

檔案編號: PD/900/00/00

## 工程項目簡介

在香港發展一個100兆瓦海上風力發電場

2006年7月

修訂本 (零)



香港電燈有限公司

***The Hongkong Electric Co., Ltd.***

## 目錄

	頁數
1. 基本資料 .....	1
1.1 工程項目名稱 .....	1
1.2 工程項目的目的及性質 .....	1
1.3 工程項目倡議人名稱 .....	2
1.4 項目地點及規模 .....	2
1.5 指定工程項目的數目及種類 .....	6
1.6 聯絡人姓名及電話號碼 .....	6
2. 規劃大綱及執行計劃 .....	6
3. 兩個可行性選址四周環境的主要元素 .....	7
3.1 南丫島西南面水域之可行性選址 .....	7
3.2 果洲群島東南面水域之可行性選址 .....	8
4. 對環境可能造成的影響 .....	9
4.1 涉及的工序 .....	9
4.2 潛在的環境影響 .....	10
5. 緩解措施說明 .....	14
5.1 施工階段 .....	14
5.2 運作階段 .....	15
6. 使用先前通過的環境影響評估報告 .....	15

## 1. 基本資料

### 1.1 工程項目名稱

在香港發展一個100兆瓦海上風力發電場。

### 1.2 工程項目的目的及性質

全港首座併網800千瓦「南丫風采發電站」已於二零零六年二月二十三日在環境運輸及工務局局長見證下正式開幕。隨着廣大市民對風采發電站的熱烈反應，香港電燈有限公司(港燈)正積極研究在香港發展更大型的風力發電系統。由於香港缺乏土地資源，發展海上風力發電場是最可行的選擇。考慮到在建議選址的潛在風能，市場上現有的風機容量及海上佔地要求，港燈建議發展一個100兆瓦的海上風力發電場。

本工程項目的目的是採用風力作再生能源發電，以補助石化燃料，從而對改善香港的空氣質素作出一點貢獻。估計建議中的100兆瓦海上風力發電場每年可生產約1.75 億度電，並可抵銷約：—

- 每年使用62,000噸煤
- 每年排放150,000噸二氧化碳
- 每年排放520噸二氧化硫
- 每年排放240噸氧化氮

建議中的風力發電場將足夠應付大約50,000個香港家庭的全年耗電量，約為港燈2005年全年售電量的1.6%。這項目同時配合香港政府要求在2012年有1%的電力由可再生能源產生的政策。

本工程項目簡介旨在概述建議中的海上風力發電場和有關設施的環境資料，然後根據環境影響評估條例第5.1a條申請一份環境影響評估研究概要。

### 1.3 工程項目倡議人名稱

香港電燈有限公司（港燈）。

### 1.4 項目地點及規模

#### 1.4.1 項目規模

建議的海上風力發電場總裝機容量為100兆瓦。這包括暫定40台2.5兆瓦級的風力發電機組。實際的風機容量和數量要根據在項目實施階段所選用的機組廠商和風機型號而決定。這還要取決於最終選址所量度的風能數據。

建議中的項目包括建造以下設施：—

- 一座海上風力監測塔
- 四十台2.5兆瓦級風力發電機組
- 一座海上變壓站
- 海底輸電纜以連接風力發電機至海上變壓站繼而連接港燈電網

風力發電機的塔桿高度和葉片直徑將取決於所選用風機型號。一台2.5兆瓦級的風力發電機塔桿高度一般約為75米，葉片直徑為80米，總高度約為115米。風力發電機之間的距離約為550米。

#### 1.4.2 初步選址

建議的海上風力發電場初步選址研究考慮了以下的篩選準則：—

##### *潛在風能*

一個適合發展風力發電場的選址需要高於每平方米200瓦的潛在風能密度。圖1.4a<sup>1</sup>顯示除了少部近岸地區之外，香港大部分水域範圍都有足夠的風力資源發電。

