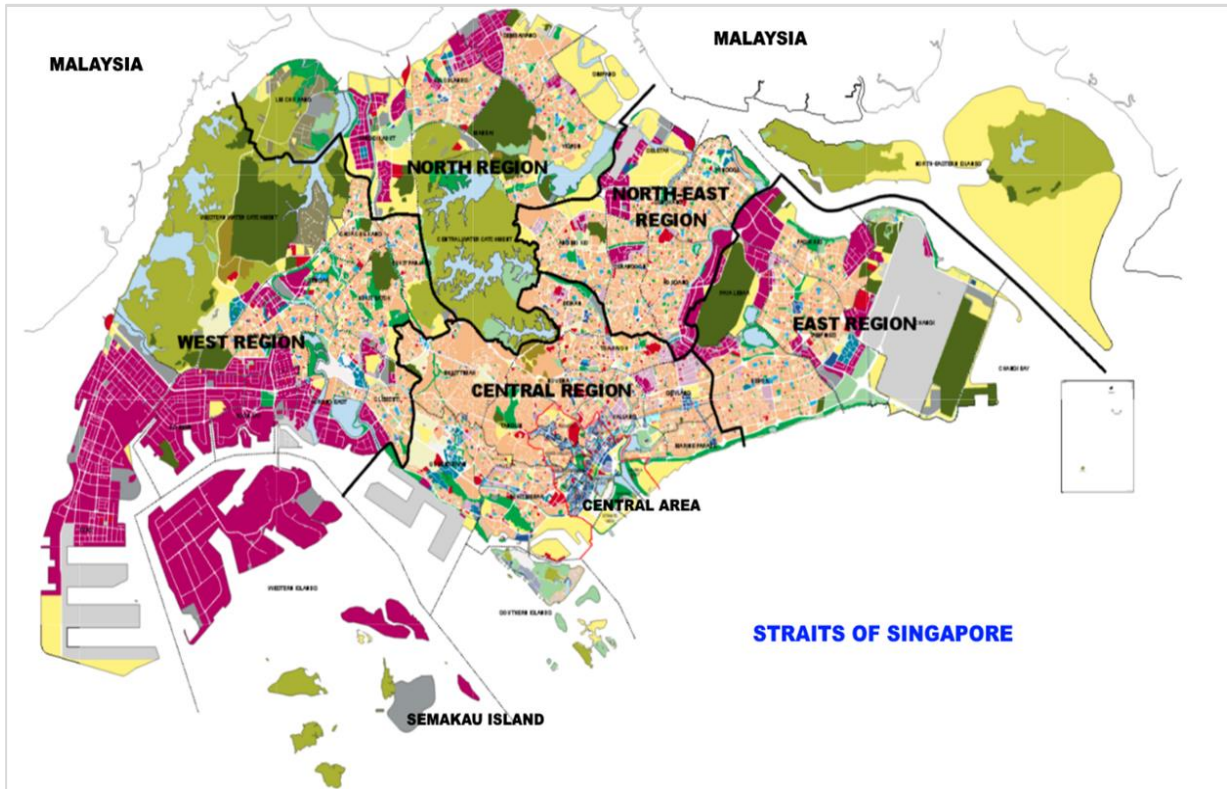
	頁次
表 1-1 臺灣對新加坡投資產業概況	2
表 2.2.1-1 廢棄物管理法規	14
表 2.2.2-1 循環經濟法規	16
表 3.1.1-1 新加坡廢棄物產生概況	22
表 3.1.1-2 新加坡廢棄物回收概況	24
表 3.1.1-3 新加坡廢棄物處置概況	29
表 3.1.2-1 許可要求	31
表 3.1.2-2 GWDFs 可處理廢棄物概況	32
表 4.1-1 我國對新加坡投資統計	42
表 4.1-2 臺商在新加坡投資的製造業部分代表企業	44
表 4.1-3 臺商代表產業可能產生的事業廢棄物種類	46
表 4.2.1-1 新加坡的商業組織基本類型	48
表 4.2.1-2 新加坡投資設廠相關主管機關	50
表 4.2.2-1 新加坡投資獎勵措施	52
表 4.3-1 新加坡與臺灣簽署的主要貿易協定	54
表 4.4.2-1 新加坡當地資源循環業者簡介	59

一、國家資源循環現況

新加坡位在馬來半島最南端，與馬來西亞、印尼等國共同掌控麻六甲海峽（Strait of Malacca）、南海、印度洋與西南太平洋的交通要道，為歐、亞、澳海上運輸樞紐¹，由新加坡島、德光島、烏敏島和聖淘沙島等 60 多個島嶼組成，新加坡本島東西寬約 49 公里，南北長約 25 公里，海岸線全長 189 公里，全國含離島總面積為 722.5 平方公里。地處世界重要的海上交通線馬六甲海峽的南端出口，戰略地位重要。在此地理優勢下，該國成為亞洲重要的金融、服務和航運中心之一，也因此成為富裕國家。近 20 年來的經濟大多呈正向發展，其中金融業、半導體業、石化業等產業的發展特別突出，許多跨國企業均到該國投資²⁻³；雖然該國 2020 年受到 COVID-19 疫情影響而使其實質經濟成長率呈-5.4%，但 2021 年已大幅反彈至 7.2%⁴，而儘管今（2022）年國際局勢動盪，嚴重影響各國經濟發展，但國際貨幣基金（International Monetary Fund, 簡稱 IMF）預估該國今年實質經濟成長率仍應有 3.2% 的水準⁵。

新加坡過往給人的印象非常注重執法與環保，是國際公認的「花園城市」國家⁶，由多種民族組成的國家，對各種族及宗教兼容並蓄，華人占最多，馬來人及印度人次之。其中青壯年人數占比高達六成，國家勞動力強盛。一般工作語言以英語為主，消除溝通上的語言障礙，新加坡憑藉著世界級的基礎建設、人才供給以及完整的生態系，在國際競爭中發展為亞洲重要樞紐。

不過其全國面積雖小⁷，人口卻持續增加（2000 年約 403 萬人，至 2021 年已達 545 萬人）⁸，如何有效利用有限土地一直是其政府的挑戰。因此該國自 1958 年開始分期推動「總體計畫（Master Plan）」，將概念性長期戰略轉換成詳細規劃以指導土地建築的發展；目前最近一期總體計畫於 2019 年推出，將全國劃分為中環區（Central Area；位於中部區域內⁹）與中部、東部、東北、北部及西部 5 個區域（Region）¹⁰進行開發（請參見圖 1-1）。



圖片來源：<https://www.ura.gov.sg/maps/?service=MP#> 及本計畫加工

圖 1-1 新加坡總體計畫發展區域

人口、經濟的增長產生更多廢棄物，為解決該問題，新加坡將廢棄物管理納入總體計畫¹¹，並在整個價值鏈中採取循環經濟的作法，透過各種措施來鼓勵可持續生產、消費及相關管理¹²。

從我國經濟部投資審議委員會公開資料來看¹³，我國環保廠商對新加坡市場似乎尚未深入開發（請參見表 1-1「用水供應及污染整治業」件數與金額），為使我商對該國廢棄物管理與循環經濟商機有更多掌握，遂針對該國近期相關概況進行資訊收集。

表 1-1 臺灣對新加坡投資產業概況

業別	件數	金額
農林漁牧業	0	0
礦業及土石採取業	10	10,182
製造業	246	4,908,960
電力及燃氣供應業	0	0
用水供應及污染整治業	2	260
營造業	6	10,970
批發及零售業	159	4,811,134

業別	件數	金額
運輸及倉儲業	26	956,660
住宿及餐飲業	1	1,500
資訊及通訊傳播業	55	109,344
金融及保險業	122	7,642,855
不動產業	3	19,181
專業、科學及技術服務業	19	19,176
支援服務業	10	38,838
公共行政及國防；強制性社會安全	0	0
教育服務業	0	0
醫療保健及社會工作服務業	1	150
藝術、娛樂及休閒服務業	1	500
其他服務業	9	73,342
合計	670	18,603,054
資料來源：投審會-政府資料開放-南向 18 國與我國雙向投資情形 (1952-2021) 及本計畫彙整		金額單位：千美元

二、資源循環之相關政策及法規

與東協其他國家相較，新加坡的環保工作顯有相當實績；為了解該國政策法規對廢棄物管理及循環經濟的帶動效果，本研究先將目前重要政策、法規與措施彙整如下。

2.1 國家政策方向

新加坡的廢棄物管理與循環經濟政策基本上是朝資源封閉循環與減少資源消耗的方向發展，目標於 2030 年之前讓回收率達到 70%，藉此延長實馬高掩埋場（Semakau Landfill；該國唯一的掩埋場）的使用年限¹⁴，相關基礎建設的規劃與投資也是為了滿足前述需求。以下針對相關政策進行說明：

2.1.1 廢棄物管理政策¹⁵

新加坡的廢棄物管理係由其國家環境局（National Environment Agency；下稱 NEA）負責，該局表示，該國人口和經濟成長使得近來的（固體）廢棄物每日處置量較 1970 年的每日處置量（1,260 噸）成長至近 7 倍，如何從有限國土取得可處理廢棄物的空間已成為該國政府的主要挑戰，而要克服這個挑戰，廢棄物需獲得正確且有效率的回收處理，民眾、公私營機構也需共同合作以建立可持續的廢棄物管理系統。

目前新加坡係以循環經濟為其廢棄物管理之策略方向，側重於兩個關鍵點--廢棄物最小化和回收利用，或稱 3R（Reduce, Reuse, Recycle）。廢棄物發電焚化廠（waste-to-energy, WtE）將固體廢棄物的體積減少約 90%，並回收能量用於發電。透過有效減少廢棄物量以節省掩埋場空間，提供最佳技術解決方案。3R 自源頭防止廢棄物產生，發揮至關重要的作用，以減少後續處理的負擔並提高資源回收效率；茲說明該國策略如下（請參見圖 2.1.1-1）：



圖片來源：NEA 及本研究加工

圖 2.1.1-1 新加坡廢棄物管理策略

(1) 廢棄物減量及再利用

在新加坡 2019 年頒布的總體計畫中，為了能將該國打造成可持續發展且富有彈性的城市國家，「資源循環 (Closing the Resource Loops)」是關鍵作法之一，而「邁向零廢棄 (Towards Zero Waste)」被列為重要目標¹⁶，該國政府除了將 2019 年訂為「邁向零廢棄年 (the Year Towards Zero Waste)」以提高民眾的環境意識，也推動首個「零廢棄總體計畫 (Zero Waste Masterplan)」，期能在 2030 年前將送至掩埋場的人均廢棄物量減少 30%¹⁷。為達成該目標，「零廢棄總體計畫」除了鼓勵民眾避免過度消費且儘量重複利用既有資源，也列出須確實執行的各項措施¹⁸，制定新加坡建設永續、資源高效型和具氣候韌性的國家關鍵戰略，包括對廢棄物和資源管理採用循環經濟方法，並轉向更永續的生產和消費。設定新的廢棄物目標：(a) 延長垃圾掩埋場壽命至 2035 年後；(b) 到 2030 年將每天送往垃圾掩埋場的數量減少 30%；(c) 至 2030 年，實現 70% 的整體回收率—非家庭廢棄物回收率 81%、家庭廢棄物回收率 30%。並在法規、行動計畫上導入相關輔助措施、提供獎勵補助誘因等，期能

達成該目標。

隨著經濟活動的加速，廢棄物產生量不斷增加，從線性經濟轉向循環經濟的緊迫壓力越來越大¹⁹，這是零廢棄總體計畫和新加坡綠色計畫的關鍵部分。

2021 年經濟活動的回升以及商業和社會活動的恢復，導致廢棄物處理量增加 10%，而回收量增加 26%。零廢棄管理政策目前執行成效為整體回收率從 2020 年的 52% 提高到 2021 年的 55%。非家庭部門的回收率從 2020 年的 68% 增加到 2021 年的 70%。實現零廢棄願景需要舉全國之力，NEA 持續與企業和消費者合作，以實施更永續的做法。

(2) 回收

新國政府鼓勵各界採用可行且高效率的回收方式，將廢棄物轉化出新價值以促進環境永續發展，其 2030 年整體回收率目標要達 70%；家庭回收率要達 30%；非家庭回收率要達 81%²⁰。

為達成前述目標，新加坡自 2001 年啟動「國家回收計畫 (National Recycling Programme；簡稱 NRP)」，由 NEA 許可的公共廢棄物收集商 (public waste collectors；下稱 PWCs) 提供回收箱及回收物收集服務給所有加入「公共廢棄物收集方案 (Public Waste Collection Scheme)」的公共住宅、私人公寓等，這些回收箱主要收集紙、塑膠、玻璃與金屬等可回收物 (圖 2.1.1-2)，由回收專用卡車定期收集並運送到材料回收場 (Materials Recovery Facilities；簡稱 MRFs) 進行分類，分類過後的回收材料才會被送到回收處理廠 (recycling facilities) 做後續處理。²¹



圖片來源：<https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/national-recycling-programme>

圖 2.1.1-2 新加坡回收箱

(3) 廢棄物處理

回收剩餘的可燃燒廢棄物會被收集起來並送到廢棄物轉化能源廠（waste-to-energy (WtE) plants；或稱焚化廠）焚燒，透過這階段的處理可減少高達 90%的廢棄物體積，有助節省掩埋空間；另外，新加坡也運用創新技術以有效回收熱能並減少灰燼產生，回收的熱能被用來發電，提供全國約 3%的用電。

(4) 掩埋場及灰燼管理

實馬高掩埋場位於實馬高島 (Semakau Island；請參見前段圖 1-1)，新加坡所有焚燒後的灰燼及不可焚化的廢棄物會先運到大士海洋轉運站 (Tuas Marine Transfer Station；簡稱 TMTS)，再用駁船轉運至該掩埋場進行最終處置；然而掩埋空間有限，為了能將該掩埋場的使用年限延長至 2035 年以後，新國除了 3R 及廢棄物處理，也相當關注灰燼管理。

目前除了將灰燼中的黑色廢金屬 (ferrous scrap metal) 回收再利用，也發展相關技術將灰燼轉為可用資源，例如將底灰 (incineration bottom ash；簡稱 IBA) 轉換成新砂 (NEWSand) 來作為道路建設的路基材料

2.1.2 循環經濟政策

新加坡政府帶頭推動循環經濟，除了在「零廢棄總體計畫」中明示該國應優先解決電子廢棄物(e-waste)、食物廢棄物與包裝廢棄物(packaging waste)等問題²³，也制定「資源永續發展法(Resource Sustainability Act；下稱 RSA；2019年10月頒布)，從源頭實施監管規範措施；該法將可解決該國廢棄物的優先處理問題，包含電子廢棄物延伸生產者責任、包裝強制報告架構，以及食物廢棄物強制分離處理等，預計2025年將納入包裝廢棄物為管制項目。以下分別簡介新加坡針對前述優先問題所提出的因應政策：

(1) 電子廢棄物²⁴

新加坡定義的電子廢棄物種類範圍包含：資通訊設備(infocomm technology equipment；下稱 ICT)、家電(home appliances)、太陽能光伏板(solar photovoltaic panels)、其他包含燈泡／照明設備、電池、電子玩具和運動休閒設備等。

這些電子廢棄物主要材質為塑膠和金屬，有些也含重金屬，新加坡政府的管理基本上多由上游進行管控，相關政策如下：

- ① 鼓勵個人或家庭以修代買，若電子產品堪用則儘量重複使用或捐贈給其他有需要者，而不需要的老舊產品可透過相關業者所發起的自願回收計畫來進行回收。
- ② NEA 已導入基於延伸生產者責任制(Extended Producer Responsibility；下稱 EPR)的電子廢棄物管理系統，藉以確保電子廢棄物的正確收集與處理，並從中擷取有價材質。NEA 也鼓勵產業與社區透過相關業者所發起的自願回收計畫進行電子廢棄物的回收。
- ③ 為了減少電子廢棄物重金屬對環境的衝擊，NEA 自 2017 年 6 月開始限用 6 種電子電器設備有害物質(restriction of hazardous substances (RoHS) in electrical and electronic equipment (EEE))。

(6種物質為：鉛、鎘、汞、六價鉻、多溴聯苯(PBB)和多溴二苯醚(PBDE)，目前歐盟限制物質²⁵增加4種：鄰苯二甲酸二(2-乙基己基)酯(DEHP)、鄰苯二甲酸丁苄酯(BBP)、鄰苯二甲酸二丁酯(DBP)和鄰苯二甲酸二異丁酯(DIBP)，總計10項。然查新加坡尚維持6項物質限制²⁶。)

- ④ 螢光燈(Fluorescent lamps)與緊密型螢光燈(compact fluorescent lamps；簡稱CFLs)的玻璃內層含微量汞，新加坡自2012年7月起只允許進口使用汞含量低於規定值的燈(直燈和圓形燈要少於10毫克，CFLs要少於5毫克)，這些燈是可與一般廢棄物一起丟到焚化爐。
- ⑤ 新加坡自1992年6月起對氧化汞、碳鋅與鹼性電池中的汞含量進行限制，超過規定的電池不能販售，同時也鼓勵民眾使用充電電池(rechargeable batteries)以減少電池廢棄量；至於鉛酸電池(Lead-acid batteries)係屬有毒工業廢棄物(Toxic Industrial Waste)，故需另外處理。
- ⑥ SS 587 管理系統標準是新加坡用來管理報廢ICT的自願性標準，使用ICT的公司、組織需提供相關設備報廢時對環境負責的管理方式，包括：再利用、維修、材料回收與責任處置等。該標準的架構與其他國際管理系統標準(如：ISO 14001)一致，若中小企業符合該標準，可以利用新加坡企業發展局(Enterprise Singapore；簡稱ESG)所提供的企業發展補助(enterprise development grant)來支應高達70%的設備成本²⁷。

(2) 食物廢棄物²⁸

雖然新加坡回收箱不收食物廢棄物，但殘留在包裝中的食物殘渣卻可能污染其他可回收物，導致回收價值降低，也可能產生擾人氣味或滋生害蟲，因此需要對其進行有效管理。

依據新加坡對食物廢棄物的管理政策，最優先工作即從源頭防止或

減少其產生，其次則對未出售或過剩的食物進行重新分配，再次為回收處理食物廢棄物，最後才是利用食物廢棄物進行能源回收（recovery energy），茲說明如下：

① 從源頭防止或減少食物廢棄物產生

NEA 自 2015 年 11 月啟動「食物廢棄物減量」推廣計畫(Food Waste Reduction (FWR) outreach programme)，透過印刷品、社群媒體與社區主導之倡議進行教育宣傳，鼓勵消費者在源頭就減少食物於未來被廢棄的機會，養成聰明購買、儲存與準備的習慣。

② 重新分配未出售或過剩的食物

NEA 鼓勵民眾與食品製造商、零售機構與超市等組織將未出售或過剩的不易腐壞、未開封、未過期的食物捐贈給食物分配組織（如：新加坡食物銀行（Food Bank Singapore）、善糧社（Food from the Heart），這些組織會重新整理並分配給有需要的家庭。

③ 回收處理食物廢棄物

對於無法避免的食物廢棄物，新國政府鼓勵儘可能回收，且應與非食物廢棄物（例如：可拋棄式餐具）分開回收，最好能在源頭就先對食物廢棄物做好分類，以免與一般廢棄物混在一起而降低分離效率；一般經過回收處理的食物廢棄物可再生為飼料或肥料。

為了讓各場所的業主、經營者與承租者能正確做好食物廢棄物分類並落實回收處理，NEA 已發行「食物廢棄物分類處理指南（Food Waste Segregation and Treatment Guidebook）」供各方參考。

④ 能源回收

對於無法回收或處理的食物廢棄物，新加坡政府會將其送至 WtE 廠處理以進行能源回收。

(3) 包裝廢棄物²⁹

與東協國家多採禁塑政策不同，新加坡認為除了減少塑膠用量，也應正視塑膠使用的必要性，該國 NEA 就曾對塑膠袋進行生命週期評估，其結論是其他材質未必更環保，另外，為了解決可能會受食物污染的包裝問題，新加坡政府也正研究更好的包裝方式或材質³⁰。

為方便產業採取具成本效益的解決方案來減少包裝廢棄物，NEA 於 2007 年發起自願性「新加坡包裝協定 (Singapore Packaging Agreement；簡稱 SPA)」，由產業公協會、個別公司、非政府組織、新加坡廢棄物管理回收協會 (Waste Management & Recycling Association of Singapore)、公共廢棄物收集商等與 NEA 共同簽署推動，SPA 於 2020 年 6 月結束，但後續仍有「強制包裝申報 (Mandatory Packaging Reporting)」與「包裝夥伴計畫 (Packaging Partnership Programme；簡稱 PPP)」持續推動包裝廢棄物管理。

「強制包裝申報」自 2021 年 1 月開始實施，為管理包裝廢棄物建立 EPR 架構基礎；在強制申報的要求下，包裝產品的生產商須收集並申報其投放到市場的包裝類型和數量，也須制定可減少最終被丟棄的包裝數量之年度計畫³¹；關於包裝廢棄物管理的 EPR 系統預計要在 2025 年以前全面實施³²。

「包裝夥伴計畫」係由「新加坡製造商總會 (Singapore Manufacturing Federation)」與 NEA 共同合作，於 2021 年 3 月開始實施，該計畫支持企業履行「強制包裝申報」的義務，也促進可持續的包裝廢棄物管理，相關目標包含³³：

- ① 建立產業對於包裝廢棄物減量、再生與回收的能力。
- ② 導入可促進包裝資源永續使用的供應鏈倡議。
- ③ 提升產業與社區對包裝廢棄物的 3R 認知。

2.1.3 降低氣候變遷影響的政策

氣候變化是一項全球性挑戰，需要全球應對。儘管作為一個沒有腹地、

資源有限的城市型國家，面臨著獨特的挑戰和限制，新加坡仍致力於在全球應對氣候變化中盡一份力量。

歷史上，新加坡在東西方貿易路線上的戰略地位使新加坡成為服務於該地區的石油儲存和精煉設施的天然地點。憑藉作為重要區域港口的地位，煉油和石化工廠有助於創造協同效應，且是東南亞、西太平洋、南亞和大洋洲商業供應網絡的一部分。雖然煉油和石化行業是新加坡碳排放的主要來源，但提高能源效率仍將是減少工業部門排放的關鍵戰略。

