

國際能源總署(IEA)2018 年能源效率市場報告解析

—全球能源效率持續提升，能源效率投資以建築部門為主，並看好運輸部門未來能效提升力道

邱虹儒

國家能源發展策略規劃及決策支援能量建構計畫

工業技術研究院 綠能與環境研究所

摘要

根據國際能源總署(International Energy Agency, IEA) 2018 年能源效率市場報告(Energy Efficiency 2018)分析，全球能源需求增加了 1.9%，是近七年來增幅最高的一次，2017 年景氣回溫，直接影響能源需求大增。此外，IEA 預估近年全球能源密集度應可以達到接近 3%的降幅，然而 2017 年全球能源密集度僅下降 1.7%，低於 2011 年至今平均 2.2%的下降率。中國 2017 年在能源密集度下降 3.9%，對世界的貢獻約三分之一，相較其他國家平均能源密集度下降僅 1.2%。但該報告同時指出，主要能耗國家化石能源進口成長率減少，能源部門溫室氣體雖成長，但看好能源效率長期減排效果。全球各國仍須加強提升能源效率，以達成 2030 年永續發展目標，並增加全球能效政策覆蓋率，特別看好私有車及電動機車為高潛力發展項目。

我國 2017 年能源消費量為 85.26 百萬公秉油當量，過去 20 年平均成長率為 2.42%，依能源別區分消費情形，以石油產品為主，占 53.05%，其次為電力部門，占 29.31%。近十年，我國能源生產力明顯增長，能源密集度亦持續改善。2017 年我國能源密集度 5.22 公升油當量/千元，較前一年減少 3.3%，以 2011 年至 2017 年年平均減少 0.72%。我國能源效率的提升布局如何與世界趨勢接軌，以強化我國產業競爭力，減少能源消費和能源依賴，仍深具挑戰。

關鍵字：能源效率、能源效率投資、國際能源總署

一、全球趨勢和展望

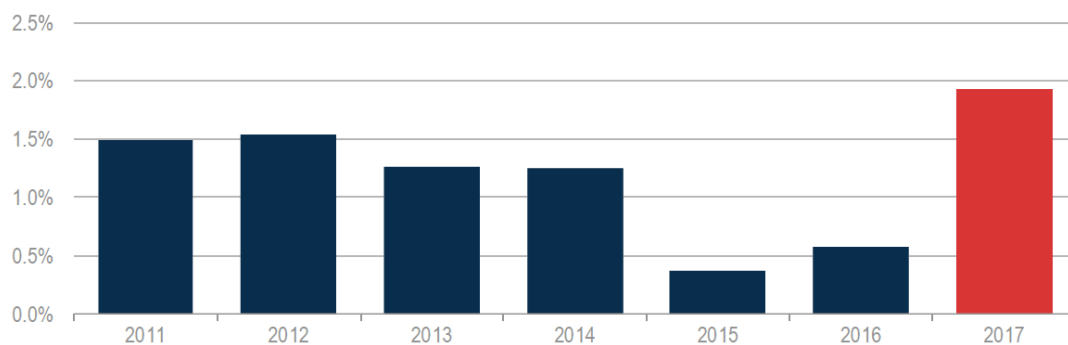
(一)全球能源需求與能源效率貢獻

1. 全球能源需求及 GDP 發展趨勢

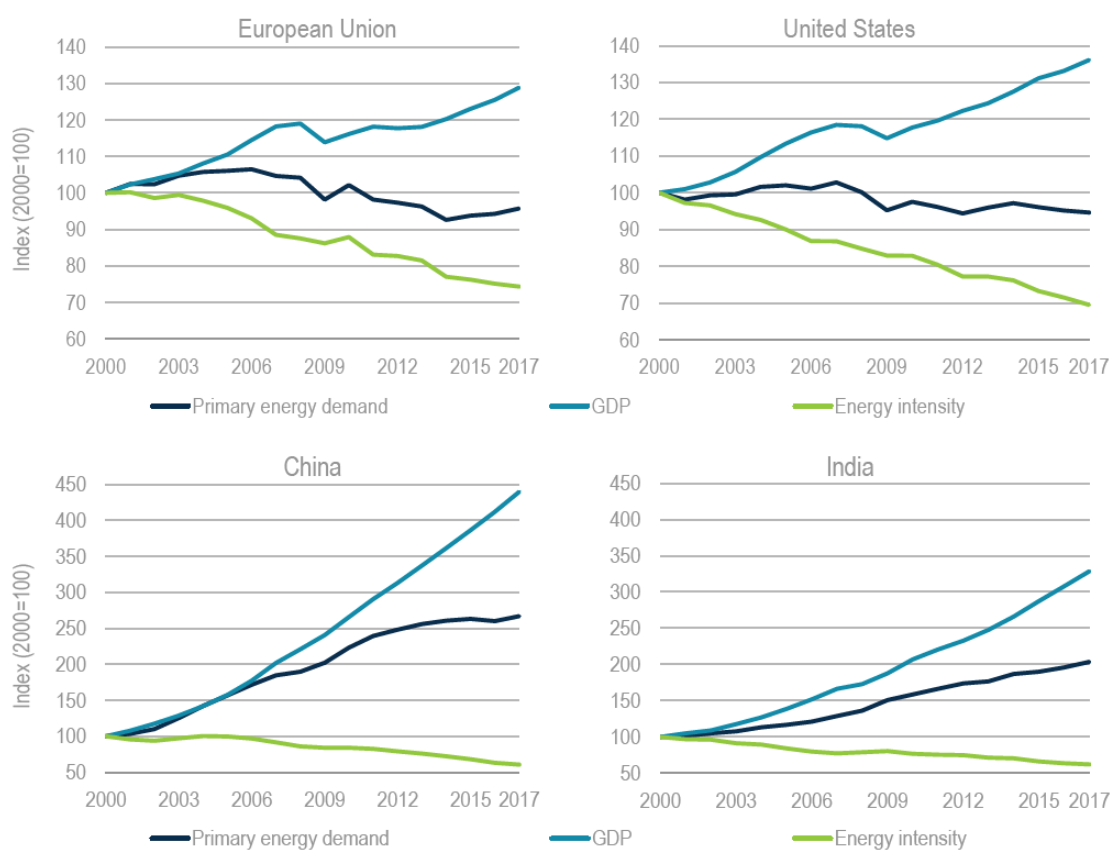
根據國際能源總署(International Energy Agency, IEA) 2018 年能源效率市場報告(Energy Efficiency 2018)分析[1]，全球能源需求增加了 1.9%，是近七年來增幅最高的一次，2017 年景氣回溫，直接影響能源需求大增，請見圖一。能源需求的增加也反映自主要國家的經濟成長，歐盟、美國、中國及印度等主要經濟發展國家 GDP 近年均有增加的趨勢，美國相較 2016 年成長率 1.5%，2017 年經濟成長率達 2.3%；歐盟 2016 年經濟成長率 2%，2017 年亦增長到 2.6%；中國經濟成長率略增加到 6.8%，主因是鋼鐵業的產量在歷經兩年的減產與停滯後，單 2017 年就增加了 3%，產量的增加也帶動能源需求的增加，請見圖二。

