

新加坡工業部門能源效率激勵機制探討與借鏡

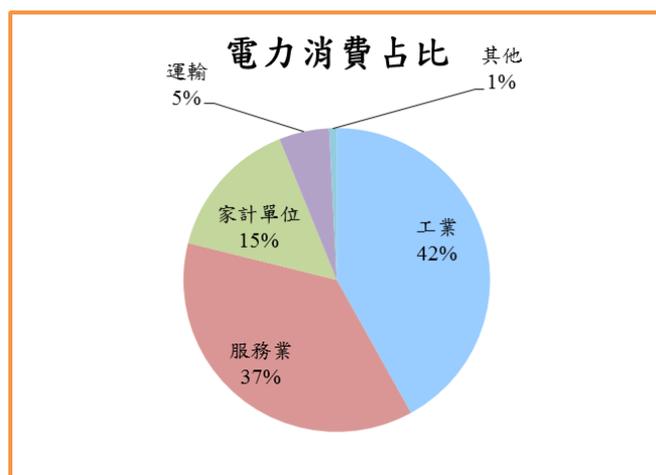
摘 要

新加坡與我國均為能源蘊藏量稀少之國家，國內使用之能源大部分均需要藉由進口取得，在能源消費比例上，工業部門皆為占比最大之部門，顯示工業部門能源效率改善皆為兩國重要之課題。新加坡政府提供許多能源效率改善激勵機制，並藉由 E2PO 網站整合相關資訊，協助國內企業進行能源效率改善。我國政府雖在工業部門能源效率改善協助上亦不遺餘力，然目前缺乏政策與激勵措施資訊統整之平台，未來可借鏡新加坡之模式，使企業易於取得相關資訊，提升其能源效率改善意願。

一、新加坡背景資訊概述

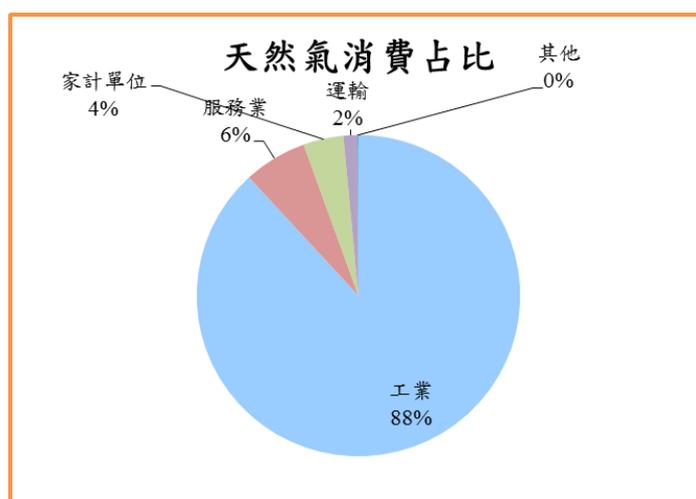
新加坡國土面積約為 697 平方公里(CIA, 2015)，其境內無石油、煤炭及天然氣等化石能源蘊藏，能源進口依賴度相當高，根據 The Singapore Energy Statistics 2014 (EMA, 2014)，2013 年新加坡能源進口約 160 Mtoe，在燃料組合上，天然氣占比最高，2014 年前半年，天然氣約占 95%。在地理位置上，由於新加坡位處馬六甲海峽樞紐位置，故成為亞太地區重要的船運與貨運中心，且其具有龐大的石油冶煉工業與電腦零組件工業。

在 2013 年，新加坡電力消費比例中，工業占 42%、服務業占 37%、家計單位占 15%、運輸占 5% 以及其他占 1%，如圖 1 所示。而在 2013 年新加坡的天然氣消費占比中(不包括用於發電之天然氣)，主要消費之部門為工業 88%，其次為服務業與家計單位，分別為 6%、4%，運輸部門則為 2%。如圖 2 所示。



資料來源：Energy Market Authority, 2014. The Singapore Energy Statistics 2014.

圖 1、新加坡 2013 年電力消費占比



資料來源：Energy Market Authority, 2014. The Singapore Energy Statistics 2014.