為應對氣候變遷，新加坡於 2010 年 7 月 1 日在總理辦公室（Prime Minister's Office, 簡稱 PMO）下成立國家氣候變遷秘書處（National Climate Change Secretariat, 下稱 NCCS），負責制定和實施新加坡應對氣候變化的國內和國際政策和策略，該小組協助總理及其內閣制定優先事項並加強政府部會之間的策略協調和規劃。

為確保今世後代繼續在低碳和資源受限的未來中茁壯成長，新加坡已採取措施來加強其氣候、資源和經濟復原力。鑑於適應規劃的複雜性和挑戰，新加坡已將長期調適規劃納入國家政策。這些措施雖會給新加坡政府和人民帶來巨額成本，但將得以因應全球氣候行動。

根據 2009 年哥本哈根協議，新加坡目前正在努力將排放量降低至 2020 年基線的 16%。新加坡於 2016 年 9 月 21 日簽署巴黎協定，2020 年 3 月 31 日向《聯合國氣候變化綱要公約》（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）提供強化之國家自主貢獻（Nationally Determined Contribution, NDC）與其長期低碳發展策略（Long-Term Low-Emissions Development Strategy, LEDS）。其目標是到 2030 年將該國的排放強度在 2005 年的基準上降低 36%，並進一步提出了絕對排放量目標：2030 年達到 6,500 萬公噸 CO₂e 的排放峰值，長期低碳發展策略建立在強化 NDC 目標上，致力於 2050 年將排放峰值降低至 3,300 萬 CO₂e，並儘快在下半世紀達成淨零排放，使新加坡完成低碳轉型。

新加坡副總理兼財政部長黃循財 2022 年 10 月 25 日在第 15 屆新加坡國際能源週的新加坡能源講座中，宣布修訂國家自定貢獻預案和長期低排放發展戰略³⁴，目標在 2030 年之前達到排放頂峰，亦在 2030 年把溫室氣體排放量減至每年 6,000 萬公噸，並最晚在 2050 年達到淨零排放。政府部門將帶動脫碳行動，爭取在約 2045 年率先達到淨零排放目標。

長期低碳發展策略包含三個承諾³⁵：

- (1) 工業、經濟、社會的改革，如更多再生能源、更好的能源效率、及降低能源消費；
- (2) 採用先進的低碳技術，如碳捕集、利用與封存（Carbon Capture, Utilization, and Storage, CCUS），以及使用低碳燃料；
- (3) 積極的國際合作，如國際氣候行動、區域電網及市場機制。

新加坡減少溫室氣體排放策略的一個關鍵是提高能源效率。新加坡已採取使用更清潔的燃料組合發電、從燃料油轉為使用天然氣。然而，通過轉換燃料產生的減排是有限度的，因為天然氣目前約占其發電燃料組合的 95%。雖然新加坡持續積極投資於清潔能源技術的研究，以減少化石燃料的使用，但其對替代或可再生能源的部署仍存在限制。

除了減少排放外，新加坡還將繼續提高認知和建設能力，透過獎勵措施或監管措施來提高各行業改善能源效率。自 2019 年起，新加坡首先針對 2019 年至 2023 年期間，每噸二氧化碳當量（tCO₂e）的溫室氣體排放徵收 5 新幣的碳稅，作為過渡期，原規劃至 2030 年將其提高到 10~15 新元/噸 CO₂e。副總理亦於前述講座中強調，新加坡計劃自 2024 年起分階段調高碳稅，目標是到 2030 年，自目前徵收 5 星元/tCO₂e，增至每公噸 50 至 80 星元。提高碳稅是否影響碳邊境調整機制，甚而對國內產品輸出至新加坡造成衝擊，有待進一步觀察。碳稅將為新加坡現有的努力提供經濟緩解，以實現在「巴黎協定（Paris Agreement）」下的氣候承諾。

2.2 管理法規³⁶

以下彙整新加坡對廢棄物管理與循環經濟的相關法規：

2.2.1 廢棄物管理法規

新加坡早在 1970 年就有廢棄物管理相關法規，於 1996 年 1 月 2 日加入《巴塞爾公約》³⁷(Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and Their Disposal；控制有害廢棄物越境轉移及其處置的巴塞爾公約)以控制有害廢棄物的進出口和轉運。1998 年 3 月 16 日頒布有害廢棄物(出口、進口和過境控制)法及其條例，根據《巴塞爾公約》的原則和規定對有害廢棄物的出口、進口和過境進行管制。

根據有害廢棄物(出口、進口及過境控制)法及其條例，任何希望出口、進口或過境有害廢棄物的行為都必須獲得化學品控制和管理部(Chemical Control and Management Department；簡稱 CCMD)的許可。CCMD 採用巴塞爾公約的事先知情同意(Prior Informed Consent；簡稱 PIC)程序來授予有害廢棄物的出口、進口或過境許可。

後續為了要讓 3R 工作能搭配國家發展情況有更好的實踐，各法規自實施後均有修訂(請參見表 2.2.1-1)。

表 2.2.1-1 廢棄物管理法規

實施年份	中文名稱	英文名稱	主要內容
1970 (最新 版於 2000 年修訂)	環境公共衛 生(公共清 潔)條例	Environmental Public Health (Public Cleansing) Regulations	■ 該條例規定 ³⁸ ： ▪ 家庭與非家庭廢棄物的處置事宜。 ▪ 廢棄物收集、清運、處置的費用與罰則。 ■ 2000 年修訂版對該國廢棄物清運和焚化 廠處理費用進行更新 ³⁹ 。
1987 (最新 版於 2020 年修訂後， 自 2021 年 生效)	環境公共衛 生法	Environmental Public Health Act	■ 該法規定 ⁴⁰ ： ▪ 須用適當的容器處理工業和家庭廢棄 物，禁止將人類排泄物用作肥料。 ▪ 廢棄物收集應由指定受雇商承包，並由 處置設施收集、傾倒和處理廢棄物。 ▪ 工業廢棄物的回收、再利用、處置程序，

實施年份	中文名稱	英文名稱	主要內容
			<p>如果是有毒或有害物質，須由該廢棄物產生者進行處置前處理，並由主管當局核發處理後的處置許可。</p> <p>■ 該法 2018 年修訂版 3A 部分(PART IIIA) 列出「區域氣動廢棄物運送系統(District Pneumatic Waste Conveyance System ; 簡稱 DPWCS)」相關規定，這部分的規定不適用於由市政管理辦公室 (Town Council) 管控的處所，而在政府公告的 DPWCS 區域內，每一處所的業主或居民必須使用該區域由擁有 DPWCS 許可證業者所興建、營運與維護的氣動廢棄物運送系統。</p>
1988 (最新版於 2000 年修訂)	環境公共衛生 (有毒工業廢棄物) 條例	Environmental Public Health (Toxic Industrial Waste) Regulations	<p>■ 該條例規定⁴¹：</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 在有毒工業廢棄物的收集和處置方面，若產生者在其場所內所產生之有毒工業廢棄物種類或性質有變動，或是其數量、體積、濃度等超標時，應通知主管機關並提出相關因應方案或告知已採取之行動。 ▪ 除非有經核准的現場處置設施，或是有聘請有許可證的有毒工業廢棄物收集商進行處置，否則產生者不得使用或保留有毒工業廢棄物。 ▪ 除了國內之產生來源，若無主管機關許可，任何人均不得進口或攜帶有毒工業廢棄物入境新加坡。 ▪ 相關罰則與雜項規定。
1989 (最新版於 2001 年修訂)	環境公共衛生 (一般廢棄物收集) 條例	Environmental Public Health (General Waste Collection) Regulations	<p>■ 該條例規定⁴²：</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 家庭與工業廢棄物、下水道系統廢棄物、衛生設施廢棄物、經處理而無害的有害物質及有毒廢棄物的收集與處置事項。 ▪ 要收集或運送一般廢棄物的業者均應申請許可，而僅有持特定許可的業者才能收集可回收物。 ▪ 廢棄物收集車輛的標籤、清潔與維護相關事項。

實施年份	中文名稱	英文名稱	主要內容
			<ul style="list-style-type: none"> ▪ 相關罰則與雜項規定。
1997 (最新 版於 1998 年修訂)	有害廢棄物 (出口、進 口及過境控 制) 法	Hazardous Waste (Control of Export, Import and Transit) Act	<ul style="list-style-type: none"> ■ 該法根據巴塞爾協定(Basel Convention) 的原則對有害廢棄物的出口、進口和過 境進行規範⁴³。

資料來源：NEA 及本計畫彙整

2.2.2 循環經濟法規

新加坡於 2019 年就推出循環經濟相關法規-資源永續發展法 (RSA；請參見表 2.2.2-1)，期望藉此成為一個可持續發展、節約資源和具有氣候調適能力的國家。該法主要目的包含⁴⁴：

- (1) 讓生產者負擔其產品成為廢棄物時所需收集處理的成本。
- (2) 鼓勵包裝生產者減少生產，也重複使用或回收包裝。
- (3) 正確分類和處理食物廢棄物。

該法也針對產生量較多而回收率較低的三類廢棄物（電子、食物和包裝）的監管措施賦予法律效力⁴⁵。

表 2.2.2-1 循環經濟法規

實施年份	中文名稱	英文名稱	主要內容
2019	資源永續發 展法	Resource Sustainability Act (RSA)	<ul style="list-style-type: none"> ■ 該法規定⁴⁶： <ul style="list-style-type: none"> ▪ 廢棄物收集處理相關之義務，例如： <ul style="list-style-type: none"> ➢ 在食物廢棄物方面規定，從 2021 年起，新的大型工商場所開發商需在設計規畫中配置食物廢棄物處理系統的空間；而從 2024 年起，大型工商業食物廢棄物產生者須將食物廢棄物確實分類處理。 ➢ 要求申報進口到新加坡或在新加坡使用的包裝情況，並提交其 3R 計畫。 ▪ 規範生產者責任方案 (Producer

實施年份	中文名稱	英文名稱	主要內容
			Responsibility Schemes) 的相關事項。 <ul style="list-style-type: none"> 法規執行人員權力和違法者的相關罪罰。

資料來源：NEA 及本計畫彙整

2.2.3 近期法規發展

據新國官員表示，新加坡飲料容器「押金退還方案（Deposit Refund Scheme；簡稱 DRS）」將於 2022 年完成立法，目前為讓消費者與產業調整的過渡期，同時也要設置指定回收點與回收系統等，預計於 2023 年正式實施，該立法也是新國邁向零廢棄國家的重要工作之一⁴⁷。

2.3 管理措施

在政策法規的推動下，新加坡實施許多廢棄物管理或循環經濟相關措施，以下僅列舉一些重要措施供參：

2.3.1 新加坡綠色計畫 2030（Singapore Green Plan 2030）⁴⁸

有鑑於氣候變遷議題已是全球共同面對的挑戰，新加坡政府遂推動可持續發展的全國性行動-新加坡綠色計畫 2030(也可稱「綠色計畫(Green Plan)」，一項推進新加坡國家永續發展議程的全民運動，政府主導部門擴大至教育部、國家發展部、永續發展與環境部、貿工部與交通部，突顯政府對永續治理的重視與決心。為未來 10 年制定具體目標，加強落實該國在「聯合國 2030 永續發展議程（UN's 2030 Sustainable Development Agenda）」與「巴黎協定」的承諾，並加速實現長期的淨零排放目標。

該計畫有 5 大關鍵項目，包括：自然城市（City in Nature）、永續生活（Sustainable Living）、能源重置（Energy Reset）、綠色經濟（Green Economy）、具有韌性的未來（Resilient Future）；與廢棄物管理、循環經濟相關項目及目標（以 2020 年為基線）如下：

(1) 永續生活（Sustainable Living）

該項目的幾項行動之一係要培養減少消費與廢棄物的綠色公民（A

Green Citizenry that Consumes and Wastes Less)

① 2026 年目標

每日送至掩埋場的人均廢棄物量要減少 20%。

② 2030 年目標

減少家庭耗水量至人均每日 130 公升；

每日送至掩埋場的人均廢棄物量要減少 30%。

(2) 能源重置 (Energy Reset)

在該項目中，除了推動綠色能源，也推動更環保的基礎建設與建築，其中 2025 年目標即包含要建置新加坡首個可 100%能源自給自足的整合廢棄物與廢水處理設施。

(3) 綠色經濟 (Green Economy)

綠色經濟發展可推動就業與經濟成長，新加坡正尋求相關投資，期能在 2030 年達成以下目標：

- ① 裕廊島 (Jurong Island) 成為可持續發展的能源和化學品園區。
- ② 成為可持續旅遊目的地。
- ③ 成為領先的綠色金融和服務中心，促進亞洲轉型到低碳和可持續發展的未來。
- ④ 成為亞洲碳服務中心。
- ⑤ 成為開發新的可持續發展解決方案之領先區域中心。
- ⑥ 建立強大的當地企業庫以掌握可持續發展的機會。

2.3.2 反向販賣機 (Reverse Vending Machines；簡稱 RVMs)⁴⁹ 及押金退還方案 (Deposit Refund Scheme；簡稱 DRS)⁵⁰

RVMs 是為鼓勵新加坡人採取具環境意識的生活方式所提供的一種便利回收作法，係由 NEA 與 F&N 食品集團合作推動，以多重獎勵方案 (Multi-

Reward Scheme) 鼓勵民眾回收飲料容器，如鋁罐或塑膠瓶；民眾在單筆交易中，每放入 10 個空飲料容器到 RVMs，可從非貨幣獎勵中選擇一項（目前有購物／餐飲兌換券（代幣）、免費騎乘公共自行車等），或是選擇不要任何獎勵。

而為了從小培養回收習慣，鼓勵學生實踐 3R，NEA 與 F&N 於 2020 年 3 月在「回收與節約倡議 (Recycle N Save Initiative)」下啟動「RVM 學校教育計畫 (RVM School Education Programme)」，參與的中小學將設置不發獎勵的 RVMs 並由 NEA 學校環境基金 (Environment Fund for Schools) 予以補助。

目前全新加坡有獎勵的 RVMs 有 36 處，其中北部有 4 處，東部有 7 處，中央區域有 10 處，西部區域有 12 處，南部區域（聖陶沙 (Sentosa)）則僅有 3 處。截至 2020 年底，RVMs 已收集近 4 百萬個飲料容器⁵¹。

而在 RVMs 實施有成的基礎上，NEA 也推出飲料容器押金退還方案⁵²，作為包裝廢棄物管理 EPR 的第一階段措施；在該方案下，飲料容器生產商將在消費者將空飲料容器退回指定回收點時提供退款。預計採行之押金金額在 0.1~0.2 新幣間（約 7~14 美分），NEA 提議此制度涵蓋容量 150 毫升~3 公升（5 盎司~0.8 加侖）的金屬罐和塑膠瓶，因其具有高材料價值和高消費數量，且易於收集和壓實。下一階段再考量納入飲料紙盒和玻璃瓶。並建議廠商採用包裝容器自動回收機，並在較大的零售地點增設櫃檯回收機制。

2.3.3 資金補助措施—3R 基金⁵³

新加坡對於廢棄物管理或循環經濟所提供的資金補助措施主要為「3R 基金 (3R Fund)」。

3R 基金是一項共同資助計畫，新加坡的任何組織皆可申請，目的在鼓勵組織透過廢棄物最少化與回收方案，減少丟棄到焚化廠與處置設施的廢棄物量，基本上，組織的申請方案必須可以提高固體廢棄物的回收量（不含有毒與化學廢棄物）或減少固體廢棄物的產生量，而在整個方案期限(1~3.5 年)

內減少、再利用或回收的最少噸數為 100 噸，此外，具有創新過程與概念，以及處理標的為食物、塑膠、玻璃等低回收率廢棄物的方案將較優先通過，但 RSA 規範場所的現場食物廢棄物處理系統相關方案已停止補助。

該基金可補助組織符合規定之成本達 80%，每方案或每申請者最多可獲得 1 百萬新幣；補助規模將視廢棄物種類及其減少之產生量或提高之回收量而定，而「包裝夥伴計畫 (PPP)」的參與成員相較於非成員，有資格獲得高達 2 倍的補助。

2.3.4 其他值得關注的項目—線上購物包裝再利用試點方案⁵⁴

除了前述措施，據近期新加坡新聞報導，購物者可以退回網上購物的包裝，以便在試點方案中再利用，期能藉此減少包裝廢棄物，茲簡單說明該項目內容。

(1) 試點目的

在新加坡推廣可重複利用電子商務包裝的概念以證明循環經濟的方式是可行(該試點將展示如何利用新加坡發達的郵政網絡來支持逆向物流供應鏈，進而促進循環經濟)。

(2) 發起及參與單位

世界自然(新加坡)基金會(World Wide Fund for Nature Singapore；簡稱 WWF-Singapore)發起，其紀念品銷售網站為試點方案參與者之一。

目前超過 10 家廠商參與該方案，包括：銷售濕紙巾、洗手液和其他衛生用品的「快樂福 (Cloversoft)」、護髮產品製造商「特芬莉 (Davines)」、在湯申上段 (Upper Thomson) 設有分店和網路商店的雜貨商 UnPackt 等等；包裝供應商 Better Packaging 提供可重複利用的包裝材料；逆向物流則有「新加坡郵政 (Singapore Post)」提供免費回郵服務。

(3) 試點期間

自 2022 年 4 月 5 日起至 9 月。

(4) 執行方式

消費者從參與單位的網路商店購買商品時，可選擇可重複使用的電子商務包裝。

該類包裝可直接免費退給快遞員，也可退還到包裝所屬品牌的實體店或是任何新加坡郵政信箱處。

(5) 預期效益

藉由試點方案取得消費者選擇加入方案的比率、退回包裝的比率及其行為所花費的時間等資訊，做為未來擴大試點的依據。

廠商參與該方案有利於提高聲譽、吸引客戶，也讓該國發展更永續。

三、資源循環議題

新加坡廢棄物管理與循環經濟的政策、法規與措施對於引導產業發展有相當幫助，這從國際相關統計研究，新加坡的整體回收率（Recycling Rate）排名一直位居全球前段班可以看出⁵⁵、⁵⁶，不過近年來面對廢棄物出口市場萎縮，新加坡在回收方面也面臨不少挑戰，但這也可能是商機所在。為了解我商切入新加坡市場的機會，茲將新加坡廢棄物管理及循環經濟的產業發展概況彙整如下：

3.1 資源循環產業在新加坡的特性及優勢

3.1.1 廢棄物相關統計

本研究彙整新加坡官方所公布的統計資料來了解該國廢棄物相關管理概況，茲說明如下：

(1) 廢棄物產生概況⁵⁷

從 2016~2021 年新加坡廢棄物產生概況（表 3.1.1-1）可以看到，新加坡的廢棄物年產生量總計自 2016 年一路降至 2020 年，並於 2021 年翻升，不過以 2016~2021 年複合變化率-2.3%來看，其廢棄物減量的政策還是有相當成效，特別是 2019 年該國開始大力推動「零廢棄總體計畫」，當年廢棄物總產生量就較 2018 年大幅減少 6.0%。

表 3.1.1-1 新加坡廢棄物產生概況

年份	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
	產生量	占比	產生量	占比	產生量	占比	產生量	占比	產生量	占比	產生量	占比
建築拆除	1,595	20.4%	1,609	20.9%	1,624	21.1%	1,440	19.9%	825	14.0%	1,013	14.6%
黑色金屬	1,358	17.4%	1,379	17.9%	1,269	16.5%	1,278	17.7%	934	15.9%	1,312	18.9%
紙 / 紙板	1,183	15.1%	1,145	14.9%	1,054	13.7%	1,011	14.0%	1,144	19.5%	1,136	16.4%
塑膠	822	10.5%	815	10.6%	949	12.3%	930	12.9%	868	14.8%	982	14.1%
食物	791	10.1%	810	10.5%	763	9.9%	744	10.3%	665	11.3%	817	11.8%
木材	531	6.8%	424	5.5%	320	4.2%	438	6.1%	304	5.2%	310	4.5%
園藝	321	4.1%	328	4.3%	521	6.8%	400	5.5%	313	5.3%	332	4.8%
灰燼污泥	227	2.9%	243	3.2%	240	3.1%	252	3.5%	228	3.9%	249	3.6%
紡織品 / 皮革	151	1.9%	151	2.0%	220	2.9%	168	2.3%	137	2.3%	189	2.7%
廢渣	251	3.2%	273	3.5%	181	2.4%	129	1.8%	106	1.8%	182	2.6%

年份	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
非鐵金屬	97	1.2%	94	1.2%	171	2.2%	126	1.7%	75	1.3%	88	1.3%
玻璃	72	0.9%	71	0.9%	64	0.8%	75	1.0%	66	1.1%	74	1.1%
廢輪胎	33	0.4%	36	0.5%	32	0.4%	33	0.5%	23	0.4%	27	0.4%
其他#	383	4.9%	326	4.2%	286	3.7%	210	2.9%	193	3.3%	233	3.4%
總計	7,814	100.0%	7,704	100.0%	7,695	100.0%	7,234	100.0%	5,880	100.0%	6,944	100.0%
年變化率			-1.4%		-0.1%		-6.0%		-18.7%		18.1%	
2016-2021 年複合變化率											-2.3%	
以來源分	產生量	占比	產生量	占比	產生量	占比	產生量	占比	產生量	占比	產生量*	占比
家庭	2,092	26.8%	2,035	26.4%	1,996	25.9%	1,866	25.8%	1,761	29.9%	1,820	26.2%
非家庭	5,722	73.2%	5,669	73.6%	5,699	74.1%	5,367	74.2%	4,120	70.1%	5,120	73.8%

資料來源：NEA 網站及本計畫彙整
#包含：石材、陶瓷、橡膠等。
*原資料為百萬噸並只呈現小數點下 2 位，為方便比較，本研究以千噸呈現，故合計與上方總計有些誤差。

