

苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫

第二次環境影響差異分析報告

龍威風力發電股份有限公司

中華民國 103 年 2 月

目 錄

第一章 計畫概述.....	1
1.1 本案環境影響評估歷程	1
1.1.1 環境影響說明書	1
1.1.2 歷次審查結論變更暨環境影響差異分析報告	1
1.1.3 第二次環境影響差異分析報告（本次）	2
1.2 原開發行為之內容	2
1.2.1 開發目的	2
1.2.2 開發場所	8
1.2.3 開發內容	8
1.3 開發現況	10
第二章 開發行為變更之理由及內容	11
2.1 本次變更理由	11
2.2 本次變更內容	13
2.2.1 風機變更前後區位說明	13
2.2.2 電網併聯點調整	30
2.2.3 補植計畫說明	30
2.2.4 環境監測計畫調整	33
2.3 本次變更後機組之地質影響說明	39
2.4 本次變更後機組取棄土及施工計畫說明	45
2.5 本次變更後機組施工及營運期間噪音影響說明	48
2.5.1 本次變更後機組施工期間噪音影響說明	48
2.5.2 本次變更後機組施工期間噪音影響說明	49
2.6 本次變更生態影響說明	55
2.6.1 生態補充調查結果說明	55

2.6.2 生態補充調查環境差異分析說明	61
2.7 本次變更景觀影響說明	63
2.8 本次變更水理分析說明	63
2.9 歷次監測結果	66
第三章 本次變更後環境影響差異分析	96
3.1 施工期間空氣品質與碳排放量說明	96
3.2 變更前後環境影響分析說明	101
第四章 環境保護對策或綜合環境管理計畫之檢討及修正	113
4.1 施工期間之環境保護對策	113
4.2 營運期間之環境保護對策	117
4.3 環境監測計畫	119

表 目 錄

表 1.1 本計畫 2 次「第二次環境影響差異分析報告」差異說明	4
表 1.2 本次變更依據「環境影響評估法施行細則」第 38 條逐款檢討表	5
表 1.3 開發行為之目的及其內容	7
表 2.1 歷次環評變更（含本次）變更項目及內容簡表	12
表 2.2.1 變更內容及理由	14
表 2.2.2 本次變更風機之土地清冊	17
表 2.2.3 本案含歷次變更前後之機組編號一覽表	18
表 2.2.4 本次變更風機與西濱公路、鐵路之距離檢討表	22
表 2.2.5 本次變更後風機中心 100m 及 250m 範圍建築物調查表	25
表 2.2.6 龍威風力發電機組使用保安林地面積表	32
表 2.2.7 施工期間環境監測計畫	34

表 2.2.8 營運期間環境監測計畫.....	36
表 2.4.1 本次變更後 4 座風機土木工程土石方數量估算表.....	45
表 2.5.1 工程作業別主要施工機具施工噪音量摘要表.....	50
表 2.5.2 施工車輛交通噪音模擬結果輸出摘要表 ($L_{\text{日}}$)	51
表 2.5.3 施工期間敏感受體 L 日均能音量之預測值	52
表 2.6.1 生態補充調查環境現況差異分析摘要表	61
表 2.9.1 本案施工期間全頻噪音監測結果.....	67
表 2.9.2 本案施工期間低頻噪音監測結果.....	68
表 2.9.3 本案施工期間振動監測結果.....	68
表 2.9.4 本案營運期間全頻噪音監測結果.....	69
表 2.9.5 本案營運期間低頻噪音監測結果.....	70
表 2.9.6 本案施工暨營運期間鳥類調查名錄	71
表 2.9.7 本案施工暨營運期間蝙蝠類調查名錄.....	87
表 2.9.8 本案施工及營運期間陸域生態監測結果摘要表	88
表 2.9.9 指標物種粉紅鸚嘴歷次監測數量比較表	91
表 2.9.10 指標物種黃頭扇尾鶯歷次監測數量比較表.....	91
表 2.9.11 指標物種東方環頸鵠歷次監測數量比較表	92
表 2.9.12 指標物種褐頭鷦鷯歷次監測數量比較表	92
表 2.9.13 本案 102 年第 3 季植物生態調查之歸隸屬性統計表 (102/7)	93
表 3.1.1 本計畫施工期間各項機具及施工面逸散排放量推估	98
表 3.1.2 本計畫營建工程不同措施之防塵效率綜合評估表	99
表 3.1.3 本次變更後 4 座風機工程材料使用之碳排放量	100
表 3.1.4 本次變更後 4 座風機材料運輸車輛之碳排放量	101
表 3.1.5 本次變更後 4 座風機基礎工程與施工機具之碳排放量	101
表 3.2 變更前後主要環境因子之影響差異分析表	102

圖 目 錄

圖 2.2.1 本案歷次環評審查以及本次變更之風力機組套繪正射影像圖	16
圖 2.2.2 本案第 A01 與 56 號 2 座風機與西湖國家濕地範圍之相關位置示意圖.....	21
圖 2.2.3 風機與高速公路距離對開車者的死亡機率	22
圖 2.2.4 本次變更風機距鐵路、西濱公路套繪正射影像圖	23
圖 2.2.5 變更後第 55 及 B01 號風機 100m 及 250m 建築物分布圖	26
圖 2.2.6 變更後第 56 及 A01 號風機 100m 及 250m 建築物分布圖	27
圖 2.2.7 本次變更後各風機臨時施工區及聯外道路圖	28
圖 2.2.8 本次變更後電網併聯示意圖	31
圖 2.5.1 以 WindPro 模擬本公司變更前 28 座風機對於海埔里聚落（福德宮）以及秀水里聚落（武德宮）之全頻噪音影響結果	53
圖 2.5.2 以 WindPro 模擬本公司變更後 28 座風機對於海埔里聚落（福德宮）以及秀水里聚落（武德宮）之全頻噪音影響結果	54
圖 2.6.1 第 A01 號風機附近生態補充調查範圍及自然度示意圖	56
圖 2.7.1 以 WindPro 模擬本公司變更機組景觀模擬觀景點位置圖	64
圖 2.7.2 景觀模擬觀景點（聚落邊緣）模擬前相片	65
圖 2.7.3 景觀模擬觀景點（聚落邊緣）模擬後相片	65
圖 2.9.1 本案歷次鳥類監測紀錄比較圖	87
圖 2.9.2 本案歷次蝙蝠類監測紀錄比較圖	93
圖 2.9.3 本案歷次陸域植物監測紀錄比較圖	78
圖 2.9.4 本案於通霄鎮海濱段 864 地號第一期防風林補植現況	94
圖 2.9.5 本案於桃園縣桃園科技工業區原海水淡化廠第二期防風林補植現況..	95

附 件

附件一 本案環境影響說明書及歷次變更審查結論與定稿本核備公函	附 0.1-1
附件二 土地使用同意相關函文	附 0.2-1
附件三 西湖國家濕地範圍相關函文	附 0.3-1

- 附件四 本案補植計畫相關函文附 0.4-1
- 附件五 本次變更後機組臨近風機之地質鑽探報告摘要附 0.5-1
- 附件六 生態補充調查報告附 0.6-1
- 附件七 WindPro 軟體噪音模擬使用手冊及全頻噪音模擬參數摘要表.....附 0.7-1

第一章 計畫概述

1.1 本案環境影響評估歷程

1.1.1 環境影響說明書

本公司函送「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書」(本案)，經由經濟部能源局(能源局)轉請行政院環境保護署(環保署)審議，環保署於民國97年11月至98年4月共召開3次專案小組審查，初審結論為本案有條件通過環境影響評估審查，經提交98年6月24日召開之第178次環評委員會討論，決議本案有條件通過環境影響評估審查(98年7月27日環署綜字第0980065877B號函，如第附0.1-6頁)。本公司依初審及委員會意見，修訂原提送之說明書為定稿本，經環保署核備在案(98年10月2日環署綜字第0980079138號函，如第附0.1-5頁)。

1.1.2 歷次審查結論變更暨環境影響差異分析報告

第一次環境差異分析報告變更事項摘要如下：

一、審查結論變更：

本案因變更第9A、10A及11A-1號風機，故需變更本案環境影響說明書之原審查結論(一)為「應取消設置後龍風場第27號、第32號、第41號、第42號機組及大鵬風場第9號、第10號、第11號機組，另後龍風場第8號、第28號、第11A-1號、第18-1號及第47號機組應於取得250公尺範圍內住戶及當地里長同意後，始得設置」。

二、本公司名稱及負責人變更

本案取得部分機組電業籌備創設許可後，依規定申請公司設立獲准，因此變更本案之本公司名稱及負責人。

三、風機區位調整

本案第20、18、7及7-1號等4座風機機組，因土地管理機關行政院農業委員會林務局(林務局)在進行風機預定位置現勘後，認為現地林木較密且無法以微調方式避開，因此要求本案調整這些機組之位置，以避開較密木。故分別以第20-1、18-1、47及48號風機取代。

四、風機機組發電容量變更

由於本案少數機組位於限制高度區域內，因此需採用總高度符合限建高度之較小型機組，因此本案機組容量由1,500kW~3,000kW變更為900kW~3,000kW。

五、電網併聯點增加

本案原定併接至台電公司公館 S/S～苗資 C/S #1 連接站之 69kV 特高壓輸電線，考量風機電網就近併網以降低環境影響，本案增設併聯至鄰近台電饋線之方案。本案電網併聯點之增設，日後向台灣電力公司申請取得同意後，若與本報告內容不符，仍將依環境影響評估法規定辦理變更。

六、新增環境監測點

本案變更規劃後龍風場第 9A、10A 及 11A-1 號風機設置，因此需於此 3 座風機區域新增環境監測點。

該次變更經環保署專案小組審查有條件通過，於 99 年 12 月 1 日環保署環境影響評估第 201 次大會審核修正通過，本案依據 99 年 12 月 21 日環署綜字第 0990115503B 號函（如第附 0.1-2 頁）製作定稿本，並於 100 年 2 月 15 日取得環保署同意備查（環署綜字第 1000012606 號函，如第附 0.1-1 頁）。

以上本案環境影響說明書及環境差異分析報告之審查結論公告及定稿本同意核備公函，詳附件一。

1.1.3 第二次環境影響差異分析報告（本次）

本計畫原第二次環境影響差異分析報告於 102 年 7 月 19 日由行政院環境保護署以環署綜字第 1020062194 號函告撤銷行政處分，本公司本次提送之第二次環境影響差異分析報告係以 100 年 2 月 15 日環署綜字第 1000012606 號函環保署同意備查之環境影響差異分析報告為基礎撰寫製作，此 2 次「第二次環境影響差異分析報告」差異詳表 1.1 所列。

本次變更依據「環境影響評估法施行細則」第 38 條，應免重新辦理環境影響評估，逐項說明詳表 1.2 所列。

1.2 開發行為之內容

1.2.1 開發目的

在以往的二十年來，風力發電在歐美國家的支持下，有著突飛猛進的發展，截至 2012 年底，全球裝機容量累計達 282,482MW，商業國家由於政策的鼓勵，採用固定電價立法方式收購風力發電，促成風力發電產業急劇發展，如丹麥全國有 25.9% 的用電來自風力發電，而對持續開發風力發電作為再生能源之德國，其 2012 年單年度就安裝了 2,439MW，累積至 2012 年底安裝了 31,332MW（資料來源：GWEC 世界風能協會）。

歐洲風能協會和綠色和平組織曾簽署了風力 12（關於 2020 年風電達到世界總量的 12% 的藍圖）報告，並預期 2020 年全球風力發電機將達到 1,231,000MW，屆時風

力發電量將佔全球發電總量的 12%，風力發電已經成為解決世界能源問題不可或缺的重要力量，極有可能成為未來重要的替代能源。

由於近年來環保意識抬頭，台灣的能源結構亦在尋求轉型。我國在地狹人稠，資源有限的情況下，能源如何節約並達到最大效率是重要的關鍵。政府於 98 年 7 月 8 日完成「再生能源發展條例」公布實施，規範再生能源發電之收購費率及權利義務並確立所需獎勵經費之來源，以期推廣再生能源利用、增進能源多元化、改善環境品質，帶動相關產業及增進國家永續發展。有鑑於此，具備省能、節約、環保、低污染等各項優厚條件的風力發電是台灣不可忽略的環保事業。

依本公司對台灣風力資源的了解，與全世界風力資源相比，台灣本島的風力資源確為世界上少有的一流品質。開發風力發電，除能減少對單項能源的過分依賴，配合能源結構的多元化需求外，風力發電本身為無污染的綠色能源，更具有減少溫室氣體排放的環保優點，切合永續發展的長期策略。

本投資案的正面效益有下列數點：

一、環境保護

風力發電不需像火力發電仰賴有限的化石燃料，且風力發電無廢氣如 CO₂ 之排放及核廢料、核外洩之問題。故風力發電為一潔淨之能源，無任何廢水、廢氣、廢棄物之排放及產生，為一綠色能源，可趨緩現今全球暖化之環境問題。

二、穩定投資環境

風力發電廠的設置可有效抵減當地用電需求，對在地供電有著極具建設性的貢獻，有利於整體投資環境的改善。風力發電的開發計畫既不佔用政府預算，又可提升地方之競爭力來說，實為一項利多。

三、增加就業機會、活化產業

風力發電作為一項新的工業技術，對當前景氣低迷、失業不斷提高的台灣，實在值得引進並開發。一來直接增加就業機會，在歐洲平均每台風機可帶來 3 個工作機會；二來活化產業結構，幫助傳統製造業者轉型，以創造另一次的台灣經濟奇蹟。在丹麥，風機製造已取代傳統漁業，晉升為第二大出口產業，風電的就業人口並且是造船業的 3 倍。風機的製造亦可提振上游產業的復甦，台灣傳統鋼鐵製造產業，在新製造科技的帶動下，可望走出景氣遲緩的困境。

四、觀光事業的新契機

濱海土地由於受到強勁海風長年吹拂，使用效能向來不高，甚至荒廢棄置。風機的設置可在資源永續利用與保育的觀念下，增進濱海鄉鎮的整體發展。簡言之，架設風機不但完全不破壞當地產業及環境生態（風機佔地極微），林立的壯觀景色，

甚至可成為苗栗縣具國際化視野的休閒新地標。苗栗縣政府國際文化觀光局將同樣位於後龍鎮半天寮的好望角風場視為後龍鎮觀光景點之一，相信本案配合苗栗沿海原有的觀光景點及便利的交通，也可部分提升苗栗縣整體的觀光事業，與政府目前欲推動的島內觀光構想亦不謀而合。另一方面，風機就近連接電網的特性，亦可滿足觀光開發所需要的電力消費。

本案開發行為之目的及其內容摘述如表 1.3 所示。

表1.1 本計畫2次「第二次環境影響差異分析報告」差異說明

項次	項目	變更內容摘要
第二次環境影響差異分析報告（未完成定稿） (102年7月19日環署綜字第1020062194號函告撤銷行政處分)		
1.	5座原許可風機進行區位調整（取代或微調）	原環說書4座機組分別以適合位置取代原有機組，分別為第54（取代28）、53（取代40）、 <u>55</u> （取代9）及 <u>A01</u> （取代33）號風機取代，第11A-1號風機往西側微調。
2.	新增1座風機	新增第17A號風機，本次變更後之機組數量為29座，總發電容量最大將達63,200kW，低於環境影響說明書之25座最大容量75,000kW。
3.	電網併聯點增加	配合調整及新增風機設置後增加電網併聯點
4.	調整與新增環境監測點	變更及增設噪音振動監測點。
5.	審查結論變更	變更環境影響說明書審查結論（一）
第二次環境影響差異分析報告		
1.	4座原許可風機進行區位調整（取代）	原環說書4座機組分別以適合位置取代原有機組，分別為第B01（取代40）、 <u>55</u> （取代9）、 <u>A01</u> （取代34）及56（取代33）號風機取代。本次無新增機組，與前述撤銷案相同位置之調整後機組為第55及A01號等2座風機。
2.	電網併聯點增加	配合調整及新增風機設置後增加電網併聯點
3.	補植計畫說明	本案目前已完成所有補植計畫之新植工作，日後將於承諾期限內持續進行養護。
4.	環境監測計畫調整	以第一次環境影響差異分析報告為基準，調整環境監測計畫內容。

表1.2 本次變更依據「環境影響評估法施行細則」第38條逐款檢討表

環境影響評估法施行細則第 38 條第 1 項			
開發單位變更原申請內容有下列情形之一者，應就申請變更部分，重新辦理環境影響評估：			
項次	條文	檢討及說明	本文及附件出處
第1款	計畫產能、規模擴增或路線延伸百分之十以上者。	本次變更僅為風機位置調整，無增設機組。	本文第2.1節及2.2節。
第2款	土地使用之變更涉及原規劃之保護區、綠帶緩衝區或其他因人為開發易使環境嚴重變化或破壞之區域者。	<p>1.本計畫原規劃內容並無保護區、綠帶緩衝區等，而變更前2座機組（第40及9號）位於林務局防風保安林範圍且林木茂密，變更後第B01號風機現地為農田、第55號風機位置現況為海濱灘地，已降低開發行為對於防風林之影響。</p> <p>2.變更後第56號風機位於苗栗縣政府既設滯洪池之邊緣，已取得苗栗縣政府之同意設置。</p> <p>3.變更後第A01號風機位於堤防外側，本公司已取得經濟部水利署第二河川局有條件同意。</p> <p>4.本公司亦完成第A01號風機陸域植物、陸域動物及水域生態補充調查，並未發現稀有物種或保育類物種，多為西部沿海常見物種。</p> <p>因此調整後之風機位置應無使環境嚴重變化或破壞之虞。</p>	本文第2.2.1節、圖2.2.1、圖2.2.4、附件二及附件六。
第3款	降低環保設施之處理等級或效率者。	本次變更內容為調整4座風機位置、電網併聯點增加、補植計畫說明及環境監測計畫調整，未涉及降低環保設施之處理等級或效率。	本文第2.1節及表2.1

表1.2 本次變更依據「環境影響評估法施行細則」第38條逐款檢討表（續）

環境影響評估法施行細則第38條第1項 開發單位變更原申請內容有下列情形之一者，應就申請變更部分，重新辦理環境影響評估：			
項次	條文	檢討及說明	本文及附件出處
第4款	計畫變更對影響範圍內之生活、自然、社會環境或保護對象，有加重影響之虞者。	<p>1.本次變更風機位置，調整後4座風機250公尺範圍內無一般住戶，僅有2處建築物，為鄰近第56號風機之海釣場倉庫及第A01號風機之堤外祠廟。</p> <p>2.調整後4座風機非位於西湖國家濕地範圍，距西湖國家濕地已有約為800公尺之遠。</p> <p>3.本公司亦完成第A01號風機陸域植物、陸域動物及水域生態補充調查，並未發現稀有物種或保育類物種，多為西部沿海常見物種。</p> <p>因此本次變更並未對影響範圍內之生活、自然、社會環境或保護對象有加重影響之虞。</p>	<p>1.本文第2.2節、表2.2.5、圖2.2.2、附件三、附件六及附件七。</p> <p>2.本文第2.3節至2.8節分別就變更後機組對地質、取棄土、噪音、生態、景觀及水理分析進行影響說明。</p> <p>3.本文第3.1節說明施工期間空氣品質及碳排放量。</p>
第5款	對環境品質之維護，有不利影響者。	本次變更並未對環境品質之維護有不利影響。	本文第2.3節至2.8節
第6款	其他經主管機關認定者。	無	無

表1.3 開發行為之目的及其內容

(一) 開發行為之目的：

有鑑於全球石化能源有限，而台灣卻高度依賴進口達97.8%，並且能源結構十分單一，及全球趨勢所推動之非核家園，因此積極開發本土潔淨能源有其必要性，而開發台灣本身所得天獨厚之風力資源則是首當其要。

政府於98年7月8日完成「再生能源發展條例」公布實施，規範再生能源發電之收購費率及權利義務並確立所需獎勵經費之來源，以期推廣再生能源利用、增進能源多元化、改善環境品質，帶動相關產業及增進國家永續發展。有鑑於此，具備省能節約、環保、低污染等各項優厚條件的風力發電是台灣不可忽略的環保事業。

風力發電開發可推動台灣本土的環保事業及解決台灣長期能源不足限電之苦，進而帶來工作機會、活化產業結構，幫助傳統製造業者轉型，故而開發規劃苗栗縣後龍鎮沿海一帶之特有風資源，興建風力發電廠。

(二) 內容：

1.一般設施：後龍鎮28座風力發電機組⁽¹⁾、開關場、地上及地下輸電線路及專用道路。

2.環保設施：景觀綠化美化及安全措施。

施工階段	1.工作內容	整地工程、基礎工程、地上及地下輸電線路設施工程、風力發電機組組立、機電工程、景觀綠美化。
	2.施工程序	基地整地、細部地質鑽探、打樁、地上及地下輸電線路設施工程、塔架基礎施工、機組到場、組立塔架、葉片機艙組立及機電設備安裝、商轉、景觀綠美化。
	3.施工期限	已於民國100年4月陸續施工，102年4月起陸續商轉。
	4.環保措施	各種環境因子之減輕不利影響對策及監測計畫等。
營運階段	1.一般設施	28座風力發電機組 ⁽¹⁾ 、開關場、地上及地下輸電線路設施及專用道路。
	2.環保設施	景觀綠美化、安全措施及環境監測。
備註：第一次環境差異分析報告經審查通過，機組數量為28座。		

1.2.2 開發場所

苗栗縣位於本島中北部屬副熱帶氣候，冬季吹東北風，夏季吹西南風，因縣內地形落差大，氣候與溫度也隨海拔高度而有所不同，山地高海拔地區接近溫帶氣候。西部臨海區域，氣候受海洋的影響，夏季涼爽多雨、冬季溫暖濕潤。苗栗縣位於台灣西部海岸，風資源品質亦極為良好，值得開發。

1.2.3 開發內容

風力發電機的設立儘量避免障礙物和樹林遮蔽，若與盛行風垂直方向之塔筒間距離原則約為 3 倍葉片直徑，平行於盛行風風向之塔筒排距約為 5 倍葉片直徑。此原則係用於檢討風機與風機之間的距離是否足夠避免或減輕風機產生紊流干擾相鄰最近風機之發電效率，而非安全之考量。且此原則為一般風機佈設時之初步參考，並非一定為 3 倍或 5 倍的距離，係因不同風場之風機佈設間距隨著現地地形、地貌等環境因子以及土地主管機關的意見而略有不同並進行調整。至於整體風場最佳佈設及最大發電量可依據不同的參數運用電腦程式進行模擬得出。

本案風機之佈設已由本集團內部之風能專家及顧問所確認，日後在風機興建前，此風場之風機佈設還會有風機製造廠商以及專案融資銀行的風能專家再次確認，以確保發電效益。

風力發電機與其他像火力發電廠的不同之處在於火力發電廠為一獨立建物，佔用一片整體的大範圍且具排他性；而風力發電機組佈設則是分散式，其機組本身所佔位置不大，本案每座風機所佔的地基面積最大為 $625m^2$ ，露出地表基座面積約為 $42.25m^2$ ，風場設置所需用地為點狀，與其他用途並不排斥。

一、風場選址 (Siting)

風場之選址需考量實作技術及政策規範兩大因素。就實作技術面而言，需考量場址之盛行風向及風速變化、其周邊地形地貌是否平坦、避免擾流生成之可能、當地地質、基礎交通及電力建設程度等，並避免破壞原有之生態，且風場內機組之間亦需保持一定距離。就政策規範面而言，需符合土地使用開發之相關規定、配合地方建設之需求並盡量遠離聚落。

二、機組型式

依據歐洲風電技術的快速成長，本案之風力發電機組規劃採用水平軸、上風型、三葉片設計，單機容量為 $900kW \sim 3,000kW$ 間之機型，但因風力發電產業的技術發展極為快速，而明確機組型式則以本案執行當時最符合經濟效應而定。

三、裝置數量

本風場原環說書定稿本係於苗栗縣後龍鎮沿海設置 25 座，單機容量為 1,500kW ~3,000kW 之風力發電機組。審查結論變更暨第一次環境差異分析報告審查定稿後調整為 28 座，單機容量為 900kW~3,000kW 之風力發電機組。

四、主要發電設備規格

本案選用單機容量為 900kW~3,000kW 之風力發電機組，塔筒最大高度約 85 公尺，葉片直徑最大範圍約 92 公尺，機組總高度約低於 150 公尺。目前暫以容量範圍內之 ENERCON E70 機型、單機容量為 2,300kW 為例，但未來實際機型及規格將依現地狀況及當時核准時最符合經濟效益之機型為主。

五、開關場

在各風力機組預定地附近選擇適宜地點規劃建造開關場，以設置風力相關之升壓變壓器、高壓配電盤、開關箱、控制箱等電氣設備各式監控保護設備，以期該等設備可在環境條件嚴苛之海岸地域常保其功能，開關場初步規劃為空氣絕緣式屋外型電氣設備，所需大小可視風力機組數量及其功能要求而定。開關場範圍內附設電氣照明、消防設備、空調通風系統及接地系統等。風力機組所須之備品、耗材、維修工具等以不存放於開關場範圍為原則。

六、監控系統

風力發電廠監控系統主要由置於各中控室之遠端控制站 (Remote Control Station, RCS) 及裝置於各風力機組塔筒內部下方電氣配電箱內控制板 (Ground Panel) 上獨立之風力機自動控制器 (Windturbine Automatic Controller, WAC) 組合而成，而 RCS 與 WAC 之間之通信通道 (Communication Link) 則拉設光纖電纜作為通訊。

(一) 遠端控制站 (Remote Control Station, RCS)

電遙控室即時集中管理監看各風力機組之營運情況。設計上可控制機組之起動、停止，以PC電腦為基本構件並執行下列功能：

- 通訊
- 人機介面功能
- 資料管理

(二) 風力機自動控制器 (Windturbine Automatic Controller, WAC) 風力機自動控制器主要有以下各項功能，以便運轉及保養：

- 控制功能
- 網路資料顯示系統
- 機械數據顯示功能

- 輸出顯示功能 (Production View)
- 偵錯功能 (Error Detection)
- 提供運轉記錄報表

七、輸電線路

本案之輸電線路擬沿著風場內既有道路邊埋設，地下化部分開挖寬度約 1 公尺 (m)、深度約 1 公尺 (m) 之範圍，屆時所挖出之土方將就地夯實回填，對環境之影響將減至最低。場區內之輸電線路為沿既有道路地下化，場區外之輸電線路部分除過河及過橋段外，原則上亦為地下化施作（除非私地所有權人極力阻擾及非本公司可克服之因素，始不得已採高架），目前之規劃至少有 80% 為地下化。

八、航空障礙警示裝置

本公司將依據「航空障礙物標誌與障礙燈設置規範」所示之規定設置航空障礙燈或標示。

九、電網併聯計畫

依據「審查結論變更暨第一次環境差異分析報告」定稿本第 27 頁，除了原定併接至台電公司公館 S/S～苗資 C/S#1 連接站之 69kV 特高壓輸電線，考量風機電網就近併網以降低環境影響，故增設併聯至鄰近台電饋線之方案。本次再考量風機電網就近併網以降低環境影響，擬增設台電後龍變電所以及台電苗栗-東和線/大鵬風場開關場作為併聯點備案，然而風機最終併聯點以台電公司最終同意為準。

1.3 開發現況

本開發計畫通過環境影響評估審查及第一次環境影響差異分析報告之機組數量為 28 座，102 年 4 月 3 日已取得經濟部電業執照（經授能字第 10200053420 號函）之機組數量為 16 座（第 8、10、12、13、14、15、16、19、21、22、23、24、25、26、18-1 以及 20-1 號風機）、已獲經濟部能源局施工許可之機組數量為 2 座（第 9A、31 號風機），其餘 10 座之中部分風機正申請籌設許可中。

目前運轉之風機為 16 座，其餘 12 座風機尚未施工。

第二章 開發行為變更之理由及內容

2.1 本次變更理由

歷次（含本次）環境影響差異分析報告變更項目與內容摘要表，請參表 2.1。

一、4 座原許可風機進行區位調整

本開發計畫通過環境影響評估審查及第一次環境影響差異分析報告之機組數量為 28 座，102 年 4 月 3 日已取得經濟部電業執照（經授能字第 10200053420 號函）之機組數量為 16 座（第 8、10、12、13、14、15、16、19、21、22、23、24、25、26、18-1 以及 20-1 號風機）、已獲經濟部能源局施工許可之機組數量為 2 座（第 9A、31 號風機），其餘 10 座之中部分風機正申請籌設許可中。目前運轉之風機為 16 座，其餘 12 座風機尚未施工。

本案原第 40 及 9 號風機 2 座機組屬於國土保安用地，因土地管理機關行政院農委會林務局在進行風機預定位置現勘後，認為現地林木較密且無法以微調方式避開，要求本公司調整此兩座機組之位置，故分別以第 B01 及 55 號風機取代，以避開較多林木。

另外，本公司在申請籌設許可審查時，空軍戰術管制聯隊表示本案部分風機位於後龍鎮外埔禁、限軍事管制區範圍內，經本公司與空軍戰術管制聯隊再次檢討風機區位，確認第 34、33 號風機位於管制區範圍內，因此須調整此兩座風機至其他區位，分別以第 A01、56 號風機取代。

二、電網併聯點增加

依據「審查結論變更暨第一次環境差異分析報告」定稿本第 27 頁，除了原定併接至台電公司公館 S/S～苗資 C/S#1 連接站之 69kV 特高壓輸電線，考量風機電網就近併網以降低環境影響，故增設併聯至鄰近台電饋線之方案。本次再考量風機電網就近併網以降低環境影響，擬增設台電後龍變電所以及台電苗栗-東和線/大鵬風場開關場作為併聯點備案，然而風機最終併聯點以台電公司最終同意為準。

三、補植計畫說明

本案目前已完成所有補植計畫之新植工作，日後將於承諾期限內持續進行養護。

四、環境監測計畫調整

本案因風機區位調整並依據實際工程進度以及經濟部能源局環境影響評估追蹤現場勘察之意見，調整環境監測計畫內容。

表2.1 歷次環評變更（含本次）變更項目及內容簡表

項次	項目	變更內容摘要
歷次	審查結論變更暨環境影響差異分析報告 (100年2月15日環署綜字第1000012606號函)	
1.	審查結論變更	變更本案環境影響說明書之審查結論（一）為「應取消設置後龍風場第27號、第32號、第41號、第42號機組及大鵬風場第9號、第10號、第11號機組，另後龍風場第8號、第28號、第11A-1號、第18-1號及第47號機組應於取得250公尺範圍內住戶及當地里長同意後，始得設置」。
2.	開發單位名稱及負責人變更	變更本案之開發單位名稱及負責人
3.	風機區位調整	本案第20、18、7及7-1號風機等4座機組，為避開較多林木，分別以第20-1、18-1、47及48號風機取代。
4.	風機機組發電容量變更	本案機組容量由1,500kW～3,000kW變更為900kW～3,000kW
5.	電網併聯點增加	增設併聯至鄰近台電饋線之方案
6.	新增環境監測點	本公司規劃後龍風場第9A、10A及11A-1號風機設置，因此需於此3座風機區域新增環境監測點。
本次	第二次環境影響差異分析報告	
1.	4座原許可風機進行區位調整（取代）	第40及9號風機等2座機組，分別以第B01及55號風機取代，以避開較多林木。第34及33號風機位於軍事管制區範圍內，則以第A01及56號風機取代。
2.	電網併聯點增加	除了原定併接至台電公司饋S/S～苗資C/S#1連接站之69kV特高壓輸電線以及併聯至鄰近台電饋線。本次再考量風機電網就近併網以降低環境影響，擬增設台電後龍變電所以及台電苗栗-東和線/大鵬風場開關場作為併聯點備案，然而風機最終併聯點以台電公司最終同意為準。
3.	補植計畫說明	本案目前已完成所有補植計畫之新植工作，日後將於承諾期限內持續進行養護。
4.	環境監測計畫調整	本案因風機區位調整並依據實際工程進度以及經濟部能源局環境影響評估追蹤現場勘察之意見，調整環境監測計畫內容。

2.2 本次變更內容

本次變更內容為 4 座風機區位調整、電網併聯點增加、補植計畫說明以及環境監測計畫調整等，變更內容及理由摘要詳表 2.2.1，分述如下：

2.2.1 風機變更前後區位說明

一、風機區位變更說明

本次變更 4 座機組之區位，調整後分別為第 B01 號（取代 40 號）、55 號（取代 9 號）、第 56 號（取代 33 號）以及第 A01 號（取代 34 號）風機。變更前後之風機套繪正射影像圖詳圖 2.2.1 所示，變更之機組土地清冊及風機中心點座標詳表 2.2.2，本案含歷次變更前後之機組編號一覽表詳表 2.2.3 所示。

經變更後機組之環境現況及土地取得進度說明如下：

(一) 第 B01 號

第 B01 號風機位於私人農地上，現為農田，屬於特定農業區之農牧用地。該土地已經獲得地主同意進行初步規劃設置（如附件二第附 0.2-1 頁）。

依據「非都市土地使用管制規則」第六條附表一，農牧用地、養殖用地及水利用地可作為再生能源相關設施之風力發電設施點狀使用，點狀使用面積不得超過 660 平方公尺。在此限制使用範圍內，無需辦理土地編定變更。

(二) 第 55 號

第 55 號風機位於現有防風林邊緣之海濱灘地上、鄰小溪口，土地主管機關為林務局，屬於一般農業區之國土保安用地。該風機已納入本次環境影響差異分析報告之補植計畫內，且業已補植完成正於養護中。該土地已經取得土地主管機關同意進行先期規劃（如附件二第附 0.2-2 頁）。

(三) 第 56 號

第 56 號風機位於後龍溪出海口北岸、海堤內滯洪池之邊緣，土地主管機關為苗栗縣政府，屬於特定農業區之特定目的事業用地。該風機位置已獲得苗栗縣政府同意設置（如附件二第附 0.2-3 頁）。

(四) 第 A01 號

第 A01 號風機位於後龍溪出海口北岸、海堤外之灘地，土地主管機關為經濟部水利署第二河川局，屬於河川區之水利用地。

表2.2.1 變更內容及理由

變更類別	變更項目	變更前	變更後	變更理由
開發行為 內容	4座風機位置調整	第40、9、34及33號風機	第B01、55、A01、及56 號風機	<p>本案原第40及9號風機2座機組，因土地管理機關行政院農委會林務局在進行風機預定位置現勘後，認為現地林木較密且無法以微調方式避開，要求本公司調整這些機組之位置，故分別以第B01及55號風機取代，以避開較多林木。</p> <p>另外，本公司在申請籌設許可審查時，空軍戰術管制聯隊表示本案部分風機位於後龍鎮外埔禁、限軍事管制區範圍內，經本公司與空軍戰術管制聯隊再次檢討風機區位，確認第34、33號風機位於管制區範圍內，因此須調整此兩座風機至其他區位，分別以第A01、56號風機取代。</p>
	電網併聯點增加	併接至台電公司公館S/S～苗資C/S #1連接站之69kV特高壓輸電線，考量風機電網就近併網以降低環境影響，故增設併聯至鄰近台電饋線之方案。	再考量風機電網就近併網以降低環境影響，擬增設台電後龍變電所以及台電苗栗-東和線/大鵬風場開關場作為併聯點備案，然而風機最終併聯點以台電公司最終同意為準。	<p>考量風機電網就近併網以降低環境影響，本次變更後電網併聯方式為全部或分別引接至：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1.台電公館-苗資線#1鐵塔/龍威後龍風場開關場 2.各風機鄰近之台電各饋線 3.台電後龍變電所 4.台電苗栗-東和線/大鵬風場開關場 <p>以上併聯方案詳圖2.2.8示意，然而風機最終併聯點以台電公司最終同意為準。</p>

表2.2.1 變更內容及理由（續）

變更類別	變更項目	變更前	變更後	變更理由
開發行為 內容	補植計畫	本案位於防風保安林範圍之25座機組，其防風林補植面積為 $23,437.5m^2$ ($625m^2/座 \times 25座 \times 1.5倍$)，補植區域規劃於第24及26號風機南側之國有財產署經營之4筆土地，現況為平坦之草生地，面積共計約3公頃。本公司日後進行補植前將再次函請林務局確認補植面積及地點成效後，始進行補植工作。	本案已完成位於通霄鎮海濱段864地號之第一期補植計畫，亦完成位於桃園科技工業區原海水淡化廠用地之補植工程。兩處補植工作已達需辦理補植之總面積 $18,992.31m^2$ ，故本案目前已完成所有補植計畫之新植工作，將於承諾期限內持續進行養護。	本案依環境影響說明書承諾，係由本公司負責養護6年、達成活率75%以上之後再移交給土地主管機關。 本案目前已完成所有補植計畫之新植工作，日後將於承諾期限內持續進行養護。
環境保護對策	環境監測計畫	請參見表2.2.7 施工期間環境監測計畫以及表2.2.8 營運期間環境監測計畫變更前內容。	請參見表2.2.7 施工期間環境監測計畫以及表2.2.8 營運期間環境監測計畫變更後內容。	本案因風機區位調整並依據實際工程進度以及經濟部能源局環境影響評估追蹤現場勘察之意見，調整環境監測計畫內容。

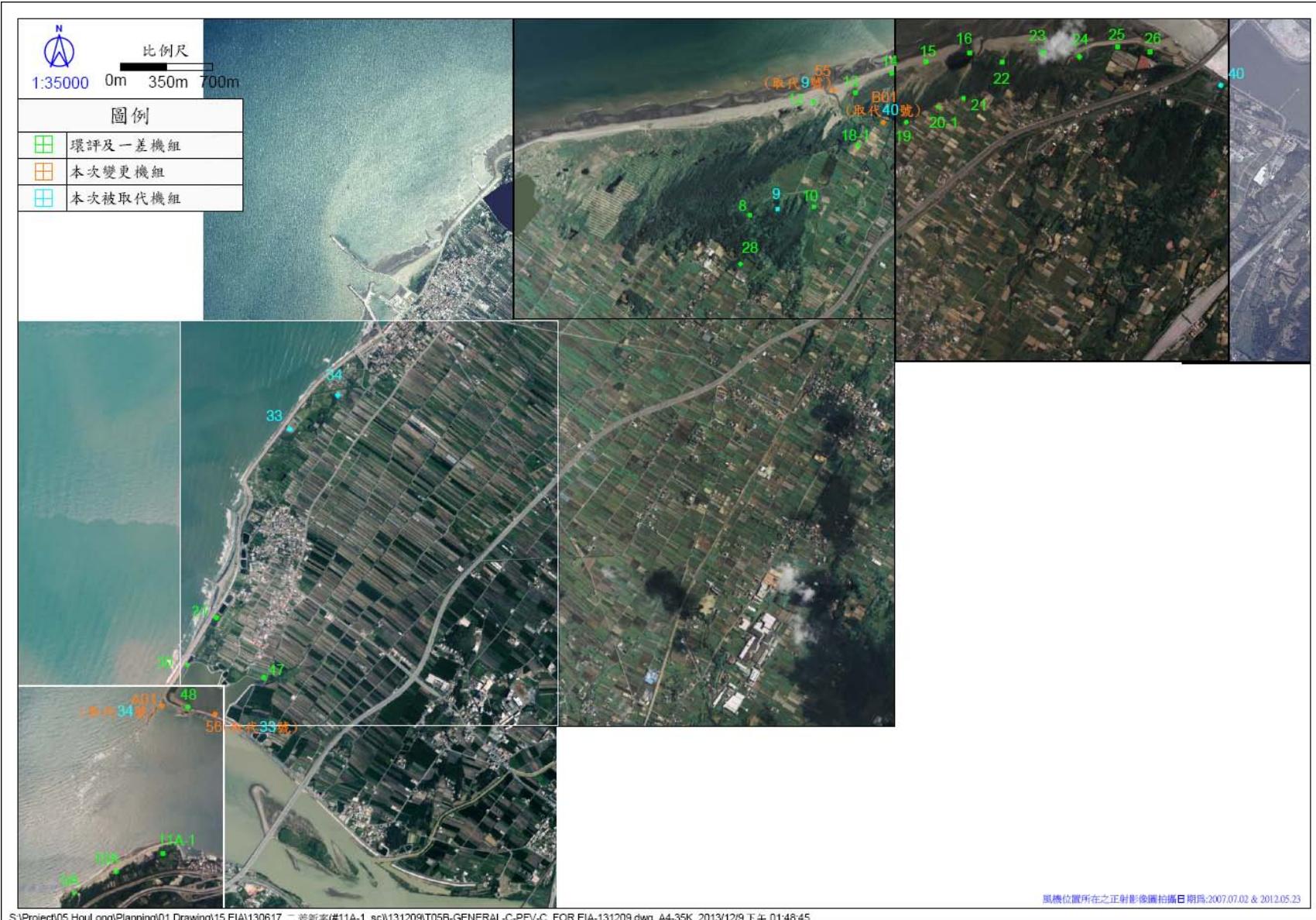


圖2.2.1 本案歷次環評審查以及本次變更之風力機組套繪正射影像圖

表2.2.2 本次變更風機之土地清冊

序號	風機編號	風機所在地號	所有權人	管理機關	使用區分	使用地類別	使用面積	風機中心座標			
								TWD67		TWD97	
								E	N	E	N
1	變更前40	後龍鎮苦苓腳段5118-5	中華民國	財政部國有財產署	一般農業區	國土保安用地	625m ²	232,390	2,728,983	233,219	2,728,778
	變更後B01	後龍鎮苦苓腳段3341		黃送來	特定農業區	農牧用地	625m ²	229,834	2,728,700	230,663	2,728,495
		後龍鎮苦苓腳段3342		黃送來	特定農業區	農牧用地					
2	變更前9	後龍鎮大山腳段270-20	中華民國	行政院農委會林務局	特定農業區	國土保安用地	625m ²	229,033	2,728,046	229,862	2,727,841
	變更後55	後龍鎮苦苓腳段565-34	中華民國	行政院農委會林務局	一般農業區	國土保安用地	441m ²	229,459	2,728,947	230,288	2,728,742
3	變更前34	後龍鎮水尾子段751-2	中華民國	財政部國有財產署	特定農業區	農牧用地	625m ²	225,705	2,726,635	226,534	2,726,430
	變更後A01	後龍鎮秀水段1180	中華民國	經濟部水利署第二河川局	河川區	水利用地	625m ²	224,376	2,724,280	225,205	2,724,075
4	變更前33	後龍鎮水尾子段1048-10	中華民國	行政院農委會林務局	特定農業區	國土保安用地	625m ²	225,341	2,726,378	226,170	2,726,173
		後龍鎮水尾子段751-3	中華民國	行政院農委會林務局	特定農業區	國土保安用地					
	變更後56	後龍鎮秀水段1175	中華民國	苗栗縣政府	特定農業區	特定目的事業用地	625m ²	224,776	2,724,218	225,605	2,724,013

註1：依據經濟部能源局規定，風機中心座標可容許調整範圍免重新辦理電業籌備創設為半徑正負25公尺圓形範圍內。

註2：本座標系統以TWD-67二度分帶座標作為設定依據，並轉換為TWD-97二度分帶座標及經緯度座標作為參考。

表2.2.3 本案含歷次變更前後之機組編號一覽表

序號	風機編號	變更前編號	序號	風機編號	變更前編號
(1)	☆26	未變更	(17)	28	未變更
(2)	☆25	未變更	(18)	47【一差】	7
(3)	☆24	未變更	(19)	48【一差】	7-1
(4)	☆23	未變更	(20)	◎31	未變更
(5)	☆22	未變更	(21)	30	未變更
(6)	☆16	未變更	(22)	◎9A【一差】	大鵬二期9號
(7)	☆15	未變更	(23)	10A【一差】	大鵬二期10號
(8)	☆14	未變更	(24)	11A-1【一差】	大鵬二期11號
(9)	☆13	未變更	(25)	B01【二差】	40
(10)	☆12	未變更	(26)	55【二差】	9
(11)	☆21	未變更	(27)	A01【二差】	34
(12)	☆20-1【一差】	20	(28)	56【二差】	33
(13)	☆19	未變更			
(14)	☆18-1【一差】	18			
(15)	☆10	未變更			
(16)	☆8	未變更			

備註：

- 1.【一差】為第一次環境影響差異分析報告，【二差】為本次環境影響差異分析報告。
- 2.風機編號前加註「☆」代表已取得電業執照，共計 16 座風機；加註「◎」代表已取得施工許可，共計 2 座風機。

目前經濟部水利署第二河川局已審核通過此座風機申請案，並原則同意本公司所提設置方案（如附件二第附 0.2-9 頁）。未來本公司將依水利法第 78 條之 1（如下）申請許可：

『河川區域內之下列行為應經許可：

- 1.施設、改建、修復或拆除建造物。
- 2..排注廢污水或引取用水。
- 3.採取或堆置土石。
- 4.種植植物。
- 5.挖掘、埋填或變更河川區域內原有形態之使用行為。
- 6.圍築魚塭、插、吊蚵或飼養牲畜。
- 7.其他經主管機關公告與河川管理有關之使用行為。』

第 A01 號風機雖獲經濟部水利署第二河川局同意確認，但有附帶條件：「本案有關運輸道路及安裝區、塔柱基礎周圍其使用範圍內有小型竹筏漁船停泊，應請申請人會同該地區漁會及漁筏使用人妥為協調並召開說明會後送本局辦理。」（附件二第附 0.2-6 頁）

本公司將於施工前，會同地區漁會及漁筏使用人協調並召開說明會，再送第二河川局辦理後續作業。

在國家重要濕地議題上，本公司曾於民國 102 年 8 月 9 日以龍字第 102080907 號函詢問內政部營建署城鄉發展分署（城鄉發展分署），本案編號第 A01 及 56 等 2 座機座所涉苗栗縣後龍鎮秀水段 1180 與 1175 地號等土地是否位於國家重要濕地範圍內。之後獲城鄉發展分署 102 年 8 月 27 日城海字第 1020003612 號函覆（附件三第附 0.3-1 頁）「

二、依據所附圖資評判，旨揭土地未位於內政部 102 年 6 月 24 日公告發布之「國家重要濕地」範圍內，惟苗栗縣後龍鎮秀水段 1153、1154、1175 及 1180 地號共 4 筆土地位於苗栗縣政府預計提報西湖國家重要濕地擴大範圍，建請審慎考量。」

本公司遂依據城鄉發展分署函文於 102 年 9 月 11 日以龍字第 102091101 號函詢問苗栗縣政府，再獲苗栗縣政府 102 年 9 月 18 日以府水城字第 1020186780 號函回覆內容如下（附件三第附 0.3-2 頁）「

二、依所附圖資，本府國家級西湖濕地尚在規劃執行中，暫無提報擴大範圍之計畫，惟該地點臨濕地周邊且位於海岸河口，仍建請審慎考量評估生態環境之影響。」

因此，本案編號第 A01 與 56 號等 2 座機座土地並未位於西湖國家濕地或擴大範圍內。本案第 A01 與 56 號等 2 座風機與西湖國家濕地範圍之相關位置示意圖如圖 2.2.2 所示。

二、風機與西濱公路、鐵路距離檢討

根據丹麥理工大學風能研究所 (DTU Wind Energy, Risø campus) 與奧爾堡大學 (Aalborg University) 的研究，現代風機離高速公路 60 公尺時，若風機發生一部分或整台事故時，造成在高速公路上開車者的死亡機率每公里僅有 5×10^{-12} (如圖 2.2.3 點線 B)，比一般在高速公路上發生車禍死亡的機率 2×10^{-9} 還低 (如圖 2.2.3 點線 A)，且從圖 2.2.3 的實線為風機間距 500 公尺、短折線為風機間距 400 公尺，此兩條線幾乎重疊可知，風機的高度與風機間的距離對此機率的估算幾乎沒有影響。

在研判風機是否造成用路人危險上，可用 ALARP 原則（儘可能且合理的低，As Low As Reasonably Practicable）加以說明，若新增的危險機率比原本的機率乘以 10^{-2} 還小，基本上就可以被忽略，因此以風機設置來說，由於風機造成死亡機率 5×10^{-12} 比原本路上死亡機率乘 10^{-2} 相當於 2×10^{-11} 還低，因此風機對於高速公路用路人的安全可說是幾乎完全沒有影響。

由表 2.2.4 及圖 2.2.4 顯示調整後 4 座風機，其風機中心與西濱公路之距離均超過 600m，因此風機設置後應不致造成西濱公路行車安全影響。

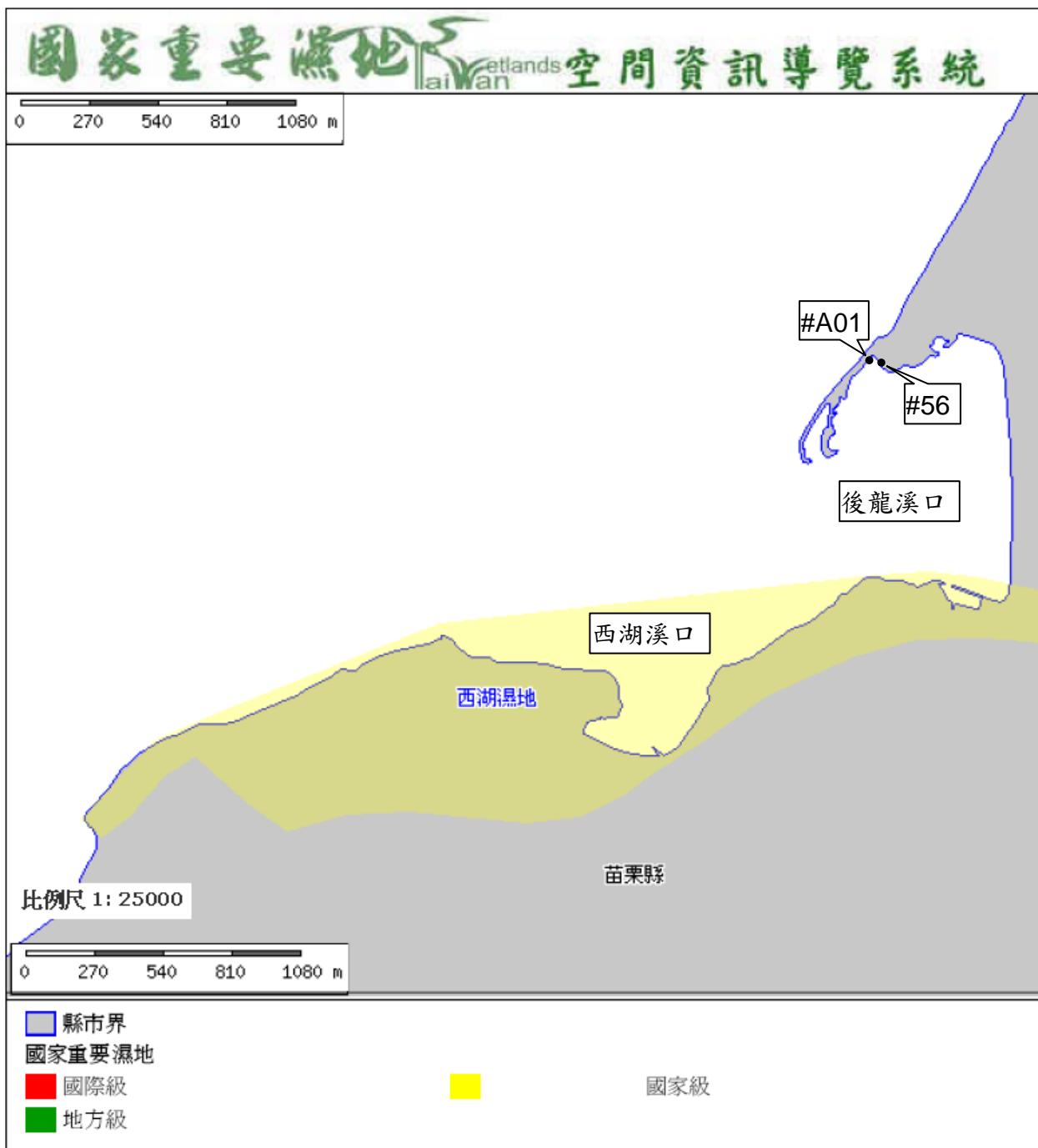
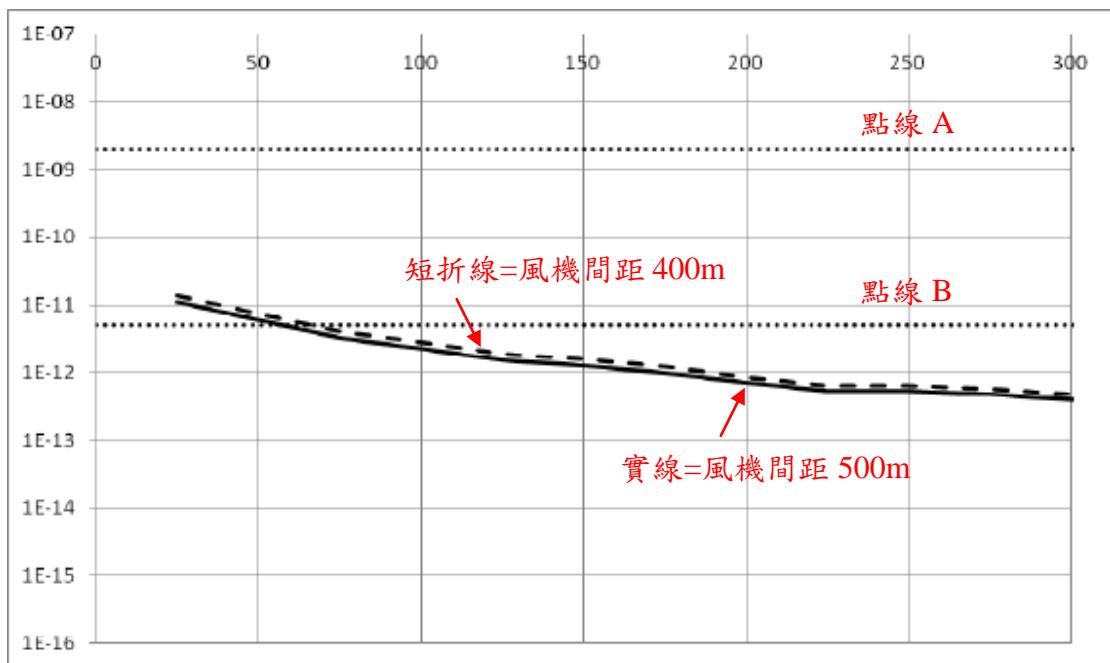


圖 2.2.2 本案第 A01 與 56 號 2 座風機與西湖國家濕地範圍之相關位置示意圖



註：橫軸為風機與高速公路距離（m），縱軸為風機一部份或整台事故造成開車者的死亡機率

圖2.2.3 風機與高速公路距離對開車者的死亡機率

表2.2.4 本次變更風機與西濱公路、鐵路之距離檢討表

序號	風機編號	距西濱公路	距鐵路	備註
1	B01	652m	—	鐵路未經過
2	55	1,083m	—	鐵路未經過
3	56	835m	—	鐵路未經過
4	A01	1,204m	—	鐵路未經過