全球能源需求的增長，IEA 能源效率市場報告究其原因，包括：

- (1) 交通里程與運具的需求增加：特別是市場中運動型休旅車(SUVs)的銷售量在各經濟體均穩定成長，航空油購量也增加。儘管 2017 年油價上漲，但並未影響人們對交通運輸的需求量。此外，經濟成長也顯示工業活動的增長，工業部門的能源使用仍是大宗。
- (2) 極端氣候影響供電並增加最終能源消費：南歐乾旱致使水力發電出現缺口，缺口由火力發電補上，直接增加初級能源的消費量。歐洲熱浪直接讓歐洲冷房度日增加 17%，空調需求大增。中國冷房度日增加 4%，也直接增加了 10%的空調用能需求，但年底入冬低溫使得天然氣出現短暫供應缺口，由燃煤緊急補上。
- (3) 全球鋼鐵業生產量增加 4%，相較前兩年出現負成長與停滯成長的狀態，全球能源消費的 5%使用於鋼鐵生產業的產量有明顯起色。根據世界鋼鐵協會的預測[2]，2018-2019 年鋼鐵需求持續上修，主要包括已開發國家基礎建設項目的需求，以及開發中國家對建築、汽車的需求，皆有一定的增長空間。不過中美鋼鐵貿易關稅爭議對鋼鐵產業存在一定的風險。



圖一、全球初級能源需求 2011-2017 年增長率[1]

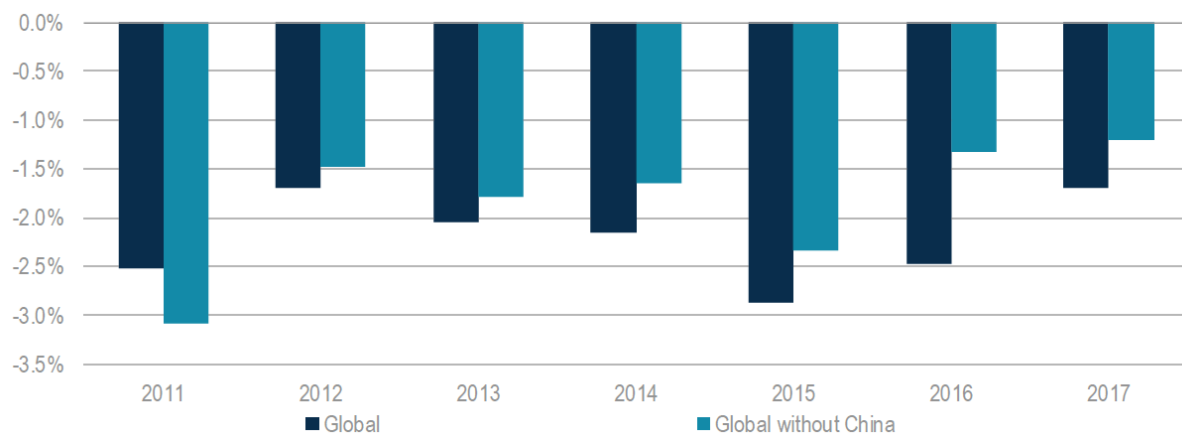


圖二、2000-2017 年主要國家初級能源需求、GDP 及能源密集度趨勢[1]

2. 能源密集度

IEA 預估近年全球能源密集度應可以達到接近 3%的降幅，然而 2017 年全球能源密集度僅下降 1.7%，低於 2011 年至今平均 2.2%的下降率。中國 2017 年在能源密集度上的表現不俗，下降 3.9%，對世界的貢獻約三分之一，相較其他國家平均能源密集度下降僅 1.2%。若非中國能源密集度有顯