圖 2、新加坡 2013 年天然氣消費占比

另外，在 ABB (2013)所發佈的 Singapore-Energy Efficiency Report 中指出，自 1990 年起，新加坡能源消費每年平均成長超過 5%，其中工業部門能源消費占總能源消費份額大幅增加，其占比由 1990 年的 24% 上升到 2011 年的 55%，在此期間，電力部門的占比自 37% 降至 26%。新加坡電力部門的效率在 1990 年~2011 年有顯著的改善，約從 35% 改善至 40%，主要原因為大量的燃氣機組加入其

發電組合，以及 2000 年開始，燃氣複循環機組開始擴展，並逐漸排除掉燃油機組，在 2011 年，約有 81% 的電力生產來自天然氣，其中有 55% 的裝置為複循環機組。

在與鄰近各國比較上，根據 IEA 資料顯示，在 2011 年與 2012 年的能源密集度比較上，由低至高排序，分別為日本、新加坡、臺灣、韓國；而在人均能源消費上，2011 年由低至高排序為日本、臺灣、韓國、新加坡，2012 年新加坡人均能源消費有顯著之改善，較韓國低 10%，由低至高排序為日本、臺灣、新加坡、韓國。表 1 為新加坡、韓國、日本與台灣比較表。

表 1、新加坡、韓國、日本與台灣比較表

國家	新加坡		韓國		日本		臺灣	
	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
年	2011	2012	2011	2012	2011	2012	2011	2012
人口(million)	5.18	5.31	49.78	50.00	127.83	127.55	23.39	23.43
GDP (billion _{2005 USD})	177.26	183.37	1056.12	1078.21	4621.97	4694.39	470.55	481.13
能源消費(Mtoe)	33.45	25.05	260.44	263.44	461.47	452.28	108.58	104.68
能源密集度 (toe/000 _{2005 USD})	0.19	0.14	0.25	0.24	0.10	0.10	0.23	0.22
人均能源消費 (toe/capital)	6.45	4.72	5.23	5.27	3.61	3.55	4.64	4.47

資料來源：(1) International Energy Agency (IEA), 2013. Key World Energy Statistics;
(2) International Energy Agency (IEA), 2014. Key World Energy Statistics.

二、新加坡能源效率相關法規與計畫

(一)永續新加坡藍圖(Sustainable Singapore Blueprint, SSB)

新加坡於 2008 年成立跨部會永續發展委員會(Inter-Ministerial Committee on Sustainable Development, IMCSI)，並在 2009 年 4 月發

佈了「永續新加坡藍圖」，此藍圖每 5 年回顧一次，其內容涵蓋能源、水資源、公共運輸、綠色經濟、再生能源等環境永續發展相關項目。而在 2009 年的內容，即設定其國家能源效率目標為：相較於 2005 年，2020 年能源密集度改善 20%；2030 年能源密集度改善 35%。

(二)節約能源法(Energy Conservation Act, ECA)

為達成 2009 年永續新加坡藍圖所設定之 2030 年能源密集度相較 2005 年改善 35%之目標，節約能源法(ECA)在 2012 年 4 月通過，從 2013 年 3 月開始生效。ECA 主要針對工業部門能源大用戶推行最小能源管理標準，企業符合年能源使用量大於 15 GWh 或 1.29 ktoe (54 TJ)之條件，必須實行以下動作：1.聘請能源管理人員；2.回報能源使用狀況；3.呈遞能源效率改善計畫。另外，ECA 亦將整合不同法案中，與能源效率相關的法規或規範，包含 MELS (Mandatory Energy Labelling Scheme)、MEPS (Minimum Energy Performance Standards)以及 FELS (Fuel Economy Labelling Scheme)等。

ECA 之目標主要有以下幾個：1.協助達成新加坡 2030 年能源密集度相較 2005 年改善 35%之目標，2.改善企業的能源績效，使其在全球市場上更具競爭力，3.利用既存之機制與能力建立計畫，提供支持促使企業進行能源效率改善之投資，4.確立一個協調的方法，以標準化設定不同部門間的能源效率。

(三)能源效率計畫辦公室(Energy Efficiency Programme Office, E²PO)

雖然能源效率改善就溫室氣體減量角度思考是具成本效益的，然而在實際執行上，仍會面臨許多市場障礙，如資訊的缺乏。為推廣及促進新加坡的能源效率的採用，成立了跨部會組成的能源效率

計畫辦公室(E²PO)，E²PO 主要能源效率策略推動重點如下：

1. 透過規範、標準及激勵機制刺激能源效率之需求；
2. 發展相關人力與機構之能力；
3. 促進新興能源效率技術與創新；
4. 規劃並推廣能源效率國際化；
5. 將新加坡的能源效率行動與其他國家或國際機構做 Benchmark 比較。