23

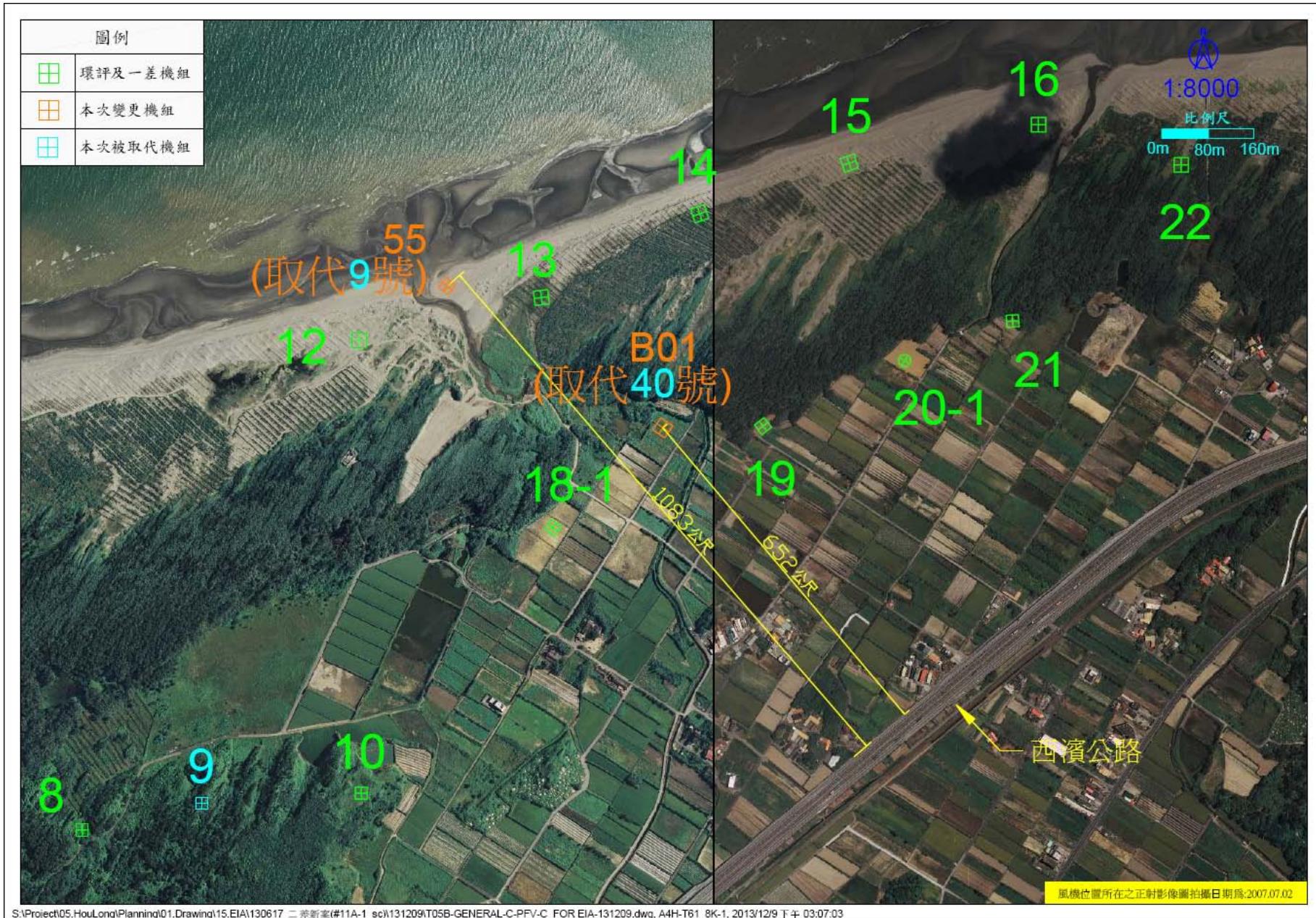


圖 2.2.4 本次變更風機距鐵路、西濱公路套繪正射影像圖

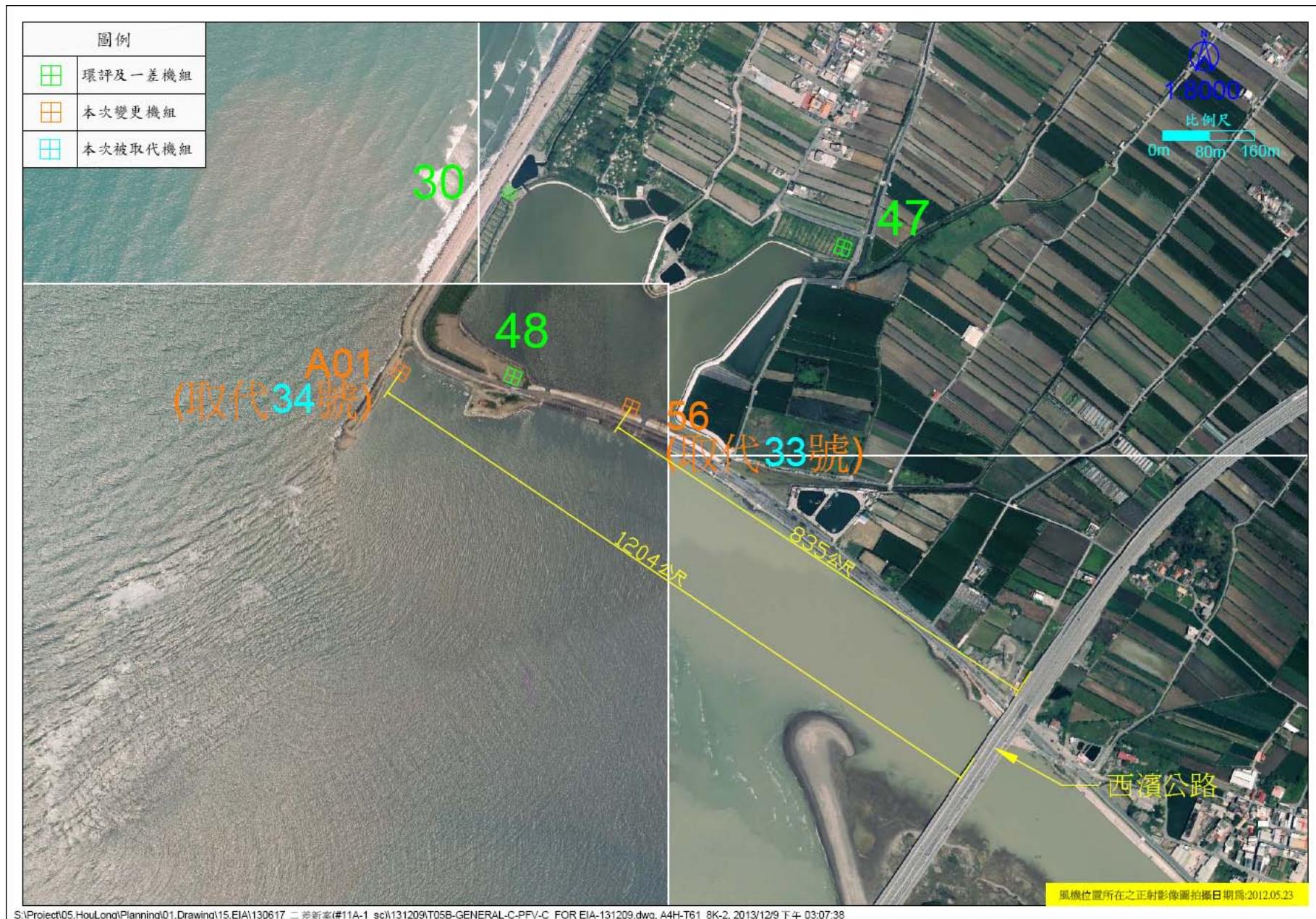


圖 2.2.4 本次變更風機距鐵路、西濱公路套繪正射影像圖（續）

三、風機半徑 250 公尺及 100 公尺建築物調查

本公司進行風機位置現勘後，將風機半徑 250 公尺及 100 公尺建築物分布調查結果套繪正射影像圖，詳圖 2.2.5~2.2.6，並將建築物類型彙整至表 2.2.5。第 B01 與 55 號風機半徑 250 公尺範圍內無一般住戶。距離第 A01 號風機中心 250m 範圍內有一間堤外祠廟。距離第 56 號風機中心 250m 範圍內有一間屬於海釣場的倉庫。

表2.2.5 本次變更後風機中心100m及250m範圍建築物調查表

序號	風機編號	建築物編號	建築物類型	說明
1	56	# 56-1 ^{註1}	宏星海釣場 倉庫	距風機中心206.2m
2	A01	# A01-1 ^{註1}	堤外祠廟	距風機中心146m

註1：請參閱圖2.2.6。

四、風機基座、臨時施工區及聯外道路說明

本次變更後風機之聯外道路多數利用既有道路加以修整使用，本次變更後之 4 座風機基座、臨時施工區及聯外道路套繪正射影像圖詳如圖 2.2.7。

26

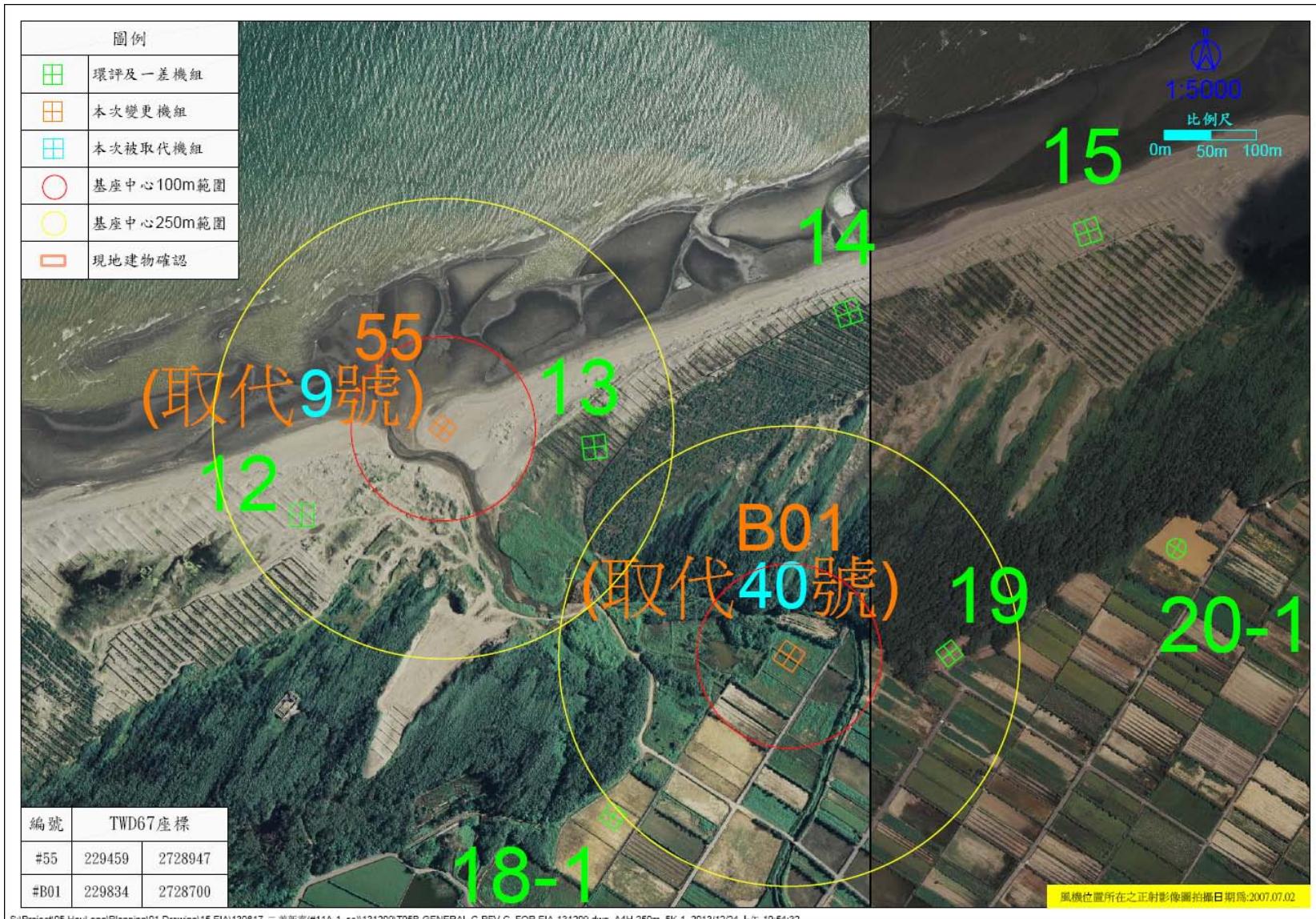


圖2.2.5 變更後第55及B01號風機100m及250m建築物分布圖

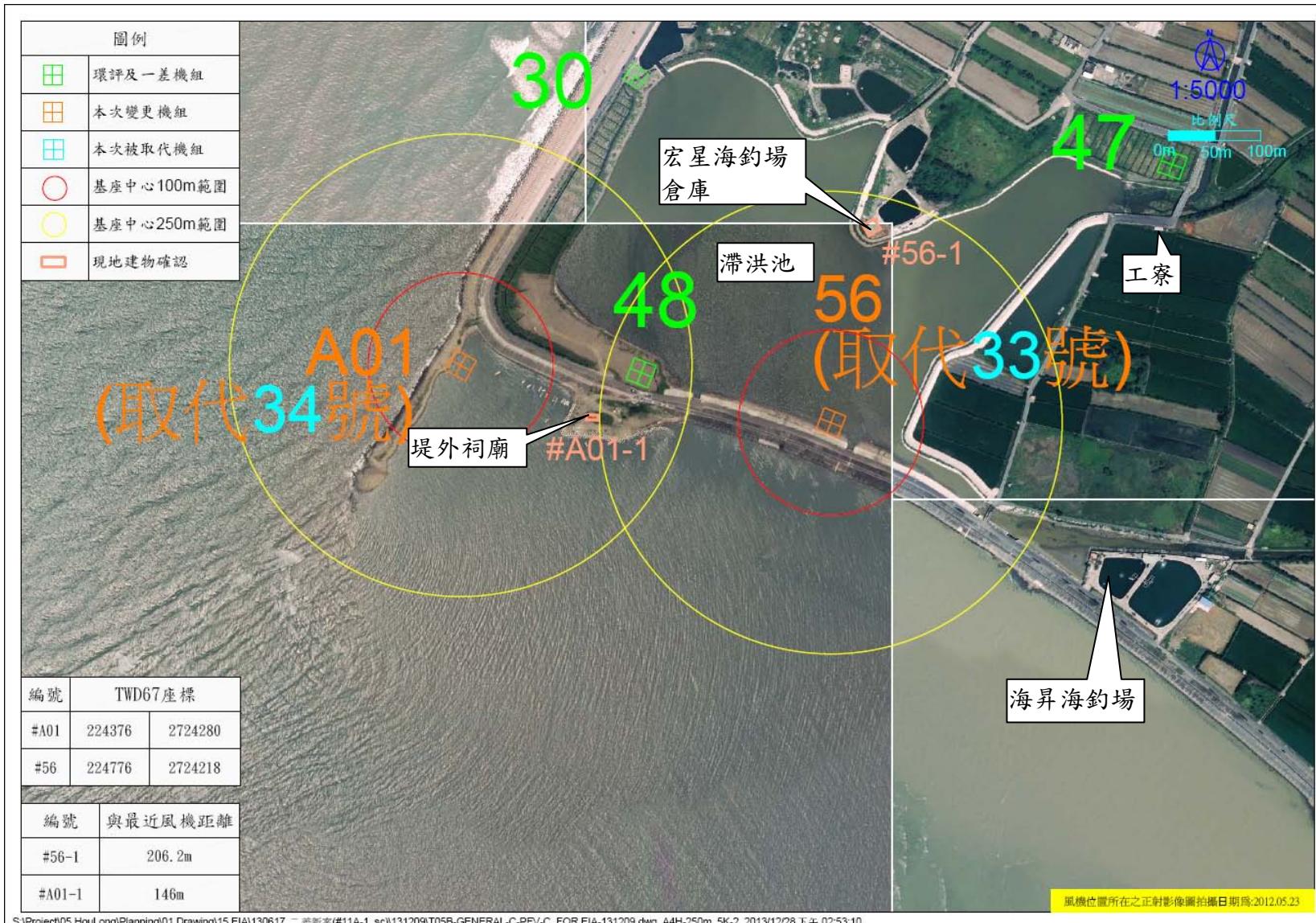


圖2.2.6 變更後第56及A01號風機100m及250m建築物分布圖

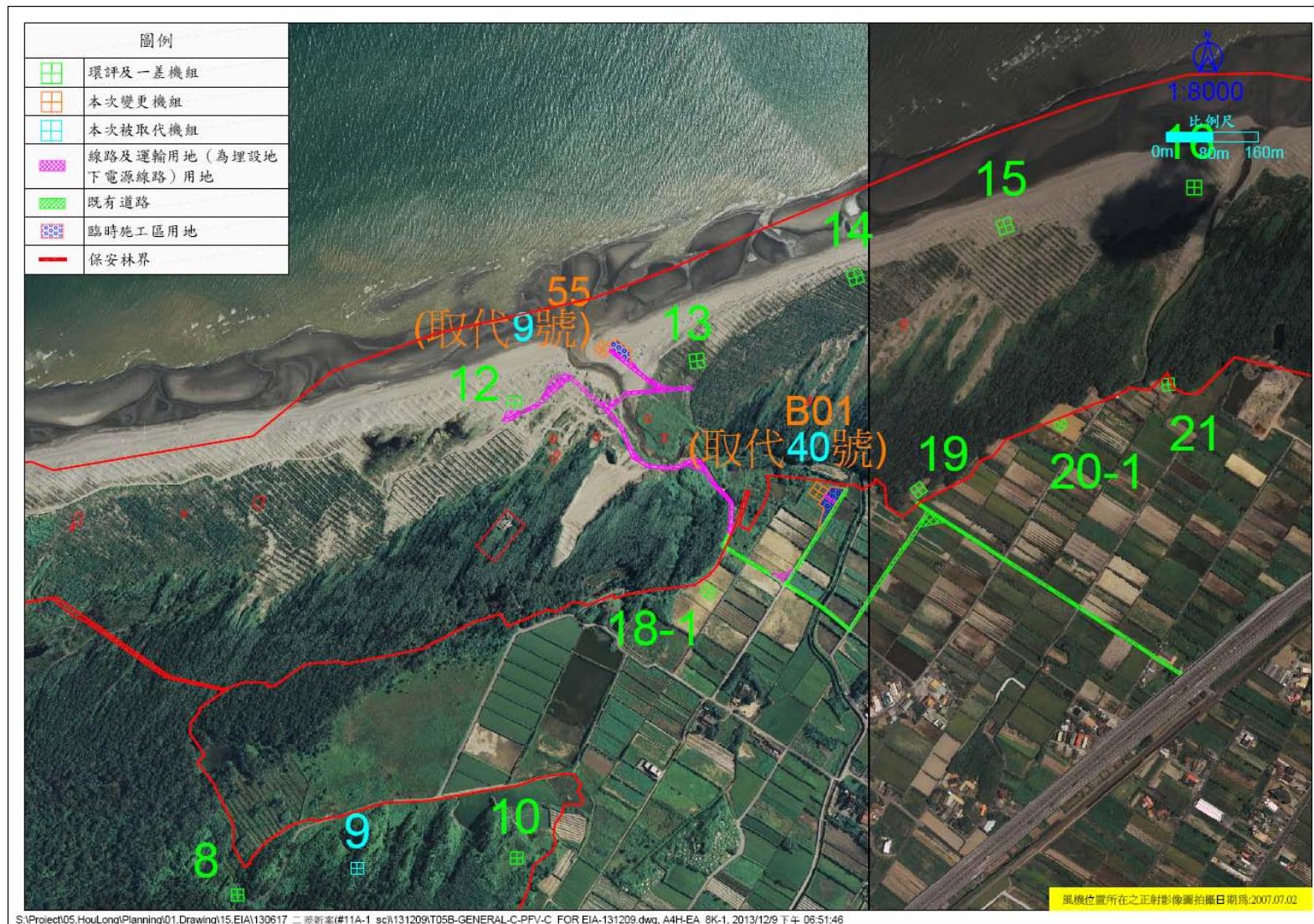


圖 2.2.7 本次變更後各風機臨時施工區及聯外道路圖



圖 2.2.7 本次變更後各風機臨時施工區及聯外道路圖（續）

2.2.2 電網併聯點調整

考量風機電網就近併網以降低環境影響，本次變更後電網併聯方式為全部或部分分別引接至：

1. 台電公館-苗資線#1 鐵塔/龍威後龍風場開關場
2. 各風機鄰近之台電各饋線
3. 台電後龍變電所
4. 台電苗栗-東和線/大鵬風場開關場

以上併聯方案參見圖 2.2.8 示意，然而風機最終併聯點以台電公司最終同意為準。

2.2.3 補植計畫說明

依據林務局 101 年 6 月 6 日林政字第 1011721498 號函（詳附件四之第附 0.4-1 頁），本案經查核需進行綠覆補償之面積為基座面積與道路（已覆蓋地辦理綠覆補償）之總和 1.5 倍，為 $22,698.81\text{m}^2$ 。然而依據目前實際狀況，該函所列編號第 20A、53、54 與 32A 風機不屬於本案開發內容而應予刪除。經重新計算，實際需辦理補償總面積應為 $18,992.31\text{m}^2$ ，請參閱表 2.2.6 說明。

本案環境影響說明書防風林補植計畫之第一期補植計畫位於通霄鎮海濱段 864 地號，已取得財政部國有財產署之綠美化委託管理合約，面積為 $9,289\text{m}^2$ ，該防風林補植計畫於 100 年 5 月 13 日取得林務局新竹林區管理處覆函「尚屬合理可行」（竹作字第 1002231205 號函，詳附件四之第附 0.4-3 頁），補植計畫內容摘述如下：

- 防風圍籬：於迎風面設置防風圍籬，以確保種植樹種存活率。
- 植栽物種：採複層植栽方式進行補植，新植之植栽可選用樹種為黃槿、水黃皮、木麻黃、海欒果及草海桐等台灣沿海常見原生種，最終選用樹種以種植當時較優良袋苗 3 種進行混層種植。
- 植栽原則：
 - 株數：依據林務局海岸造林原則，種植之植栽株數為每公頃 $3,000\sim 5,000$ 株，本案以每公頃 3,500 株進行規劃。
 - 植栽方式：混層種植區依不同植栽種類搭配成行列種植，不同樹種間距 2m，相同樹種每株間距 1m。

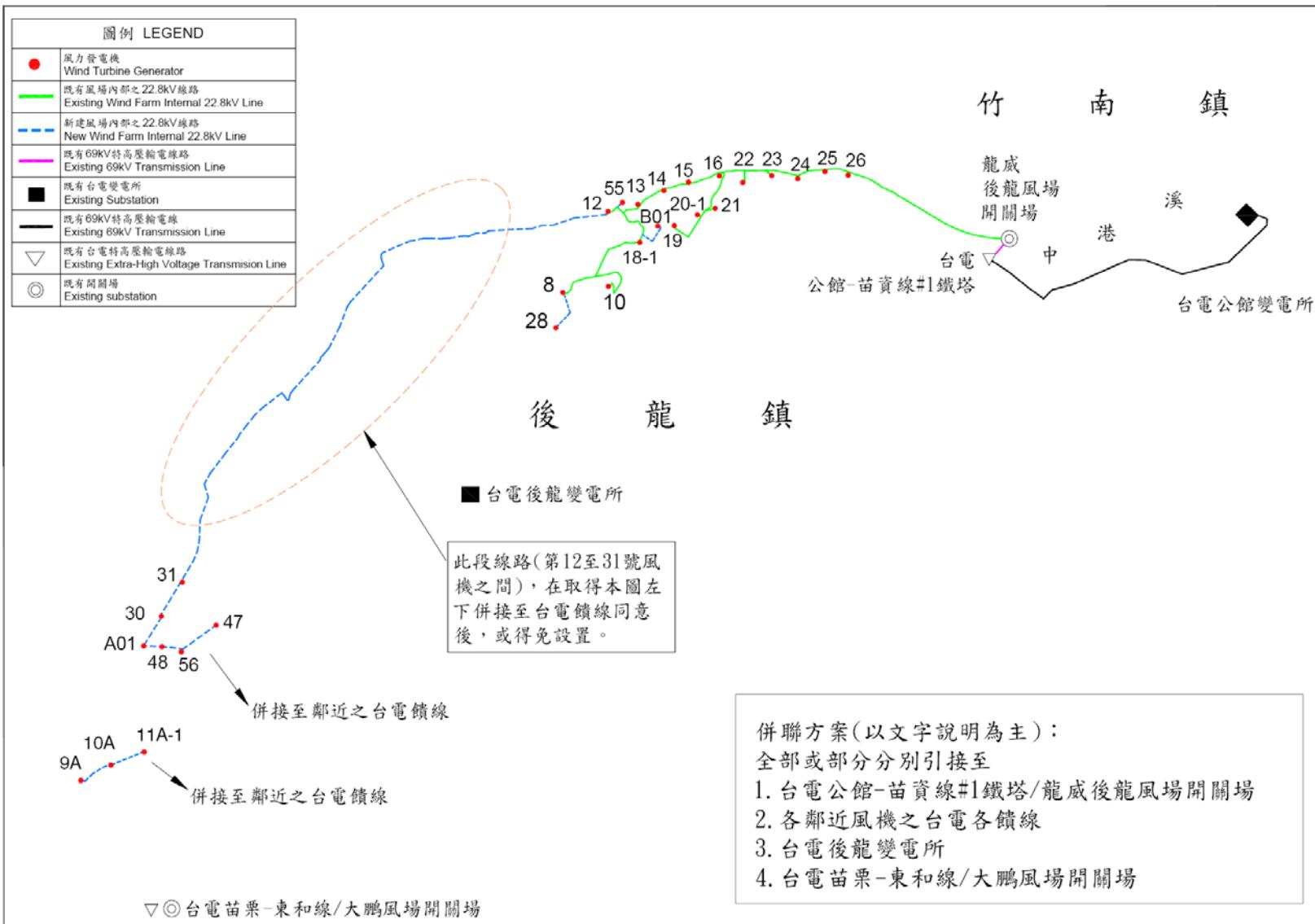


圖 2.2.8 本次變更後電網併聯示意圖

表 2.2.6 龍威風力發電機組使用保安林地面積表

單位：平方公尺

風機編號	基座面積	道路（新闢）	道路（已覆蓋地辦理綠覆補償）	道路（砂地類不需辦理綠覆補償）
8	441.00	118.00	118.00	—
10	441.00	1,242.30	1,242.30	—
12	625.00	3,896.27	—	3,896.27
13	625.00	2,207.10	—	2,207.10
14	625.00	1,400.00	—	1,400.00
15	625.00	1,170.00	1,170.00	—
16	625.00	5,077.29	—	5,077.29
19	441.00	19.42	19.42	—
21	441.00	57.82	57.82	—
22	625.00	2,827.00	126.00	2,701.00
23	625.00	1,852.00	321.00	1,531.00
24	625.00	696.17	185.00	511.17
25	625.00	—	—	—
31	625.00	1.15	—	1.15
9A	400.00	567.00	567.00	—
55	441.00	760.00	—	760.00
合計	8,855.00	21,891.52	3,806.54	18,084.98
20A (非本案)	289.00	675.00	675.00	—
53 (非本案)	441.00	—	—	—
54 (非本案)	441.00	2,495.00	—	2,495.00
32A (非本案)	625.00	—	—	—

以上經重新計算，需辦理補償總面積應為 $(8,855\text{m}^2+3,806.54\text{m}^2)\times1.5=18,992.31\text{m}^2$ 。

註 1：本表係依據林務局 101 年 6 月 6 日林政字第 1011721498 號函（詳附件四之第附 0.4-2 頁）及目前實際狀況予以調整。原表需辦理補償總面積為基座面積與道路（已覆蓋地辦理綠覆補償）之總和 1.5 倍，為 $22,698.81\text{m}^2$ ，經扣除編號第 20A、53、54 與 32A 非本案風機，需辦理補償總面積應為 $(8,855\text{m}^2+3,806.54\text{m}^2)\times1.5=18,992.31\text{m}^2$ 。

註 2：依據實際狀況，編號第 20A、53、54 與 32A 風機不屬於本案開發內容，故不需辦理綠覆補償而予以刪除。本次變更機組第 55 號風機已列入本次綠覆補償面積，其他變更機組並無新增辦理綠覆補償者。

- 養護及維護：

- 定期澆灌：進行定期澆灌，以維持林木生長初期所需之水份。
- 除草與施肥：植物定植後，將委託專業公司進行清除雜草及施肥等工作，並視需要適度修剪，維持樹木的旺盛樹勢，保護植物免受外物侵害或風雨傷害。
- 植物定植存活率與撫育管理：第1年為新植期，第2年至第6年為撫育管理期，6年後達75%存活率且成林後，移交土地主管機關後即為本案防風林補植完成。

本公司已於102年4月3日取得16座風機電業執照，本案第一期補植計畫 $9,289m^2$ 已於100年6月完成並持續養護中，至於不足的 $9,703.31m^2$ 補植計畫（第二期）經多次協商後，納入桃園縣桃園科技工業區原海水淡化廠用地內執行（可施作總面積為 $13,977.9374m^2$ ，供本集團相關案件共同使用，詳附件四之第附0.4-4頁），亦獲林務局新竹林區管理處102年5月6日竹政字第1022104077號函同意（詳附件四之第附0.4-5～附0.4-9頁），並於102年9月完成並持續養護中，故本案目前已完成所有補植計畫之新植工作，日後將於承諾期限內持續進行養護。

本案依據環境影響說明書之承諾，由本公司負責養護6年、達成活率75%以上之後再移交給土地主管機關，因此第一期及第二期補植計畫將分別於106年5月及108年8月移交給土地主管機關。此外，補植工作均按季陳報林務主管機關核備，如第一期補植工作執行成果獲得林務局新竹林區管理處之最新一季核備函詳附件四之第附0.4-10頁。

2.2.4 環境監測計畫調整

本案因風機區位調整並依據實際工程進度以及經濟部能源局環境影響評估追蹤現場勘察之意見，調整環境監測計畫內容。主要調整內容係將相關監測地點及頻率作明確規範，其變更前後內容請參見表2.2.7 施工期間環境監測計畫以及表2.2.8 營運期間環境監測計畫。說明如下：

因之前秀水里武德宮、海埔里福德宮與龍津里公司寮聚落之座標有誤，另與相關風機之距離亦因本次風機調整有所變更，故予以更新。

原外埔里福德宮名稱有誤，故於本次予以更新為海埔里福德宮。

表 2.2.7 施工期間環境監測計畫

監測類別	監測項目	監測地點	頻率
噪音 振動	變更前 1.全頻噪音 (20HZ至20kHZ) L_{eq} 、 L_x 、 L_{max} 、 $L_{\text{日}}$ 、 $L_{\text{晚}}$ 、 $L_{\text{夜}}$ 2.低頻噪音 (20HZ至200HZ) $L_{eq,Lf}$ 、 $L_{x,Lf}$ 、 $L_{max,Lf}$ 、 $L_{\text{日},Lf}$ 、 $L_{\text{晚},Lf}$ 、 $L_{\text{夜},Lf}$ 3.振動： L_{v10} (每小時)、 $L_{v\text{日}}$ 、 $L_{v\text{夜}}$	共3處 1.秀水里武德宮 (距31號風機約310公尺) 2.外埔里福德宮 (距34號風機約300公尺) 3.龍津里公司寮聚落 (距11A-1號風機約170公尺)	每季乙次，每次連續24 小時
	變更後 1.全頻噪音 (20HZ至20kHZ) L_{eq} 、 L_x 、 L_{max} 、 $L_{\text{日}}$ 、 $L_{\text{晚}}$ 、 $L_{\text{夜}}$ 2.低頻噪音 (20HZ至200HZ) $L_{eq,Lf}$ 、 $L_{x,Lf}$ 、 $L_{max,Lf}$ 、 $L_{\text{日},Lf}$ 、 $L_{\text{晚},Lf}$ 、 $L_{\text{夜},Lf}$ 3.振動： L_{v10} (每小時)、 $L_{v\text{日}}$ 、 $L_{v\text{夜}}$	共3處 1.秀水里武德宮 ^{註2} (距31號風機約850公尺) 2.海埔里福德宮 ^{註2、註3} (距8號風機約3,000公尺) 3.龍津里公司寮聚落 ^{註2} (距11A-1號風機約170公尺)	每季乙次，每次連續24 小時
陸域 動物 生態	變更前 鳥類	計畫風機	本案鳥類監測時間為：3月、4月、5月、7月、9月、10月、12月、1月各乙次
	變更後 鳥類	自中港溪至西湖溪、計畫風機附近	本案鳥類監測時間為：3月、4月、5月、7月、9月、10月、12月、1月各乙次

表 2.2.7 施工期間環境監測計畫（續）

監測類別		監測項目	監測地點	頻率
陸域 植物 生態	變更前	風機鄰近防風林生長 綠美化植栽生長情形	計畫風機 風機基地及防風林補植區	每季乙次
	變更後	風機鄰近防風林生長 情形	風機鄰近防風林生長觀察樣 區規劃於第24、15、18-1、8 及9A號風機	每季乙次
文化 遺址	變更前	古蹟遺址	計畫風機、施工便道	基礎工程施工時委請 考古專業工作者進行 現場監看
	變更後	古蹟遺址	共3處： 1. 第55號風機 2. 第47號風機 3. 第11A-1號風機	基礎工程施工時委請 考古專業工作者進行 現場監看

註 1：施工期間環境監測將配合實際工程進度進行。

註 2：因本次風機變更及調整，故秀水里武德宮、海埔里福德宮與龍津里公司寮聚落與相關風機之距離予以更新。

註 3：原外埔里福德宮名稱有誤，故於本次予以更新為海埔里福德宮。

表 2.2.8 營運期間環境監測計畫

監測類別	監測項目	監測地點	頻率
全頻噪音及低頻噪音	變更前 1.全頻噪音 (20HZ至20kHZ) L_{eq} 、 L_x 、 L_{max} 、 $L_{日}$ 、 $L_{晚}$ 、 $L_{夜}$ 2.低頻噪音 (20HZ至200HZ) $L_{eq,Lf}$ 、 $L_{x,Lf}$ 、 $L_{max,Lf}$ 、 $L_{日,Lf}$ 、 $L_{晚,Lf}$ 、 $L_{夜,Lf}$	共3處 1.秀水里武德宮（距31號風機約310公尺）。座標(TWD67 224,989, 2,724,813) 2.外埔里福德宮（距34號風機約300公尺），座標為(TWD67 225,972, 2,726,482) 3.龍津里公司寮聚落（距11A-1號風機約170公尺），座標為(TWD67 224,503, 2,723,092)	每季乙次，每次連續24小時
	變更後 1.全頻噪音 (20HZ至20kHZ) L_{eq} 、 L_x 、 L_{max} 、 $L_{日}$ 、 $L_{晚}$ 、 $L_{夜}$ 2.低頻噪音 (20HZ至200HZ) $L_{eq,Lf}$ 、 $L_{x,Lf}$ 、 $L_{max,Lf}$ 、 $L_{日,Lf}$ 、 $L_{晚,Lf}$ 、 $L_{夜,Lf}$	共3處 1.秀水里武德宮 ^{註2} （距31號風機約850公尺）、座標為(TWD67 225,355, 2,725,598) 2.海埔里福德宮 ^{註2、註3} （距8號風機約3,000公尺）、座標為(TWD67 225,956, 2,726,819) 3.龍津里公司寮聚落 ^{註2} （距11A-1號風機約170公尺）、座標暫定為(TWD67 224,522, 2,723,067)	每季乙次，每次連續24小時
陸域動物生態	變更前 鳥類、蝙蝠	計畫風機	1.鳥類：本計畫鳥類監測時間為3月、4月、5月、7月、9月、10月、12月、1月各乙次 2.蝙蝠：每季乙次
	變更後 鳥類、蝙蝠	1.鳥類：自中港溪至西湖溪、計畫風機附近 2.蝙蝠：第8、13號風機	1.鳥類：為3月、4月、5月、7月、9月、10月、12月、1月各監測乙次 2.蝙蝠：為4月、5月、7月、9月各監測乙次

表 2.2.8 營運期間環境監測計畫（續）

陸域 植物 生態	變更前	風機鄰近防風林生長 綠美化植栽生長情形	計畫風機 風機地基及防風林補植區	每季乙次
	變更後	風機鄰近防風林生長情形	風機鄰近防風林生長觀察樣區規劃 於第24、15、18-1、8及9A號風機	每季乙次

註 1：本案營運期間環境監測計畫未來停止監測前，本公司將依規定提出申請，經環保署核可後始停止監測。

註 2：因之前秀水里武德宮、海埔里福德宮與龍津里公司寮聚落之座標有誤，另與相關風機之距離亦因本次風機調整有所變更，故予以更新。

註 3：原外埔里福德宮名稱有誤，故於本次予以更新為海埔里福德宮。

依據經濟部能源局 102 年 8 月 14 日環境影響評估追蹤現場勘察時林教授良恭意見回覆，本案已將調查到之粉紅鸚嘴、黃頭扇尾鶯、東方環頸鵠、褐頭鷦鷯作為重要鳥種指標，並區分施工期間及營運期間作成歷次比較表。

指標物種通常選擇有代表性，且其數量可反映人為干擾的物種為主，而其中以鳥類容易辨識，且相關研究文獻豐富，被當成指標性動物類別。本案監測範圍植被以農耕地與防風林為主，但北側包含海岸地帶，內陸又具有大面積水田，過境期或冬季常吸引水鳥聚集。顯示除了陸棲性鳥類外，水鳥亦為可反映現況的指標物種。

根據歷季鳥類監測紀錄，隻數最多的優勢鳥分別為麻雀、白頭翁、紅鳩與東方環頸鵠，其中麻雀、白頭翁與紅鳩因屬於廣布型鳥種，無法適時反映干擾情況，故不列入指標物種。東方環頸鵠雖為冬候鳥，但幾乎全年皆出現，可作為反映水鳥棲息地的指標。另外，歷季監測記錄到的特有（亞）種共 17 種，其中隻數較多且出現機會頻繁的為黃頭扇尾鶯、褐頭鷦鷯與粉紅鸚嘴。這三種棲息於防風林、高莖草生地與農耕地，且叫聲特殊，容易被調查人員所發現，可作為反映防風林、高莖草生地與農耕地的指標。

由上，依據本案所委託專業生態調查公司之建議，將粉紅鸚嘴、黃頭扇尾鶯、東方環頸鵠、褐頭鷦鷯作為重要鳥種指標。

另依據經濟部能源局 102 年 8 月 14 日環境影響評估追蹤現場勘察時林教授良恭意見，本案營運期間蝙蝠測點原位於第 8 及 20-1 號風機處，在該次現勘於第 13 號風機發現較稀有之堀川氏棕蝠屍體，因此將日後第 20-1 號風機之蝙蝠測點改至第 13 號風機，每季蝙蝠監測亦將配合鳥類調查工作期間增至 2 晚，並於第 2 日白天加強蝙蝠屍體檢拾。

2.3 本次變更後機組之地質影響說明

一、地質說明

本計畫風機通過環境影響評估或環評變更在取得電業籌設許可後，均會進行每一座風機之地質鑽探作業以取得精密之土壤力學參數。因此在本次變更調整後以鄰近機組已完成之地質鑽探說明現地地質，以同樣為防風林內側農地之第 18-1 號風機說明第 B01 號風機現地地質（第 18-1 號位於 B01 號風機西南側約 250 公尺），以同為海岸沙質地之第 13 號風機說明第 55 號風機現地地質（第 13 號位於 55 號風機東北側約 155 公尺），以同為臨近後龍溪之第 31 號風機說明第 56 及 A01 號風機地質現況（第 31 號分別位於 56 號風機北側約 740 公尺、A01 號風機東北側約 800 公尺），已完成之第 18-1 號、13 號及 31 號風機地層資料及基礎承載力說明如下，地質鑽探與大地工程分析結果摘錄於附件五。

第 18-1 號、13 號及 31 號等 3 座風機出露的地層均為現代沖積層，由未膠結之砂土或礫石等組成，覆蓋於更新世砂岩夾泥質砂岩層上，分別說明如下：

（一）第 18-1 號風機（說明第 B01 號風機）

於鑽探深度內（25.00m）可概分為四層。基址地層之工程性質依分佈之深度由淺而深分別說明如下：

1.棕色粉土質細砂含黏土

主要由粉土質細砂所組成，含黏土，顏色呈棕色。厚度約在3.7m左右。標準貫入試驗N值平均多在4.5左右，略具塑性、疏鬆程度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γt)平均約為 $2.05t/m^3$ 左右，自然含水量(ω)平均約為17.12%左右，土壤液性限度(LL)約為22.24%，塑性指數(PI)約為9.40%，孔隙比(e)平均約為0.54左右，比重(Gs)平均約為2.68。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類大部份為SC，少數為CL。另根據土壤指數性質及力學性質試驗結果、標準貫入試驗N值與經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力C' 值為 $0.30t/m^2$ ，有效內摩擦角 φ' 值約為28度。

2.灰色礫石及細砂

主要由礫石及細砂所組成，顏色呈灰色。厚度約在0.80m左右。標準貫入試驗N值平均多在10.5左右，具無塑性、疏鬆程度。根據土壤一般物理試驗結果，本層

之土壤單位重(γt)平均約為 $2.12t/m^3$ 左右，自然含水量(ω)平均約為17.25%左右，孔隙比(e)平均約為0.46左右，比重(G_s)平均約為2.64。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類為SP、SW-SM。另根據土壤指數性質試驗結果、標準貫入試驗N值及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力C' 值為 $0.00t/m^2$ ，有效內摩擦角 φ' 值約為30度。

3.灰色粉土質細砂

主要由粉土質細砂所組成，顏色呈灰色。厚度約在 $3.75m$ 左右。標準貫入試驗N值平均多在18.4左右，具無塑性、中等緊密程度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γt)平均約為 $2.04t/m^3$ 左右，自然含水量(ω)平均約為21.24%左右，孔隙比(e)平均約為0.58左右，比重(G_s)平均約為2.66。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類大部份為SM，少數為SP。另根據土壤指數性質試驗結果、標準貫入試驗N值及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力C' 值為 $0.00t/m^2$ ，有效內摩擦角 φ' 值約為30度。

4.棕黃至灰色膠結不良砂岩

主要係由膠結不良砂岩所組成，顏色呈棕黃至灰色，因鑽探最大深度(25.00m)止於此層，故其厚度無法確實得知，研判厚度應在 $16.75m$ 以上，岩化作用尚年輕，膠結不良，遇水易軟化崩解，一般設計時常以緊密砂層或極緊密砂層視之。根據一般物理試驗結果，本層之單位重(γt)平均約為 $2.10t/m^3$ 左右，自然含水量(ω)平均約為21.93%左右。另根據力學性質相關試驗結果及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力C' 值為 $5.00t/m^2$ ，有效內摩擦角 φ' 值約為32度。

(二) 第13號風機(說明第55號風機)

於鑽探深度內(20.00m)可概分為三層。基址地層之工程性質依分佈之深度由淺而深分別說明如下：

1.灰色細砂

主要由細砂所組成，顏色呈灰色。厚度約在 $1.20m$ 左右。具無塑性、疏鬆程度。

2.卵礫石夾灰色細砂

主要由卵礫石夾細砂所組成，顏色呈灰色。厚度約在 $3.40m$ 左右。標準貫入試驗N值大於50以上，具無塑性、極緊密程度。因本次層富含卵礫石，於鑽探過程中無法兼取得擾動劈管土樣及不擾動薄管土樣，故無進行土壤性質相關試驗，但為便

利設計及分析之需求，乃根據各相關文獻資料及經驗法則推估建議，分析時建議採用本層之單位重(γt)約為 $2.10t/m^3$ 左右，本層土壤之有效內凝聚力C'值約為 $0.00t/m^2$ ，有效內摩擦角 φ' 值約為34度。

3.灰色砂岩或粉砂岩夾泥質砂岩

主要係由更新世頭嵙山層之砂岩或粉砂岩夾泥質砂岩所組成，顏色呈灰色，因鑽探最大深度(20.00m)止於此層，故其厚度無法確實得知，研判厚度應在15.0m以上。岩化作用尚年輕，膠結不良，遇水易軟化崩解，一般設計時常以緊密砂層或極緊密砂層視之。為便利設計及分析之需求，乃根據各相關文獻資料及經驗法則推估建議，本層之單位重(γt)平均約為 $2.10t/m^3$ 左右，有效內凝聚力C'值約為 $5.0t/m^2$ ，有效內摩擦角 φ' 值約為36度。

(三) 第31號風機（說明第56號及A01號風機）

於鑽探深度內(40.00m)可概分為九層。基址地層之工程性質依分佈之深度由淺而深分別說明如下：

1.灰棕色細砂夾卵礫石

主要由細砂夾卵礫石所組成，顏色呈灰棕色。厚度約在5.50m左右。卵礫石含量有由堤道側向內逐漸增加趨勢(BH-1孔礫石含量稀疏，BH-2孔礫石含量較多)，標準貫入試驗N值在4.0至100以上，建議設計N值為13.0左右，具無塑性、疏鬆至中等緊密程度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γt)平均約為 $1.75t/m^3$ 左右，自然含水量(ω)平均約為14.43%左右，孔隙比(e)平均約為0.74左右，比重(Gs)平均約為2.65。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類為SP、SM或SP-SM。另根據土壤指數性質試驗結果、標準貫入試驗N值及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力C'值為 $0.00t/m^2$ ，有效內摩擦角 φ' 值約為30度。

2.灰色粉土質黏土偶夾薄層細砂

主要由粉土質黏土所組成，夾有薄層細砂，顏色呈灰色。厚度約在0m~4.10m之間變化，平均約為3.10m左右。標準貫入試驗N值平均多在14.2左右，具低塑性、堅實稠度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γt)平均約為 $1.98t/m^3$ 左右，自然含水量(ω)平均約為26.58%左右，孔隙比(e)平均約為0.73左右，比重(Gs)平均約為2.70。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類大部份為CL，少數為ML。

另根據土壤力學性質相關試驗結果、標準貫入試驗N值及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有不排水剪力強度 S_u 值為 $6.00\text{t}/\text{m}^2$ 。

3.灰色卵礫石夾中細砂

主要由卵礫石夾中細砂所組成，顏色呈灰色。厚度約在 1.50m 左右。標準貫入試驗N值在49至100以上，建議設計N值為50左右，具無塑性、緊密程度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γ_t)平均約為 $2.59\text{t}/\text{m}^3$ 左右，自然含水量(w)平均約為8.80%左右，孔隙比(e)平均約為0.11左右，比重(G_s)平均約為2.65。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類為GP-GM。另根據土壤指數性質試驗結果、標準貫入試驗N值及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力 C' 值為 $0.00\text{t}/\text{m}^2$ ，有效內摩擦角 φ' 值約為36度。

4.灰色粉土質細砂

主要由粉土質細砂所組成，顏色呈灰色。厚度約在 8.50m 左右。標準貫入試驗N值平均多在27.7左右，具無塑性、中等緊密程度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γ_t)平均約為 $1.96\text{t}/\text{m}^3$ 左右，自然含水量(w)平均約為23.48%左右，孔隙比(e)平均約為0.68左右，比重(G_s)平均約為2.67。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類為SM或SP-SM。另根據土壤力學試驗結果、標準貫入試驗N值及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力 C' 值為 $0.00\text{t}/\text{m}^2$ ，有效內摩擦角 φ' 值約為30度。

5.灰色卵礫石夾細砂

主要由卵礫石夾細砂所組成，顏色呈灰色。厚度約在 1.90m 左右。標準貫入試驗N值在34至100以上，建議設計N值為36左右，具無塑性、緊密程度。因本次層富含卵礫石，於鑽探過程中無法兼取得擾動劈管土樣及不擾動薄管土樣，故無進行土壤相關試驗，但為便利設計及分析之需求，乃根據各相關文獻資料及經驗法則推估建議，分析時建議採用本層土壤單位重(γ_t)約為 $2.30\text{t}/\text{m}^3$ 左右，土壤之有效內凝聚力 C' 值約為 $0.00\text{t}/\text{m}^2$ ，有效內摩擦角 φ' 值約為33度。

6.灰色粉土質黏土

主要由粉土質黏土所組成，顏色呈灰色。厚度約在 $0.70\text{m}\sim 0.90\text{m}$ 之間變化，平均約為 0.80m 左右。標準貫入試驗N值在17左右，具低塑性、堅實稠度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γ_t)平均約為 $2.06\text{t}/\text{m}^3$ 左右，自然含水量(w)

平均約為18.10%左右，孔隙比(e)平均約為0.55左右，比重(G_s)平均約為2.70。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類為CL。另根據土壤指數性質相關試驗結果、標準貫入試驗N值及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有不排水剪力強度 S_u 值為8.00t/m²。

7.灰棕色粉土質細砂夾薄層黏土

主要由粉土質細砂所組成，夾有薄層黏土，顏色呈灰棕色。厚度約在5.10m左右。標準貫入試驗N值平均多在55.3左右，具無塑性、極緊密程度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γ_t)平均約為2.02t/m³左右，自然含水量(w)平均約為21.22%左右，孔隙比(e)平均約為0.61左右，比重(G_s)平均約為2.67。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類為SM。另根據土壤指數性質試驗結果、標準貫入試驗N值及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚 C' 值為0.00t/m²，有效內摩擦角 φ' 值約為36度。

8.灰色卵礫石夾細砂

主要由卵礫石夾細砂所組成，顏色呈灰色。厚度約在1.10m左右。標準貫入試驗N值在100以上，具無塑性、緊密程度。因本次層富含卵礫石，於鑽探過程中無法兼取得擾動劈管土樣及不擾動薄管土樣，故無進行土壤相關試驗，但為便利設計及分析之需求，乃根據各相關文獻資料及經驗法則推估建議，分析時建議採用本層土壤單位重(γ_t)約為2.30t/m³左右，土壤之有效內凝聚力 C' 值約為0.00t/m²，有效內摩擦角 φ' 值約為36度。

9.灰色砂岩或粉砂岩夾泥質砂岩

主要係由更新世頭嵙山層之砂岩或粉砂岩夾泥質砂岩所組成，顏色呈棕或灰色，因鑽探最大深度(40.00m)止於此層，故其厚度無法確實得知，研判厚度應在12.0m以上。岩化作用尚年輕，膠結不良，遇水易軟化崩解，一般設計時常以緊密砂層或極緊密砂層視之。根據一般物理試驗結果，本層之單位重(γ_t)平均約為2.05t/m³左右，自然含水量(w)平均約為21.45%左右，屬軟岩。為便利設計及分析之需求，乃根據試驗結果、各相關文獻資料及經驗法則推估建議，分析時將其視為極緊密砂土層，建議採用本層之有效內凝聚 C' 值約為5.0 t/m²，有效內摩擦角 φ' 值約為30度。

二、基礎承載力初步評估

經地質鑽探結果檢討土壤液化及基礎承載力，分別說明如下：

(一) 第 18-1 號風機（說明第 B01 號風機）

此座風機地層經液化潛能分析，結果顯示當一般中小型地震發生時，其基地地層抵抗液化安全係數皆大於 1.0 以上，應無發生地層受地震而產生液化或應變軟化之虞；於最大考量地震、最大地表加速度為 $0.54g$ 時，產生局部區域性液化現象之機率較大，然而造成全面液化現象之可能性則不大。於強震時地表下 $0.0m\sim7.5m$ 內之砂土層可能液化危害度為中等至嚴重，宜檢核強震時地層強度參數折減後之基礎承載安全性，必要時可以採用消除液化設計如液化土加固、土壤置換或樁基等工法。

(二) 第 13 號風機（說明第 55 號風機）

此座風機基地地層為卵礫石層及膠結不良砂岩層，非屬液化地層，應無發生地層受地震而產生液化或應變軟化之虞。依此地層研判，最經濟之基礎型式為版式基礎（直接基礎）。

(三) 第 31 號風機（說明第 56 號及 A01 號風機）

此座風機地層經液化潛能分析，結果顯示當一般中小型地震發生時，其基地地層抵抗液化安全係數皆大於 1.0 以上，應無發生地層受地震而產生液化或應變軟化之虞；於最大考量地震、最大地表加速度為 $0.54g$ 時，產生局部區域性液化現象之機率較大，然而造成全面液化現象之可能性則不大。於強震時地表下 $0.0m\sim4.5m$ 內之砂土層可能液化危害度為輕微至中等，宜檢核強震時地層強度參數折減後之基礎承載安全性，必要時可以採用消除液化設計如液化土加固或樁基等工法。

三、變更後機組地質鑽探與大地工程分析

根據「後龍風場新建風機工程地基調查與大地工程分析工作報告書」（鄭豫謹大地技師事務所，2010）顯示研判，若基礎地層為礫石層時，如第 55 號風機可考慮採用直接基礎，其容許承載力一般多在 $50t/m^2$ 以上。若基礎地層為砂土層時，如第 B01、56 及 A01 號風機，基礎工程經考量土壤液化及剪力破壞之影響，可能採用樁基礎以穩定基座承載力，則應可達到安全設計基準。本次變更後機組在取得經濟部電業籌設許可後，本公司仍將進行地質鑽探以收集更精密土壤力學參數，進一步詳細評估土壤液化潛能及基礎承載分析，以作為風機基礎工程細部設計之重要依據。

2.4 本次變更後機組取棄土及施工計畫影響說明

一、取棄土方

本次變更後機組之聯外道路與臨時施工區套繪正射影像圖詳圖 2.2.7 所示，本公司工程人員依據此圖說再經現勘後，估算本次變更後 4 座風機基礎及臨時施工區與聯外道路取棄土方量，並依相鄰風機同時施工做列表統計。第 B01 及 55 號風機位置相近，施工區域之整地挖方約為 $1,050\text{ m}^3$ ，開挖後將暫置於施工區域內並覆以防塵網，再依工序進行回填，挖方回填後不足之填土須外購，數量約為 $2,137\text{ m}^3$ ，而用以增加車輛運輸承載力之級配填方數量約為 813 m^3 。第 56 及 A01 號風機，挖方約為 $1,437\text{ m}^3$ ，不足之填土外購數量約為 $11,139\text{ m}^3$ ，而用以增加車輛運輸承載力之級配填方數量約為 713 m^3 ，詳表 2.4.1 所列。

表 2.4.1 本次變更後 4 座風機土木工程土石方數量估算

風機編號	施工區域	挖方量 m^3 C	一般土壤填方 m^3 B	剩餘土方量 m^3 = C-B	級配填方量 m^3 G
B01	聯外道路	95	284	-188	143
	臨時施工區	157	471	-313	262
	風機基礎	197	501	-304	0
55	聯外道路	139	487	-348	209
	臨時施工區	279	598	-318	199
	風機基礎	183	846	-663	0
小計	S1	1,050	3,187	-2,137	813
56	聯外道路	(此座風機位於防汛道路旁可直接連結，無挖填方或級配量)			
	臨時施工區	504	4,179	-3,675	201
	風機基礎	79	247	-167	0
A01	聯外道路	129	1,030	-902	214
	臨時施工區	417	3,749	-3,332	298
	風機基礎	308	3,371	-3,063	0
小計	S2	1,437	12,576	-11,139	713
合計	S1+S2	2,487	15,763	-13,276	1,526

二、施工計畫

本次變更後機組之施工工序與本計畫已設置完成之機組相同，與鄰近風機同時施工之機組數量最多亦為3座，因此本次變更之施工計畫爰用本計畫環境影響說明書所述（定稿本p.5-22~p.5-27），而取棄土方量則依據前述計算略為修正。

(一) 施工人員

本計畫工程由於所需設備單純，施工時將盡量利用現有道路，並輔以闢建施工道路，由統包商負責一切設計、採購製造、安裝及試運轉工作，基礎工程每部／每日約10人施工，高峰時期為澆置混凝土，預計3部機組同時施工，所需人員約為30人。

(二) 施工配置

本計畫將以現地挖填平衡處理為原則，挖出之土方將回填至原基座，不足之填方將向合法土資場購買運入。

(三) 施工機具

本計畫工程預計配合測量、開挖、基礎施工、排水、吊裝及其他工作之執行，所需準備之主要施工機具及車輛有吊車、混凝土預拌車、混凝土泵車、挖土機、卡車、夯壓機、灑水車、打樁機、平板車等。

(四) 施工車次

本計畫主要施工車次包括基礎開挖及回填之土方運輸、鋼筋運輸、基礎混凝土之澆置運輸及基座、機組之運輸等車次。

1. 機組土方運輸車次分析

(1) 第B01及55號風機

依據表2.4.1，本計畫第B01及55號風機挖方量約為 $1,050\text{m}^3$ ，開挖後將就近暫置於施工區域內並覆以防塵網。挖方回填後不足之填土外購數量約為 $2,137\text{m}^3$ ，假設運輸卡車每車次約可運輸 10m^3 之實方土方，則回填整地需要約214車次，回填時間約為8個工作天，每天作業時間為8小時，則每小時之運輸車次約有3.3車次。

(2) 第56及A01號風機

依據表2.4.1，本計畫第B01及55號風機挖方量約為 $1,437\text{m}^3$ ，開挖後將就

近暫置於施工區域內並覆以防塵網。挖方回填後不足之填土外購數量約為 $11,139\text{ m}^3$ ，假設運輸卡車每車次約可運輸 10m^3 之實方土方，則回填整地需要約1,114車次，回填時間約為12個工作天，每天作業時間為8小時，則每小時之運輸車次約有11.6車次。

2.鋼筋運輸

本計畫每個風機基礎約需40公噸之鋼筋，鋼筋之運輸約需2車次（40公噸/20公噸/車次，單向），高峰時期計有3部風機基礎同時施作，運輸車次共計有6車次（單向），每小時之運輸車次約有1車次（單向，6車次/8小時），或2車次（雙向）。

3.基礎混凝土之澆置運輸

本計畫風機基礎之混凝土約使用 478m^3 ，運輸混凝土部分採預拌車共約需79.7車次（ $478\text{m}^3/6\text{m}^3/\text{車次}$ ）。風機土木工程之高峰時期雖有3座基礎同時施工，但混凝土澆置時間將予以錯開，因此每天僅進行1座風機混凝土澆置，每座風機澆置時間設為8小時，故每小時尖峰車次為10車次。

4.風機塔筒、機艙及葉片之運輸

風機塔筒高度約為 $64\text{m}\sim 85\text{m}$ ，預計將分為三段運輸，每次平板車可以運輸一段塔筒，合計約需3車次之運輸，至於葉片及機艙則需2車次之運輸，總計單一座風機需5車次之運送，高峰時期將有3部運送，則每小時之運輸車次為2車次（單向，5車次×3部/8小時），或4車次（雙向）。

5.高峰時期之總運輸車次

本計畫之主要施工步驟為打樁→開挖→鋼筋施作→基礎混凝土澆置→吊塔→風力機艙及葉片組立→運轉，由施工程序分析得知，上述主要工程之運輸車次並不重疊，未來將妥善調派施工車輛之運輸時間，避免施工運輸車次發生於高峰時期或產生重疊。

本計畫施工總運輸車次之尖峰時期發生在第56及A01號風機之回填作業，尖峰車次為11.6車次/小時、傾卸車為2PCU，因此尖峰時之衍生交通量為23.2PCU/小時。

2.5 本次變更後機組施工及營運期間噪音影響說明

2.5.1 本次變更後機組施工期間噪音影響說明

一、施工期間噪音評估模式說明

本計畫環境影響說明書評估工作採用德國 Braunstein+Berndt GMBH 公司所發展之 SoundPLAN 噪音模式進行施工期間噪音之預測與分析，此為行政院環保署公告之「營建工程噪音評估模式技術規範」及「道路交通噪音評估模式技術規範」所述可用以評估模式之一，其特點是在於可同時或分別考慮點源、線源及面源等不同型式噪音源及其合成之音量。除可推估個別敏感點之噪音量外，亦可預測整個計畫區內外之等噪音線。

