

BP 能源展望(2017~2040)

—全球能源消費約成長了 1/3，並朝向低碳能源組合發展

張素美

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

2018 年英國石油公司(BP)的能源展望針對不同面向的能源轉型考量幾種情境，這些情境有一些共通假設例如能源需求增加及朝低碳燃料組合發展，不同處則在於一些特定政策及技術的假設。本報告主要以演變(Evolving Transition, ET)情境為核心情境，該情境假定政府政策、技術和社會偏好持續以近期的方式和速度發展。在此情境下，從 2016 年到 2040 年全球能源需求預計年均成長 1.3%。所有這些增長都來自新興經濟體，以中國大陸和印度為主。全球能源密集度(能源需求與 GDP 的比率)預計年均下降 1.9%，比自 1965 年有數據以來的任何 25 年期間都要快。再生能源成長占總能源成長的 43%，在初級能源中的占比從現在的 4% 上升到 2040 年的 14%，太陽能和風能是其中成長最快的來源。到 2040 年，其全球發電量的合計占比從 5% 增加到 21%。天然氣(年均成長 1.6%) 超過煤炭，到 2025 年成為全球第二大能源來源。石油(年均成長 0.5%) 仍然是全球領先的燃料，但約在 2030 年左右達到高峰。非傳統天然氣占全球天然氣供應量增長的一半以上，到 2040 年占全球天然氣供應量的近 1/3。能源使用造成的二氧化碳排放量繼續增長，到 2040 年上升 10%。但是，這種情境下的碳排放與實現巴黎協定的氣候目標並不一致，突顯出過去應該有更加決定性的突破才是。

關鍵字：能源展望、演變情境、巴黎協定

一、前言

2018 年 BP 能源展望針對不同面向的能源轉型考量幾種情境，這些情境有一些共通假設，例如能源需求增加及朝低碳燃料組合發展，不同處則在於一些特定政策及技術的假設。以下為本報告中所有不同情境所得的共通的結果，但主要以演進(Evolving Transition, ET)情境為核心情境，該情境假定政府政策、技術和社會偏好是持續以近期的方式和速度發展。但是，這種情境下的碳排放與實現巴黎協定的氣候目標並不一致，突顯出過去應該有更加決定性的突破才是。以下簡述 BP 從幾個面向進行至 2040 年的展望預測。

(一)經濟成長

未來 20 年全球經濟成長將加倍，平均年成長約為 3.25%，與過去 25 年成長差不多，主要成長來自於快速成長的新興經濟體，其中 3/4 歸功於生產力的增加。此新經濟體將形塑未來 25 年的經濟與能源趨勢。全球 GDP 的成長 80% 以上來自於新興經濟體，其中又有一半以上的成長是由中國大陸與印度所創造。生產力持續較弱的非洲，因為人口成長占全球的一半以上，而 GDP 成長只佔全球的 10%。能源需求在 ET 情境中以年均 1.3% 速度成長，低於過去 20 年的 2% (圖 1)。展望期間，隨著 GDP 加倍成長，能源消費僅增加了約 35%，主要被能源效率快速提升而抵銷。

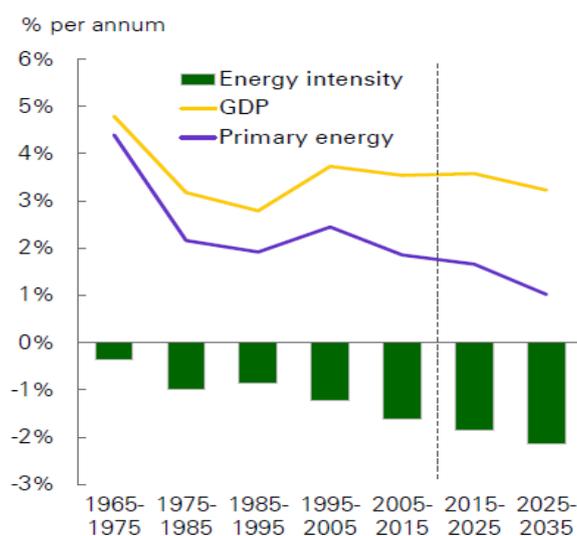


圖 1、全球 GDP 與初級能源成長率[1]

(二)能源供需

燃料組合將持續轉移至非化石低碳燃料，在 ET 情境中再生能源年均成長 7%，是成長最快的，佔能源供給成長的 40% 以上，並促進能源組成多元化。到 2040 年石油、天然氣、煤及非化石燃料約各佔全球能源的 1/4。