以下分別針對新加坡廢棄物重要種類與來源概況做進一步說明：

① 重要種類概況

觀察表 3.1.1-1「以種類分」的欄位，可以發現新加坡的前 5 大廢棄物（建築拆除、黑色金屬、紙／紙板、塑膠、食物）占整體比重平均約 75%，若把木材、園藝廢棄物等生質能重要來源也計入，這 7 類占整體比重平均約 85%。

在 2019 年以前，「建築拆除」與「黑色金屬」廢棄物產生量一直在新加坡排名第一與第二，但 2020 年因疫情實施阻斷措施（Circuit Breaker；簡稱 CB），該國建築業與工業活動停頓，相關廢棄物產生量大減。

「紙／紙板」廢棄物的產生量 2019 年以前一直位居第三，但疫情關係，線上購物與外送食物增加，相關包裝廢棄物隨之增加，帶動「紙／紙板」在 2020 年成為占比最大的廢棄物。

「塑膠」的部分，2020 年也因 CB 導致工業與家庭產生的塑膠廢棄物較 2019 年減少⁵⁸，但其產生量仍稍大於「建築拆除」廢棄物。

至於「食物」廢棄物的產生量，自 2017 年至 2020 年是呈現逐年減少的情況。

新加坡疫情於 2020 年第 3 季起明顯放緩，雖然 2021 年 9 月開始，每日確診數又再次攀高⁵⁹，但經濟快速反彈使得 2021 年「建築拆除」、「黑色金屬」、「塑膠」、「食物」等廢棄物較 2020 年大幅增加，部份甚

至已超過 2019 年的水準，而 2021 年「紙／紙板」的產生量雖然較 2020 年略少，但也是超過 2019 年的水準。

② 來源概況

觀察表 3.1.1-1「以來源分」的部分，可以看到新加坡的廢棄物主要來自「非家庭」部門（含辦公室、工商場所等），其產生量大致為「家庭」部門的 2.8 倍，僅 2020 年因 CB 管控，非必要經濟活動暫停、商品需求減少、人員流動也受限⁶⁰，故其產生量大減，造成該年產生量僅為「家庭」部門的 2.3 倍。

2021 年疫情趨緩，在社會與工商活動重新恢復的情況下，「家庭」與「非家庭」廢棄物的產生量都較 2020 年增加，且逼近 2019 年的水準。從表 3.1.1-1 也可發現，「家庭」廢棄物在 2019 年該國開始推動「零廢棄總體計畫」前就已有逐年減少的趨勢，而在開始推動當年，「家庭」或「非家庭」廢棄物均較往年大幅減少。

(2) 廢棄物回收概況

從 2016~2021 年新加坡廢棄物回收概況（表 3.1.1-2）可以看到，該國整體回收量（回收率 = 總回收量 / 總產出量）在 2018 年以前均有 4,700 千噸（回收率 61%）以上的水準，但 2019 年開始滑落，而 2020 年因疫情，可回收物收集業務被暫時擱置，直到 2020 年第 3 季疫情趨緩才又逐漸恢復⁶¹，故當年回收量（率）表現均不佳，2021 年在經濟復甦的帶動下，雖然回收量（率）呈現反彈，但均未達 2019 年以前的水準。

表 3.1.1-2 新加坡廢棄物回收概況

年份	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
以種類分	回收量	回收率	回收量	回收率	回收量	回收率	回收量	回收率	回收量	回收率	回收量	回收率
建築拆除	1,586	99.4%	1,600	99.4%	1,618	99.6%	1,434	99.6%	822	99.6%	1,011	99.8%
黑色金屬	1,352	99.6%	1,371	99.4%	1,260	99.3%	1,270	99.4%	930	99.6%	1,306	99.5%
紙／紙板	607	51.3%	569	49.7%	586	55.6%	449	44.4%	432	37.8%	437	38.5%
塑膠	60	7.3%	52	6.4%	41	4.3%	37	4.0%	36	4.1%	58	5.9%
食物	111	14.0%	133	16.4%	126	16.5%	136	18.3%	126	18.9%	154	18.8%
木材	412	77.6%	327	77.1%	227	70.9%	289	66.0%	195	64.1%	234	75.5%

年份	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
園藝	209	65.1%	221	67.4%	428	82.2%	293	73.3%	249	79.6%	277	83.4%
灰燼污泥	28	12.3%	29	11.9%	25	10.4%	25	9.9%	16	7.0%	22	8.8%
紡織品 / 皮革	11	7.3%	10	6.6%	14	6.4%	6	3.6%	6	4.4%	7	3.7%
廢渣	247	98.4%	269	98.5%	179	98.9%	127	98.5%	104	98.1%	181	99.5%
非鐵金屬	96	99.0%	92	97.9%	170	99.4%	124	98.4%	73	97.3%	87	98.9%
玻璃	15	20.8%	12	16.9%	12	18.8%	11	14.7%	7	10.6%	9	12.2%
廢輪胎	30	90.9%	33	91.7%	29	90.6%	31	93.9%	22	95.7%	26	96.3%
其他#	7	1.8%	7	2.2%	11	3.9%	15	7.1%	21	10.9%	18	7.7%
總計	4,769	61.0%	4,724	61.3%	4,726	61.4%	4,247	58.7%	3,040	51.7%	3,826	55.1%
年變化率			-0.9%		0.0%		-10.1%		-28.4%		25.9%	
2016-2021 年複合變化率											-4.3%	
以來源分	回收量*	回收率	回收量	回收率	回收量*	回收率	回收量*	回收率	回收量	回收率	回收量*	回收率
家庭	432	20.7%	425	20.9%	436	21.8%	316	16.9%	231	13.1%	240	13.2%
非家庭	4,332	75.7%	4,299	75.8%	4,289	75.3%	3,927	73.2%	2,810	68.2%	3,580	69.9%
資料來源：NEA 網站及本計畫彙整												單位：千噸
#包含：石材、陶瓷、橡膠等。												
*原資料為百萬噸並只呈現小數點下 2 位，為方便比較，本研究以千噸呈現，故合計與上方總計有些誤差。												
備註	回收的木材和園藝廢棄物中											
	362 千噸被運往生質能發電廠當作燃料。	347 千噸被運往生質能發電廠當作燃料。	438 千噸被運往生質能發電廠和勝科廢棄物發電廠 (Sembcorp Energy from Waste plant) 當作燃料	458 千噸被運往生質能發電廠和勝科廢棄物發電廠當作燃料。	406 千噸被運往生質能發電廠和勝科廢棄物發電廠當作燃料。	435 千噸被運往生質能發電廠和勝科廢棄物發電廠當作燃料。						

以下分別從幾個角度來對該國回收概況進行初步了解：

① 重要種類概況

觀察表 3.1.1-2 「以種類分」的欄位，「建築拆除」與「黑色金屬」歷年回收率均維持在 99% 以上，「廢渣」、「非鐵金屬」與「廢輪胎」也都有 90% 以上，而「木材」和「園藝」的回收率則多在 70% 以上，但「紙／紙板」、「塑膠」、「食物」與其他廢棄物的回收表現還有許多進步的空間，故本研究僅就新加坡前 5 大廢棄物中回收率較低的種類進行了解：

● 塑膠

新加坡前 5 大廢棄物中，回收率最低的一直是塑膠廢棄物，即便 2021 年疫情趨緩帶動回收量較 2019 年大幅增加，但回收率也僅有 5.9%；據該國專家表示，除了 2020 年疫情流行讓回收鏈受到影響，塑膠回收狀況不佳的原因主要包括⁶²：

I. 消費者欠缺正確回收的知識

PET 瓶（用於盛裝碳酸飲料）、塑膠袋可回收，但吸管、一次性塑膠餐具、保麗龍包裝等則不可回收，但據相關研究發現，近 70% 的新加坡居民並不完全了解哪些塑膠廢棄物是可回收的，結果許多塑膠廢棄物未被正確丟到回收箱。

II. 回收處理成本高

即便塑膠廢棄物有被正確丟到回收箱中，也常見因未清洗而留有食物殘渣的塑膠包裝或是被食物殘渣污染的其他可回收物；而因為水在新加坡是稀少資源，回收處理廠基於成本考量，通常不會清洗也不會回收這些受污染廢棄物，此外，有些塑膠會與非塑膠混用，在回收前需要大量空間與人力進行分離與清潔，成本也很高；這些受污染與未分類的塑膠廢棄物大多會直接送去焚化。

III. 出口市場萎縮

新加坡以往會將塑膠廢棄物賣到中國和東南亞其他國家，其回收量多取決於這些進口國的需求，故當中國於 2018 年開始實施禁廢令，禁止塑膠與其他廢棄物的進口，當年新加坡塑膠回收量（率）即從 2017 年的 52 千噸（6.4%）降到 41 千噸（4.3%），而許多東南亞國家也紛紛仿效中國作法⁶³，使得後續回收量（率）持續走低，至於 2021 年回收量大幅翻揚，推估是因疫情而暫停的回收業務恢復，加上疫情趨緩帶來爆發性消費所產生的塑膠廢棄物變多所致。

● 食物

在新加坡前 5 大廢棄物中，食物廢棄物的回收率僅高於塑膠，且近幾年有逐漸提高的趨勢（2016 年 14.0%；2021 年 18.8%），這主要是因為該國政府鼓勵並採取有助於降低食物廢棄物處置量的回收解決方案⁶⁴，例如：家庭可自行製作堆肥箱、食品製造商的均質食物廢棄物（廢酵母／穀物、豆渣和麵包廢料）回收轉化為動物飼料、飯店／購物中心

／學校等可使用食物廢棄物處理系統將食物廢棄物轉化為堆肥或非飲用水...等，目前也有試點方案，將食物廢棄物與廢水污泥共同消化處理（co-digestion process），該方式較單用廢水污泥可以產出更多的生質氣體，進而提高能量回收⁶⁵。

● 紙／紙板廢棄物

紙／紙板廢棄物回收率在 2018 年達高峰（55.6%），但 2019 年大幅滑落到 44.4%，這主要是因為回收紙市場受到出口市場萎縮及數位化減少列印需求所影響⁶⁶。而 2020 年及 2021 年回收率分別降至 37.8%與 38.5%，主要是因疫情，新加坡非正規收集業者（俗稱 karang guni）暫停挨家挨戶收集紙／紙板，以及獎勵回收商的垃圾換現金（Cash-for-Trash）計畫暫停的緣故⁶⁷。

② 來源概況

觀察表 3.1.1-2「以來源分」的部分，可以看到「非家庭」部門的回收狀況較佳。

即便疫情對回收工作造成影響，但 2020 與 2021 年「非家庭」部門的回收率仍有近 70%的水準，這主要是因為建築、工業方面的廢棄物回收量大且回收率高，使得整體「非家庭」廢棄物回收量（率）也提高；相對地，「家庭」部門的廢棄物回收率在 2018 年以前就僅有 21%左右的水準，而在中國與東南亞禁止固體廢棄物進口後，其回收率更是大降，2020 年起又逢疫情，回收管道受阻，回收率落到僅略高於 13%的水準。

③ 與目標差距

前面提過，新加坡設定 2030 年整體回收率要達 70%的目標，其中，「家庭」廢棄物回收率要達 30%；「非家庭」廢棄物的回收率則要達 81%，以目前各項回收率的表現以及回收動機減弱的狀況來看，要在 2030 年前達此目標，可能需要有更多激勵措施或是大幅提高回收技術與能量。

目前新國政府政策上相當鼓勵將回收物轉化為有價產品或能、資源，

以 WtE 為例，新加坡於 2021 年有 435 千噸的回收木材和園藝廢棄物被用來當作生質能發電燃料，相較 2016 年的 362 千噸增加約 20%。

(3) 廢棄物處置概況

廢棄物處置量受到產生量與回收量的影響，而從新加坡廢棄物產生與回收的趨勢來看，對於要減輕該國唯一掩埋場處置負擔，以延長其使用年限似乎挑戰不小；這從表 3.1.1-3 除了 2020 年處置量稍低，其餘年份處置量均在 2,900 千噸以上，且 2021 年處置量為近 6 年新高（2016~2021 年複合變化率有 0.5%）可以看出。

① 重要種類概況

表 3.1.1-3 中，明顯可以看到處置量最多的三類為「紙／紙板」、「塑膠」與「食物」，三類處置量占整體比重自 2016 年約 66%，到 2021 年已成長到約 73%。

這些年來處置量最多的廢棄物一直是「塑膠」，在量的方面也呈現增加的趨勢；至於「食物」廢棄物，在 2020 年以前，處置量有逐漸下降的趨勢（2021 年又再次翻升）；而「紙／紙板」的處置量在 2019 年較 2018 年大增後，2020 與 2021 年的處置量均較過往為高，且排名也都超越「食物」。

② 來源概況

新加坡處置量中，來自「家庭」的處置量在 2020 年以前是呈現下降，在 2021 年則反彈，而來自「非家庭」的處置量，除了 2020 年較少以外，整體來看是呈現增加。

若從占比來看，來自「家庭」的占比在 2020 年以前都比「非家庭」高出不少；但 2021 年在「非家庭」處置量大增的情況下，兩者的差距已縮小至 1.2 個百分點，惟此可能係該國疫情趨緩所造成的短期現象，可持續觀察兩種來源的廢棄物產生與回收狀況來了解後續發展。

表 3.1.1-3 新加坡廢棄物處置概況

年份	2016		2017		2018		2019		2020		2021	
以種類分	處置量	占比	處置量	占比	處置量	占比	處置量	占比	處置量	占比	處置量	占比
建築拆除	10	0.3%	9	0.3%	7	0.2%	6	0.2%	3	0.1%	2	0.1%
黑色金屬	6	0.2%	8	0.3%	9	0.3%	8	0.3%	4	0.1%	6	0.2%
紙 / 紙板	576	18.9%	576	19.3%	467	15.7%	561	18.8%	712	25.1%	699	22.4%
塑膠	763	25.1%	763	25.6%	909	30.6%	893	29.9%	832	29.3%	924	29.6%
食物	680	22.3%	677	22.7%	637	21.5%	607	20.3%	539	19.0%	663	21.3%
木材	119	3.9%	97	3.3%	93	3.1%	149	5.0%	109	3.8%	76	2.4%
園藝	112	3.7%	108	3.6%	93	3.1%	107	3.6%	64	2.3%	55	1.8%
灰燼**污泥	199	6.5%	215	7.2%	215	7.2%	226	7.6%	211	7.4%	227	7.3%
紡織品 / 皮革	140	4.6%	141	4.7%	206	6.9%	161	5.4%	131	4.6%	182	5.8%
廢渣	4	0.1%	3	0.1%	2	0.1%	3	0.1%	2	0.1%	1	0.0%
非鐵金屬	1	0.0%	2	0.1%	2	0.1%	2	0.1%	2	0.1%	1	0.0%
玻璃	58	1.9%	59	2.0%	52	1.8%	64	2.1%	58	2.0%	65	2.1%
廢輪胎	3	0.1%	3	0.1%	3	0.1%	2	0.1%	1	0.0%	1	0.0%
其他#	376	12.3%	319	10.7%	274	9.2%	195	6.5%	173	6.1%	214	6.9%
總計	3,045	100.0%	2,980	100.0%	2,969	100.0%	2,984	100.0%	2,841	100.0%	3,118	100.0%
年變化率			-2.1%		-0.4%		0.5%		-4.8%		9.8%	
2016-2021 年複合變化率											0.5%	
以來源分	處置量*	占比	處置量	占比	處置量*	占比	處置量*	占比	處置量*	占比	處置量*	占比
家庭	1,660	54.4%	1,610	54.0%	1,560	52.5%	1,550	51.8%	1,530	53.9%	1,580	50.6%
非家庭	1,390	45.6%	1,370	46.0%	1,410	47.5%	1,440	48.2%	1,310	46.1%	1,540	49.4%

資料來源：NEA 網站及本計畫彙整 單位：千噸

#包含：石材、陶瓷、橡膠等。

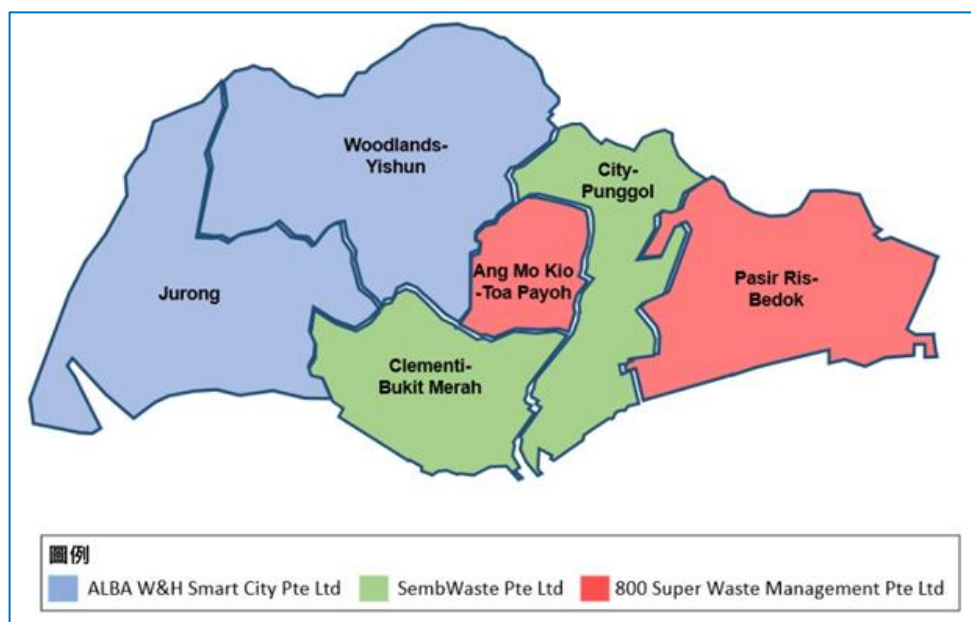
*原資料為百萬噸並只呈現小數點下 2 位，為方便比較，本研究以千噸呈現，故合計與上方總計有些誤差。

**焚化爐底灰中的金屬會回收，不含在處置量中。

3.1.2 廢棄物管理相關單位

(1) 公共／一般廢棄物及可回收物收集商⁶⁸

在國家回收計畫下，公共廢棄物收集方案（Public Waste Collection Scheme）透過公開競標指定 PWCs（現有 3 家），在 6 個指定區域內提供廢棄物與可回收物的收集服務（如圖 3.1.2-1）。



圖片來源：<https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/waste-collection-systems>

圖 3.1.2-1 公共廢棄物收集商及其負責區域

私人開發建築（含：公共住宅、私人公寓）的分層地契管理委員會（Management Corporation Strata Title；簡稱 MCST）可以選擇退出該計畫，但一旦選擇退出，在公共廢棄物收集期間將不能改變決定。

另外，NEA 也核發許可給主要服務工商場所的一般廢棄物收集商（general waste collectors；簡稱 GWCs），這類許可是透過申請，效期一年，並依據可收集的廢棄物種類分四級，包括：

① A 級（Class A）

可處理「無機廢棄物」，如：建築翻修廢料、木材園藝、家電、大型物品等，以及不含食物的「可回收物」。

② B 級（Class B）

可處理「有機廢棄物」，如：來自家庭、貿易／工業場所、市場／食品中心的食物或會腐敗的廢棄物，但不含用過的烹調油。

③ B.1 級（Class B.1）

可處理「用過的烹調油」。

④ C 級（Class C）

可處理包含來自水處理廠、隔油池 (grease interceptors)、水封廁所 (water-seal latrines)、污水處理廠、化糞池或其他類型的污水處理系統的污泥，以及來自船舶飛機衛生設施的廢棄物。

截至 2022 年 3 月，GWCs 共有 356 家，主要分布在人口聚集的平地區域，其中，具 A 級許可有 299 家，具 B 級有 75 家，具 B.1 級有 19 家，具 C 級 57 家⁶⁹。

(2) 毒性工業廢棄物收集商⁷⁰

新加坡毒性工業廢棄物的處理、運輸、棄置係受到環境公共衛生(有毒工業廢棄物)條例的規範，相關收集商均需獲得許可，其運輸若超過規定數量也需有運輸許可；截至 2022 年 5 月，該國共有 204 家有毒工業廢棄物收集商，其中可收集含聚氯乙烯 (Polyvinyl Chloride; PVC) 廢棄物與廢鉛酸電池的家數較多，分別有 120 家與 102 家⁷¹。

(3) 一般廢棄物處理場 (General Waste Disposal Facilities; 簡稱 GWDFs)

72

GWDFs 是指可接收、儲存、加工或回收處理一般廢棄物的場所，所有 GWDFs 均需獲得許可或提交豁免聲明，相關要求如表 3.1.2-1。

表 3.1.2-1 許可要求

廢棄物類別	許可要求	
混合的一般廢棄物	接收、儲存、加工或處理左列廢棄物的場所需取得許可。	
食物廢棄物		
電子廢棄物 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 來自電子電器產品製造商的廢棄物 ▪ 無法再使用與回收被拆解而被丟棄的電子電器產品 		
廢銅渣		
用過的烹調油		
其他廢棄物 <ul style="list-style-type: none"> ▪ 紙 ▪ 塑膠 ▪ 廢金屬 	設計容量 < 5 噸 / 天	設計容量 ≥ 5 噸 / 天

廢棄物類別	許可要求	
<ul style="list-style-type: none"> ▪ 紡織廢棄物 ▪ 玻璃廢棄物 ▪ 園藝廢棄物 ▪ 木材廢棄物 ▪ 輪胎 / 橡膠廢棄物 ▪ 生質廢棄物 ▪ 建築拆除廢棄物 	需繳交豁免聲明。	需取得許可。
<small>資料來源：NEA 網站及本計畫彙整 備註：垃圾箱中心、住宅樓與只用來加工或處理在所在處所產生的廢棄物之機器設備可免許可；此類場所、機器的所有者或經營者無需提交豁免聲明。</small>		

截至 2022 年 3 月，取得許可的 GWDFs 共有 341 處（306 家公司）⁷³，而豁免聲明的 GWDFs 則有 48 處（43 家公司）⁷⁴。以「可處理廢棄物類別」來看（請參見表 3.1.2-2），能處理「廢金屬」的 GWDFs 家數最多（183+11 家），其次是「電子廢棄物」（144 家），再次則為「紙」（68+2 家）與「塑膠」（58+12 家）。