二、本次變更調整後營建工程噪音影響說明

依據本計畫環境影響說明書第 7.1.4 節以 SoundPLAN 噪音模式進行施工期間噪音之預測與分析，本次變更前施工機具噪音量模擬結果輸出摘要表詳表 2.5.1、施工車輛模擬結果輸出摘要表 2.5.2、包含施工機具及施工車輛之營建工程噪音量模擬結果輸出摘要表詳表 2.5.3 所列。由表 2.5.3 模擬結果顯示本計畫施工期間營建工程之噪音量與 3 處敏感點之合成音量分別為秀水里武德宮 60.2dB(A)、後埔里福德宮（應為海埔里）62.4dB(A)及大山里興山寺 63.4dB(A)，符合 99 年 1 月 21 日修正發佈《環境音量標準》第二類未滿 8 公尺道路交通環境音量標準日間管制標準 71dB(A)及第二類滿 8 公尺道路交通環境音量標準日間管制標準 74dB(A)。

由表 2.5.1 顯示原環說書機組距離大山里興山寺為 200~900 公尺、距離秀水里武德宮為 450~550 公尺，本次變更調整後之機組距離敏感點更遠，第 55 及 B01 號風機距離大山里興山寺約為 1,668 公尺、第 56 及 A01 號風機距離秀水里武德宮約為 1,496 公尺，因此本次變更調整後之機組施工期間營建工程噪音相較於原環說書對鄰近敏感點之影響更加輕微。

2.5.2 本次變更後機組營運期間噪音影響說明

原環說書營運期間全頻噪音模擬預測係依據環境音量標準（99.1.21）道路交通噪音環境音量標準之第一類或第二類管制區內緊鄰未滿八公尺之道路均能音量，而營運期間

於海埔里福德宮的歷次全頻噪音監測結果均符合環境音量標準以及模擬預測值(如第 2.9 節表 2.9.4)。

依據 102 年 8 月 5 日噪音管制標準，風力發電機組之 20 Hz 至 20 kHz 全頻噪音管制標準採陳情戶之噪音增量管制(當整體音量日間或晚間超過五十分貝或夜間超過四十分貝時，採噪音增量管制，即風力發電機組運轉時其噪音增量不得超過背景音量五分貝)，並於 103 年 2 月 5 日起施行。

依據環保署已公告噪音相關技術評估規範包括道路交通、營建工程、鐵路交通及航空等噪音評估技術規範，尚無風力發電機組營運相關評估規範。因此，本公司以 WindPro 風場規劃專用軟體模擬營運期間全頻噪音戶外音量。WindPro 風場規劃專用軟體應用於風場噪音模擬，輸入參數包含選用機型之分頻聲功率(以 IEC 61400-11 方法測試所得)、輸入風速、額定功率、地形等參數後，並以 ISO 9613-2 之全頻噪音傳遞模式模擬計算敏感點戶外之受體噪音值，且可選用指定之音壓位準作為等音量線套繪於正射影像圖中，有關 WindPro 軟體之噪音模擬中文使用手冊請參附件七。

考量本案於營運期間變更前後所產生的噪音效應，本公司原有 28 座風機對於後龍鎮沿海兩大聚落海埔里(噪音監測點為福德宮)以及秀水里(噪音監測點為武德宮)之全頻噪音影響以 WindPro 軟體進行模擬。WindPro 模擬結果如圖 2.5.1、相關資料如附件七。在原有 28 座風機同時運轉的情況下，本次海埔里福德宮以及秀水里武德宮的噪音模擬值分別是 40.5dB(A) 及 35.3dB(A)。

另本次變更後 28 座風機之 WindPro 噪音模擬結果如圖 2.5.2 所示、相關資料如附件七。變更後 28 座風機同時運轉的情況下，在海埔里福德宮以及秀水里武德宮的噪音模擬值已分別降低至 26.7dB(A) 及 33.6dB(A)，該噪音影響範圍大致移往外海(如圖 2.5.2 之 40 dB(A) 黃色等噪音圖)，因此預期變更後之機組對於後龍鎮沿海聚落之影響可更為減輕。

在營運期間低頻噪音方面，102 年 9 月 13 日及 102 年 12 月 5 日於海德里福德宮室內監測結果均符合 102 年 8 月 5 日修正發布之噪音管制標準(如第 2.9 節表 2.9.5)。

表 2.5.1 工程作業別主要施工機具施工噪音量摘要表

工程項目	施工機具*	聲功率率位準 dB(A)	秀水里武德宮		後埔里福德宮		大山里興山寺				
			與風機距離**	合成噪音量 dB(A)	與風機距離**	合成噪音量 dB(A)	與風機距離**	合成噪音量 dB(A)			
開挖及基礎 施工	挖土機【1】	111	450~550 (公尺)	51.9	300~800 (公尺)	53.6	200~900 (公尺)	58.3			
	卡車【2】	109									
	打樁機【1】	115		47.2		48.9					
	吊車【1】	105									
	夯實機【1】	105		47.2		48.9					
機組安裝 工程	卡車【2】	109						53.6			
	吊車【2】	105									
電氣設備 安裝工程	卡車【2】	109						53.6			
	吊車【2】	105									

註 * :【】內為最大同時操作數量係指所有可能同時操作使用之該種施工機具數目，係以最靠近敏感點 1 公里內之機組同時施工下之評估。(本表施工機具施工噪音量係採施工時段早上 8 時至下午 6 時共 10 小時之平均音量。)

註 **：依接受體敏感點量測最近風機距離。

資料來源：本計畫環境影響說明書表 7.1.4-2 (定稿本 p.7-16)

表 2.5.2 施工車輛交通噪音模擬結果輸出摘要表 (L_日)

單位 : dB(A)

項目 受體名稱	環境背景音量	無施工車輛背景噪音 ^[1]	施工車輛交通噪音	含施工車輛合成音量 ^[2]	噪音增量 ^[3]	噪音管制區類別	環境音量標準	影響等級 ^[4]
秀水里 武德宮	59.2	59.2	47.0	59.5	0.3	第二類緊鄰 8 公尺以上	74	無影響
後埔里 福德宮	61.6	61.6	47.0	61.7	0.1	第二類緊鄰 6~8 公尺	71	無影響
大山里 興山寺	61.6	61.6	47.0	61.7	0.1	第二類緊鄰 6~8 公尺	71	無影響

註

[1]：本評估工作假設“施工期間背景音量”與“環境背景音量”相同。(施工車輛交通噪音係採日間 08:00~18:00 共 10 小時之平均音量)

[2]：“含施工車輛合成音量” = “無施工車輛背景噪音” \oplus “施工車輛交通噪音.”。 \oplus 表示依聲音計算原理之相加。

[3]：“噪音增量” = “施工期間合成音量” - “無施工車輛背景噪音” (“含施工車輛合成音量” 符合“環境音量標準”); “噪音增量” = “含施工車輛合成音量” - “環境音量標準” (“含施工車輛合成音量” 不符合“環境音量標準”時)。

資料來源：本計畫環境影響說明書表 7.1.4-4 (定稿本 p.7-18)

表 2.5.3 施工期間敏感感受體 L_{d} 均能音量之預測值

單位 : dB(A)

敏感點		秀水里武德宮	後埔里福德宮	大山里興山寺
背景實測值		59.2	61.6	61.6
施工 噪音量	施工機具	51.9	53.6	58.3
	施工車輛	47.0	47.0	47.0
	小計	53.1	54.5	58.6
合成值		60.2	62.4	63.4
噪音增量		1.0	0.8	1.8
管制區類別		第二類緊鄰 8 公尺以上	第二類緊鄰 6~8 公尺	第二類緊鄰 6~8 公尺
環境音量標準		74	71	71
影響程度分類		無影響	無影響	無影響

註：

[1]：本評估工作假設“施工期間背景音量”與“現況環境背景音量”相同。(施工噪音量係採日間早上 8 時至下午 6 時共 10 小時之平均音量。)

[2]：敏感點背景值係採實測值之平均值。

[3]：合成值 = 施工期間背景音量 + 施工噪音量小計。”+”表示依聲音計算原理之相加。

[4]：噪音增量 = 合成值 - 施工期間背景音量，其中合成值符合環境音量標準。

資料來源：本計畫環境影響說明書表 7.1.4-5 (定稿本 p.7-19)

WindPRO version 2.7.473 Jun 2010



圖 2.5.1 以 WindPro 模擬本公司變更前 28 座風機對於海埔里聚落（福德宮）以及秀水里聚落（武德宮）之全頻噪音影響結果

WindPRO version 2.7.473 Jun 2010



WindPRO is developed by EMD International A/S, Niels Jernesvej 10, DK-9220 Aalborg Ø, Tel. +45 96 35 44 44, Fax +45 96 35 44 46, e-mail: windpro@emd.dk

圖 2.5.2 以 WindPro 模擬本公司變更後 28 座風機對於海埔里聚落（福德宮）以及秀水里聚落（武德宮）之全頻噪音影響結果

2.6 本次變更生態影響說明

本公司委託民享環境調查有限公司於民國 101 年 6 月 18~21 日進行第 A01 號風機生態補充調查，陸域調查範圍為風機中心點外推 1,000 公尺，水域調查則針對後龍溪出海口共設立 3 處測站進行調查。陸域生態針對維管束植物、哺乳類（含蝙蝠）、鳥類、兩棲類、爬蟲類及蝴蝶類進行調查。水域生態調查則針對魚類、蝦蟹螺貝類、水生昆蟲、蜻蛉目成蟲、浮游植物及附著性藻類進行調查。除了植物外，其餘陸域動物及佈設陷阱調查均持續至少 4 天 3 夜或進行 3 次重複性取樣。

陸域生態調查範圍、方法內容及報告之撰寫係依據行政院環境保護署公告之「動物生態評估技術規範」（2011/7/12 環署綜字第 1000058655C 號）與「植物生態評估技術規範」（2002/3/28 環署綜字第 0910020491 號公告）執行，該補充調查報告詳附件六，敘述如下。

2.6.1 生態補充調查結果說明

第 A01 號風機位於後龍溪出海口北岸，陸域生態之補充調查範圍為距風機中心點外推 1,000 公尺，水域生態之調查則針對後龍溪出海口共設立 3 處測站進行調查，補充調查範圍如圖 2.6.1 所示或詳附件六。

一、植物

（一）植物種類及統計

調查結果（101/6）共發現植物 58 科 146 屬 168 種，以形態區分包括 20 種喬木、30 種灌木、28 種藤木、90 種草本，以草本植物佔絕大部分（53.6%）。以屬性區分包含 3 種特有種、105 種原生種、41 種歸化種、19 種栽培種，以原生物種最多（62.5%）。

（二）稀特有植物

調查結果（101/6）未發現稀有種植物；至於特有物種部份則發現有 3 種特有種，包含臺灣澤蘭、臺灣百合及桂竹，此三者為低海拔地區普遍常見的物種。

（三）植被概況

調查範圍內土地以草生灌叢、農耕地、裸地、海洋及河川、魚塭及水池及人工建築等六種植被類型為主，而第 A01 號風機位於礫石灘地上。

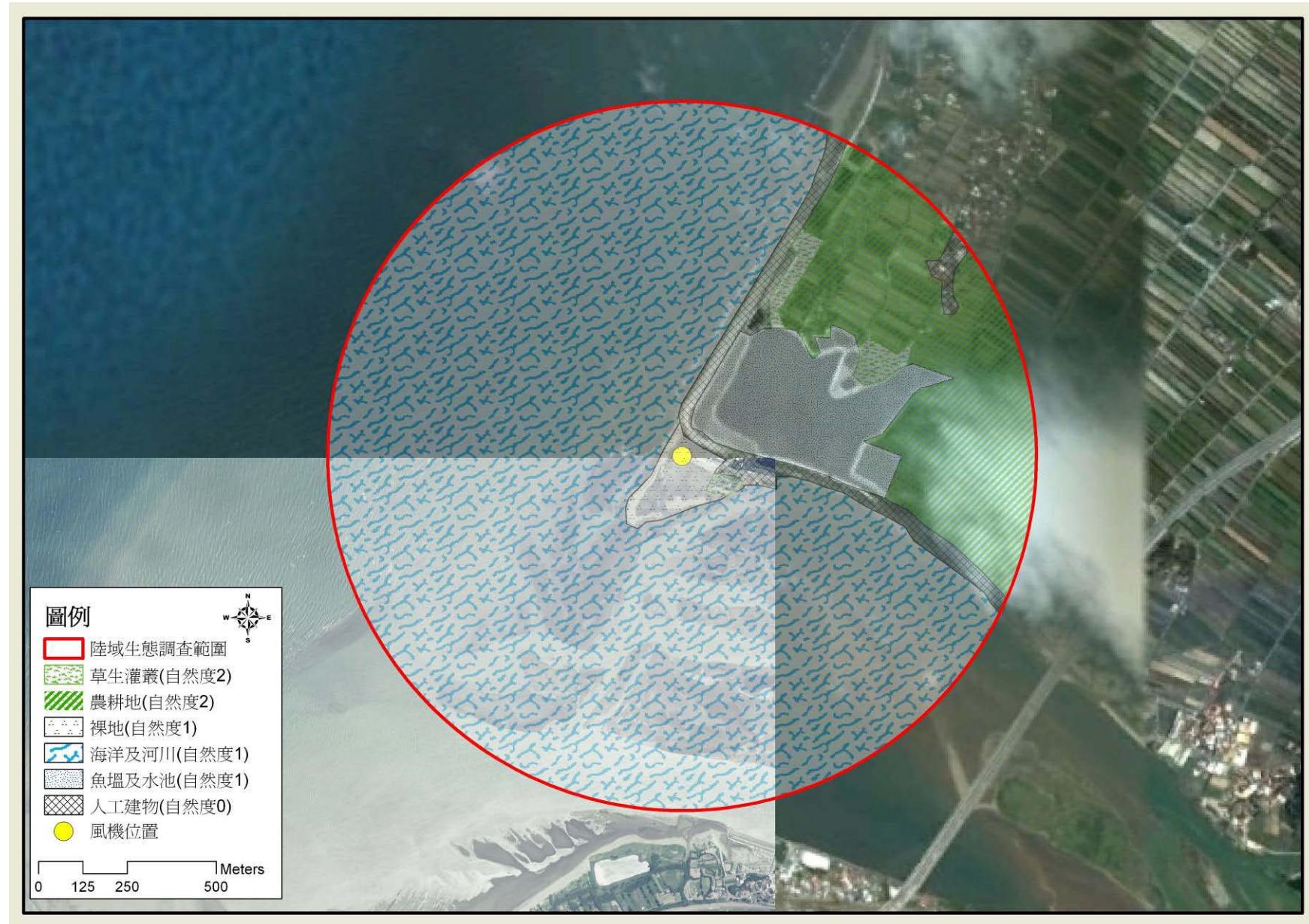


圖 2.6.1 第 A01 號風機附近生態補充調查範圍及自然度示意圖

二、陸域動物

(一) 種屬組成及數量

1. 哺乳類

調查結果（101/6）共記錄3目3科7種16隻次，除了長趾鼠耳蝠屬於不普遍物種，其餘皆為普遍常見物種。其中翼手目物種為蝙蝠偵測器所偵測到，其餘皆為實際捕捉紀錄。

2. 鳥類

調查結果（101/6）共記錄20科33種332隻次，顯示鳥類相主要由陸棲性鳥類組成。水鳥包括紅冠水雞、翠鳥、磯鶴、小白鷺、中白鷺、夜鷺、黃小鷺、黃頭鷺、小環頸鵠及東方環頸鵠等10種，多出現在海岸、水池與農耕地環境。留鳥除了黃頭扇尾鶯為不普遍物種，其餘均為台灣西部沿海平原普遍常見物種。

3. 兩棲類

調查結果（101/6）共記錄4科4種35隻次，皆為台灣西部平原至低海拔山區之普遍常見物種。

4. 爬蟲類

調查結果（101/6）共記錄4科6種22隻次，均屬普遍常見物種。

5. 蝴蝶類

調查結果（101/6）共記錄5科7亞科15種60隻次，所發現之蝶類均為台灣西部沿海平原常見物種。

(二) 特有物種

調查結果（101/6）共記錄3種台灣特有種動物（月鼠、小黃腹鼠、斯文豪氏攀蜥），以及7種台灣特有亞種動物（堀川氏棕蝠、大卷尾、小雨燕、黃頭扇尾鶯、褐頭鷦鷯、樹鵠、白頭翁）。

(三) 保育類物種

調查結果（101/6）並未發現任何保育類物種。

(四) 優勢種群

若以調查隻次多寡作為判斷依據，由101/6觀察、捕捉結果看來，哺乳類各物種數

量相近，沒有特別優勢的物種。優勢鳥種為麻雀、紅鳩與小白鷺，三者佔調查總隻次的34.94%。黑眶蟾蜍與澤蛙為兩棲類中較優勢的物種，兩者佔調查總隻次的74.29%。爬蟲類各物種數量都在10隻以內且相差不大，並沒有特別優勢的物種。蝴蝶類以白粉蝶與藍灰蝶為優勢物種，兩者佔調查總隻次的41.67%。

(五) 鳥類遷徙屬性

調查結果(101/6)所記錄的33種鳥類中，包含1種夏候鳥(家燕)，4種冬候鳥(磯鶲、中白鷺、小環頸鵠與東方環頸鵠)。

(六) 多樣性與均勻度估算

由公式計算補充調查(101/6)哺乳類多樣性指數 $H' = 1.84$ ，均勻度指數 $E=0.95$ ；鳥類多樣性指數 $H' = 2.95$ ，均勻度指數 $E=0.88$ ；兩棲類多樣性指數 $H' = 1.25$ ，均勻度指數 $E=0.90$ ；爬蟲類多樣性指數 $H' = 1.61$ ，均勻度指數 $E=0.90$ ；蝴蝶類多樣性指數 $H' = 2.30$ ，均勻度指數 $E=0.85$ 。顯示調查範圍內鳥類與蝴蝶類的多樣性為中等至中等偏高，而哺乳類、兩棲類與爬蟲類的多樣性為中等偏低。在均勻度方面，各類動物的個體數分配均等，沒有明顯的優勢種。

三、水域生態

(一) 測站環境概況

1. 測站1

位於預定風機A01北方約50公尺處，為砂質沙灘，緊鄰腳踏車步道堤防，堤岸高約3公尺，在堤防與沙灘間滿布消波塊與巨石，水位受漲退潮影響有近1公尺潮差，水質清澈可直視底質。

2. 測站2

位於預定風機A01南方約100公尺處，為後龍溪出海口，僅沙洲與風機預定地旁一矮小堤防，水位受漲退潮影響有近1公尺潮差，水質因出海口淡鹹水交會而呈現稍微混濁。

3. 測站3

位於後龍溪出海口往上游約200公尺處一間小土地公廟旁，四周有高灘地與消波塊，高灘地有數量頗多的招潮蟹與彈塗魚活動，消波塊在退潮時會形成潮池，許多潮間帶生物聚集在此生長，水位受漲退潮影響有近1公尺潮差，水質因出海口淡

鹹水交會而呈現稍微混濁。

(二) 魚類

1. 物種組成

調查結果共發現魚類9科9種145隻次，均屬分布於台灣西部河口之普遍常見魚種。

2. 多樣性及均勻度計算

代入公式計算各測站多樣性及均勻度指數，多樣性指數分別為1.26、1.66和1.31。均勻度指數分別為0.78、0.80和0.67。由以上結果顯示，多樣性指數以測站2最高，表示此測站群聚內生物種類之豐富程度最高且個體數在種間分配較為均勻，而均勻度指數測站3數值中等偏低，表示此測站物種個體數分配偏屬不均勻，有優勢種出現（如：鯔魚）。

(三) 蝦蟹螺貝

1. 物種組成

調查結果共發現蝦蟹螺貝類10科15種339隻次，發現之物種均屬分布於台灣西部溪流及河口之普遍常見物種。

2. 多樣性及均勻度計算

代入公式計算各測站多樣性及均勻度指數，多樣性指數分別為1.03、1.67和1.51。均勻度指數分別為0.58、0.72和0.78。由以上結果顯示，多樣性指數以測站2最高，表示此測站群聚內生物種類之豐富程度最高且個體數在種間分配較為均勻，而均勻度指數測站1數值中等偏低，表示此測站物種個體數分配偏屬不均勻，有優勢種出現（如奇異海蟑螂）。

(四) 蜻蛉目成蟲

三處測站因位於出海口，且周圍並無可供躲藏棲息植栽，故沒有記錄到蜻蛉目成蟲活動。

(五) 水生昆蟲

三處測站因位於出海口，且屬於感潮帶，並受漲退潮影響水位變化大，故沒有記錄到任何水生昆蟲。

(五) 浮游植物

1. 物種組成

調查結果共發現浮游植物3門16種，其中藍菌門1種，裸藻門3種和矽藻門12種，種類及數量以矽藻門居多。

測站1，浮游植物總細胞數為76,800細胞數/公升，以褐藻門的小環藻最為優勢，每公升有54,400個細胞數，其次為矽藻門的舟形藻，每公升有6,400個細胞數。喜歡生長於污濁水域的藍菌門及裸藻門佔總細胞數非常稀少，依據藍菌門及裸藻門的比例判別，水質狀況應屬清淨狀態。

測站2，浮游植物總細胞數為92,800細胞數/公升，以褐藻門的小環藻最為優勢，每公升有60,800個細胞數，其次為矽藻門的橋彎藻和褐藻門的直鏈藻，每公升有6,400個細胞數。喜歡生長於污濁水域的藍菌門及裸藻門沒有發現，水質狀況應屬清淨狀態。

測站3，浮游植物總細胞數為60,800細胞數/公升，以褐藻門的小環藻最為優勢，每公升有35,200個細胞數，其次為褐藻門的直鏈藻，每公升有6,400個細胞數。喜歡生長於污濁水域的藍菌門及裸藻門沒有發現，水質狀況應屬清淨狀態。

2. 多樣性及均勻度計算

A. 多樣性指數 (diversity index) : Shannon-Wiener's diversity index (H')

計算各測站之多樣性指數，分別為1.14、1.31和1.49，以測站3之數值最高，顯示該測站群聚內生物種類之豐富程度最高且個體數在種間分配較為均勻。

B. 均勻度指數 (Evenness index) : Shannon-Wiener's evenness index (E')

計算各測站之均勻度指數，分別為0.55、0.55和0.68，三測站數值皆中等偏低，表示該測站物種間的數量分配較不均勻，有優勢種出現（小環藻）。

3. 水質指標

藻類可做為判斷水質清淨或污染的指標，通常矽藻及綠藻喜歡生長於較清淨的水域中，而藍綠藻與裸藻類則比較喜歡生長在污濁的水域。依據左竹久男（1980）所編之水質污濁調查指針一書，可根據綠藻、矽藻的種類分布狀況，將水的營養程度分為三級，分別為貧腐水性、中腐水性、強腐水性。如依據矽藻、綠藻種類及數量判別水質狀況，水質階級應為中腐水性。

(七) 附著性藻類

調查結果共發現附著性藻類 3 門 8 種，其中綠藻門 1 種，矽藻門 5 種和褐藻門 2 種，種類及數量以矽藻門居多。

另以藻屬指數 Genus index (GI) 判別水質狀況，各測站調查計算結果為無義值、0.13 和 0.17，由以上結果顯示，測站 2、3 皆屬嚴重污染水質。但調查人員經現場目視情形判斷，此河域並未發現明顯污染源。其原因推測可能為採集到的附著性藻類種類數貧乏，且藻屬指數在應用上需於穩定的水域環境中方能反應出真實的水質狀況，因此計算結果未能 100% 表現出水體狀況。

2.6.2 生態補充調查環境差異分析說明

本公司將補充調查結果與原環境影響說明書及背景調查之內容檢討生態環境差異，彙整於表 2.6.1。

表 2.6.1 生態補充調查環境現況差異分析摘要表

項目	環說階段	開發變更後之環境影響	差異說明
陸域植物生態	<p>開發預定地內之土地利用多為人造林、農耕地、灘地為主，主要為先驅性的草本植物以及濱海植物所佔據的畸零地。</p> <p>調查預定地內外物種數 735 科 177 屬 215 種。調查並未發現稀有種。</p>	<p>開發預定地內土地以人力或自然力形成之草生灌叢、人造林及農耕地為主。</p> <p>在補充調查中，共發現 58 科 146 屬 168 種，以草本物種為主。並未發現稀有種。</p>	<p>在長期的人為干擾下，本區並無自然度偏高的植被，環說階段與補充調查範圍不同，主要差異為補充調查不包含山坡地，且有較多的水域環境，範圍也較原環說階段小。</p> <p>環說階段調查範圍處於後龍溪以北且鄰近海岸，補充調查範圍則位於後龍溪出海口以北，二者無論在調查範圍或棲地型態皆有所差異，因此所調查到的物種數量雖然相近，但組成的部分物種並不相同。</p>
陸域動物生態	<p>哺乳類調查共記錄 2 目 2 科 7 種；鳥類調查共記錄 29 科 63 種；兩棲類調查共記錄 5 科 5 種；爬蟲類調查共記錄 8 科 16 種；蝴蝶類記錄到 5 科 10 亞科 48 種。總計</p>	<p>哺乳類調查共記錄 3 目 3 科 7 種 16 隻次；鳥類調查共記錄 20 科 33 種 332 隻次；兩棲類調查共記錄 4 科 4 種 35 隻次；爬蟲類調查共記錄 4 科 6 種 22 隻次；</p>	<p>環說階段調查範圍處於後龍溪以北且鄰近海岸，而補充調查調查範圍位於後龍溪以北的河口處，兩者無論在調查範圍、面積大小或棲地型態皆有差異。補充調查的物種數較環</p>

項目	環說階段	開發變更後之環境影響	差異說明
	共發現 49 科 139 種陸域動物。 包含 7 種特有種以及 9 種特有亞種。調查紀錄中，共出現 6 種珍貴稀有保育類以及 2 種其他應予保育類。	蝴蝶類記錄到 5 科 7 亞科 15 種 60 隻次。總計共發現 36 科 65 種 465 隻次陸域動物。 包含 3 種特有種以及 7 種特有亞種。調查紀錄中，並未出現任何保育類。	說階段減少，推測可能與調查範圍的面積有關。 環說階段與補充調查的物種中，以鳥類的物種組成差異最大。推測可能為環說階段調查範圍廣闊且多屬海岸地形，因此水鳥種數豐富；而補充調查調查範圍較小，位處河口，多為潮間帶與農地環境，鳥類組成以陸棲性鳥類及適應人為干擾的鳥種為主。
水域生態	環說階段並未調查水域生態。	魚類調查共記錄 9 科 9 種 145 隻次；蝦蟹螺貝類調查共記錄 10 科 15 種 339 隻次；水生昆蟲及蜻蛉目成蟲沒有紀錄到；浮游植物 3 門 16 種；附著性藻類 3 門 8 種。 調查紀錄中，並未出現任何特有種或保育類生物。	因環說階段並無調查水域生態，故無法進行環境現況差異分析。

備註：補充調查範圍內之變更機組編號為 A01。

2.7 本次變更景觀影響說明

本公司依據第 B01 及第 55 號風機鄰近道路及社區聚落之分佈，選擇觀景點拍攝現況相片，並以 WindPro 軟體模擬風機設置後景觀，景觀測點位置圖詳圖 2.7.1 所示，說明如下：

觀景點位於西濱公路西側、後龍鎮海寶里沿海零星聚落之邊緣，屬於聚落觀景點。該觀景點於風機設置前後之現況與模擬相片詳圖 2.7.2 與圖 2.7.3 所示。由於本案環境影響說明書及第一次環境影響差異分析報告並無後龍鎮海寶里附近之景觀評估值，因此無法說明各評值之變化。惟變更後第 B01 號及第 55 號風機距離最近聚落約為 360 公尺，以聚落觀景點而言，風機設置處附近均為空曠地形，風機設置後對於此距離之聚落景觀美質應有正面提昇之效益。

2.8 本次變更水理分析說明

第 A01 號風機位於後龍溪出海口北岸、海堤外之消坡塊區域，因此本公司於 101 年 2 月委託余濬技術顧問有限公司（余濬水利技師）進行第 A01 號風機一維水理分析，並將報告提交經濟部水利署第二河川局審核通過此座風機設置申請案。依據該水理分析報告，在 50 年重現期洪峰流量條件下水位變化量極小，在 100 年及 200 年重現期洪峰流量條件下，水位變化量為 +0.01m，此區河道寬廣約 2,000m，風機設置後變化量為 0.67%，不致影響現況周遭環境。

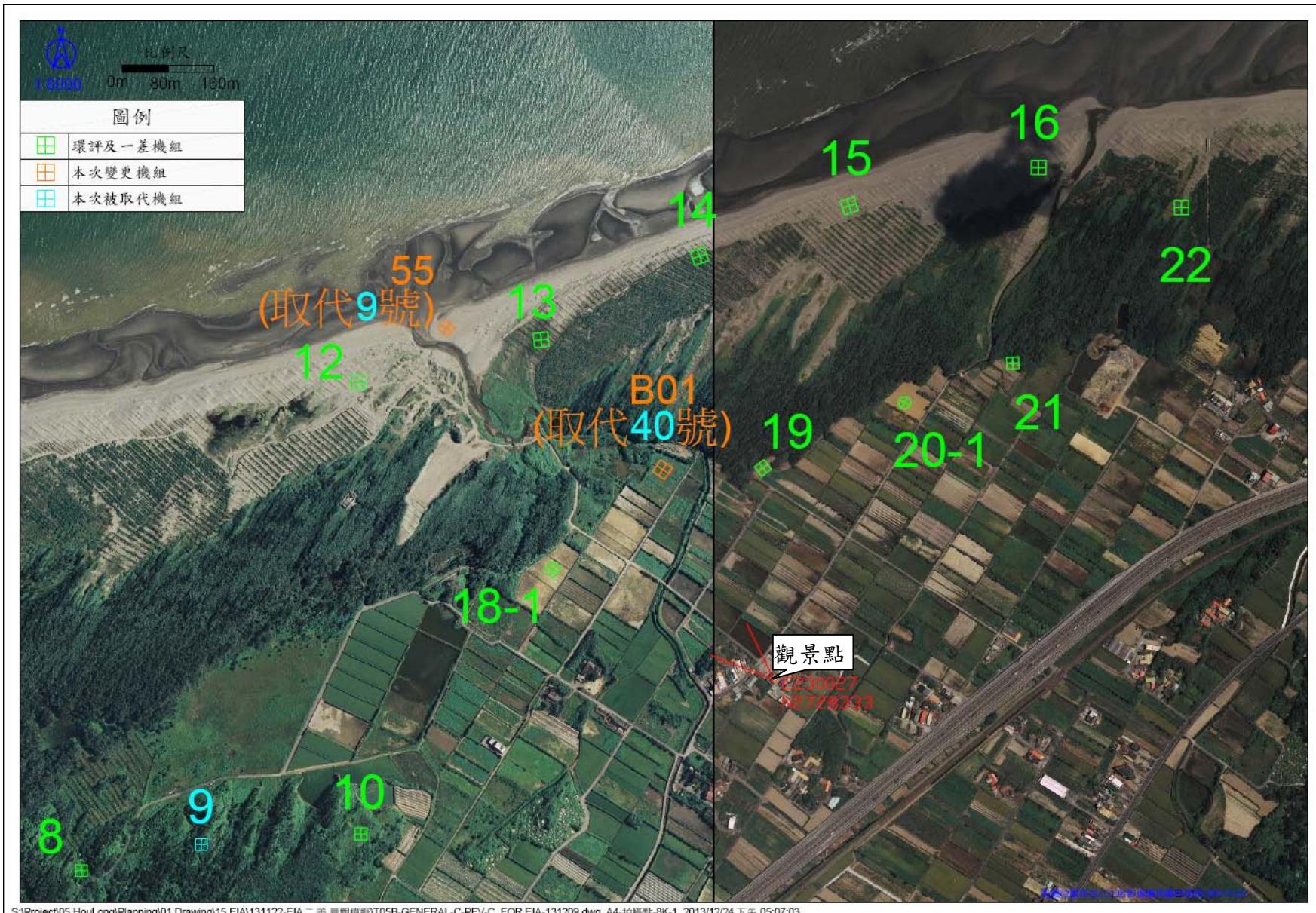


圖 2.7.1 以 WindPro 模擬本公司變更機組景觀模擬觀景點位置圖



圖 2.7.2 景觀模擬觀景點（聚落邊緣）模擬前相片



圖 2.7.3 景觀模擬觀景點（聚落邊緣）模擬後相片

2.9 歷次監測結果

本案於施工期間及營運期間之各項環境監測結果詳如表 2.9.1～表 2.9.13 以及圖 2.9.1～圖 2.9.5，符合相關法規或無異常狀況。

施工期間之噪音與振動以及營運期間之噪音監測結果詳如表 2.9.1～表 2.9.5，均符合相關法規。

在陸域動物生態方面，鳥類及蝙蝠類之調查名錄詳如表 2.9.6 與表 2.9.7。

在鳥類方面，歷次出現鳥類之科數介於 14~30 科之間，以 101 年 12 月出現科數最多；種數介於 23 種~57 種之間，以 101 年 12 月出現種數最多；隻數介於 296~2,659 隻次之間，亦以 101 年 12 月出現數量最多，如表 2.9.8 與圖 2.9.1 所示。由比較結果可知物種數於 101 年 12 月至 102 年 5 月相較於其他季次高，而 101 年 3 月、4 月過境期其次。在隻次上，監測範圍內的鳥類數量波動明顯，主要為水鳥常在過境期大量聚集，使得隻次大幅增加。此外，自 101 年 12 月開始物種及數量皆明顯上升，係因 101 年 12 月開始增加第 VI 區的監測，加上第 VI 區靠近河口，使得鳥種與數量大幅增加。102 年 7 月、9 月與歷年同期相較，種數與 100、101 年相近；數量皆大幅增加，主因是增加第 VI 區的監測所致。目前鳥類數量以季節性變化為主，並未因風機之設置所影響。

在蝙蝠類方面，比較歷季監測紀錄，本區出現蝙蝠之科數介於 0~1 科；種數介於 0~4 種之間，以 102 年 4 月出現種數最多；隻數介於 0~69 隻次之間，以 102 年 7 月出現數量最多，如表 2.9.8 與圖 2.9.2 所示。由於營運後監測次數不多，監測範圍內的種數與隻數趨勢尚待持續觀察以利分析。

本案之重要鳥種指標包括粉紅鸚嘴、黃頭扇尾鶯、東方環頸鵠、褐頭鷦鷯等已區分為施工期間及營運期間作成歷次比較表如表 2.9.9～表 2.9.12。

在陸域植物生態方面，由歷季結果顯示各風機鄰近防風林生長樣區之實驗組林木生長情況未受到風機施工或運轉之影響（如圖 2.9.3 及表 2.9.13）。目前影響各樣區植物生長之因素以天候為主，尚未發現風切對於實驗組之影響。

第一期補植區之植株生長情況良好（如圖 2.9.4）。第二期補植區才完成，植株正屬成長初期，持續養護中（如圖 2.9.5）。

此外於施工期間文化資產監看時，未發現任何史前或歷史時期之文化資產、遺物和遺跡。

表 2.9.1 本案施工期間全頻噪音監測結果

單位為 dB(A)

監測點	海埔里福德宮室外停車場					第二類噪音管制區環境音量標準值（緊鄰未滿八公尺之道路）	原環說書經噪音模擬施工期間針對敏感受體 $L_{\text{日}}^{\text{均能音量預測值}}$ (依據環境音量標準)
監測日期	100.5.2	101.1.18	101.7.17	101.8.20	101.11.8		
$L_{\text{日}}$	57.5	62.1	56.4	53.5	53.5	71	62.4

備註：

- 1.單位 dB(A)，福德宮為已施工風機之最近測點。
- 2.施工期間工作時段為 08:00~18:00，屬於日間時段。
- 3.依據苗栗縣政府民國 100 年 12 月 16 日府環空字第 1000090941A 號文，後龍鎮海埔里屬於第二類噪音管制區。
- 4.本案全頻噪音係依據環境音量標準 (99.1.21) 道路交通噪音環境音量標準之第一類或第二類管制區內緊鄰未滿八公尺之道路均能音量。
- 5.施工期間係配合實際工程進度進行季監測，第 8 及 26 號風機於 100 年 6 月完成地基後，100 年度即無施工機組。自 101 年 1 月至 3 月、101 年 5 月至 11 月再陸續完成第 8、26、10、25、24、23、22、14、15、19、12、13、16、21、18-1、20-1 號等 16 座機組施工。
- 6.施工期間針對敏感受體 $L_{\text{日}}^{\text{均能音量}}$ 之預測值摘自原環說書定稿本 p.7-19 表 7.1.4-5。

表 2.9.2 本案施工期間低頻噪音監測結果

監測點	海埔里福德宮					第二類標準值
	停車場	停車場	停車場	停車場	停車場	
監測日期	100.5.2	101.1.18	101.7.17	101.8.20	101.11.8	
L _{日,LF}	45.9	47.3	46.7	48.2	42.7	42
L _{晚,LF}	44.3	36.2	45.6	43.0	43.9	42
L _{夜,LF}	37.5	33.9	40.3	38.9	39.5	39

備註：

- 單位 dB(A)，福德宮為已施工風機之最近測點。
- 低頻噪音管制標準應為室內量測，但一直無法連絡到海埔里福德宮人員，於現場僅能進行戶外量測，因此無法比對是否超出管制標準。
- 依據苗栗縣政府民國 100 年 12 月 16 日府環空字第 1000090941A 號文，後龍鎮海埔里屬於第二類噪音管制區。
- 103 年 2 月 5 日前適用 98 年 9 月 4 日噪音管制標準之工廠管制標準。

表 2.9.3 本案施工期間振動監測結果

監測點	海埔里福德宮					日本振動規則基準
	停車場	停車場	停車場	停車場	停車場	
監測日期	100.5.2	101.1.18	101.7.17	101.8.20	101.11.8	
L _{V10 日}	37.4	30.5	31.3	30.0	30.0	70
L _{V10 夜}	31.4	30.0	30.0	30.0	30.0	65

備註：單位 dB(A)。福德宮為目前已施工風機之最近測點。

表 2.9.4 本案營運期間全頻噪音監測結果

單位為 dB(A)

監測點	海埔里福德宮			第二類噪音管制區環境音量標準值(緊鄰未滿八公尺之道路)	原環說書經噪音模擬營運期間針對敏感感受體各時段小時均能音量預測值(依據環境音量標準)
	停車場	室內	室內		
監測日期	102.6.24	102.9.13	102.12.5		
L _日	57.7	40.9	39.0	71	61.4
L _晚	55.0	38.7	38.8	69	59.4
L _夜	53.2	41.5	42.9	63	58.3

備註：

- 1.單位 dB(A)，福德宮為目前已營運風機之最近測點。
- 2.依據苗栗縣政府民國 100 年 12 月 16 日府環空字第 1000090941A 號文，後龍鎮海埔里屬於第二類噪音管制區。
- 3.本案全頻噪音係依據環境音量標準 (99.1.21) 道路交通噪音環境音量標準之第一類或第二類管制區內緊鄰未滿八公尺之道路均能音量。
- 4.營運期間自 102 年 4 月 3 日獲得經濟部電業執照起算。
- 5.營運期間針對敏感感受體各時段均能音量之預測值摘自原環說書定稿本 p.7-26 表 7.1.4-10。

表 2.9.5 本案營運期間低頻噪音監測結果

單位為 dB(A)

低頻噪音			
日期	102.6.24	102.9.13	102.12.5
監測點	海埔里福德宮室外停車場 ^{註2}	海埔里福德宮室內	海埔里福德宮室內
$L_{日,LF}$ / (管制標準)	46.5 (42)	23.0 (42)	28.3 (42)
$L_{晚,LF}$ / (管制標準)	46.2 (42)	21.7 (42)	29.6 (42)
$L_{夜,LF}$ / (管制標準)	43.9 (39)	20.8 (39)	26.7 (39)

備註：

- 1.單位 dB(A)，福德宮為目前已營運風機之最近測點。
2. 102 年 6 月 24 日之前一直無法連絡到海埔里福德宮人員，該次低頻噪音監測不得已於室外停車場執行，故無法比對是否超出管制標準。
- 3.依據苗栗縣政府民國 100 年 12 月 16 日府環空字第 1000090941A 號文，後龍鎮海埔里屬於第二類噪音管制區。
4. 103 年 2 月 5 日前適用 98 年 9 月 4 日噪音管制標準之工廠管制標準，之後適用 102 年 8 月 5 日修正發布之噪音管制標準。
- 5.營運期間自 102 年 4 月 3 日獲得經濟部電業執照起算。

表 2.9.6 本案施工暨營運期間鳥類調查結果

科	中文名	學名	出現頻率 與居留屬 性	特 有 性	水 保 育 鳥 類 等 級 別	100 年第 2 季(100/5)					100 年第 3 季(100/7)					100 年第 3 季(100/9)					100 年第 4 季(100/10)											
						I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V				
雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	留、不普/ 冬、不普	w		2			2		1					1																
鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	冬、普	w																								1		1		
鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	冬、普/ 夏、稀 留、普/	w																												
鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	冬、不普/ 過、普	w	7	3		3	13	12	1					13	4			1	5	4					2	6				
鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	留、普	w			6	4	38	48	3	1		10		14			1	6	7					9	9					
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	冬、稀/ 過、稀	w												2				2	1						1					
鴞科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	冬、不普	w	II											1					1											
鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	留、稀	w	II															1	1					2	1	3				
鷹科	毛足鵟	<i>Buteo lagopus</i>	冬、稀	w	II																											
隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>	冬、普	w	II																							1	1			
隼科	遊隼	<i>Falco peregrinus</i>	冬、不普/ 過、不普	w	I																											
秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	留、普	w				1	1																							
秧雞科	緋秧雞	<i>Porzana fusca</i>	留、普	w				1	1																							
鴕科	鐵嘴鴕	<i>Charadrius leschenaultii</i>	冬、不普/ 過、普	w														3				3	9					9				
鴕科	東方環頸鴕	<i>Charadrius alexandrinus</i>	留、不普/ 冬、普	w	23	32	34		89	21	23	69				113	68	3			71	220					220					
鴕科	小環頸鴕	<i>Charadrius dubius</i>	留、稀/ 冬、普	w			1	2	7	10		5	2		7	2				4	6	3					2	5				
長腳鶲科	高蹠鶲	<i>Himantopus himantopus</i>	留、不普/ 冬、普	w																2	2											
鶲科	磯鶲	<i>Actitis hypoleucos</i>	冬、普	w																4	4						2	2				
鶲科	青足鶲	<i>Tringa nebularia</i>	冬、普	w		2		2		4																1	1					
鶲科	鷺斑鶲	<i>Tringa glareola</i>	冬、普/	w																25	25						15	15				

科	中文名	學名	出現頻率 與居留屬 性	特 有 性	水 鳥 類 別	保 育 等 級	100年第2季(100/5)					100年第3季(100/7)					100年第3季(100/9)					100年第4季(100/10)									
							I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	
鶲科	黑腹濱鶲	<i>Calidris alpina</i>	過、普 冬、普	w																											
三趾鶲科	棕三趾鶲	<i>Turnix suscitator</i>	留、普	Es						2	2							2	1	3											
燕鵙科	燕鵙	<i>Glareola maldivarum</i>	夏、普		III													2		2											
鳩鵠科	野鵠	<i>Columba livia</i>	引、普				4	4	2	15	25	4							4	1											
鳩鵠科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	留、普			III	27	24	17	4	10	82	12	9	12	35	1	69	43	5	3	24	237	312	30		2	66	13	111	
鳩鵠科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	留、普							2	2	4						2	3												
雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	留、普	Es													1		1	6	21										
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	過、不普 冬、普/過、普	w						1	1								1												
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	過、普/過、普		III														2	2											
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	留、普/過、稀	Es						1	3	4	1					1	15	17	1										
王鶲科	黑枕藍鶲	<i>Hypothymis azurea</i>	留、普	Es																1											
鴉科	樹鴉	<i>Dendrocitta formosae</i>	留、普	Es																											
百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	留、普/夏、普/			4	11	5		4	24	2	2	1				5	3	3	1					7	1	1	1	4	
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	冬、普/過、普			6	4	7	3	10	30	4	3	8	10	17	42														
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	留、普			2	1		3		6	2	4	4	3			13	17	13								8	2	11	
燕科	赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>	留、普								11	11																			
鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	留、普	Es		18	4	9	17	10	58	27	19	4	21	11	82	28	21	11	28	25	113	5		20	20	27	72		
鶲科	紅嘴黑鶲	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	留、普	Es							2	2																			
扇尾鶯科	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	留、普/過、稀			2				3	5						10	5	15										1	1	
扇尾鶯科	黃頭扇尾鶯	<i>Cisticola exilis</i>	留、不普	Es		1	3	1	5	5	15	3	2	2	8	2	17											2	2		
扇尾鶯科	斑紋鷦鷯	<i>Prinia crinigera</i>	留、普	Es		3	5	5			13	2	2				4	11	5	1	1							1	4		
扇尾鶯科	灰頭鷦鷯	<i>Prinia flaviventris</i>	留、普			2	2	2	2	4	12	6	2	1	1	10											1	1	2		
扇尾鶯科	褐頭鷦鷯	<i>Prinia inornata</i>	留、普	Es		3	6	5	7	5	26	6	7	7	9		29	13	12	3	11	17	56	8		2	9	14	33		
鶲科	粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	留、普	Es						8	13	21	13	7			11	31	14								14	15	14	11	40
鶲科	黃尾鶲	<i>Phoenicurus auroreus</i>	冬、不普														2	2													
畫眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	引、不普	II																								2	1	3	

科	中文名	學名	出現頻率 與居留屬 性	特 有 性	水 鳥 保 育 類 別	100年第2季(100/5)					100年第3季(100/7)					100年第3季(100/9)					100年第4季(100/10)								
						I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計
畫眉科	台灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	留、不普	E	II	1	2	3		6	1	3		4						6	6	2			2				
畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	留、普	E				2	1	3																	1		
畫眉科	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	留、普	Es																							1		
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	留、普			4	2		5	4	15	15	16	8	20	16	75	47	6		29	9	91	7	5		19	23	54
八哥科	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	引、普							2				2		4				1	1								
鶲鴿科	西方黃鶲鴿	<i>Motacilla flava</i>	冬、普/ 過、普																1	1	4	6	2		1	12	15		
鶲鴿科	白鶲鴿	<i>Motacilla alba</i>	留、普/ 冬、普																										
鶲鴿科	大花鶲	<i>Anthus richardi</i>	冬、不普																										
鶲鴿科	樹鶲	<i>Anthus hodgsoni</i>	冬、普																										
鶲科	黑臉鶲	<i>Emberiza spodocephala</i>	冬、普																										
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	留、普			68	85	153	14			131	7	152	46				458	113	617	20			105	115	240		
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	留、普			13	7	20				21		21	2				48	29	79	6			12	50	68		
梅花雀科	白頭文鳥	<i>Lonchura maja</i>	引、稀																						5	5			
梅花雀科	黑頭文鳥	<i>Lonchura atricapilla</i>	留、稀														3			3						12	12		
物種數小計(S)						13	17	13	20	23	31	16	17	14	17	12	28	24	11	5	17	21	33	24	4	6	16	26	37
數量小計(N)						101	109	99	153	244	706	141	105	129	288	89	752	322	92	19	613	521	156	345	22	27	283	327	100
Shannon-Wiener's diversity index (H')						2.06	2.27	2.10	2.14	2.39	2.74	2.42	2.34	1.78	1.96	2.13	2.61	2.42	2.07	1.21	1.05	1.90	2.14	1.57	0.98	0.97	2.00	2.33	2.48
Shannon-Wiener's evenness index (E)						0.80	0.80	0.82	0.71	0.76	0.80	0.87	0.83	0.68	0.69	0.86	0.78	0.76	0.86	0.75	0.37	0.62	0.61	0.49	0.71	0.54	0.72	0.69	

註：

1.鳥類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自台灣鳥類名錄(中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會, 2011)、台灣野鳥圖鑑(王嘉雄等, 1991)、2008台灣物種多樣性II.物種名錄」(邵廣昭等, 2008)

出現頻率 普:普遍 不普:不普遍 稀:稀有

居留屬性 留:留鳥 夏:夏候鳥 冬:冬候鳥 過:過境鳥 引:引進種

特有性 E:特有種 Es:特有亞種

水鳥別 W:水鳥

2.保育等級依據行政院農業委員會於中華民國98年3月4日農林務字第0981700180號公告

I:瀕臨絕種之第一級保育類(Endangered Species)

II:珍貴稀有之第二級保育類(Rare and Valuable Species)

III:其他應予保育之第三級保育類(Other Conservation-Deserving Wildlife)

表 2.9.6 本案施工暨營運期間鳥類調查名錄（續 1）

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有性	水鳥類別	保育等級	100 年第 4 季(100/12)					101 年第 1 季(101/1)					101 年第 1 季(101/3)					
							I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV
雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	留、不普/冬、不普		W						0						0				1	1
鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	冬、普		W		4	1			5	1					1					0
鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	冬、普/夏、稀		W						0						0	2				2
鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	冬、普/夏、稀		W		2				2	1					1				2	2
鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	留、普/冬、不普/過、普		W		3	1	1	5	3					3	2	2	1		5	
鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	留、普		W						5	5				0	3			7	10	
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	留、普/冬、稀/過、稀		W		1	1	1	3						0	0				0	
鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	留、稀			II					0					0				2	2	
鷹科	大冠鷲	<i>Spilornis cheela</i>	留、普	Es		II					0					0	1				1	
鷹科	毛足鷲	<i>Buteo lagopus</i>	冬、稀			II	1				1					0					0	
隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>	冬、普			II	1			2	3	1	1		2	4					0	
隼科	遊隼	<i>Falco peregrinus</i>	留、稀/冬、不普/過、不普			I					0				1	1					0	
鶲科	蒙古鶲	<i>Charadrius mongolus</i>	冬、不普/過、普		W						0				0	2					2	
鶲科	鐵嘴鶲	<i>Charadrius leschenaultii</i>	冬、不普/過、普		W						0				0	1					1	
鶲科	東方環頸鶲	<i>Charadrius alexandrinus</i>	留、不普/冬、普		W		5	76	19		100	3	11			14	29	20	27		76	
鶲科	小環頸鶲	<i>Charadrius dubius</i>	留、稀/冬、普		W						7	7			13	13	4			7	11	
鶲科	磯鶲	<i>Actitis hypoleucos</i>	冬、普		W		1				1				0						0	
鶲科	黃足鶲	<i>Tringa brevipes</i>	過、普		W						0				0	1					1	
鶲科	青足鶲	<i>Tringa nebularia</i>	冬、普		W						0				0	2					2	
鶲科	斑尾鶲	<i>Limosa lapponica</i>	冬、稀/過、不普		W						0				0			1			1	
鶲科	黑腹濱鶲	<i>Calidris alpina</i>	冬、普		W		70		1		71				0						0	
三趾鶲科	棕三趾鶲	<i>Turnix suscitator</i>	留、普	Es			1				1				0	0					0	
鳩鵝科	野鵝	<i>Columba livia</i>	引進種、普				1	3	11	5	20	7			7	14	9		8	17		
鳩鵝科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	留、普	Es							0				0				12	12		
鳩鵝科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	留、普								13	11	24		1	18	19	6		51	57	
鳩鵝科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	留、普								3	2	5		1	1	2	2	2	2	6	
雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	留、普		Es			14			14				0						0	
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	留、普/過、不普		W						0				0	1	2				3	
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	冬、普/過、普			III	1		1	4	6	1			3	4			2	2	4	
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	留、普/過、稀		Es						1		1		1	1			3	3		
王鶲科	黑枕藍鶲	<i>Hypothymis azurea</i>	留、普	Es							2	2			0	2					2	
百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	留、普				1		1	2				0		6	3			9		
燕科	棕沙燕	<i>Riparia paludicola</i>	留、普		W						0				0	2					2	

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有性	水鳥類別	保育等級	100年第4季(100/12)					101年第1季(101/1)					101年第1季(101/3)						
							I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	夏、普/冬、普/過、普									0						0	9	13	10	5	37
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	留、普			4						4						0	28	3	5	6	42
鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	留、普	Es		11			31	19	61	12						12	3	27	27	5	169
鶲科	紅嘴黑鵯	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	留、普	Es								0						0	4				4
扇尾鶯科	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	留、普/過、稀									0						0			3	3	
扇尾鶯科	黃頭扇尾鶯	<i>Cisticola exilis</i>	留、不普	Es						2	2						0	12	1	5	9	27	
扇尾鶯科	斑紋鷦鷯	<i>Prinia crinigera</i>	留、普	Es		2	1	1	2		6						0	2	2	3	7		
扇尾鶯科	灰頭鷦鷯	<i>Prinia flaviventris</i>	留、普			1			1	1	3	1					1	10	5	5	7	27	
扇尾鶯科	褐頭鷦鷯	<i>Prinia inornata</i>	留、普	Es		8			9	17	34	3					4	7	14	28	5	27	
鶲科	粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	留、普	Es					17	25							24	24	15	9		24	
鶲科	黃尾鵠	<i>Phoenicurus auroreus</i>	冬、不普						2	2							0			1	1		
畫眉科	台灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	留、不普	E	II					0							0			1	1		
畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	留、普	E					2	4	6	2					4	6	2		2	4	
畫眉科	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	留、普	Es					0								0			1	1		
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	留、普			19			37	56	21	5					26	36		13	16	65	
八哥科	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	引進種、普						2	2							0				0		
鶲鴉科	西方黃鸝鴉	<i>Motacilla flava</i>	冬、普/過、普			10			2	13	25	4					5	3	12	3	9	11	
鶲鴉科	白鶲鴉	<i>Motacilla alba</i>	留、普/冬、普						1	1							0				0		
鶲鴉科	大花鶲	<i>Anthus richardi</i>	冬、不普						3	3							0				0		
鶲鴉科	樹鶲	<i>Anthus hodgsoni</i>	冬、普						2	2							1	3	4		0		
鶲科	黑臉鶲	<i>Emberiza spodocephala</i>	冬、普						0	1							1			2	2		
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	留、普			9			68	78	155						60	12	72	10	9	32	
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	留、普			13				13	25						7	32		13	16	29	
物種數小計(S)							20	7	5	16	22	37	15	3	0	11	12	23	28	13	8	17	43
數量小計(N)							105	166	23	201	183	678	86	17	0	115	78	296	254	74	52	187	271
Shannon-Wiener's diversity index (H')							2.59	1.10	0.70	2.00	2.17	2.66	2.07	0.81	0.00	1.51	2.19	2.55	2.78	2.20	1.45	2.11	2.56
Shannon-Wiener's evenness index (E)							0.86	0.56	0.44	0.72	0.70	0.74	0.77	0.74	無義值	0.63	0.88	0.81	0.84	0.86	0.70	0.75	0.83
註：																							
1.鳥類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自台灣鳥類名錄(中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會, 2011)、台灣野鳥圖鑑(王嘉雄等, 1991)、2008台灣物種多樣性 II.物種名錄」(邵廣昭等, 2008)																							
2.保育等級依據行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告																							
I :瀕臨絕種之第一級保育類(Endangered Species)、II:珍貴稀有之第二級保育類(Rare and Valuable Species)、III:其他應予保育之第三級保育類(Other Conservation-Deserving Wildlife)																							

出現頻率 普:普遍 不普:不普遍 稀:稀有

居留屬性 留:留鳥 夏:夏候鳥 冬:冬候鳥 過:過境鳥 引:引進種

特有性 E:特有種 Es:特有亞種

水鳥別 W:水鳥

表 2.9.6 本案施工暨營運期間鳥類調查名錄（續 2）

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有性	水鳥 類別	保育 等級	101 年第 2 季(101/4)					101 年第 2 季(101/5)					101 年第 3 季(101/7)							
							I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計
雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	留、不普/冬、不普	w						0	1											0		
鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	留、普/冬、不普/過、普	w			1		2	15	18	5	3				3	11	8	3	5	2	18	
鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	留、普	w					1	1	2	3										6	8	19
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	留、普/冬、稀/過、稀	w		1				1									0	3		1	4	
鷹科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	冬、不普	w	II	1					1								0				0	
鷹科	黑翅鸢	<i>Elanus caeruleus</i>	留、稀	w	II					1	1							0				0		
秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	留、普	w					2	2							1	1				0		
秧雞科	緋秧雞	<i>Porzana fusca</i>	留、普	w					0								1	1				0		
秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	留、普	w					0								0			1	1			
鶴科	蒙古鶴	<i>Charadrius mongolus</i>	冬、不普/過、普	w		5				5							0					0		
鶴科	鐵嘴鶴	<i>Charadrius leschenaultii</i>	冬、不普/過、普	w		2				2							0					0		
鶴科	東方環頸鶴	<i>Charadrius alexandrinus</i>	留、不普/冬、普	w		52	14	7		73	37	25	41				103	18	7	4		29		
鶴科	小環頸鶴	<i>Charadrius dubius</i>	留、稀/冬、普	w					7	7			1				2	3				0		
鶲科	反嘴鶲	<i>Xenus cinereus</i>	過、不普	w		1				1							0					0		
鶲科	黃足鶲	<i>Tringa brevipes</i>	過、普	w					0								1	1				0		
鶲科	青足鶲	<i>Tringa nebularia</i>	冬、普	w					0	1			1				2					0		
鶲科	紅胸濱鶲	<i>Calidris ruficollis</i>	冬、普	w		5				5							0					0		
三趾鶉科	棕三趾鶉	<i>Turnix suscitator</i>	留、普	Es					0								1	1				1		
燕鵙科	燕鵙	<i>Glareola maldivarum</i>	夏、普		III	2				2							0					0		
鳩鵠科	野鵠	<i>Columba livia</i>	引進種、普			8				20	28	2		2	0	9	13	8	5		13	26		
鳩鵠科	金背鳩	<i>Streptopelia orientalis</i>	留、普	Es					2	1	3						0					0		
鳩鵠科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	留、普			13	1	2	8	16	40	18	34	23	0	5	80	24	29	18	32	15	118	
鳩鵠科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	留、普			4			1	3	8					1	1	3	4	3	14	8	32	
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	留、普/過、不普	w		2				2				1			1	1					0	
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	冬、普/過、普		III				3	3							0					0		
伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	留、普						0								0			1	1			
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	留、普/過、稀	Es		1			2	2	5	1			2	1	4			9	11	20		
王鶲科	黑枕藍鶲	<i>Hypothymis azurea</i>	留、普	Es		5				5							0					0		
鶲科	樹鶲	<i>Dendrocitta formosae</i>	留、普	Es		2			2		4						0					0		
百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	留、普			6	8	9		23	4	7				11						0		
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	夏、普/冬、普/過、普			69			25	94	11	4	3	5	12	35	8	6	8	11	14	47		
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	留、普			21	21		13	55				1	1	7	9	14	4	6		40		
燕科	赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>	留、普						0							2	2		4	5	9			
鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	留、普	Es		59	16	22	56	70	223	14	5	4	21	12	56	16	10	14	15	22	77	