---

1 來源: 機電工程署 - 2002年“香港使用可再生能源的可行性研究 - 第一階段研究”。

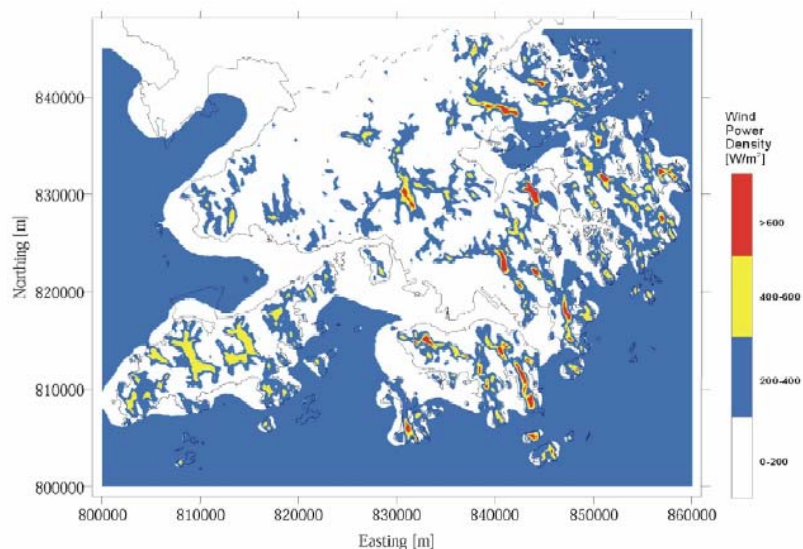


圖1.4a - 香港地區潛在風能圖

### 航道

爲了避免妨礙海上交通，海上風力發電場需要避開船隻航道及通道。圖1.4b顯示建議中的海上風力發電場在香港水域需要避開的主要船隻航道<sup>2</sup>。

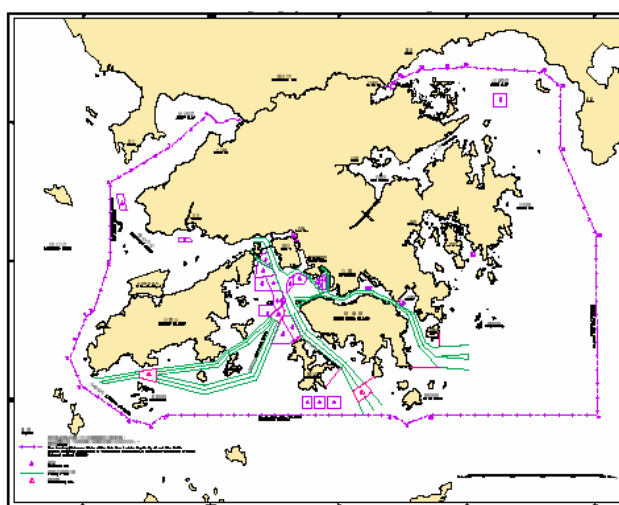


圖1.4b - 香港海上航道

### 海底設施及其他指定用地

大部份香港水域的海床現已被其他設施佔有。例如有埋藏的通信電纜，淤泥傾卸區，取沙區，爆炸品傾倒區，拋錨區，海底輸氣管線和排污出口等。圖1.4c顯示

2 來源: <http://www.hydro.gov.hk/product/misc.htm>

了香港水域現有的海底設施。建議中的海上風力發電場及其相關海底電纜通道範圍需要避開這些現有設施。

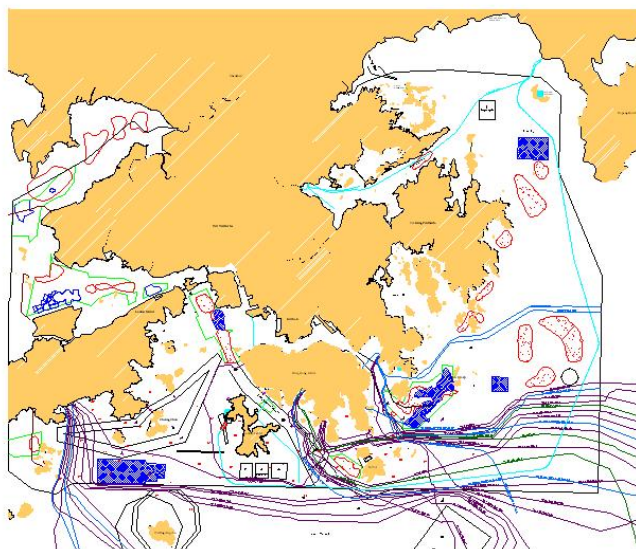


圖1.4c - 香港的水域現有的海底設施

### 海洋保護區

海洋保護區包括海岸公園，海岸保護區，漁業養殖場及人工漁礁放置區。現時香港水域共有4個海岸公園，1個海岸保護區及26個漁業養殖場。圖1.4d顯示在香港水域的海洋保護區包括所有將來的潛在海岸公園。選址位置已經避開所有上述海岸保護區。