(四)能源效率全國夥伴(Energy Efficiency Partnership, EENP)

能源效率全國夥伴(EENP)於 2010 年 4 月 29 日由 NEA(National Environment Agency)所發起，為一自願性計畫，參與的公司主要可分為兩種，一種是對於改善自身能源效率以及對實行能源管理實務具有興趣的公司，另一種則是公司本身為能源大用戶，特別是其年能源消費量大於 54 TJ，受 ECA 管制之對象。

EENP 透過網路學習活動、能源效率相關資源、激勵機制以及廠商表揚等方式，鼓勵業者致力於提升能源效率之作為。而 EENP 的參與者亦需要達成下列條件：1.採用能源管理系統(如 ISO 50001)，並聘請專業能源管理人員；2.須達成國家政策目標；3.設定公司的能源效率目標，提出並履行能源效率改善計畫。

三、新加坡工業部門能源效率支持機制

由前述資料可得知，2013 年新加坡工業部門無論在電力消費量或天然氣消費量上，其占比均為最大，節約能源法亦針對工業部門大用戶進行管制，顯示新加坡工業部門之能源效率改善刻不容緩。新加坡針對工業部門提供許多節能效率相關支持機制，本小節根據 E²PO (2015)所提，針對工業部門如何運用 NEA 所提供之激勵機制逐步改善能源效率之相關機制進行介紹。

(一)效率設計方案(Design for Efficiency Scheme, DfE)

1. 目的：DfE 目的在於鼓勵投資者於新增設施或設施擴充計劃時，於早期設計階段即進行能源與資源效率之整合。在改善工廠的能效上，相較於後續針對既有設施進行改造，在設計階段將能源效率措施引入，是最具成本效益的方法。
2. 補助型式：DfE 補助金額上限為符合資格之成本 (qualifying cost) 的 50% 或是最高 60 萬新加坡幣，以較低者為標準。其中符合資格之成本分別有：(1)顧問諮詢費，包括薪資及經常費用；(2)顧問公司之旅運費；(3)會場與其他合理之費用。補助金之支付方式如下表 2 所示

表 2、DfE 補助金支付方式

支持成本	支付金額	里程碑
設計工作坊之費用	40%	收到企業與能源顧問公司共同實施設計工作坊之合約
	40%	NEA 接受設計坊之報告
	20%	提交評估報告給 NEA

資料來源：Energy Efficient Singapore – An E2PO Initiative, 2015.

<http://www.e2singapore.gov.sg/default.aspx>

3. 申請資格標準
 - (1) 新建工業設施或既有工業設施擴建的擁所有者或營運商，且必須在新加坡註冊。
 - (2) 新建工業設施或既有工業設施擴建之地點須在新加坡。
 - (3) 工業設施的詳細設計不得在申請期間實行。
 - (4) 能源顧問公司必須要有豐富之經驗，並在一定規模

上，在實行設計工作坊上有良好實績。針對所選之顧問公司，企業需進行詳盡之評估，以確保對方有足夠能力設計或提供建議。

(二)新加坡能源管理人員認證計畫與訓練補貼(Singapore Certified Energy Manager (SCEM) Programme and Training Grant)

1. 目的：SCEM 目的在於培養新加坡當地能源管理人力，依受訓人員的學歷與訓練背景可分為以下三個類別與所需條件如下表 3：

表 3、SCEM 受訓人員類別與條件

Level	必要條件	
	教育程度	相關經驗
助理(Associate)	高級國家工藝教育學院證書(Higher NITEC)	3 年
	專科文憑(Diploma)	-
	特殊專科文憑(Specialist Diploma)	-
專業(Professional)	大學學位	-
經營者(Executive)	視課程而定	視課程而定

資料來源：Energy Efficient Singapore – An E2PO Initiative, 2015.