石油在整個展望期間年均成長約 0.5%，並預期將在展望結束期間達到高峰。美國和石油輸出國組織(OPEC)在液態燃料供給方面的成長正好滿足新興經濟體的成長需求，液態燃料的需求在整個展望期間有實質的成長，但在展望末期達到高峰。低成本生產者引領全球液態燃料的供給，而美國則是最大的生產者。在其他的情境中，美國的緻密油可能成長得更快並更早達到高峰，全球的精煉業將因為需求成長較弱及豐富的天然氣液態產品而壓力漸增。

天然氣需求強勁，受惠於廣泛的需求及低成本的供給以及全球漸增的用途，及由工業與電力部門的需求驅動，年均成長 1.6%，較煤及油快速，在展望期結束時將在初級能源佔比中超過煤並趨近於石油。但如果由煤轉氣的政策驅動力不足，則天然氣的成長將趨緩。另外，不論實施強(促使再生能源使用及能源效率提升)或弱(煤轉氣的驅動力不足)的環境政策都將導致天然氣的需求下挫。在美國和卡達的帶動下，液化天然氣增加了全球天然氣供應，供應量增加了一倍以上。亞洲及歐洲液化天然氣市場的發展將在全球液化天然氣貿易上產生重要的影響。

煤消費在展望期間為持平，中國大陸及經濟合作暨發展組織(OECD)國家煤的使用下降則被印度和亞洲其他的國家的成長所抵銷，煤在初級能源的占比下降至 21%，為自工業革命以來最低點(圖 2)。

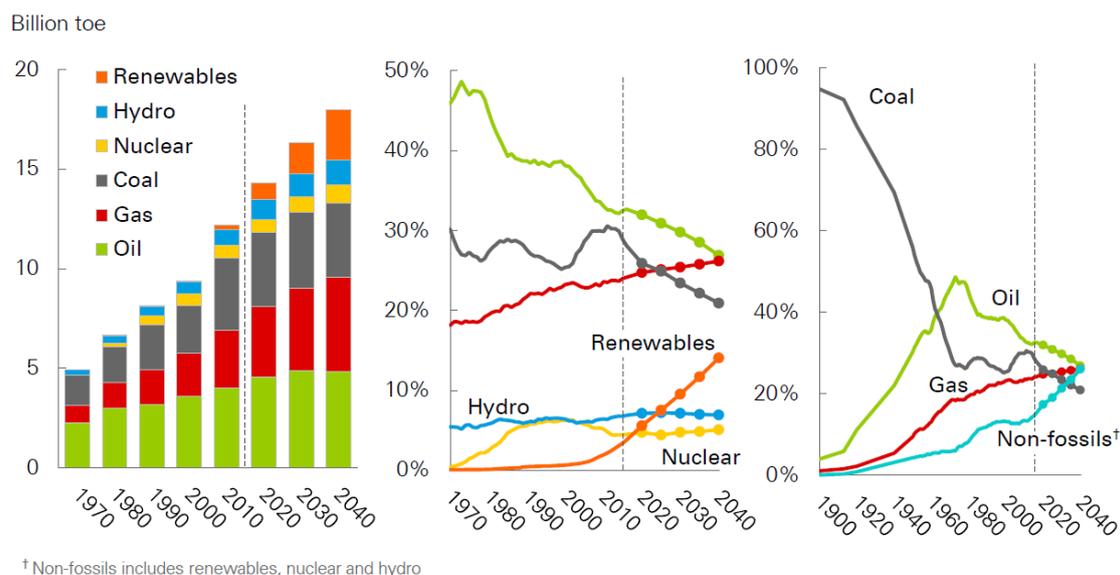


圖 2、初級能源消費(燃料別)及其占比趨勢[1]

(三) 電力部門

全球持續電氣化使得電力消費成長強勁。在整個展望期間，全球能源消費增長的 70% 幾乎都用於發電，電力需求較其他的能源成長快了 3 倍。電力消費的效率快速提升代表著經濟成長和電力消費之間的相關性漸低，這種情形在 OECD 國家特別明顯。發電燃料組合將有實質性轉變，再生能源的重要性將持續增加。在 ET 情境中，再生能源約佔電力成長的一半，在總發電量中的占比從現在的 7% 增加到 2040 年的 1/4 (第 94-95 頁)。煤炭僅占電力成長的 13%，較過去 25 年超過 40% 的占比巨幅下跌。即便如此，煤炭仍然是 2040 年最大的電力來源，約占 30%。展望期間天然氣的占比相對持平，約略超過 20%。核能和水力發電在展望期間持續成長，但較整體發電量成長的慢，故在電力占比下降。在 ET 情境下，核電的年均成長率為 1.8%(59TWh)，主要由中國大陸所驅動，約占總成長的 90% 以上，而歐盟及美國則因老舊核電廠相繼除役及淘汰促使核電下降。水力發電在開發中的經濟體仍普遍採用，年均成長為 1.3%(61TWh)。水力發電未如過去幾年般成長的快速，主要受到中國大陸、中南美洲及非洲國家成長所驅動。