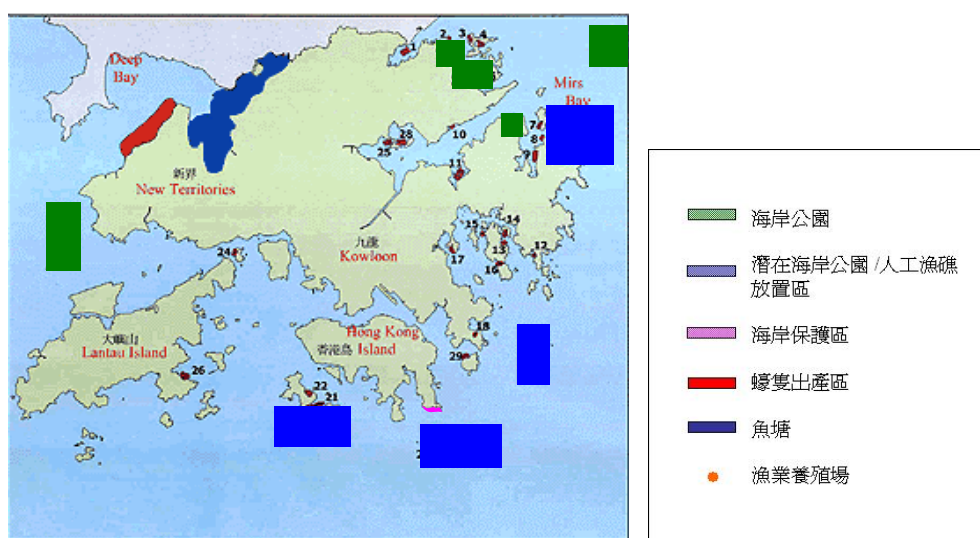


圖1.4d - 香港的海岸保護區

### 水深

按照現行的技術及經濟觀點考慮，發展海上風力發電場的水深限制約為30米。由於風機地基成本會按水深而相應遞增，故於可行情況下，選址於淺水位置較為理想。不過，基於香港水域內的淺水區多位於近岸位置而且潛在風能相對較弱，為着利用更多風能及減少對近岸範圍居民的視覺影響，選址於水深不過30米的離岸位置較為可取。

### 高度限制

根據香港機場（障礙管制）條例，對在香港可能對飛機航行構成障礙的一切高層結構物，都實施高度限制。現行的航空高度限制最高的地方位於赤鱸角機場附近，高度限制為香港基線水平線上25米。至於限制最低的地方位於西貢東面水域，高度限制為香港基線水平線上989米。

由於風車高度約高出海面115米，位於航空高度限制115米或以下的選址位置經已排除。結果顯示除了大嶼山以北地區以外，大部份香港水域都能符合高度限制要求。

### 鄰近港燈電網

由風力發電場所產生的電力會經由海底輸電電纜接駁至港燈電網。但因從偏遠的位置輸電往港燈電網會產生明顯的電力損耗，所以從技術及經濟角度的考慮，潛在選址應選擇在鄰近港燈電網的位置。

## 1.4.3 可行性選址

透過把上述所有技術限制疊映，做出一張選址限制圖顯示於圖1.4e。

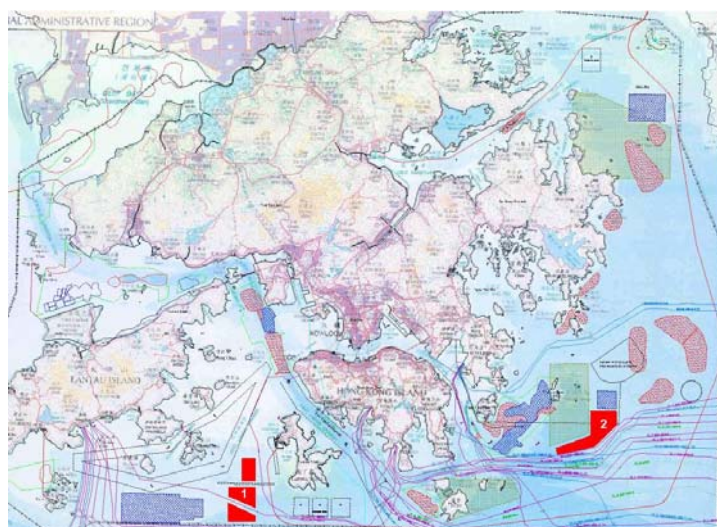


圖1.4e - 海上風力發電場可行性選址

基於以上的限制圖，選出下列兩個發展海上風力發電場的可行性選址：—

1. 南丫島西南水域
2. 果洲群島東南水域

於圖1.4e以紅色標記出兩個可行性選址，並會根據環境評估條例作詳細技術研究及環境影響評估，以選出最合適的選址作為發展建議中的海上風力發電場。

## 1.5 指定工程項目的數目及種類

這份工程項目簡介包括以下的指定工程項目：

- 建造及營運一個海上風力發電場  
(環境影響評估條例附表2 第1部份D.1項)