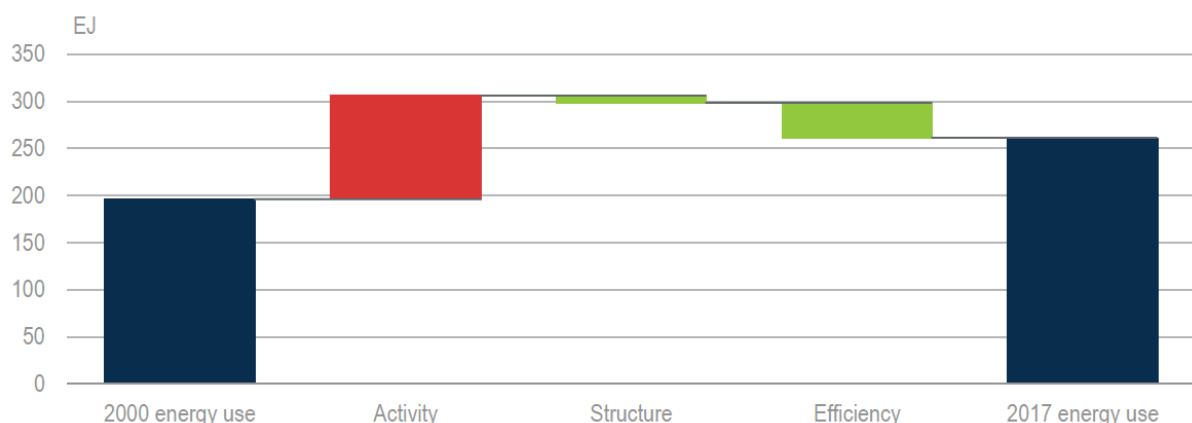
著的下降，全球能源效率可能進展非常有限，由圖三可見近年光中國的能源效率成果就高於全球其他國家表現，這將是能源效率發展的警訊。



圖三、中國對全球能源密集度降幅的影響[1]

3. 能源效率的表現

在經濟活動增長、能源使用增加、能源密集度降幅有限下，2017 年能源效率對整體節能的效果並不理想。2000 年以來能源效率整體提升了 15%，但 2017 年僅占 1% 的能效提升，主因是由於結構因素導致，包括上述交通運輸習慣、冷暖設備需求、建築業等帶動鋼鐵業的成長等，使得能源使用量大幅增加，而根據 IEA 的計算，能源效率提升貢獻約三分之一的能耗抵銷，仍對整體節能有一定的幫助，詳圖四。

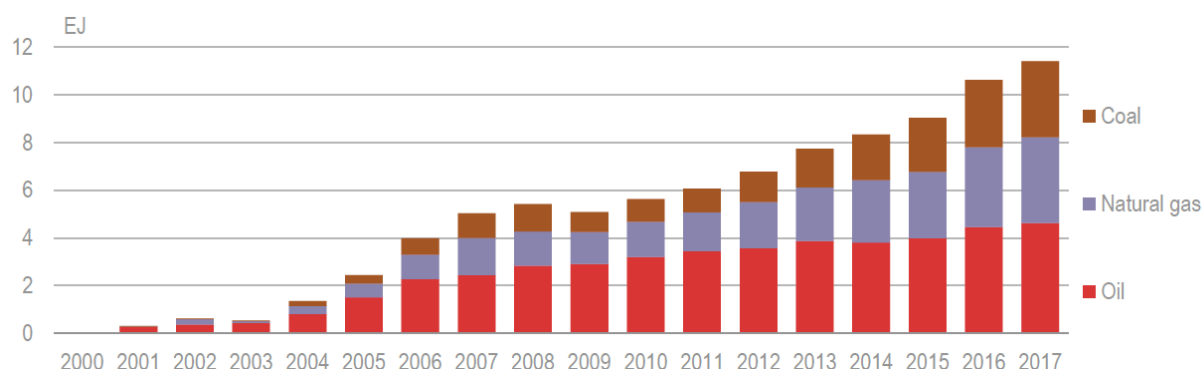


圖四、IEA 成員國和主要新興國家最終能源使用分解圖[1]

(二)2017 年能源效率主要議題

1. 主要能耗國家化石能源進口成長率減少

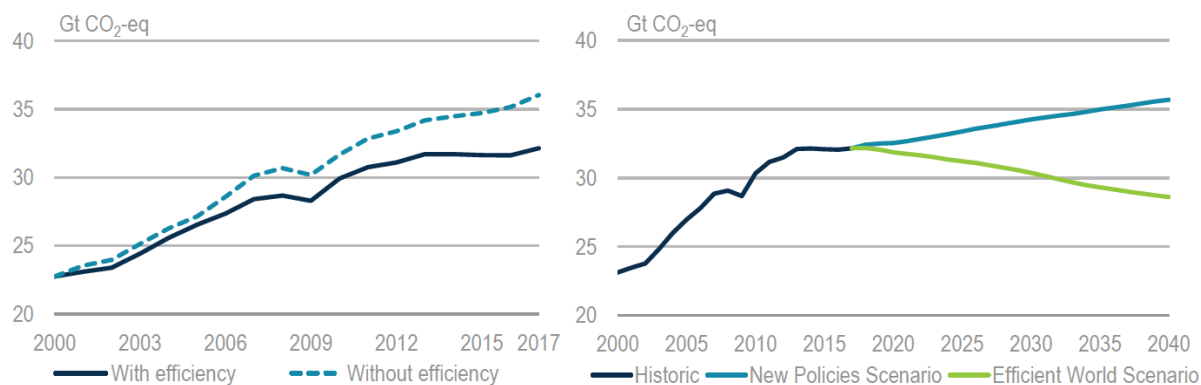
當前世界仍以化石燃料為主要能源，能源效率有助於減少對化石燃料的依賴，從過去化石燃料進口數據即可觀察到能源效率的抑低效果，詳圖五，IEA 能源效率市場報告指出，若沒有過去六、七年的能源效率提升努力，特別是西班牙、義大利和法國對天然氣的進口需求會比目前數據分別增加 10%、14%、以及 15%。