表 3.1.2-2 GWDFs 可處理廢棄物概況

可處理廢棄物類別	許可處理場數	豁免聲明處理場數
混合廢棄物	4	
食物廢棄物	17	
電子廢棄物	144	
來自電子電器產品製造商的廢棄物	17	
廢銅渣	4	
用過的烹調油	12	
紙	68	2
塑膠	58	12
廢金屬	183	11
木材廢棄物	45	2
園藝廢棄物	19	20
建築拆除廢棄物	41	0
輪胎 / 橡膠廢棄物	11	2
生質廢棄物	1	-
玻璃廢棄物	10	0
紡織廢棄物	18	0
製冷劑鋼瓶 / 罐，包括使用過的製冷劑	2	
滅火劑鋼瓶 / 罐，包括使用過的氣體	2	
灰燼	3	
工商廢棄物	31	
鋼渣	1	
收回之混凝土與鐵桿	2	
污泥	3	
混合可回收物	7	
二手車	6	3

可處理廢棄物類別	許可處理場數	豁免聲明處理場數
砂	0	
油脂水	1	
大型廢棄物	1	
氟化鈣污泥	3	
二手鞋	-	1
資料來源：NEA 網站及本計畫彙整		
備註：“-”表該項無官方資料；若未顯示資料，表示該項不適用豁免聲明。		

3.1.3 廢棄物管理基礎設施^{75、76}

在基礎設施方面，新加坡現有 6 座 WtE 廠，其中 4 座位於西部的大士 (Tuas)，1 座位於北部的聖諾哥 (Senoko)，1 座位於裕廊島 (Jurong Island)；另有 1 座離岸掩埋場-實馬高掩埋場 (Semakau Landfill)，其廢棄物是由大士海洋轉運站 (Tuas Marine Transfer Station；簡稱 TMTS) 轉運過去，廢棄物收集商將廢棄物送至 WtE 廠與轉運站須出具標明廢棄物種類及來源的運送單⁷⁷；另外，該國正興建綜合廢棄物管理設施 (Integrated Waste Management Facility；簡稱 IWMF)⁷⁸，也將一座已關閉的掩埋場的部分區域設為回收園區⁷⁹。茲簡介如下：

(1) WtE 廠

新加坡目前 6 座 WtE 廠分別是大士 (Tuas)、大士南方 (Tuas South)、大士一 (Tuas One)、吉寶西格斯大士 (Keppel Seghers Tuas；簡稱 KSTP)、聖諾哥 (Senoko) 及勝科廢棄物發電廠 (Sembcorp Energy from Waste plant)，皆採用焚化方式，其中 KSTP 係以 DBOO (DESIGN - BUILD - OWN - OPERATE, 設計、建造、擁有及營運) 模式來開發，並於 2009 年取代結束營運的該國第一座 WtE 廠；聖諾哥 WtE 廠則於 2009 年改為民營。

新加坡的廢棄物經 WtE 廠焚化後，除了可讓體積減少約 90%，燃燒產生的熱量也可用來發電。而焚化灰燼中的黑色廢金屬會被回收並循環利用，剩下的灰燼才送至 TMTS，再送至離岸的實馬高掩埋場進行處置。

(2) TMTS

除了來自 WtE 廠的灰燼，不可焚化的固體廢棄物也會被送到 TMTS，該轉運站可讓運送車輛直接將廢棄物卸到長駁船，再由特殊設計過的拖船將有蓋駁船推到離 TMTS 30 公里遠的實馬高掩埋場。

(3) 實馬高掩埋場

該掩埋場位於新加坡的實馬高島(請參見第一章節圖 1-1)，自 1999 年開始營運，是新加坡唯一的掩埋設施，占地 350 公頃；在減少處置量相關措施的實行下，該設施的目標是要使用至 2035 年或更久。

(4) IWMF⁸⁰

新加坡這座 IWMF 將分階段興建，第一階段目標在 2025 年前完成。這是該國最先進的廢棄物處理設施，使用創新解決方案將廢棄物最大程度轉化為能、資源。

而該 IWMF 與大士水回收場 (Tuas Water Reclamation Plant；簡稱 TWRP) 也常統稱為 Tuas Nexus，將位在大士景觀盆地 (Tuas View Basin Site) 內的相同地區，可望產生各種協同作用。

依據 NEA 網站資料，IWMF 將可有效處理：

- 每天 5,800 噸可焚化廢棄物、
- 國家回收計畫每天所收集的 250 噸家庭可回收物、
- 每天 400 噸按來源分類的食物廢棄物、
- TWRP 每天產生的 800 噸脫水污泥。

(5) 薩里本回收園區 (Sarimbun Recycling Park；簡稱 SRP)⁸¹

SRP 設立於新加坡西北部一座關閉掩埋場的部分區域內，當初是為促進當地資源回收業發展而設，目前由 NEA 管理，將園區土地分塊租給回收業者，整個園區可處理全新加坡約 1/4 的回收廢棄物。

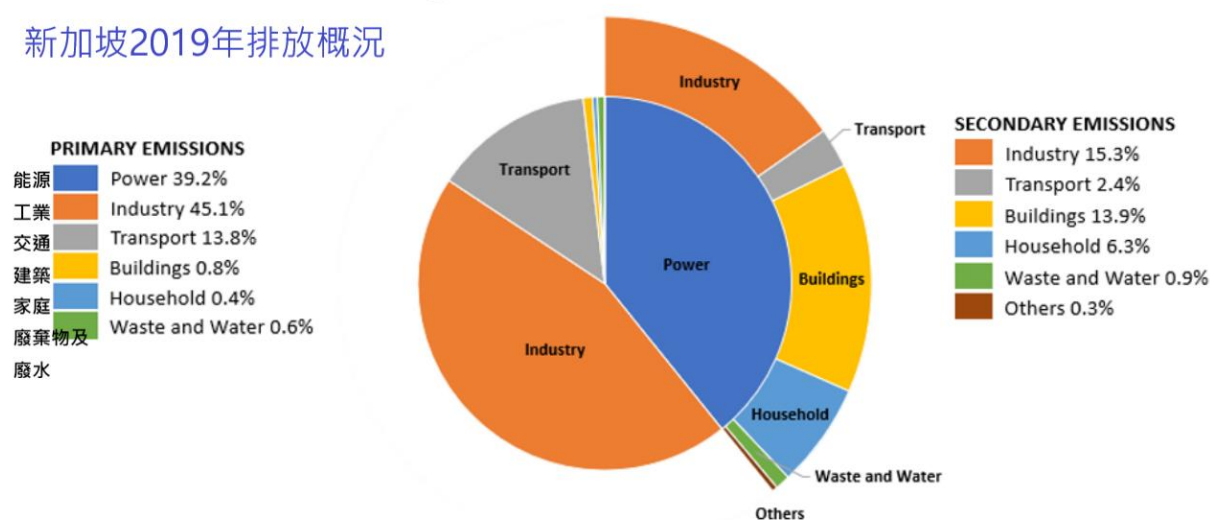
3.1.4 廢棄物部門的溫室氣體排放

根據 NCCS 統計，新加坡 2019 年溫室氣體排放量約 51.6Mt CO₂e，工業部門排放占 45.1% 為最多，能源部門占 39.2% 次之，廢棄物及廢水類別排放佔 0.6%，如圖 3.1.4-1。

EMISSIONS PROFILE (2019)

Total emissions: 51.6 MtCO₂e

新加坡2019年排放概況



The emissions profile above excludes estimated hydrofluorocarbons (HFCs) emissions from the Refrigeration and Air-Conditioning (RAC) sector of around 6.3 MtCO₂e in 2016 (published in Singapore's Fourth Biennial Update Report). When more robust estimates are established, they will be included in the national emissions profile.

Note: With effect from 1 Jan 2019, a carbon tax of \$5/tCO₂e has been levied on business facilities with greenhouse gas emissions of 25,000 tCO₂e or more annually. These facilities are in the industry, power and waste sectors.

資料來源：NCCS 網站；本計畫改製

圖 3.1.4-1 新加坡 2019 年溫室氣體排放概況

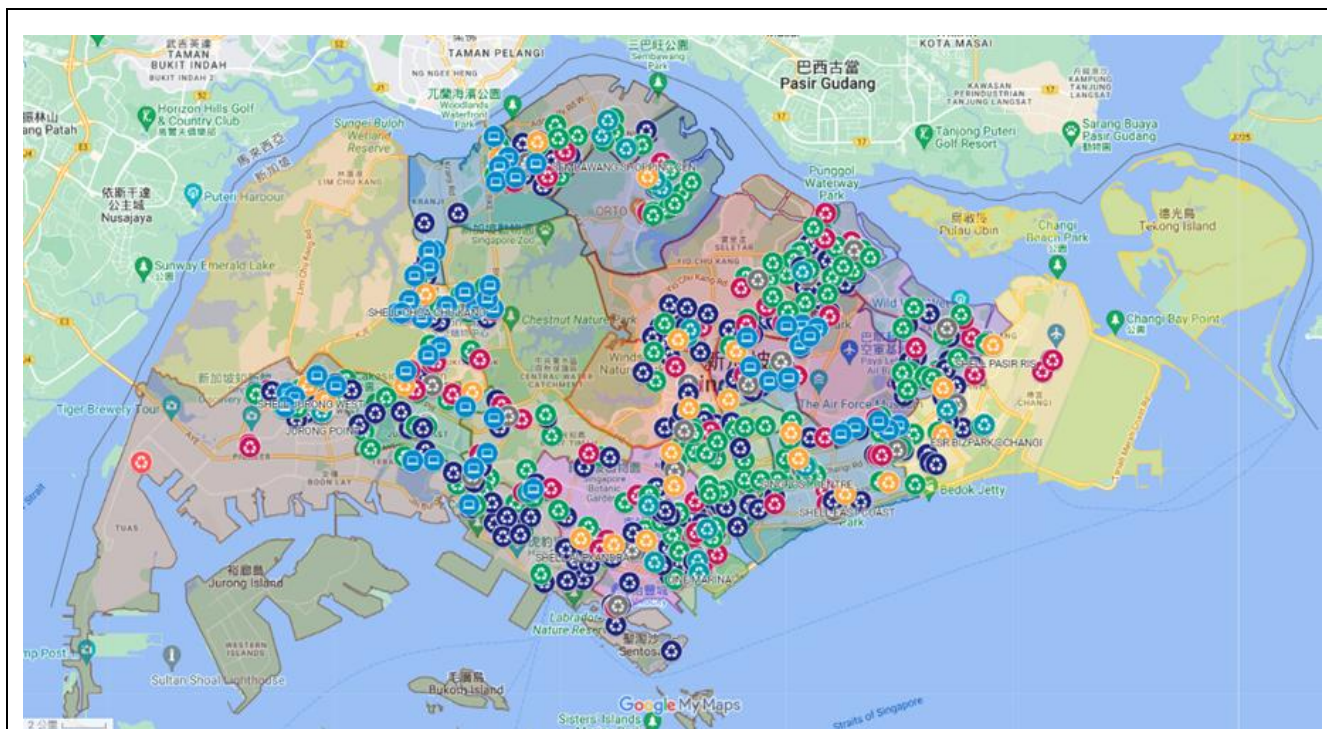
新加坡為達低碳未來，NCCS 提出工業、經濟、社會的變革策略，希望能減緩氣候變遷帶來的影響，其中在工業部分期望以系統級解決方案及低碳技術來提升能源效率，而廢棄物及廢水部分，則提出循環經濟方案因應，包括減少廢棄物、增加再利用率、以及提升海水淡化和廢水處理的能源效率等。

3.2 資源循環發展的關鍵因子

新加坡缺乏土地與資源，故一直有意識到經濟與環境可持續性平衡發展的必要性，而為了克服經濟發展所耗費的能資源與產生的廢棄物等問題，同時兼顧生產力的提升，該國鼓勵採用循環經濟方法盡可能讓能資源重複利用，這些方法係在整個價值鏈中採取包括產品設計、減少生產所使用的能資源、改變消費者習慣並鼓勵其以修代買、回收廢棄物並賦予新價值等措施⁸²，目前主要關注電子廢棄物、食物與包裝三個面向。

3.2.1 電子廢棄物⁸³

新加坡每年約丟棄6萬噸的電子廢棄物(相當於每人丟棄約70部手機)，雖然佔廢棄物產生總量僅約1%，但其含汞、鎘等有害物質，需要妥善處理，目前該國已限制6種電子電器設備有害物質的使用，而電子廢棄物也包含貴金屬與零組件等有價資源，若能善加擷取並重複利用，將可減少其他製程中原生料的使用，因此，該國由產業界自願發起電子廢棄物回收計畫，鼓勵個人或家庭將電子廢棄物丟在回收點，堪用的二手商品也可至收集中心進行交易或捐贈⁸⁴。



回收計畫名稱	回收類型	圖例	收集點可接受的電子廢棄物
ALBA E-waste Smart Recycling Pte Ltd 承辦的電子廢棄物延伸生產者責任方案 (Extended Producer Responsibility Scheme for E-waste)	三合一回收箱		僅限 ICT 設備、電池和燈
	店內臨櫃回收		僅限 ICT 設備和電池
	BB 回收箱		僅電池和燈
	電池專用回收箱		僅電池
	ALBA 倉庫回收		所有受管制的消費產品
	回收道 (Collection Drive)		所有受管制的消費產品
Shell-Metalo 非管制電子廢棄物回收計畫	非管制電子廢棄物回收箱		僅限非管制產品(例如小型家用電器、遊戲機、音響系統、電源)
KGS 非管制電子廢棄物回收計畫	非管制電子廢棄物回收箱		僅限非管制產品(例如小型家用電器、遊戲機、音響系統、電源)

圖片與資料來源：NEA 網站及本計畫彙整

圖 3.2.1-1 新加坡回收點

截至 2022 年 5 月，全新加坡共有 637 個回收點⁸⁵，主要分布在人口較密集的地區（如圖 3.2.1-1），其中，管制電子廢棄物的正確處理與回收，係由 2021 年 7 月電子廢棄物管理系統開始實施起，被 NEA 指定為生產者責任方案（Producer Responsibility Scheme；簡稱 PRS）中代表生產者的 ALBA E-waste Smart Recycling Pte Ltd（簡稱 ALBA）負責⁸⁶；而非管制電子廢棄物則由 Metalo International Pte Ltd（簡稱 Metalo；在 24 個殼牌（Shell）加油站提供回收服務）與 KGS Pte Ltd（簡

稱 KGS) 負責回收。

ALBA 目前在新加坡各地的公共場所 (例如: 購物中心、政府大樓、社區中心、超市和零售店等) 放置電子廢棄物回收箱 (e-bins), 有些零售店也提供店內臨櫃回收服務或於交付新機時回收舊機, 此外, 每季也會在住宅區舉辦回收活動; 至於Metalo 或 KGS 所回收的電子廢棄物則以小型家用電器、遊戲機、音響系統、電源設備等非管制產品為主。

新加坡已設置許多電子廢棄物回收點, 建議未來可將動靜脈產業整合並促使產業合作, 使電子廢棄物內金屬資源透過循環高值化再利用後, 再投入動脈產業新製程, 以有效減少金屬原料之能資源消耗。

另一方面, 隨著新加坡增加太陽能部署, 以滿足其日益增長的清潔能源需求, 如何處理太陽能電池板廢棄物的問題成為一大挑戰。假設這些太陽能電池板沒有得到適當的回收利用, 未來兩年內可能產生多達 5,000 噸的太陽能電池板廢棄物⁸⁷。

新加坡目前的太陽能裝機容量超過 630 兆瓦-峰值。而新加坡綠色計畫的一部分, 目標是到 2030 年將太陽能部署增加到至少 2 千兆瓦-峰值。雖然高品質太陽能電池板的使用壽命可能落在 20~25 年左右, 但在超過 10 年之後, 效率通常會降低 10~15%。因此, 現有裝設太陽能電池板在 7 到 10 年內有可能進行更換。如果太陽能電池板在運輸和安裝過程中損壞, 以及被雷擊中損壞, 壽命也可能會縮短。

太陽能電池板由鋁、玻璃和矽等材料製成, 這些材料雖可回收再利用, 但通常難以分離, 使回收成本增高。由於太陽能電池需使用 EVA 密封劑使其產生層壓結構, 導致其材料難以分離及回收, 建議可考量自源頭更改設計, 使其得以有效重複使用及維護, 進而有效達成廢棄物循環。建議新加坡可設置試點工廠開發新的回收技術, 於該地區建立一個大型回收工廠, 整合再利用來自東南亞國家的太陽能電池板廢棄物, 將更具成本效益。

3.2.2 食物⁸⁸、⁸⁹

新加坡政府除了推動食物廢棄物源頭減量，也從其產生的現場與場外，運用循環經濟方法將之轉化成可再利用的能資源。

(1) 現場處理

目前新加坡一些飯店、購物中心和學校等機構會對食物廢棄物進行分類，並使用食物廢棄物現場處理系統將其轉換成非飲用水、營養液或堆肥。

目前 NEA 已在一些美食廣場推廣這類系統並獲得相當成效，以該國「淡濱尼天地 (Our Tampines Hub；簡稱 OTH)」⁹⁰的美食廣場為例，該美食廣場的食物廢棄物被轉化成有機肥後，除了用在其屋頂的生態社區花園，也會在每月底發給社區成員；因食物廢棄物不當成一般廢棄物來處理，每年也因此省下大筆的日常廢棄物清運費用。

在安裝這類系統前，應由設備供應商就相關單位的食物廢棄量進行安裝容量、類型與位置評估，一般一個 1 噸的系統約需 2 個停車格大小的空間，老舊房屋要進行安裝似乎有些難度，不過該國 RSA 已規定，自 2021 年起，預期會產生大量食物廢棄物的新建工商場所均需為此系統保留空間。

除了食物廢棄物現場處理系統，亦有些系統可利用脫水或加熱來除去所含水分，減少體積與重量，但若該類處理後的廢棄物再度受潮，容易有異味或引來害蟲，不太適合用在園藝。

(2) 場外處理

目前 NEA 已實施一項將食物廢棄物與廢水污泥共同消化處理的試點方案，其示範廠位於烏魯班丹 (Ulu Pandan)，該廠每天可處理 40 噸的食物廢棄物與廢水污泥，證明從不同場所收集食物廢棄物並運輸到該處進行處理以轉換成生質氣體是可行方式，Tuas Nexus 也將採用該循環經濟方式。

3.2.3 包裝⁹¹

新加坡約 1/3 的家庭廢棄物為包裝廢棄物，其中約 55% 為塑膠包裝，約 25% 為紙包裝，剩下約 20% 則由金屬、玻璃等所組成，由於其不好再利用，故該國一

直嘗試找出可以減少使用與可持續使用的方法。

以包裝材質占比最多的塑膠為例，新加坡石化業興盛，許多相關企業在塑膠循環的先進技術上面已投入一定程度的研發，目前除了普遍採用的機械回收技術，也有化學回收技術可將已分類或混合塑膠轉化成裂解油（pyrolysis oil）、石腦油（naphtha）、甲醇（methanol）、合成氣（syngas）等，這些轉化後的產物可被用來製成新的塑膠產品，也可用來取代化石燃料，而利用該技術可讓現行用機械方式無法回收的混合或不潔塑膠有機會被回收。

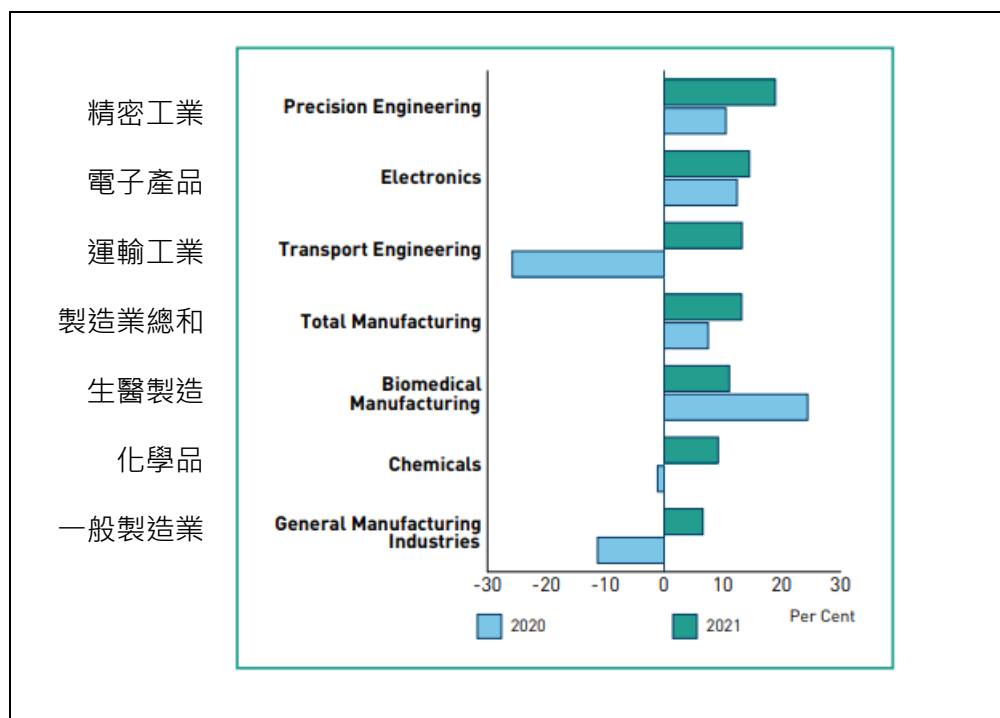
除了塑膠廢棄物的技術應用，新加坡也評估其他措施以促進循環永續，以近年來許多國家常採取的一次性塑膠袋收費制度為例，新加坡政府研究評估認為，一次性購物袋有其必要性，塑膠袋收費制度可能將相關需求轉移到紙袋或可生物分解的袋子，從生命週期的角度來看，並不會節省資源的使用，而所有材料的生產與處置都會對環境產生一定程度的影響，故該國較希望從各種包裝或一次性產品的消費面去進行管理，也透過資金來支持相關舉措，例如：自 2017 年開始，「徵求點子基金（Call for Ideas Fund）」支持非政府組織「新加坡零廢棄組織（Zero Waste SG）」推動「自帶（Bring Your Own；簡稱 BYO）」運動，鼓勵消費者在購買外帶餐飲與雜貨時，使用可重複利用的袋子與容器，而參與該活動的店家則為自帶可重複利用之盛裝物的顧客提供獎勵，此舉成功減少一次性塑膠包裝的使用，故 NEA 於 2019 年以夥伴基金（Partnership Fund）支持該組織進一步推動「自備袋子（Bring Your Own Bag；簡稱 BYOB）」運動以減少一次性塑膠袋的使用。