## 1.6 聯絡人姓名及電話號碼

楊玉珍女士  
公共事務總經理  
電話：2843 3268  
電子郵件: [myeung@hec.com.hk](mailto:myeung@hec.com.hk)

曹志華博士  
工程建設科總工程師  
電話：3143 3808  
電子郵件: [cwtso@hec.com.hk](mailto:cwtso@hec.com.hk)

## 2. 規劃大綱及執行計劃

是項海上風力發電場工程將由港燈內部工程小組負責計劃及執行，並由顧問及承建商提供技術支援。根據設計，工程，採購, 付運及施工所需的時間，編定出這項建議中的海上風力發電場工程時間表:-

環境影響評估研究	2006年中至2007年底
風力監測	2008年度
興建風車	2009年度
工程竣工	2011年初



上述工程時間表只供參考。實際施工期及工程進度將取決於環境影響評估報告的審批及向政府申請相關牌照的進度而作出調整。

### 3. 兩個可行性選址四周環境的主要元素

#### 3.1 南丫島西南面水域之可行性選址

南丫島西南之可行性選址位於南丫島及長洲水域之間、西博寮海峽旁邊。風力發電場的最近點位於距離南丫島以西約3.5公里。此水域的平均水深約15米。選址鄰近有建議中的南丫防波堤及一條現有海底通信電纜。風力發電場的風機排列會離開這些海底設施。圖3.1a展示風力發電場在南丫島西南水域的排列佈置圖。

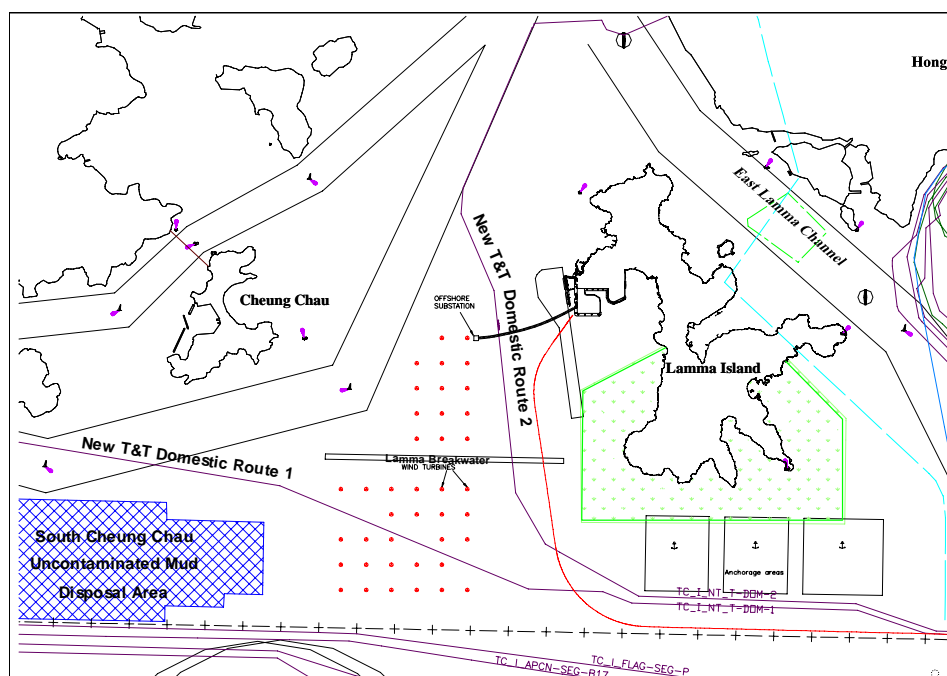


圖3.1a - 南丫島西南水域選址佈置圖

為連接海上風力發電場及港燈在現有南丫電廠的電網，港燈將鋪設一至多條海底電纜。電纜長度約為2.5公里，並埋藏在海床下。估計擬建連接南丫的海底電纜會有一個與現有通信電纜的交叉點。而連接每台風機的電纜會跨越另一通信電纜。電纜交叉點會提供適當的防護措施。

擬建的海上風力發電場、電纜登岸點及電纜路線會遠離主要航道、憲報上的海上設備及其他第三者海底公用設備，確保選址不會佔用現有的泳灘、海岸公園、海岸保護區、具特別科學價值的地點、漁類養殖場、文化遺產地點及其他資源保護區。選址將會遠離居住房屋，而最近的民居住所是位於4公里外的榕樹灣。

### 3.2 果洲群島東南面水域之可行性選址

果洲群島東南之選址位於果洲群島東南面約3.2公里外之水域。此水域的平均水深約29米。選址鄰近有一條現有海底通信電纜，一擬建人工魚礁放置區及淤泥傾卸區。圖3.2a展示風力發電場在果洲群島東南水域的排列佈置圖。