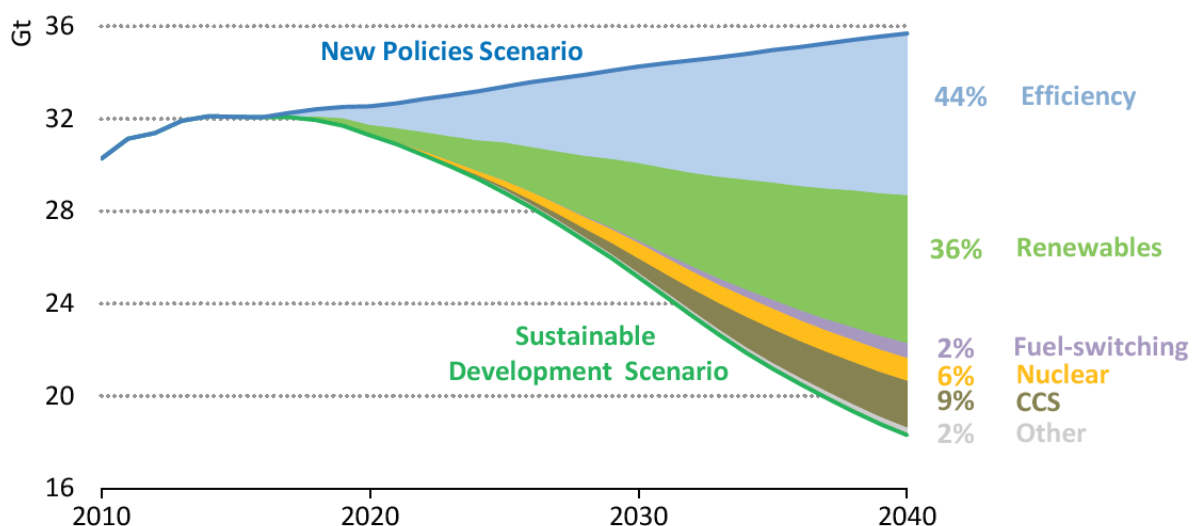
圖五、IEA 成員國和主要新興國家提升能效抑低化石能源進口量的趨勢[1]

2. 能源部門溫室氣體雖成長，但看好能源效率長期減排效果

2017 年能源部門溫室氣體排放成長 1.4%，IEA 報告分析主因是經濟成長帶動能源使用增加，且能源使用仍高度依賴化石燃料造成。但能源效率提升對減少溫室氣體排放仍有一定的貢獻，圖六左圖即顯示 2017 年因為能源效率的努力，能源部門溫室氣體排放量相較於不作為減少 12%。對未來能源效率提升所能產生的減排效果，IEA 持樂觀預測，在高效世界情境 (Efficient World Scenerio, EWS) 中，IEA 預估 2040 年可以減少 2017 基準年排放量的 12%，相當於巴黎協定目標的 40%，詳圖六右圖及圖七。這些都需要透過再生能源的積極發展和其他措施來達成。



圖六、能源相關溫室氣體排放在是否有能源效率提升及不同情境的趨勢[1]



圖七、世界能源展望 2017 年報告不同情境下溫室氣體減量效果[1]

3. 2030 年達成永續發展目標仍有挑戰

聯合國永續發展目標第 7 項「確保所有的人都可取得負擔得起、可靠的、永續的，以及現代的能源」，第 3 細項設定「在西元 2030 年以前，將全球能源效率的改善度提高一倍」，其計算單位為全球每年能源密集度(每 GDP 所使用的初級能源量)，為達成目標，2015 年至 2030 年間，全球年均能源密集度應下降約 2.7%，要求高於本報告前述現況：2017 年全球能源密集度僅下降 1.7%，低於 2011 年至今平均 2.2% 的下降率。

IEA 指出，在目前世界能源展望報告(World Energy Outlook, WEO)[3]新政策情境(New Policy Scenario, NPS)的推估中，全球年均能源密集度降幅預

期為 2.4%，顯示納入當前各國宣示會實施的政策成效，對達成永續發展目標仍有落差。

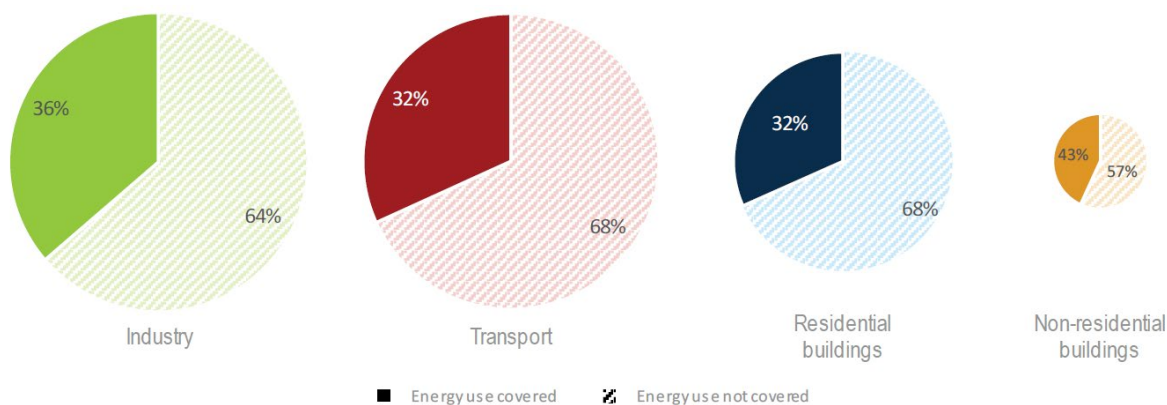
倘能達成永續發展目標 7.3 項，連帶也使永續發展目標 7.1 項「在西元 2030 年前，確保所有的人都可取得負擔得起、可靠的，以及現代的能源服務」達成條件更佳，更有效率的能源使用可以使得更多人能取得現代能源服務。此外，目前能源仍高度依賴化石燃料，因此能效的提升可降低化石燃料依賴，貢獻永續發展目標第 13 項「對抗氣候變遷」、第 3.9 項「在西元 2030 年以前，大幅減少死於危險化學物質、空氣污染、水污染、土壤污染以及其他污染的死亡及疾病人數」，以及第 8.4 項「在西元 2030 年以前，漸進改善全球的能源使用與生產效率，在已開發國家的帶領下，依據十年的永續使用與生產計畫架構，努力減少經濟成長與環境惡化之間的關聯」。