全球發電燃料組合的移轉趨勢在區域間之差異極大，在 ET 情境下，再生能源電力的成長主要是由 OECD 國家及中國大陸所驅動(圖 3)，主因

OECD 國家的燃煤發電下降，及中國大陸從 2030 年間亦開始下降的緣故。到 2040 年，OECD 國家及中國大陸電力部門的非化石燃料占比大致相似，但中國大陸的煤氣占比仍然較高。相較之下，在整個展望期間，煤仍然是亞洲其他地區發電燃料組合中最大來源，佔該區電力成長中的最大部分。而印度電力部門燃料組合結構在 2040 年則大致與中國大陸類似。

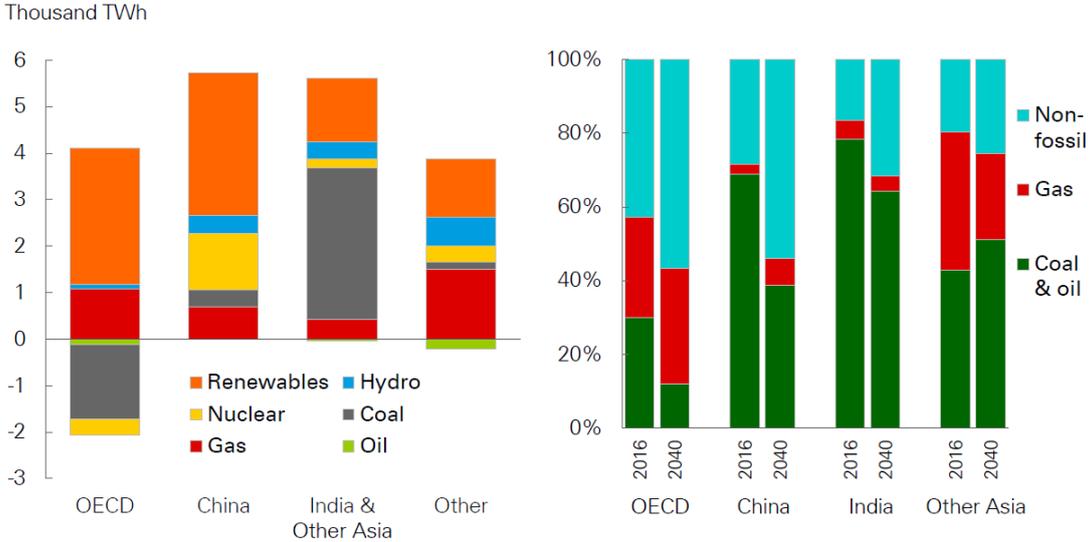


圖 3、區域別電力成長(左)與占比(右) [1]

再生能源發電在整個展望期間內強勁成長(年均成長率約 7.5%)，約占總成長的 50%。主要因為太陽能與風力發電競爭力大幅提升。在 ET 情境中，由於技術進步，使得再生能源(尤其是太陽能)成本漸漸可與其他能源競爭，加上碳價提高、及政策持續支持低碳能源，使得再生能源相關補貼到 2020 年代中期漸漸廢除。其中中國大陸及其他開發中國家新增的再生能源發電將超過所有 OECD 國家的總和，漸取代歐盟成為再生能源成長的主力。

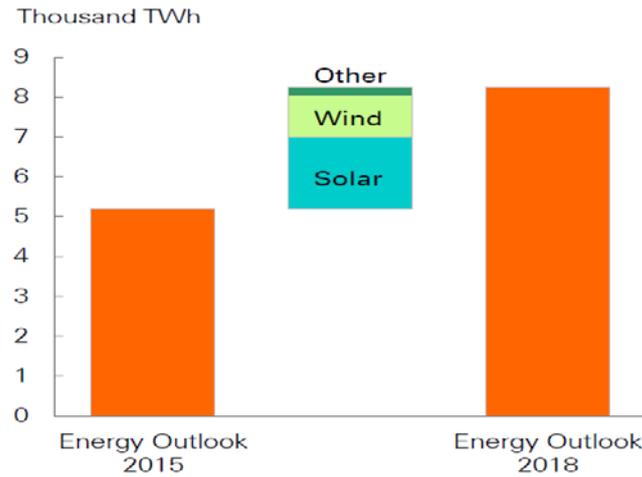


圖 4、至 2035 年再生能源發電展望水準變化[1]