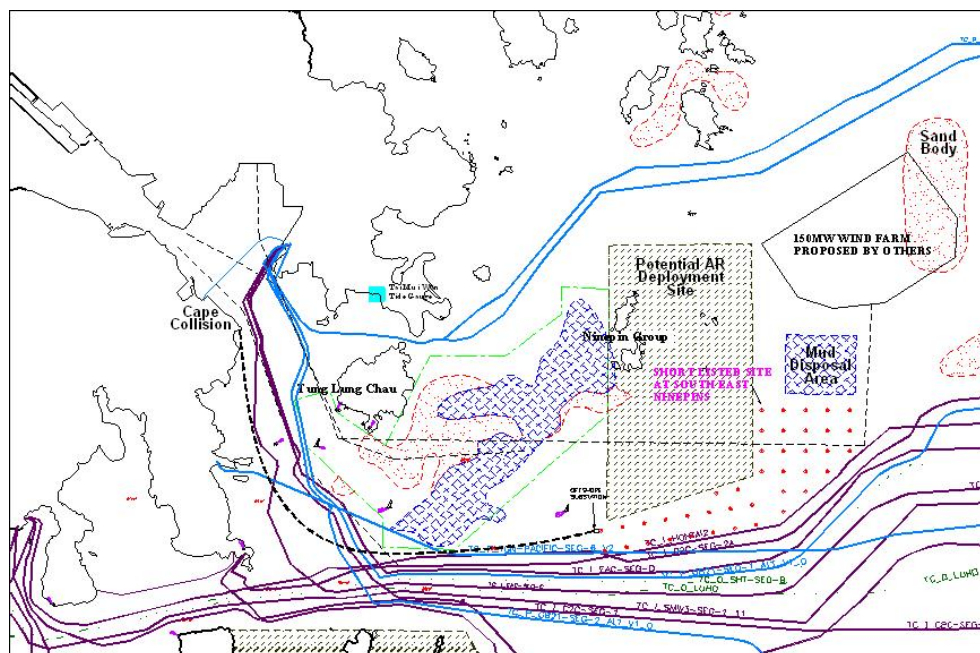


圖3.2a - 果洲群島東南水域選址佈置圖

此風力發電場的排列佈置圖因為需要避開指定區域而形成不規則形狀。港燈會在詳細環境影響評估中與有關政府部門研究及商討利用部份的擬建人工魚礁放置區作發展海上風力發電場的可行性。

為連接海上風力發電場及港燈現有在港島區的電網，港燈將鋪設一至多條132千伏的海底電纜，而登岸點擬定在哥連臣角。電纜長度約為13公里，並埋藏在海床下。估計擬建海底電纜會跨越三條現有通信電纜。電纜交叉點會提供適當的防護措施。風力發電場所產生的電力會經過一條陸上電纜由登岸點連接港燈杏花分電站輸送到港燈電網。

擬建的海上風力發電場、電纜登岸點及電纜路線不會佔用主要航道、憲報上的海上設備、泳灘、海岸公園、海岸保護區、漁類養殖場、具特別科學價值的地點、文化遺產地點及其他資源保護區。選址將會遠離居住房屋，而最近的民居住所是位於8公里外清水灣的布袋澳。

#### 4. 對環境可能造成的影響

##### 4.1 涉及的工序

建議的海上風力發電場為100兆瓦。初步設計由四十台每台容量2.5兆瓦級別的風機組成。風機的實際數量及其個別容量會視乎詳細工程設計，有否足夠的海面面積，以及最終選定之風機生產商之專有型號而再作出檢討。如最終每台風機的容量大於2.5兆瓦，風機數量或會減少以達至維持風力發電場為100兆瓦的總容量。

建議的風機為水平轉軸式設計，包括三塊葉片，一個引擎艙及一支柱型塔桿。葉片轉軸，制動裝置，變速機，發電機，電力及儀控組件均設於塔桿上之引擎艙內。每組風機由樁柱承托於海床之上。樁柱之上是一件包含工作台及通道梯的轉接組件。視乎選址的潮汐高低，轉接組件一般高出海面數米。塔桿將會連接轉接組件以支撐風機。

取決於風機的最終型號，2.5兆瓦級別風機的葉片直徑約為80米。塔桿高度通常視乎選址而定，一般2.5兆瓦級別風機的塔桿高度可以高達75米以便於高位吸取更大風能。每台風機的最高高度約高出海面約115米。風機將會以陣列形式排列，每台風機相隔約550米。圖4.1a顯示出建議的海上風力發電機外貌。