四、資源循環商機

臺灣過去在循環經濟上的成功經驗，如廢棄物分類、垃圾費隨垃圾專用袋徵收、廢棄物焚化爐的興建與營運管理、廢棄物經特殊處理後轉為具市場化產品，乃至在教育方面從國民基礎教育開始推動廢棄物資源分類教育等，均有良好的成效，這些經驗可作為同樣面臨環保議題的新加坡政府之參考借鏡。新加坡土地資源有限，建地成本相對高昂，先進設備與技術如可以較小占地面積達成所需操作規格，應有其市場商機。有鑒於此，雙方未來可加強循環經濟產業之合作議題包含加強工業區能資源整合經驗交流與合作、強化赴新加坡臺商之動靜脈產業整合、推動雙邊循環經濟技術研發單位合作等方面，提供有志前往投資之業者參考。

4.1 未來發展方向

依據新加坡貿易及工業部（Ministry of Trade and Industry, MTI）於 2022 年 2 月 22 日發布的「2021 年經濟調查報告」⁹²顯示，新國 2021 年全年製造業經濟成長率延續 2020 年 7.5% 的增長，提升至 13.2%，如圖 4.1-1 所示。



圖片與資料來源：MTI 網站；Economic Survey of Singapore 2021

圖 4.1-1 新加坡製造部門增長趨勢

由經濟部投資審議委員會歷年資料（如表 4.1-1 所示），2021 年我國對新加坡投資計 12 案，投資金額 37 億 1,253 萬美元；截至 2021 年底累計 670 案，對新加坡累計投資總額逾 186 億美元，占我對全球投資總額比重約 5.1%，係我第 4 大海外投資地。我國廠商在新加坡的大型投資主要集中在金融、半導體製造及資通訊、運輸、石化等 4 大產業。

我國與新加坡同為資本輸出國家，與東協其他各國比較，低技術層次、高勞力密集企業較難在新加坡覓得投資機會，但由於新加坡居東南亞金融、貿易及運輸樞紐地位，勞動力素質相對較東南亞國家高，加以國際大廠紛紛將全球或區域總部設於新加坡，使新加坡擁有眾多國際級高階白領勞動力，故我國企業仍紛紛在新加坡投資貿易，以新加坡為區域總部，操作國際接单、融資、調撥零件、支援售後服務和蒐集國際市場最新情報等。

表 4.1-1 我國對新加坡投資統計

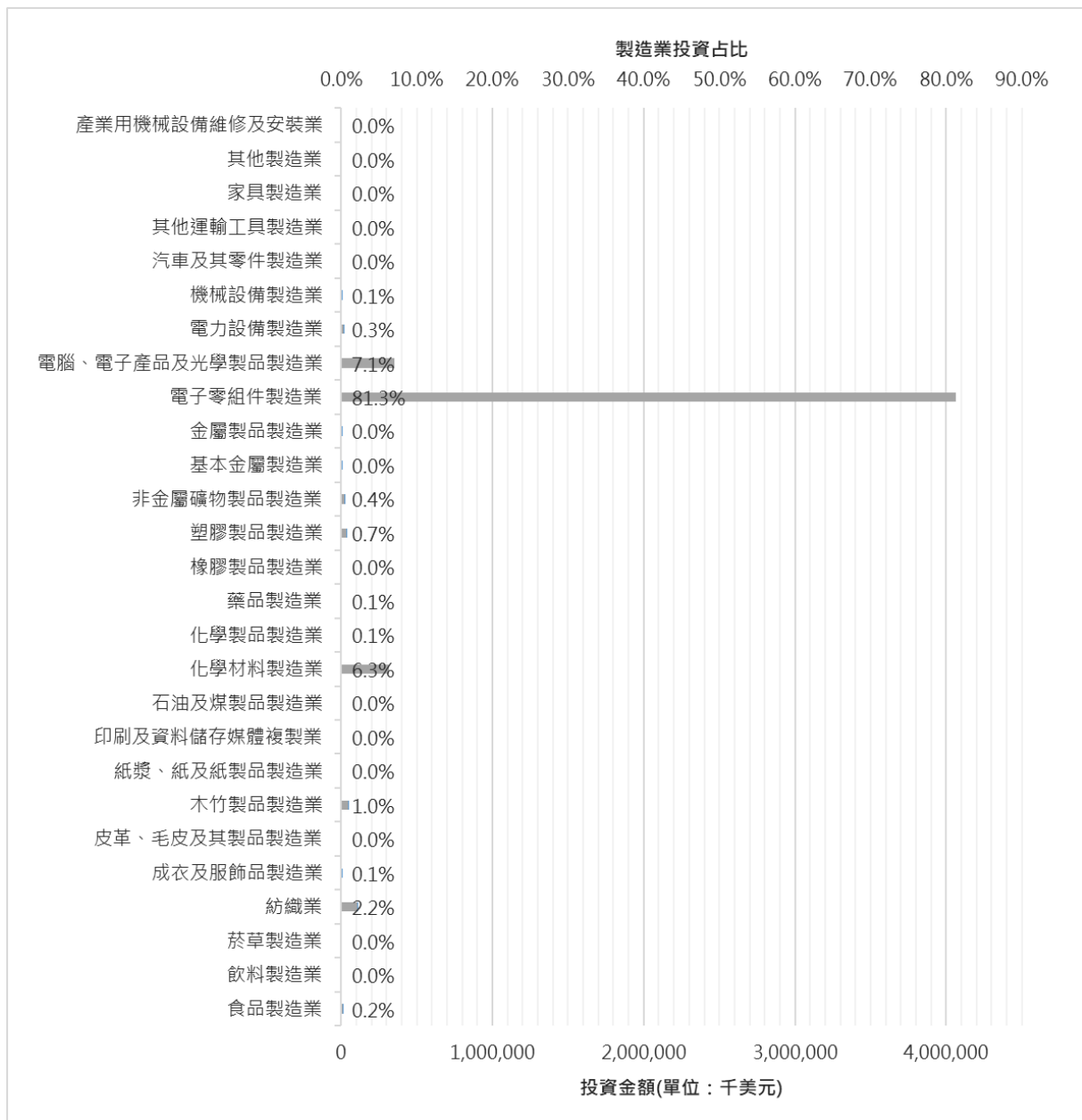
單位：千美元

業 別	年 度	累計至 2021		2021		2020		2019	
		件數	金額	件數	金額	件數	金額	件數	金額
合計		670	18,603,054	12	3,712,532	16	638,137	27	635,706
農林漁牧業		0	0	0	0	0	0	0	0
礦業及土石採取業		10	10,182	0	0	0	0	0	0
製造業		246	4,875,961	1	95,385	1	63,376	6	332,754
食品製造業		5	9,514	0	0	0	0	1	291
飲料製造業		0	0	0	0	0	0	0	0
菸草製造業		0	0	0	0	0	0	0	0
紡織業		11	106,702	0	0	0	62,000	1	32,000
成衣及服飾品製造業		1	7,200	0	0	0	0	0	0
皮革、毛皮及其製品製造業		0	0	0	0	0	0	0	0
木竹製品製造業		7	46,433	0	0	0	0	0	0
紙漿、紙及紙製品製造業		1	105	0	0	0	0	0	0
印刷及資料儲存媒體複製業		1	325	0	0	0	0	0	0
石油及煤製品製造業		1	200	0	0	0	0	0	0
化學材料製造業		34	308,258	0	0	0	0	0	0
化學製品製造業		7	6,499	0	0	0	0	0	0
藥品製造業		1	3,581	0	0	0	0	0	0
橡膠製品製造業		0	0	0	0	0	0	0	0
塑膠製品製造業		9	34,272	0	0	0	0	1	1,470
非金屬礦物製品製造業		8	20,961	0	0	0	0	0	0
基本金屬製造業		1	2,078	0	0	0	0	0	0
金屬製品製造業		5	2,118	0	0	0	0	0	0
電子零組件製造業		78	3,962,404	1	33,500	0	997	1	298,223
電腦、電子產品及光學製品製造業		47	344,394	0	61,885	0	0	1	731
電力設備製造業		14	14,890	0	0	1	379	0	0
機械設備製造業		11	4,129	0	0	0	0	1	38
汽車及其零件製造業		0	0	0	0	0	0	0	0
其他運輸工具製造業		1	200	0	0	0	0	0	0

業 別	年 度	累計至 2021		2021		2020		2019	
		件數	金額	件數	金額	件數	金額	件數	金額
家具製造業		2	1,067	0	0	0	0	0	0
其他製造業		0	0	0	0	0	0	0	0
產業用機械設備維修及安裝業		1	630	0	0	0	0	0	0
電力及燃氣供應業		0	0	0	0	0	0	0	0
用水供應及污染整治業		2	260	0	0	0	0	0	163
營造業		6	10,970	0	0	0	0	0	0
批發及零售業		159	4,844,135	4	2,525,887	6	455,038	7	216,706
運輸及倉儲業		26	956,660	4	65,154	0	14,069	0	102
住宿及餐飲業		1	1,500	0	0	0	0	0	0
資訊及通訊傳播業		55	109,344	2	330	2	2,766	5	11,873
金融及保險業		122	7,642,856	0	1,024,775	6	102,688	6	71,802
不動產業		3	19,181	0	0	0	0	0	0
專業、科學及技術服務業		19	19,176	1	1,000	0	0	1	1,300
支援服務業		10	38,838	0	0	1	200	2	1,008
公共行政及國防；強制性社會安全		0	0	0	0	0	0	0	0
教育服務業		0	0	0	0	0	0	0	0
醫療保健及社會工作服務業		1	150	0	0	0	0	0	0
藝術、娛樂及休閒服務業		1	500	0	0	0	0	0	0
其他服務業		9	73,342	0	0	0	0	0	0

資料來源：經濟部投資審議委員會業務統計 https://www.moeaic.gov.tw/chinese/news_bsAn.jsp

彙整 2019~2021 年間分年數據及歷年累計數據，呈現我國對新加坡歷年產業投資業別統計如圖 4.1-2 所示。歷年我國對新加坡製造業別主要投資產業第一大為電子零組件製造業（占比 81.3%），其次為電腦、電子產品及光學製品製造業（占比 7.1%）及化學材料製造業（占比 6.3%）。



資料來源：經濟部投資審議委員會業務統計；本計畫彙整

圖 4.1-2 我國對新加坡歷年製造業投資業別統計

另依據中華民國僑務委員會「海外臺商經濟年鑑」⁹³，彙整臺商在新加坡投資的部份代表企業概況，產業別多屬電子業，如表 4.1-2 所示：

表 4.1-2 臺商在新加坡投資的製造業部分代表企業

企業名稱	產業	投資概況
台積電	晶圓	■ 2000 年台積電(TSMC)和恩智浦半導體(NXP)

企業名稱	產業	投資概況
		合資在新加坡設立 8 吋晶圓廠 SSMC (TSMCNXPJV)。
聯華電子	晶圓	<ul style="list-style-type: none"> ■ 聯華電子新加坡分公司(以下簡稱 UMC-SG)擁有完善的 12 吋晶圓製造技術，利用當今最新技術與材料，如嵌入式 DRAM、銅連接等提供優質產品以滿足顧客需求。
日月光	半導體封裝廠	<ul style="list-style-type: none"> ■ 日月光新加坡廠前身是 ISE Labs Singapore，提供半導體公司前段測試及晶圓測試服務。 ■ 日月光新加坡廠預計持續擴充 WLCSP 製程產能，以滿足未來智慧型手機、穿戴裝置、物連網與車用產品需求發展，未來將再投資 2,500 萬美元。 ■ 配合國外汽車電子客戶要求日月光在新加坡廠新增晶圓級封裝產能，將封裝與測試整合一起完成。
力成科技	記憶體封測廠	<ul style="list-style-type: none"> ■ 力成目前在臺灣、中國大陸、日本、新加坡設有生產基地，臺灣廠偏向高階製程研發。 ■ 力成將併購 Nepes 位於新加坡的晶圓凸塊廠股權，藉此成為全方位封測廠，並與國際半導體廠商就近建立更好關係。
沛星互動科技	人工智慧	<ul style="list-style-type: none"> ■ 沛星已在新加坡成立研發中心，並增加大阪與曼谷兩辦公室，產品也與 LINE、Google 等合作，產品從行銷、廣告的 AI 解決方案，到顧客關係管理、商業分析。
順昶塑膠	塑膠	<ul style="list-style-type: none"> ■ 1997 年併購新加坡日系 LCL 公司，接收其生產工廠及設備，並改名為 SWANSON PLASTICS (SINGAPORE) PTE., LTD. 成為順昶壓花膜最大的生產基地，使順昶成為亞洲領先廠商。

資料來源：中華民國僑務委員會，106 年版海外臺商經濟年鑑

依據經濟部投資業務處「新加坡投資環境簡介」⁹⁴資料，台灣在新加坡半導體製造及資通訊投資方面，1999 年由台積電與恩智浦合資在星投資之晶圓廠；聯華電子於 2000 年宣布投入 36 億美元興建 12 英寸晶圓廠，並於 2003 年上半年正式量產、2022 年再宣布斥資 50 億美元於星國原廠區擴建一

座 22/28 奈米製程的先進晶圓廠，預計於 2024 年底量產；IC 設計公司聯發科於 2004 年在新加坡設立公司。其他如光寶科技、華碩電腦、台達電、中華電信、萬里雲等，亦在新加坡設立公司。

傳統製造業方面，長春石化於 2010 年底於新加坡裕廊島石化園區進行投資，生產丙烯醇 (Allyl Alcohol)、異丙苯 (Cumene)、醋酸乙烯單體 (Vinyl Acetate Monomer) 等三類產品，已於 2013 年開始量產，近年來亦持續擴大在新加坡之投資。

由於臺商在星國投資行業甚廣，如依我國公告應回收項目及事業廢棄物再利用種類推測，於新加坡的臺商代表產業及主要出口產業依業別可能產生的應回收物品及事業廢棄物種類彙整如表 4.1-3 所示，亦可說明所需相關資源循環產業可拓展的回收再利用範疇。

表 4.1-3 臺商代表產業可能產生的事業廢棄物種類

產業別	可能產生的應回收物品	可能產生的事業廢棄物種類
電子、電機業	廢鐵容器、廢鋁容器、廢乾電池、廢鉛蓄電池、廢資訊物品、廢電子電器、廢照明光源	廢鐵、廢單一金屬(銅、鋅、鋁、錫)、廢玻璃、廢塑膠、廢鈷錳觸媒、鈷錳塵灰、廢酸性蝕刻液、廢酸洗液、廢活性碳、淨水污泥、含樹脂玻璃纖維布廢料、氟化鈣污泥、混合廢溶劑、廢壓模膠、廢光阻剝離液、廢矽晶等
化學材料製造業、石油及煤製品製造業	廢鐵容器、廢鋁容器、廢乾電池、廢機動車輛、廢輪胎、廢鉛蓄電池、廢塑膠容器、廢資訊物品、廢電子電器、廢照明光源	煤灰、廢鐵、廢單一金屬(銅、鋅、鋁、錫)、鈷錳塵灰、廢沸石觸媒、廢酸洗液、廢活性碳、淨水污泥、廢壓模膠、廢潤滑油、混燒煤灰、脫硫無機性污泥、混合廢溶劑等
塑膠製品製造業、橡膠製品製造業	廢塑膠容器、廢資訊物品、廢照明光源	廢塑膠、廢橡膠、二甲基甲醯胺(DMF)粗液、混合廢溶劑等

資料來源：本計畫彙整

對於臺灣環保及資源循環產業各種海內外發展模式，歸納彙整為以下 4 種方向，提供業者進軍國際時參考，可依實際投資情形採取適宜方式前進新加坡：

(1) 專精的環保技術

盤點臺灣或國外具獨特專精的單一環保技術案例，引進與移轉國外環保技術與設備，作為進軍東南亞資源循環市場的主要旗艦。

(2) 動靜脈企業共生夥伴合作

動脈（製造）產業生產過程產生之廢棄物、廢水、廢氣，透過靜脈（資源循環）產業將其進行原料化、材料化及能源化，創造最大效益；與當地臺商或國外知名廠商合資經營等模式進行分工。

(3) 結合資本市場資金拓展海內外業務

以營運成本為考量，至外地投資設廠成立分公司或據點；或成為國外之名品牌代工廠、代理廠；提供即時技術與維修服務，發展特定專業領域技術與設備之品牌及知名度，爭取當地市場認同。

(4) 臺灣環保管理制度與技術整廠設備輸出

在空、水、廢等管理制度議題上，實現互補合作的可能性，進以提供臺灣資源循環技術服務，協助東南亞各國減廢及污染防治並開創資源循環產業新契機。

建議資源循環業者至海外投資，先縮小規模輸出技術，再與當地已取得執照之廠商合作，減低設廠風險。或與已於當地設立分公司的臺商業者策略聯盟，建立新的商業模式。

4.2 投資設廠規定

依據經濟部投資業務處「新加坡投資環境簡介」，新加坡採行企業自由與門戶開放政策，以鼓勵外人投資，投資主管機關為經濟發展局（Economic Development Board, 下稱 EDB）。由於人員、資金、貨物之進出幾乎完全自

由，故政府鼓勵外國廠商以新加坡為區域營運中心，自由前往任何國家投資。跨國公司所帶來的科技和國際市場行銷網路對新加坡經濟成長貢獻很大，多在新加坡設立產銷據點或分支機構，從事商品製造銷售或提供技術服務，以就近供應亞太市場。

4.2.1 設廠規定

無論獨資經營的小商號或規模龐大的跨國公司，在新加坡營業之前，必須成立 1 家商行或公司，並在會計及公司管理局（Accounting and Corporate Regulatory Authority, 下稱 ACRA）註冊登記。以下彙整新加坡的商業組織基本類型如表 4.2.1-1：

表 4.2.1-1 新加坡的商業組織基本類型

類型	資格	權利及義務
獨資經營 (Sole-Proprietorship)	由一個人或者一家公司所有	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 業主在經營業務中有絕對發言權，但承擔無限責任 ▪ 獨資經營不是一個法律實體，所以它不可以自身名義提出訴訟或被控，而且它不可以擁有或持有任何房地產。 ▪ 無須具備審計帳目或每年向 ACRA 申報其每年所得營利。
合夥業務 (Partnership)	由最少 2 人至 20 人所有	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 合夥人承擔無限責任，並對合夥的債務和損失承擔個人責任 ▪ 不是一個法律實體，所以它不可以自身名義提出訴訟或被控，而且它不可以擁有或持有任何房地產。 ▪ 無須具備審計帳目或每年向 ACRA 申報其每年所得營利。
有限合夥 (Limited Partnership, LP)	合作夥伴可以是個人、新加坡註冊公司或未經註冊的外國公司。合作夥伴最少要兩位，其中至少一人	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 普通合作夥伴必須為有限合夥的所有行為、債務和義務負責。有限合作夥伴無須承擔除了原先同意投入的投資之外的其他債務與法律義務。如果有

類型	資格	權利及義務
	<p>是普通合作夥伴，以及至少一位有限合作夥伴。有限合夥無最高人數限制，普通合作夥伴必須承擔無限連帶責任，並可以獲委任成為有限合夥的經理人。</p>	<p>限合作夥伴參與有限合夥的經營事務，他的身份就跟普通合作夥伴一樣，必須承擔無限法律責任。</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ 有限合夥不是一個法律實體。 ▪ 無須具備審計帳目或每年向 ACRA 申報其每年所得營利，但須保留會計與其他檔案至少 5 年，以便說明交易與財務狀況。
<p>有限責任合夥 (Limited Liability Partnership, LLP)</p>	<p>合作夥伴最少要 2 位，所有夥伴皆為有限責任合夥人，且無最高人數限制。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 有限責任合夥是一個法律實體，可以自身名義提出訴訟或被控，並且可以持有房地產。 ▪ 無須具備審計帳目或每年向 ACRA 申報其每年所得營利，但受委任之經理人需向 ACRA 申報是否具有清償債務及是否在商業官司遭受控訴。
<p>公司 (Company)</p>	<p>根據《公司法》註冊的商業實體</p> <p>分為三類：</p> <p>①豁免私人公司- 20 名或更少的成員，並且沒有公司持有公司股份的實益權益</p> <p>②私人公司- 50 名或更少成員</p> <p>③上市公司- 超過 50 名成員</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 公司的擁有人稱為股東，每個股東至少擁有一股，公司需要至少一位原股東及一位董事，可由同一人擔任，但大部分公司選擇至少有兩位董事，因為許多銀行及其他金融機構通常要求有兩位簽署人。 ▪ 公司是一個法律實體，可以自身名義提出訴訟或被控，並且可以持有房地產。
<p>可變資本公司 (Variable Capital Company, VCC)</p>	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 集體投資計劃的法律工具 ▪ 可以設置為單一的獨立/非繳形基金，或作為具有一個或多個子基金的繳形基金， 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 具有獨立於董事的法人資格 ▪ 必須由受新加坡金融管理局 (Monetary Authority of Singapore, MAS) 監管的許可基金經理管理

類型	資格	權利及義務
	每個子基金都沒有法人資格，並且資產和負債相互分離	

資料來源：EDB 網站；本計畫彙整

大多數的營利事業只須取得 ACRA 所發給的註冊證書或成立證書就可經營，但某些行業必須另外取得有關政府機關的批准與執照，才可開始營業。這些行業主要是涉及生產、保健、環保、治安或社會風俗與道德及為了保障社會大眾之利益，而進行必要之管制。