(四)碳排放

在 ET 情境下，整個展望期間，與能源相關的碳排放持續成長了 10%，相較於過去 25 年的碳排放成長(55%)，明顯的緩慢許多。即便如此，預期的成長率仍遠高於要實現巴黎協定目標所應有的巨幅下降幅度，突顯出過去應該有更加決定性的突破才是。另外，與“IEA 可持續發展情境”相比，“加速轉型”(Even Faster Transition, EFT) 情境的碳排放量大幅下降，到 2040 年排放量將下降近 50%。相對於 ET 情境，EFT 情境中大部分額外的減排量來自電力部門，該部門在 2040 年之前幾乎完全脫碳。電力部門在促成碳排放大幅下降方面發揮主導作用是許多外部情境的共同特徵。(圖 5)

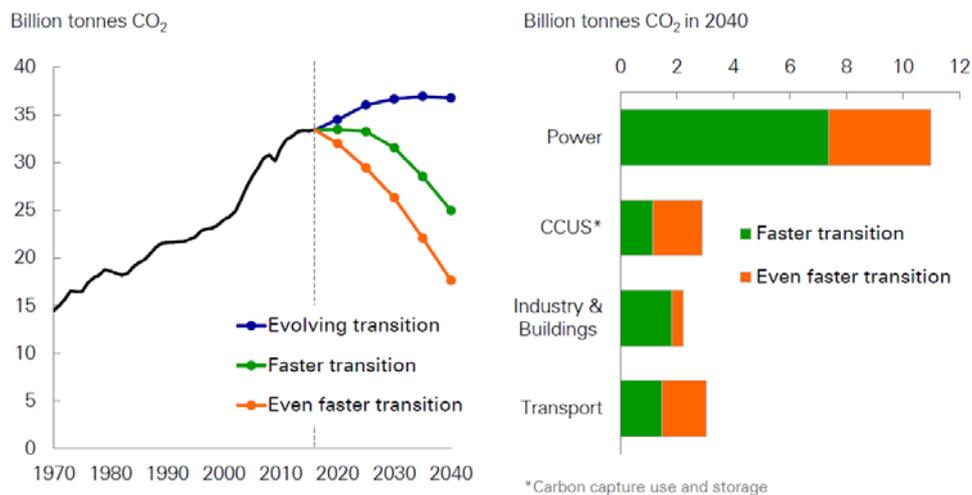


圖 5、各情境下之碳排放(左)及相較於 ET 情境之部門減量(右) [1]

二、前後版本與其他展望之差異比較

(一) 與 BP 能源展望 2017 版本預測水準的差異

本年度 ET 情境與去年(2017)的基準情境(Base Scenario)預測各項水準的比較如下：

1. 到 2035 年總能源需求大致相同，但能源組成則有顯著差異，其中差異最大的是再生能源，較去年預測水準高 15%，理由為政策支持及成本快速下降，特別是太陽能；另一方面，高成長的再生能源水準也被核能及水力能源的低成長抵銷。
2. 2035 年全球煤炭消費量較低，主要受中國大陸發展推動，這部分被更高水平的天然氣需求所抵銷。
3. 按地區劃分，中國大陸的能源需求比去年的基準情況低近 5%，反映旨在降低能源密集度的強化政策。此中國大陸需求水準的降低在大部分被其他新興市場需求增長所抵銷，因為產業從中國大陸遷移到更便宜更低收入的市場。
4. 按部門分類，最大的差異是工業能源需求水準較低，反映出效率提升加快，特別是在中國大陸。(圖 6)

另外，延伸到 2040 年的能源展望顯示了幾個主要趨勢：

1. 電動汽車的規模越來越大，意味著在展望結束時電動汽車數量增長非常迅速。在 ET 情境中，到 2035 年電動汽車將有近 1.9 億輛，高於 2017 年 1 億輛的基準情境。預計隨後五年電動汽車將再增加 1.3 億輛，到 2040 年達到約 3.2 億輛。