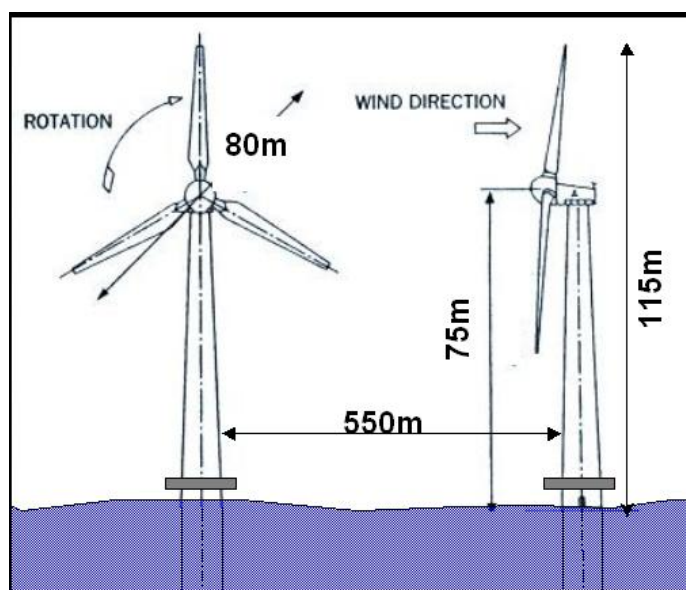


圖4.1a - 風上風機外貌

個別風機之接連電纜將連接位於海上變壓站內之開關掣及上調變壓器。南丫島西南之選址會採用22千伏/275千伏上調變壓器，而果洲群島東南之選址會採用22千伏/132千伏上調變壓器，繼而連接港燈岸上電網。連接海上變壓站和港燈電網的275千伏或132千伏輸電電纜包括海底電纜部分及岸上電纜部分。圖4.1b顯示建議的100兆瓦風力發電場之電力系統示意圖。

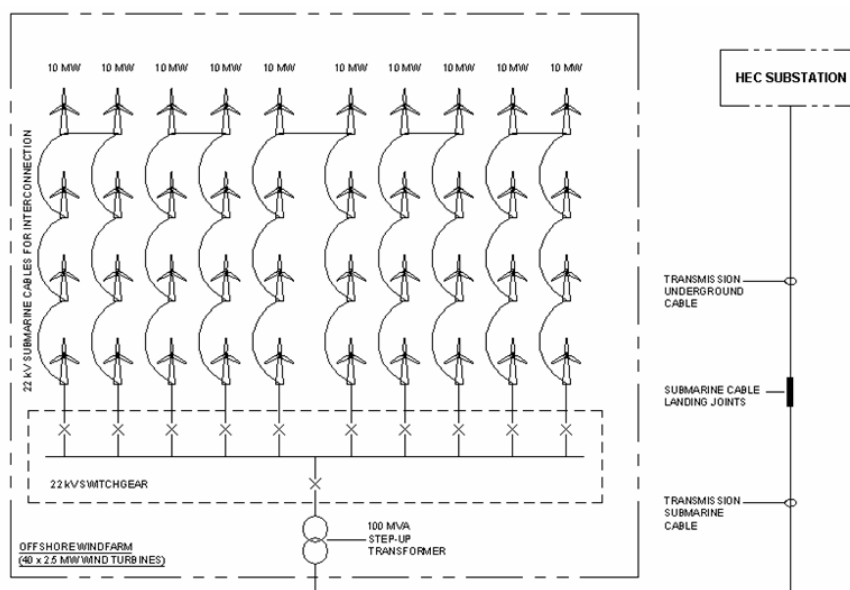


圖4.1b - 海上風力發電場之電力系統示意圖

風機，風力監察桿以及海上變壓站會座落於其地基而穩固地豎立在海床。海上風力發電場之地基選擇，例如單樁或三腳架式設計，將會於詳細設計階段加以考慮。

一般風機的壽命約為20-25年。在使用期滿後將會拆卸。風機組件包括風力發電機，風力監察桿及海上變壓站可以於現場拆除。而藏於海底的電纜則可以將其現場拆除或斷駁後長置於海床底下。

#### 4.2 潛在的環境影響

建造倡議的海上風力發電場包括以下的主要工序：—

- a) 建造風力監察桿之地基
- b) 建造風力發電機之地基
- c) 建造海上變壓站之地基
- d) 風力發電機組及其相關設備之裝置
- e) 敷設海底接連及輸電電纜
- f) 建造電纜登岸點

建造工程所需用的主要設備及機件包括一艘可升降的平底船用作建地基及安裝風電機組。海底電纜裝置需要一艘電纜敷設輪船以及電纜犁船用作埋藏電纜。其他流動設施包括拖船，駁船以及其他支援工具會於施工階段調配使用。