開設工廠須向人力部工業安全署申請工廠登記證。工廠之排水、排氣，或有毒廢棄物之處理方式與設備，須取得環境及水資源部之處理許可執照；食品工廠另須取得環境及水資源部食品局（Singapore Food Agency, SFA）之食品製造廠執照並符合進口管制規定。其他與投資設廠相關之主管機關列表如下表 4.2.1-2，可逕向有關單位洽詢：

表 4.2.1-2 新加坡投資設廠相關主管機關

單位	簡介
新加坡經濟發展局（Economic Development Board, EDB）	透過分布世界各地的駐外辦事處為海外投資者提供一站式的服務，包括投資資訊與評估建議、提供投資者新加坡相關的法律規範諮詢、協助投資者取得工業土地及所需的營業設施與服務，使投資者能很快的在新加坡設立公司開始營業。
新加坡企業發展局（Enterprise Singapore, ESG）	提供不同規模企業一站式服務，透過各種財務性及非財務性補助措施，協助相關業者提高生產力和技術水準，亦媒合有意赴國外發展之企業建立人脈、拓展商機。
新加坡國家環境局（National Environment Agency, NEA）	規劃、開發和管理新加坡的固體（或一般）和有害廢棄物管理系統。

單位	簡介
會計及公司管理局 (Accounting and Corporate Regulatory Authority, ACRA)	新加坡對商業實體、公共會計師和企業服務提供商的國家監管機構。
法務部 (Ministry of Law, MinLaw)	負責新加坡法律框架與新加坡法律部門的發展、促進和監管有關的政策，以及與土地政策和管理以及知識產權部門有關。
法律服務監管局 (Legal Services Regulatory Authority, LSRA)	是法務部下的一個部門，負責監督所有法律執業實體的監管和外國律師在新加坡的註冊。
新加坡金融管理局 (Monetary Authority of Singapore, MAS)	新加坡的中央銀行和金融監管機構。可了解新加坡與貨幣、銀行、保險、證券和一般金融部門以及貨幣發行有關的法規。
裕廊鎮管理局 (Jurong Town Corporation, JTC)	負責新加坡工業區的管理和發展。包含用地規劃與租賃、廠房出租、後勤補給及研發資源。
環境及水資源部 (Ministry of the Environment and Water Resources, MEWR)	舉凡與工廠廢棄物之排放有關之標準、處理方式與設備等均須獲環境及水資源部之處理許可執照。

資料來源：經濟部投資業務處，新加坡投資環境簡介；EDB 網站；本計畫彙整

4.2.2 獎勵措施

新加坡歡迎外人投資，但嚴加管制危害社會安全之行業如爆竹、國防工業等。製造業中如屬勞力及土地密集，且污染性高或附加價值低之行業（如合板業及成衣業）列為不受歡迎行業，一般情況下不允許投資。

為了促進企業在新加坡發展高價值和實質性的經濟活動，EDB 設置多項獎勵措施，鼓勵企業提昇在新加坡的業務能力或擴大業務範圍。其各項投資獎勵措施皆針對在新加坡合法登記註冊之公司，並無區分外國企業或本國企業，依各獎勵措施之目的而設立不同申請資格。各項措施簡述如下

表 4.2.2-1，或可至 EDB 網站（<https://www.edb.gov.sg/cn/how-we-help/incentives-and-schemes.html>）查詢最新優惠資訊：

表 4.2.2-1 新加坡投資獎勵措施

優惠措施	簡介
<p>先鋒企業優惠（The Pioneer Certificate Incentive，簡稱 PC）和發展與擴張優惠計劃（Development and Expansion Incentive，簡稱 DEI）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 鼓勵企業提升自身實力，在新加坡開展新的經濟活動或擴展現有的經濟活動。為旗下子公司提供全球或區域總部（HQ）經營管理、協調和管控服務的企業，也可為其總部活動申請先鋒企業優惠或發展與擴張優惠計劃。 ✓ 符合租稅優惠之營業活動收入可獲公司稅分別 10%或 5%之減免，租稅優惠期限為 5 年，可依企業提交之計畫申請延長。
<p>金融與財資中心（The Finance and Treasury Centre，簡稱 FTC）優惠</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 鼓勵企業提高財務管理能力，並將新加坡作為其開展戰略性金融和財資管理活動的基地。 ✓ 企業因符合條件的資金管理所產生之收益可減低 8%公司稅稅率。
<p>飛行器租賃計劃（Aircraft Leasing Scheme，簡稱 ALS）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 鼓勵企業發展飛行器租賃能力，促進新加坡飛機租賃業的發展。 ✓ 租賃來自新加坡的飛行器或飛行器引擎之收入可享公司稅 8%之優惠。優惠期間為 5 年，期滿可依企業提交之租賃計畫申請延長
<p>企業研究優惠計劃（The Research Incentive Scheme for Companies，簡稱 RISC）</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 資助科技領域的項目，鼓勵研發能力和科技的發展。 ✓ 由新加坡政府共同資助，以支持成立研發中心、發展新科技方面的內部研發能量，資助範圍及最高資助比例包含人力 50%、設備與材料 30%、專業服務 30%與智慧財產權 30%。
<p>公司培訓補助金（The Training</p>	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 資助企業對員工的培訓項目，鼓勵

優惠措施	簡介
Grant for Company，簡稱 TGC)	發展應用新科技、掌握工業技能以及專業技術的人才。
知識產權發展優惠計劃 (IP development Incentive，簡稱 IDI)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 鼓勵研究與開發 (研發) 活動所產生的知識產權的使用和商業化。 ✓ 企業因使用智慧財產權 (包括專利、商標、著作權) 產生的收入可獲得 5% 或 10% 的公司稅稅率減低。稅務優惠期間最長 10 年，可申請延長。
能源資源效率補助金 (The Resource Efficiency Grant for Energy，簡稱 REG (E))	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 資助製造業的工業設施提高能源效率和競爭力。該補助金是加強行業能源效率方案計劃的一部分，其中，能源市場管理局，新加坡經發局和國家環境局分別推出多項計劃，旨在加大力度支持企業提升能源效率並減少碳排放。由該優惠提供的補助金將與碳排放減少額相符，最高限額為合格成本的 50%。
土地集約化津貼 (The Land Intensification Allowance，簡稱 LIA)	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 促進加強工業用地的使用，以提高土地效率和增加附加價值的活動。 ✓ 核准之建造或翻新設施費用可享有首年 25% 補貼，之後逐年補貼 5%，直到 100% 的費用補貼完畢為止。

資料來源：經濟部投資業務處，新加坡投資環境簡介；EDB 網站；本計畫彙整

4.3 投資的衝擊及風險

依據世界經濟論壇 (World Economic Forum) 「2019 年全球競爭力報告 (The Global Competitiveness Report 2019)」95 的調查中，新加坡全球競爭力指數 (Global Competitiveness Index, 簡稱 GCI) 得分為 84.8 分 (滿分 100 分)，為全世界排名第一的國家。該國在基礎設施、健康、勞動力市場運作和金融體系發展方面排名第一。展望未來，為成為全球創新中心，新加

坡需要促進創業並進一步提高其技能基礎。

新加坡位於馬來半島，是連接 120 個國家 600 多個港口的海事中心。新加坡擁有 7 小時的飛行半徑可通往佔世界半數的人口地區，為投資者提供強大的市場通行入口。與其他主要亞洲中心相比，新加坡是全球財富 500 強公司總部工作職位最多的地方。根據 2018 年全球人才競爭力指數，新加坡的人才在亞太地區的各個行業中處於領先地位。

關鍵位置使其成為全球 37,000 家公司⁹⁶的總部基地，依據 EDB 統計，亞洲地區各行業 46% 的總部設在新加坡，在跨國公司領域，亞洲地區總部亦有 59% 設立於新加坡⁹⁷。新加坡擁有龐大的貿易網絡，已簽署 27 個優惠貿易協定⁹⁸，其中包含歐盟、美國、英國等雙邊貿易協定，以及與亞洲各國的區域型貿易協定。外國和國內企業在法律下受到平等對待，幾乎所有經濟部門都對 100% 的外資持股開放。成熟穩健的金融部門，使市場上的外資數量穩定上升。依據經濟部國際貿易局各國經貿資訊，新加坡與臺灣簽署的主要貿易協定⁹⁹如下表 4.3-1 所示：

表 4.3-1 新加坡與臺灣簽署的主要貿易協定

《台星避免所得稅雙重課稅及防杜逃稅協定》(1981)
《台星投資促進和保障協定》(1990)
《台星貨品暫准通關證協定》(1990)
《台星符合性評估作業相互認證協議》(2005)
《台星消費產品安全資訊協定》(2010)
《我國優質企業計畫與新加坡安全貿易夥伴計畫相互承認協議書》(2013)

《台星經濟夥伴協定》(2013 年 11 月簽署，2014 年 4 月生效)

資料來源：經濟部國際貿易局；本計畫彙整

新加坡是世界上最繁榮的國家之一，擁有對商業友好的監管環境和極低的失業率，亦被認為是世界上腐敗程度最低的國家之一。綜合分析新加坡吸引外資及適宜投資的好處如下：

- (1) 自由、多樣化的經濟市場
- (2) 親商的貿易環境
- (3) 良好的交通基礎設施
- (4) 有利的人口組成

然在該國投資風險雖小，仍須注意其對外貿的依賴。這導致了 2001 年經濟泡沫和 2008 年金融危機期間的經濟收縮。而新加坡的經濟與中國的經濟密切相關，隨著中國經濟占全球經濟比重增加，新國無可避免將與中國有更多貿易往來，必須於其中找尋相互依存的平衡關係¹⁰⁰。

4.4 外商投資情形

根據美國傳統基金會 (The Heritage Foundation) 統計「2022 年經濟自由度指數」(2022 Index of Economic Freedom)¹⁰¹，新加坡得分 84.4 (滿分 100 分)，使其成為 2022 年指數中最自由的經濟體，其中於貿易自由一項評分更高達 95 分，其餘各項得分如圖 4.4-1 所示。新加坡在亞太地區 39 個國家中排名第一，其綜合得分高於地區和世界平均水準。說明新加坡無論是作為投資來源國或投資目的國，在全世界皆具舉足輕重地位，也再次說明新加坡作為區域樞紐所扮演的角色。

新加坡

下一篇：#2 瑞士 >

總分 **84.4**

世界排名 **1**

法律規則

財產權	94.4	▼
司法效力	58.3	▼
政府誠信	92.8	▼

政府規模

稅收負擔	90.5	—
政府開支	90.1	▼
財政健康	79.6	▼

監管效率

商業自由	83.1	▼
勞工自由	77.0	▼
貨幣自由	86.5	▲

公開市場

貿易自由	95.0	—
投資自由	85.0	—
財務自由	80.0	—

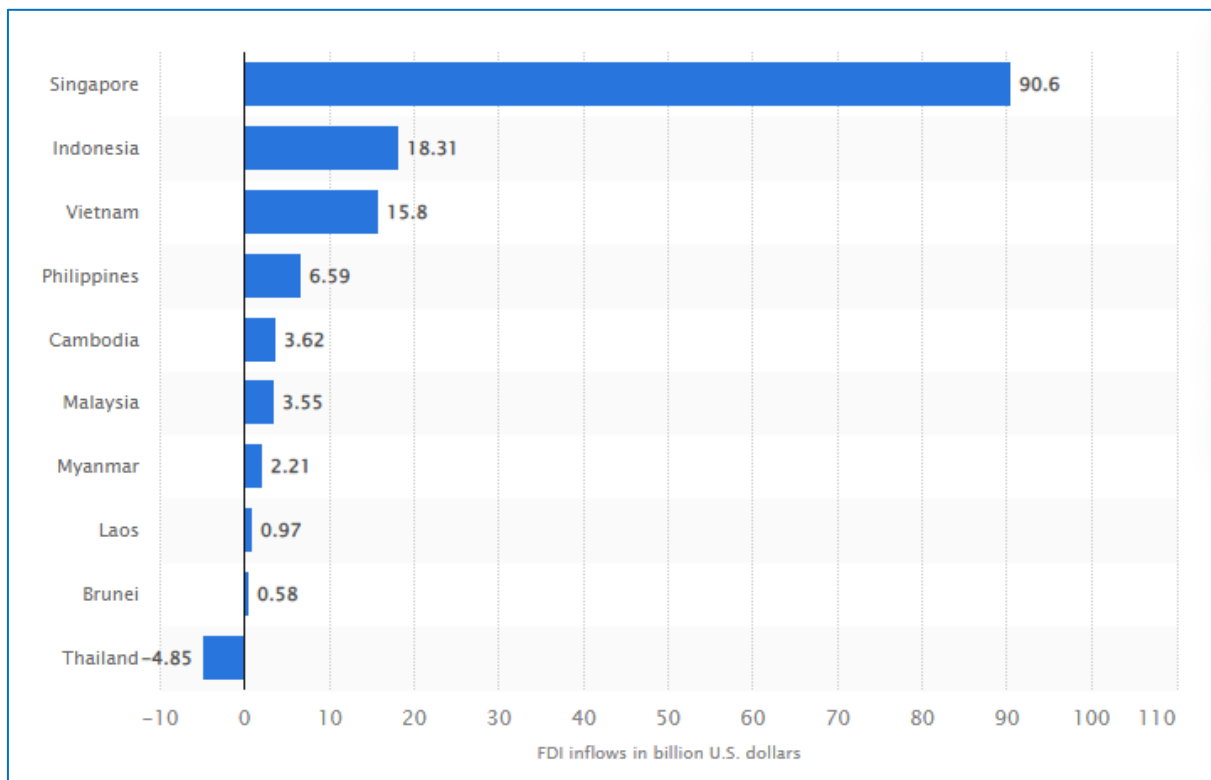
圖片來源：<https://www.heritage.org/index/country/singapore>

圖 4.4-1 新加坡 2022 年經濟自由度指數

4.4.1 外商投資產業分布

依據東南亞國家協會¹（Association of Southeast Asian Nations；簡稱 ASEAN）統計資料顯示（如圖 4.4.1-1），新加坡為東協十國中吸引外資投資最多的國家，2020 年外國直接投資金額達 90.6 百萬美金¹⁰²。

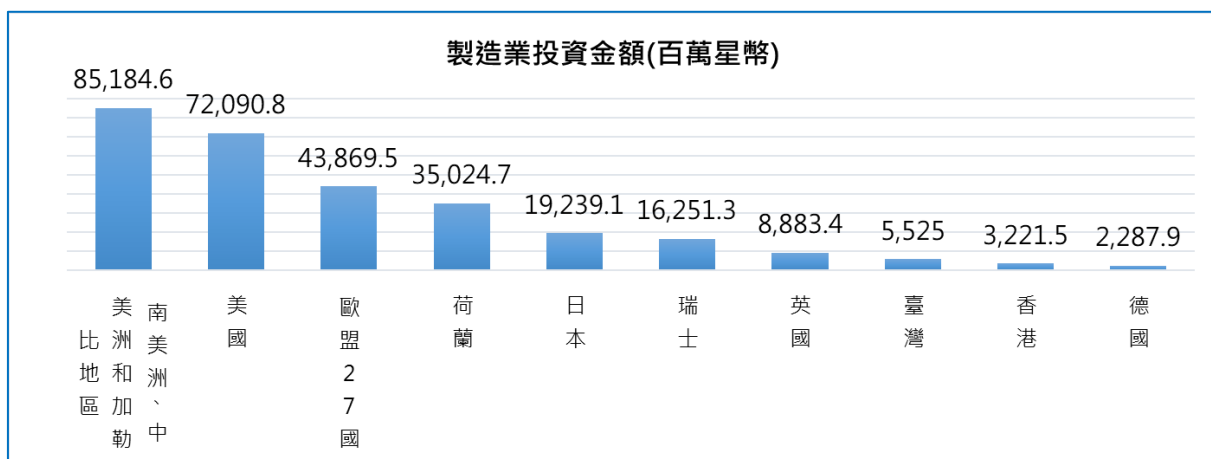
¹ ASEAN 代表東南亞國家聯盟，由汶萊、柬埔寨、印尼、寮國、馬來西亞、緬甸、菲律賓、新加坡、泰國、越南等十個成員國組成的政治經濟聯盟。



圖片來源：<https://www.statista.com/statistics/1008281/asean-foreign-direct-investment-inflows-by-country/>

圖 4.4.1-1 東協十國 2020 年外國直接投資情形

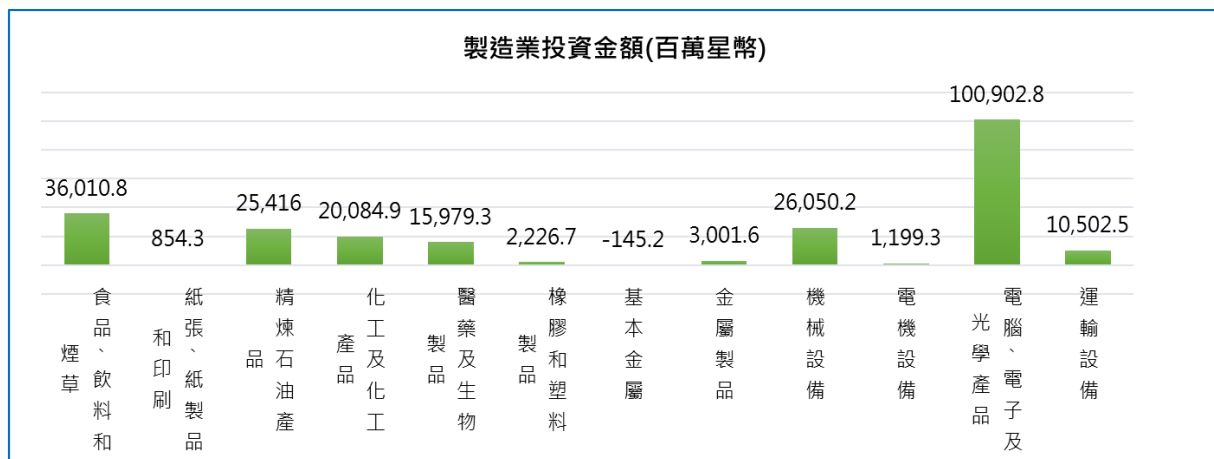
依據新加坡統計局（Singapore Department of Statistics，簡稱 DOS）¹⁰³ 資料，2020 年外人投資於製造業金額依來源統計（如圖 4.4.1-2），以南美洲、中美洲和加勒比地區最多，其次為美國、歐盟等地，前述地區投資金額累計達製造業近八成，而臺灣排名投資地區第 8 位。



資料來源：DOS 網站；本計畫彙整

圖 4.4.1-2 新加坡 2020 年外商投資統計（依來源）

如圖 4.4.1-3 以製造業投資業別來看，則是電腦、電子及光學產品為製造業最多，投資金額高達 1,009 億星幣（約占製造業 39%），其次為食品、飲料和菸草業（360 億星幣，約占 14%），而機械設備（約占 10%）、精煉石油產品（約占 10%）及化工及化工產品（約占 8%），分居製造業排名第 3、4、5 位。

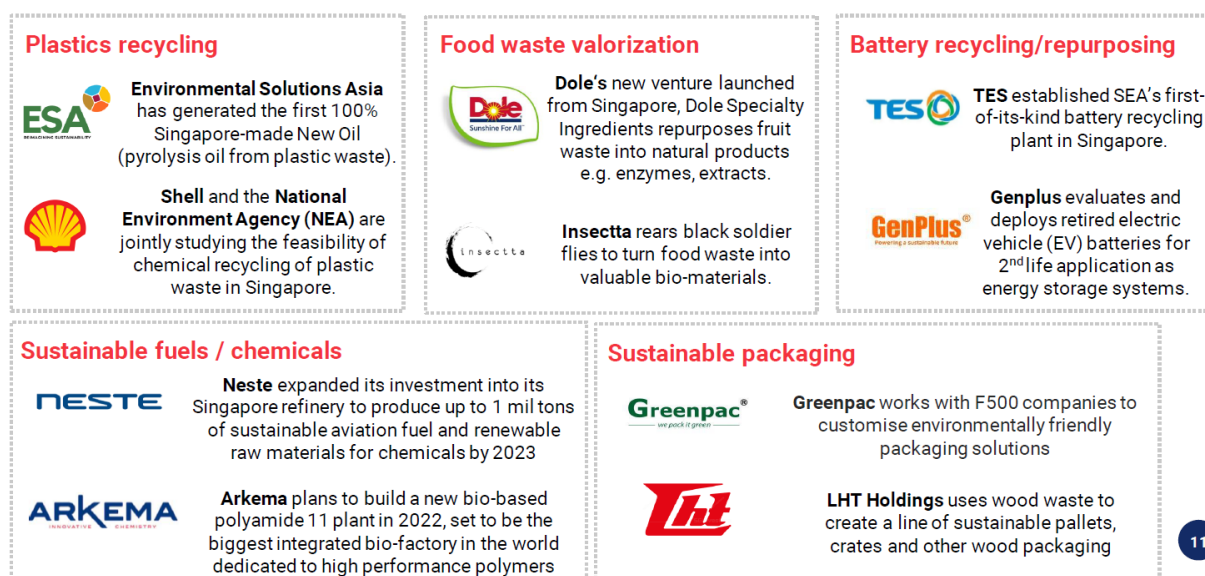


資料來源：DOS 網站；本計畫彙整

圖 4.4.1-3 新加坡 2020 年外商投資統計（依製造業別）

4.4.2 當地資源循環商情

本計畫團隊接洽新加坡經濟發展局，以提供國內業者當地循環經濟市場資訊。EDB 提供當地資源循環業者簡介如下圖 4.4.2-1，本計畫彙整如表 4.4.2-1：



資料來源：EDB 提供

圖 4.4.2-1 新加坡當地資源循環業者

表 4.4.2-1 新加坡當地資源循環業者簡介

類別	公司名稱	資源循環實績
塑膠再利用	Environmental Solutions Asia	已生產首批 100%新加坡製造，來自塑膠廢棄物的裂解油。
	Shell	殼牌與 NEA 共同研究在新加坡進行塑料廢物化學回收的可行性。
食物處理	Dole's	在新加坡成立新企業 Dole Specialty Ingredients 將水果廢棄物例如酶萃取物，再利用於天然產品。
	Insectta	飼養黑水虻，將食物廢棄物轉化為有價值的生物材料。
電池再利用	TES	在新加坡建立 SEA's 集團首座高度自動化的鋰電池回收設施 TES B。
	Genplus	評估和部署退役的電動汽車 (EV) 電池的第二生命應用作為儲能系統
永續能源/化學品	Nesta	擴大對新加坡煉油廠的投資，到 2023 年可生產多達 100 萬噸的永續航空燃料和可再生化學品原料。