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有性 類別	水鳥 保育 等級	101年第2季(101/4)					101年第2季(101/5)					101年第3季(101/7)							
						I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計
鶲科	紅嘴黑鶲	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	留、普	Es		4	8	12			1	1										0	
扇尾鶯科	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	留、普/過、稀			1		8	20	29	1		2	3					2	3		2	
扇尾鶯科	黃頭扇尾鶯	<i>Cisticola exilis</i>	留、不普	Es		10	6	4	14	20	54	1	3	3	1	8	4	2	3	4	3	16	
扇尾鶯科	斑紋鷦鷯	<i>Prinia crinigera</i>	留、普	Es		5	9	8	8		30	1	2	4								0	
扇尾鶯科	灰頭鷦鷯	<i>Prinia flaviventris</i>	留、普			7	5	7	3	18	40	5	2	1		2	10	3	3	1	2	12	
扇尾鶯科	褐頭鷦鷯	<i>Prinia inornata</i>	留、普	Es		15	6	11	6	22	60	8	11	2	9	3	33	7	9	3	12	10	41
鶯科	粉紅鶲嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	留、普	Es		12	7			14	33				13	7	20					9	9
畫眉科	台灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	留、不普	E	II			1		1		2	1			3	1						1
畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	留、普	E		2				2					4	2	6			3	3		
畫眉科	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	留、普	Es		2		1	2	1	6					0							0
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	留、普			33	8	7	3	31	82	7	4		2	3	16			9	13	22	
八哥科	白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	引進種、普			2				1	3					0	2		5	3	10		
八哥科	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	引進種、普							4	3	7				0					0		
鵙鴉科	西方黃鵙鴉	<i>Motacilla flava</i>	冬、普/過、普			1			1	4	6				0							0	
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	留、普			40	12	21	31	104	14				73	67	154	10		68	64	142	
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	留、普						31	39	70				3	4	7	5		8	9	22	
梅花雀科	黑頭文鳥	<i>Lonchura atricapilla</i>	留、稀							4	4				0							0	
物種數小計(S)						31	13	11	23	25	43	15	14	12	15	23	32	17	11	10	21	18	26
數量小計(N)						389	106	90	201	370	1156	128	101	99	143	163	634	132	87	73	212	218	722
Shannon-Wiener's diversity index (H')						2.67	2.33	2.18	2.48	2.70	2.94	2.22	2.02	1.79	1.75	2.22	2.52	2.57	2.10	2.02	2.39	2.49	2.67
Shannon-Wiener's evenness index (E)						0.78	0.91	0.91	0.79	0.84	0.78	0.82	0.77	0.72	0.65	0.71	0.73	0.91	0.87	0.88	0.78	0.86	0.82

註：

1.鳥類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自台灣鳥類名錄(中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會, 2011)、台灣野鳥圖鑑(王嘉雄等, 1991)、2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(邵廣昭等, 2008)

出現頻率 普:普遍 不普:不普遍 稀:稀有

居留屬性 留:留鳥 夏:夏候鳥 冬:冬候鳥 過:過境鳥 引:引進種

特有性 E:特有種 Es:特有亞種

水鳥別 W:水鳥

2.保育等級依據行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告

I:瀕臨絕種之第一級保育類(Endangered Species)

II:珍貴稀有之第二級保育類(Rare and Valuable Species)

III:其他應予保育之第三級保育類(Other Conservation-Deserving Wildlife)

表 2.9.6 本案施工暨營運期間鳥類調查名錄（續 3）

科	中文名	學名	出現頻率與居留 屬性	特有 性	水鳥 類別	保育 等級	101 年第 3 季(101/9)					101 年第 4 季(101/10)					101 年第 4 季(101/12)							
							I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	
雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	留、不普/冬、不普		w														2				2	
鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	冬、普	w									3	1					4	3			47	50
鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	冬、普/夏、稀	w									3	2					5	10	2		29	41
鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	冬、普/夏、稀	w									2	8					10					
鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	留、普/冬、不普/過、普	w	3								3	25	19	4		3	51	3	2	1	91	97
鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	留、普	w	1		12		13				2	5			7						17	17
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	留、普/冬、稀/過、稀	w									2	1			3	1					4	5
鶲科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	冬、不普	w	II														1				2	3
鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	留、稀	II																			3	3
隼科	燕隼	<i>Falco subbuteo</i>	過、不普	II																			1	1
秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	留、普	w													2	2					3	3
鶲科	灰斑鶲	<i>Pluvialis squatarola</i>	冬、普	w																			18	18
鶲科	太平洋金斑鶲	<i>Pluvialis fulva</i>	冬、普	w																			51	51
鶲科	東方環頸鶲	<i>Charadrius alexandrinus</i>	留、不普/冬、普	w	7	6	11						24	16	10	2		28	73	24			278	375
鶲科	小環頸鶲	<i>Charadrius dubius</i>	留、稀/冬、普	w	1								1		3	2		5		11				11
鶲科	磯鶲	<i>Actitis hypoleucos</i>	冬、普	w																			1	3
鶲科	黃足鶲	<i>Tringa brevipes</i>	過、普	w																			2	2
鶲科	青足鶲	<i>Tringa nebularia</i>	冬、普	w														1					32	33
鶲科	三趾濱鶲	<i>Calidris alba</i>	冬、不普	w																			1	1
鶲科	黑腹濱鶲	<i>Calidris alpina</i>	冬、普	w																			405	405
三趾鶲科	棕三趾鶲	<i>Turnix suscitator</i>	留、普	Es																			1	2
鳩鴿科	野鵠	<i>Columba livia</i>	引進種、普		5		18	8	8	39				12		6	18	1					3	4
鳩鴿科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	留、普					1	74	19	94	2	8	5	55	31	101						54	17
鳩鴿科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	留、普		2			12	3	17	4				19	7	30						6	4
雨燕科	小雨燕	<i>Apus nipalensis</i>	留、普	Es																			12	12
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	留、普/過、不普	w																			1	2
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	冬、普/過、普	III	5	9	6	22	9	51	2	2	3	15	10	32	1					4	2	
伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	留、普																			1	1	
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	留、普/過、稀	Es					8		8					6	7	13					2	4
王鶲科	黑枕藍鶲	<i>Hypothymis azurea</i>	留、普	Es					1	1												1	1	
鶲科	樹鶲	<i>Dendrocitta formosae</i>	留、普	Es																3			3	
鶲科	喜鶲	<i>Pica pica</i>	留、普																			1	1	

科	中文名	學名	出現頻率與居留 屬性	特有 性	水鳥 類別	保育 等級	101年第3季(101/9)					101年第4季(101/10)					101年第4季(101/12)								
							I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V	合計	I	II	III	IV	V		
百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	留、普				1	2	3		6	1	2		1	4									
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	夏、普/冬、普/ 過、普				10	4	7		21				3	3					7	7			
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	留、普				10	6	14	18	8	56	10	7	19	14	5	55			29	29			
鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	留、普	Es			9	4	18	63	30	124	8	7	3	42	21	81	21		31	23	112	187	
鶲科	紅嘴黑鵯	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	留、普	Es																10	10				
葦鶯科	東方大葦鶯	<i>Acrocephalus orientalis</i>	冬、普																		1	1			
扇尾鶯科	黃頭扇尾鶯	<i>Cisticola exilis</i>	留、不普	Es			2			1		3						2		7	2		11		
扇尾鶯科	斑紋鶯鶯	<i>Prinia crinigera</i>	留、普	Es				1		1	1	3						1	1		1		3		
扇尾鶯科	灰頭鶯鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	留、普				2		2	2	6				5	1	6	5		3	8	3	19		
扇尾鶯科	褐頭鶯鶯	<i>Prinia inornata</i>	留、普	Es			9	4	3	24	5	45	3	5	2	19	8	37	12	4	2	30	7	15	70
鶯科	粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	留、普	Es			6				6		13				13				34	41	75		
鶲科	野鵠	<i>Luscinia calliope</i>	冬、不普/過、普															1	1		2	1	5		
鶲科	黃尾鵠	<i>Phoenicurus auroreus</i>	冬、不普															1	1	1	3	1	7		
鶲科	黑喉鵠	<i>Saxicola torquatus</i>	冬、不普/過、普																1		1				
鶲科	藍磯鶲	<i>Monticola solitarius</i>	留、稀/冬、普																	1	1				
鶲科	白腹鶲	<i>Turdus pallidus</i>	冬、普															2		1	6	9			
鶲科	赤腹鶲	<i>Turdus chrysolaus</i>	冬、普																	1		1			
畫眉科	台灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	留、不普	E	II			2		2															
畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	留、普	E																2	3	5			
畫眉科	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	留、普	Es																1		1			
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	留、普				56	8	12	26	102	18			8	7	33	25	12	9	22	18	64	150	
八哥科	白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	引進種、普							2	2											27	27		
八哥科	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	引進種、普				2		8		10	3	5				8				3	38	41		
鶲鴉科	西方黃鸝鴉	<i>Motacilla flava</i>	冬、普/過、普				2	1	1	2		6		1	1	4	3	9	3		12	16	16	47	
鶲鴉科	白鶲鴉	<i>Motacilla alba</i>	留、普/冬、普				1				1	1	2	1	1		5	1					1		
鶲科	黑臉鶲	<i>Emberiza spodocephala</i>	冬、普																	12	1	13			
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	留、普				35	12	128	50	225	27	18		96	85	226	26			24	127	416	593	
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	留、普				13	1	40	27	81	10	3		33	19	65	21			14			35	
物種數小計(S)							21	12	10	18	14	27	19	18	12	17	15	28	24	8	6	22	19	42	57
數量小計(N)							182	58	82	437	191	950	141	114	57	328	215	855	220	47	26	222	283	186	265
Shannon-Wiener's diversity index (H')							2.35	2.17	1.99	2.19	2.14	2.51	2.45	2.55	2.05	2.21	2.06	2.61	2.28	1.42	1.38	2.37	2.01	2.53	2.76
Shannon-Wiener's evenness index (E)							0.77	0.87	0.86	0.76	0.81	0.76	0.83	0.88	0.83	0.78	0.76	0.78	0.72	0.68	0.77	0.77	0.68	0.68	0.68

註：

1.鳥類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自台灣鳥類名錄(中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會, 2011)、台灣野鳥圖鑑(王嘉雄等, 1991)、2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(邵廣昭等, 2008)

出現頻率 普:普遍 不普:不普遍 稀:稀有

居留屬性 留:留鳥 夏:夏候鳥 冬:冬候鳥 過:過境鳥 引:引進種

特有性 E:特有種 Es:特有亞種

水鳥別 W:水鳥

2.保育等級依據行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告

II:珍貴稀有之第二級保育類(Rare and Valuable Species)

III:其他應予保育之第三級保育類(Other Conservation-Deserving Wildlife)

表 2.9.6 本案施工暨營運期間鳥類調查名錄（續 4）

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有 性	水鳥 類別	保育 等級	102 年第 1 季(102/1)						102 年第 1 季(102/3)									
							I	II	III	IV	V	VI	合計	I	II	III	IV	V	VI	合計		
雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	留、不普/冬、不普	w									3						3			
雁鴨科	小水鴨	<i>Anas crecca</i>	冬、普	w								4	4									
鷺科	蒼鶲	<i>Ardea cinerea</i>	冬、普	w		10						21	31	1	2				5	8		
鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	冬、普/夏、稀	w		6						29	35	18					9	27		
鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	留、普/冬、不普/過、普	w		11						36	47	6	3				8	17		
鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	留、普	w								5	5					1	1	2		
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	留、普/冬、稀/過、稀	w										1						1		
鷹科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	冬、不普	w	II							2	2						2	2		
鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	留、稀		II							1	1					1	1	4		
隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>	冬、普		II	1						1	2					1		1		
秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	留、普	w								1	1						2	2		
鶴科	灰斑鶴	<i>Pluvialis squatarola</i>	冬、普	w								32	32									
鶴科	東方環頸鶴	<i>Charadrius alexandrinus</i>	留、不普/冬、普	w		8	59					362	429	14	6	10			37	67		
鶴科	小環頸鶴	<i>Charadrius dubius</i>	留、稀/冬、普	w								15	15		4				20	28		
鶲科	磯鶲	<i>Actitis hypoleucos</i>	冬、普	w								2	2						4	4		
鶲科	青足鶲	<i>Tringa nebularia</i>	冬、普	w		1						31	32						14	14		
鶲科	三趾濱鶲	<i>Calidris alba</i>	冬、不普	w			6					6										
鶲科	黑腹濱鶲	<i>Calidris alpina</i>	冬、普	w		175						203	378									
三趾鶲科	棕三趾鶲	<i>Turnix suscitator</i>	留、普	Es								2	2									
鳩鵠科	野鴿	<i>Columba livia</i>	引進種、普			64						1	9	74	29				2	12	43	
鳩鵠科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	留、普			6						25	204	6	241	2			45	5	106	158
鳩鵠科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	留、普									6	4	4	14	3			1	5	1	10
鶲鴟科	領角鶲	<i>Otus lettia</i>	留、普	Es	II														1			
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	留、普/過、不普	w								1	1						1		1	
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	冬、普/過、普		III	3						3	2	6	14				1	1	3	5
伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	留、普									1			1							
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	留、普/過、稀	Es								1	2	3				3	1	2	6	
王鶲科	黑枕藍鶲	<i>Hypothymis azurea</i>	留、普	Es														1	2	2	5	
百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	留、普											2	6	3	1			12		
燕科	棕沙燕	<i>Riparia paludicola</i>	留、普	w										5						5		
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	夏、普/冬、普/過、普											3			4			29	36	
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	留、普									6	6	22		2	8	5	43	80		
燕科	赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>	留、普															20	20			
樹鶯科	日本樹鶯	<i>Cettia diphone</i>	冬、稀											1				1	2			

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有性	水鳥類別	保育等級	102年第1季(102/1)						102年第1季(102/3)						
							I	II	III	IV	V	VI	合計	I	II	III	IV	V	VI
鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	留、普	Es		46	2		47	31	42	168	74		2	36	30	106	248
鶲科	紅嘴黑鵯	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	留、普	Es									12			2	2	4	20
扇尾鶯科	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	留、普/過、稀													8	3	3	14
扇尾鶯科	黃頭扇尾鶯	<i>Cisticola exilis</i>	留、不普	Es		1		6	2			9	5			20	5	5	35
扇尾鶯科	斑紋鷦鷯	<i>Prinia crinigera</i>	留、普	Es									7	1	5	1	1		15
扇尾鶯科	灰頭鷦鷯	<i>Prinia flaviventris</i>	留、普			2		1	2	2	7	17	1	6	13	7	8	52	
扇尾鶯科	褐頭鷦鷯	<i>Prinia inornata</i>	留、普	Es		14	2	8	15	13	52	21	3	5	40	10	22	101	
鶲科	粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	留、普	Es				26	14	40	9					8	17		
鶲科	黃尾鶲	<i>Phoenicurus auroreus</i>	冬、不普			4		3	2	9	1					1	2		
鶲科	白腹鶲	<i>Turdus pallidus</i>	冬、普			12		3	6	6	27	8			5	6	4	23	
鶲科	赤腹鶲	<i>Turdus chrysolaus</i>	冬、普					1		1	2	1			1		1	3	
鶲科	斑點鶲	<i>Turdus eunomus</i>	冬、不普					1	1		2								
畫眉科	台灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	留、不普	E	II										1		2	3	
畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	留、普	E		5		4			9	4				4	8		
畫眉科	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	留、普	Es								8			1	2	3	14	
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	留、普			21		26	5	8	60	88		11	24	18	44	185	
八哥科	白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	引進種、普					8		4	12	2			7		9	18	
八哥科	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	引進種、普							12	12					6	6		
鶲鴝科	西方黃鶲鴝	<i>Motacilla flava</i>	冬、普/過、普			9		18	1	29	57	5			3		2	10	
鶲鴝科	白鶲鴝	<i>Motacilla alba</i>	留、普/冬、普			1					1								
鶲鴝科	大花鶲	<i>Anthus richardi</i>	冬、不普					1		1		1							
鶲科	黑臉鶲	<i>Emberiza spodocephala</i>	冬、普			1		2	8		11	7			1		4	12	
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	留、普			17		29	39	163	248	7			50	95	337	489	
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	留、普					61	20	31	112				7	16	118	141	
物種數小計(S)						21	5	0	22	19	32	44	31	8	8	30	20	42	49
數量小計(N)						243	244	0	255	380	1095	2217	386	26	44	292	217	1015	1980
Shannon-Wiener's diversity index (H')						2.42	0.75	0	2.34	1.76	2.30	2.69	2.70	1.91	1.91	2.59	2.06	2.50	2.81
Shannon-Wiener's evenness index (E)						0.79	0.47	無義值	0.76	0.60	0.66	0.71	0.79	0.92	0.92	0.76	0.69	0.67	0.72

註：

1.鳥類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自台灣鳥類名錄(中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會, 2011)、台灣野鳥圖鑑(王嘉雄等, 1991)、2008台灣物種多樣性II.物種名錄」(邵廣昭等, 2008)

出現頻率 普:普遍 不普:不普遍 稀:稀有

居留屬性 留:留鳥 夏:夏候鳥 冬:冬候鳥 過:過境鳥 引:引進種

特有性 E:特有種 Es:特有亞種

水鳥別 W:水鳥

2.保育等級依據行政院農業委員會於中華民國98年3月4日農林務字第0981700180號公告

II:珍貴稀有之第二級保育類(Rare and Valuable Species)、III:其他應予保育之第三級保育類(Other Conservation-Deserving Wildlife)

表 2.9.6 本案施工暨營運期間鳥類調查名錄（續 5）

科	中文名	學名	台灣	特有性	水鳥類別	保育等級	102 年第 2 季(102/4)						102 年第 2 季(102/5)							
							I	II	III	IV	V	VI	合計	I	II	III	IV	V	VI	合計
雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	留、不普/冬、不普	w			2		1				3	1		4			5	
鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	冬、普	w					3				3		1				1	
鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	冬、普/夏、稀	w			2	2					4		2			14	16	
鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	留、普/冬、不普/過、普	w			10	6	5	6	7	34	12	1	6	9		20	48	
鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	留、普	w						15	4	8	27				10	8	6	24
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	留、普/冬、稀/過、稀	w			5	3				4	12	9	1			18	28	
鷹科	黑翅鸢	<i>Elanus caeruleus</i>	留、稀		II								0				1	1		
秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	留、普	w									3	3			4	4		
鶴科	蒙古鶴	<i>Charadrius mongolus</i>	冬、不普/過、普	w									0				7	7		
鶴科	鐵嘴鶴	<i>Charadrius leschenaultii</i>	冬、不普/過、普	w									0				5	5		
鶴科	東方環頸鶴	<i>Charadrius alexandrinus</i>	留、不普/冬、普	w			10	13	9			5	37	23	13	29		78	143	
鶴科	小環頸鶴	<i>Charadrius dubius</i>	留、稀/冬、普	w					3			6	9			3	2	5		
長腳鶲科	高蹠鶲	<i>Himantopus himantopus</i>	留、不普/冬、普	w									0				6	6		
鶲科	磯鶲	<i>Actitis hypoleucos</i>	冬、普	w								2	4	6			5	5		
鶲科	黃足鶲	<i>Tringa brevipes</i>	過、普	w								0					82	82		
鶲科	青足鶲	<i>Tringa nebularia</i>	冬、普	w								4	6	10		1	9	10		
鶲科	鷺斑鶲	<i>Tringa glareola</i>	冬、普/過、普	w						4	2		6					0		
鶲科	紅胸濱鶲	<i>Calidris ruficollis</i>	冬、普	w								0			16		54	70		
鶲科	尖尾濱鶲	<i>Calidris acuminata</i>	過、普	w								0					47	47		
鶲科	黑腹濱鶲	<i>Calidris alpina</i>	冬、普	w								25	25					0		
三趾鶲科	棕三趾鶲	<i>Turnix suscitator</i>	留、普	Es					3			3				2		2		
彩鶲科	彩鶲	<i>Rostratula benghalensis</i>	留、普		w	II						0					1	1		
鷗科	小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>	留、不普/夏、不普	w	II							0	4				12	16		
鳩鵝科	野鵝	<i>Columba livia</i>	引、普				6		5			11	8		3		1	12		
鳩鵝科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	留、普				10	15	20	12	5	36	98	14	9	29	30	6	48	136
鳩鵝科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	留、普				3	2	6	2	1	5	19	1		6	2		8	17
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	留、普/過、不普	w								1	1				2	2		
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	冬、普/過、普	III						1	2	1	4				2	2		
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	留、普/過、稀		Es				2		6	5	8	21	2	1	2	3	9	17
鴉科	樹鵲	<i>Dendrocitta formosae</i>	留、普	Es								5	5				6	6		
鴉科	喜鵲	<i>Pica pica</i>	留、普									0					4	4		
百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	留、普	W			2	4	2			8	4	3	5			12		
燕科	棕沙燕	<i>Riparia paludicola</i>	留、普									0	1				3	4		
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	夏、普/冬、普/過、普				1		19	6	23	49	19	2	1	1	5	43	71	
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	留、普				4	2	8	14	5	12	45	8	9	5	18	4	53	97

科	中文名	學名	台灣	特有性	水鳥類別	保育等級	102年第2季(102/4)						102年第2季(102/5)							
							I	II	III	IV	V	VI	合計	I	II	III	IV	V	VI	合計
燕科	赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>	留、普					2		3	5						5	5		
鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	留、普	Es			32	10	27	58	40	48	215	53	13	22	49	30	55	222
鶲科	紅嘴黑鵯	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	留、普	Es			2			5	7	6	20	8			2	6		16
扇尾鶲科	棕扇尾鶲	<i>Cisticola juncidis</i>	留、普/過、稀							8	2	6	16				15	2	8	25
扇尾鶲科	黃頭扇尾鶲	<i>Cisticola exilis</i>	留、不普	Es			2	2		6	5	3	18	6	1		26	7	14	54
扇尾鶲科	斑紋鷦鷯	<i>Prinia crinigera</i>	留、普	Es				1		2			3	3	1	4	1	1		10
扇尾鶲科	灰頭鷦鷯	<i>Prinia flaviventris</i>	留、普				5	2	1	6	1	5	20	11	4	3	11	3	12	44
扇尾鶲科	褐頭鷦鷯	<i>Prinia inornata</i>	留、普	Es			10	7	2	13	5	18	55	10	3	5	17	6	40	81
鶲科	粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	留、普	Es			6	15					21	23						23
畫眉科	大陸畫眉	<i>Garrulax canorus</i>	引、不普		II								0	1						1
畫眉科	台灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	留、不普	E	II			1					1			1				1
畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	留、普	E									3	3						2
畫眉科	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	留、普	Es									1	2	3					1
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	留、普				21			6	3	6	36	29			5	5	6	45
八哥科	白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	引、普				4			3	2	14	23	4			1	1	7	13
八哥科	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	引、普										5	5						23
鶲鴉科	西方黃鶲鴉	<i>Motacilla flava</i>	冬、普/過、普							5		2	7							10
鶲鴉科	白鶲鴉	<i>Motacilla alba</i>	留、普/冬、普			1							1							0
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	留、普			22			28	36	129	215	30			42	30	122	224	
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	留、普				6	15	18	16	55	14		2	21	16	12	65		
梅花雀科	黑頭文鳥	<i>Lonchura atricapilla</i>	留、稀									0				13		13		
物種數小計(S)							17	18	13	26	21	32	43	22	16	16	22	18	43	53
數量小計(N)							154	90	92	247	157	425	1165	292	67	137	285	136	867	1784
Shannon-Wiener's diversity index (H')							2.50	2.49	2.11	2.76	2.40	2.70	2.94	2.73	2.33	2.26	2.61	2.40	3.11	3.19
Shannon-Wiener's evenness index (E)							0.88	0.86	0.82	0.85	0.79	0.78	0.78	0.88	0.84	0.81	0.85	0.83	0.80	

註：

1.鳥類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自台灣鳥類名錄(中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會, 2011)、台灣野鳥圖鑑(王嘉雄等, 1991)、2008台灣物種多樣性II.物種名錄」(邵廣昭等, 2008)

出現頻率 普:普遍 不普:不普遍 稀:稀有

居留屬性 留:留鳥 夏:夏候鳥 冬:冬候鳥 過:過境鳥 引:引進種

特有性 E:特有種 Es:特有亞種

水鳥別 W:水鳥

2.保育等級依據行政院農業委員會於中華民國98年3月4日農林務字第0981700180號公告

II:珍貴稀有之第二級保育類(Rare and Valuable Species)

III:其他應予保育之第三級保育類(Other Conservation-Deserving Wildlife)

表 2.9.6 本案施工暨營運期間鳥類調查名錄（續 6）

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有性	水鳥類別	保育等級	102 年第 3 季(102/7)						102 年第 3 季(102/9)							
							I	II	III	IV	V	VI	合計	I	II	III	IV	V	VI	
鶲科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	留、普/冬、不普/過、普	w			8	6	3	4	11	32	3	2	2	4	37	48		
鶲科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	留、普	w					8	3	5	16					18	11	29	
鶲科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	留、普/冬、稀/過、稀	w			2				3	5	1	2			2	5		
鶲科	埃及聖鶲	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	引、不普	w							0						5	5		
鷹科	黑翅鳶	<i>Elanus caeruleus</i>	留、稀		II				1	1		2					0			
秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	留、普	w							0						3	3		
鵝科	東方環頸鵝	<i>Charadrius alexandrinus</i>	留、不普/冬、普	w			5	2	3		3	20	33	5	2		5	12		
鵝科	小環頸鵝	<i>Charadrius dubius</i>	留、稀/冬、普	w							0					2	3	5		
長腳鶲科	高蹠鶲	<i>Himantopus himantopus</i>	留、不普/冬、普	w							0					4	4			
鶲科	青足鶲	<i>Tringa nebularia</i>	冬、普	w							0					12	12			
鶲科	鷹斑鶲	<i>Tringa glareola</i>	冬、普/過、普	w							0					10	10			
鶲科	赤足鶲	<i>Tringa totanus</i>	冬、普	w							0					2	2			
鳩鵝科	野鵝	<i>Columba livia</i>	引、普						3	5	8					3	3			
鳩鵝科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	留、普				12	5	6	24	20	35	102	3	2	15	24	30	76	
鳩鵝科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	留、普						8	11	29	48	2			16	17	23	58	
鶲鴞科	領角鴞	<i>Otus lettia</i>	留、普	Es	II						0					1		1		
夜鷹科	台灣夜鷹	<i>Caprimulgus affinis</i>	留、普	Es							0	4	2				6			
伯勞科	紅尾伯勞	<i>Lanius cristatus</i>	冬、普/過、普		III						0					2	4	3	9	
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	留、普/過、稀	Es					6	6	14	26	1			3	7	9	20	
鶲科	樹鶲	<i>Dendrocitta formosae</i>	留、普	Es					5		3	8				3		6	9	
鶲科	喜鶲	<i>Pica pica</i>	留、普							2	2						0			
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	夏、普/冬、普/過、普				1			15	6	25	47				14	14		
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	留、普				5	3	2	11	5	17	43	3	2	5	6	7	19	42
燕科	赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>	留、普							3	3						6	6		
鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	留、普	Es			27	20	10	36	25	44	162	7	2	3	25	30	36	103
鶲科	紅嘴黑鶲	<i>Hypsipetes leucocephalus</i>	留、普	Es					6		6						2	2		
扇尾鶲科	黃頭扇尾鶲	<i>Cisticola exilis</i>	留、不普	Es			2	2		3		5	12				3	3		
扇尾鶲科	斑紋鶲鶯	<i>Prinia crinigera</i>	留、普	Es					1		1						0			
扇尾鶲科	灰頭鶲鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	留、普				1	1	2	3	2	8	17			2	5	7		
扇尾鶲科	褐頭鶲鶯	<i>Prinia inornata</i>	留、普	Es			5	3	3	18	10	15	54	2		15	7	12	36	
鶲科	粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	留、普	Es							0					7	7			
畫眉科	台灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	留、不普	E	II					1		1					0			
畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	留、普	E							2	2				2	4	2	8	
繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	留、普					11	6	13	30				9	5	16	30		
八哥科	白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	引、普						3	4	7	2				3	3	6	14	

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有性	水鳥類別	保育等級	102年第3季(102/7)						102年第3季(102/9)							
							I	II	III	IV	V	VI	合計	I	II	III	IV	V	VI	合計
鵙科	西方黃鶺鴒	<i>Motacilla flava</i>	冬、普/過、普										0				2	3	5	
鵙科	白鶺鴒	<i>Motacilla alba</i>	留、普/冬、普										0				2	2		
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	留、普				27	3		32	36	73	171	35			16	42	58	151
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	留、普				7			6	15	17	45				8	14	22	
物種數小計(S)							12	9	7	18	17	22	26	12	7	4	15	15	33	35
數量小計(N)							102	45	29	198	156	353	883	68	14	12	122	180	373	769
Shannon-Wiener's diversity index (H')							2.03	1.78	1.77	2.52	2.39	2.65	2.59	1.78	1.95	1.31	2.34	2.31	3.03	2.86
Shannon-Wiener's evenness index (E)							0.82	0.81	0.91	0.87	0.85	0.86	0.80	0.72	1.00	0.94	0.86	0.85	0.87	0.80

註：

1.鳥類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自台灣鳥類名錄(中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會, 2011)、台灣野鳥圖鑑(王嘉雄等, 1991)、2008 台灣物种多样性II.物种名錄」(邵廣昭等, 2008)

出現頻率 普:普遍 不普:不普遍 稀:稀有

居留屬性 留:留鳥 夏:夏候鳥 冬:冬候鳥 過:過境鳥 引:引進種

特有性 E:特有種 Es:特有亞種

水鳥別 W:水鳥

2.保育等級依據行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告

II:珍貴稀有之第二級保育類(Rare and Valuable Species)

III:其他應予保育之第三級保育類(Other Conservation-Deserving Wildlife)

表 2.9.7 本案施工暨營運期間蝙蝠類調查名錄

科	中名	學名	出現頻率	特有類別	102 年 1 月(施工 中)	102 年 3 月(施工 中)	合計	102 年 4 月(營運)	102 年 5 月(營運)	合計	102 年 7 月(營運)	102 年 9 月(營運)	合計
蝙蝠科	堀川氏棕蝠	<i>Eptesicus serotinus horikawai</i>	C	Es				5	5	5	6	3	9
蝙蝠科	東亞摺翅蝠	<i>Miniopterus schreibersii fuliginosus</i>	C					3		3			
蝙蝠科	長趾鼠耳蝠	<i>Myotis sp.2</i>	C	?		11	11	4	23	27	25	9	34
蝙蝠科	東亞家蝠	<i>Pipistrellus abramus</i>	C					5	6	11	38	4	42
蝙蝠科	高頭蝠	<i>Scotophilus kuhlii</i>	C			3	3	30		30			
物種數小計(S)					0	2	2	4	3	5	3	3	3
數量小計(N)					0	14	14	42	34	76	69	16	85
Shannon-Wiener's diversity index (H')					0	0.52	-	0.91	0.85	-	0.91	0.98	-
Shannon-Wiener's evenness index (E)					-	0.75	-	0.65	0.78	-	0.83	0.90	-

註：

生息狀態與特有類別參考自祁偉廉(2008)所著「台灣哺乳動物」、鄭錫奇等(2010)所著「臺灣蝙蝠圖鑑」

出現頻率 C:普遍

特有類別 Es:特有亞種 ? :分類地位未明

表 2.9.8 本案施工及營運期間陸域生態監測結果摘要表

時間 類別	鳥類		
	科	種	隻次
100 年第 2 季(100/5)	18	31	706
100 年第 3 季(100/7)	18	28	752
100 年第 3 季(100/9)	23	33	1,567
100 年第 4 季(100/10)	20	37	1,004
100 年第 4 季(100/12)	23	37	678
101 年第 1 季(101/1)	15	23	296
101 年第 1 季(101/3)	22	43	838
101 年第 2 季(101/4)	24	43	1,156
101 年第 2 季(101/5)	19	32	634
101 年第 3 季(101/7)	16	26	722
101 年第 3 季(101/9)	17	27	950
101 年第 4 季(101/10)	17	28	855
101 年第 4 季(101/12)	30	57	2,659
102 年第 1 季(102/1)	26	44	2,217
102 年第 1 季(102/3)	29	49	1,980
102 年第 2 季(102/4)	22	43	1,165
102 年第 2 季(102/5)	26	53	1,784
102 年第 3 季(102/7)	14	26	883
102 年第 3 季(102/9)	22	35	769

時間 類別	哺乳類(蝙蝠)		
	科	種	隻次
102 年第 1 季 (102/1)	0	0	0
102 年第 1 季 (102/3)	1	2	14
102 年第 2 季 (102/4)	1	4	42
102 年第 2 季 (102/5)	1	3	34
102 年第 3 季 (102/7)	1	3	69
102 年第 3 季 (102/9)	1	3	16

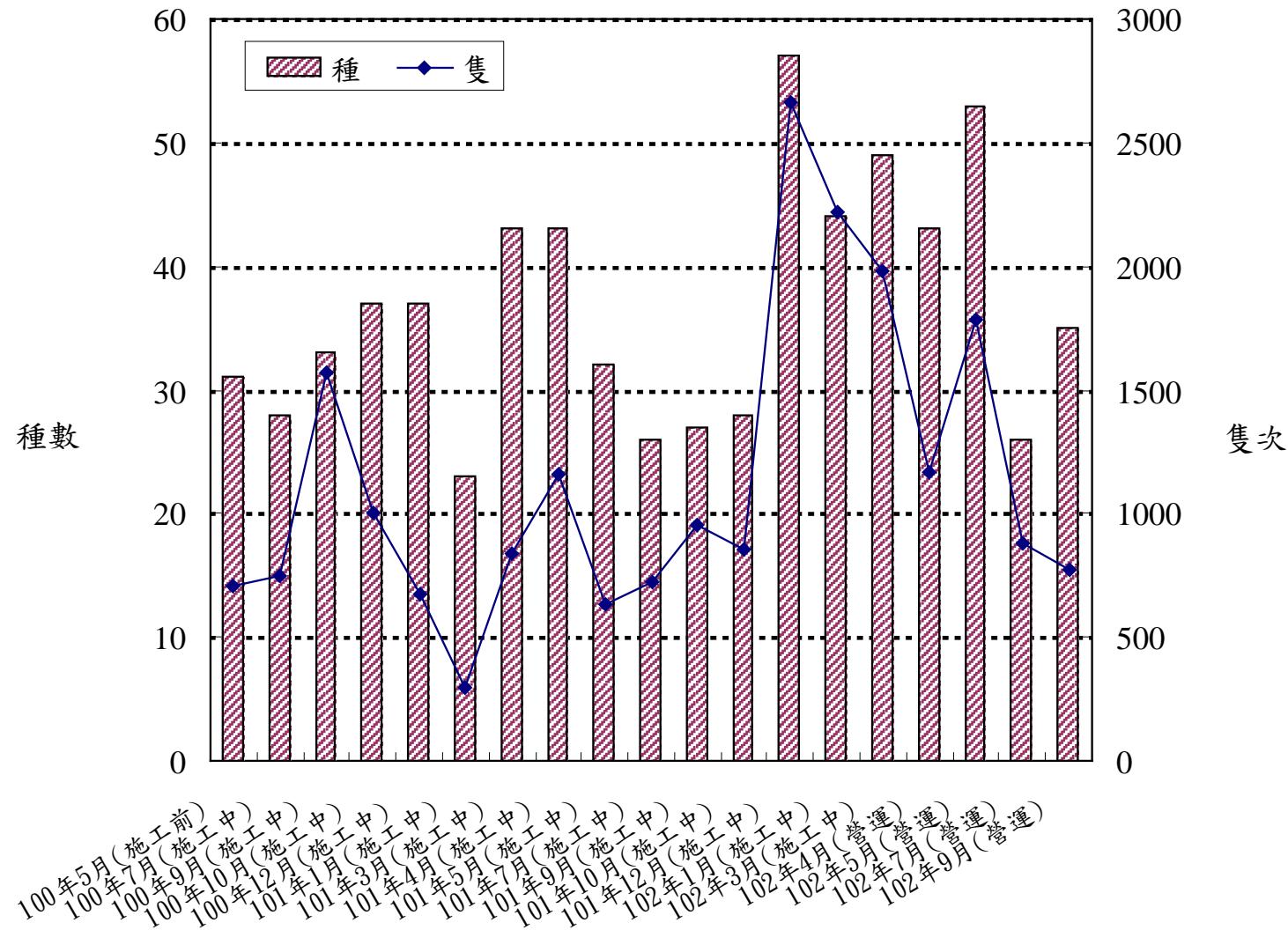


圖 2.9.1 本案歷次鳥類監測紀錄比較圖

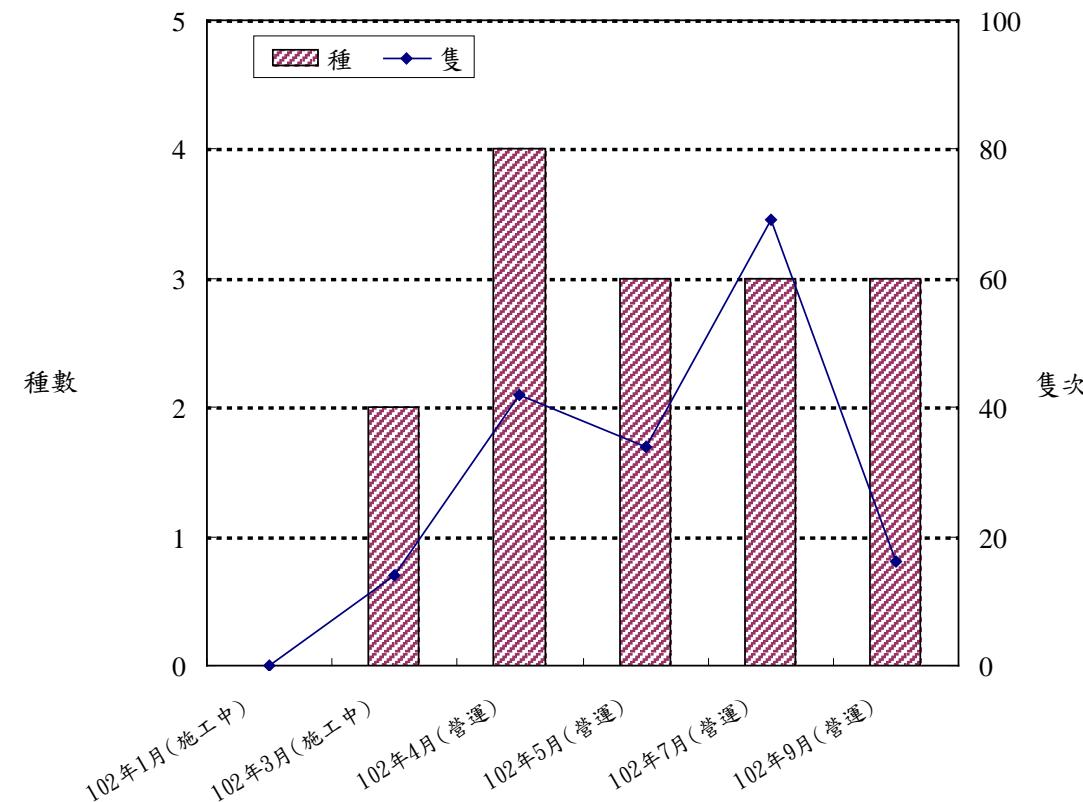


圖 2.9.2 本案歷次蝙蝠類監測紀錄比較圖

表 2.9.9 指標物種粉紅鸚嘴歷次監測數量比較表

區域 時間	I	II	III	IV	V	VI
100 年 5 月(施工前)	0	0	0	8	13	-
100 年 7 月(施工中)	13	7	0	0	11	-
100 年 9 月(施工中)	14	0	0	0	0	-
100 年 10 月(施工中)	15	14	0	11	0	-
100 年 12 月(施工中)	8	0	0	17	0	-
101 年 1 月(施工中)	0	0	0	24	0	-
101 年 3 月(施工中)	15	0	9	0	0	-
101 年 4 月(施工中)	12	7	0	0	14	-
101 年 5 月(施工中)	0	0	0	13	7	-
101 年 7 月(施工中)	0	0	0	0	9	-
101 年 9 月(施工中)	6	0	0	0	0	-
101 年 10 月(施工中)	0	13	0	0	0	-
101 年 12 月(施工中)	0	0	0	0	34	41
102 年 1 月(施工中)	14	2	0	8	15	13
102 年 3 月(施工中)	21	3	5	40	10	22
102 年 4 月(營運)	10	7	2	13	5	18
102 年 5 月(營運)	10	3	5	17	6	40
102 年 7 月(營運)	0	0	0	0	0	0
102 年 9 月(營運)	0	0	0	0	0	7

註：101 年 12 月增加 VI 區的監測，監測範圍已涵蓋本次變更後 28 座風機機組。

表 2.9.10 指標物種黃頭扇尾鶯歷次監測數量比較表

區域 時間	I	II	III	IV	V	VI
100 年 5 月(施工前)	1	3	1	5	5	-
100 年 7 月(施工中)	3	2	2	8	2	-
100 年 9 月(施工中)	0	0	0	1	0	-
100 年 10 月(施工中)	0	0	0	2	0	-
100 年 12 月(施工中)	0	0	0	0	2	-
101 年 1 月(施工中)	0	0	0	0	0	-
101 年 3 月(施工中)	12	1	0	5	9	-
101 年 4 月(施工中)	10	6	4	14	20	-
101 年 5 月(施工中)	1	3	0	3	1	-
101 年 7 月(施工中)	4	2	3	4	3	-
101 年 9 月(施工中)	2	0	0	1	0	-
101 年 10 月(施工中)	0	0	0	0	0	-
101 年 12 月(施工中)	2	0	0	7	2	0
102 年 1 月(施工中)	1	0	0	6	2	0
102 年 3 月(施工中)	5	0	0	20	5	5
102 年 4 月(營運)	2	2	0	6	5	3
102 年 5 月(營運)	6	1	0	26	7	14
102 年 7 月(營運)	2	2	0	3	0	5
102 年 9 月(營運)	0	0	0	0	0	3

註：101 年 12 月增加 VI 區的監測，監測範圍已涵蓋本次變更後 28 座風機機組。

表 2.9.11 指標物種東方環頸鶲歷次監測數量比較表

區域 時間	I	II	III	IV	V	VI
100 年 5 月(施工前)	23	32	34	0	0	-
100 年 7 月(施工中)	21	23	69	0	0	-
100 年 9 月(施工中)	68	3	0	0	0	-
100 年 10 月(施工中)	220	0	0	0	0	-
100 年 12 月(施工中)	5	76	19	0	0	-
101 年 1 月(施工中)	3	11	0	0	0	-
101 年 3 月(施工中)	29	20	27	0	0	-
101 年 4 月(施工中)	52	14	7	0	0	-
101 年 5 月(施工中)	37	25	41	0	0	-
101 年 7 月(施工中)	18	7	4	0	0	-
101 年 9 月(施工中)	7	6	11	0	0	-
101 年 10 月(施工中)	16	10	2	0	0	-
101 年 12 月(施工中)	73	24	0	0	0	278
102 年 1 月(施工中)	8	59	0	0	0	362
102 年 3 月(施工中)	14	6	10	0	0	37
102 年 4 月(營運)	10	13	9	0	0	5
102 年 5 月(營運)	23	13	29	0	0	78
102 年 7 月(營運)	5	2	3	0	3	5
102 年 9 月(營運)	5	2	0	0	0	5

註：101 年 12 月增加 VI 區的監測，監測範圍已涵蓋本次變更後 28 座風機機組。

表 2.9.12 指標物種褐頭鷦鷯歷次監測數量比較表

區域 時間	I	II	III	IV	V	VI
100 年 5 月(施工前)	3	6	5	7	5	-
100 年 7 月(施工中)	6	7	7	9	0	-
100 年 9 月(施工中)	13	12	3	11	17	-
100 年 10 月(施工中)	8	0	2	9	14	-
100 年 12 月(施工中)	8	0	0	9	17	-
101 年 1 月(施工中)	3	0	0	4	7	-
101 年 3 月(施工中)	28	5	2	9	27	-
101 年 4 月(施工中)	15	6	11	6	22	-
101 年 5 月(施工中)	8	11	2	9	3	-
101 年 7 月(施工中)	7	9	3	12	10	-
101 年 9 月(施工中)	9	4	3	24	5	-
101 年 10 月(施工中)	3	5	2	19	8	-
101 年 12 月(施工中)	12	4	2	30	7	15
102 年 1 月(施工中)	14	2	0	8	15	13
102 年 3 月(施工中)	21	3	5	40	10	22
102 年 4 月(營運)	10	7	2	13	5	18
102 年 5 月(營運)	10	3	5	17	6	40
102 年 7 月(營運)	5	3	3	18	10	15
102 年 9 月(營運)	2	0	0	15	7	12

註：101 年 12 月增加 VI 區的監測，監測範圍已涵蓋本次變更後 28 座風機機組。

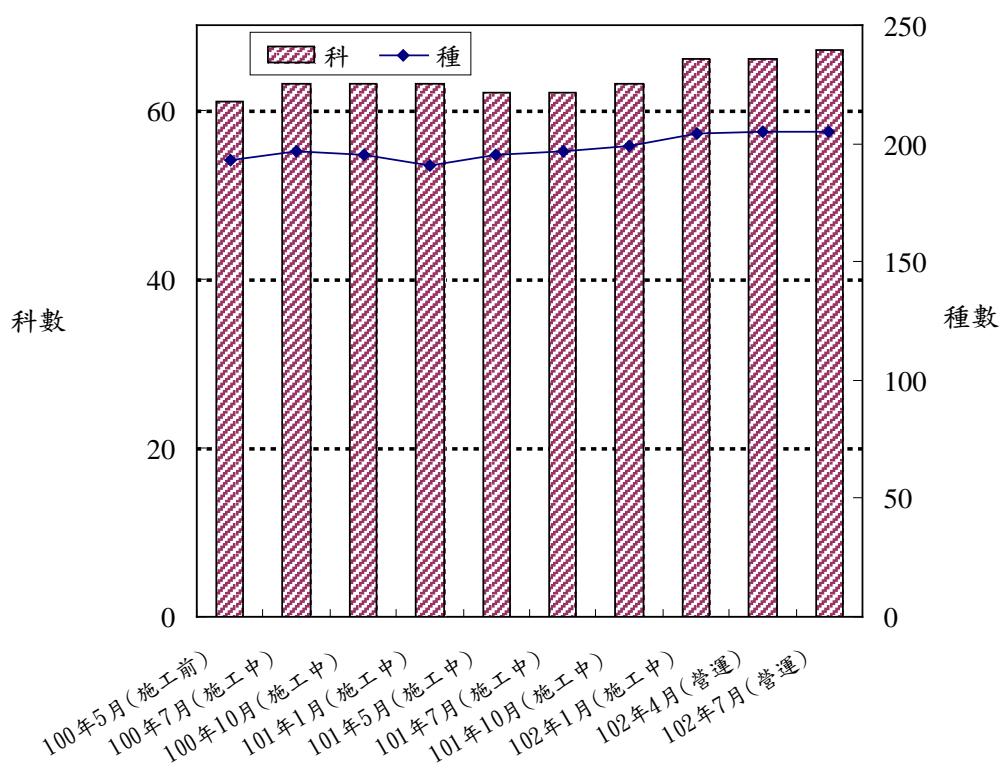


圖 2.9.3 本案歷次陸域植物監測紀錄比較圖

表 2.9.13 本案 102 年第 3 季植物生態調查之歸隸屬性統計表 (102/7)

物種 歸隸特性		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	合計
類別	科數	5	1	50	11	67
	屬數	5	1	132	39	177
	種數	5	1	153	46	205
型態	喬木	0	1	21	1	23
	灌木	0	0	26	5	31
	藤本	0	0	33	2	35
	草本	5	0	73	38	116
屬性	特有	0	0	4	2	6
	原生	4	0	92	25	121
	歸化	1	0	32	7	40
	栽培	0	1	25	12	38
稀有		0	0	1	0	1

日期：102 年 9 月 27 日

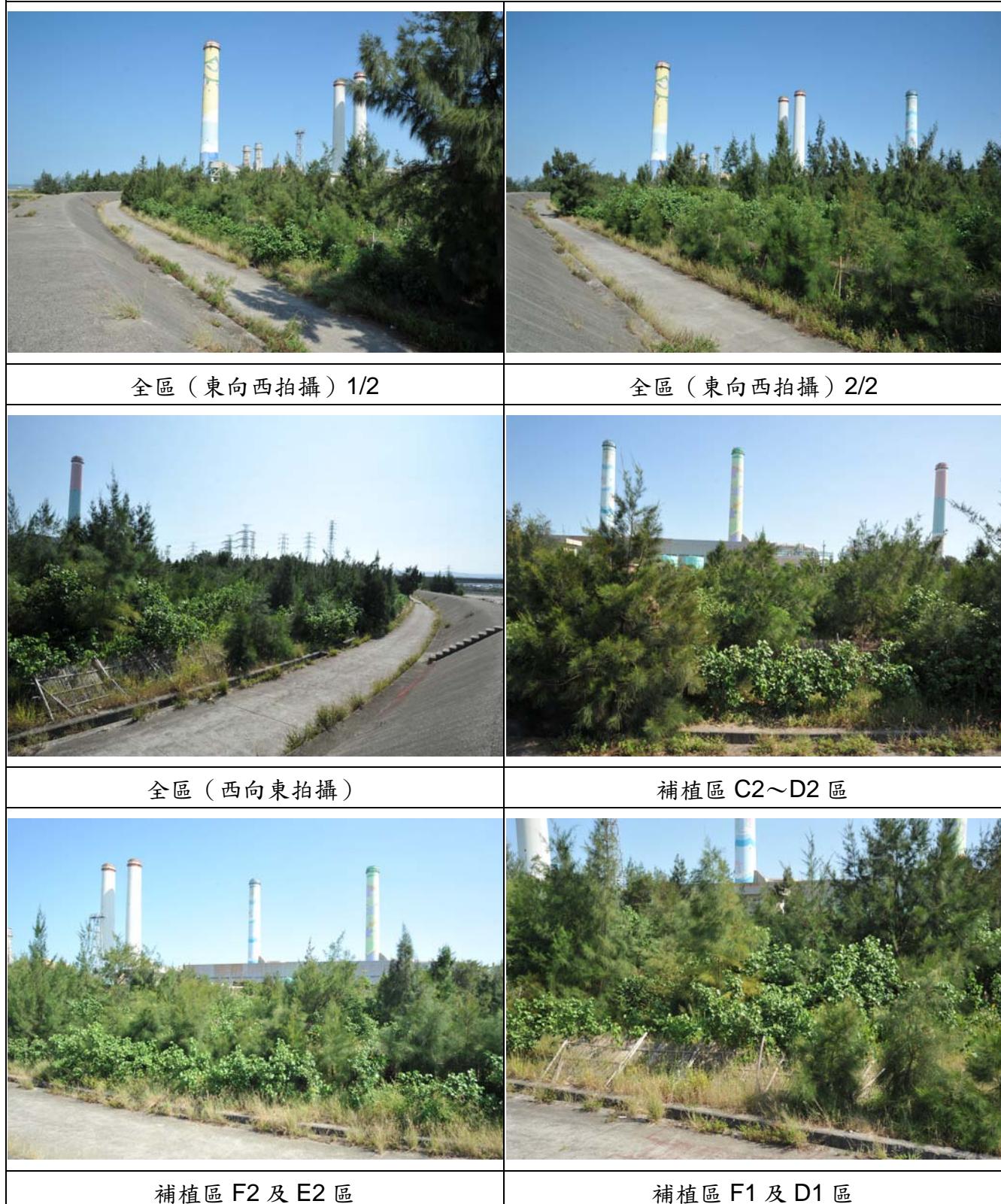


圖 2.9.4 本案於通霄鎮海濱段 864 地號第一期防風林補植現況



圖 2.9.5 本案於桃園縣桃園科技工業區原海水淡化廠第二期防風林補植現況

第三章 本次變更後環境影響差異分析

3.1 施工期間空氣品質與碳排放量說明

一、空氣品質（摘錄環境影響說明書第 7.1.5 節）

本計畫開發特性為極低強度之點狀開發，面積極小，且每座施工時間開挖澆置混凝土約 2 週左右，時間極短，即可回填覆蓋，進行綠美化工程，故推估本開發計畫施工對空氣品質之不利影響應極為有限。依據本計畫之施工特性，本計畫施工可能產生空氣污染物之施工行為主要為風力機基礎之開挖、施工道路及運輸車次，相關污染量推估分述如下：

1.施工機具排放廢氣

施工機具排放係以高峰時期3座基礎開挖期間參與施工之機具數量為主，包括打樁機、吊車、挖土機、運輸卡車（含灑水車）等，並引用AP-42列示之排放係數，推得TSP、SO_X、NO_X、CO之排放係數及排放量，各工程之機具排放量詳如表3.1.1所示。

2.運輸車輛排放廢氣

本計畫施工期間之運輸車次主要以混凝土澆置及施工人員通勤旅次所產生之運輸車次，本次變更後施工期間最大車流量發生於第56及A01號風機回填工程，車流量每小時為23.2PCU/hr（請參第2.4節），依據公路總局統計資料顯示，台61之交通現況流量大多超過2,000PCU/hr，本計畫僅佔1.16%，比例甚少，對原有之空氣污染所造成之增量輕微，故應可予以忽略。

3.土木工程逸散揚塵

計畫區於開發期間，因土木施工所造成之揚塵依「空氣污染總量管制制度推行先期作業及空氣污染排放量推估標準方法建立計畫」（行政院環保署，民國88年）之土木施工揚塵推估：

- (1) 排放量 = 排放係數 × 活動強度 × 控制因子
- (2) 排放係數 = 取適用於計畫區開發之TSP排放係數
- (3) 活動強度 = 作業面積；
- (4) 控制因子 = 一般控制因子乃指防制效率，係參考『營建工程逸散粉塵

量推估及其污染防治措施評估』(行政院環保署，民國85年6月)(表3.1.2)。

適用於本工程開發之TSP排放係數採 $0.239\text{Kg}/\text{m}^2/\text{月}$ (管線開挖工程)，活動強度以單一風機基座開挖裸露面積為基準，基座面積最大為 $25\text{m}\times 25\text{m}=625\text{m}^2$ ，若未考慮控制技術之防制效率，則計畫區每基座每月之TSP最大排放量為149.4公斤。

施工期間每日上、下午於施工區之裸露地表及車行路面確實灑水一次，再輔以一般行政管理措施(如土石運輸車輛覆蓋不透氣防塵塑膠布等)以降低土木施工揚塵排放對附近區域的影響，其防制效率預估約為60%；另假設本工程每月之實際工作天數為22日，每日工作以8小時計，則估計在1個基座由土木施工所造成之TSP最大排放量為 $339.6\text{g}/\text{hr}$ ，3個基座同時施工時之最大排放量為 $1,018.8\text{g}/\text{hr}$ 。

本次變更後機組之施工工序與本計畫已設置完成之機組相同，可能與此區域其他尚未設置之機組同時進行施工，且同時施工之機組數量最多亦為3座，依據環境影響說明書所推估之污染量亦相當輕微，因此本次變更前後對於空氣品質環境影響應維持不變。