4. 全球能效政策覆蓋率增長有限，私有車及電動機車為高潛力項目

政策覆蓋率是指有政策或規則涵蓋到的設備，占總能源消費的比例。舉例來說，倘若一國針對幾個特定款式冰箱訂定能源效率規定，政策覆蓋率係指該年受規範款式冰箱能源消費量，占所有冰箱能源消費量的比例。

全球能效強制性政策及規定覆蓋率從 2016 年的 32% 上升到 2017 年的 34%。99% 的增長是來自運具及設備依規定進行更新汰換，剩下的 1% 是來自既有規範擴及新的設備，至於新政策的制定在這幾年的覆蓋率是呈現消退。

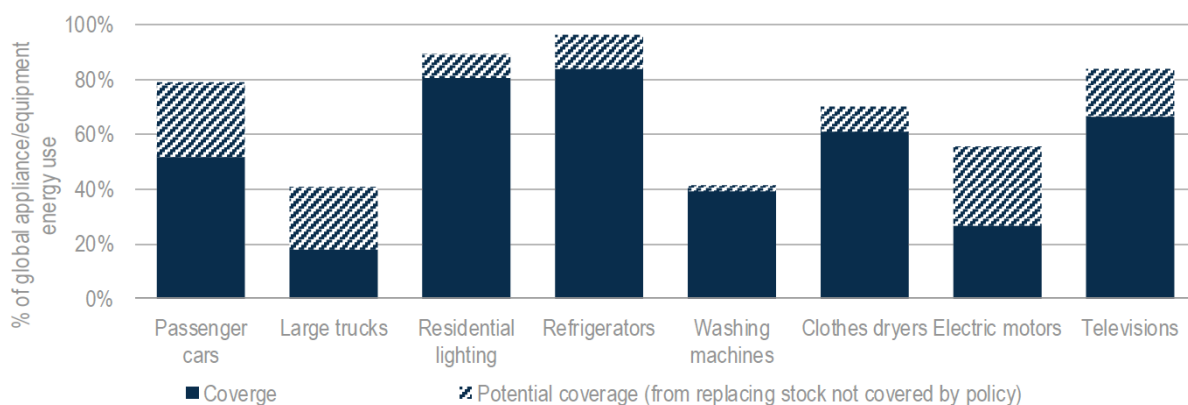
各部門比較下，就最終能源消費量由大至小依序為工業、交通、住宅建築、非住宅建築。由圖八可知，非住宅建築能效政策及法規覆蓋率為 43%，但因整體能源消費最少，故對整體效果的影響較不顯著，工業部門其次占比為 36%，由於最終能源消費量最高，推動相關政策的效果最顯著。



Notes: The size of pie charts is approximately proportionate to total final consumption in each sector.

圖八、部門別全球最終能源消費中能源效率強制性政策的覆蓋率[1]

IEA 報告指出，部分商品透過更新設備就可以快速增加政策覆蓋率，詳圖九。例如汰換老舊私有車輛就可以將政策覆蓋率從 52% 提升到 80%，而汰換老舊貨車，政策覆蓋率也可以翻倍成長，從 18% 增加到 40%。政策制定者可針對這類設備制定更新汰換的強制性規定，電動機車也是高潛力商品。反之，例如洗衣機更新汰舊僅能增加 3% 的政策覆蓋率，代表現在市面上的洗衣機已經多數都配合能效規範。



圖九、主要耗能商品能源效率強制性政策覆蓋率及其增長潛力[1]

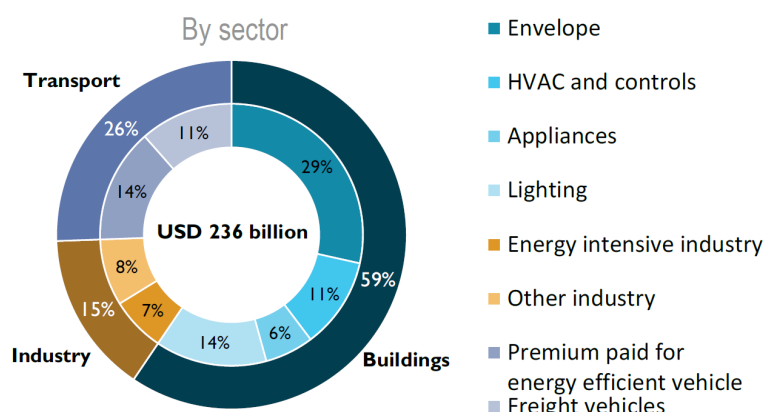
5. 能效投資增長減緩，政策仍以貸款和補貼為主要誘因機制

為達到高能效情境，預期 2017 至 2025 年間需投資 5,840 億美元，而 2026 至 2040 年間需投資 1.3 兆美元在提升能源效率，對能源效率的投資回報，直接影響目前對化石燃料的投資和消費下降。