<http://www.e2singapore.gov.sg/default.aspx>

各類別訓練課程所著重之專業能力獲得，分別如下所述：

- 助理級別：專業技能之訓練與實踐，如能源查核工作、安裝、測量及儀器使用。
- 專業級別：著重於能源管理理論與運用，如能源查核工作、能源績效契約與專案管理、能源效率分析、能

源經濟以及融資評估等。

- 經營者級別：參與者多為企業管理者或高階管理人員，藉由短期課程提升其能源效率相關知識，以促使其在所處的公司推廣能源效率。

2. 補助型式：SCEM 之補助機制主要針對專家級別之訓練費用提供補助，受補助者可獲得 70% 的培訓費用補助。

3. 申請資格標準：

- (1) 具新加坡國籍或永久居留資格
- (2) 訓練課程中，出席率需達 80%
- (3) 三年內通過所有培訓課程測驗
- (4) 滿足專家級別培訓之最低標準
- (5) 無申請其他政府撥款補助

(三) 能源效率改善援助計畫 (Energy Efficiency Improvement Assistance Scheme, EASe)

1. 目的：EASe 為 NEA 所執行之機制，其鼓勵製造和建築部門之企業，針對其能源消費進行詳細之評估，找出具有能源效率改善之潛力所在。能源評估機制通常委託 ESCOs 進行，而依此機制實行迄今的績效指出，每花費 1 元在全面性能源評估，每年平均可得 5 元之節能費用。
2. 補助型式：EASe 針對企業聘雇專業顧問公司或 ESCO 實施詳細的能源評估，以及提出可改善能源效率之特定措施建議者，其所產生符合資格之成本的 50% 費用可獲得補助，該補助期間為 5 年，其中針對單一設施或建築補助上限為 20 萬美元。符合資格之成本分別為：(1) 薪資；(2) 所使用之測量儀表與評估工具；(3) 消耗品；(4) 經常性消

費。

3. 申請資格標準：

EASe 之申請須符合以下標準：

- (1) 製造設施或建築之擁有者或營運者必須註冊於新加坡。
- (2) 能源評估須在新加坡進行。
- (3) 所選擇之 ESCO 廠商須為通過「能源技術服務公司認證機制」(ESCO Accreditation Scheme)所認證者。
- (4) 企業內部若有符合資格之能源評估團隊，亦可申請補助。
- (5) 能源評估不可發生於申請期間。
- (6) 能源評估範圍不包含設備與製程。

(四) 節能技術補助(Grant for Energy Efficient Technologies, GREET)

1. 目的：為 NEA 與 EDB (Economic Development Board)所共同執行管理，其目的為鼓勵企業投資能源效率設備或技術於新建或既有之設施。
2. 補助型式：每件申請案之補助金額為符合資格之成本的 20%，以 400 萬美元為上限，符合資格之成本包含：(1)人事費；(2)設備及材料費；(3)專業服務費用。
3. 申請資格標準：

申請 GREET 之企業，須符合下列條件：

- 申請者須為新加坡新建或既有工業設施之擁有或營運者。
- 應參與 NEA 之能源效率全國夥伴計畫(EENP)

