

## 離岸風電競爭性電力收購制度與履約價格分析

### 一、引言

離岸風電自 2010 年開始蓬勃發展，隨著產業鏈建置完備，歐洲各國紛紛轉向以競爭性的電力收購制度決定離岸風場補貼對象，以緩解政府財務負擔與降低對終端電力價格的衝擊。

競爭性電力收購制度為固定費率躉購電價的衍生。實施固定躉購電價的國家，電力收購費率由政府公告，所有申請之風場均採行相同費率；競爭性電力收購制度一般採用特許權競標方式，首先由政府審核各家業者的專案管理、技術能力與財務規劃，且欲開發之風場區塊須通過環境影響評估，符合資格者才得以進入價格競標階段。各國分配發展離岸風場資源的方式各有不同，或以開發容量為限制，或以提供有限的補貼預算；但能否取得電價補貼，在競爭性制度的框架下，則以開發商之投標價格為評判基準，所需補貼金額最少者可獲得補貼。一般來說，得標價格即為履約價格，補貼年限落在 10~20 年間，由風場併網發電該時開始計算。

以下就離岸風電競爭性電力收購制度發展最為成熟的英國、德國、丹麥及荷蘭進行背景介紹與政策分析，並說明各國履約價格變動之原因。

### 二、各國制度發展狀況

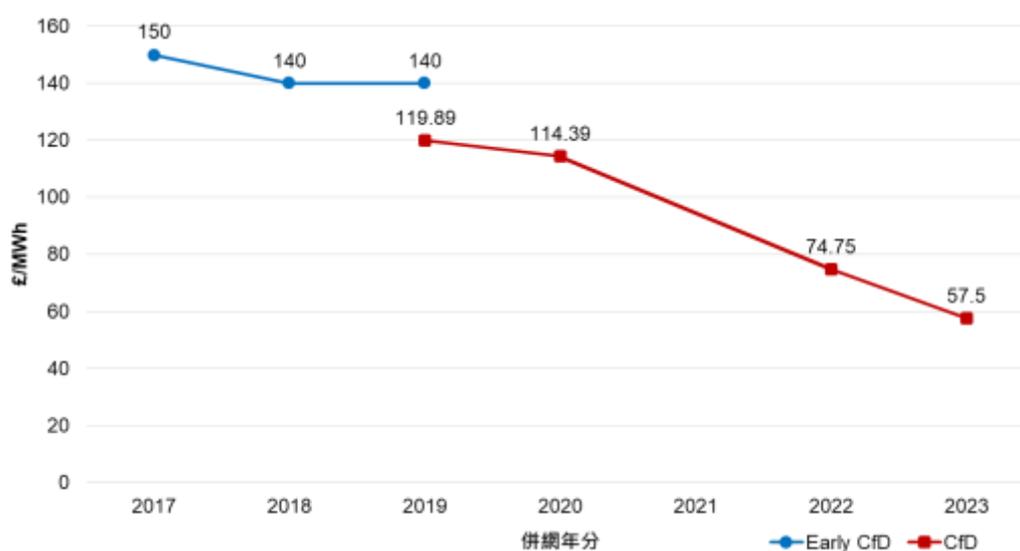
#### (一) 英國

英國目前主要的再生能源獎勵政策為差價合約(Contracts for Difference, CfD)制度，CfD 制度強調讓各種再生能源互相競爭，成本低者優先給予配額。該制度將再生能源發電技術分成兩個群組，第一群(Pot 1)為成熟技術組(Established Technologies)，包含陸域風電(>5MW)、PV(>5MW)、熱電共生、水力發電(5~50MW)、沼氣發電等項目；第二群(Pot 2)為新興技術組(Less Established Technologies)，包含離岸風電、波浪發電、潮汐發電、地熱發電、厭氧發酵、進階轉換(Advanced Conversion)、汽電共生生質能(Dedicated Biomass with CHP)等。

兩個技術群組由政府分別編列預算，技術分群內的項目需競爭同一筆預算，若申請該項分類群組所需之補助額度不超過預算，則毋須進行價格競標，全數以政府公布之行政履約價格(Strike Price)簽約；若預算不足以補助所有申請案，則需透過價格競標方式決定補助哪一項申請案。最終簽約履約價格為最後一個錄取廠商之投標價格，所有錄取廠商皆適用。例如，共有五家廠商投標，價格由低至高分別為 11/12/13/14/15 元，最終錄取兩家，兩家簽訂之履約價格均為 12 元。