2017 年全球能效投資成長幅度約 3%，達到約 2,360 億美元，最主要還

是來自歐洲國家，占全球約 32% 的投資比例，金額為 750 億美元；中國投資總額在世界總投資的占比，較 2016 年成長了 2%，但總金額變化不大，還略微減少。成長趨緩主要是北美投資在世界占比減少了 2%，投資額也減少至約 420 億美元。

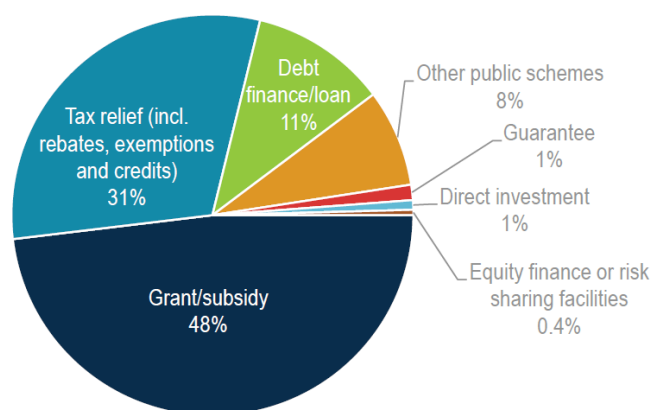
依部門別統計數據，建築部門為最大宗投資對象，占 59% 的世界總投資額，其次是交通部門 26%、工業部門 15%。詳圖十。



圖十、全球能效投資按部門別比例[1]

儘管目前以建築部門為最主要資金流向，IEA 根據高效世界情境 (Efficient World Scenario, EWS) 模擬預測，未來交通部門投資占比將高達 60%，遠遠超過建築及工業部門，後者分別為 30% 及 10%。此亦符合本文前段揭示 IEA 報告潛力推估，全球能效政策覆蓋率增長有限，私有車及電動機車為未來高潛力項目。

IEA 統計，由政府主導之能源效率財務誘因機制，2017 年總金額約 270 億美元，以投入電動車最高達 80 億美元，其次是建築部門約 65 億美元、工業部門約 60 億美元；政府投入的財務誘因中，接近半數以補助和補貼 (grant/subsidy) 為主，其次約 31% 是透過減稅，詳圖十一。



Note: Data obtained from surveys conducted with Australia, Austria, Brazil, China, Estonia, Germany, India, Ireland, Italy, Mexico, Norway, Portugal, Spain, Switzerland, the United Kingdom and the United States. In the case of China, data are for 2016.

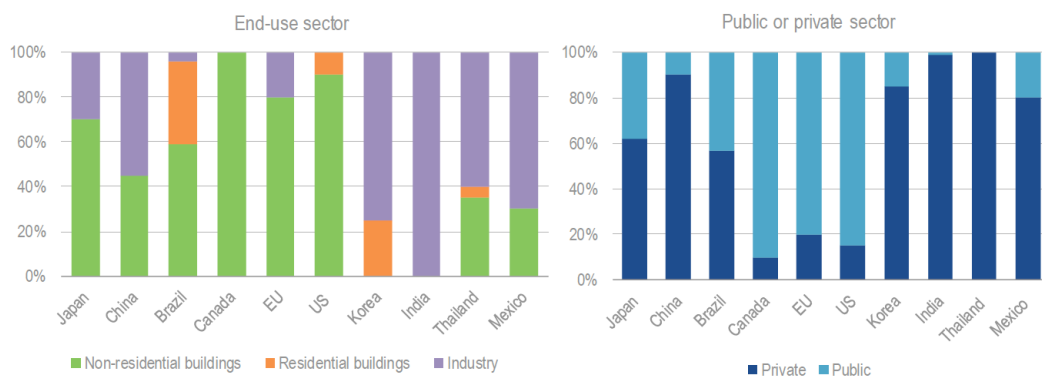
圖十一、政府能源效率財務誘因機制依類別比例[1]

6. ESCO 在全球各區域發展增長，但受各國文化影響，各有特色

ESCO 是一種能源效率的商業模式，泛指能源服務公司(energy service companies, ESCOs)，透過與能源使用者簽署能源服務績效契約(energy performance contract, EPC)，協助使用者設計規劃、裝設，甚至以投入資金的方式，改善能源使用效率。

全球 ESCO 市場規模約 286 億美元，2017 年較前一年成長 8%。中國仍是 ESCO 產業發展最發達的國家，在國家政策的財務制度支持下，2017 年市場規模 170 億美元，較前一年成長 11%。ESCO 產業發展超過 30 年的北美則呈現穩定發展狀態。歐洲維持在全球約 10% 的市占率。

各國 ESCO 市場的發展方向因國情文化和相關配套政策的不同，有非常迥異的產業標的和公私營情形。詳圖十二，加拿大 ESCO 產業服務對象幾乎都是非住宅建築部門，並且以公部門為主；反之，印度 ESCO 產業服務對象幾乎都是工業，就以私部門為主。ESCO 產業發展最快速的中國，約 90% 是服務私部門，剩餘才是公部門，且工業部門占 6 成，餘 4 成為非住宅建築部門，主要原因是中國公部門的採購法規僵固不具彈性，簽約和行政流程繁複且各省規定都不同，使得 ESCO 廠商在公部門(如學校、區域供暖公司、公用照明等)難以進場發揮[4]。



圖十二、各國 ESCO 市場占比比較[1]