由於風機組件使用大量預製零件，在施工期間在工地所使用的機動器械規模將會很少。根據外國海上風力發電場經驗，建造工程需時少於一年。預計在建造工程時只會產生短暫的環境影響。

風機的營運將不會消耗燃料和產生廢物或副產品。營運期間的主要環境影響來自葉片的轉動所帶來的噪音，視覺及對雷達系統的電磁干擾之潛在影響。有關風機在施工和營運階段可能造成的潛在環境影響簡述如下：—

#### 4.2.1 施工階段

##### 空氣質素

由於施工船隻所產生的氣體排放對週圍環境只會造成不明顯及短暫的影響，海上風力發電場的施工對空氣質素的影響會是微不足道。除了電纜登岸點有小型之挖掘工程，其餘大部份工序將於海底進行，固土木工程的施工預計不會造成塵埃排放。所有的垃圾及廢料會加以覆蓋或放置於指定收集點以減少塵埃。施工中的塵埃和氣體排放相信是局部性的，因此預計施工階段不會對空氣質素帶來不良影響

##### 噪音影響

施工階段在海面上所產生的主要噪音預期來自起重機械之操作及船隻交通。兩個可行性選址都十分遠離相關噪音感應強的地方（NSR），最近南丫島西南可行性選址之NSR位於榕樹灣，相距超過4公里及有地勢作屏障。限制時間內之施工會受法定準許制度監管。故此噪音影響對鄰近感應強的地方預期不會造成影響。

興建電纜登岸點所產生之噪音主要來自較小規模的挖掘工程。建議的登岸點分別位於南丫發電廠或歌連臣角，都是有屏障阻隔或遠離民居的地方。預計興建電纜登岸點不會對環境做成不良影響。

##### 水質

建造建議的風力發電場對水質的影響包括以下方面：—

- 於風力發電場內增加的排列式樁柱所引致的水流改變
- 打樁所引致的沉積物擴散
- 埋藏電纜所引致的沉積物擴散
- 電纜登岸點之挖掘工程所引致的沉積物擴散

南丫島西南面可行性選址位於南區水質管制區。根據環境保護署水質監察站之統計數據顯示，南丫南面（即監察站SM18）水質大致良好，溶解氧及非離子化氨水平在二零零四年都符合準則。於SM18的懸浮固體水平良好，平均水平為4.1mg/L，是南區水質管制區各個監察站內最低數值的其中一個。

果洲群島東南面的可行性選址都位於大鵬灣水質管制區。最近之環境保護署水質監察站分別為MM8及MM13。監察結果顯示該區的水質大致良好，溶解氧，總無機氮及非離子化氨在二零零四年全年都符合準則。區內懸浮固體水平介乎2.9mg/L至8.6mg/L，表明該區水質大致良好。

建議項目的施工預計會為週圍水域帶來水質影響，不過此影響為局部及短暫性質的。考慮到風機地基的細小佔地面積，施工工序所帶來的潛在水質影響預計只是輕微。

### 廢料處理

風力發電場的施工包括地基樁柱工程預計不會產生任何廢料。海底電纜的敷設以及電纜登岸點的挖掘工程所產生的廢料預計是施工工序上所產生的唯一廢料。所有挖出的物料將會妥善棄置於指定地點。所以施工工序所產生的廢料影響，並無特別關注的地方。

### 海洋生態

風力發電場的施工所造成對海洋生態資源的直接影響包括興建風機地基所佔用的海床位置。海床地基所佔之總面積約為550平方米。然而風機的地基會為海洋深處的生物帶來一個新的環境。所以，地基樁柱所引致的海床損失預計不會為周圍帶來明顯的影響。

建議選址現場的相關施工會釋出沉積物影響海床表面及海床深層的動物群，從而令風力發電場的施工帶來非直接的影響，不過，由於施工為時很短，預計此影響並不明顯。

敷設輸電電纜會引致位於電纜登岸點的潮間區及潮下區石質海岸消失，從而帶來直接影響。由於興建電纜登岸點所需的挖掘工作規模細小，相信只會帶來短期及不明顯的相關影響。

電纜安裝對海洋生態所帶來的間接影響，主要來自埋藏電纜時所引來的水質改變。因電纜安裝工序所帶來的海洋生態實質影響，會在環評研究再作檢討。

經常在香港水域內發現的海洋哺乳類動物只有中華白海豚及江豚兩種。發現江豚的地點，主要是南丫島西南的近岸水域。施工所需的打樁工程，電纜安裝及增加的海上交通，會產生水底噪音並帶來影響。如有需要，環評研究會提出適當緩解措施以減少對海洋生態之影響。