表 3.1.1 本計畫施工期間各項機具及施工面逸散排放量推估

一、各機具污染物排放量		排放係數 (g/hr/輛)				
施工機具種類 ^{註3}	數量	TSP	SO _X ^{註1}	NO _X	NO ₂ ^{註2}	CO
打樁機	2	22.7	30.5	392.9	39.3	138.0
吊車	2	50.7	62.3	570.7	57.1	157.0
挖土機	2	184	210	1,740.7	174.1	568.2
運輸卡車 (含灑水車)	2	77.9	82.5	858.2	85.8	259.6
總排放量 (g/hr)	-	670.6	122.6	7,125.0	712.5	2,245.6
二、施工面逸散性污染物排放量 (g/hr)		666.2 ^{註4}	—	—	—	—
合計 (g/hr)		1,336.8 ^{註4}	770.6	7,125.0	712.5	2,245.6
ISC3輸入排放量 ^{註3} (g/s/m ²)		施工區 3.579×10 ⁻⁴ 聯絡道路 1.010×10 ⁻⁴	2.378×10 ⁻⁴	2.199×10 ⁻³	2.199×10 ⁻⁴	6.931×10 ⁻⁴

註 1：自民國 87 年 7 月 1 日起，含硫量超過 0.05% 之柴油為易致空氣污染之物質，應予管制使用及販賣。由於 U.S. EPA AP-42 排放係數彙編 (1985) 中係以含硫量 0.22% 為推估基準，本計畫中已修正為國內之含硫量百分比 (0.05%)。

註 2：依據 U.S. EPA (1982) 之量測報告，柴油排氣中 NO/NO_X 之比率約為 0.73~0.93 (視引擎運轉程度而定)，本計畫假設施工時機具引擎均處於運轉狀態，NO/NO_X 取 0.9。

註 3：本表之施工機具係為高峰時期三座基礎開挖所使用之機具。

註 4：含機組施工區與聯絡道路排放量；其中機組施工區合計 TSP 排放量 1,159.5 g/hr，連接道路 TSP 排放量 177.3 g/hr。

資源來源：本計畫環境影響說明書第 7.1.5 節之表 7.1.5-1，p.7-38。

表 3.1.2 本計畫營建工程不同措施之防塵效率綜合評估表

防制措施	措施內容	防塵效率 (%)		備註
		範圍	平均	
灑水噴霧措施	車行無鋪面道路	30~70	50	經常性灑水
	車行鋪面道路	70~90	80	
	儲料堆棄土區	50~75	60	
	運土作業/頃卸作業	20~50	35	
	裸露地表	40~65	50	
	砂石場	30~50	40	
防塵罩（網）措施	網徑 1mm， $nx/L=0.2$	<20	15	粉塵粒徑<100μm
	網徑 0.5mm， $nx/L=0.33$	<30	30	粉塵粒徑<100μm
	不透氣之防塵塑膠布	80~100	90	
防塵屏措施	一般營建工程	10~70	40	
集塵系統	重力沉降室	50~80	70	需配合 收集導管
	慣性衝擊板	70~90	80	
	離心式集塵器	70~95	90	
	袋式集塵器	95~99	97	
	文式洗塵器	90~99	95	
	噴淋式洗塵器	80~90	85	
管理措施	一般行政管理	0~40	20	
其他措施	如植被、化學穩定劑	10~80	60	

資料來源：本計畫環境影響說明書第 7.1.5 節之表 7.1.5-2，p.7-39。

二、施工期間碳排放與風機營運減碳效果

本計畫溫室氣體排放主要發生於工程材料使用（表 3.1.3）、材料運輸車輛排放（表 3.1.4）及基礎工程與風機吊裝機具排放（表 3.1.5），材料使用及運輸車輛車次詳表 2.4.1 及 2.4 節所述，得知風機施工期間碳排放總量約為 800.42 公噸。

本次變更後 4 座風機，若以發電容量 2,300kW、一年每 kW 滿發小時為 2200 小時、經濟部能源局 101 年電力排放係數 0.532kgCO₂/kWh 計算，此 4 座風機營運後每年減碳量為 10,768 公噸；而前述施工期間碳排放總量約為 800.42 公噸，風機營運 28 天後即能抵減風機施工之碳排放量。

表 3.1.3 本次變更後 4 座風機工程材料使用之碳排放量

項次	工程名稱	材料	單位碳排 (kg CO ₂ -e/m ³)	使用量 (m ³)	碳排放量 (ton CO ₂ -e)
1	聯外道路、風機基礎及臨時施工區	級配	3.11	1,525	4.74
2	風機基礎	混凝土 245kgf/cm ²	317.9	1,912	608
小計					612.74

備註：

- 資料來源為「混凝土製品應用於土木工程之減碳效益評估—以道路、建築工程為例」，吳國洋，100 年 6 月。
- 每座風機基礎使用混凝土約為 478m³。

表 3.1.4 本次變更後 4 座風機材料運輸車輛之碳排放量

工程名稱	運輸車種	車次 (輛)	平均耗油 (L/h)	往返時間 (h)	排放係數 (kg CO ₂ /L)	碳排放量 (ton CO ₂ -e)
土方運輸	傾卸卡車	1,542	25.38	1	2.61	102.14
鋼筋組立	傾卸卡車	8	25.38	1	2.61	0.53
基礎灌漿	拌合車	318.8	24.47	1	2.61	20.36
風機吊裝	平板車	20	26.43	10	2.61	13.80
					小計	136.83

備註：

1. 資料來源：平均耗油「最新營建工程估價及工料分析，第貳篇 施工機具費率分析及工作量計算」，排放係數為環保署節能減碳平台。
2. 運輸車次請參第 2.4 節施工計畫所述。

表 3.1.5 本次變更後 4 座風機基礎工程與施工機具之碳排放量

工程名稱	使用機具	平均耗油 (L/h)	工作時數 (h)	排放係數 (kg CO ₂ /L)	碳排放量 (ton CO ₂ -e)
聯外道路及臨時施工區整地	挖土機	14.1	160	2.61	5.89
	推土機	42.3	160	2.61	17.66
	灑水車	26.43	160	2.61	11.04
風機基礎	平板車	26.43	16	2.61	1.10
	泵送車	25.38	32	2.61	2.12
風機吊裝	吊車	26.43	192	2.61	13.24
					小計 51.05

資料來源：平均耗油「最新營建工程估價及工料分析，第貳篇 施工機具費率分析及工作量計算」，排放係數為環保署節能減碳平台所載。

3.2 變更前後環境影響差異分析說明

本次擬調整 4 座風機，基本上尋找更遠離西濱公路及減少林木砍伐數量處進行調整，因此變更後對於環境多屬正面影響，變更前後主要環境因子環境影響比較分析如表 3.2 所示。

表 3.2 變更前後主要環境因子之影響差異分析表

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
地形 地質	施工	<p>原環說書內容：「本開發計畫僅於風機基座開挖施作基礎，完成後即復原回填，露出地表約42.25m² (6.5mx6.5m) 之基座及塔架及風機，對現有地表地形改變極小。</p> <p>若基礎地層為砂土層時，基礎工程經考量土壤液化及剪力破壞之影響，將採用基樁以穩定基座承載力，基樁深度至少有20公尺，應可達到安全設計基準。」</p> <p>一差變更後內容：「本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地區調整風機位置，因此變更前後之地形及地質相近。」</p>	<p>本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地區調整風機位置，因此變更前後之地形及地質相近。</p>	不變
	營運	<p>原環說書內容：「風力發電機組開始營運後，原來之防風林平坦地貌將從地表凸出高約99~125公尺之風力發電機組，但地表面地形本身並無大改變；因此風力發電機組營運對基地及四周地形應無影響。</p> <p>營運時各風力發電機已完成必要之基礎穩定處理，採用基樁來穩定基座承載力，且施工期間整地範圍均加以植綠化，因此營運後不會影響區域地質。」</p> <p>一差變更後內容：「本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地</p>	<p>本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地區調整風機位置，原來之防風林平坦地貌將從地表凸出最高約150公尺之風力發電機組，但地表面地形本身並無大改變；因此風力發電機組營運對基地及四周地形應無影響。</p> <p>營運時各風力發電機已完成必要之基礎穩定處理，採用基樁來穩定基座承載力，且施工期間整地範圍均加以植綠化，因此營運後不會影響區域地質。</p>	輕微

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
		區調整風機位置，因此變更前後之地形及地質相近。」		
水質	施工	<p>原環說書內容：「本計畫對水質之影響主要來自施工階段地表逕流及臨時性廢水處理設施之放流水。施工期間整地開挖後裸露面積每座機組最大僅約為$625m^2$，由於面積不大，且每座基座施工期僅約3週，故對地表逕流的影響相當輕微。地表逕流所攜帶之泥沙及施工所產生之廢水將設置臨時沉砂設施及水保措施，澄清後上澄液將用於工區灑水，故對水體水質幾無影響。施工人員之污水方面，因人員並不駐紮在本計畫區，施工人員生活廢水採租用流動廁所收集處理，預測本計畫施工期間對承受水體水質幾無影響。由於風力機組基座最大開挖2.8m深，無需大規模抽排地下水，故本計畫之施工對地下水水文水質不會造成影響。」</p> <p>一差變更後內容：「本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地區調整風機位置，施工工法不變，因此變更前後對水質影響程度應無差異。」</p>	<p>本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地區調整風機位置，施工工法不變，因此變更前後對水質影響程度應無差異。</p>	不變

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
水質	營運	<p>原環說書內容：「風力發電廠營運期間不會產生任何污水，且不抽取地下水，因此風力發電廠對地表水及地下水水文水質無任何影響。」</p> <p>一差變更後內容：「風力發電廠營運期間不會產生任何污水，且不抽取地下水，因此風力發電廠對地表水及地下水水文水質無任何影響。」</p>	<p>風力發電廠營運期間不會產生任何污水，且不抽取地下水，因此風力發電廠對地表水及地下水水文水質無任何影響。</p>	不變
空氣品質	施工	<p>原環說書內容：「施工期間排放量不大，造成的污染物增量亦不高。SO_2 及 NO_2 最大增量年平均為 0.24 ppb、0.31 ppb，污染物濃度增量與空氣品質標準相較，均不及 5%。」</p> <p>由於工區周界主要為沿海空曠地區，距敏感點較遠，加上施工排放量不大，增量濃度不高，因此對於空氣品質之影響尚屬輕微。」</p> <p>一差變更後內容：「本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地區調整風機位置，施工工法及工期不變，且變更後之機組位置更遠離聚落敏感點，因此對敏感點之空氣品質影響程度應屬正面輕微影響。」</p>	<p>本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地區調整風機位置，施工工法及工期不變，且變更後之機組位置更遠離聚落敏感點，因此對敏感點之空氣品質影響程度應屬正面輕微影響。</p>	正面 輕微影響
		<p>原環說書內容：「由於風力發電係利用無污染之風能發電，故在運轉期間並無二氧化碳、氮氧化物、硫化物及粒狀物等污染物之產生，對空氣品</p>	<p>由於風力發電係利用無污染之風能發電，故在運轉期間並無二氧化碳、氮氧化物、硫化物及粒狀物等污染物之產生，對空氣品質並無影響。</p>	不變

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
		<p>質並無影響。」</p> <p>一差變更後內容：「由於風力發電係利用無污染之風能發電，故在運轉期間並無二氧化碳、氮氧化物、硫化物及粒狀物等污染物之產生，對空氣品質並無影響。」</p>		
噪音	施工	<p>原環說書內容：「施工期間之噪音對附近敏感感受體（係以周圍1公里內最靠近敏感點之機組同時施工下之評估，並保守預計機組同時施工，即表中之施工噪音量為機組同時施工，對敏感點之噪音量）之增量約在0.1~2.0dB(A)之間，均屬無影響。」</p> <p>一差變更後內容：「本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地區調整風機位置，施工工法及工期不變，且變更後之機組位置更遠離聚落敏感點，因此對敏感點之噪音品質影響程度應屬無影響。」</p>	<p>因本次變更機組更遠離聚落，施工期間之噪音對附近敏感感受體之影響應比原先評估者更輕微。</p> <p>原環說書施工期間全頻噪音模擬預測係依據環境音量標準（99.1.21）道路交通噪音環境音量標準之第一類或第二類管制區內緊鄰未滿八公尺之道路日間均能音量，而施工期間於海埔里福德宮的歷次全頻噪音日間監測結果均符合環境音量標準以及模擬預測值。</p>	影響更輕微
	營運	<p>原環說書內容：</p> <p>1.秀水里武德宮：</p> <p>受營運期間營運機具之影響，小時L_{eq}約45.3dB(A)，經與實測背景值合成之後，各時段符合環境音量標準。此外，本敏感點營運期間之噪音增量為約0.1~1.2dB(A)，屬無影響或可忽略影響。</p> <p>2.後埔里福德宮：</p>	<p>因本次變更機組更遠離一般住戶，營運後噪音對附近敏感感受體之影響應比原先評估者更輕微。</p> <p>原環說書營運期間全頻噪音模擬預測係依據環境音量標準（99.1.21）道路交通噪音環境音量標準之第一類或第二類管制區內緊鄰未滿八公尺之道路均能音量，而營運期間於海埔</p>	影響更輕微，惟本案未來若有陳情事件將依據102年8月5日噪音管制標準辦理

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
		<p>受營運期間營運機具之影響，小時L_{eq}約46.7dB(A)，經與實測背景值合成之後，各時段可符合環境音量標準。此外，本敏感點營運期間之噪音增量約0.2~0.4dB(A)，屬無影響或可忽略影響。</p> <p>3.大山里興山寺：</p> <p>受營運期間營運機具之影響，小時L_{eq}約52.3dB(A)，經與實測背景值合成之後，各時段可符合環境音量標準。此外，本敏感點營運期間之噪音量0.5~1.9dB(A)，屬無影響或可忽略影響。」</p> <p>一差變更後內容：「本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地區調整風機位置，且變更後之機組位置更遠離聚落敏感點，因此對聚落敏感點之噪音品質影響程度應屬無影響或可忽略影響。」</p>	<p>里福德宮的歷次全頻噪音監測結果均符合環境音量標準以及模擬預測值。</p> <p>依據102年8月5日噪音管制標準，風力發電機組之20 Hz至20 kHz全頻噪音管制標準採陳情戶之噪音增量管制（當整體音量日間或晚間超過五十分貝或夜間超過四十分貝時，採噪音增量管制，即風力發電機組運轉時其噪音增量不得超過背景音量五分貝）。</p> <p>依據環保署已公告噪音相關技術評估規範包括道路交通、營建工程、鐵路交通及航空等噪音評估技術規範，尚無風力發電機組營運相關評估規範。因此，本公司以WindPro風場規劃專用軟體模擬營運期間全頻噪音戶外音量，模擬結果如圖2.5.1、相關資料如附件七。原有28座風機同時運轉的情況下，在海埔里福德宮以及秀水里武德宮的噪音模擬值分別是40.5dB(A)及35.3dB(A)。</p> <p>另本次變更後28座風機運轉WindPro模擬結果如圖2.5.2所示、相關資料如附件七。變更後28座風機同時運轉的情況下，海埔里福德宮以及秀水里武德宮的噪音模擬值已分別降低至26.7dB(A)及33.6dB(A)，該噪音影響範圍大致移往外海（如圖2.5.2之40 dB(A)黃色等</p>	

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
			<p>噪音圖）。</p> <p>在低頻噪音方面，本公司102年9月13日及102年12月5日於海埔里福德宮室內監測結果均符合102年8月5日修正發布之噪音管制標準。</p>	
廢棄物	施工	<p>原環說書內容：「本案計畫之施工規劃內容，每座風力發電機之基礎開挖長×寬最大約為$625m^2$，深度估計最大約為2.8m之間，由於各風力機座之基礎施工用地為點狀，故不需進行全區之整地作業；其每處基座開挖之土石方約棄方最大為$758m^3$，全部約有$18,950m^3$ ($758m^3 \times 25$部) 需處置，將以現地挖填平衡處理為原則，挖出之土方將盡回填至原機座，或盡量配合綠美化工程造景或施工道路作為填方，若有餘方，則依法運至合法土資場處置。</p> <p>至於施工人員每日產生之一般廢棄物量僅約30公斤重，該廢棄物將責成施工承包商依環保相關法令清理，以維施工區之清潔。由於廢棄物均能妥善收集與處理，故預測對周遭環境的影響輕微。」</p> <p>一差變更後內容：「上列環境影響說明書定稿本表 10.1 之土方處理原則與定稿本第</p>	<p>本次變更後，剩下12座風機施工過程中之土方以現地平衡為原則，不外運。挖出之土方將回填至計畫區內配合綠美化工程造景或施工邊作為填方，不足之土方將向合法土資場購買運入。</p> <p>至於施工人員每日產生之一般廢棄物量僅約30公斤重，該廢棄物將責成施工承包商依環保相關法令清理，以維施工區之清潔。由於廢棄物均能妥善收集與處理，故預測對周遭環境的影響輕微。</p>	不變

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
陸域動物	營運	<p>8.1.2 節敘述不一致，因此修正為「施工過程中之土方以現地平衡為原則，不外運。挖出之土方將回填至原地基，並盡量配合綠美化工程造景或施工道路作為填方。」本次變更規劃於同一計畫區內鄰近地區調整風機位置，變更前後之地形及地質相近，施工工法不變，變更前後對施工期間廢棄物之影響程度應無差異。」</p> <p>原環說書內容：「本計畫25座風力發電機組初估所需之運轉及一般性維護人力僅約3人，由於營運人員非常有限，預期對計畫區鄉鎮之廢棄物處理幾無影響。」</p> <p>一差變更後內容：「變更後，本計畫28座風力發電機組初估所需之運轉及一般性維護人力僅約3人，由於營運人員非常有限，預期對計畫區鄉鎮之廢棄物處理幾無影響。」</p>		
	施工	<p>原環說書內容：「由於風機選址時，均已避開相關敏感區位，且西濱公路、二高及鐵路緊臨各風場，該等長時間之運轉，已對風機設立區域環境形成一穩定干擾狀況，風機之設立，屬點狀開發，並未加重環境負荷。因此，整體而言，風力機組為點狀開發，機組之間間距大，對於動物之干擾不至於會有片狀影響或帶狀之切割產生。」</p>	<p>變更後之風機選址並未座落於野生動物保護區或重要棲地，變更前後之風機現地環境類似，風力機組仍維持點狀開發，對於動物之干擾不至於會有片狀影響或帶狀之切割效應產生。</p>	不變

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
陸域動物	營運	<p>效應產生。」</p> <p>一差變更後內容：「變更後之風機選址並未座落於野生動物保護區或重要棲地，變更前後之風機現地環境類似，風力機組仍維持點狀開發，機組之間間距大，對於動物之干擾不至於會有片狀影響或帶狀之切割效應產生。」</p>		
		<p>原環說書內容：「</p> <p>一、鳥類</p> <p>1.撞擊影響：</p> <p>候鳥飛行高度隨種類有極大差異，大型鳥如雁鴨科飛行多高於 150 公尺（Cooper, 1995），小型鳥如鶲鵠科、雀形目等則多低於 150 公尺。而台灣西部海岸雖為候鳥主要遷徙路線，但目前並無相關研究指出確切之遷徙路徑及飛行高度，以及風機運轉是否造成撞擊風險之報告，而本案風力機組高度低於大部份的鳥類遷徙高度，另避開大量鳥類於度冬與遷徙時活動棲地及路徑，如此均可降低鳥擊事件發生。</p> <p>2.切割效應：</p> <p>本案風場為點狀開發，每座風機間距 200m 以上，因此營運期間對於台灣西部重要水鳥棲地切割效應影響應能降至最低。</p> <p>二、哺乳類</p>	<p>變更後之風機選址並未座落於野生動物保護區或重要棲地，變更前後之風機現地環境類似，風力機組仍維持點狀開發。由於大多數樣點多為近海岸之農地、漁塭、防風林與草生地等環境，中大型哺乳類出現機會極低，調查結果發現多為小型哺乳類動物，且多為常見普遍種類。風力機組設置完成後將進行綠化工作，對於鄰近哺乳類動物及兩棲爬蟲類之影響將可減輕。</p>	不變

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
		<p>由於大多數樣點多為近海岸之農地、漁塭、防風林與草生地等環境，中大型哺乳類出現機會極低，調查結果發現多為小型哺乳類動物，且多為常見普遍種類。風力機組設置對於該地野生哺乳類動物影響，將於完工後妥善進行棲地復原工作，即可減輕開發期間所產生之影響。</p> <p>三、蝙蝠類</p> <p>本計畫運轉期間可能造成蝙蝠類活動之影響，國外雖有多起因風力機組運轉所產生葉片轉動使蝙蝠於夜間飛行時撞擊死亡的案例，特別是風機位於大量蝙蝠遷徙及棲息處，但國內外目前均尚欠缺直接證據及研究證明究竟是何種因素所致。本計畫風機鄰近並未發現大量蝙蝠之明顯棲所，因此營運期間應不致影響蝙蝠之覓食、棲息與繁殖。」</p> <p>一差變更後內容：「變更後之風機選址並未座落於野生動物保護區或重要棲地，變更前後之風機現地環境類似，風力機組仍維持點狀開發。由於大多數樣點多為近海岸之農地、漁塭、防風林與草生地等環境，中大型哺乳類出現機會極低，調查結果發現多為小型哺乳類動物，且多為常見普遍種</p>		

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
		類。風力機組設置完成後將進行綠化工作，對於鄰近野生哺乳類動物及兩棲爬蟲類之影響將可減輕。」		
陸域植物	施工	<p>原環說書內容：「</p> <p>1.本案並未發現有任何稀有物種，因此推測工程開發應不至於有直接影響。</p> <p>2.調查區內大部分面積屬於農耕地、草生地、造林地、灌叢，其上之植物種類常常隨著人類開發行為，或是當季之作物而有所改變，屬於干擾性較大之環境。由於本區已非天然動植物生育地，推測於本區的開發行為將不至於對植被生態造成嚴重傷害。</p> <p>3.而施工開挖所引起之灰塵及施工車輛排放氣態污染物，可能對鄰近防風林之生理機能及生長造成輕微影響，惟將採取空氣污染之防制對策（灑水、防塵設施等），以減輕對其之影響。」</p> <p>一差變更後內容：「變更前第20、18-1、7及7-1號風機位於防風林邊緣，變更後之機組已調整至非保安林範圍，施工時施工區域及運輸道路已儘可能避開防風林，因此變更後對</p>	變更前第9、40、33及34號風機位於防風林邊緣，變更後之機組多已調整至非保安林範圍，施工時施工區域及運輸道路已儘可能避開防風林，因此變更後對陸域植物之影響應更輕微。	變更後屬更輕微

環境因子	期間	變更前：原環說書及第一次環境影響差異分析內容（一差）	本次變更後	環境品質影響
陸域植物	營運	陸域植物之影響應屬正面提昇。」		
		<p>原環說書內容：「風力發電機組營運時並無廢氣或廢水之排放，且不再有移除植被的動作，因此，本計畫之營運對植物生態無直接影響。</p> <p>風機甚高，葉片下緣至地面尚有25~30m，且風經過風機後，氣流相對穩定，惟改變幅度甚小，且由於風機葉片轉速不大，氣流通適風機前後，其物理現象及大氣成份差距甚小，不致有風機後鹽份或粒狀物度突增現象，故不致影響周圍防風林之生長。再就國外諸如德國、荷蘭、丹麥等國，其風電事業發展已領先台灣近20年的技術，其風場設置區位常在森林區，周遭林木生長良好。」</p> <p>一差變更後內容：「變更前第20、18-1、7及7-1號風機位於防風林邊緣，變更後之機組已調整至非保安林範圍，因此變更後對陸域植物之影響應屬正面提昇。」</p>	變更之機組於規劃時已儘可能避開防風林，因此變更後營運期間對陸域植物之影響應較原環境影響說明書更輕微。	變更後屬更輕微

第四章 環境保護對策或綜合環境管理計畫之檢討及修正

本次變更之環境保護對策或綜合環境管理計畫之檢討及修正如如下：

4.1 施工期間之環境保護對策

4.1.1 水質

- 一、地表逕流所攜帶之泥沙及施工所產生之廢水將設置臨時沉砂設施，予以沉澱處理，澄清後之上澄液，予以工區灑水，以減低揚塵，另沉砂池沉澱之泥砂供區內回填之用，不外運。
- 二、生活污水採租用流動廁所方式收集處理，定期委託合格代清除處理業處理。
- 三、施工前將檢具「逕流廢水污染削減計畫」，經主管機關審查通過後始動工。
- 四、基礎施工避免使用高分子類或有害性之化學物質。

4.1.2 廢棄物

- 一、施工人員之生活廢棄物及施工之營建廢棄物，將要求承包商設置貯存容器予以分類資源回收再利用，並委託合格之代清除業妥善清運處理。
- 二、運送棄碴、建築廢棄物及施工廢料之運輸車輛，其車體不得滲漏，且出場前須經沖洗，以保持車體及車輪乾淨。
- 三、對於施工機械及車輛於工區內維修保養所產生之廢棄物，將於合約中要求包商依廢棄物清理相關法規自行妥善處理。
- 四、施工過程中之土方以現地平衡為原則，不外運。挖出之土方將回填至原地基，並配合綠美化工程造景或施工道路作為填方，不足之土方將向合法土資場購買運入。
- 五、本案租用之土地多為國有地，依國土不外運執行本案區內地基及附屬設施挖填平衡。

4.1.3 噪音及振動

本案各項施工行為及施工車輛運輸所產生不同程度之噪音，將配合下列措施加以控制：

- 一、施工車輛避免超載，且於行經沿線道路附近社區時，減速慢行並禁止亂鳴喇叭，

以降低噪音及振動量。

二、施工車輛進出西濱快速道路、台1及相關進出道路，其進出車次雖然不多，但仍將視施工實際需要機動調整運輸路線及時間，以減低運輸噪音之影響。

三、要求承包商針對施工機具及運輸車輛妥為保養及維護，並定期檢查其消音設備。

四、妥善規劃施工時間，以避免夜間及清晨時分之高噪音，並加強施工管理。

五、基樁施工採較低噪音之工法施作，及原則上不在傍晚6點以後施工，以降低噪音對鄰近聚落生活作息及動物生態之不利干擾。

六、本案將依地質鑽探結果進行樁基礎結構設計檢討，對於地質基礎承載力不足之基礎將以樁基礎加強承載力。需進行樁基礎之機組位置如離鄰近民房距離太近時，將評估樁基礎施工噪音影響，若評估結果無法達到噪音管制標準時，將改採低噪音之鑽掘式基樁進行施工。

4.1.4 空氣品質

本開發計畫（一級營建工程）將依環保署公告之”營建工程空氣污染防治設施管理辦法”研擬相關防制措施如下，並納入施工計畫並確實執行：

一、於營建工程進行期間，設置工地標示牌。前項標示牌內容，載明營建工程空氣污染防治費徵收管制編號、工地負責人姓名、電話及當地環保機關公害檢舉電話號碼。

二、於營建工程進行期間，於營建工地周界設置定著地面之全阻隔式圍籬或採因應替代措施。

三、於營建工程進行期間，其所使用具粉塵逸散性之工程材料、砂石、土方或廢棄物，且其堆置於營建工地者，採行下列有效抑制粉塵之防制設施之一：

- (1) 覆蓋防塵布。
- (2) 覆蓋防塵網。
- (3) 配合定期噴灑化學穩定劑。

四、於營建工程進行期間，於營建工地內之車行路徑，採行下列有效抑制粉塵之防制設施之一：

- (1) 鋪設鋼板。
- (2) 鋪設混凝土。
- (3) 鋪設瀝青混凝土。

(4) 鋪設粗級配或其他同等功能之粒料。

五、於營建工程進行期間，於營建工地內之裸露地表，採行下列有效抑制粉塵之防制設施之一：

- (1) 覆蓋防塵布或防塵網。
- (2) 鋪設鋼板、混凝土、瀝青混凝土、粗級配或其他同等功能之粒料。
- (3) 植生綠化。
- (4) 地表壓實且配合灑水措施。
- (5) 配合定期噴灑化學穩定劑。
- (6) 配合定期灑水。

六、於營建工程進行期間，於營建工地運送具粉塵逸散性之工程材料、砂石、土方或廢棄物之車行出入口，設置洗車設施，且符合下列規定：

- (1) 洗車設施四周應設置防溢座或其他防制設施，防止洗車廢水溢出工地。
- (2) 設置廢水收集坑。
- (3) 設置具有效沉砂作用之沉砂池。

第(1)項洗車設施於車輛離開營建工地時，應有效清洗車體及輪胎，其表面不得附著污泥。

七、於營建工程進行期間，運送具粉塵逸散性之工程材料、砂石、土方或廢棄物，其進出營建工地之運送車輛機具，採行下列有效抑制粉塵之防制設施之一：

- (1) 採用具備密閉車斗之運送機具。
- (2) 使用防塵布或其他不透氣覆蓋物緊密覆蓋及防止載運物料掉落地面之防制設施。
- (3) 工區進出口100公尺之路段為本公司認養之道路，將維持其路面之潔淨，使其表面不殘留明顯之砂土。

4.1.5 動物生態

一、施工期間以利用既有道路為原則，嚴格限制工程範圍，控制工程產生的噪音，配合當地居民的生活或作息，不在夜間施工。若本案部分機組需於5月至7月進行風機基座樁基礎施工時，為避免噪音振動干擾候鳥繁殖，本公司將請受託之生態調查公司於當年4月中旬及5月上旬之監測期間，觀察及記錄風機中心200公尺範圍內是否出現候鳥棲息、覓食行為及繁殖行為，將鳥種、數量、路線及築巢位置標出並評估影響程度後，立即協調本公司工程部門調整可能影響候鳥繁殖之機組施工期程至當年7月以後，以將候鳥繁殖之影響降至最低。

- 二、開發時保持逐步開發為原則，避免大面積之工程，並採用點狀開發。
- 三、嚴格要求相關人員，禁止一切騷擾、捕捉野生動物之情事發生，除在工程契約加以規範外，若有發生違反野生動物保育法等相關法令時，一律主動移送法辦。
- 四、做好各項污廢水、噪音、廢棄物及空氣污染之防制（治）對策，維護計畫區鄰近動物之既有棲息環境。
- 五、將計畫區生態調查結果對照行政院農委會最新公告之保育類動植物，製作保育類動物圖鑑，張貼宣導海報於工務所易見之處，並進行承包廠商教育宣導，以避免侵擾或破壞保育類動植物。

4.1.6 植物生態

- 一、為減輕對防風林的影響破壞，施工道路的佈設，將利用現在道路，及佈設在防風林外，嚴禁直接切割防風林，以保持防風林的完整性，及避免棲地切割效應。
- 二、施工期間加強空氣污染之防治工作，隨時加強裸土的灑水，防止塵土的飄散，對儲料、堆土區、砂石車應加以覆蓋，以減少揚塵對植物生長的影響。
- 三、嚴格限制施工範圍，避免工程影響到範圍外的植物生態。
- 四、除了必要的區域，計畫區域內減少以水泥覆蓋，以利植被的復原。
- 五、臨時施工區之使用主要為風機吊裝機具使用，每座風機使用時間約3~6個月，完成後將儘速恢復地面植被。
- 六、風機地基周圍綠美化將於土木工程完成後立即進行綠美化工作，種植以草生為主的原生種植物，以減少裸露面。

4.1.7 交通

- 一、妥善規劃各項施工機具、設備之運輸路線，避免影響計畫區鄰近之交通，並隨時掌握運輸道路及交通狀況。
- 二、加強施工車輛之交通引導，規劃調派適當的運輸時間，以避免集中於特定時段。
- 三、工地出入口於大型車輛進出工地時，加強工作人員指揮導引，並設置適當警示設施，以維交通安全。
- 四、加強夜間運輸及施工之安全管理，並設置夜間警示燈號，以策安全。
- 五、重件運輸時間避開交通繁忙時段，並妥擬運輸計畫。

4.1.8 景觀遊憩

- 一、加強施工車輛進出時的清洗作業，並管制施工車輛進出路線與機具材料堆放場所，並妥善處理清洗與路面灑水，改善揚塵、污泥等不良景觀。
- 二、基礎開挖施工產生之土方再利用作為進出道路回填或其他防風林帶之開發使用，如此可避免棄土，綠美化景觀造景方面，本案用地內將規劃適當面積之植生與綠地，其植物種類以台灣地區原生種為優先考量，並以多物種、多層次之生態綠化原則進行植栽。
- 三、施工機具材料之放置將考量工區之整體景觀，放置整齊，避免雜亂無章。

4.1.9 文化遺址

本案於施工期間將委請考古專業工作者進行現場監看，日後在進行工程開挖時，若發現古物、古蹟，將依據《文化資產保存法暨施行細則》(100年11月9日修正公告)相關規定辦理，並納入施工規範及合約書中，以避免造成文化資產之破壞。

4.2 營運期間之環境保護對策

4.2.1 陸域動物生態

進行鳥類及蝙蝠生態之監測計畫，若調查發現種類、數量與歷次監測差異大時，則追蹤評估其可能發生之原因，並採取妥適之因應對策，以減輕其不利影響至最小。

4.2.2 陸域植物生態

- 一、風機本身佔地不大，建造完工後，其基座部分只有42.25平方公尺的面積露出地表，其餘面積約583平方公尺，其上皆有覆土，可種植以草生為主的植物，其物種則以當地原生種為優先考量，吸引部分陸域動物來棲息，將因風機的設置而減少的棲地面積降至最小範圍。
- 二、本案防風林補植位置及防風成效評估將請林務局確認後始進行防風林補植，且將於電業執照取得一年內完成補植，並由本公司負責6年養護、達存活率75%後，移交歸還土地主管機關（本案防風林新植工作皆已完成）。
- 三、綠化樹種應經過外來種評估，避免引進非當地的植物種類，以及使用多層次的種植方式，植物種類也應儘量多樣化。在考量對於生態系衝擊最小之下應因循自然

演替之過程，如有綠化工作時，應以原生物種作為最優先考量，尤其是以當地地區附近的植物，以達到適地適木之原則。而其栽種方式應使用多層次的種植方式，如喬木搭配藤本植物、草本與灌木，植物種類也應多樣化。

4.2.3 景觀遊憩

- 一、風機以圓柱型塔架為主，風機機組整體之色彩以白色或淺色等為主，配合海岸之景緻，減輕量體之視覺影響。
- 二、計畫區內種植生長勢強健、易維護管理之抗風性植物，以美化機組週邊景觀，減輕其對外界的視覺壓力，增進整體環境的景觀美質。
- 三、結構物的外觀採用不反光材質，以降低強光反射率，使鄰近往來車輛與進出民眾之視覺較不易受到刺激干擾。
- 四、外界參觀風力機組時，本公司將於適當地點加列解說牌，如有需要亦可派員配合解說服務，以協助能源教學。

4.2.4 噪音

日後若有民眾陳情反應噪音影響時，開發單位將依據 102 年 8 月 5 日修正發布之噪音管制標準處理。在確認噪音音源確實為本案計畫風機與評估改善設施成效後，進行替住戶增設防音設施或採用環境影響補償方式解決。

4.2.5 廢棄物

風機營運為電腦自動監控，營運人力僅 3 人巡檢風場，因此無廢棄物之產生。

4.2.6 通訊

本案若對通訊產生干擾，由本公司負責研擬改善措施或補償。將採行下述的減輕技術之一項或多項，以改善收視品質：

- 一、設置高品質的天線或多支定向天線。
- 二、設置強波器。
- 三、移動天線以取得較佳的訊號雜訊比。
- 四、數位電視裝置機上盒。

五、裝設有線電視。

4.3 環境監測計畫

由於本案開發之風力機組屬潔淨能源開發行為，對環境之不利的影響相對已大幅降低，環境監測重點於施工期間為噪音振動、陸域生態及文化遺址，而於營運期間則以噪音及陸域生態為監測重點。本案施工及營運期間各監測類別之監測項目、監測地點、監測頻率調整如表 2.2.7 及表 2.2.8 所示。

附件一 本案環境影響說明書及歷次變更審查結論與定稿本核備公函

行政院環境保護署 函

機關地址：10042 台北市中華路1段83號
承辦單位：綜計處 承辦人：張同婉
聯絡電話：(02) 2311-7722 分機：2743
傳真電話：(02) 2331-2958
電子信箱：twchang@epa.gov.tw

10093

台北市羅斯福路2段9號10樓之2

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國100年2月15日

發文字號：環署綜字第1000012606號

速別：

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：所送「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書審查結論變更暨環境影響差異分析報告」定稿本，同意備查，請查照。

說明：依據 貴公司99年12月31日龍字第099123103號函辦理。



正本：龍威風力發電股份有限公司

副本：

署長 沈世宏 出國
副署長邱文彥代行

線

行政院環境保護署函

機關地址：10042 台北市中華路 1 段 83 號
承辦單位：綜計處 承辦人：張同婉
聯絡電話：(02)23117722 分機：2743
傳真電話：(02)23312958
電子信箱：twchang@epa.gov.tw

10093

台北市羅斯福路 2 段 9 號 10 樓之 2

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國 99 年 12 月 21 日

發文字號：環署綜字第 0990115503B 號

速別：

密等及解密條件或保密期限：

附件：如說明二

主旨：有關「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書審查結論變更暨環境影響差異分析報告」案，經本署環境影響評估審查委員會第 201 次會議審核修正通過，請查照。

說明：

- 一、依據經濟部能源局 99 年 5 月 4 日能電字第 09900098650 號函及 貴公司 99 年 11 月 1 日龍字第 099110110 號函辦理。
- 二、檢附「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書」審查結論修正公告乙份。
- 三、請將旨揭會議決議及本函納入定稿，送本署核備。本環境影響差異分析報告定稿備查後，變更部分始得施工。
- 四、如有不服本處分，得於文到之次日起 30 日內，備具訴願書並檢附本處分，經由本署轉送行政院提起訴願。



正本：龍威風力發電股份有限公司

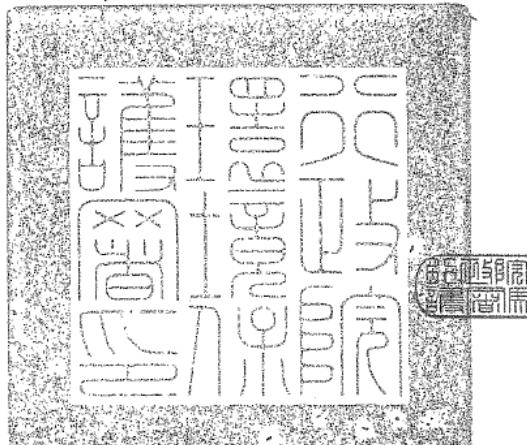
副本：經濟部能源局

署長 沈世宏

張貼本署公告欄

行政院環境保護署 公告

發文日期：中華民國 99 年 12 月 21 日
發文字號：環署綜字第 0990115503 號
附件：詳公告事項二



裝
訂
線

主旨：公告「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書」審查結論（一）修正為：「應取消設置後龍風場第 27 號、第 32 號、第 41 號、第 42 號機組及大鵬風場第 9 號、第 10 號、第 11 號機組，另後龍風場第 8 號、第 28 號、第 11A-1 號、第 18-1 號及第 47 號機組應於取得 250 公尺範圍內住戶及當地里長同意後，始得設置。」

依據：環境影響評估法第 7 條第 2 項及第 16 條。

公告事項：

- 一、「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書」前經本署於 98 年 7 月 27 日以環署綜字第 0980065877D 號公告審查結論在案。
- 二、經濟部能源局於 99 年 5 月 4 日以能電字第 09900098650 號函檢送「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響差異分析報告」至署，經本署環境影響評估審查委員會第 201 次會議審核修正通過，爰據以修正名稱為「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書審查結論

變更暨環境影響差異分析報告」及原審查結論（一）；修正後「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書」審查結論如附件。

三、如有不服本處分，得於公告本處分之次日起 30 日內，備具訴願書並檢附本處分，經由本署轉送行政院提起訴願。



署長 沈世宏

行政院環境保護署函

機關地址：10042 台北市中華路1段83號
承辦單位：綜計處 承辦人：張同婉
聯絡電話：(02)23117722 分機：2743
傳真電話：(02)23312958
電子信箱：twchang@epa.gov.tw

100

台北市羅斯福路2段9號10樓-2

受文者：龍威風力發電股份有限公司籌備處

發文日期：中華民國98年10月2日

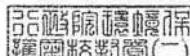
發文字號：環署綜字第0980079138號

速別：

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：所送「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書」（定稿本），同意備查，請查照。

說明：依據 貴籌備處98年9月3日龍字第098090302號函辦理。


正本：龍威風力發電股份有限公司籌備處

副本：

署長 沈世宏

本案依照分層負責規定
授權政務副署長決行

線

裝
訂
線

行政院環境保護署函

機關地址：10042 台北市中華路 1 段 83 號
承辦單位：綜計處 承辦人：張同婉
聯絡電話：(02)23117722 分機：2743
傳真電話：(02)23312958
電子信箱：twchang@epa.gov.tw

116

台北市羅斯福路 2 段 9 號 10 樓之 2

受文者：龍威風力發電股份有限公司籌備處及苗威風力發電股份
有限公司籌備處

發文日期：中華民國 98 年 7 月 27 日

發文字號：環署綜字第 0980065877B 號

速別：

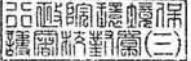
密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨

主旨：檢送「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說
明書」審查結論公告影本乙份，請 查照。

說明：

一、依據經濟部能源局 97 年 5 月 8 日能電字第 09700074750
號函及 貴籌備處 97 年 10 月 9 日台龍字第 097100902 號
函辦理。

二、請依本署環境影響評估審查委員會第 178 次會議決議，及
交通部民用航空局、經濟部能源局意見補充、修正（該次
會議紀錄諒達），經本署轉送確認後，納入定稿，送本署
核備。

正本：龍威風力發電股份有限公司籌備處及苗威風力發電股份有限公司籌備處
副本：

署長 沈世宏

第 1 頁，共 1 頁
行政院環境保護署公文用紙

張貼本署公告欄

行政院環境保護署 公告

發文日期：中華民國 98 年 7 月 27 日

發文字號：環署綜字第 0980065877D 號

附件：

主旨：公告「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書」審查結論。

依據：環境影響評估法第 7 條。

公告事項：「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書」審查結論



行政院
環境保護署

一、本案有條件通過環境影響評估審查，開發單位應依下列事項辦理：

(一) 應取消設置後龍風場第 27 號、第 32 號、第 41 號、第 42 號機組及大鵬風場第 9 號、第 10 號、第 11 號機組，另後龍風場第 8 號、第 28 號機組應於取得 250 公尺範圍內住戶及當地里長同意後，始得設置。

(二) 防風林補植應至少達 3 公頃、5000 棵樹，其補植面積、位置應經行政院農委會林務局確認。

(三) 營運期間環境監測計畫如欲停止監測，應依規定提出申請，送本署審核。

(四) 應於開發行為施工前三十日內，以書面告知目的事業主管機關及本署預定施工日期；採分段（分期）開發者，以提報各段（期）開發之第一次施工行為預定施工日期為原則。

裝

訂

線

二、對本處分如有不服者，得自本處分公告之翌日起 30
日內，繕具訴願書逕送本署，再由本署轉送行政院
審議。 

署長 沈世宏



附件二 土地使用同意相關函文

土地使用原則同意書

茲為配合 龍威 風力發電股份有限公司（籌備處）籌設 風場，需使用本人所有座落於 苗栗 縣 後龍 鎮 新竹 段 小段 3341, 3342 地號內部分土地，使用面積合計為_____ 平方公尺，本人原則同意提供該等土地作為風力發電設施用地，並同意貴公司依此同意書逕向有關機關洽辦電業籌設、施工許可、請領執照等相關手續。爾後該等土地倘有出售或其它移轉所有權之情形，本人願協助貴公司取得相關權利人之同意。

此致

龍威 風力發電股份有限公司（籌備處）

立同意書人： 黃達季 [REDACTED]

身分證字號：

住址 苗栗縣後龍鎮海寶里

中華民國 102 年 8 月 日

正 本

發文方式：郵寄

檔 號：
保存年限：

行政院農業委員會林務局新竹林區管理處 函

10093
臺北市中正區羅斯福路2段9號10樓之2

地址：30046新竹市中山路2號
承辦人：謝立忻
電話：03-5224163-134
傳真：03-5249550
電子信箱：HsiehLihsin@forest.gov.tw

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國102年9月5日
發文字號：竹政字第1022109841號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：無

主旨：貴公司為於苗栗縣後龍鎮設置風力發電計畫，申請先期規劃
本轄坐落苗栗縣後龍鎮苦苓腳段565-34、565-1地號內、面
積合計5,008平方公尺土地作為編號第55號風力發電機組用
地案，復如說明，請查照。

說明：

- 一、依據行政院農業委員會林務局102年8月30日林政字第1021722414號函辦理。
- 二、旨揭申請，業奉 行政院農業委員會林務局上開函核准，原
則同意貴公司先期規劃期限1年，至103年9月5日期滿終止，
並自終止日起，本原則同意先期規劃函失效。請貴公司於同
意先期規劃期限內完成籌設及辦理用地租用事宜。又倘若貴
公司於期限屆滿後仍有繼續規劃之需要，應於期限屆滿前提出
申請展延(展延期限至多6個月、且以展延1次為限)，屆時
本處將本於林業經營計畫及相關規定審查，貴公司不得主張
任何權利及請求損害賠償。
- 三、另查本案第55號風力發電機之基座用地，緊鄰海浪高潮線，
是請自行評估風機設置安全性，倘有安全顧慮，應另覓適當
地點設置，不應因此增加人工工事阻擋海浪，破壞海岸景觀
及環境平衡。

正本：龍威風力發電股份有限公司
副本：本處桃園縣海岸林工作站（含附件）
抄本：本處林政課

處長張偉顥

第1頁 共1頁

正本

苗栗縣政府 函

10093
10093台北市羅斯福路2段9號10
樓之2

地址：苗栗縣苗栗市縣府路100號
承辦人：謝演和
電話：037-559596
傳真：037-358151
電子郵件：m040122@ems.miaoli.gov.tw

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國102年9月2日
發文字號：府水利字第1020178792號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：如主旨

主旨：有關 貴公司申請於後龍鎮秀水段1127、1128、1175-1、
1175、1153等5筆地號土地，規劃設置4座風力發電機組，
檢附102年9月29日會勘紀錄乙份，並請依會勘結論辦理，
請查照。

說明：復 貴公司102年8月9日龍安字第102080908號函。

正本：龍威風力發電股份有限公司

副本：林議員寶珠、鄭議員秋風、李議員文斌、經濟部水利署第二河川局、苗栗縣
後龍鎮公所、苗栗縣後龍鎮民代表會、後龍鎮水尾里辦公處、後龍鎮溪洲里
辦公處、後龍鎮秀水里辦公處、本府工商發展處、本府地政處、本府農業處
、本府水利城鄉處

縣長 劉政鴻

本案依分層負責規定授權主管處長決行

會 勘 紀 錄

一、案 由：規劃於後龍鎮秀水段 1127、1128、1175-1、1175、
1153 等 5 筆地號設置 4 座風力發電機組案。

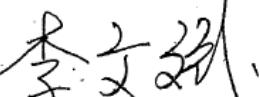
二、會勘時間：102 年 08 月 29 日上午 09 時 00 分

三、會勘地點：現場

四、出列席單位及人員：

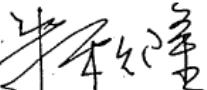
林議員寶珠：

鄭議員秋風：

李議員文斌：

經濟部水利署第二河川局：

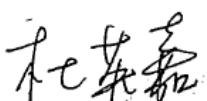
後龍鎮公所：

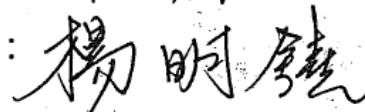
後龍鎮民代表會：

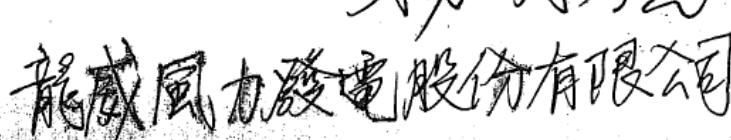
水尾里辦公處：

溪洲里辦公處：

秀水里辦公處：

本府工商發展處： 謝宜達

本府水利城鄉處： 謝淑和

龍威風力發電股份有限公司。 楊麗華、王鶯唯

五、結論：

- 一、有關龍威風力發電股份有限公司申請後龍溪出口右岸滯洪池設置 4 支風力發電機組，請該公司於施工前召開工程說明會，俟與地方取得共識後再行施作。
- 二、申請設置發電機組編號 30、48、56、57 座落後龍鎮秀水段 1127 地號（農牧用地）、1128 地號（農牧用地）、1175 地號（特定目的事業用地）、1175-1 地號（特定目的事業用地）、1153 地號（農牧用地）等 5 筆地號土地，請依非都市管制規則相關規定辦理外，本府同意申辦籌設，俟完成籌設後再依規辦理承租作業。
- 三、另編號 48 風力機組設置於後龍溪河川行水區域範圍內，請該公司逕向經濟部水利署第二河川局申請辦理。
- 四、龍威風力發電股份有限公司同意回饋地方 1000 萬元經費作為滯洪池設置抽水機組使用。

檔 號：
保存年限：

經濟部水利署第二河川局 函

機關地址：新竹市北大路 97 號

聯絡人：黃健培

聯絡電話：(03) 5322334#246

電子郵件：wca02040@wra02.gov.tw

傳 真：(03) 5355092

受文者：龍威風力發電股份有限公司（台北市羅斯福路 2 段 9 號
10 樓之 2）

發文日期：中華民國 101 年 4 月 2 日

發文字號：水二管字第 10102002300 號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：普通

附件：如文

主旨：檢送有關龍威風力發電股份有限公司申請苗栗縣後龍鎮秀
水段 1180 地號附近後龍溪河川公地施設風力發電機組案
會勘紀錄乙份，並請來局繳納審查費 12,500 元及勘查費
2,000 元，請 查照。

正本：行政院海岸巡防署中部地區巡防局第 32 岸巡大隊（苗栗縣後龍鎮龍津里公司寮
87-5 號）、財政部國有財產局中區辦事處、苗栗縣政府、苗栗縣後龍鎮公所、苗
栗縣南龍區漁會（苗栗縣後龍鎮海埔里 8 鄰 131-7 號）、龍威風力發電股份有限
公司（台北市羅斯福路 2 段 9 號 10 樓之 2）

副本：本局秘書室、本局後龍溪河川駐衛警

抄本：本局管理課

右 到 啟 啟

線

本案依分層負責規定授權由組室主管判發

第 1 頁 (共 1 頁)

經濟部水利署第二河川局會勘紀錄

一、會勘時間：中華民國 101 年 3 月 2 日上午 10 時

二、主旨：有關龍威風力發電股份有限公司申請苗栗縣後龍鎮秀水段 1180 地號附近後龍溪河川公地施設風力發電機組案。

三、會勘地點：後龍溪西濱公路橋下游出海口右岸

四、會勘人員：

經濟部水利署第二河川局 董健培

行政院海岸巡防署中部地區巡防局第 32 岸巡大隊 尹義得

財政部國有財產局中區辦事處 王俊臣

苗栗縣政府 謝宜君

苗栗縣後龍鎮公所 林昌傳

苗栗縣南龍區漁會

龍威風力發電股份有限公司 高傳勝 葉文村

五、結論：

1. 本案申請設置之風力發電機組塔柱地點，位於後龍溪出口右岸後龍堤防 1 號斷面椿下游約 150 公尺堤前灘地上。

2. 本案擬由最大葉片直徑 106 公尺～最小葉片直徑 71 公尺間評估後選用 1 組設立，其最大葉片距堤頂間距約 47 公尺，最小葉片距堤頂間距約 29.8 公尺，塔柱中心距離堤肩約 47.5 公尺，基樁深度約 9～16 公尺，直徑約 60 公分，共 28 支。

3. 本案施設時施工及運輸機具使用防汛道路及越堤路，應負責維護管理之責，運輸道路及安裝區、塔柱基礎周圍之填方，請於河川區域內整理使用，經勘查如依以上辦理，咸認其設置尚無影響河防安全及海岸巡防署岸巡等相關勤務。
4. 本案有關運輸道路及安裝區、塔柱基礎周圍其使用範圍內有小型竹筏漁船停泊，應請申請人會同該地區漁會及漁筏使用人妥為協調並召開說明會後送局辦理。

檔 號：
保存年限：

經濟部水利署第二河川局 函

機關地址：新竹市北大路 97 號
聯絡人：黃健培
聯絡電話：(03) 5322334#246
電子郵件：wca02040@wra02.gov.tw
傳 真：(03) 5355092

受文者：龍威風力發電股份有限公司（台北市羅斯福路 2 段 9 號 10 樓之 2）

發文日期：中華民國 101 年 5 月 10 日
發文字號：水二管字第 10150045630 號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：

主旨：貴公司申請苗栗縣後龍鎮秀水段 1180 地號後龍溪河川公地施設風力發電機組案，原則同意，並請依說明事項辦理，請查照。

說明：

- 一、依據 貴公司 101 年月 25 日龍字第 101042513 號函辦理。
- 二、本案請於文到 6 個月內依本局 101 年 4 月 2 日水二管字第 10102002300 號函會勘紀錄結論第 4 點辦理完妥，否則本處分自始不生效力。

正本：龍威風力發電股份有限公司（台北市羅斯福路 2 段 9 號 10 樓之 2）

副本：

抄本：本局管理課

局 長 刻 賽 明

本案依分層負責規定授權由組室主管判發

第 1 頁 (共 1 頁)

正本

檔 號：
保存年限：

經濟部水利署第二河川局 函

機關地址：30044 新竹市北大路97號
聯絡人：黃健培
聯絡電話：03-5322334 #246
電子信箱：wca02040@wra02.gov.tw
傳 真：03-5355092

10093

台北市羅斯福路二段9號10樓之2

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國101年10月9日

發文字號：水二管字第10150111040號

速別：

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：貴公司申請苗栗縣後龍鎮秀水段1180地號設置風力發電機組因辦理環評程序尚未到進場階段，有關需召開地方說明會取得漁民同意始得施作乙節，申請延至環評通過後辦理一案，原則同意辦理，復請查照。

說明：

- 一、復 貴公司101年10月2日龍字第101100202號函。
- 二、本案若環評未通過時亦請告知本局。

正本：龍威風力發電股份有限公司

副本：

局 支 到 謂 明

正本

檔 號：
保存年限：

經濟部水利署第二河川局 函

機關地址：30044 新竹市北大路97號
聯絡人：黃健培
聯絡電話：03-5322334 #246
電子信箱：wca02040@wra02.gov.tw
傳 真：03-5355092

台北市羅斯福路二段9號10樓之2

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國101年11月1日

發文字號：水二管字第10150121770號

速別：

密等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：貴公司申請苗栗縣後龍鎮秀水段1180號後龍溪河川公地設置風力發電機組，因需取得環境影響評估審查同意、及能源局之籌設許可同意及核發施工許可後方可進場施作，故申請展延至施工前再召開地方說明會取得當地漁民同意一案，原則同意辦理，復請查照。

說明：復 貴公司101年10月26日龍字第101102601號函。

正本：龍威風力發電股份有限公司

副本：

局長 謹啓

附件三 西湖國家濕地範圍相關函文

正本

檔 號：
保存年限：

內政部營建署城鄉發展分署 函

10093

台北市中正區羅斯福路二段9號10樓
之2

機關地址：臺北市八德路二段342號2樓

聯絡人：李晨光、呂韋儒

電話：02-27721350#311、314

傳真：02-27523920

電子信箱：ruby@tcd.gov.tw

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國102年08月27日

發文字號：城海字第1020003612號

速別：普通件

密等及解密條件或保密期限：

附件：無

主旨：有關 貴公司函詢苗栗縣後龍鎮苦苓腳段3341、3342、秀水段1153、1154、1175及1180地號共6筆土地，是否位於國家重要濕地範圍內乙案，請查照。

說明：

- 一、依據 貴公司102年8月9日龍字第102080907號函辦理。
- 二、依據所附圖資評判，旨揭土地未位於內政部102年6月24日公告發布之「國家重要濕地」範圍內，惟苗栗縣後龍鎮秀水段1153、1154、1175及1180地號共4筆土地位於苗栗縣政府預計提報西湖國家重要濕地擴大範圍，建請審慎考量。

正本： 龍威風力發電股份有限公司

副本： 行政院環境保護署、苗栗縣政府、本分署海岸復育課

分署長 洪嘉宏

本案依分層負責規定授權(課室)主管決行

正本

苗栗縣政府 函

100
台北市中正區羅斯福路二段9號1
0樓

地址：苗栗縣苗栗市縣府路100號
承辦人：林芳瑜
電話：037-559616
傳真：037-359719
電子郵件：fangyu@ems.miaoli.gov.tw

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國102年9月18日
發文字號：府水城字第1020186780號

速別：普通件

裝 紙等及解密條件或保密期限：

附件：

主旨：有關 貴公司查詢後龍鎮秀水段1153、1154、1175及1180
等4筆地號是否位於預計提報西湖國家重要濕地擴大範圍
內乙案，復如說明，請 查照。

說明：

- 訂 一、復 貴公司102年9月11日龍字第102091101號函。
二、依所附圖資，本府國家級西湖濕地尚在規劃執行中，暫無
提報擴大範圍之計畫，惟該地點臨濕地周邊且位於海岸河
口，仍建請審慎考量評估生態環境之影響。

正本：龍威風力發電股份有限公司

副本：本府水利城鄉處



縣長 劉政鴻

線

本案依分層負責規定授權主管處長決行



附件四 本案補植計畫相關函文

正 本

檔 號：
保存年限：

行政院農業委員會林務局 函

10093
臺北市中正區羅斯福路2段9號10樓之2

地址：100台北市中正區杭州南路1段2號
承辦人：吳祥鳴
電話：02-23515441轉433
傳真：02-23911530
電子信箱：m1538@forest.gov.tw