類別	公司名稱	資源循環實績
	Arkema	計劃在 2022 年建造一座全球最大整合生物質製造高性能聚合物的工廠。
永續包裝	Greenpac	與 F500 企業合作制定環保包裝解決方案。
	LHT Holdings	使用木材廢料製造一系列永續托盤、板條箱和其他木質包裝。

資料來源：EDB 提供；本計畫彙整

歸納 EDB 提供臺灣對於與新加坡資源循環產業合作有興趣的廠商建議如下：

1.與當地合作夥伴共同了解生態系統和探索循環的機會

- 建議可與當地企業顧問、會計、法律、工程、技術單位等合作。

2.與當地研究機構、大學和企業合作，共同創造資源循環的解決方案

- 化學品、能源和環境永續研究所、先進再製造與技術中心 (Advanced Remanufacturing and Technology Centre, ARTC)、新加坡國立大學循環經濟工作組、新加坡循環經濟研究聯盟、新加坡電池聯盟、新加坡科技設計大學……等。

3.合作或投資新創企業，以實行新技術並抓住新的成長機會

- 新加坡為全球領先的新創公司在亞洲啟動的跳板
- 新加坡提供將新創企業與尋求關鍵循環挑戰解決方案的企業串連的計畫

4.與國際組織合作，建立部門內和跨部門的伙伴關係

- 如圖 4.4.2-2 所示，多項永續循環議題的國際行動於新加坡執行，如 Circular Leap Asia (CLA)、End Plastic Waste Innovation Platform、

Plastic ACTION (PACT) 等。

- 聯合國永續發展投資夥伴關係 (Sustainable Development Investment Partnership, 簡稱 SDIP) 亦將新加坡設為亞洲總部¹⁰⁴。

Technical Advisory	Access to Technology	Network Aggregation
 <p>Circular Leap Asia (CLA)</p> <p>Empowering manufacturers to kick-start system change for sustainable practices</p> <p>Forum for the Future is working with 3 leading textile manufacturers in Asia on circular innovation that will empower manufacturers to influence brands.</p> <p>Its initiative on reducing microfibre shedding during production with Ramatex was one of the winners at the UNDP Ocean Innovation Challenge 2020.</p>	 <p>End Plastic Waste Innovation Platform</p> <p>Challenging entrepreneurs to find innovative and sustainable solutions</p> <p>The Alliance is partnering Plug and Play on an accelerator programme to foster startups to transform plastic waste management around the world.</p> <p>Singapore is one of six global hubs and will be the site for an inaugural investor event for finalists of the Singapore programme.</p>	 <p>Plastic ACTION (PACT)</p> <p>Convening pre-competitive business initiatives for sector-level changes</p> <p>WWF is working with companies in the various sectors to commit to reducing unnecessary single-use plastic, saving over 12m pieces of plastic in 2019.</p> <p>It is expanding its scope to addressing systemic issues in the property management and manufacturing sectors and secondary/tertiary packaging</p>

資料來源：EDB 提供

圖 4.4.2-2 與新加坡合作的國際組織

5. 利用政府資源，支持啟動計畫

- 新加坡政府可為公司、高等院校和研究機構提出永續發展/循環經濟主題的解決方案研發和執行應用共同出資。例如與裕廊島的廠商合作，資助 4 個重點領域的解決方案研發和應用：工業部門的減排、能源管理、廢棄物管理以及水資源管理。
- 各項政府單位獎勵及資助方案，建議查看相關網站以取得最新資訊。

另一方面，本計畫團隊查閱當地政府和機關組織官方新聞及當地媒體等公開資訊，廣泛蒐集新加坡當地投資業務相關商情，以提供業界從中發掘海外市場商機，案例摘要如下：

1. TES

總部位於新加坡的資源循環業者 TES 和日本電池生產商 3DOM

Alliance Inc.新加坡辦事處簽署了一份合作備忘錄¹⁰⁵，共同開發新加坡的電池回收和製造生態系統。該協議部分由新加坡電池聯盟促成。隨著合作推進，可能加入由總部位於新加坡的電池及儲能系統公司 GenPlus 提供的解決方案。

3DOM 新加坡分公司負責生產和供應由 3DOM Alliance Inc. 在日本開發的鋰離子電池，應用於移動和儲能領域。TES 將為 3DOM 在該地區生產的鋰電池提供回收服務。兩家公司還將探索投資組合公司間在電池回收再利用方面的協同作用。

這是第一個積極在新加坡建立電池材料閉環系統的合作，該合作夥伴關係期能發展：1)新加坡鋰電池回收服務的合作機會；2) TES 和 3DOM 在該地區報廢電池管理方面的協同效益；3) 儲能系統整合機會，以提高新加坡日益深化之循環經濟管理中電氣化的永續性。

2. 800 Super

新加坡 800 Super 公司始於 1986 年，最初是一家傳統的廢棄物回收中心，擴展到提供清潔和養護以及園藝服務。現在，該公司提供的服務涵蓋其大部分行業價值鏈：廢棄物轉化為能源、廢棄物轉化為資源、回收利用和污泥處理。

800 Super 是國家環境局(NEA)指定的三個許可公共廢棄物收集商之一，並與公用事業委員會簽訂污泥處理的長期合約，符合新加坡零廢棄物總體規劃中概述的永續廢棄物管理願景。可使公司繼續保持在競爭激烈的行業領先地位。

800 Super 公司內每個過程的副產品將用於下一過程，污泥處理廠由生物質工廠供電，而產生的蒸汽為洗衣設施提供動力。其永續循環下一步業務，為與其他單位研究將園藝廢棄物轉化為綠氫，以可再生能源製造的也被稱為清潔氫。

五、結語

行政院國家發展委員會於今(2022)年3月正式公布「臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明¹⁰⁶」，將「資源循環零廢棄」列入「十二項關鍵戰略」(如圖5-1)，各部會將制訂行動計畫¹⁰⁷，以具體行動實現淨零遠景，擬提出金屬、化學品、無機粒料、塑膠及生物質(廚餘)等多項資源循環強化措施，希望民間與政府攜手合作，共同達成轉型願景。



資料來源：行政院國家發展委員會網站，臺灣2050淨零排放路徑及策略總說明簡報

圖 5-1 臺灣2050淨零轉型十二項關鍵戰略

依據中華民國對外貿易發展協會「綠色產業政策報告」¹⁰⁸，新加坡在電子、石化等產業所需要的廢棄物回收處理，基本上會採用較先進的技術，相對也會收取較高單價。經由前述章節介紹新加坡的政策、法規發展，可以看到該國在地小人稠的情況下，為節省或保留能資源，其廢棄物管理基本上是採循環經濟的思維或作法，然而實際執行上仍有一些技術問題尚待解決。以下將從廢棄物來源與種類兩個面向進行需求分析並研判我商可切入的機會：

(一)從廢棄物來源看需求及機會

■ 非家庭與家庭廢棄物的回收率達標均有賴更先進之回收處理作法或技術

新加坡工商業的發展相當興盛，許多跨國大企業均在此投資，金融、石化、電子等產業在此群聚，也帶動當地建築產業的發展，而這些產業發展的同時，也產生大量的廢棄物，從統計資料可發現，除了 2020 年因 CB 實施而使「非家庭」廢棄物大幅減少，近年來，「非家庭」廢棄物產生量大多是「家庭」廢棄物產生量的 2.8 倍左右。

從回收率的角度來看，雖然「非家庭」廢棄物的回收率仍維持在近 7 成，但近年來該國回收率受到他國禁廢令與疫情影響，似有下降的趨勢；而與「非家庭」部門相較，「家庭」廢棄物的回收率不高，且近 3 年受到出口市場萎縮的影響，更是呈現大幅下滑的趨勢；若以該國設定在 2030 年前要讓「非家庭」廢棄物的回收率達 81%，「家庭」廢棄物回收率要達到 30%的目標來看，要達成此目標勢必得在回收處理相關作法與技術等方面有更多的提升。

雖然這是個不錯的機會，但新加坡在國家政策大力推動的情況下，廢棄物管理與循環經濟的市場競爭激烈，若我商要切入該市場，而技術能量與當地廠商沒有太多差別，可能較無獲利空間；相對地，若能有較先進或創新且高效率的作法或技術，除了較具競爭優勢，也因可能可以收取較高價格而較易獲利生存。

目前我國是有廠商具有高階環保回收處理能力，也已銷售相關產品至新國¹⁰⁹，惟若要擴大市占，或是其他實力廠商也想切入，仍需有效整合上下游產業鏈，並善用當地人脈，各方共同合作，較能與其他跨國企業競爭。

■ EPR 系統數位化

延伸生產者責任制（EPR）為一項讓製造商回收更多產品（無論是

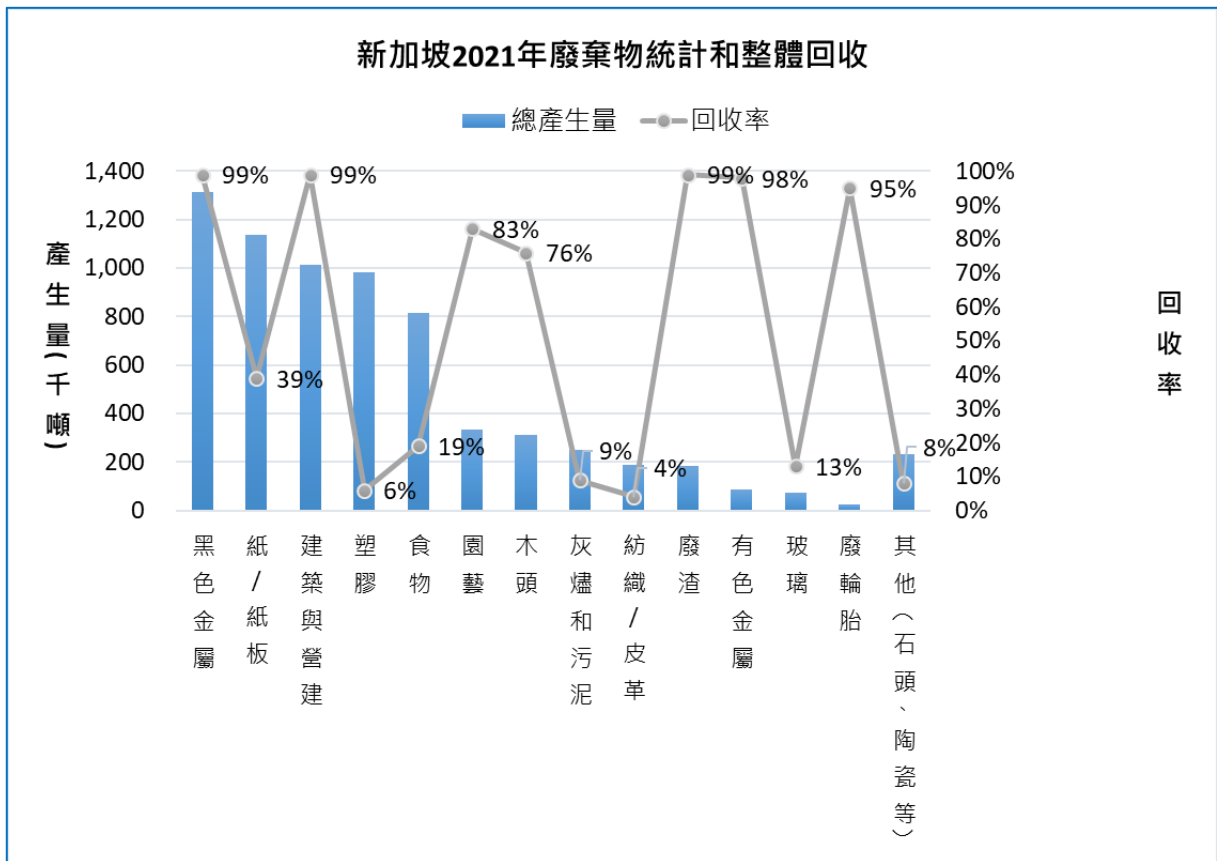
包裝或是電子廢棄物)的政策，可提高消費品的回收率並減少浪費。

製造商可以通過許多創新和創造性的方式提高廢棄物收集目標，但廢棄物最終可能沒有得到適當的回收和升級，或被集運至焚化爐，也可能被棄置於無人注意的某處。

學者建議利用數位創新技術¹¹⁰，以確保 EPR 計畫正確執行。透過區塊鏈或高科技材質標示等新興技術來填補 EPR 系統中的空白，對每一單位的廢棄物進行確實核算。而我商於資訊應用技術具有相當程度的國際水準，應具備競爭優勢。

(二)從廢棄物種類看需求及機會

新加坡前 7 大廢棄物(建築拆除、黑色金屬、紙/紙板、塑膠、食物、木材、園藝)占整體廢棄物達 85%，若從其回收率(如圖 5-2)來看，「建築拆除」與「黑色金屬」廢棄物的回收率近乎 100%，如我商有更高效或更先進的再利用技術，可提供做為高值化應用參考。其餘種類的回收率都有進步的空間，此外，有些 7 大類之外的廢棄物回收率也不高，例如：灰燼污泥、紡織品/皮革、玻璃等，如何提高相關回收率並促進循環利用一直是新加坡政府想要尋找的答案，其也提供獎勵或補助，鼓勵各方提出或實施可行且高效的作法。在本段落中，因「紡織品/皮革」的國內廠商投入回收再利用者似乎較少，且處理技術較簡單¹¹¹，故本研究暫不將這部分納入考量。



資料來源：NEA 網站；本計畫彙整

圖 5-2 新加坡 2021 年廢棄物產生量及回收率

■ **塑膠廢棄物回收需要更具環保與經濟效益的解決方案**

目前回收率最低的廢棄物是「塑膠」(2021 年回收率僅 5.9%)，由於大多數新加坡民眾仍常會搞混是否為可回收的塑膠製品而丟錯回收箱，加上常被食物殘渣污染，以及不同材質混合塑膠等問題，回收成本相當高，目前是有化學回收技術可解決現行用機械方式無法回收的混合或被污染塑膠問題，不過化學回收技術需要市場和監管部門的認可，在技術、經濟和管理層面，尚有爭議¹¹²，若我商能有更具環保與經濟效益的解決方案，可能比較容易得到該國政府或企業的認可。

建議可針對民眾部分加強宣導塑膠容器分類對環境保護之益處，包含辦理推廣講座及編入教育課綱等，使民眾瞭解資源循環之重要性。後續可藉導入分層管理方式，依據再生料使用端所需之材料品質選擇不同

處理技術，可有效達成塑膠資源循環願景。

■ 食物廢棄物有處理技術或系統安裝的需求

關於「食物」廢棄物的回收處理，該國 RSA 規定從 2021 年起，新的大型工商場所開發商需在設計規畫中配置食物廢棄物處理系統的空間，而從 2024 年起，大型工商業食物廢棄物產生者須將食物廢棄物確實分類處理；預期此規定將帶來食物廢棄物處理技術或系統安裝的需求，我相關廠商可以把握此良機。另外，由於目前「食物」廢棄物回收率不到 19%，其餘都被處置，若能與回收率較高的「木材」、「園藝」廢棄物搭配，發展生質能或生質產品，或能有助於減少食物廢棄物的棄置，我商若有生質相關技術或設備，應可把握機會。新加坡與臺灣同為都會型國家，新國鼓勵 WtE 回收機制，有效減少廢棄物體積並取得能源再利用，亦為臺灣未來可借鏡的地方。

■ 紙類廢棄物宜先解決回收管道的問題

「紙／紙板」廢棄物近幾年受到回收出口市場萎縮與無紙化推動的影響，加上疫情使得回收管道也減少，回收率呈現減少，我商若要切入，可能要先解決廢棄物回收管道的問題，或許可以借助目前該國飲料容器 RVMs 的概念與經驗，採用廢紙 RVMs 去提高回收。而我國處理業者開發紙容器與內襯淋膜分離技術，已有效提升紙類廢棄物之回收率，以拓寬回收去化管道。

■ 灰爐污泥、玻璃等廢棄物亦有循環利用的機會

「灰爐污泥」、「玻璃」等廢棄物，產生量與回收率是不大，但我商不乏有回收循環再利用並產出新價值的實績，例如：我最大焚化爐底渣處理廠商可將焚化爐底灰進行處理，除了從中挖出有價金屬再利用，也處理成再生粒料，做為地基、道路填築或水泥產品的摻配料¹¹³；而有玻璃廠將廢玻璃再製成防火建材，並已成功打入國際市場¹¹⁴；亦有研發單

位將廢液晶玻璃轉化成具有吸附重金屬的孔洞材料，成功應用在電鍍廢水處理¹¹⁵。目前這些種類廢棄物的當地回收處理廠家數算不多，而我相關廠商的技術有一定的國際水準，在競爭上應有相當程度的機會。

目前我國廠商已具有處理上述產業廢棄物的能力，亦有相關產品銷售至新國，惟若要擴大市占規模，仍需有效整合產業鏈。可參考臺灣部分業者已實行之商業模式，與當地已設廠運作之臺商合作，以技術或系統服務輸出方式，先於業者廠內加工預先處理，可節省業者清運費，再與當地處理廠商合作後續通路，或可成為一項海外投資模式，降低風險。有志前往新加坡發展的廠商，可納入鄰近國家市場共同考量，尋找周邊產業鏈結，後續再視政策與其他利基或誘因，最大化與當地產業之合作商機。

資源循環並非循環經濟之全部，故若欲至新加坡投資，動靜脈應完全鏈結，完整評估後再介入，並以循環經濟之觀點使產業能永續發展。建議國內業者應建置整體循環規劃能力，並參考新加坡 EDB 建議，與當地產業、研究機構或投資企業等合作，亦可參與國際組織的永續循環議題行動，甚至取得當地政府獎勵資源，再透過我駐外單位的商情拓銷，共同探索循環契機，期能於新加坡市場取得商業發展模式，或能從中擷取優點，作為我國廠商學習之方向。

附錄

附表 新南向國家資源循環市場概況

國家	越南	泰國	馬來西亞	印尼	菲律賓	新加坡
資源循環相關政策目標	<ul style="list-style-type: none"> - 廢棄物:2025 年都市固體廢棄物再利用率 95%、實施廢棄物源頭分離和回收設施的比率 100%、非有害工業廢棄物收集率 100%。到 2030 年，循環經濟模式將城市生活垃圾收集處理率提高到 50%，城市有機垃圾資源化率達到 100%，農村有機垃圾資源化率達到 70%。 - GHG:無條件承諾到 2030 年將溫室氣體排放量減少 9%。在國際支持的基礎上，越南承諾有條件的目標 	<ul style="list-style-type: none"> - 廢棄物：2022 年將全國塑膠廢棄物回收比例提高到 50%。到 2027 年達到 100%。2021 年城市廢棄物回收率 50%以上；2020 年 100% 妥善收集與處置有害工業廢棄物；2021 年妥善收集與處置 30% 的城市有害廢棄物。 - GHG:到 2030 年無條件減少 20% 的目標和比 BAU 低 25% 的有條件目標。到 2065 年實現碳中和。 	<ul style="list-style-type: none"> - 廢棄物:2025 年回收率 25%;2030 年回收率 28%、3 座 WtE 設施。 - GHG：2030 年排放密度為 2005 年的 45%。(無條件減排目標 35%，另外 10%是有條件的外部支持) 	<ul style="list-style-type: none"> - 廢棄物:2025 年減少 30%的廢棄物；2025 年將減少 70% 塑膠和其他海洋廢棄物。 - GHG：到 2030 年自行減排 31.89% 或在國際支持下減排 43.2%。探索到 2060 年實現淨零排放的途徑。 	<ul style="list-style-type: none"> - 廢棄物：關閉露天垃圾場；以及建立材料回收設施 (MRFS)。要求地方政府提交個別廢棄物管理計畫，將固體廢棄物量透過回收、再利用等自處理設施分流至少 25%。 - GHG：2030 年較 BAU 減少 75%，其中 2.71% 是無條件的。 	<ul style="list-style-type: none"> - 廢棄物：在 2030 年前將送至掩埋場的人均廢棄物量減少 30%；2030 年整體回收率目標要達 70%，家庭回收率達 30%；非家庭回收率達 81%。 - GHG：2030 年將排放強度較 2005 年 BAU 降低 36%。最新公布在 2030 年把溫室氣體排放量減至每年 6,000 萬公噸，並最晚在 2050 年達到淨零排放。

國家	越南	泰國	馬來西亞	印尼	菲律賓	新加坡
	是將溫室氣體排放量減少 27%。到 2050 年實現淨零目標。					
廢棄物相關法規	<ul style="list-style-type: none"> - 環境保護法 - 有害廢棄物管理 - 廢棄物處置設施的建設和營運 - 廢棄物處置費用 	<ul style="list-style-type: none"> - 國家環境品質促進和保護法 - 工廠法 - 有害物質法--分為工業及城市廢棄物 	<ul style="list-style-type: none"> - 環境品質法 - 環境品質條例 - 固體廢棄物及公共衛生管理法案 	<ul style="list-style-type: none"> - 環境保護和管理法 - 廢棄物管理法--分 3 類:家庭廢棄物、商業、公共設施產生的廢棄物等、特殊廢棄物(有害廢棄物、災難廢棄物等) - 有害廢棄物管理條例 	<ul style="list-style-type: none"> - 生態固體廢棄物管理法 - 有毒物質和有害與核廢棄物控制法 	<ul style="list-style-type: none"> - 環境公共衛生法 - 環境公共衛生(公共清潔)條例 - 環境公共衛生(有毒工業廢棄物)條例 - 環境公共衛生(一般廢棄物收集)條例 - 有害廢棄物(出口、進口及過境控制)法 - 資源永續發展法
廢棄物產量及組成	<ul style="list-style-type: none"> - 2022 年估計每年廢棄物總量為 2,550 萬公噸/年;工業廢棄物約佔 11%。 - 占比前 3 項:塑膠類、紙類、金屬類 	<ul style="list-style-type: none"> - 2019 年生活廢棄物約 2,870 萬噸。2018 年工業廢棄物約為 2,202 萬噸,一般工業廢棄物約 2,082 萬噸,有害工業廢棄物約 120 噸。 - 占比前 3 項:廚餘 	<ul style="list-style-type: none"> - 2021 年約 3.8 萬噸/日;工業廢棄物約佔 25%。 - 工業廢棄物占比前 3 項:塑膠類、紙類、金屬類 	<ul style="list-style-type: none"> - 2019 年約 17.5 萬噸/日,約 14%為塑膠廢棄物;工業廢棄物約佔 6%。 - 占比前 3 項:有機類、紙類和塑膠類 	<ul style="list-style-type: none"> - 2020 年約 2,142 萬公噸增加到 2025 年的 2,361 萬公噸;工業廢棄物約佔 4%。 - 占比前 3 項:生物可分解廢棄物、塑膠、紙及卡板 	<ul style="list-style-type: none"> - 2021 年約 694 萬公噸;非家戶廢棄物約 512 萬噸,回收率約 70%。 - 占比前 3 項:建築拆除、黑色金屬、紙/紙板