轉換為 CfD 制度後，英國已公布三輪再生能源補貼結果。Early CfD 於 2014 年 4 月公布，此階段為 RO 轉至 CfD 制度第一次試行，CfD Round 1 及 Round 2 分別在 2015 年 2 月及 2017 年 9 月公告結果。

新興技術群組於 Early CfD 階段未進行競標作業，申請者以行政履約價格簽約；2015 年 Round 1 進行第一次競價作業，履約價格較能真實呈現發電成本；2017 年 Round 2 因風電技術進步、發電效率提升、風場開發規模擴大得以利用規模經濟優勢、開發商希望盡早取得風場開發權等因素，使履約價格大幅下滑。



資料來源：LCCC、工研院 IEK Consulting 整理(2018/12)

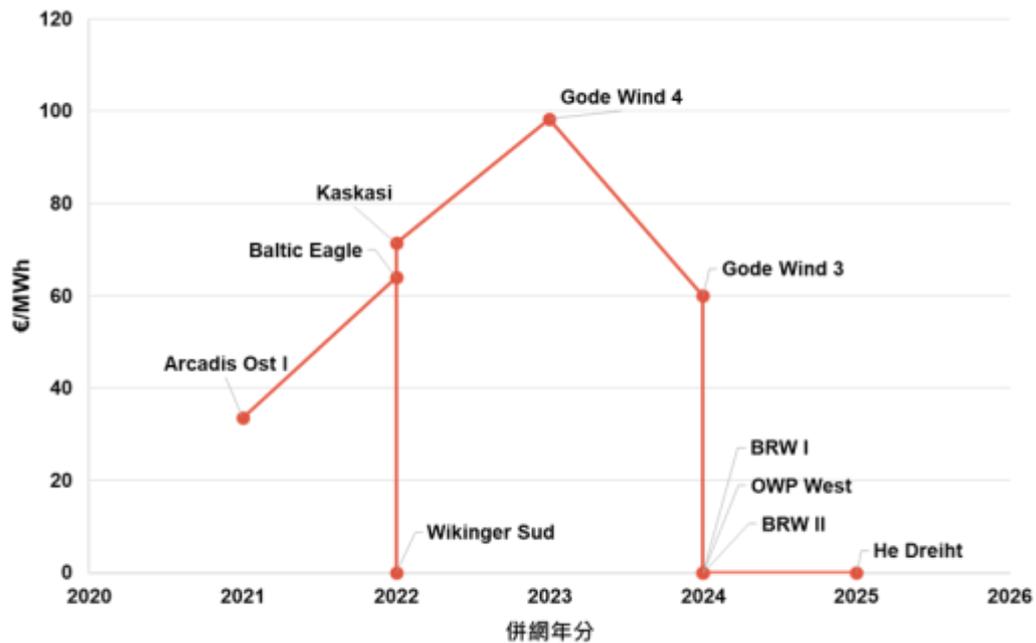
圖 1 英國 CfD 制度下之離岸風場履約價格變化(併網年)

## (二) 德國

德國最新公告的再生能源法於 2017 年生效，除提出至 2020 年前併網之離岸風電躉購費率外，宣告 2021~2030 年併網之離岸風場將改以價格競標機制決定補助額度，固定躉購費率機制正式退場。其中 2021~2025 年被稱為過渡期(Transitional Mode)，風場範疇仍由開發商劃定，但若開發商無法在此階段獲得補貼，則須將風場環境調查資料繳回給德國政府，以銜接接下來 2026~2030 年的中央開發模式(Central Mode)，此階段併網之風場將由政府統一劃定區塊，再開放開發商投標。

德國於 2017 與 2018 年辦兩次離岸風電競標作業，得標項目需於 2021~2025 年間完成併網，兩次競標規劃分配容量均為 1,550MW，合計 3,100MW。風場場址選定與環境調查由開發商負責，並須將海底電纜連接至政府指定之海上變電站。業者評估開發成本後提出每 MWh 所需之補貼價格，以此價格作為競爭標的，所需補貼金額少者可獲補貼，以不超過分配容量額度為上限。得標者之投標金額即為履約價格，並依此簽訂 20 年之補貼合約。

改為競標制度後，共有 5 個零補貼風場出現，未見併網年分和價格之強烈相關性，推測此與政府未來將採取中央模式分配風場開發權和預期電力批發價格上漲有關，為開發商技術性投標之結果。因改採中央模式後，開發商不再擁有劃定風場的權利，為確保已規劃的風場能在 2025 年前併網，開發商在 2017 年第一次價格競標之策略相對激進，因此出現 3 個零補貼風場。此外，歐洲電力批發市場價格自 2008 年以來持續走低，但近年可觀察到遠期批發電價有回升趨勢，加之以離岸風電成本下滑，開發商盤算單就批發市場售電之收入應有機會回收投資成本。