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國101年6月6日
發文字號：林政字第1011721498號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：如說明三

主旨：為貴公司申覆苗栗縣後龍發電廠計畫防風林補植案，如說明，
請查照。

說明：

一、依據本局新竹林區管理處101年5月16日竹政字第1012104268
號函辦理並復貴公司101年4月23日龍字第101042302號函。

二、本案依據本局新竹林區管理處重新查核結果略述如下(詳後
附分析表)：

(一) #23號風機新闢聯絡道路用地面積0.1852公頃，其中0.
1531公頃堆砂不穩定區域。

(二) 另#10風機新闢聯絡道路用地面積0.12423公頃為草生地仍
應納入綠覆補償。

(三) 綜上，本案綠覆補償面積經修正後，以風力發電機組面積
1.0651公頃加上屬造林地、草生地及堆砂已穩定區域面積
0.448154公頃，合計1.531254公頃，依開發行為使用保安
林地之綠覆補償原則第2點之規定「綠覆補償面積依開發
行為之環境影響評估審查要求為之；環境影響評審查結論
未定面積者，以無法恢復營林面積之一點五倍為原則。」
計算結果，綠覆補償面積應為2.269881公頃。

三、檢附分析表一份。

正本：龍威風力發電股份有限公司
副本：新竹林區管理處

局長 李桃生

第1頁 共1頁

龍威風力發電機座使用保安林地面積表 單位：平方公尺

風機編號	基座面積	道路(新闢)	道路(已覆蓋地辦理綠覆補償)	道路(砂地類不需辦理綠覆補償)
8	441	118	118	
10	441	1242.3	1242.3	
12	625	3896.27		3896.27
13	625	2207.1		2207.1
14	625	1400		1400
15	625	1170	1170	
16	625	5077.29		5077.29
19	441	19.42	19.42	
21	441	57.82	57.82	
22	625	2827	126	2701
23	625	1852	321	1531
24	625	696.17	185	511.17
25	625			
31	625	1.15		1.15
9a	400	567	567	
20a	289	675	675	
53	441			
54	441	2495		2495
55	441	760		760
32A	625			
合計	10651	25061.52	4481.54	20579.98

需辦理補償面積

 $(10651+4481.54)*1.5$

22698.81

正 本

發文方式：郵寄

檔 號：
保存年限：

行政院農業委員會林務局新竹林區管理處 函

10093
臺北市中正區羅斯福路2段9號10樓之2

地址：300新竹市中山路2號
承辦人：蔡乙源
電話：03-5224163#220
傳真：03-5215454
電子信箱：a0051@forest.gov.tw

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國100年5月13日
發文字號：竹作字第1002231205號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：

主旨：貴公司所送「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫」之環境影響說明書第一期防風林補植計畫1案，請依說明辦理，請查照。

說明：

- 一、復貴公司100年3月22日龍字第100032202號函。
二、案經本處派員現勘；案址為國有財產局土地管有之苗栗縣通霄鎮海濱段864地號土地(面積共13,733平方公尺)，該土地北鄰台電通霄電廠、南鄰南勢溪，約9,289平方公尺將辦理補植計畫，現況大多為草生地並有少許木麻黃生長。另查本計畫選用黃槿、水黃皮、木麻黃等適合海岸地區栽植樹種，並輔設防風設施及澆灌、除草、施肥等撫育措施，綜上初核本補植計畫尚屬合理可行。

正本：龍威風力發電股份有限公司
副本：林務局

處長徐政競

本案依照分層負責授權單位主管決行

正 本

檔 號：

保存年限：

桃園縣政府工商發展局 函

10093
台北市中正區羅斯福路二段9號10樓之2

地址：32841桃園縣觀音鄉大潭村大潭三
路12巷2號
承辦人：陳永聖
電話：03-4738025轉15
傳真：03-4738024
電子信箱：095102@mail.tycg.gov.tw

受文者：英華威風力發電集團

發文日期：中華民國102年1月7日
發文字號：桃商發字第1020000111號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：
附件：

裝
主旨：有關 貴公司提送「桃園科技工業園區部分用地種植計畫書」
1式4份，同意備查。如說明，請查照。

說明

- 一、復 貴公司101年12月14日英字第101121402號函。
- 二、第一期施作面積：13,977.9374平方公尺，請於102年3月
開始施作。
- 三、第二期與第三期施作俟取得桃園縣政府環境保護局書面同意
後，再提出申請並於取得同意後再行施作。
- 四、另副本檢送嶺蓁企業有限公司「桃園科技工業園區部分用地
種植計畫書」1式1份。

訂
正本：英華威風力發電集團

副本：嶺蓁企業有限公司

線

局長 陳淑容

本案依分層負責規定授權單位主管決行

正 本

發文方式：郵寄

檔 號：
保存年限：

行政院農業委員會林務局新竹林區管理處 函

10093
臺北市中正區羅斯福路2段9號10樓之2

地址：300新竹市中山路2號
承辦人：蔡乙源
電話：03-5224163#220
傳真：03-5215454
電子信箱：a0051@forest.gov.tw

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國102年3月15日
發文字號：竹作字第1022230363號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：如說明四

主旨：貴公司所提報「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫」之環境影響說明書第2期防風林補植計畫1案，請依說明辦理，請查照。

說明：

- 一、復貴公司102年2月7日龍字第1020200701號函。
- 二、案經本處派員現勘；案址緊鄰海邊，受東北季風影響甚鉅，為經濟部水利署北區水資源局管有之桃園縣觀音鄉觀玉段93地號土地(面積共67,250m²)，現況大多為草生地，將規劃為桃園科技工業園區海水淡化廠用地。
- 三、另查該計畫選用黃槿、水黃皮、木麻黃、海檬果、草海桐等適合海岸地區栽植樹種，並輔設防風設施及澆灌、除草、施肥等撫育措施，綜上初核該補植計畫尚屬合理可行。惟其規劃栽植方式，係沿海水淡化廠用地周遭，採條列狀造林，防風功能有限，建議貴公司宜改採以塊狀栽植為適。
- 四、檢附現場照片1份。

正本：龍威風力發電股份有限公司
副本：林務局

處長 張偉顥

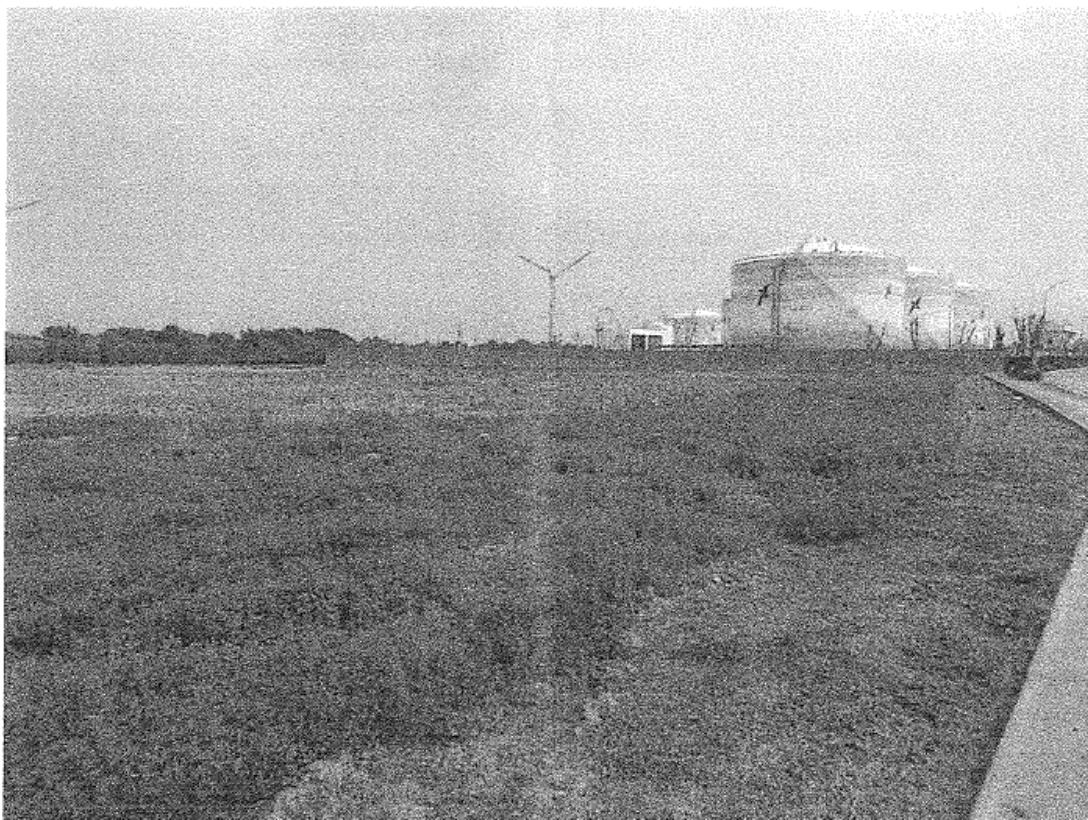


本案依照分層負責授權單位主管決行

裝

訂



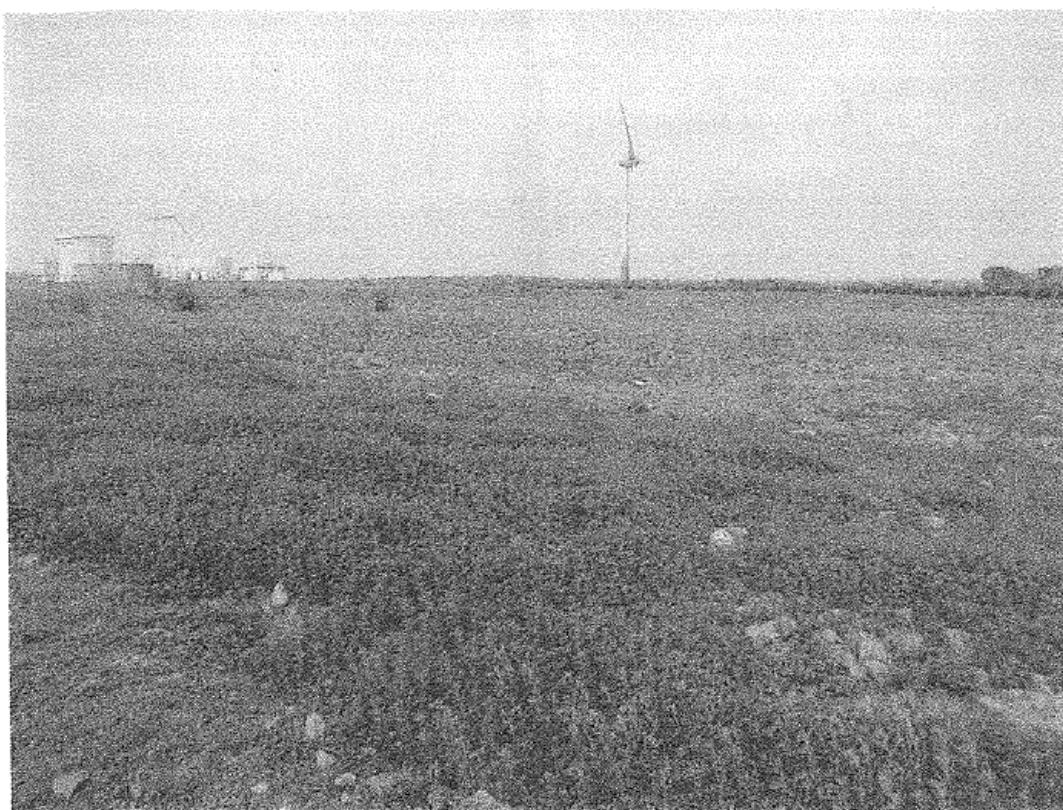


龍威風力電力股份有限公司擬於桃園縣觀音鄉觀玉段 93 地號土地辦理第 2 期防
風林補植計畫現況





龍威風力電力股份有限公司擬於桃園縣觀音鄉觀玉段 93 地號土地辦理第 2 期防
風林補植計畫現況



正 本

發文方式：郵寄

檔 號：
保存年限：

行政院農業委員會林務局新竹林區管理處 函

10093
臺北市中正區羅斯福路2段9號10樓之2

地址：30046新竹市中山路2號
承辦人：謝立忻
電話：03-5224163-134
傳真：03-5249550
電子信箱：HsiehLihsin@forest.gov.tw

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國102年5月6日
發文字號：竹政字第1022104077號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：無

裝
主旨：為貴公司函送「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫」之
環境影響說明書第二期防風林補植計畫之補充說明案，復如
說明二，請查照。

說明：

- 訂
一、依據貴公司102年4月17日龍字第102041709號函辦理。
二、查旨揭計畫條列栽植寬度達15公尺，且與保安林地緊鄰，又
鑑於貴公司提供、同於桃科用地使用同一方式(環狀10公尺
寬)栽植林木生長良好之成果，爰本處同意貴公司依旨揭補
植計畫辦理補植。惟請貴公司應確實達成栽植寬度15公尺以
上並依照環境影響說明書之承諾養護6年、達成活率75%以上。

線
正本：龍威風力發電股份有限公司
副本：本處桃園縣海岸林工作站、本處作業課（均含附件）

處長 張偉顥

止 本

發文方式：郵寄

檔 號：
保存年限：

行政院農業委員會林務局新竹林區管理處 函

10093
臺北市中正區羅斯福路2段9號10樓之2

地址：300新竹市中山路2號
承辦人：蔡乙源
電話：03-5224163#220
傳真：03-5215454
電子信箱：a0051@forest.gov.tw

受文者：龍威風力發電股份有限公司

發文日期：中華民國102年6月3日
發文字號：竹作字第1022230958號
速別：普通件
密等及解密條件或保密期限：普通
附件：如說明三

主旨：貴公司所提報「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠開發計畫」第1期防風林補植第7季季報現場查核案，請依說明辦理，請查照。

說明：

- 一、復貴公司102年4月12日龍字第102041202號函。
- 二、案經本處派員現場調查，林木生長成活情形尚屬良好，經抽樣成活率約為89%；另為期維持造林木適當成活率，請貴公司做好後續撫育管理工作，以維造林木生長良好。
- 三、檢附現場照片1份。

正本：龍威風力發電股份有限公司
副本：林務局

處長 張偉顥



「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠開發計畫」第一期防風林補植第七季調查存活率情形





「苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠開發計畫」第一期防風林補植第七季調查存活率情形



附件五 本次變更後機組臨近風機之地質鑽探報告摘要

龍威風力發電股份有限公司
後龍風場新建工程風機編號：18-1
地基調查與大地工程分析
工作報告書



 鄭豫謹大地技師事務所
CHENG -Y.J. PROFESSIONAL GEOTECHNICAL ENGINEERS

地 址：新北市汐止區新台五路一段 192 號三樓（郵遞區號 22175）

電 話：(02)8642-3177~8 傳 真：(02)8642-3179

電子信箱：cpge.cheng@msa.hinet.net ; cpge.cheng@xuite.net

中華民國一百年十一月

龍威風力發電股份有限公司
後龍風場新建工程風機編號：18-1
地基調查與大地工程分析
工作報告書



鄭豫謹大地技師事務所
C.P.G.E CHENG-Y.J. PROFESSIONAL GEOTECHNICAL ENGINEERS

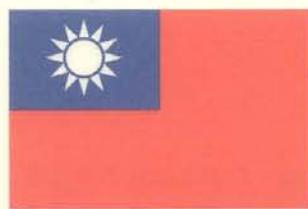
地址：新北市汐止區新台五路一段 192 號三樓（郵遞區號 22175）
電話：(02)8642-3177~8 傳真：(02)8642-3179
電子信箱：cpge_cheng@msa.hinet.net ; cpge_cheng@xuite.net

中華民國一百年十一月

龍威風力發電股份有限公司
後龍風場新建工程風機編號：18-1
地基調查與大地工程分析
工作報告書

簽證頁

承辦技師	鄭豫謹
執業機構	鄭豫謹大地技師事務所
地址	新北市汐止區新台五路一段 192 號 3 樓
電話	(02)8642-3177；8642-3178
傳真	(02)8642-3179
執業執照	技執字第 002542 號
公會會員證號	台灣省大地工程技師公會第 0036 號
內政部許可文號	98 年 6 月 6 日內授營建管字第 0980805597 號 (登錄 412092)
簽證日期	中華民國一百年十一月
執業圖記及簽章	 



技師執業執照

技執字第 002542 號



技師 鄭豫謹 申請執業核與技師法規定
相符合行發給執業執照准予執業登記事項如下：

- 一、姓名： 鄭豫謹 身分證統一編號：H120574554 性別：男
住所：臺北縣汐止市新台五路 1 段 226 號 11 樓
- 二、出生年月日：民國 50 年 3 月 28 日
- 三、執業方式：技師法第 6 條第 1 項第 1 款
- 四、執業機構名稱：鄭豫謹大地技師事務所
所在地：臺北縣汐止市新台五路 1 段 192 號 3 樓
- 五、技師科別證書字號：大地工程科 台工登字第 014847 號

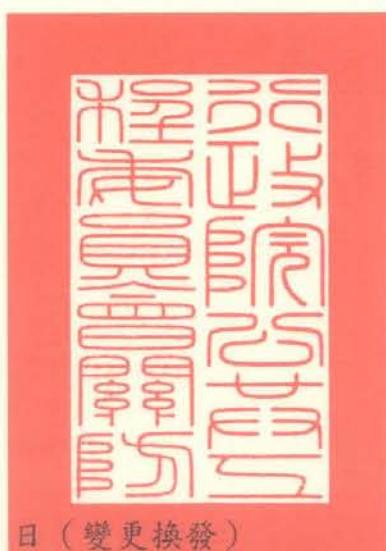
六、業務範圍：(如背面)

七、執照有效期間：自民國 98 年 3 月 28 日至 102 年 3 月 27 日止

行政院公共工程委員會
主任委員

元良鑄

中華民國 98 年 2 月 19



日 (變更換發)



目錄

目錄	1
附錄	II
圖目錄	II
表目錄	III
第一章 前 言	1
1.1 工程說明	1
1.2 基地概述及基地環境	1
1.3 調查目的	1
第二章 工作範圍	4
第三章 調查方法及說明	5
3.1 調查點之位置與高程	5
3.2 現地試驗及探測結果與地層柱狀圖	5
3.3 地下水文觀測	5
3.4 取得樣品及室內試驗結果	6
第四章 基地地層之工程特性	9
4.1 地質柱狀剖面圖與地層分類及描述	9
4.2 地下水文	10
4.3 簡化地層大地工程參數	11
第五章 液化潛能分析	13
5.1 概說	13
5.2 土壤液化之經驗分析法	14
5.3 液化分析結果	14
5.4 液化潛能指數 I_L	16
第六章 建築物基礎穩定分析	19
6.1 基礎設計準則	19
6.2 計劃工程設施概述	20
6.3 基礎型式之選擇	20
6.4 基礎承載力分析	20
6.5 基礎沉陷量分析	24
6.6 棟基礎分析	27
6-6-1 基樁承載力分析	27
6-6-2 基樁抗拉拔力分析	29
6-6-3 基樁間距及群樁總支承力	31
6-6-4 基樁沉陷量	33
6.7 基礎開挖之穩定性分析	36
第七章 結論與建議	38

附錄

附錄A 現場鑽探及一般物理試驗結果表	A-1~A-3
附錄B 顆粒分佈曲線	B-1~B-5
附錄C 土壤直接剪力試驗結果	C-1~C-2
附錄D 岩石單壓強度試驗結果	D-1~D-2
附錄E 岩石直接剪力試驗結果	E-1~E-2
附錄F 液化潛能電腦分析結果	F-1~F-3
附錄G 現場鑽探施工及岩心箱彩色照片	G-1~G-6

圖目錄

圖1.1 地理位置圖	2
圖1.2 基地現況地形及鑽孔位置圖	3
圖4.1 基地地層剖面圖	12
圖5.1 新版日本道路協會簡易經驗分析流程	15
圖6.1 淺基礎容許承載力與深度關係圖（建技規則—常時）	24
圖6.2 淺基礎容許承載力與深度關係圖（建技規則—強震）	24
圖6.3 淺基礎容許淨承載力與深度關係圖（N值推估—常時）	25
圖6.4 淺基礎容許淨承載力與深度關係圖（N值推估—強震）	25
圖6.5 形狀因素（Harr, 1966）	27

表目錄

表3.1 鑽孔位置、高程、深度與鑽探日期.....	5
表3.2 現場工作數量統計表	6
表3.3 試驗工作數量統計表	8
表3.4 土壤力學試驗綜合結果表	8
表3.5 岩石力學試驗綜合結果表	8
表4.1 地下水位觀測井觀測結果	11
表4.2 地層參數建議值.....	11
表5.1 日本道路協會規範之地層參數折減係數 D_E	16
表5.2 地基液化等級和宜考慮的抗液化措施	18
表6.1 扭轉角變位 δ 與建築物損壞程度(Bjerrum, 1963)	20
表6.2 各項影響因素計算式(Modified from Meyerhof , 1963).....	22
表6.3 建築技術規則支承力因素(1998).....	23
表6.4 垂直支承力安全係數	28
表6.5 基樁最大表面摩擦阻力及端點極限支承力(t/m^2)	29
表6.6 基樁之允許支承力表 (常時)	29
表6.7 基樁之允許支承力表 (強震時)	30
表6.8 基樁拉拔力安全係數	31
表6.9 基樁之允許抗拉拔力表 (常時)	31
表6.10 基樁之允許抗拉拔力表 (強震時)	32
表6.11 不同土壤種類及樁種類所採用之 C_p 值	34

龍威風力發電股份有限公司
後龍風場新建工程風機編號：18-1
地基調查與大地工程分析
工作報告書

第一章 前 言

1.1 工程說明

龍威風力發電股份有限公司（Long Wei Wind Power Co., Ltd.）擬於苗栗縣後龍鎮濱海地區，進行新建風力發電所需之風力發電機組工程，預計每座基座約為直徑為10~20公尺圓形混凝土構造，現正委由建築師及結構技師進行工程規劃、設計及分析之工作。本次係針對風機編號：18-1號之基地進行工程評估工作。

1.2 基地概述及基地環境

本次工程擬使用之基地位於苗栗縣後龍鎮近海濱地帶，基地現況為休耕農地，地勢尚稱平坦。基地地理位置示如圖1.1，現況示如圖1.2。

1.3 調查目的

本次調查之目的為利用鑽探取樣與試驗方式，進一步瞭解基地地層分佈狀況，及求得結構設計分析與基礎施工上所需地層之工程性質，作為設計與規劃之參考依據。鄭豫謹大地技師事務所(以下簡稱本事務所)接受委託進行基地地質鑽探取樣、土壤試驗與分析之工作，隨即於民國100年10月24日調派機具進駐現場，正式展開現場地基鑽探及取樣工作，並於現場鑽探取樣工作完成後，隨即進行室內試驗工作，並根據現場及試驗成果進行地層研判與各項基礎分析及評估工作。現已完成委託工作，正式提出本調查分析成果工作報告書，以提供結構設計及基礎施工之參考依據。



○為本次調查之風機位置

SCALE=1:50000

圖1.1 地理位置圖

鄧誠謹大地技師事務所

本文

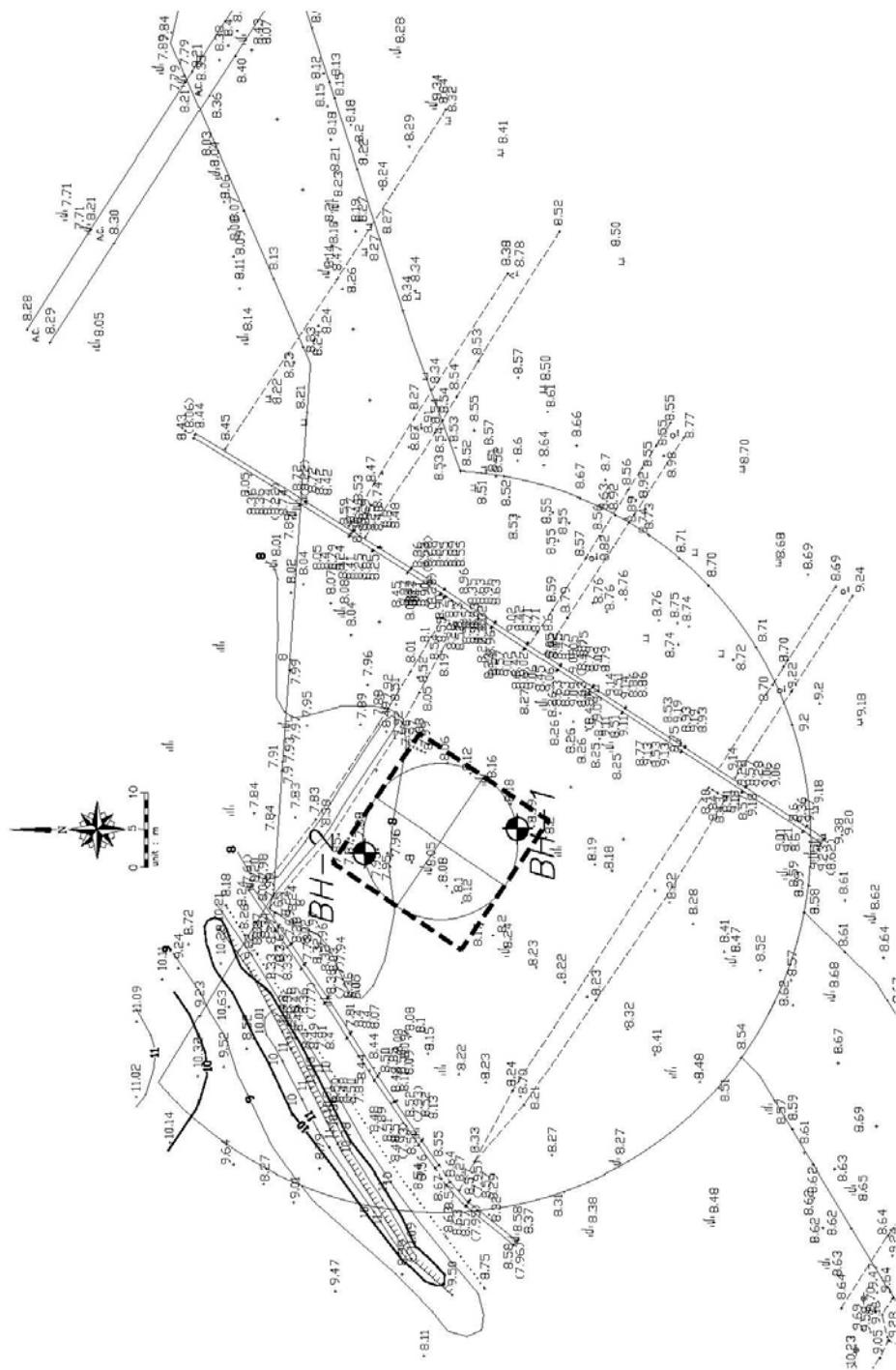


圖 1.2 基地現況地形及鑽孔位置圖

SCALE=1:800

第二章 工作範圍

依據雙方之約定，本工程之工作範圍包括下列各項：

A、基地現場鑽探及取樣工作：包括

- 1.一般土層鑽探
- 2.砂礫石層鑽探
- 3.卵礫石層鑽探
- 4.岩層鑽探
- 5.分裂式劈管取樣
- 6.三英吋薄管取樣

現場鑽探取樣之數量及結果，整理於第三章及附錄A及附錄B中。

B、現場試驗及觀測工作：

- 1.標準貫入試驗
- 2.地下水位觀測

C、室內試驗工作：

- 1.一般物理性試驗：單位重、含水量、比重、顆粒分析、阿太堡限度、孔隙比、土壤分類等。
- 2.土壤直接剪力試驗。
- 3.岩石單壓強度試驗
- 4.岩石直接剪力試驗

室內試驗之數量及結果，整理於第四章與附錄A至附錄E之中。

D、成果報告：

- 1.基地地層概況、剖面分析及其工程性質之研判
 - 2.基地地下水位分析
 - 3.地層液化潛能評估
 - 4.基礎承載力、沉陷量、上浮力分析及側向壓力分析
 - 5.其他與規劃設計及大地工程施工相關建議事項
- 分析結果，詳見第五、六、七各章節。

第三章 調查方法及說明

調查方法為現場調查工作及室內試驗工作；現場調查工作包括現場鑽探與取樣、現場試驗及現場觀測等工作。室內試驗工作包括土壤一般物理性試驗等工作。茲分別說明如下：

3.1 調查點之位置與高程

本次現場鑽探取樣工作，係配合基地整地規劃及結構物設計工程之需要進行，於基地內設置二個鑽探孔，其平面位置示於圖1.2，實際各個鑽孔深度為20.00公尺及25.00公尺，總鑽探深度為45.00公尺。基地鑽孔位置與高程、深度及施鑽時間整理於表3.1中。

表3.1 鑽孔位置、高程、深度與鑽探日期

風機 編號	鑽孔 編號	縱座標 E	橫座標 N	高程 (m)	鑽孔深度 (m)	鑽探日期
18-1	BH-1	229644.730	2728515.600	+8.19	20.00	2011.10.24~10.25
	BH-2	229641.465	2728536.267	+7.90	25.00	2011.10.26~10.27

3.2 現地試驗及探測結果與地層柱狀圖

在鑽探過程中使用油壓鑽機，視地層變化及需要，分別使用水沖鑽探法或旋轉鑽探法進行作業。各孔並視地層需要，使用適當尺寸之套管保護孔壁，使其不致崩坍。並由地層變化及分析之需要每隔1.50公尺或地層有變化之處進行標準貫入試驗（S.P.T.依照ASTM D1586規範）求得土壤N值，以判定土壤之軟弱緊密程度。並取得劈管擾動土樣，送回試驗室供一般物理性質試驗之用。另以靜力壓入方式（依ASTMD1587規範）取得適當地層之不擾動薄管土樣，以供力學性試驗之所需。遇岩層則以三套岩心管鑽取岩心，依序置入岩心箱中，以供地層研判及岩石試驗之所需。相關之現地試驗及探測結果與地層柱狀圖如附錄A所示。

3.3 地下水文觀測

基於地下水位之高低及地下水壓之大小對於基礎設計及工程施工之重要性，除於各鑽孔完成後24小時進行地下水位之觀測外，並利用

BH-1之原鑽孔埋設水位觀測井，進行長期地下水位觀測工作，以瞭解基地地下水位分佈情形。施工期間水位觀測結果詳見第四章所示。

現場調查工作包括現場鑽探、劈管及薄管取樣、標準貫入試驗及地下水位觀測系統等，詳細工作數量統計則如表3.2所列。

表3.2 現場工作數量統計表

風機 編號	孔 號	一般土層 (公尺)	砂礫石層 (公尺)	岩層 (公尺)	總深 (公尺)	標準貫入試驗 (次)	劈管 取樣 (組)	薄管 取樣 (支)	觀測 井	岩心箱 (箱)
18-1	BH-1	8.10	0.90	11.00	20.00	8	8	0	1	3
	BH-2	6.80	0.70	17.50	25.00	8	8	1	0	5
總計		14.90	1.60	28.50	45.00	16	16	1	1	8

3.4 取得樣品及室內試驗結果

從現場鑽探所取得之劈管及薄管土樣，經妥善之裝運後，送回試驗室進行下列各項試驗：

A. 土壤一般物理性試驗：

試驗項目包括含水量測定、單位重測定、孔隙比測定、比重計分析、篩分析、重測定及阿太堡限度測定等。

1. 含水量及單位重測定：係依照美國材料試驗學會標準（ASTM D2216）規定步驟進行。選取約一百公克左右土樣，置於恆溫箱內二十四小時後測定。單位重則由精密上皿天平讀得重量除以量得試樣體積而得之。

2. 顆粒大小分佈曲線：包括比重計試驗與篩分析試驗，試驗步驟依照美國材料試驗學會標準（ASTM D421及ASTM D422）規定進行。試驗時取烘乾土樣約45公克置於矽酸鈉溶液中24小時後，置入電動攪拌機攪拌後倒入1000cc沉澱筒內，於不同歷時讀取比重計讀數，經24小時之沉澱後，將水土混合液倒入200號標準篩內洗去過篩顆粒，再予烘乾置於特定篩網系列進行篩分析試驗。

3.比重測定：測定比重之土樣均為烘乾土樣，其重量為45公克。試驗步驟依照美國材料試驗學會標準（ASTM D854）規定實施。

4.阿太堡限度試驗：依照美國材料試驗學會標準(ASTM D4318)規定進行。取通過40號篩之土樣，放入容器內加水充分拌合後，放入液性試驗儀擊打測定液性限度。塑性限度則係在毛玻璃上，將土樣揉搓成直徑為3公厘之圓柱條狀而正好龜裂之含水量。

5.孔隙比測定：孔隙比測定係由單位重、含水量及比重等計算而得：

$$e = [(1+\omega)/\gamma_t] \times G_s \times \gamma_w - 1$$

式中 e = 孔隙比

γ_t = 土壤之單位重

ω = 含水量

G_s = 土粒之比重

γ_w = 水之單位重

6.土壤工程分類：依照美國材料試驗學會標準（ASTM D2487）之統一分類法進行。

本工程相關之土壤一般物理試驗結果，詳附錄A至附錄B所示。

B.土壤力學性試驗：

1.直接剪力試驗：依照美國材料試驗學會標準（ASTM D3080）規定步驟進行。將試體放入剪力盒中分別施加不同之垂直壓力，加壓量視工程及現地實際情況而定，而其剪動速率則由土壤之特性決定，直至破壞為止。

C.岩石力學性試驗：

1.岩石單壓強度試驗：依照美國材料試驗學會標準（ASTM D2938-86）規定步驟進行。將取得之岩心以電鋸修裁成高度：直徑為2:1之岩樣試體，上下修平，以油壓機施以軸力，直至試體破壞為止。

2.岩石直接剪力試驗：依據ISRM：Laboratory Determination of Direct Shear Strength辦理。將岩心修裁置入剪力盒內，施加不同之垂直壓力，以求得該岩心之尖峰強度及殘餘強度值。

力學性試驗旨在提供應力—應變（承載力、側向力、沉陷量等等）相關資料，以供基礎設計分析之用，詳細試驗數量統計整理於表3.3，土壤力學試驗綜合結果彙整於表3.4之中，而岩石力學試驗綜合結果彙整於表3.5之中。各力學試驗結果詳附錄C至E之中。

表3.3 試驗工作數量統計表

風機 編號	孔 號	土壤物 理試驗 (組)	無圍壓 縮試驗 (組)	直接剪 力試驗 (組)	三軸UU 試 驗 (組)	三軸CU 試 驗 (組)	岩石單 壓試驗 (組)	岩石直 剪試驗 (組)
18-1	BH-1	8	0	0	0	0	1	1
	BH-2	9	0	1	0	0	1	1
合計		17	0	1	0	0	2	2

表3.4 土壤力學試驗綜合結果表

風機 編號	孔 號	樣 號	深 度 (公尺)	土壤無 圍試驗 $q_u(t/m^2)$	土壤直 接剪 力試 驗 $c(t/m^2)$	上 剪 力 $\varphi(deg)$	土壤 三 軸 試 驗 $c'(t/m^2)$	三 軸 試 驗 $\varphi'(deg)$	壓縮 指 數 C_c/C_s
18-1	BH-2	T-1	2.00~2.80	--	0.30	28.32	--	--	--

表3.5 岩石力學試驗綜合結果表

風機 編號	孔 號	樣 號	深 度 (公尺)	岩石單 壓強 度試 驗 $q_u(kg/cm^2)$	岩石直接剪力試驗				岩石直接 剪 力試 驗 基本摩 擦角 (deg)	岩 石 點 荷 重 試 驗 kg/cm^2		
					尖峰 強度		殘餘 強度					
					$c_p(kg/cm^2)$	$\varphi_p(deg)$	$c_r(kg/cm^2)$	$\varphi_r(deg)$				
18-1	BH-1	R-1	11.22~11.60	1.86	--	--	--	--	--	--		
		R-2	14.53~15.00	--	0.90	37.80	--	--	--	--		
	BH-2	R-1	8.00~8.35	--	0.37	31.66	--	--	--	--		
		R-2	17.00~17.37	4.17	--	--	--	--	--	--		

第四章 基地地層之工程特性

4.1 地質柱狀剖面圖與地層分類及描述

根據現場地質鑽探及試驗室試驗結果研判，本基地出露的地層為現代沖積層（由未膠結之砂土及礫石組成）覆蓋於更新世之膠結不良砂岩或泥質砂岩層上，基址地層狀況示如圖4.1基地地層剖面圖，於鑽探深度內（25.00m）可概分為四層。現就基址地層之工程性質依分佈之深度由淺而深分別說明如下：

一、棕色粉土質細砂含黏土

主要由粉土質細砂所組成，含黏土，顏色呈棕色。厚度約在3.7m左右。標準貫入試驗N值平均多在4.5左右，略具塑性、疏鬆程度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γ_t)平均約為2.05t/m³左右，自然含水量(w)平均約為17.12%左右，土壤液性限度(LL)約為22.24%，塑性指數(PI)約為9.40%，孔隙比(e)平均約為0.54左右，比重(Gs)平均約為2.68。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類大部份為SC，少數為CL。另根據土壤指數性質及力學性質試驗結果、標準貫入試驗N值與經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力C'值為0.30t/m²，有效內摩擦角 ϕ' 值約為28度。

二、灰色礫石及細砂

主要由礫石及細砂所組成，顏色呈灰色。厚度約在0.80m左右。標準貫入試驗N值平均多在10.5左右，具無塑性、疏鬆程度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γ_t)平均約為2.12t/m³左右，自然含水量(w)平均約為17.25%左右，孔隙比(e)平均約為0.46左右，比重(Gs)平均約為2.64。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類為SP、SW-SM。另根據土壤指數性質試驗結果、標準貫入試驗N值及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力C'值為0.00t/m²，有效內摩擦角 ϕ' 值約為30度。

三、灰色粉土質細砂

主要由粉土質細砂所組成，顏色呈灰色。厚度約在3.75m左右。標準貫入試驗N值平均多在18.4左右，具無塑性、中等緊密程度。根據土壤一般物理試驗結果，本層之土壤單位重(γ_l)平均約為2.04t/m³左右，自然含水量(w)平均約為21.24%左右，孔隙比(e)平均約為0.58左右，比重(Gs)平均約為2.66。依據土壤統一分類法則，本層土壤分類大部份為SM，少數為SP。另根據土壤指數性質試驗結果、標準貫入試驗N值及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力C'值為0.00t/m²，有效內摩擦角 ϕ' 值約為30度。

四、棕黃至灰色膠結不良砂岩

主要係由膠結不良砂岩所組成，顏色呈棕黃至灰色，因鑽探最大深度(25.00m)止於此層，故其厚度無法確實得知，研判厚度應在16.75m以上，岩化作用尚年輕，膠結不良，遇水易軟化崩解，一般設計時常以緊密砂層或極緊密砂層視之。根據一般物理試驗結果，本層之單位重(γ_l)平均約為2.10t/m³左右，自然含水量(w)平均約為21.93%左右。另根據力學性質相關試驗結果及經驗法則綜合研判，分析時建議採用土壤之有效內凝聚力C'值為5.00t/m²，有效內摩擦角 ϕ' 值約為32度。

4.2 地下水文

基於地下水位之高低及地下水壓之大小對於基礎設計及工程施工之重要性，除於各鑽孔完成後24小時進行地下水位之觀測外，並利用BH-1之原鑽孔埋設水位觀測井，進行長期地下水位觀測工作，以瞭解基地地下水位分佈情形。觀測結果詳表4.1。

根據基地地層概況及現場觀測之結果研判，本基地之地下水位約在BH-1地表下0.00~0.86公尺間變化，地下水壓建議採靜水壓力分佈。若考慮季節性及暴雨時地下水位可能上昇，故建議於分析設計時風機基址地下水位位於BH-1之地表處。

表4.1 地下水位觀測井觀測結果

風機編號 及孔號	觀測日期					
	100.10.26	100.10.28	100.11.07	100.11.13		
18-1	0.86	0.85	0.67	滿水位		
BH-1						

註：單位公尺 由孔口向下量測

4.3 簡化地層工程參數

綜合基地地層各項工程性質，為便利基礎分析工作，經研判簡化後，得基址之簡化地層表如表4.2所示。

表4.2 地層參數建議值

變層 深度 m	厚度 m	地層描述	N值	γ_t t/m^3	ω %	S_u t/m^2	c/c' t/m^2	ϕ/ϕ' 度	E t/m^2
3.70	3.70	棕色粉土質細砂 含黏土(SC)	4.50	2.05	17.12	--	--/0.3	--/28	1580*
4.50	0.80	灰色礫石及細砂 (SP、SW-SM)	10.50	2.12	17.25	--	--/0.0*	--/30*	2810*
8.25	3.75	灰色粉土質細砂 (SM)	18.40	2.04	21.24	--	--/0.0*	--/30*	3560*
25.0**	>16.75	棕黃至灰色膠結不良 砂岩(Sandstone)	--	2.10	21.93	--	--/5.0	--/32	6000*

註：*表經驗推估值，**表鑽探孔底。

E值推估採D'Appoloria(1970)及Bjerrum(1964)之建議。

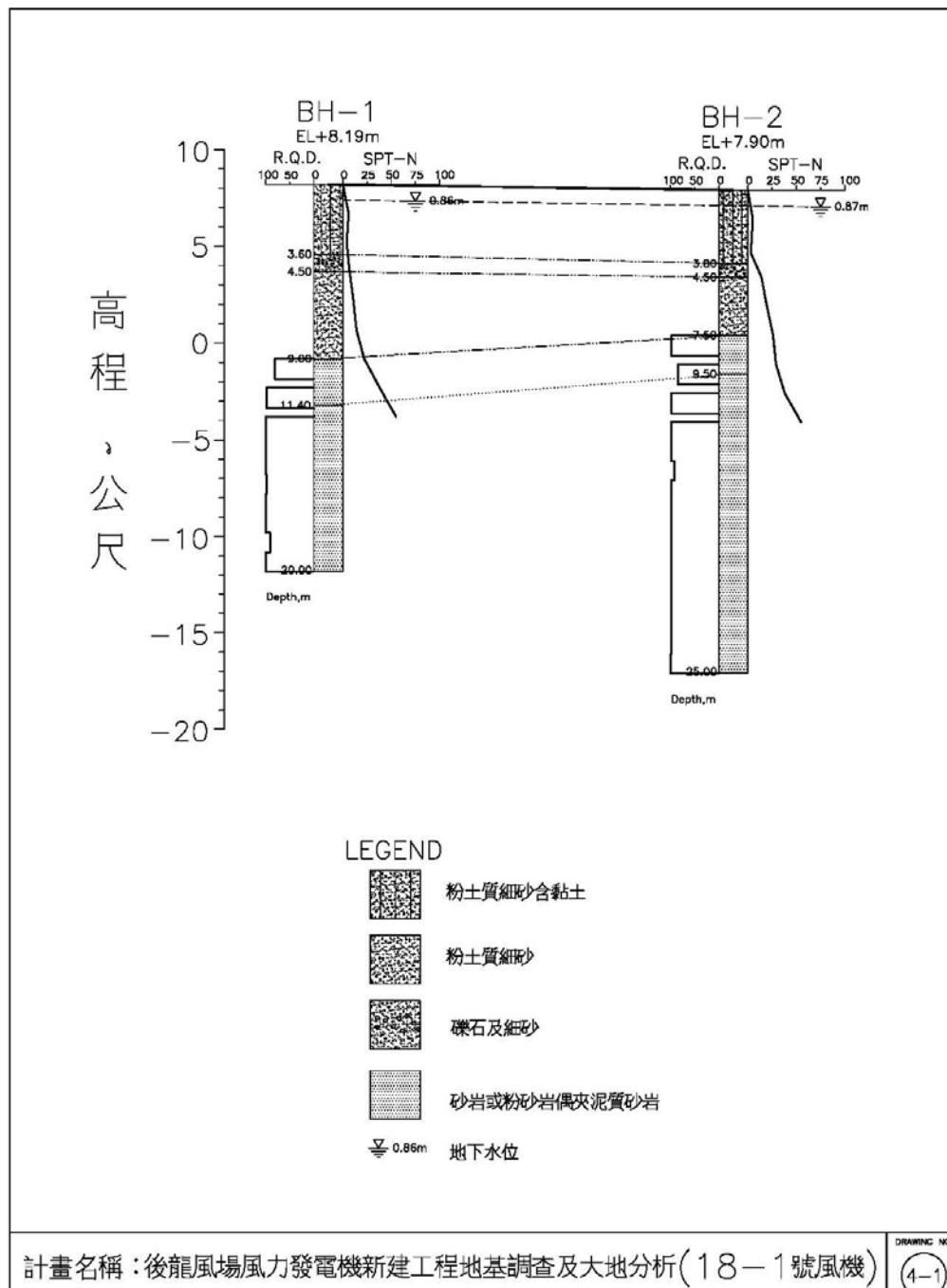


圖 4.1 基地地層剖面圖

SCALE=1/300

第五章 液化潛能分析

5.1 概說

液化(Liquefaction)為飽和之無凝聚性土壤在承受剪力變形時，所激發超額孔隙水壓升高，致使有效應力降低至極小，而產生連續性變形狀態稱之。土層不管是承受靜態荷重或動態荷重，均可使得土壤液化。但本節主要針對動態荷重、地震力作用所引起液化之探討。根據各學者研究結果，影響土壤液化因素有：

1. 土壤之相對密度：相對密度愈大者，愈不易液化。
2. 地表震動強度與震動持續時間。
3. 有效覆土應力：接近地表土層較易發生液化，液化現象甚少發生於地表下20公尺以下者。
4. 過壓密比：一般而言，導致土壤液化所需之剪應力比隨過壓密比之增加而增加。
5. 土壤顆粒大小及級配特性。
6. 土層之排水狀況。

以下即針對以上之因素，根據內政部100年7月1日「建築物耐震設計規範與解說」之震區加速度值作為評估之基準。此係以或然率理論為基礎，考慮該區域之地質環境(包括板塊運動、地質構造、斷層位置及活動性等)，以及已往所發生之地震資料，以機率分佈之概念，評估其設計地震。各震區所對應之設計地震加速度係數係指回歸期為475年之地震地表加速度值，代表台灣地區基地在50年內超越機率為10%之預期加速度值，及最大考量地震加速度係數係指回歸期為2500年之地震地表加速度值，代表台灣地區基地在50年內超越機率為2%之預期加速度值。按最新耐震設計規範規定，工址應分別檢核中小度地震(地表水平加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}I}{4.2}g$)，設計地震時(地表水平加速度 $A = 0.4S_{DS}Ig$)，及最大

考量地震時(地表水平加速度 $A = 0.4S_{MS}Ig$)發生液化之可能性。其中在中小度地震時，工址不得有液化之可能，在設計地震與最大考量地震時，

雖允許液化情形發生，但建築物應採用之適當基礎型式(如樁基礎)，並檢核液化後之安全性。

5.2 土壤液化之經驗分析法

目前我國之公路橋樑及建築耐震設計規範所採用之土壤液化潛能評法即為日本道路協會(1990)道路橋示方書第五部耐震設計規範所列之方法，該方法為Iwasaki et al.(1978, 1982)及Tatsuoka et al.(1980)根據大量高品質現地取樣試體，於室內進行土壤液化試驗所得20振動周數抗液化強度與現地SPT-N關係所發展出來之評估法。於阪神地震後，日本道路協會將該次地震液化經驗及相關研究結果整合後，重新擬訂新的土壤液化判定方法（即1996版），新方法之分析流程如圖5.1所示。

5.3 液化分析結果

依據上節之分析方法及本基址地層鑽探資料進行地層液化潛能分析，按液化現象極少發生於地表下20公尺以下。依基址之地層狀況（附錄A），採用日本道路協會(1996)道路橋示方書建議之分析法進行分析。按本基址所在地為苗栗縣後龍鎮，風機基址地盤為第二類地盤（地表下30公尺內之 $180\text{m/s} < \bar{V}_{S30} < 270\text{m/s}$ ），依內政部95年1月1日「建築物耐震設計規範與解說」規定：

震區短週期水平譜加速度係數 $S_s^D=0.7$ 及 $S_s^M=0.9$ （查表），

短週期結構之工址放大係數 $F_a=1.00$ ($S_s=0.7$) 及 $F_a=1.00$ ($S_s=0.9$)

$$S_{DS} = F_a S_s^D \quad S_{MS} = F_a S_s^M \quad I = \text{用途係數} \quad (\text{發電廠採} I=1.5)$$

於中小度地震，考慮最大地表加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}I}{4.2}g$ 為0.10g時，基地地層

抵抗液化之安全係數皆大於1.0以上（詳附錄F），應無發生地層液化或應變軟化之虞。而於設計地震，考慮最大地表加速度 $A=0.4S_{DS}Ig$ 為0.42g時，及於最大考量地震，考慮最大地表加速度 $A=0.4S_{MS}Ig$ 為0.54g時，基地地層產生局部區域性液化現象之機率較大，然而造成全面性液化現象之可能性則不大（詳附錄F）。

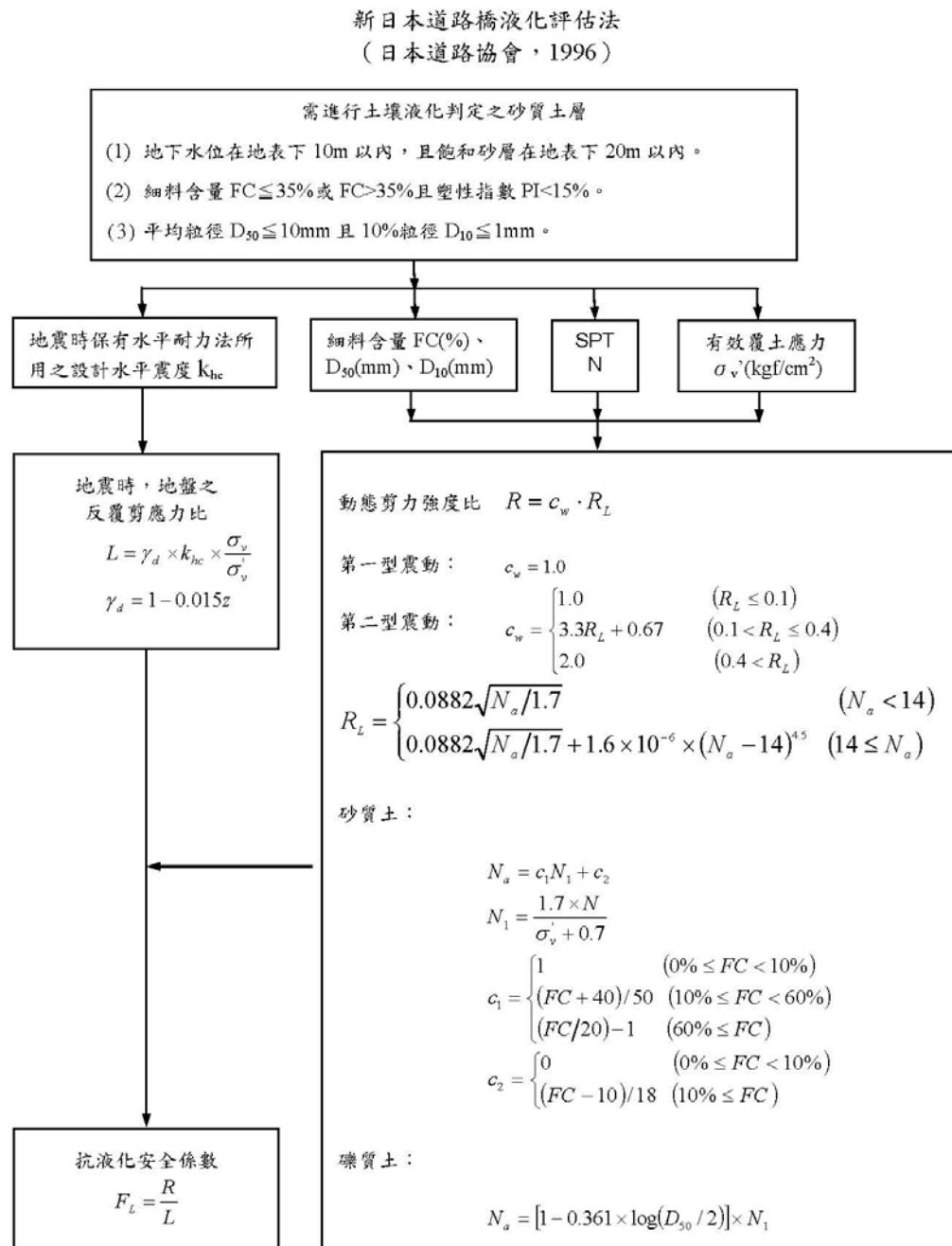


圖 5.1 新版日本道路協會簡易經驗分析流程

由於液化後之砂土層其強度及支承力會降低，因此，判定會液化之砂質土層，應將其地層強度參數予以折減，以作為耐震設計分析之依據。表5.1為內政部「建築物耐震設計規範與解說」所建議之參數折減係數表，對映本工程液化分析之結果，基址地層於設計地震時，地表下0.00m~7.50m之砂土層建議折減係數 $D_E=2/3$ 。

表5.1日本道路協會規範之地層參數折減係數 D_E

抗液化安全係數 FL	地表面下深度 Z	土質參數折減係數 D_E	
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$
$FL \leq 1/3$	$0 \leq Z \leq 10$	0	1/6
	$10 < Z \leq 20$	1/3	1/3
$1/3 < FL \leq 2/3$	$0 \leq Z \leq 10$	1/3	2/3
	$10 < Z \leq 20$	2/3	2/3
$2/3 < FL < 1$	$0 \leq Z \leq 10$	2/3	1
	$10 < Z \leq 20$	1	1

註：R為依規範計算所得之土壤抵抗液化剪應力比

5.4 液化潛能指數 I_L

Iwasaki(1982)考慮深度的影響，提出一評估液化潛能之深度加權法，建議以液化潛能指數(liquefaction potential index, I_L)代表任一試驗孔之液化危險程度。液化潛能指數 I_L 定義如下：

$$I_L = \int_0^{20} FlW(z)dz$$

$$Fl=1-FS, \quad \text{for } FS \leq 1.0$$

$$Fl=0, \quad \text{for } FS > 1.0$$

$$W(z)=10-0.5z; \quad z\text{為距地表之深度，單位}m\text{。}$$

上述FS採用Robertson et al.(1998)液化評估法計算之安全係數。 $W(z)$ 為考慮地表下20m以內，各深度液化程度之加權係數，隨深度增加呈線性遞減。當 $FS > 1$ ， Fl 視為0， $FS \leq 1$ 時， Fl 等於 $1-FS$ ，乘上該深度之加權指數後相加，總數即為液化潛能指數 I_L ，代表任一孔的液化程度指標，最小為0、最大為100。Iwasaki(1982)依此分析過去6次地震中，64個液化區域和23個非液化區域的資料，綜合整理，提出下列指標：

$I_L=0$	液化危險度極低
$0 < I_L \leq 5$	液化危險度低
$5 < I_L \leq 15$	液化危險度高
$15 < I_L$	液化危險度極高

表5.2為中國大陸規範中所列各種 I_L 值條件下，土壤液化所引致之地表現象、建築物之震害及建議之抗液化措施。

依本工程而言，依據5.2節建議之方法進行液化潛能分析，根據分析結果，當一般中小型地震之地表水平加速度達0.10g時，計算所得之 I_L 值為0，應無發生地層液化或應變軟化之虞。於設計地震及最大考量地震時之地表水平加速度達0.42g及0.54g時，計算所得之 I_L 值介於5.74~18.70，屬液化危險度高至極高，故於強震時地表下0.00m~7.50m內之砂土層可能液化危害度中等至嚴重。又地層折減參數為 $D_E=2/3$ ，宜檢核強震時地層強度參數折減後之基礎承載安全性，必要時可採消除液化設計（液化土加固、土壤置換或樁基）。

表5.2 地基液化等級和宜考慮的抗液化措施

地基液化等級和宜考慮的抗液化措施						
液化等級	液化危害指數 I_L	噴水冒砂特點	由液化引起的建築震害	抗液化措施選擇原則		
				乙類建築	丙類建築	丁類建築
I (輕微)	< 5	無噴水冒砂現象或在局部低窪地，池邊有零星噴水冒砂點	液化危害性小，一般不致引起明顯的震害	部分消除液化沉陷，或對基礎和上部結構處理	不採取措施或結構處理	可不採取措施
II (中等)	5~15	噴水冒砂的可能性很大，多數屬於中等程度的噴水冒砂	液化危害較大，可造成不均勻沉降或開裂	消除液化沉陷，或部分消除液化沉陷且對基礎和上部結構處理	優先考慮措施處理	可不採取措施
III (嚴重)	> 15	噴水冒砂嚴重，地裂縫較多，地表面形態發生很大變化	液化危害性大，一般可使建築物產生 10~30cm 的不均勻沉降，高重心建築物可能嚴重傾斜	消除液化沉陷	消除液化沉陷或部分消除液化沉陷且結構處理	經濟的措施