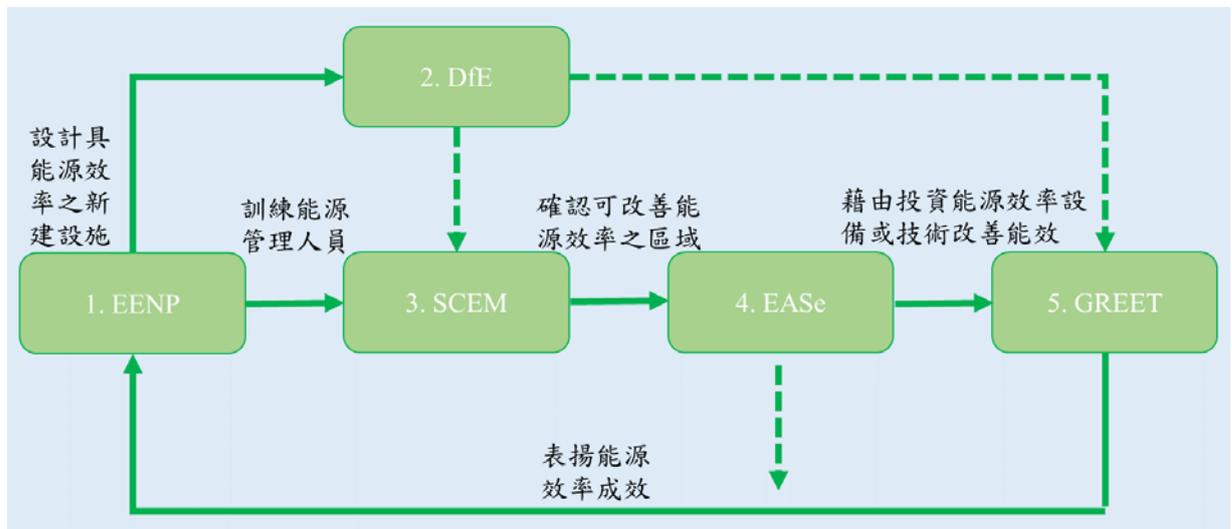
➤ 應已實行能源管理系統

另外，GREET 所補助之申請案，應符合下列 4 要件：

- (1) 裝置或使用在工業設施之設備與技術，應具有能源效率實績。
- (2) 申請案之節能效果應可量測與可驗證。
- (3) 計畫不得在申請期間執行。
- (4) 通過申請補助之案件，應於 36 個月內完成。

(五)新加坡工業部門能源效率改善步驟指導

為協助企業充分利用現有的 NEA 計畫與激勵機制，以改善其能源效率，E²PO 提出能源效率改善步驟如下圖 3 所示，以下亦會酌加說明。



資料來源：Energy Efficient Singapore – An E2PO Initiative, 2015.

<http://www.e2singapore.gov.sg/default.aspx>

圖 3、工業部門能源效率改善步驟

1. 想要實行能源效率相關改善之企業可加入 EENP，透過 EENP 提供的學習網路活動以及能源效率相關資源取得支持。企業建立能源管理系統亦可優先取得提升能源效率之示

範機會、成效表揚以及只有 EENP 會員才可使用之激勵機制。

2. 企業投資新建設施或既有設施擴建時，透過 DfE 之補助，可於早期設計階段即導入具能資源效率之措施。
3. 在企業聘設能源管理人員有助於監督、管理及監控其能源使用狀況，此外，大型能源用戶受到 ECA 之管制，亦被強制規定須聘僱能源管理人員。而在培養員工成為能管人員，企業可藉由 SCEM 培訓費用 70% 之補助，培訓其工程師。
4. 透過 EASe，企業可進行能源查核工作，以確認及量化可實行節能之區域及其可達之節費金額。
5. 經過能源查核後，企業若想針對其建議實行能源效率改善，此時可申請 GREET 投資於節能設備或技術。
6. 最後，當企業已經努力的提升其能源使用效率，可透過 EENP 開放給其會員參與的獎項遴選，表揚自身在能源效率的努力與成效。

四、 結論及我國可借鏡之處

- (一)新加坡與我國在能資源稟賦上相似，蘊藏量均相當貧乏，能源進口依賴度相當高。而為提升其國內發電效率並降低溫室氣體排放，新加坡在 1990~2011 年期間，大量採用燃氣發電機組，並逐漸排除掉燃油機組，且自 2000 年起開始擴展天然氣複循環發電機組。
- (二)新加坡工業部門無論在其全國電力消費或天然氣消費上，占比均相當高，為改善工業部門之能源效率，新加坡政府提供許多能源效率改善激勵機制，協助其國內企業進行能源效率改善，

以達成其能源密集度 2030 年較 2005 年降低 35% 之國家目標。

- (三)新加坡政府於工業部門所提供之激勵機制，我國亦幾乎都有相似之政策或機制，然而，新加坡政府透過 E²PO，在其網站上整合各部門之能源效率改善機制資訊或相關連結，有助於能效改善措施資訊之推廣。我國可借鏡新加坡之經驗，考量仿效設置該類型政策與激勵機制資訊整合平台，以利國內企業易於取得相關資訊，藉此增加其進行能效改善之契機。

參考文獻

1. ABB, 2013. Singapore – Energy Efficiency Report.
2. Asia Pacific Energy Research Centre (APEREC), 2014. Compendium of Energy Efficiency Policies of APEC Economies – Singapore.
3. Central Intelligence Agency (CIA) – The World Factbook, 2015.
<https://www.cia.gov/library/publications/resources/the-world-factbook/>
4. Energy Market Authority, 2014. The Singapore Energy Statistics 2014.
5. Energy Efficient Singapore – An E2PO Initiative, 2015.
<http://www.e2singapore.gov.sg/default.aspx>
6. International Energy Agency (IEA), 2013. Key World Energy Statistics.
7. International Energy Agency (IEA), 2014. Key World Energy Statistics.
8. Ministry of the Environment and Water Resources, Ministry of National Development, 2014. Sustainable Singapore Blueprint 2015.