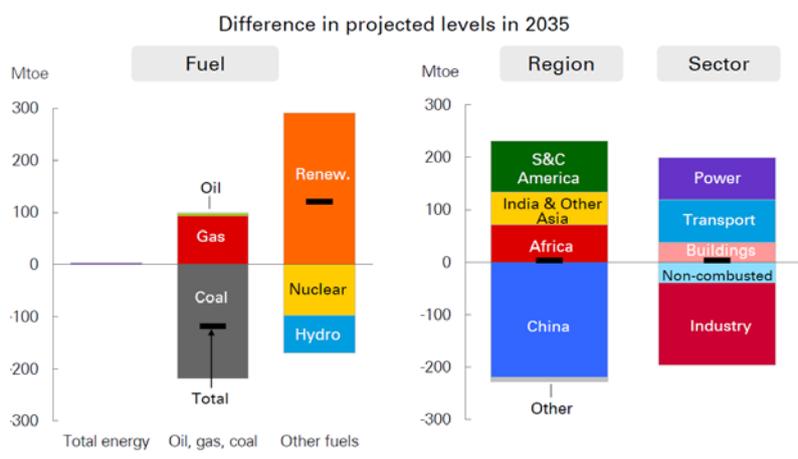


圖 6、與 2017 年版相較 2035 年各項水準的差異[1]

2. 到 2040 年，全球能源需求的主要驅動力將從中國大陸轉移到印度，此因隨著中國大陸經濟增長放緩，能源密集度下降，中國大陸能源需求的增長逐漸縮小，與印度的持續增長將形成對比。2035 年至 2040 年間，印度的能源需求增長超過中國大陸的 2.5 倍，佔全球增長的 1/3 以上。
3. 非洲對全球能源消費的貢獻變得更加重要，到展望期間結束時，非洲佔 2035-2040 年全球增長的 20% 左右;大於中國大陸。(圖 7)

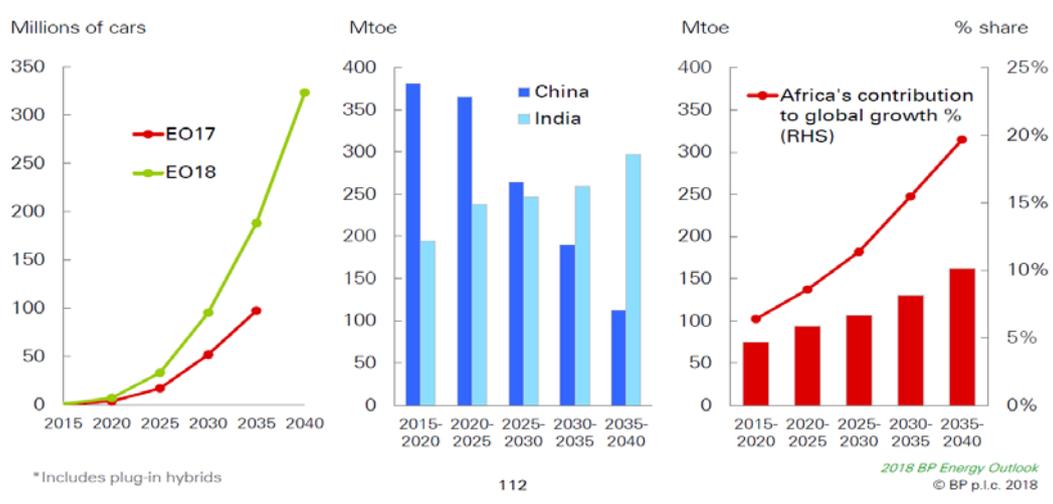


圖 7、電動車趨勢(左)、中國大陸與印度之能源需求成長(中)、及非洲的能源需求成長(右) [1]

(二) 與其他能源展望的預測水準差異

所有展望都顯示全球能源需求持續增長，年均成長從 0.9% 至 1.4%。ET 情景（相當於 1.3%）距樣本平均值 1.2% 不遠。以燃料別來看，石油和天然氣在所有展望在未來 25 年內均會成長，儘管速度比過去更慢。在 ET 情境中，石油和天然氣的增長率大約為其他展望的平均值。相比之下，ET 情境中再生能源的增長率（7%）則是各展望中最高的。（圖 8）。