註：1. 甲類建築：特殊要求的建築，如遇地震破壞會導致嚴重後果的建築等，必須經國家規定的權限批准。

乙類建築：國家重點抗震城市的生命線工程的建築。

丙類建築：甲、乙、丁類以外的建築。

丁類建築：次要的建築如遇地震破壞不易造成人員傷亡和較大的經濟損失的建築等。

2. 消除液化沉陷措施指液化土加固或樁基，部分消除液化沉陷的措施加固部分深度的液化土，但加固深度小於液化深度。

第六章 建築物基礎穩定分析

6.1 基礎設計準則

基礎型式之選擇，主要須考慮下列各項因素：

A · 基礎承載力分析

一般引用公式為：

$$FS = \frac{Q_u}{P}$$

式中 FS ：安全係數

Q_u ：土層極限承載力

P ：柱承受載重 [$= \frac{Q(\text{柱載重})}{A(\text{柱斷面積})}$ ：當柱無偏心載重時]

一般而言，永久性構造物之安全係數不得小於3。臨時性構造物之安全係數不得小於2。

B · 基礎沉陷量分析

1. 總沉陷量分析

$$S = S_i + S_e + S_s$$

式中 S ：理論總沉陷量（視所需條件而定，不得過大）

S_i ：瞬時沉陷量

S_e ：壓密沉陷量

S_s ：次要沉陷量

結構物因基礎載重而生之總沉陷量，原則上不得超過下表之建議值

。

容許沉陷量表					單位：公分
構造物種類	混 凝 土	鋼 筋	混 凝 土		
基礎型式	連續基腳	單柱及聯合基腳	連續基腳	筏式基礎	
總沉陷量	4.0	10.0	20.0	30.0	

2. 差異沉陷量分析

$$\text{扭轉角變位(angular distortion)} \delta = \frac{\Delta S}{L} = \frac{\text{差異沉陷}}{\text{兩基腳間之距離}}$$

通常 δ 值之選取可參閱表5.1。構造物相鄰兩柱或相鄰兩支點間，因差異沉陷而產生之角變量，應不得使構造物之樑柱發生有害之裂縫。原則上容許角變量不宜超過1/250。

- C · 噪音、公害、施工機具與技術、鄰近結構物性質。
- D · 基礎施工（如打預鑄樁或地下開挖）之可行性，與對鄰近結構物之安全性分析。
- E · 基礎工程費用及工期、天候因素考慮。

表6.1 扭轉角變位 δ 與建築物損壞程度(Bjerrum,1963)

扭轉角變位 δ	建 築 物 損 壞 程 度
1/600	斜撐之構架有受損之危險
1/500	建築物不容許裂縫產生的安全限度（含安全係數）
1/300	隔間牆開始發生裂縫（不含安全係數）
1/250	剛性之高層建築物開始有明顯的傾斜
1/150	隔間牆及磚牆產生相當多的裂縫
1/150	可撓性磚牆之安全限度（含安全係數）
1/150	建築物產生結構性損壞

6.2 計劃工程設施概述

按業主提供之結構資料，本次工程擬採用之風機為ENERCON公司的系統（基礎為 $\phi=10\sim20m$ 之圓形基腳），推估結構傳遞至基礎底版之荷重須大於 $10.10t/m^2$ 以上。

6.3 基礎型式之選擇

依據風機基址之地層狀況（疏鬆至中等緊密砂層、砂礫石層及膠結不良砂岩）、結構規劃資料研判，本工程建議最經濟之基礎型式為版式基礎（直接基礎）為宜，但考慮強震時基地地表下 $0.00m\sim7.50m$ 間之砂層可能液化之影響，宜檢核液化時地層軟化後對直接基礎之影響，必要時宜採樁基礎設計。以下即就基礎進行分析與檢討。

6.4 基礎承載力分析

基礎承載力取決於土壤之抗剪強度、基礎平面尺寸、基礎埋置深度

及地下水位之高低。本案承載力之推估，乃根據地層狀況，採用我國（90年10月）建築物基礎構造設計規範所建議之公式：

$$q_u = cN_cF_{cs}F_{cd}F_{ci} + \gamma_2D_fN_qF_{qs}F_{qd}F_{qi} + 0.5\gamma_1BN_rF_{rs}F_{rd}F_{ri}$$

$$q_a = \frac{q_u - \gamma_2D_f}{FS} + \gamma_2D_f \text{ (筏基) or}$$

$$q_a = \frac{q_u - \gamma_2D_f}{FS} \text{ (獨立基腳或連續基腳)}$$

式中 q_u ：土壤極限承載力

q_a ：土壤允許承載力

c ：基礎版底面以下土壤之凝聚力 (t/m^2)

γ_1 ：基礎版底面以下土壤之平均有效單位重 (t/m^3)

γ_2 ：基礎版底面以上土壤之平均有效單位重 (t/m^3)

D_f ：基礎埋置深度 (m)

B ：基礎版寬度 (m)

L ：基礎版長度 (m)

β ：載重方向與鉛直線之夾角 ($^\circ$)

F_{cs} 、 F_{cd} 、 F_{ci} 、 F_{qs} 、 F_{qd} 、 F_{qi} 、 F_{rs} 、 F_{rd} 、 F_{ri} 影響因素

(如表6.2所列)

N_c 、 N_q 、 N_r ：承載力因數 (如表6.3所列)

FS ：安全係數 (一般取 $FS=3$ ，震時取 $FS=2$)

基礎承載力大小與地層之特性、土壤剪力強度、基礎埋置深度及地下水位等因素有密切之關係。

若採用標準貫入試驗進行推估，一般依據Meyerhof(1956)及Bowles(1977)之建議，砂質地層內基礎之淨容許承載力可由下式估算：

$$q_{net(all)}(t/m^2) = 1.22N\left(\frac{B+0.3}{B}\right)^2 F_d \left(\frac{S}{2.54}\right)$$

式中： $q_{net(all)}$ ：淨容許承載力(t/m^2)

N ：標準貫入試驗N值

$$F_d : (1 + 0.33\frac{D_f}{B})$$

D_f ：基礎埋置深度(m)

B ：基礎寬度(m)

S ：最大沉陷量(cm)

基地地層狀況如表4.2所示，基礎將埋置於砂土層內，考慮不同之基礎尺寸、不同之埋置深度，以建技規則方式估算時，考慮地下水位在地表下2.00公尺，常時安全係數取3.0，而強震時安全係數取2.0，計算得到基礎容許淨承載力如圖6.1（常時）及圖6.2（強震時）所示。以N值估算時，考慮基礎最大沉陷量為2.54cm下之基礎容許淨承載力如圖6.3（常時）及圖6.4（強震時）所示。由圖中結果得知，基址地表下2.0m以下之基礎承載力，於常時採用直接基礎尚符合設計之需求，但於強震時基地地層可能因承載不足而生局部剪力破壞之虞，供設計者參考。

表6.2 各項影響因素計算式(Modified from Meyerhof , 1963)

提供支承力項目 考慮影響項目		凝聚力 (c)	超載 (q)	土重 (γ)
形狀 影響 因素 (s)	$\varphi=0$ 法	$F_{cs} = 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \leq 1.2$	$F_{qs} = 1.0$	$F_{rs} = 1.0$
	$\varphi \geq 10^\circ$	$F_{cs} = 1 + 0.2 \left(\frac{B}{L} \right) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$	$F_{qs} = 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$	$F_{rs} = 1 + 0.1 \left(\frac{B}{L} \right) \tan^2 \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$
埋置 深度 影響 因素 (d)	$\varphi=0$ 法	$F_{cd} = 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \leq 1.5$	$F_{qd} = 1.0$	$F_{rd} = 1.0$
	$\varphi \geq 10^\circ$	$F_{cd} = 1 + 0.2 \left(\frac{D_f}{B} \right) \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$	$F_{qd} = 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$	$F_{rd} = 1 + 0.1 \left(\frac{D_f}{B} \right) \tan \left(45^\circ + \frac{\varphi}{2} \right)$
載重 傾斜 影響 因素 (i)	$\beta \geq \varphi$			$F_n = 0$
	$\beta < \varphi$	$F_{ci} = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$	$F_{qi} = \left(1 - \frac{\beta}{90^\circ} \right)^2$	$F_n = \left(1 - \frac{\beta}{\varphi} \right)^2$

註：當 $\varphi < 10^\circ$ 時使用 $\varphi=0$ 法，此時形狀與埋置深度影響因素均有上限值。

表6.3 建築技術規則支承力因素(1998)

ϕ (度)	N_c	N_q	N_r	N_r^*
0	5.3	1.0		
1		1.1		
2		1.1		
3		1.2		
4		1.3		
5		1.4		
6		1.5		
7		1.6	0.0	0.0
8		1.7		
9		1.8		
10		1.9		
11		2.1		
12		2.2		
13		2.4		
14	6.2	2.5	1.1	0.9
15	6.5	2.7	1.2	1.1
16	6.7	2.9	1.3	1.4
17	7.0	3.1	1.5	1.7
18	7.3	3.4	1.6	2.0
19	7.6	3.6	1.8	2.4
20	7.9	3.9	2.0	2.9
21	8.2	4.2	2.2	3.4
22	8.6	4.5	2.4	4.1
23	9.0	4.8	2.7	4.8
24	9.4	5.2	3.0	5.7
25	9.9	5.6	3.3	6.8
26	10.4	6.0	3.6	8.0
27	10.9	6.5	4.0	9.6
28	11.4	7.1	4.4	11.2
29	13.2	8.3	5.4	13.5
30	15.3	9.8	6.6	15.7
31	17.9	11.7	8.4	18.9
32	20.9	14.1	10.6	22.0
33	24.7	17.0	13.7	25.6
34	29.3	20.8	17.8	31.1
35	35.1	25.5	23.2	37.8
36	42.2	31.6	30.5	44.4
37	51.2	39.6	41.4	54.2
38	62.5	49.8	57.6	64.0
39	77.0	63.4	80.0	78.8
40以上	95.7	81.2	114.0	93.6

註： N_r^* 為偏心載重基礎使用

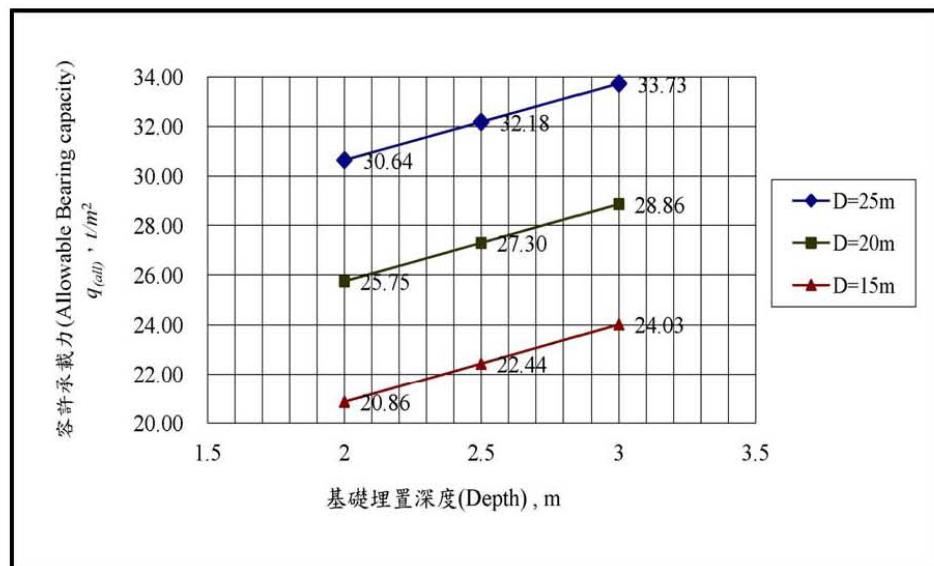


圖 6.1 淺基礎容許承載力與深度關係圖（建技規則一常時）

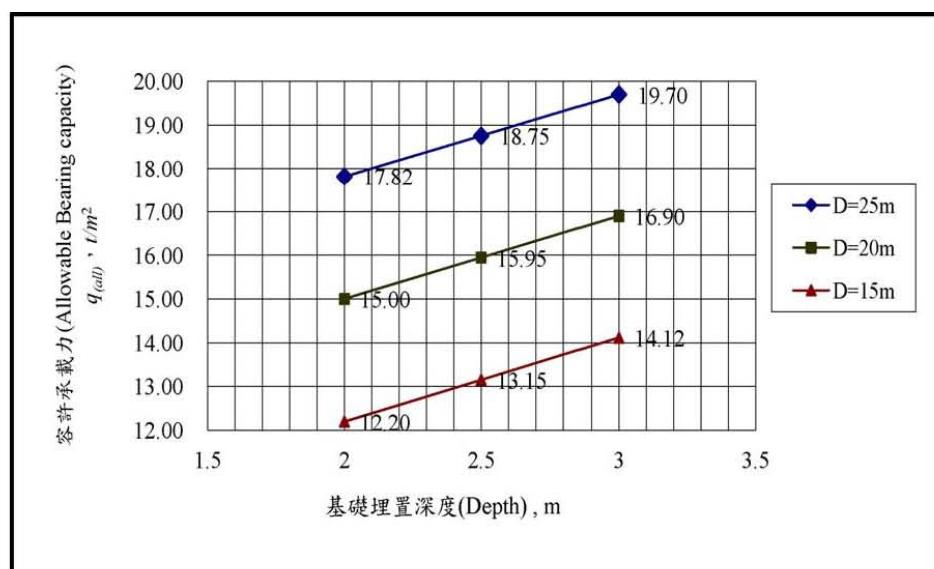


圖 6.2 淺基礎容許承載力與深度關係圖（建技規則一強震）

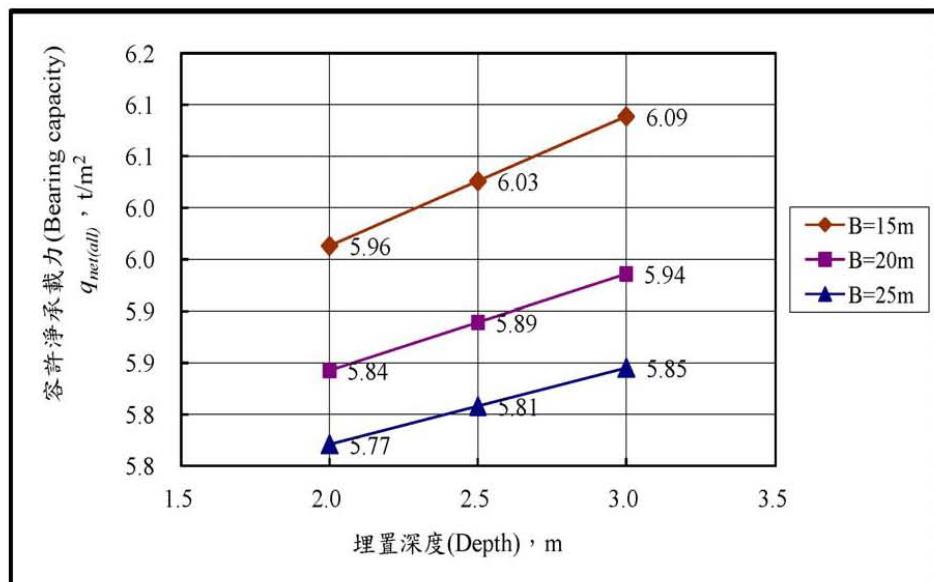


圖6.3 淺基礎容許淨承載力與深度關係圖（N值推估－常時）

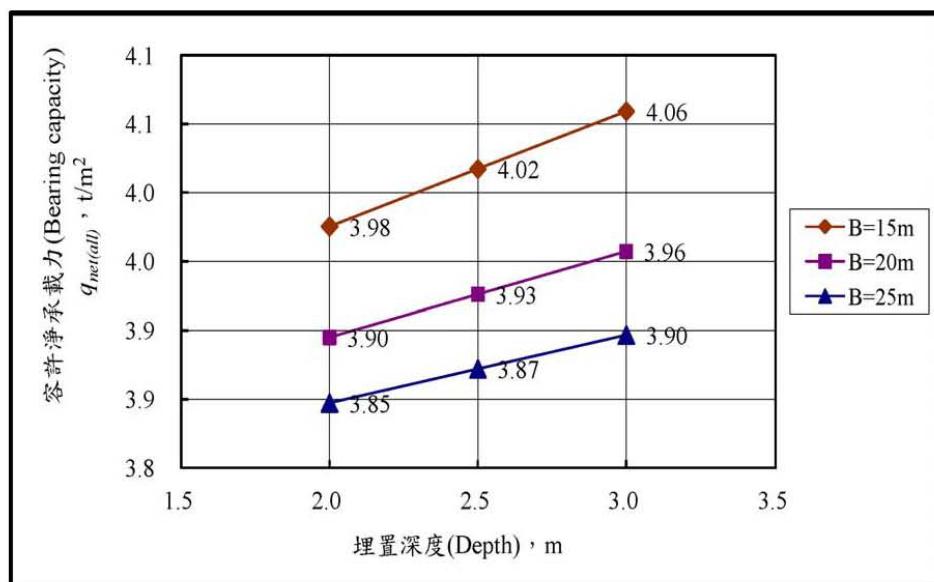


圖6.4 淺基礎容許淨承載力與深度關係圖（N值推估－強震）

6.5 基礎沉陷量分析

基礎施工時，位於開挖面以下之土壤在開挖土方之過程中為一解壓過程，土壤將伴隨吸水回脹或彈性膨脹，待結構興建過程，基礎底面以下土壤所受之有效淨壓力大於開挖後之有效覆土壓力，因而將造成土壤之沉陷。此種沉陷可分為瞬時沉陷、壓密沉陷與次要沉陷。

對於粘性土壤之吸水回脹及壓密沉陷，可根據TERZAGHI之單向度壓密理論與單向度壓密試驗結果進行分析。

$$S_c = \frac{C_c H_c}{1 + e_o} \log \frac{p_o + \Delta p_{av}}{p_o} \quad (\text{用於正常壓密粘土})$$

$$S_c = \frac{C_r H_c}{1 + e_o} \log \frac{p_o + \Delta p_{av}}{p_o} \quad (\text{用於過壓密粘土當 } p_o + \Delta p_{av} < p_c)$$

$$S_c = \frac{C_r H_c}{1 + e_o} \log \frac{p_c}{p_o} + \frac{C_c H_c}{1 + e_o} \log \frac{p_o + \Delta p_{av}}{p_c}$$

$$\quad (\text{用於過壓密粘土當 } p_o < p_c < p_o + \Delta p_{av} < p_c)$$

對於砂性及粘性土壤之瞬時回脹與瞬時沉陷則可依彈性力學之方法分析(Harr, 1966)。

$$S_i = \frac{Q \times B}{E_s} \times (1 - v^2) \times \alpha_{av}$$

式中 S_i : 瞬時(彈性)沉陷量, cm

Q : 基礎受到單位面積上之淨力, t/m²

B : 基礎寬度, cm

E_s : 彈性模數, t/m²

v : 柏松比(取 0.30)

α_{av} : 形狀因素 (如圖 6.3)

按本基地基礎底版下之地層以砂土層、卵礫石層及岩層為主，故其因結構荷重而產生之沉陷均為瞬時產生。

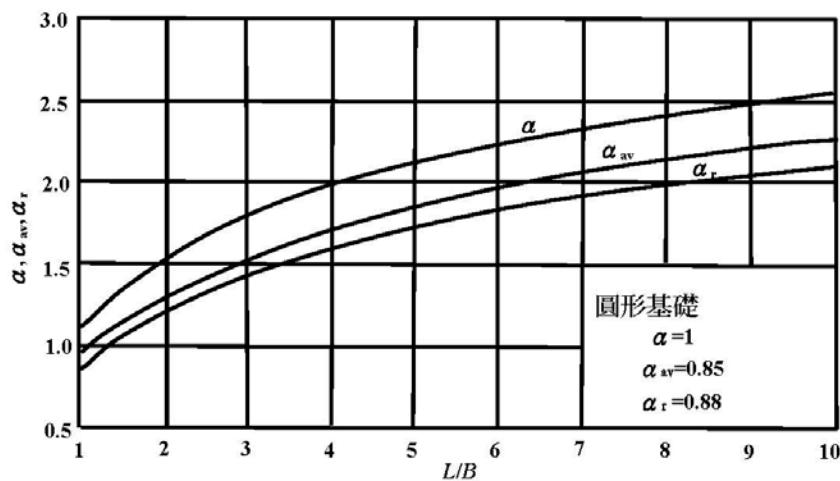


圖6.5 形狀因素 (Harr, 1966)

經綜合分析計算，若考慮基礎為柔性基礎，其假設基礎尺寸為20m × 20m，其埋置於地表下3.00公尺時，地下水位在現況地表，按本工程結構荷重為20.00t/m²時，而地層狀況如表4.2，經綜合計算推估所得因結構傳遞荷重而引起之最大沉陷量中心及角隅皆小於5.0cm，而因差異沉陷所產生之角變位小於1/300，符合規範要求。

6.6 檇基礎分析

樁基礎，即將上部結構之荷重利用基樁，傳至下方較緊密之砂層或卵礫石層及岩層中，同時亦可增加對橫向力之支撐。樁基礎之種類很多，大致可分為兩大類：一為打擊式樁，利用打擊方法將基樁置於土層中者，如PC打擊樁；另一則為鑽掘式樁，利用機械設備先行鑽孔，再於現場澆鑄完成者，如反循環基樁與PC植入樁。按本基址地層之砂土層，將於強震時有液化之疑慮，為確保基礎安全，故建議本基址可採用樁基礎設計，將結構荷重傳遞至下部岩層中。以下即針對打擊樁、鑽掘樁等之承載力及抗拉拔力進行分析。

6-6-1 基樁承載力分析

樁基礎承載力分析有靜力理論分析、學者專家經驗分析、規範及技術規則分析等，種類繁多，本節對於場鑄（鑽掘）式基樁、PC打擊式

基樁之單樁承載力計算係依據我國建築物基礎構造設計規範(2001)所建議之方法進行推估，其計算之公式為：

$$Q_u = Q_s + Q_b = f_s A_s + q_b A_b$$

$$Q_a = \frac{Q_u}{FS} = \frac{Q_s}{FS_1} + \frac{Q_b}{FS_2}$$

其中 Q_u = 基樁之極限承載力，噸

Q_a = 基樁之允許承載力，噸

Q_s = 樁表面摩擦阻力，噸

Q_b = 樁底端點支承力，噸

FS, FS_1, FS_2 = 樁總垂直支承力、表面摩擦阻力與端點支承力

之安全係數，其值按表6.4所列規定。

f_s = 樁表面摩擦阻力，噸/平方公尺

A_s = 樁身之表面積，平方公尺

f_b = 樁端之極限支承壓力，噸/平方公尺

A_b = 樁端之斷面積，平方公尺

表6.4 垂直支承力安全係數

支承力推估方法 載重狀況	樁載重試驗	支承力推估公式	
		FS	FS ₁
平時	2	3	3
地震時	1.5	2	2

以貫入試驗公式推估基樁極限支承力時，得參考表6.5所列方式推估之。

表6.5 基樁最大表面摩擦阻力及端點極限支承力(t/m^2)

施工 支承力	打入式基樁	鑽掘式基樁	植入式基樁	
			預鑽孔工法	中掘工法
f_s (砂土)	$N/3(\leq 15)$	$N/3(\leq 15)$	$N/5(\leq 15)$	1.5
f_s (粘土)	$c_u(\leq 15)$	$c_u(\leq 15)$	$c_u(\leq 15)$	$c_u(\leq 15)$
q_b (砂土)	$30\bar{N}$	$7.5\bar{N}$	$25\bar{N}$	$25\bar{N}$
q_b (粘土)	$4.5q_u$	$3q_u$	$3q_u$	$3q_u$

註1：表中 \bar{N} 值均採樁端點上方4倍樁徑範圍內土壤平均 N 值與樁端點下方1倍樁徑範圍內土壤平均 N 值之平均值，其值均不得超過50。

註2：表中 c_u 值採 αc_a 值， c_a 值為沿樁身之不排水剪力強度，不超過 $15t/m^2$ 。 α 值於鑽掘式及植入式時，通常採0.45。

註3：表中 q_u 值採樁端點1倍樁徑範圍內土壤平均 q_u 值之平均值。

依風機基址地層狀況，按基樁之不同樁徑及樁長分別計算之，經計算結果基樁之常時容許承載力 q_a 示於表6.6之中，強震時容許承載力 q_a 示於表6.7之中，唯於設計時基樁之允許承載力不得大於樁體本身之材料強度。

表6.6 基樁之允許支承力表(常時)

(打擊式) 單位：噸

樁徑 公尺	樁長、公尺				
	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00
0.50	125.144	140.852	156.560	172.267	187.975
0.60	173.734	192.584	211.433	230.283	249.132
0.70	230.179	252.170	274.161	296.152	318.144
0.80	294.478	319.610	344.743	369.876	395.009
0.90	366.630	394.904	423.179	451.453	479.727
1.00	446.637	478.053	509.469	540.885	572.300
1.10	534.497	569.055	603.612	638.170	672.727
1.20	630.212	667.911	705.610	743.309	781.008

(鑽掘式) 單位：噸

樁徑 公尺	樁長、公尺				
	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00
0.80	105.982	131.115	156.247	181.380	206.513
0.90	128.065	156.340	184.614	212.888	241.163
1.00	152.112	183.528	214.944	246.360	277.776
1.10	178.123	212.680	247.238	281.795	316.353
1.20	206.097	243.796	281.495	319.194	356.893
1.30	236.034	276.875	317.716	358.556	399.397
1.40	267.935	311.918	355.900	399.882	443.864
1.50	301.800	348.924	396.047	443.171	490.295

註：樁長自既有地表下2公尺起算
安全係數 $F.S. = 3.0$

表6.7 基樁之允許支承力表（強震時）

(打擊式) 單位：噸

樁徑 公尺	樁長、公尺				
	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00
0.50	185.037	208.599	232.161	255.723	279.285
0.60	257.388	285.662	313.936	342.211	370.485
0.70	341.519	374.506	407.492	440.479	473.466
0.80	437.431	475.130	512.829	550.529	588.228
0.90	545.124	587.536	629.947	672.359	714.770
1.00	664.599	711.723	758.846	805.970	853.094
1.10	795.854	847.690	899.526	951.363	1003.199
1.20	938.890	995.439	1051.987	1108.536	1165.085

(鑽掘式) 單位：噸

樁徑 公尺	樁長、公尺				
	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00
0.80	154.688	192.387	230.086	267.785	305.484
0.90	187.277	229.689	272.100	314.512	356.923
1.00	222.812	269.936	317.060	364.184	411.308
1.10	261.292	313.129	364.965	416.801	468.637
1.20	302.718	359.266	415.815	472.364	528.912
1.30	347.088	408.349	469.610	530.871	592.132
1.40	394.404	460.377	526.351	592.324	658.298
1.50	444.665	515.351	586.037	656.722	727.408

註：樁長自距有地表下2公尺起算
安全係數F.S. = 2.0

6-6-2基樁抗拉拔力分析

若考慮地下水位上升，地下水壓所產生之上舉力，及地震所引致之拉力，對於單樁之允許抗拉拔力，其推估之方法亦可採用我國建築物基礎構造設計規範(2001)所建議之方法進行推估，其計算之公式為：

$$R_a = W_p + \frac{1}{FS} f_s A_s \quad (\text{拉拔力推估公式})$$

$$R_a = W_p + \frac{(Q_{ut} - W_p)}{FS} \quad (\text{樁載重試驗})$$

其中 Q_{ut} = 基樁之極限拉拔力，噸 R_a = 基樁之允許拉拔力，噸 W_p = 基樁有效重量，噸 f_s = 樁表面摩擦阻力，噸/平方公尺，依6-6-1節計算法推估。 A_s = 樁身之表面積，平方公尺

FS = 基樁拉拔力安撫全係數，其值按表6.8之規定。

表6.8 基樁拉拔力安全係數

推估方法 載重型態	樁載重試驗	拉拔力推估公式
短期載重	1.5	3
長期載重	3	6

依風機基址地層狀況，按基樁之不同樁徑及樁長分別計算之，經計算結果基樁之常時容許拉拔力Ra示於表6.9之中，強震時容許拉拔力Ra示於表6.10之中。

表6.9 基樁之允許抗拉拔力表（常時）

(打擊式) 單位：噸

樁徑 公尺	樁長、公尺				
	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00
0.50	15.958	24.362	32.766	41.170	49.573
0.60	19.744	29.960	40.177	50.393	60.610
0.70	23.727	35.800	47.874	59.947	72.020
0.80	27.909	41.882	55.856	69.830	83.804
0.90	32.288	48.206	64.125	80.043	95.962
1.00	36.865	54.772	72.679	90.586	108.493
1.10	41.640	61.580	81.519	101.459	121.399
1.20	46.613	68.629	90.645	112.662	134.678

(鑽掘式) 單位：噸

樁徑 公尺	樁長、公尺				
	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00
0.80	27.909	41.882	55.856	69.830	83.804
0.90	32.288	48.206	64.125	80.043	95.962
1.00	36.865	54.772	72.679	90.586	108.493
1.10	41.640	61.580	81.519	101.459	121.399
1.20	46.613	68.629	90.645	112.662	134.678
1.30	51.784	75.921	100.057	124.194	148.331
1.40	57.153	83.454	109.755	136.057	162.358
1.50	62.719	91.229	119.739	148.249	176.759

註：樁長自設有地表下2公尺起算
安全係數F.S. = 6.0

表6.10 基樁之允許抗拉拔力表（強震時）

(打擊式) 單位：噸

樁徑 公尺	樁長、公尺				
	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00
0.50	27.657	43.915	60.173	76.431	92.688
0.60	33.783	53.424	73.065	92.706	112.348
0.70	40.106	63.174	86.243	109.312	132.381
0.80	46.627	73.167	99.707	126.247	152.788
0.90	53.346	83.401	113.457	143.513	173.568
1.00	60.263	93.878	127.493	161.108	194.723
1.10	67.378	104.596	141.814	179.033	216.251
1.20	74.690	115.556	156.422	197.288	238.154

(鑽掘式) 單位：噸

樁徑 公尺	樁長、公尺				
	9.00	11.00	13.00	15.00	17.00
0.80	46.627	73.167	99.707	126.247	152.788
0.90	53.346	83.401	113.457	143.513	173.568
1.00	60.263	93.878	127.493	161.108	194.723
1.10	67.378	104.596	141.814	179.033	216.251
1.20	74.690	115.556	156.422	197.288	238.154
1.30	82.201	126.758	171.315	215.873	260.430
1.40	89.910	138.202	186.495	234.787	283.080
1.50	97.816	149.888	201.960	254.032	306.104

註：樁長自距有地表下2公尺起算

安全係數F.S. = 3.0

6-6-3基樁間距及群樁總支承力**1.基樁間距**

樁基礎之各單樁間應保持適當間距，原則上各單樁中心間距應符合下列規定。間距小於規定者，應視基樁種類及施工方式審慎檢討群樁之互制效應。

- (1). 設置木樁時其中心間距不得小於樁頭直徑2倍且不得小於60cm。
- (2). 設置預鑄混凝土樁時，其中心間距不得小於樁頭直徑之2.5倍，且不得小於75cm。
- (3). 設置鋼樁時，其中心間距不得小於樁頭寬度或直徑之2倍，且不得小於75cm。若採用底部封閉式之鋼管樁，其中心間距不得小於樁徑2.5倍，且不得小於75cm。
- (4). 設置場鑄混凝土樁時，其中心間距原則上不得小於樁頭直徑之2.5倍，且不得小於樁直徑加1m。

- (5). 設置擴座基樁時，其中心間距不得小於樁頭直徑之3倍，且不得小於擴座寬度加1m。

2.群樁總支承力

A.群樁垂直支承力

- (1). 座落於堅實地層中且其下方無軟弱土層之點承樁，其間距大於基樁間距之規定者，群樁之總支承力為各單樁端點支承力之和。
- (2). 座落於砂土層中之群樁，其間距大於基樁間距之規定者，群樁之總支承力為單樁支承之和。
- (3). 座落於粘土層之群樁，其總支承力可分別依下列方法計算，並以其中較小者為設計值。
 - a. 將群樁視為一整體之基礎塊，並以其底面之支承力及四周摩擦阻力之和，為整體之支承力。
 - b. 以單樁之摩擦阻力乘以樁數後之總和，再乘以適當折減值，加上各單樁端點支承力之總和，為群樁之整體支承力。

B.群樁拉拔力

群樁之容許拉拔力，應就下列二計算結果，取其較小者：

- (1). 群樁之各單樁容許抗拔力之總和。
- (2). 按下式之計算所得。

$$R_{at} = W + \frac{\tau L U_G}{FS}$$

式中 R_{at} =群樁之短期容許抗拉拔力，噸

W =群樁間土壤及樁體之總有效重量，噸

U_G =群樁之外圍周邊長度，公尺

L =樁長，公尺

FS =安全係數，短期載重為3，長期載重為6

對於本案基樁設計是否須考慮群樁之效應及其群樁總支承力，建議設計者就載重之需求及基樁之配置，依上述建議規定自行推估之。

6-6-4基樁沉陷量

1.單樁沉陷量

單樁之沉陷量應包含樁身受壓之變形量，及載重造成樁尖底部地層之變形量。

樁受載重作用所產生之樁頭瞬時沉陷量可區分為三部份，即樁體受壓之彈性變形量，傳遞至樁尖之端點載重與樁身摩擦力分別引致之地層沉陷量，建議可依Vesic(1977)半經驗方推求：

(1) 樁體彈性變形量， W_s (m)

$$W_s = (Q_b + \alpha Q_s) \frac{L}{AE_p}$$

式中 Q_b =工作載重作用下之基樁端點載重 (噸)

Q_s =工作載重作用下之樁身摩擦力 (噸)

L =樁長 (m)

A =基樁斷面積 (m^2)

E_p =基樁彈性模數 (t/m^2)

α =基樁樁身摩擦力分佈型態之係數

一般凝聚性土壤呈矩形分佈 ($\alpha=0.5$)，非凝聚性土壤呈立三角形分佈 ($\alpha=0.67$)；若受長期潛變及土壤壓密特性之影響， α 值宜以樁載重試驗結果決定之

(2) 樁端荷重所引致之沉陷量， W_{pp} (m)

$$W_{pp} = \frac{C_p Q_b}{Bq_o}$$

式中 B =樁徑 (m)

q_o =樁端點之極限支承壓力 (t/m^2)

C_p =經驗常數，與土壤種類及施工法有關 (表6.11)

表6.11 不同土壤種類及樁種類所採用之 C_p 值

土壤種類	打入式基樁	鑽掘式基樁
砂土 (緊密至疏鬆)	0.02~0.04	0.09~0.18
粘土 (堅實至軟弱)	0.02~0.03	0.03~0.06
粉土 (緊密至疏鬆)	0.03~0.05	0.09~0.12

(3) 檉身摩擦力所引致之沉陷量， W_{ps} (m)

$$W_{ps} = \frac{C_s Q_s}{D q_o}$$

式中 D = 檉埋置長度 (m)

$$C_s = \text{經驗常數} = (0.93 + 0.16\sqrt{D/B}) C_p$$

(4) 單檉總沉陷量， W_o (m)

$$W_o = W_s + W_{pp} + W_{ps}$$

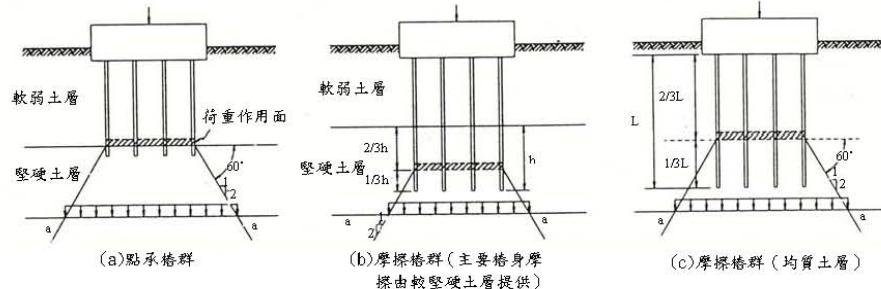
有關本案基樁沉陷量設計者應就實際設計載重狀況、基樁長度、埋置深度、材料強度等因素，依上述建議方式推估之。於載重作用下之基樁沉陷行為受到甚多因素之影響，實際基樁之沉陷量仍應以樁載重試驗結果印證之。

2. 群樁沉陷量

群樁之沉陷量應考量樁身受壓之變形量，及群樁底部地層受群樁合力影響而產生之變形量。在一般常用樁距條件下，由於相鄰基樁之應力重疊，導致地層受應力增力且應力影響深度加深，因此群樁之沉陷與沉陷延續時間往往大於單樁之情形。

群樁之沉陷量與地層條件、樁徑大小、載重與極限支承效應等有密切之關係，一般實務上多以等似墩基模式之近式方法推估群樁基礎之沉陷量。

等似墩基模式即將樁群及其所圍成之土壤視為一塊狀墩基礎，基礎之尺寸即為樁群外緣所圍成之範圍，沉陷之計算方式，一般則按淺基礎所述之方法估算，至於假想墩基礎底面之位置，則視群樁座落之土層性質與分佈，以及基樁之承載行為等而定，一般可簡化群樁荷重作用面及應力傳遞方式如下圖所示。



6.7 基礎開挖之穩定性分析

開挖底部地盤穩定分析包括擋土設施向內擠壓及開挖底部砂湧、隆起破壞之檢討。對於向內擠進之穩定性分析，採用我國建築物基礎構造設計規範所建議之方法：

$$F_S = \frac{F_p \times L_p + M_s}{F_a \times L_a} \geq 1.5$$

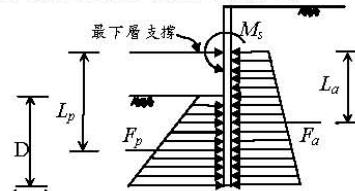
式中 P_a =最下階支撐以下之外側作用側壓力之合力

L_a = P_a 作用點距最下階支撐之距離

M_s =擋土設施結構之允許彎矩值

P_p =開挖底面以下之內側作用側壓力之合力

L_p = P_p 作用點距最下階支撐之距離



至於開挖底面其抵抗隆起之安全係數，依我國建築物基礎構造設計規範公式：

$$F_s = \frac{M_r}{M_d} = \frac{\frac{\pi}{2} + \alpha}{W \cdot \frac{X'}{2}} S_u(X') \geq 1.20$$

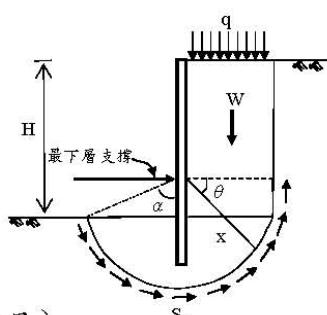
式中 M_r =抵抗力矩（噸一公尺／公尺）

M_d =傾覆力矩（噸一公尺／公尺）

S_u =粘土之不排水剪力強度（噸／平方公尺）

X' =半徑（公尺）

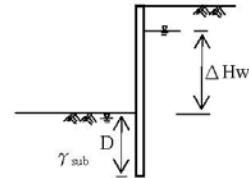
W =開挖底面以上，於擋土設施外側之 X' 半徑寬度內，土壤與地表上方載重(q)之重量和（噸／公尺）



至於開挖底面抵抗砂湧之安全係數，依我國建築物基礎構造設計規範建議公式：

$$F_s = \frac{2\gamma_{sub}(D)}{\gamma_w \Delta H_w} \geq 1.5 \quad \text{or}$$

$$F_s = \frac{\gamma_{sub}(\Delta H_w + 2D)}{\gamma_w \Delta H_w} \geq 2.0$$



兩者取其大者

其中 γ_{sub} = 砂質土壤之有效單位重(t/m³)

D_1 = 檔土設施外側之地下水位距開挖底面之距離(m)

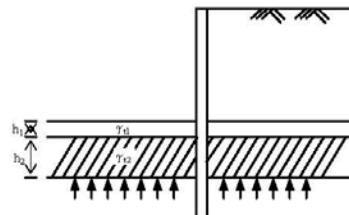
D_2 = 檡土設施之貫入深度(m)

γ_w = 地下水之單位重量(t/m³)

ΔH_w = 檡土設施內外兩側地下水之水頭差(m)

開挖底面下方土層中，如具有不透水層（黏土層），且於不透水層下方之透水層，其水頭較開挖面內之水頭為高時，該不透水層底面將承受上舉水壓力，此時應檢討核其抵抗上舉破壞之安全性，並可依下列公式計算其安全性：

$$F_s = \frac{\sum \gamma_{ti} \times h_i}{H_w \times \gamma_w} \geq 1.20$$



按本工程基礎建議埋置深度為2.00~3.00m，僅屬淺層開挖，且基地四周為空地，故建議採斜坡明挖方式進行施工，不需設置挖擋土措施。唯本基地常時地下水位約位於地表下0.80m，高於開挖底面，將於開挖過程中可能產生地下湧水，建議採用導溝集水坑，配合強力水泵抽水排除，以利工程進行。

當本基地開挖情形之設計條件與上述假設狀況有所差異時，設計單位須重新檢核擋土結構之貫入深度，以確保開挖施工時，施工人員、機具與鄰近結構物之安全。

第七章 結論與建議

1. 後龍風場位於苗栗縣後龍鎮之濱海地區，本次調查為風機編號為18-1之基址。基址地層狀況示如圖4.1基地地層柱狀剖面圖。根據現場地質鑽探及試驗室試驗結果研判，本基地出露的地層為現代沖積層（由未膠結之砂土或礫石等組成）覆蓋於更新世砂岩或粉砂岩夾泥質砂岩層上。整理基址工程特性，建議基地設計用之地層參數則如表4.2所示。
2. 根據基地地層概況及現場觀測之結果研判，本基地之地下水位約在BH-1地表下0.00~0.86公尺間變化，地下水壓建議採靜水壓力分佈。若考慮季節性及暴雨時地下水位可能上昇，故建議於分析設計時風機基址地下水位位於BH-1之地表處。
3. 依本工程而言，依據5.2節建議之方法進行液化潛能分析，根據分析結果（詳附錄F），本基址所在地為苗栗縣後龍鎮，風機基址地盤為第二類地盤（地表下30公尺內之 $180\text{m/s} < V_{S30} < 270\text{m/s}$ ），當一般中小型地震之考慮最大地表加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}I}{4.2}g$ 為0.10g時，基地地層抵抗液化之安全係數皆大於1.0以上，計算所得之 I_L 值為0，應無發生地層液化或應變軟化之虞。而於設計地震，考慮最大地表加速度 $A = 0.4S_{DS}Ig$ 為0.42g時，及於最大考量地震，考慮最大地表加速度 $A = 0.4S_{MS}Ig$ 為0.54g時，基地地層產生局部區域性液化現象之機率較大，然而造成全面性液化現象之可能性則不大，計算所得之 I_L 值介於5.74~18.70，屬液化危險度高至極高，故於強震時地表下0.00m~7.50m內之砂土層可能液化危害度中等至嚴重。又地層折減參數為 $D_E = 2/3$ ，宜檢核強震時地層強度參數折減後之基礎承載安全性，必要時可採消除液化設計（液化土加固、土壤置換或樁基）。
4. 依據風機基址之地層狀況（疏鬆至中等緊密砂層、砂礫石層及膠結不良砂岩）、結構規劃資料研判，本工程建議最經濟之基礎型式為版式基礎（直接基礎）為宜，但考慮強震時基地地表下0.00m~7.50m間之砂層可能液化之影響，宜檢核液化時地層軟化後對直接基礎之影響，必要時宜採樁基礎設計。

5. 基地地層狀況如表4.2所示，基礎將埋置於砂土層內，考慮不同之基礎尺寸、不同之埋置深度，以建技規則方式估算時，考慮地下水位在地表下2.00公尺，常時安全係數取3.0，而強震時安全係數取2.0，計算得到基礎容許淨承載力如圖6.1（常時）及圖6.2（強震時）所示。以N值估算時，考慮基礎最大沉陷量為2.54cm下之基礎容許淨承載力如圖6.3（常時）及圖6.4（強震時）所示。由圖中結果得知，基址地表下2.0m以下之基礎承載力，於常時採用直接基礎尚符合設計之需求，但於強震時基地地層可能因承載不足而生局部剪力破壞之虞，供設計者參考。
6. 依風機基址地層狀況，按基樁之不同樁徑及樁長分別計算之，經計算結果基樁之常時容許承載力 q_a 示於表6.6及強震時容許承載力 q_a 示於表6.7之中，而常時容許拉拔力 R_a 示於表6.9及強震時容許拉拔力 R_a 示於表6.10之中。唯於設計時基樁之允許承載力不得大於樁體本身之材料強度。必要時可進行基樁現場載重試驗以確認其承載。
7. 以基址之周圍環境條件、基礎開挖之情況及地質狀況（按本工程基礎建議埋置深度為2.00~3.00m），僅屬淺層開挖，且基地四周為空地，故建議採斜坡明挖方式進行施工，不需設置擋土措施。唯基地常時地下水位約位於地表下0.80m，高於開挖底面，將於開挖過程中可能產生地下湧水，故開挖時，建議於開挖內緣四周施作導溝集水坑，配合強力水泵，排除地下滲水，必要宜採點井降水措施，或輔以止水措施，以利工程之進行。

附錄 A

現場鑽探紀錄及一般物理試驗結果表

現場鑽探及一般物理試驗結果 BORING AND TEST DATA

工程名稱：後龍風場風力發電機基地地質鑽探分析工程
 地面標高：+8.19 m 孔號：BH-1 地下水位：孔口下0.86m 鑽探時間：100.10.24
 風機編號：18-1

樣號 Sample No.	深度 Depth (m)	柱狀 圖 Log.	SPT N或 RQD	地質說明 Description	分類 Classifi- cation	顆粒分析			含水 量 ω (%)	單位 重 γ_t (t/m ³)	液性 限度 LL	塑性 限度 PL	塑性 指數 PI	孔隙 比 e	比重 Gs
						礫石 Gravel	砂 Sand	黏(粉)土 Silt or Clay							
S-1	1			棕色粉土質細砂含黏土	SC	0.0	54.1	45.9	12.6	2.01	20.7	12.9	7.8	0.50	2.68
S-2	2				SC	0.0	53.5	46.5	14.7	2.06	22.0	13.7	8.3	0.49	2.68
S-3	3				SP	19.2	77.9	2.9	16.3	2.13	--	--	NP	0.44	2.63
S-4	4			灰色礫石及細砂 3.60	SP	0.0	96.8	3.2	22.0	2.02	--	--	NP	0.59	2.63
S-5	5				SM	0.0	87.4	12.6	24.7	2.00	--	--	NP	0.66	2.66
S-6	6			灰色粉土質細砂	SM	0.4	69.6	30.0	21.5	2.06	--	--	NP	0.57	2.67
S-7	7				SM	0.0	76.9	23.1	19.9	2.08	--	--	NP	0.53	2.66
S-8	8				SM	0.0	54.6	45.4	23.6	2.02	--	--	NP	0.64	2.68
施	9														
鑽	10														
S-7	11			棕黃色膠結不良砂岩 11.40											
S-8	12														
施	13														
S-8	14														
施	15														
S-8	16														
施	17														
S-8	18														
鑽	19														
	20			鑽探終止 20.00											

鄭豫謹大地技師事務所

A-1

現場鑽探及一般物理試驗結果 BORING AND TEST DATA

工程名稱：後龍風場風力發電機基地地質鑽探分析工程
 地面標高：± 7.90m 孔號：BH-2 地下水位：± 0.87m 鑽探時間：100.10.26
 風機編號：18-1

樣 號 Sample No.	深 度 Depth (m)	柱 狀 圖 Log.	SPT N或 (RQD)	地 質 說 明 Description	分 類 Classifi- cation	顆 積 分 析			含 水 量 ω (%)	單 位 重 γ_t (t/m ³)	液 性 限 度 LL	塑 性 限 度 PL	塑 性 指 數 PI	孔 隙 比 e	比 重 Gs
						礫 石 Gravel	砂 Sand	粘(塑)土 Silt or Clay							
S-1	I		5	棕色粉土質細砂含 黏土	SC	0.0	51.2	48.8	15.3	2.10	21.5	11.6	9.9	0.47	2.68
T-1	2				SC	0.0	52.4	47.6	18.9	2.08	21.3	13.1	8.2	0.53	2.68
S-2	3		3		CL	0.0	29.3	70.7	24.1	1.98	25.7	12.9	12.8	0.69	2.69
	4			3.80											
S-3	4.50		14	灰棕色礫石及細砂	sw-sm	16.4	74.0	9.6	18.2	2.10	--	--	NP	0.49	2.65
T-0	5														
S-4	6		19	灰色粉土質細砂	SM	0.0	79.2	20.8	19.0	2.04	--	--	NP	0.55	2.66
	7														
S-5	7.50		26		SM	0.0	65.2	34.8	19.0	2.10	--	--	NP	0.51	2.67
	8														
S-6	9		(98)	青灰色膠結不良砂	SM	0.0	85.5	14.5	24.8	2.00	--	--	NP	0.66	2.66
	29														
	9.50		(85)												
S-7	10				SM	0.0	66.6	33.4	21.6	2.05	--	--	NP	0.58	2.67
	36														
	(98)														
S-8	12		55		SM	0.0	75.6	24.4	24.5	1.96	--	--	NP	0.69	2.66
施	13		(99)												
	14		(99)												
	15		(92)												
	16		(99)												
	17		(99)												
	18		(99)												
	19		(99)												
鑽	20		(99)	灰色膠結不良砂岩											

鄭豫謹大地技師事務所

A-2

現場鑽探及一般物理試驗結果 BORING AND TEST DATA

工程名稱：後龍風場風力發電機基地地質鑽探分析工程
地面標高：+ 7.90m 孔號：BH-2 地下水位：±0下0.87m 鑽探時間：100_10_26
風機編號：18-1

樣 號 Sample No.	深 度 Depth (m)	柱狀 圖 Log.	SPT N或 (RQD)	地質說明 Description	分類 Classifi- cation	顆粒分析			含水 量 ω (%)	單位 重 γ_t (t/m ³)	液性 限度 LL	塑性 限度 PL	塑性 指數 PI	孔隙 比 e	比重 Gs
						砾石 Gravel	砂 Sand	粘(粉)土 Silt or Clay							
施 鑽	21		(98)	灰色膠結不良砂岩											
			(99)												
			(99)												
			(98)												
			(100)												
	25			25.00											
	26														
	27														
	28														
	29														
	30														
	31														
	32														
	33														
	34														
	35														
	36														
	37														
	38														
	39														
	40														