目前 ESCO 服務對象集中在非住宅建築部門，工業部門也佔有一定的比例，然而交通部門幾乎沒有相關產業投入的跡象。根據 IEA 的分析，這個現象與各部門能源效率技術發展和成本有極大的關聯，建築部門汰換老舊設施相對尚在發展中的交通能效技術而言，效果快、執行容易。而非住宅建築部門之所以為大宗，是由於此類建築較能接受與 ESCO 廠商的長期契約關係。

目前市場上也開始出現針對 ESCO 服務的節約能源保險(energy savings insurance, ESI)業務，此類保險尚在萌芽階段，大致提供兩種商品：技術保險(technical insurance)以及額度保險(credit insurance)。技術保險針對能效專業中的技術失敗風險，可歸因於技術不足而導致節能效果不彰者；額度保險針對消費者中途退出專案，確保 ESCO 公司仍可取得已提供之服務費用。

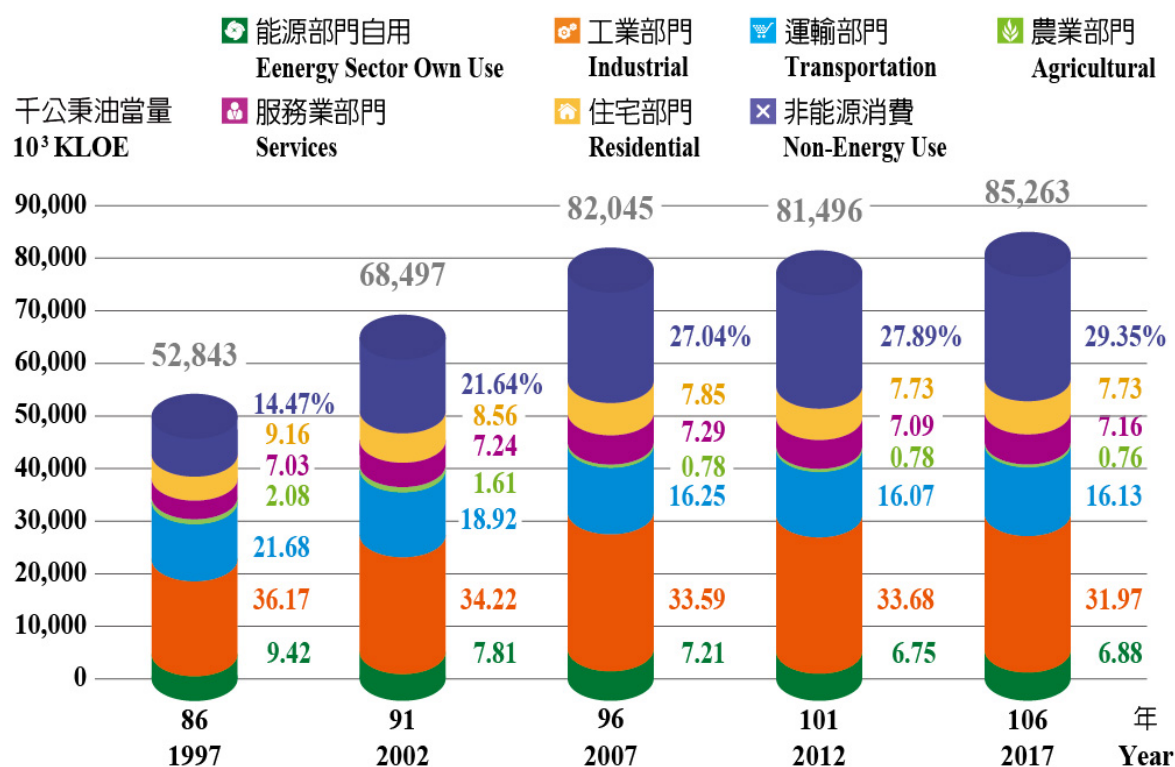
二、我國借鏡

我國 2017 年能源消費量為 85.26 百萬公秉油當量，過去 20 年平均年成長率為 2.42%，依能源別區分消費情形，以石油產品為主，占 53.05%，其次為電力部門，占 29.31%。依部門別，過去 20 年非能源消費、服務業與工業部門之能源消費均大幅成長，詳圖十三。自 1997 年至 2017 年 20 年間，國內各部門能源消費量，非能源消費¹部門年成長 6.11%、服務業²部門年

¹ 非能源消費：包含其他石油產品如白乙醇、石臘、潤滑油、瀝青、及其他產品。非能源消費的煤(泥煤除外)亦包括在內。

² 服務業：包括批發零售、住宿餐飲、運輸服務、倉儲、通信、金融保險不動產、工商服務、社會及個

成長 2.52%、工業³部門年成長 1.79%、住宅⁴部門年成長 1.56%、運輸⁵部門年成長 0.92%、能源部門自用⁶年成長 0.83%，而僅農業部門年減少 2.59%。



圖十三、國內能源消費結構(按部門別)[6]

近十年，我國能源生產力明顯增長，能源密集度亦持續改善，詳圖十四。2017 年我國能源密集度 5.22 公升油當量/千元，較前一年減少 3.3%，以 2011 年至 2017 年年平均減少 0.72%。IEA 預估近年全球能源密集度應可以達到接近 3%的降幅，而 2017 年全球能源密集度僅下降 1.7%，低於 2011 年至今平均 2.2%的下降率，其中，中國 2017 年在能源密集度下降 3.9%。以此觀之，我國能源密集度的表現仍有進步空間。