國家	越南	泰國	馬來西亞	印尼	菲律賓	新加坡
		與有機物類、塑膠類、紙類				
外商投資前5大國家	<ul style="list-style-type: none"> - 南韓 - 日本 - 新加坡 - 臺灣 - 英屬維京群島 	<ul style="list-style-type: none"> - 日本 - 新加坡 - 中國大陸 - 臺灣 - 香港 	<ul style="list-style-type: none"> - 中國大陸 - 美國 - 新加坡 - 臺灣 - 日本 	<ul style="list-style-type: none"> - 新加坡 - 中國大陸 - 日本 - 香港 - 荷蘭 	<ul style="list-style-type: none"> - 美國 - 中國 - 英國 - 新加坡 - 日本 	<ul style="list-style-type: none"> - 美國 - 荷蘭 - 愛爾蘭 - 瑞士 - 日本

資料來源：產業循環經濟整合推動計畫彙整。

參考資料

- 1 中華民國外交部網站-國家與地區-亞太地區-新加坡共和國 ·
<https://www.mofa.gov.tw/CountryInfo.aspx?CASN=5&n=5&sms=33&s=71>
- 2 新加坡晶片業急起直追 專家揭與台灣差距 · <https://ctee.com.tw/news/tech/501301.html>
- 3 新加坡：如何成为东南亚石化强国 ·
<http://news.cnpc.com.cn/system/2022/01/25/030056986.shtml>
- 4 Singapore's GDP Grew by 5.9 Per Cent in the Fourth Quarter of 2021 and by 7.2 Per Cent in 2021, <https://www.singstat.gov.sg/-/media/files/news/advgdp4q2021.ashx>
- 5 IMF-Singapore-Country Data, <https://www.imf.org/en/Countries/SGP#countrydata>
- 6 城市大改造：「花園城市」新加坡 · 2030 年每個家庭步行十分鐘就能到公園 ·
<https://www.thenewslens.com/article/161642>
- 7 Ministry of Foreign Affairs Singapore- About Singapore, <https://www.mfa.gov.sg/Overseas-Mission/Xiamen/About-Singapore>
- 8 Population Dashboard, <https://www.singstat.gov.sg/find-data/search-by-theme/population/population-and-population-structure/visualising-data/population-dashboard>
- 9 維基百科-新加坡中區 · <https://zh.m.wikipedia.org/zh-tw/%E6%96%B0%E5%8A%A0%E5%9D%A1%E4%B8%AD%E5%8D%80>
- 10 MASTER PLAN, <https://www.ura.gov.sg/maps/?service=MP#>
- 11 Closing Our Resource Loops, <https://www.ura.gov.sg/Corporate/Planning/Master-Plan/Themes/A-Sustainable-and-Resilient-City-of-the-Future/Closing-Our-Resource-Loops>
- 12 MTI - Factsheets on Key Announcements – Circular Economy, <https://www.mti.gov.sg/-/media/MTI/COS-2020/Microsite/Factsheets/MTI-COS-Media-Fact-Sheet-on-Circular-Economy.pdf>
- 13 投審會-政府資料開放-南向 18 國與我國雙向投資情形 (1952-2021)
- 14 Our Clean Land Policy in a Nutshell, <https://www.mse.gov.sg/policies/clean-land>
- 15 NEA-Our Services-Waste Management, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management>
- 16 Closing Our Resource Loops, <https://www.ura.gov.sg/Corporate/Planning/Master-Plan/Themes/A-Sustainable-and-Resilient-City-of-the-Future/Closing-Our-Resource-Loops>
- 17 Zero Waste Masterplan-Foreword, <https://www.towardszerowaste.gov.sg/zero-waste-masterplan/foreword/>
- 18 What is Circular Economy? <https://www.towardszerowaste.gov.sg/zero-waste-masterplan/chapter2/circular-economy/>
- 19 Waste Statistics and Overall Recycling,
<https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/waste-statistics-and-overall-recycling>
- 20 Why Should We Recycle?, <https://www.towardszerowaste.gov.sg/recycle/>
- 21 National Recycling Programme, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/national-recycling-programme>

-
- ²² NEWSand: A Key To Closing Singapore's Waste Loop, <https://www.nea.gov.sg/media/news/news/index/newsand-a-key-to-closing-singapore-s-waste-loop>
- ²³ What is Circular Economy? <https://www.towardszerowaste.gov.sg/zero-waste-masterplan/chapter2/circular-economy/>
- ²⁴ E-Waste Management, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/e-waste-management>
- ²⁵ Restriction of Hazardous Substances in Electrical and Electronic Equipment (RoHS) , https://environment.ec.europa.eu/topics/waste-and-recycling/rohs-directive_en
- ²⁶ The National Environment Agency, Hazardous Substances, <https://www.nea.gov.sg/our-services/pollution-control/chemical-safety/hazardous-substances>
- ²⁷ SS 587, <https://www.nea.gov.sg/programmes-grants/schemes/ss587>
- ²⁸ Food Waste Management, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/food-waste-management>
- ²⁹ Singapore Packaging Agreement and Packaging Partnership Programme, <https://www.nea.gov.sg/programmes-grants/schemes/singapore-packaging-agreement>
- ³⁰ 禁塑膠袋實際效用有限？新加坡另推兩大計畫，目標 2030 年前成為「零廢棄國家」, <https://www.seinsights.asia/article/3289/3271/6084>
- ³¹ FACTSHEET ON MANDATORY PACKAGING REPORTING, <https://www.nea.gov.sg/docs/default-source/media-files/news-releases-docs/cos-2019/cos-2019-media-factsheet---mandatory-packaging-reporting.pdf>
- ³² Zero Waste Masterplan-Chapter 3-Packaging, <https://www.towardszerowaste.gov.sg/zero-waste-masterplan/chapter3/packaging/>
- ³³ Overview of the Packaging Partnership Programme (PPP) , <http://www.packaging-partnership.org.sg/about-us/overview-packaging-partnership-programme-ppp>
- ³⁴ 新加坡設立碳排減量新目標，最晚在 2050 年達淨零排放，<https://www.roc-taiwan.org/sg/post/38640.html>
- ³⁵ 能源知識庫 https://km.twenergy.org.tw/Data/db_more?id=3770
- ³⁶ NEA-Legislation and International Law, <https://www.nea.gov.sg/corporate-functions/resources/legislation-international-law>
- ³⁷ Chemical and Hazardous Waste, <https://www.nea.gov.sg/corporate-functions/resources/legislation-international-law/multilateral-environmental-agreements/chemical-safety/basel-convention>
- ³⁸ Environmental Public Health (Public Cleansing) Regulations, https://sso.agc.gov.sg/SL/EPHA1987-RG3?DocDate=20211227&ViewType=Pdf&_=20211227133920
- ³⁹ Environmental Public Health (Public Cleansing) Regulations, <https://www.ecolex.org/details/legislation/environmental-public-health-public-cleansing-regulations-lex-faoc061791/?>
- ⁴⁰ Environmental Public Health Act (Chapter 95) 1987, <https://www.ecolex.org/details/legislation/environmental-public-health-act-chapter-95-1987-lex-faoc046825/>

-
- ⁴¹ Environmental Public Health Act (Chapter 95) 1987,
<https://www.ecolex.org/details/legislation/environmental-public-health-act-chapter-95-1987-lex-faoc046825/>
- ⁴² Environmental Public Health (General Waste Collection) Regulations,
<https://www.ecolex.org/details/legislation/environmental-public-health-general-waste-collection-regulations-lex-faoc061645/>
- ⁴³ Hazardous Waste (Control of Export, Import and Transit) Act (Chapter 122a) ,
<https://www.ecolex.org/details/legislation/hazardous-waste-control-of-export-import-and-transit-act-chapter-122a-lex-faoc046841/>
- ⁴⁴ Resource Sustainability Act 2019-Acts Supplement, <https://sso.agc.gov.sg/Acts-Supp/29-2019/Published/20191004?DocDate=20191004>
- ⁴⁵ The Resource Sustainability Act, <https://www.mse.gov.sg/resource-room/category/2020-07-30-resource-sustainability-act/>
- ⁴⁶ Resource Sustainability Act 2019, <https://sso.agc.gov.sg/Act/RSA2019>
- ⁴⁷ Budget debate: Refund-based recycling of bottles and cans to be legislated by 2022,
<https://www.straitstimes.com/singapore/environment/refund-based-recycling-of-bottles-and-cans-to-be-legislated-by-2022>
- ⁴⁸ SG GREEN PLAN website. <https://www.greenplan.gov.sg/>
- ⁴⁹ Reverse Vending Machines, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/reverse-vending-machines>
- ⁵⁰ NEA To Implement Deposit Refund Scheme (DRS) By 2022 As First Phase Of Extended Producer Responsibility (EPR) Framework For Packaging Waste Management,
<https://www.nea.gov.sg/media/news/news/index/nea-to-implement-deposit-refund-scheme-as-first-phase-of-extended-producer-responsibility-framework>
- ⁵¹ Budget debate: Refund-based recycling of bottles and cans to be legislated by 2022,
<https://www.straitstimes.com/singapore/environment/refund-based-recycling-of-bottles-and-cans-to-be-legislated-by-2022>
- ⁵² Singapore moves forward on deposit-return system,
<https://www.recyclingtoday.com/article/singapore-beverage-deposit-return-recycling-aluminum-plastic/>
- ⁵³ The National Environment Agency-Programmes & Grants-Grants and Awards-3R Fund,
<https://www.nea.gov.sg/programmes-grants/grants-and-awards/3r-fund>
- ⁵⁴ Shoppers can return packaging from online deliveries for reuse in pilot project,
<https://www.straitstimes.com/singapore/consumer/shoppers-can-return-packaging-from-online-deliveries-for-reuse-in-pilot-project>
- ⁵⁵ Eunomia – Recycling – Who really leads the World? (2017) ,
<https://eeb.org/publications/83/waste-and-recycling/84241/report-on-global-recycling-rates.pdf>
- ⁵⁶ 60 RECYCLING STATISTICS: 2020/2021 DATA, TRENDS & PREDICTIONS (2020) ,
<https://comparecamp.com/recycling-statistics/>
- ⁵⁷ Waste Statistics and Overall Recycling, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/waste-statistics-and-overall-recycling>

-
- ⁵⁸ Reduction In Overall Waste Generation In 2020, With Less Waste Sent To Semakau Landfill.
<https://www.nea.gov.sg/media/news/news/index/reduction-in-overall-waste-generation-in-2020-with-less-waste-sent-to-semakau-landfill>
- ⁵⁹ <https://covid19.who.int/region/wpro/country/sg>
- ⁶⁰ Reduction In Overall Waste Generation In 2020, With Less Waste Sent To Semakau Landfill,
<https://www.nea.gov.sg/media/news/news/index/reduction-in-overall-waste-generation-in-2020-with-less-waste-sent-to-semakau-landfill>
- ⁶¹ Waste Statistics and Overall Recycling, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/waste-statistics-and-overall-recycling>
- ⁶² Explainer: Why Singapore's plastic recycling rate is so low and what can be done to raise it,
<https://www.todayonline.com/singapore/explainer-why-singapores-plastic-recycling-rate-so-low-and-what-can-be-done-raise-it>
- ⁶³ 三碗豬腳 · 垃圾不准丟我家 · 東南亞國家的廢棄物交易報告 (上) ·
<https://www.taiwanwatch.org.tw/node/1440>
- ⁶⁴ Singapore Food Waste Recycling Market to Grow with a CAGR of 5.8% During 2021-2030 and Garner a Revenue of USD 33.0 Million by 2030; Growing Concerns for the Generation of Food Wastes to Drive the Market Growth, <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/02/23/2390398/0/en/Singapore-Food-Waste-Recycling-Market-to-Grow-with-a-CAGR-of-5-8-During-2021-2030-and-Garner-a-Revenue-of-USD-33-0-Million-by-2030-Growing-Concerns-for-the-Generation-of-Food-Waste.html>
- ⁶⁵ Food Waste Management, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/food-waste-management/food-waste-management-strategies>
- ⁶⁶ Singaporeans generated less waste in 2019, but also recycled less: NEA,
<https://www.todayonline.com/singapore/singaporeans-generated-less-waste-2019-also-recycled-less-nea>
- ⁶⁷ Singapore's recycling rate falls to 10-year low, <https://www.eco-business.com/news/singapores-recycling-rate-falls-to-10-year-low/>
- ⁶⁸ Waste Collection Systems, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/waste-collection-systems>
- ⁶⁹ <https://www.nea.gov.sg/docs/default-source/wcd/list-of-gwcs-as-of-11-mar-2022.xlsx>
- ⁷⁰ <https://www.nea.gov.sg/our-services/pollution-control/hazardous-waste/toxic-waste-control/toxic-industrial-waste>
- ⁷¹ [https://www.nea.gov.sg/docs/default-source/our-services/pollution-control/hazardous-waste/list-of-tiw-collectors- \(12-may-22 \) .pdf](https://www.nea.gov.sg/docs/default-source/our-services/pollution-control/hazardous-waste/list-of-tiw-collectors- (12-may-22) .pdf)
- ⁷² General Waste Disposal Facility, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/waste-management-infrastructure/refuse-disposal-facility/waste-disposal/general-waste-disposal-facility>
- ⁷³ https://www.nea.gov.sg/docs/default-source/our-services/waste-management/20220304_list-of-licensed-gwdfs.xlsx
- ⁷⁴ https://www.nea.gov.sg/docs/default-source/our-services/waste-management/20220304_list-of-gwdfs-with-exemption-declaration.xlsx
- ⁷⁵ Solid Waste Management Infrastructure-Waste-To-Energy Plants,
<https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/waste-management-infrastructure/solid-waste-management-infrastructure>

-
- ⁷⁶ 50 years of waste management in Singapore – incinerators, <https://zerowastecity.com/50-years-of-waste-management-in-singapore-incinerators/>
- ⁷⁷ Waste Management Infrastructure, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/waste-management-infrastructure>
- ⁷⁸ Integrated Waste Management Facility, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/waste-management-infrastructure/integrated-waste-management-facility>
- ⁷⁹ Sarimbun Recycling Park, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/waste-management-infrastructure/sarimbun-recycling-park>
- ⁸⁰ Integrated Waste Management Facility, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/waste-management-infrastructure/integrated-waste-management-facility>
- ⁸¹ Sarimbun Recycling Park, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/waste-management-infrastructure/sarimbun-recycling-park>
- ⁸² What is Circular Economy? <https://www.towardszerowaste.gov.sg/zero-waste-masterplan/chapter2/circular-economy/>
- ⁸³ Electrical and electronic equipment, <https://www.towardszerowaste.gov.sg/ewaste/>
- ⁸⁴ Where to Recycle E-Waste, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/e-waste-management/where-to-recycle-e-waste>
- ⁸⁵ List of E-waste Collection Points (updated as of 18 May 2022) , <https://www.nea.gov.sg/docs/default-source/our-services/waste-management/list-of-e-waste-collection-points.pdf>
- ⁸⁶ 電子電器設備生產者須繳費給 ALBA，小規模生產者可豁免，ALBA 需向 NEA 申報收集與回收噸數，也需提供公眾教育計畫與回收管道。
- ⁸⁷ Singapore could see 5,000 tonnes of solar panel waste in next 2 years, <https://www.straitstimes.com/singapore/environment/singapore-could-see-5000-tonnes-of-solar-panel-waste-in-next-2-years>
- ⁸⁸ Food, <https://www.towardszerowaste.gov.sg/zero-waste-masterplan/chapter3/food/>
- ⁸⁹ Food Waste Management Strategies, <https://www.nea.gov.sg/our-services/waste-management/3r-programmes-and-resources/food-waste-management/food-waste-management-strategies>
- ⁹⁰ <https://www.pa.gov.sg/our-network/our-tampines-hub> (OTH 為新加坡最大的綜合社區和生活中心，居民可以享受許多設施或參與活動，如體育設施、圖書館、社區俱樂部、藝術節目 / 設施、美食廣場和零售商店等。)
- ⁹¹ Packaging, <https://www.towardszerowaste.gov.sg/zero-waste-masterplan/chapter3/packaging/>
- ⁹² Economic Survey of Singapore 2021, Ministry of Trade and Industry, <https://www.mti.gov.sg/Resources/Economic-Survey-of-Singapore/2021/Economic-Survey-of-Singapore-2021>
- ⁹³ 中華民國僑務委員會，106 年版海外臺商經濟年鑑，<https://www.ocac.gov.tw/ocac/ebook/bookcaselist.aspx?nodeid=287>
- ⁹⁴ 新加坡投資環境簡介, <https://investtaiwan.nat.gov.tw/doiNewSouthward?country=SG>

-
- ⁹⁵ The Global Competitiveness Report 2019, World Economic Forum, https://www3.weforum.org/docs/WEF_TheGlobalCompetitivenessReport2019.pdf
- ⁹⁶ 2018 UNCITRAL ABLI Emergence Conference, <https://www.mlaw.gov.sg/news/speeches/keynote-address-ng-how-yue-permanen-secretary-for-law-2018-uncitral-abli-emergence-conference>
- ⁹⁷ Headquarters, EDB, <https://www.edb.gov.sg/en/our-industries/headquarters.html>
- ⁹⁸ Singapore FTAs, <https://www.enterprisesg.gov.sg/non-financial-assistance/for-singapore-companies/free-trade-agreements/ftas/singapore-ftas>
- ⁹⁹ 經濟部國際貿易局, <https://www.trade.gov.tw/World/ListWorld.aspx?code=7020&nodeID=45&areaID=2&country=5Y2w5bC8&infotype=3#>
- ¹⁰⁰ 新加坡與中國發展貿易 <https://www.ettoday.net/news/20220523/2257252.htm>
- ¹⁰¹ 2022 Index of Economic Freedom, The Heritage Foundation, <https://www.heritage.org/index/country/singapore>
- ¹⁰² Foreign direct investment (FDI) inflows to the ASEAN region in 2020, <https://www.statista.com/statistics/1008281/asean-foreign-direct-investment-inflows-by-country/>
- ¹⁰³ Singapore Department of Statistics (DOS) · <https://tablebuilder.singstat.gov.sg/table/TS/M083811>
- ¹⁰⁴ Sustainable Development Investment Partnership (SDIP), <https://www.weforum.org/communities/sustainable-development-investment-partnership-sdip>
- ¹⁰⁵ Global Newswire, <https://www.globenewswire.com/news-release/2022/11/01/2545087/0/en/TES-and-3DOM-Singapore-Sign-Circular-Economy-Focused-Battery-Recycling-Memorandum-of-Understanding.html>
- ¹⁰⁶ 行政院國家發展委員會 · https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=FD76ECBAE77D9811
- ¹⁰⁷ 拚淨零轉型 國發會：12項關鍵戰略年底提具體方案 · <https://www.cna.com.tw/news/afe/202210130371.aspx>
- ¹⁰⁸ 中華民國對外貿易發展協會 · 綠色產業政策報告-(三) 新加坡廢棄物回收處理產業 · <https://info.taiwantrade.com/biznews/%E7%B6%A0%E8%89%B2%E7%94%A2%E6%A5%AD%E6%94%BF%E7%AD%96%E5%A0%B1%E5%91%8A-%E4%B8%89-%E6%96%B0%E5%8A%A0%E5%9D%A1%E5%BB%A2%E6%A3%84%E7%89%A9%E5%9B%9E%E6%94%B6%E8%99%95%E7%90%86%E7%94%A2%E6%A5%AD-2130954.html>
- ¹⁰⁹ 優勝奈米科技有限公司官網-最新消息 · <https://www.uwin-nano.com/news.php>
- ¹¹⁰ Issues manufacturers face in recycling, recovering product waste can be resolved with new technologies, <https://www.straitstimes.com/singapore/environment/issues-manufacturers-face-in-recycling-recovering-product-waste-can-be-resolved-with-new-technologies>
- ¹¹¹ 回收布料再利用之未來展望 ·

<https://www.fashionexpress.org.tw/focus/paper/4470351184>

¹¹² 塑膠垃圾的化學回收，[https://www.basf.com/hk/zh/who-we-](https://www.basf.com/hk/zh/who-we-are/sustainability/management-and-instruments/circular-economy/chemcycling.html)

[are/sustainability/management-and-instruments/circular-economy/chemcycling.html](https://www.basf.com/hk/zh/who-we-are/sustainability/management-and-instruments/circular-economy/chemcycling.html)

¹¹³ 底渣真面目 廢棄物如何變產品？ 走進全台最大焚化底渣再處理機構，[https://e-](https://e-info.org.tw/node/228672)

[info.org.tw/node/228672](https://e-info.org.tw/node/228672)

¹¹⁴ 學霸二代返家，為老工廠注入新生命！春池用玻璃說一段永續故事，

<https://www.bnext.com.tw/article/58793/circular-economy-recycle>

¹¹⁵ 防治汙染新技術 廢液晶玻璃加入電鍍產業水資源循環再創新價值，

<https://www.taiwannews.com.tw/ch/news/4187743>