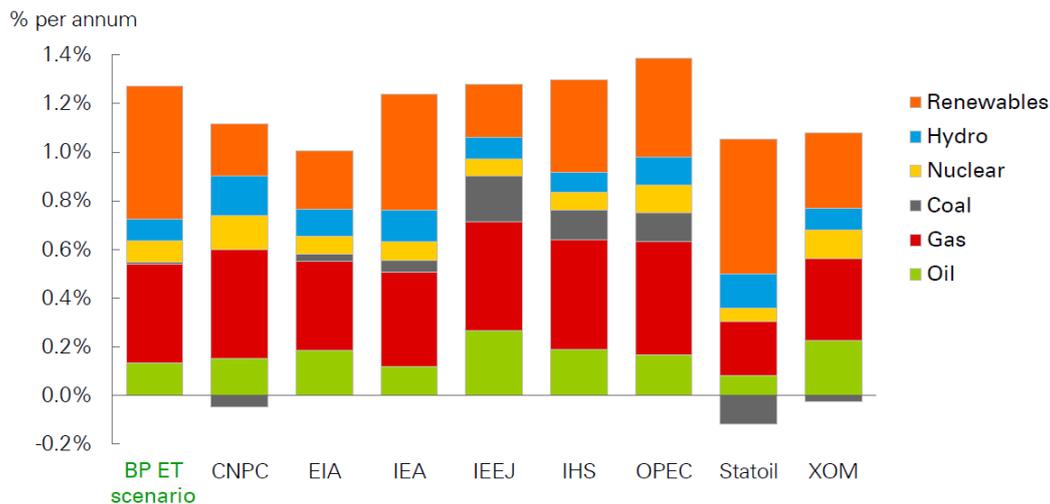


圖 8、不同展望的能源消費結構(燃料別)比較(2016~2040) [1]

三、結論與建議

BP 能源展望報告 2018 年主要以演變(Evolving Transition, ET)情境為核心情境，在此情境下，從 2016 年到 2040 年全球能源需求預計年均成長 1.3%，主要成長來自於中國大陸和印度等新興經濟體。其中再生能源成長占總能源成長的 43%，太陽能和風能是其中成長最快的來源；到 2040 年，全球再生能源的發電量的合計占比成長了 3 倍。石油仍然是全球領先的燃料，天然氣到 2025 年超過煤炭成為全球第二大能源來源。能源使用造成的二氧化碳排放量繼續增長，到 2040 年上升 10%。但是，這種情境下的碳排放與實現巴黎協定的氣候目標並不一致，突顯出過去應該有更加決定性的突破才是。

我國能源需求在過去二十年間成長十分快速，國內能源消費年平均成長率為 2.65%，其中電力消費占了將近一半，且近 20 年以每年 3.15% 的幅度成長。我國能源供給 98% 依賴進口，近 20 年年均成長為 2.98%，其中石油即占了一半(48.93%)[2]，由於能源進口依存度高，極易受到國際能源情勢動盪與能源價格波動所影響。

展望未來，我國仍面臨包括未來能源與電力需求不確定性高、再生能源推動多元課題、天然氣接收站增建需時間及環境議題待克服、及近年備轉容量下降，如何維持電力供應穩定等嚴峻的挑戰。為因應這些挑戰，我國已於 2016 年提出能源轉型路徑，其中 2025 年的能源轉型將以達成再生能源發電量占比 20% 為目標，核能發電設備則在 2025 年前全部如期除役，實現非核家園；另在確保電力穩定、配套能源設施完成，及盡力減排減碳的前提下，以燃氣發電量占比 50% 及燃煤發電量占比 30% 的能源配比為努力目標[3]。政府並將藉由技術突破及配套措施，使 2017 年至 2025 年之能源密集度與電力密集度年均改善為 2.4% 與 2%。另透過相關國際能源展望資訊之蒐集與分析，可瞭解國際能源市場脈動並掌握各項不確定因素，提供我國在能源轉型過程中政策制定之參酌，同時亦可借鑒國際先進國家之經驗，進行先期技術佈建與政策推動落實並定期滾動檢討，以朝低碳永續的能源未來邁進。

參考資料

[1] BP Energy Outlook, 2018 edition. BP, Feb. 2018.

<https://www.bp.com/en/global/corporate/energy-economics/energy-outlook.html>

[2] 中華民國 105 年能源統計手冊，106 年 6 月。

[3] 能源轉型白皮書(初稿)，經濟部，107 年 4 月 17 日。

http://energywhitepaper.tw/upload/1070323_%E8%83%BD%E6%BA%90%E8%BD%89%E5%9E%8B%E7%99%BD%E7%9A%AE%E6%9B%B8%E5%88%9D%E7%A8%BF_v26.3_final.pdf