### 陸地生態

項目的施工所來的陸地生態資源之直接影響主要來自在電纜登岸點所佔用的小面積陸上生息環境。透過適當的電纜登岸點選址及建造方法，項目所帶來的陸地生態影響將會減至最低。

### 對漁業的影響

建議項目的施工因着風機／電站地基所佔用的漁場會對漁業帶來直接影響。在敷設電纜時預計會對該挖掘區域造成短期影響。施工所引致的間接影響主要來自海底工程帶來的水質變化。儘管如此，預期所帶來的影響是局部及短期的。

### 文化遺產

預期在有關範圍內不會發現任何具顯著價值的考古資源。

## 4.2.2 營運階段

### 空氣質素

風電機組在發電過程中不會排放廢氣。這將有助減少傳統發電機組的燃料消耗和氣體排放。預計建議中的海上風力發電場不會對空氣質素造成不良影響。

### 噪音影響

新型風車具有流線型的車葉及隔音良好的機艙以減少噪音。根據港燈位於南丫島的800千瓦風機之運作經驗，風機現場的噪音水平微不足道。由於民居與可行性選址有足夠的間隔距離，在項目營運階段所發出的噪音水平，預計會遠低於法例監控標準。

### 水質

由於風力發電場的運作不會對週圍環境引生污染物排放或徑流，所以對水質的影響微不足道。

### 生態的影響

運作階段時產生的生態影響主要限於鳥類撞擊。根據外國經驗，野生鳥類撞向風機只發生於某些地區和某些種類的雀鳥。由於可行性選址預計並非位於候鳥遷移途徑，預計對鳥類的影響輕微。

### 對漁業的影響

倡議中的風力發電場運作對漁業的直接影響主要來自風機／電站的樁柱位置所佔用的漁場。不過外國經驗顯示樁柱地基的海底切面部份會增加漁業資源。環評研究會向有關團體作出諮詢以處理對捕魚活動之影響。

### 視覺及景觀

建議中的風力發電場以陣列形式豎立在香港水域，這無可避免會被明顯看見及可能對其他人構成視覺影響。不過，風力發電場在視覺上的影響是很主觀的。雖然有部份人或會對景觀上新建的物件有不同意見，但預計大部份市民都會為清潔能源的標誌而接受此項目。令公眾明白風力發電項目對環保帶來廣泛的好處會改善對風電的認受。

### 危害及風險

偶有報道指出海上風力發電場對雷達系統造成干擾引致雷達影像閃爍。如有需要，對於民航處及海事處所操作之航空安全雷達及海面雷達之影響，會於環評研究作出檢討。

如有需要，海上風力發電場之運作對航道及海上交通之危害會於海事影響評估以及航道危害評估作出處理。

## **5. 緩解措施說明**

根據第四部份的評述，建造和運行擬建中的風力場在採納以下緩解措施後，預計不會對環境造成任何嚴重的影響：

### **5.1 施工階段**

- 實施標準噪音控制措施包括採用低聲級的機動設備和只在較不敏感的時段使用噪音較高的設備以減低施工期間的噪音影響。
- 採用已證實的打樁方法以及使用適當之建築機械以減少施工期間對水質的影響。此外，適當的措施會採用來控制釋出沉積物的擴散範圍，以緩解在電纜登岸點進行的挖掘工程所產生的影響。
- 實施有效的地盤管理措施以減少因施工而產生的廢料。所有垃圾和工程廢料在運離工地前都會妥善地覆蓋和儲放，容易被風吹起的垃圾和灰塵會加上防水布或存放在有蓋地方以減少影響。挖起的物料和其他廢料會分開堆放以防止污染，也盡量在可行情況下就地回填作循環再用。



## 5.2 運作階段

- 特定的建築設計考慮和選色可令風機融入自然環境中以減少對景觀的影響。
- 適當的選色（例如採用不反光塗面）用於葉片和塔架，使風機容易被鳥類察覺，從而避免鳥類撞擊。

## 6. 使用先前通過的環境影響評估報告

- a) 南丫島再生能源風力發電機組環境影響評估報告 [AEIAR-080/2004]  
[http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia\\_0992004/EIA/html%20version/Table%20of%20Content\\_fn.htm](http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia_0992004/EIA/html%20version/Table%20of%20Content_fn.htm)
- b) 位於南丫島擴建廠址之1,800兆瓦燃氣發電廠環境影響評估報告 [AEIAR-010/1999] [http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia\\_00998/index.htm](http://www.epd.gov.hk/eia/register/report/eiareport/eia_00998/index.htm)