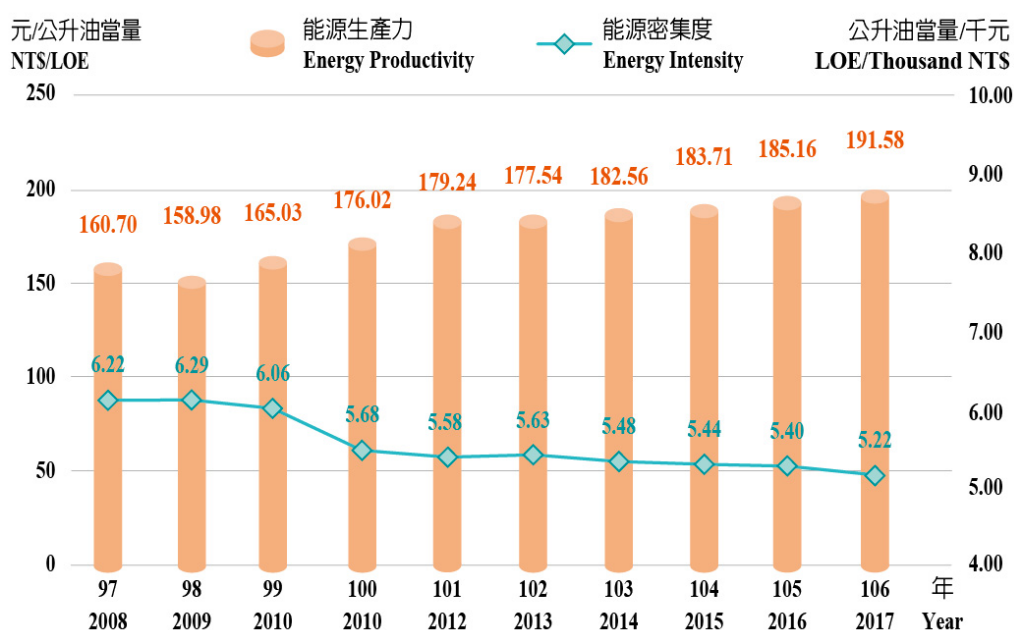
人服務、公共行政業等。

³ 工業：記錄支援工業從事主要活動所使用的燃料。

⁴ 住宅：住家(指國內居民住家)。

⁵ 運輸：包括所有運輸用燃料，而國際航運燃料除外。它包括公路、鐵路、國際航空、國內航空、國內水運的交通運輸、用於管道運輸的燃料、及其他運輸。

⁶ 能源部門自用：指各能源供應業之自用量，如煤礦業、煉焦工場、高爐工場、油氣礦業、煉油廠、電力供應業、抽水用電、汽電共生廠及氣體燃料供應業之自用或廠用量；其中煉油廠相關數據，包含部分原應歸屬工業部門中石油化學原料製造業者。



圖十四、我國歷年能源生產力與密集度[6]

根據我國能源轉型白皮書(初稿)《節能目標暨路徑規劃》重點推動方案 2018 年 6 月 20 日公開版本[5]，我國規劃 2017 至 2025 年能源密集度年均改善 2.4%，電力密集度年均改善 2%。其中，各部門節能工作規劃如下：

- (一)民生部門：受家戶數成長及服務業 GDP 成長，另民生部門空調設備用電占比高，亦受氣候炎熱影響，帶動整體用電成長。考量服務業中小用戶多達 100 萬戶，占服務業用電 72%，故未來除設備器具管理與能源查核外，應協助地方建立節電治理能力與永續節能機制，結合縣市在地優勢推動低效率設備汰換及加強服務業空調照明設備使用管理，並由教育宣導著手，改變用電行為，建構節電氛圍。
- (二)工業部門：因工業部門 GDP 成長，帶動能源消費與用電量呈成長趨勢。考量工業部門能源大用戶占用電量達 85%，並以動力設備為主要用電設備，故未來除聚焦大用戶節能目標強制規範，亦將投入動力設備效率提升，並促使產業自主推動節能措施，善盡產業節能減碳社會責任。
- (三)建築部門：建築為能源消費的主要場域，故未來可提升建築物外殼節約能源設計基準，完成建築物外殼耗能資訊透明機制並施行，促

進建築節能。

(四)運輸部門：依循能源發展綱領環境永續方針，由建構低碳環境、溫室氣體減量、維護空氣品質三大面向，規劃運輸部門節能計畫推動內容，健全綠能低碳交通環境，建構人本、安全、高效率之綠能低碳交通環境。

我國於推動相關能源效率提升和節約能源的政策措施，除盤點國內各部門節能潛力與我國經濟發展和產業特性外，綜合考量國際能源效率政策和技術的發展趨勢，參照 IEA 能源效率報告分析之各國發展條件與方向，在擬定我國長遠能源效率政策時，可擴大布局產業國際競爭力和研發量能。

參考文獻

- [1] 國際能源總署(IEA)，2018，能源效率市場報告(Energy Efficiency Market Report 2018)。
- [2] 世界鋼鐵聯盟(World Steel Association)，2018/10/16，2018 和 2019 年全球短期鋼鐵需求預測。
<https://www.worldsteel.org/zh/media-centre/press-releases/2018/worldsteel-Short-Range-Outlook-2018-2019.html>
- [3] 國際能源總署(IEA)，2018，世界能源展望報告(World Energy Outlook 2018)。
- [4] Ding Ma, 2013. Energy Service Companies (ESCOs) in China: Barriers and drivers from ESCOs' perspective, Aalto University School of Business 碩士論文。
- [5] 能源轉型白皮書(初稿)《節能目標暨路徑規劃》重點推動方案 2018 年 6 月 20 日公開版本。
- [6] 經濟部能源局能源統計手冊，2017。