資料來源：Bloomberg New Energy Finance(2017, 2018)、工研院 IEK Consulting 整理 (2018/12)

圖 2 德國競爭性標案下離岸風場履約價格變化(併網年)

### (三) 丹麥

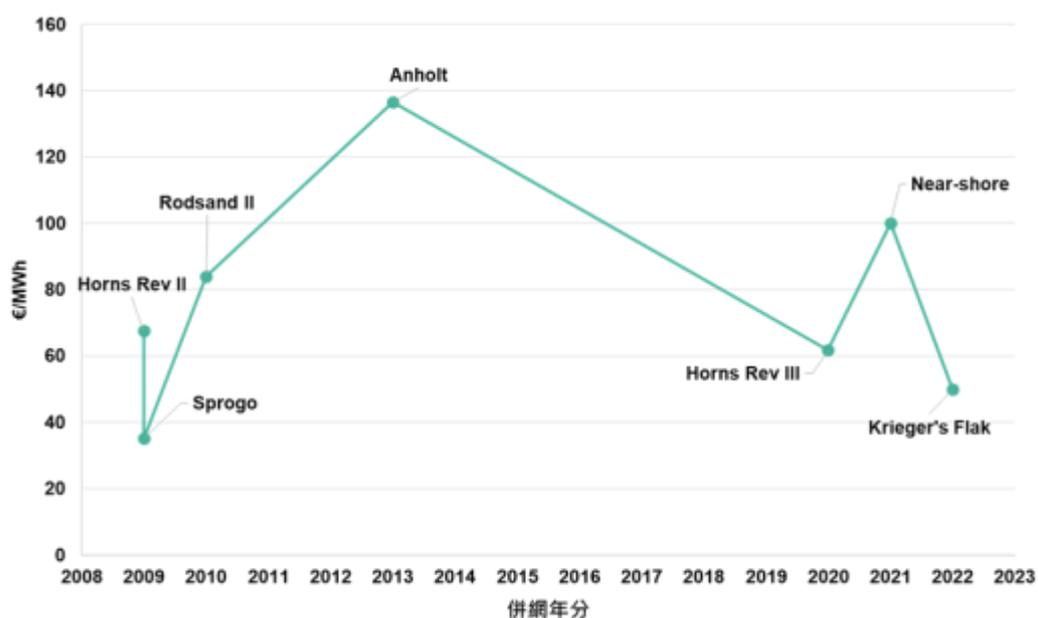
在丹麥，離岸風場可依循兩種模式建立，第一種為由丹麥能源署執行的政府招標程序(Government Tender)，第二種為開放程序(Open-door Procedure)。

在政府招標過程中，先由丹麥能源署公告一具體開發規模，並且劃定明確的開發海域區塊，再邀請特許業者針對此一開發案提出申請，所需補貼之金額最低者可獲得風場開發權；此招標機制盡可能降低離岸風場之開發成本。此外，風場之連外電網與海上變電站均由丹麥輸電業者負責建置與管理，風場開發商僅需建置風力機等場域內設備。

在開放程序中，開發商握有主控權，可自行選擇開發規模與設置區塊。提交給丹麥能源署之申請內容須包含計畫說明、預期調查範圍、設置風力機發電容量與數量與地理區域限制。在進入審核階段前，丹麥能

源署會先邀集相關政府單位評估此風場開發是否牽涉到重大公眾利益，並在此基礎上決定是否同意開發。在此模式下，開發商需自行負擔風場連外電網建置成本，包含出海電纜與海上變電站等設備。除少部分以試驗技術為目標之示範風場外，無大規模開發風場遵循此模式設置。

丹麥風場為政府事先劃定區域再各別招標，風場位置較為分散，因此離岸風場得標之結果受計畫的地點、風力資源條件、港口基礎建設、開發時程長短等因素影響；而收購價格為競標唯一考量要素，開發商必需從成本面出發評估合適的補貼額度。此外，丹麥採由政府主導的開發模式，開發商不必負擔環境資訊調查與電網設施等成本，因此同時期併網之離岸風場的電力收購價格較英國、德國來得低廉。



資料來源：Danish Energy Agency(2017)、工研院 IEK Consulting 整理(2018/12)

圖 3 丹麥競爭性標案下離岸風場履約價格變化(併網年)

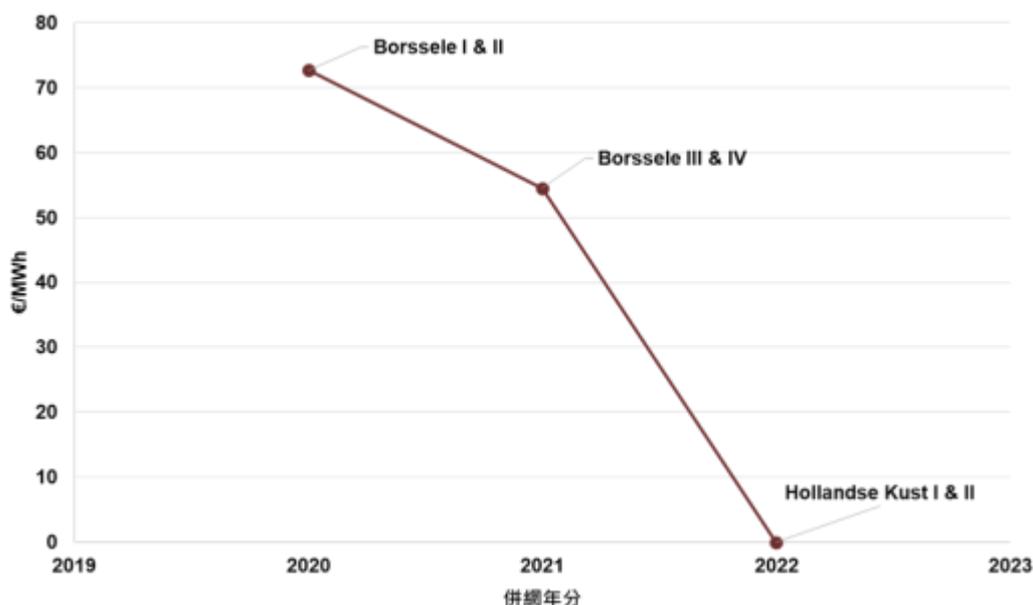
#### (四) 荷蘭

荷蘭政府 2015 年頒布離岸風電能源法(Offshore Wind Energy Act)，設定發展離岸風電的五大步驟：第一，制定國家水域使用計畫，決定離岸風場可發展區域；第二，規劃 2015~2019 年之發展路徑；第三，由政府主導風場環境調查；第四，由輸電業者 TenneT 負責建置海域電網設備；第五，各風場區塊開放競標，由出價最低者獲得電價補助。

遵照離岸風電能源法劃定之開發海域，自 2015 年下半年開始，預計在 2019 年底以前進行五次離岸風電標案，每次標案容量約 700MW，總計 3.5GW，整體目標為在 2023 年前累計裝置容量達 4.5GW。

荷蘭政府規劃的五次離岸風場標案，現已有三案開標，分別於 2016 年 7 月、11 月及 2018 年 3 月公告結果。第三次 Hollandse Kust I & II 風場標案，荷蘭政府決定不提供該風場電價補貼，為全球首次政府主導之零補貼風場標案。也因履約價格已設定為零元，政府改以質性要件評估投標廠商，參考業者過往開發經驗、風場設計品質、開發規模、電網使用效率、風險評估與預防等要素。

荷蘭規劃之風場彼此比鄰，在同區塊可利用規模經濟以降低成本，因此收購價格隨著併網時間降低。此外，荷蘭採取政府主導的開發模式，開發商不必負擔環境資訊調查與電網設施等成本，荷蘭政府有信心零補貼風場仍能吸引廠商投標，與政府已負擔部分開發成本有相當大的關聯性。



資料來源：Bloomberg New Energy Finance(2016, 2018)、工研院 IEK Consulting 整理 (2018/12)

圖 4 荷蘭競爭性標案下離岸風場履約價格變化(併網年)

### 三、結語

各國之再生能源獎勵政策為促進風力發電發展之基石，其中電力收購制度之設計與變革影響最為關鍵；由英國、德國、丹麥與荷蘭之離岸風電發展歷程中可觀察到，電力制度、技術發展、風場特性等因素對離岸風電收購價格之影響相當深切。英國風場之得標金額隨時間走低，與風場開發規模擴大及開發商希望盡早取得售電權利等因素相關；德國轉換為價格競標制度後，出現五個零補貼風場，此現象與政府未來將統一規劃風場開發場域和開發商預期電力批發價格上漲有關；丹麥風場為政府事先劃定，風場位置相對分散，因此得標價格多與該風場開發成本最為相關；荷蘭政府規劃之開發區塊彼此鄰近，較能利用規模經濟降低成本，可觀察到得標價格隨著併網時間下滑。綜上觀察，引入競爭性電力收購制度可有效降低電力收購成本，而以政府主導的開發模式則可促使開發成本進一步下滑，有利於加速離岸風電之應用。