鄭豫謹大地技師事務所

A-3

都斌謹大地技師事務所

附錄

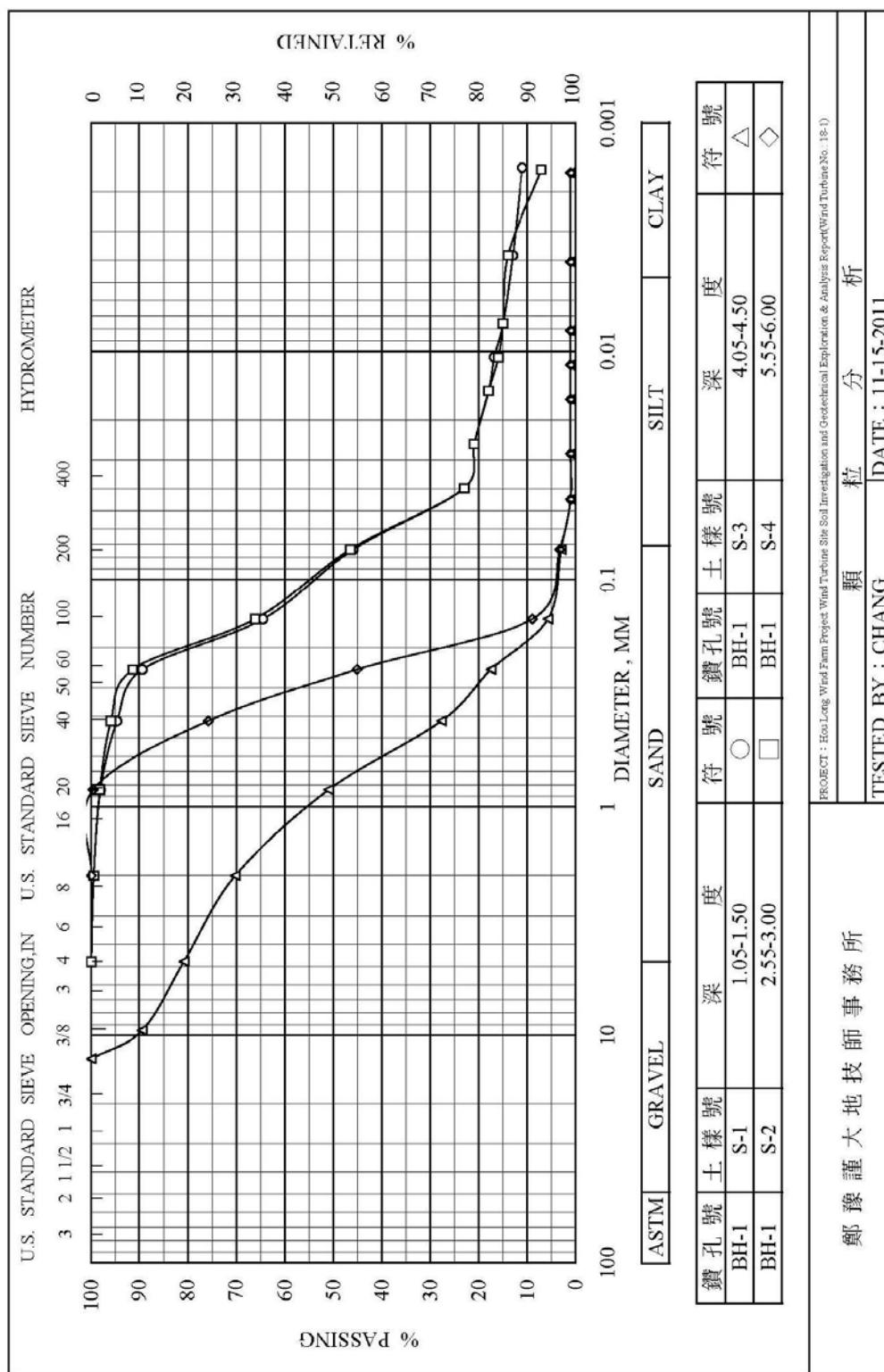
附錄 B

顆粒分佈曲線

10007後龍風場18-1號風機地基調查工作報告書

鄭豫謹大地技師事務所

附錄

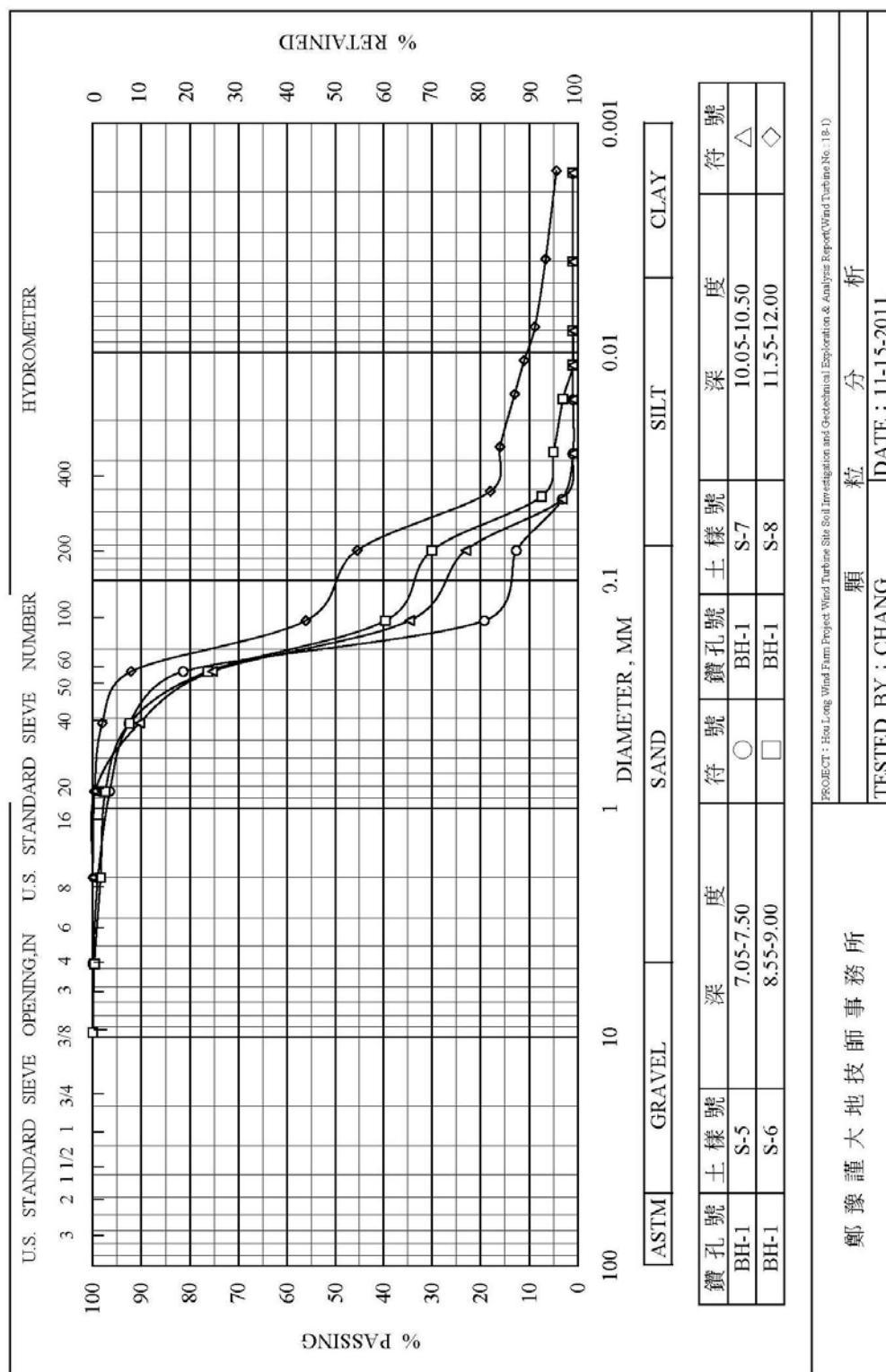


10007後龍風場18-1號風機地基調查工作報告書

B-1

鄭豫謹大地技師事務所

附錄

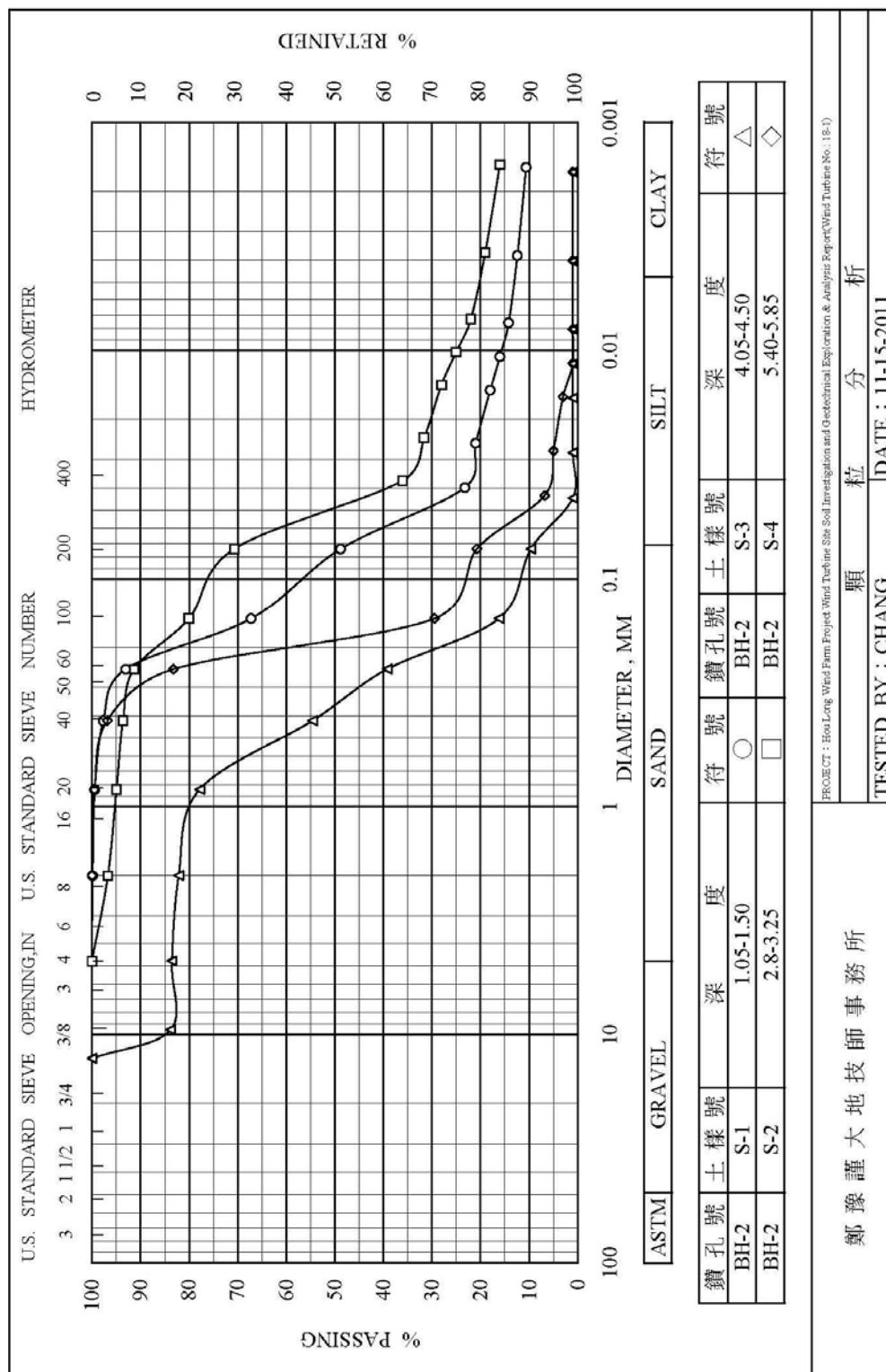


10007後龍風場18-1號風機地基調查工作報告書

B-2

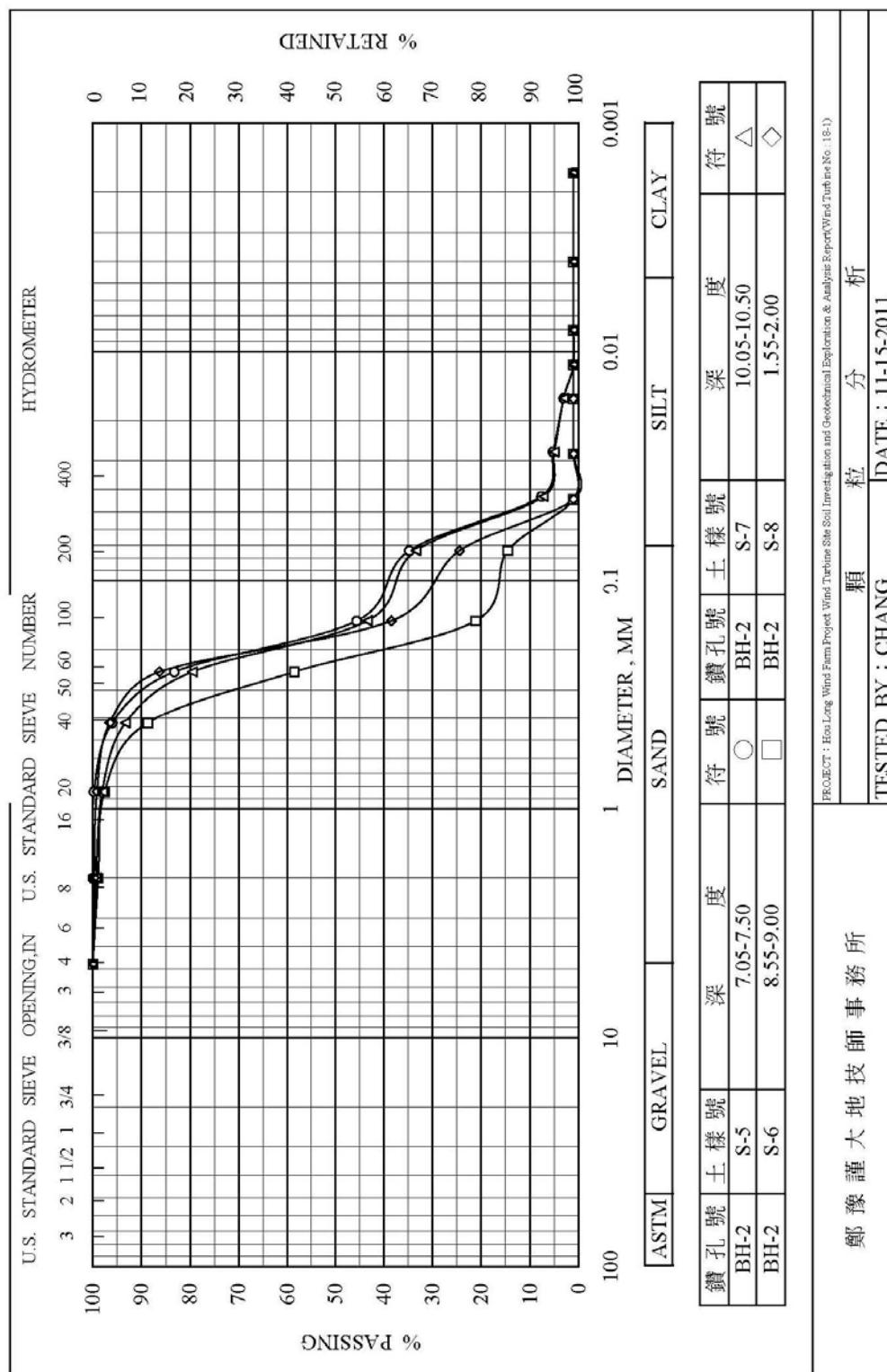
鄭豫謹大地技師事務所

附錄



鄭豫謹大地技師事務所

附錄

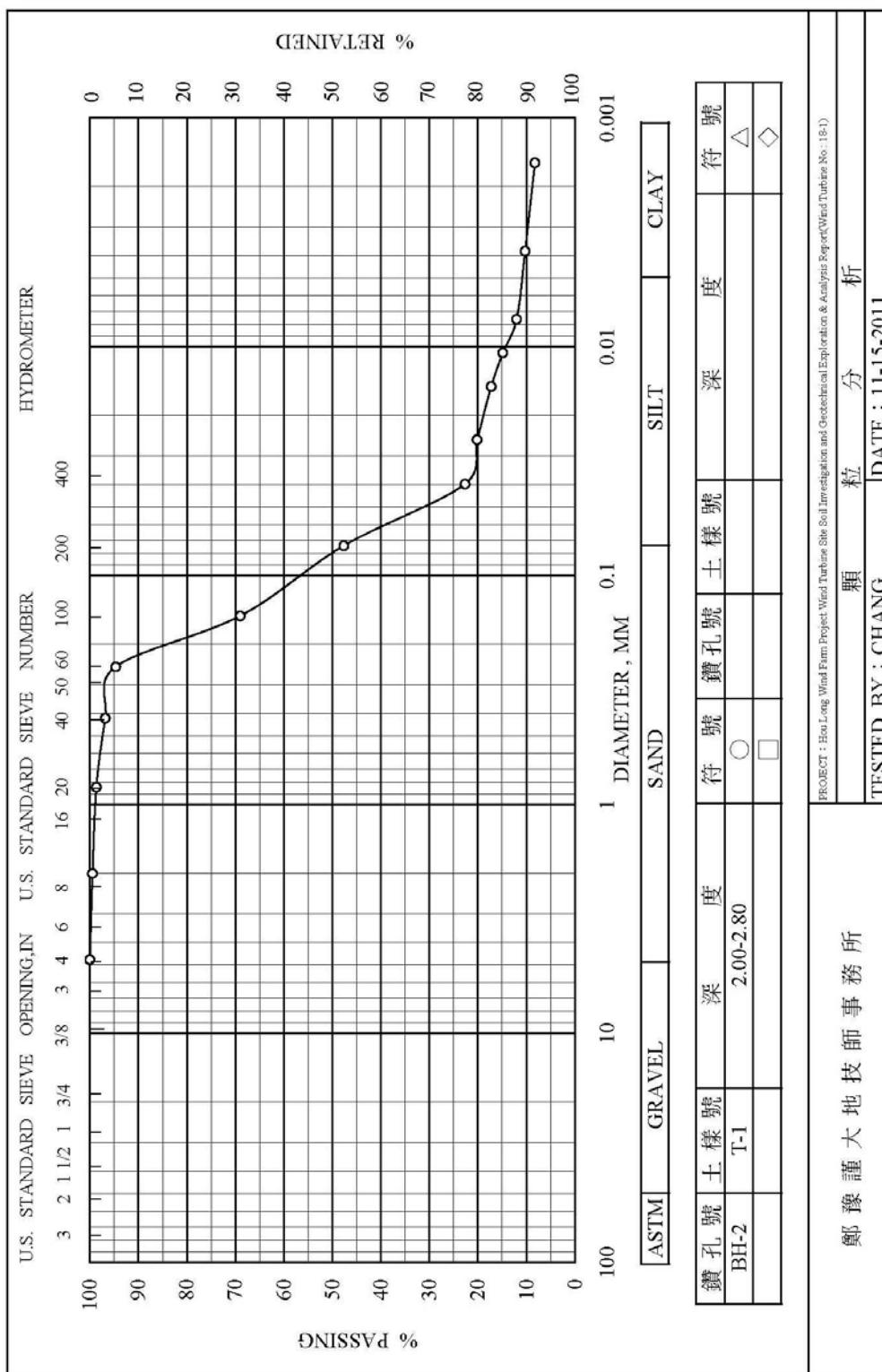


10007後龍風場18-1號風機地基調查工作報告書

B-4

鄭豫謹大地技師事務所

附錄



10007後龍風場18-1號風機地基調查工作報告書

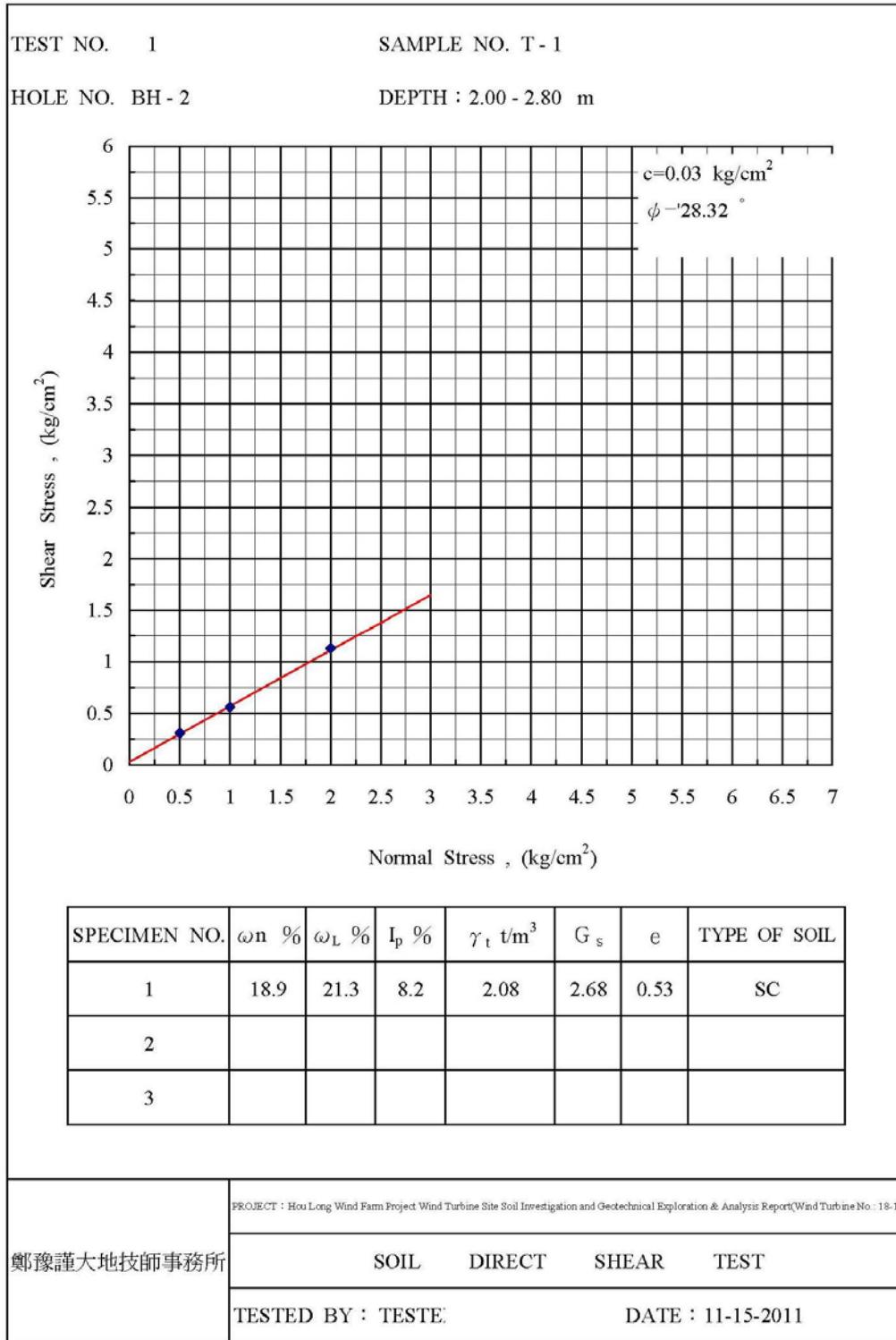
B-5

附錄 C

土壤直接剪力試驗結果

鄭豫謹大地技師事務所

附錄



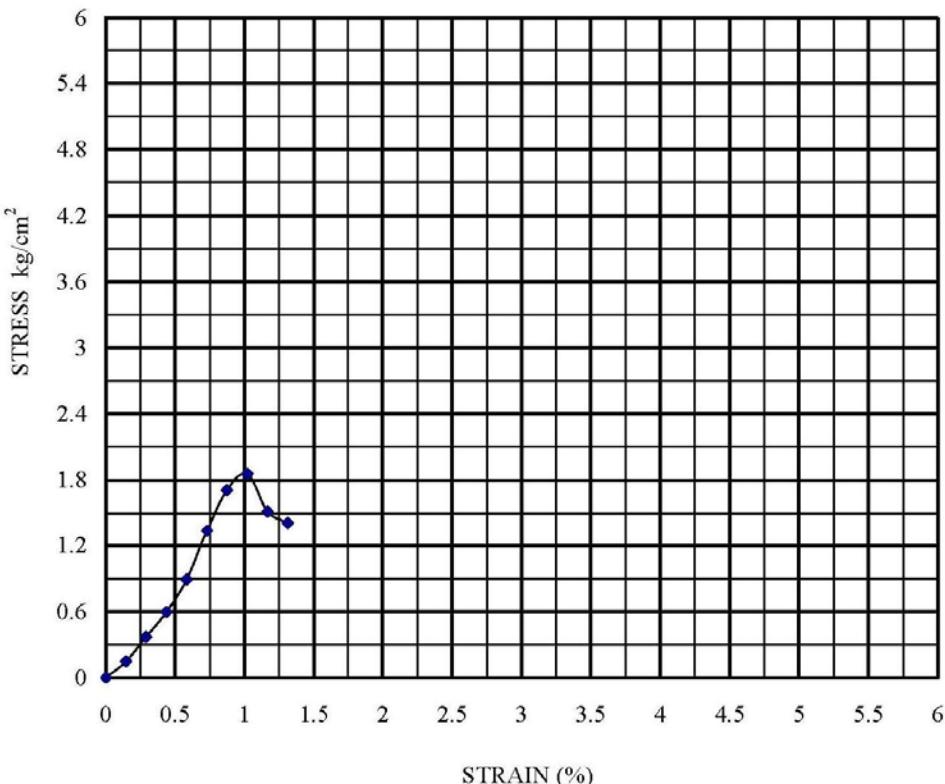
都斌謹大地技師事務所

附錄

附錄 D

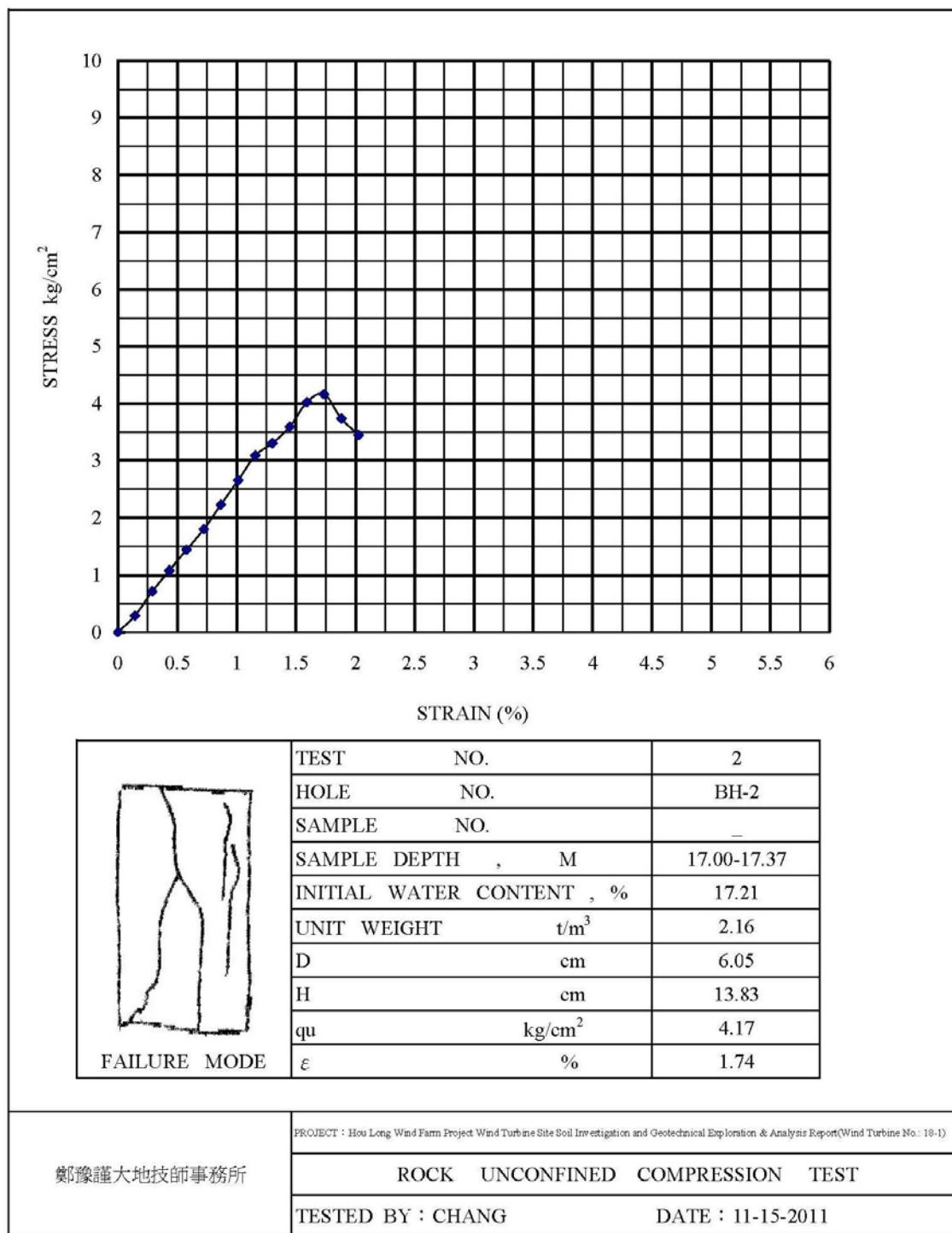
岩石單壓強度試驗結果

10007後龍風場18-1號風機地基調查工作報告書



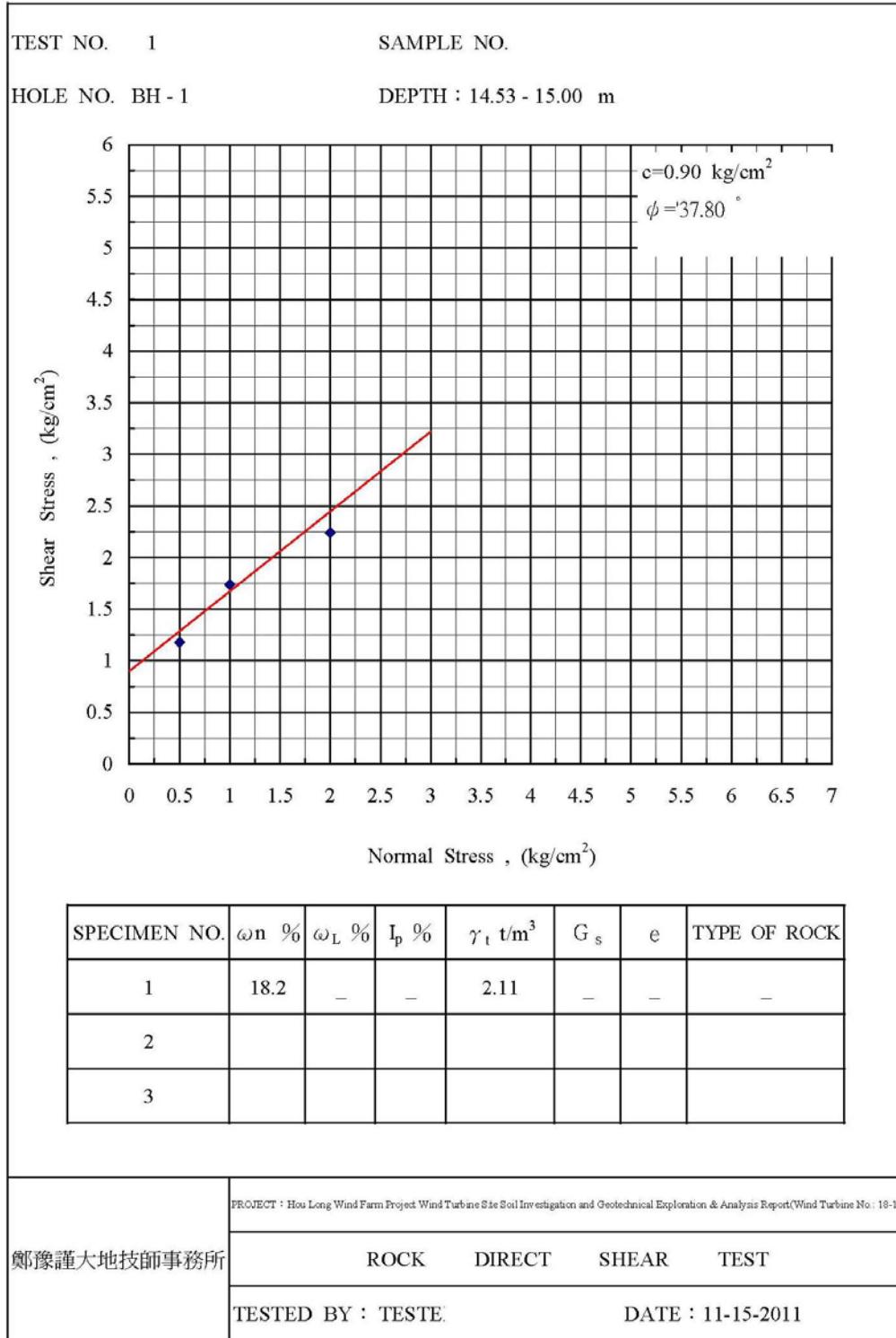
 FAILURE MODE	TEST NO.	1
	HOLE NO.	BH-1
	SAMPLE NO.	-
	SAMPLE DEPTH , M	11.22-11.60
	INITIAL WATER CONTENT , %	26.38
	UNIT WEIGHT t/m³	2.14
	D cm	5.95
	H cm	13.73
	q _u kg/cm²	1.86
	ε %	1.02

鄭豫謹大地技師事務所	PROJECT : Hou Long Wind Farm Project Wind Turbine Site Soil Investigation and Geotechnical Exploration & Analysis Report(Wind Turbine No.: 18-1)		
	ROCK	UNCONFINED	COMPRESSION TEST
	TESTED BY : CHANG		DATE : 11-15-2011



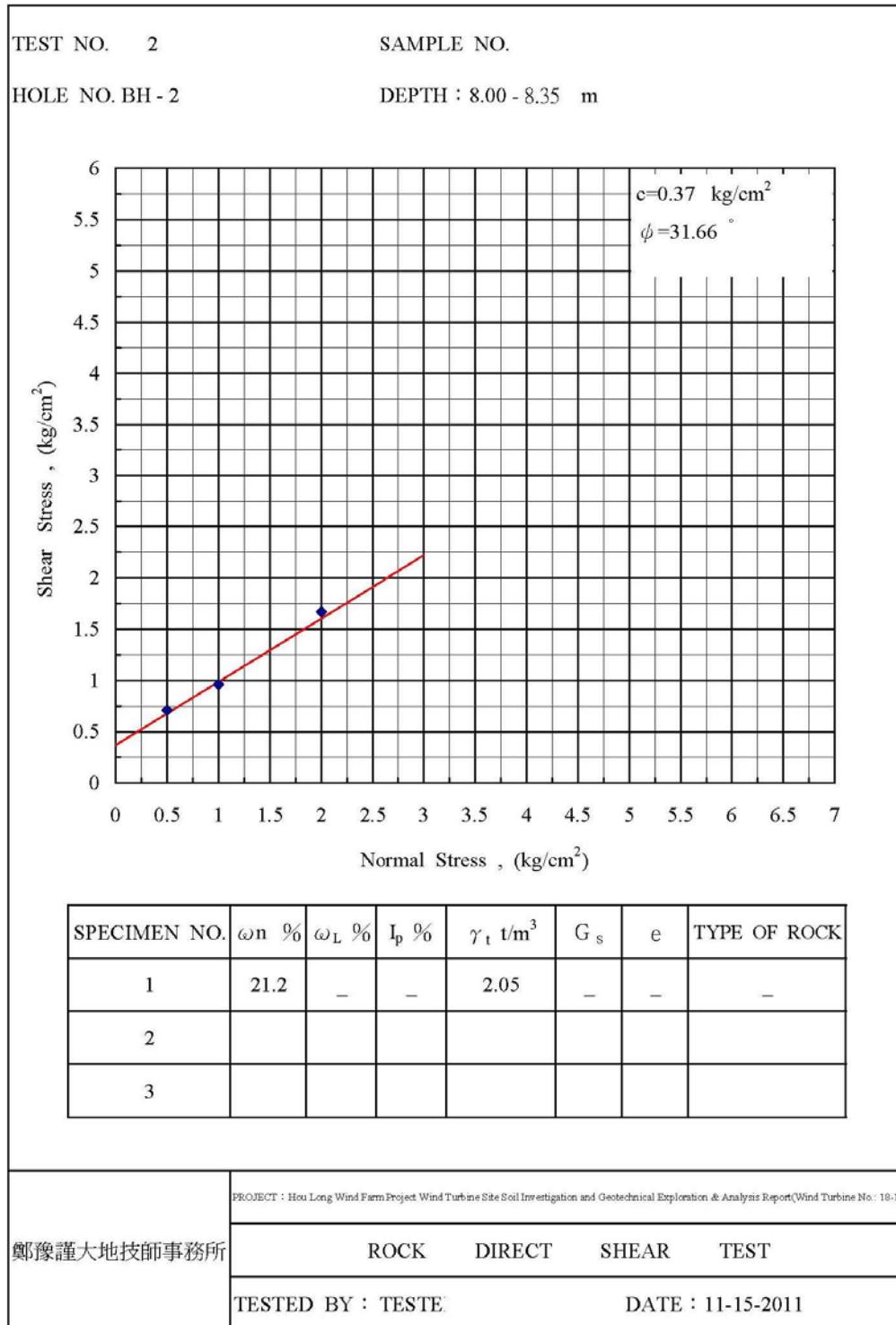
附錄 E

岩石直接剪力試驗結果



鄭豫謹大地技師事務所

附錄



附錄 F

液化潛能電腦分析結果 日本道路協會建議方法

(JRA,1996)

後龍風場基地鑽探分析—中小震度

工程地點：苗栗縣後龍鎮(風機編號：18-1號) 水位= 0.86 m 地表水平加速度係數 $S_{D,S}^D = F_a S_{S,S}^D = 0.7000$

水 平 加 速 度 $a_{max} = (0.4S_{D,S})^{1/4} \cdot 2 = 0.100$

孔號	深度 (m)	N值	分類	γ (t/m^3)	σ'_0 (t/m^3)	σ_0 (t/m^3)	γd	L	細粒土壤 含水率 (%)		P1 (%)	C1 (%)	C2 (%)	NA	RL	CW	R	FL	液化 與否	I_L 0.00
									細粒土壤 含水率 (%)											
BH-1	1.50	6	SC	2.01	2.38	3.02	0.978	0.124	45.90	7.80	1.72	1.994	20.686	0.316	1.713	0.541	4.36	否	0	
BH-1	3.00	4	SC	2.06	3.93	6.07	0.955	0.148	46.50	8.30	1.73	2.028	12.793	0.242	1.468	0.355	2.41	否	0	
BH-1	4.50	7	SP	2.13	5.57	9.21	0.933	0.154	2.90	0.00	1.00	0.000	9.467	0.208	1.357	0.282	1.83	否	0	
BH-1	6.00	11	SP	2.02	7.18	12.32	0.910	0.156	3.20	0.00	1.00	0.000	13.185	0.246	1.481	0.364	2.33	否	0	
BH-1	7.50	14	SM	2.00	8.70	15.34	0.888	0.157	12.60	0.00	1.05	0.144	16.095	0.271	1.566	0.425	2.72	否	0	
BH-1	9.00	19	SM	2.06	10.24	18.38	0.865	0.155	30.00	0.00	1.40	1.111	27.337	0.539	2.000	1.077	6.94	否	0	
BH-1	10.50	38	SM	2.08	11.85	21.49	0.843	0.153	23.10	0.00	1.26	0.728	43.983	7.529	2.000	15.058	98.55	否	0	
BH-1	12.00	55	SM	2.02	13.42	24.56	0.820	0.150	45.40	0.00	1.71	1.967	80.164	250.014	2.000	500.028	3332.28	否	0	

孔號	深度 (m)	N值	分類	γ (t/m^3)	σ'_0 (t/m^3)	σ_0 (t/m^3)	γd	L	細粒土壤 含水率 (%)		P1 (%)	C1 (%)	C2 (%)	NA	RL	CW	R	FL	液化 與否	I_L 0.00
									細粒土壤 含水率 (%)											
BH-2	1.50	5	SC	2.10	2.52	3.15	0.978	0.122	48.80	9.90	1.78	2.156	18.013	0.288	1.620	0.466	3.82	否	0	
BH-2	3.25	3	CL	1.98	4.34	6.72	0.951	0.147	70.70	12.80	2.54	3.372	14.773	0.260	1.523	0.397	2.70	否	0	
BH-2	4.50	14	SW-SM	2.10	5.64	9.27	0.933	0.153	9.60	0.00	1.00	0.000	18.829	0.295	1.645	0.486	3.17	否	0	
BH-2	5.85	22	SM	2.04	7.08	12.06	0.912	0.155	20.80	0.00	1.22	0.600	32.890	1.273	2.000	2.547	16.39	否	0	
BH-2	7.50	26	SM	2.10	8.85	15.48	0.888	0.155	34.80	0.00	1.50	1.378	43.096	6.629	2.000	13.259	85.41	否	0	
BH-2	9.00	29	SM	2.00	10.43	18.56	0.865	0.154	14.50	0.00	1.09	0.250	31.089	0.941	2.000	1.883	12.23	否	0	
BH-2	10.50	17	SM	2.05	11.96	21.59	0.843	0.152	33.40	0.00	1.47	1.300	23.673	0.373	1.900	0.708	4.66	否	0	
BH-2	12.00	55	SM	1.96	13.47	24.60	0.820	0.150	24.40	0.00	1.29	0.800	59.631	47.383	2.000	94.766	632.81	否	0	

孔號	深度 (m)	N值	分類	γ (t/m^3)	σ'_0 (t/m^3)	σ_0 (t/m^3)	γd	L	細粒土壤 含水率 (%)		P1 (%)	C1 (%)	C2 (%)	NA	RL	CW	R	FL	液化 與否	I_L 0.00
									細粒土壤 含水率 (%)											
BH-2	1.50	5	SC	2.10	2.52	3.15	0.978	0.122	48.80	9.90	1.78	2.156	18.013	0.288	1.620	0.466	3.82	否	0	
BH-2	3.25	3	CL	1.98	4.34	6.72	0.951	0.147	70.70	12.80	2.54	3.372	14.773	0.260	1.523	0.397	2.70	否	0	
BH-2	4.50	14	SW-SM	2.10	5.64	9.27	0.933	0.153	9.60	0.00	1.00	0.000	18.829	0.295	1.645	0.486	3.17	否	0	
BH-2	5.85	22	SM	2.04	7.08	12.06	0.912	0.155	20.80	0.00	1.22	0.600	32.890	1.273	2.000	2.547	16.39	否	0	
BH-2	7.50	26	SM	2.10	8.85	15.48	0.888	0.155	34.80	0.00	1.50	1.378	43.096	6.629	2.000	13.259	85.41	否	0	
BH-2	9.00	29	SM	2.00	10.43	18.56	0.865	0.154	14.50	0.00	1.09	0.250	31.089	0.941	2.000	1.883	12.23	否	0	
BH-2	10.50	17	SM	2.05	11.96	21.59	0.843	0.152	33.40	0.00	1.47	1.300	23.673	0.373	1.900	0.708	4.66	否	0	
BH-2	12.00	55	SM	1.96	13.47	24.60	0.820	0.150	24.40	0.00	1.29	0.800	59.631	47.383	2.000	94.766	632.81	否	0	

後龍風場基地鑽探分析—設計地盤

工程地點：苗栗縣後龍鎮(風機編號：18-1號 水位 = 0.86 m 地表水平加速度係數 $S_{D,S}^D = F_a S_{D,S}^D = 0.7000$ $F_a = 1.000$ $S_{D,S}^D = 0.7$

孔號	深度 (m)	N值	分類	γ (t/m^3)	σ'_0 (t/m^2)	σ_0 (t/m^2)	γd	L	細緻土壤 含有率 (%)		C1	C2	NA	RL	CW	R	FL	Dz	I_z 13.32
									Pf	(%)									
BH-1	1.50	6	SC	2.01	2.38	3.02	0.978	0.521	45.90	7.80	1.72	1.994	20.686	0.316	1.713	0.541	1.04	1	
BH-1	3.00	4	SC	2.06	3.93	6.07	0.955	0.620	46.50	8.30	1.73	2.028	12.793	0.242	1.468	0.355	0.57	2/3	
BH-1	4.50	7	SP	2.13	5.57	9.21	0.933	0.648	2.90	0.00	1.00	0.000	9.467	0.208	1.357	0.282	0.44	1/3	
BH-1	6.00	11	SP	2.02	7.18	12.32	0.910	0.656	3.20	0.00	1.00	0.000	13.185	0.246	1.481	0.364	0.55	2/3	
BH-1	7.50	14	SM	2.00	8.70	15.34	0.888	0.657	12.60	0.00	1.05	0.144	16.095	0.271	1.566	0.425	0.65	2/3	
BH-1	9.00	19	SM	2.06	10.24	18.38	0.865	0.652	30.00	0.00	1.40	1.111	27.337	0.539	2.000	1.077	1.65	1	
BH-1	10.50	38	SM	2.08	11.85	21.49	0.843	0.642	23.10	0.00	1.26	0.728	43.983	7.529	2.000	15.058	23.46	1	
BH-1	12.00	55	SM	2.02	13.42	24.56	0.820	0.630	45.40	0.00	1.71	1.967	80.164	250.014	2.000	500.028	793.40	1	
																		0	

工程地點：苗栗縣後龍鎮(風機編號：18-1號 水位 = 0.87 m 地表水平加速度係數 $S_{D,S}^D = F_a S_{D,S}^D = 0.7000$ $F_a = 1.000$ $S_{D,S}^D = 0.7$

孔號	深度 (m)	N值	分類	γ (t/m^3)	σ'_0 (t/m^2)	σ_0 (t/m^2)	γd	L	細緻土壤 含有率 (%)		C1	C2	NA	RL	CW	R	FL	Dz	I_z 5.74
									Pf	(%)									
BH-2	1.50	5	SC	2.10	2.52	3.15	0.978	0.513	48.80	9.90	1.78	2.156	18.013	0.288	1.620	0.466	0.91	1	
BH-2	3.25	3	CL	1.98	4.34	6.72	0.951	0.619	70.70	12.80	2.54	3.372	14.773	0.260	1.528	0.397	0.64	2/3	
BH-2	4.50	14	SW-SM	2.10	5.64	9.27	0.933	0.644	9.60	0.00	1.00	0.000	18.829	0.295	1.645	0.486	0.75	1	
BH-2	5.85	22	SM	2.04	7.08	12.06	0.912	0.652	20.80	0.00	1.22	0.600	32.890	1.273	2.000	2.547	3.90	1	
BH-2	7.50	26	SM	2.10	8.85	15.48	0.888	0.652	34.80	0.00	1.50	1.378	43.096	6.629	2.000	13.259	20.34	1	
BH-2	9.00	29	SM	2.00	10.43	18.56	0.865	0.647	14.50	0.00	1.09	0.250	31.089	0.941	2.000	1.883	2.91	1	
BH-2	10.50	17	SM	2.05	11.96	21.59	0.843	0.639	33.40	0.00	1.47	1.300	23.673	0.373	1.900	0.708	1.11	1	
BH-2	12.00	55	SM	1.96	13.47	24.60	0.820	0.629	24.40	0.00	1.29	0.800	59.631	47.383	2.000	94.766	150.67	1	
																		0	

後龍風場基地鑽探分析—最大考量地震

工程地點：苗栗縣後龍鎮(風機編號：18-1號 水位= 0.86 m 地表水平加速度係數 $S_{D5}=F_a S_{S5}^M=0.9000$ 用途係數I= 1.50 水平加速度 $a_{max}=0.4S_{MS}I=0.540$

孔號	深度 (m)	N值	分類	γ (t/m ³)	σ'_0 (t/m ²)	σ_0 (t/m ²)	γd	L	細粒土壤 含水率 (%)		PI	C1	C2	NA	RL	CW	R	FL	D _E	I_L	18.70
									PI	C1											
BH-1	1.50	6	SC	2.01	2.38	3.02	0.98	0.670	45.90	7.80	1.72	1.994	20.686	0.316	1.713	0.541	0.81	1	1.78093		
BH-1	3.00	4	SC	2.06	3.93	6.07	0.96	0.797	46.50	8.30	1.73	2.028	12.793	0.242	1.468	0.355	0.45	2/3	4.70927		
BH-1	4.50	7	SP	2.13	5.57	9.21	0.93	0.833	2.90	0.00	1.00	0.000	9.467	0.208	1.357	0.282	0.34	1/3	5.12132		
BH-1	6.00	11	SP	2.02	7.18	12.32	0.91	0.843	3.20	0.00	1.00	0.000	13.185	0.246	1.481	0.364	0.43	2/3	3.9803		
BH-1	7.50	14	SM	2.00	8.70	15.34	0.89	0.845	12.60	0.00	1.05	0.144	16.095	0.271	1.566	0.425	0.50	2/3	3.10715		
BH-1	9.00	19	SM	2.06	10.24	18.38	0.87	0.838	30.00	0.00	1.40	1.111	27.337	0.539	2.000	1.077	1.28	1	0		
BH-1	10.50	38	SM	2.08	11.85	21.49	0.84	0.825	23.10	0.00	1.26	0.728	43.983	7.529	2.000	15.038	18.25	1	0		
BH-1	12.00	55	SM	2.02	13.42	24.56	0.82	0.810	45.40	0.00	1.71	1.967	80.164	250.014	2.000	500.028	617.09	1	0		

工程地點：苗栗縣後龍鎮(風機編號：18-1號 水位= 0.87 m 地表水平加速度係數 $S_{D5}=F_a S_{S5}^M=0.9000$ 用途係數I= 1.50 用途係數I= 1.50 水平加速度 $a_{max}=0.4S_{MS}I=0.540$

孔號	深度 (m)	N值	分類	γ (t/m ³)	σ'_0 (t/m ²)	σ_0 (t/m ²)	γd	L	細粒土壤 含水率 (%)		PI	C1	C2	NA	RL	CW	R	FL	D _E	I_L	10.75
									PI	C1											
BH-2	1.50	5	SC	2.10	2.52	3.15	0.98	0.660	48.80	9.90	1.78	2.156	18.013	0.288	1.620	0.466	0.71	1	2.7101		
BH-2	3.25	3	CL	1.98	4.34	6.72	0.95	0.795	70.70	12.80	2.54	3.372	14.773	0.260	1.528	0.397	0.50	2/3	4.19166		
BH-2	4.50	14	SW-SM	2.10	5.64	9.27	0.93	0.828	9.60	0.00	1.00	0.000	18.829	0.295	1.645	0.486	0.59	2/3	3.19911		
BH-2	5.85	22	SM	2.04	7.08	12.06	0.91	0.839	20.80	0.00	1.22	0.600	32.890	1.273	2.000	2.547	3.04	1	0		
BH-2	7.50	26	SM	2.10	8.85	15.48	0.89	0.838	34.80	0.00	1.50	1.378	43.096	6.629	2.000	13.259	15.82	1	0		
BH-2	9.00	29	SM	2.00	10.43	18.56	0.87	0.831	14.50	0.00	1.09	0.250	31.089	0.941	2.000	1.883	2.26	1	0		
BH-2	10.50	17	SM	2.05	11.96	21.59	0.84	0.821	33.40	0.00	1.47	1.300	23.673	0.373	1.900	0.708	0.86	1	0.6541		
BH-2	12.00	55	SM	1.96	13.47	24.60	0.82	0.809	24.40	0.00	1.29	0.800	59.631	47.383	2.000	94.766	117.19	1	0		

附錄 G

現場鑽探施工彩色照片



18-1 號風機 BH-1 施工情形



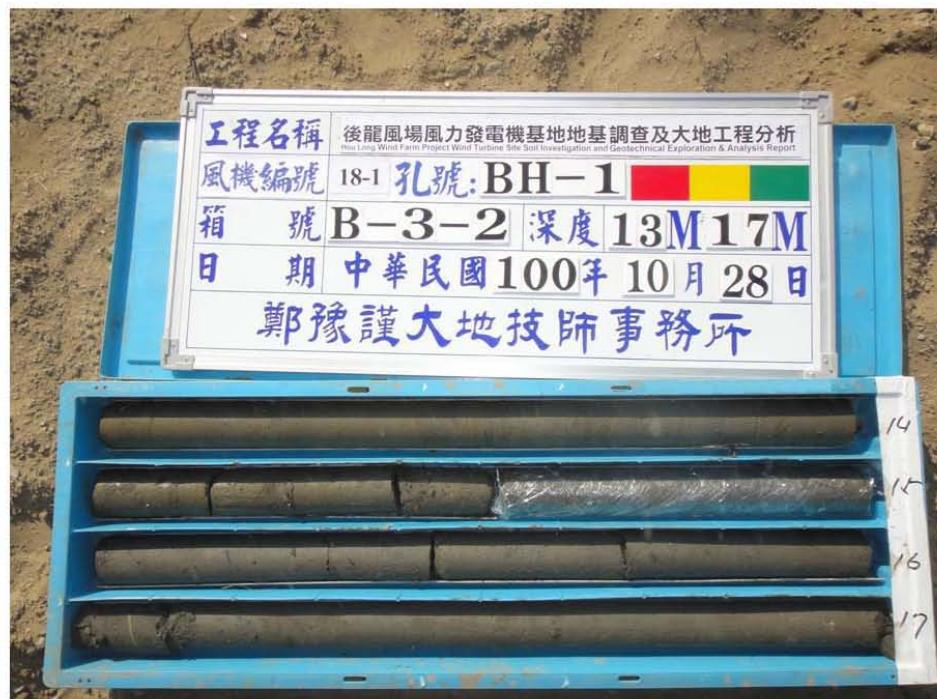
18-1 號風機 BH-2 施工情形



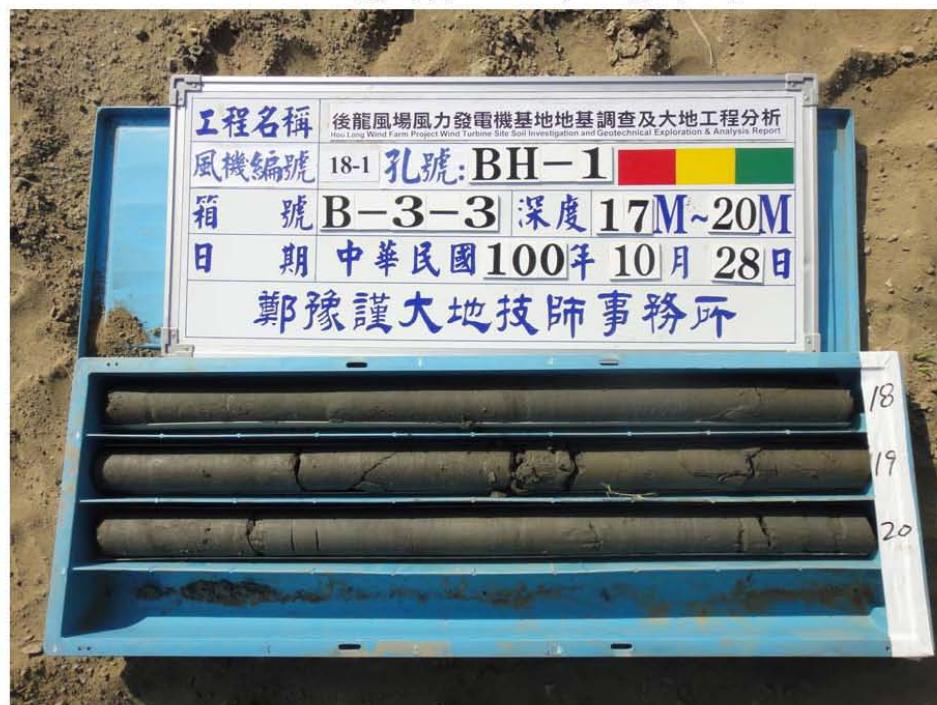
18-1 號風機 BH-1 埋設觀測井



18-1 號風機 BH-1 岩心箱 (一)



18-1 號風機 BH-1 岩心箱 (二)



18-1 號風機 BH-1 岩心箱 (三)



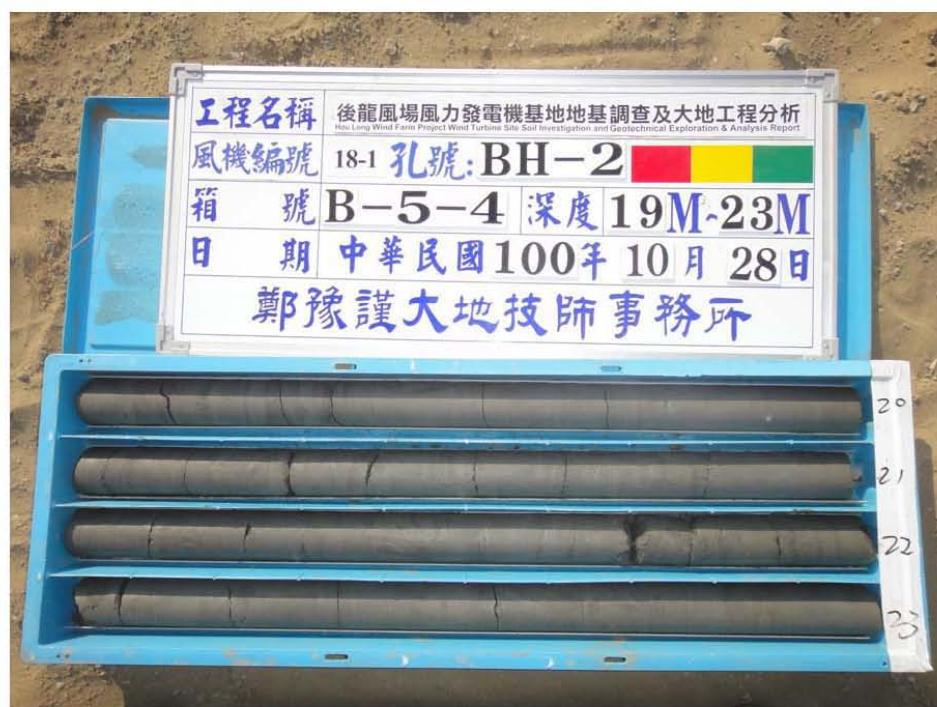
18-1 號風機 BH-2 岩心箱（一）



18-1 號風機 BH-2 岩心箱（二）



18-1 號風機 BH-2 岩心箱 (三)



18-1 號風機 BH-2 岩心箱 (四)



18-1 號風機 BH-2 岩心箱 (五)

龍威風力發電股份有限公司
後龍風場新建工程風機編號：13
地基調查與大地工程分析
工作報告書



 鄭豫謹大地技師事務所
CHENG -Y.J. PROFESSIONAL GEOTECHNICAL ENGINEERS

地 址：台北縣汐止市新台五路一段 192 號三樓（郵遞區號 22175）

電 話：(02)8642-3177~8 傳 真：(02)8642-3179

電子信箱：cpge.cheng@msa.hinet.net ; cpge.cheng@xuite.net

中華民國九十九年八月

龍威風力發電股份有限公司
後龍風場新建工程風機編號：13
地基調查與大地工程分析
工作報告書

第一章 前 言

1.1 工程說明

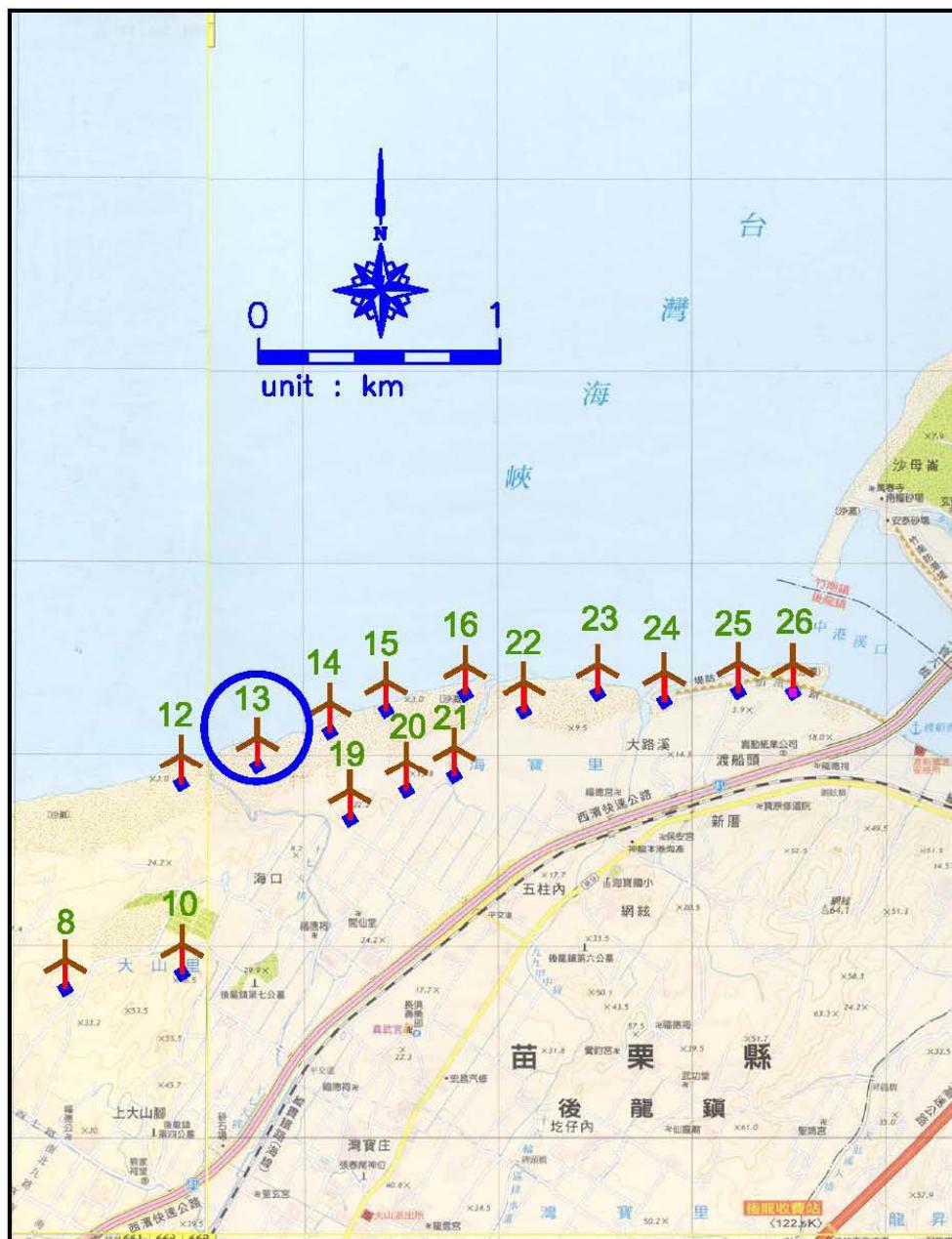
龍威風力發電股份有限公司（Long Wei Wind Power Co., Ltd.）擬於苗栗縣後龍鎮濱海地區，進行新建風力發電所需之風力發電機組工程，預計每座基座約為直徑為10~20公尺圓形混凝土構造，現正委由建築師及結構技師進行工程規劃、設計及分析之工作。本次係針對風機編號：8號之基地進行工程評估工作。

1.2 基地概述及基地環境

本次工程擬使用之基地位於苗栗縣後龍鎮近海濱地帶，基地現況為雜草地，地勢尚稱平坦。基地地理位置示如圖1.1，現況示如圖1.2。

1.3 調查目的

本次調查之目的為利用鑽探取樣與試驗方式，進一步瞭解基地地層分佈狀況，及求得結構設計分析與基礎施工上所需地層之工程性質，作為設計與規劃之參考依據。鄭豫謹大地技師事務所(以下簡稱本事務所)接受委託進行基地地質鑽探取樣、土壤試驗與分析之工作，隨即於民國99年07月18日調派機具進駐現場，正式展開現場地基鑽探及取樣工作，並於現場鑽探取樣工作完成後，隨即進行室內試驗工作，並根據現場及試驗成果進行地層研判與各項基礎分析及評估工作。現已完成委託工作，正式提出本調查分析成果工作報告書，以提供結構設計及基礎施工之參考依據。



○為本次調查之風機位置

圖 1.1 地理位置圖

SCALE=1:25000

都誠益大地技師事務所

本文

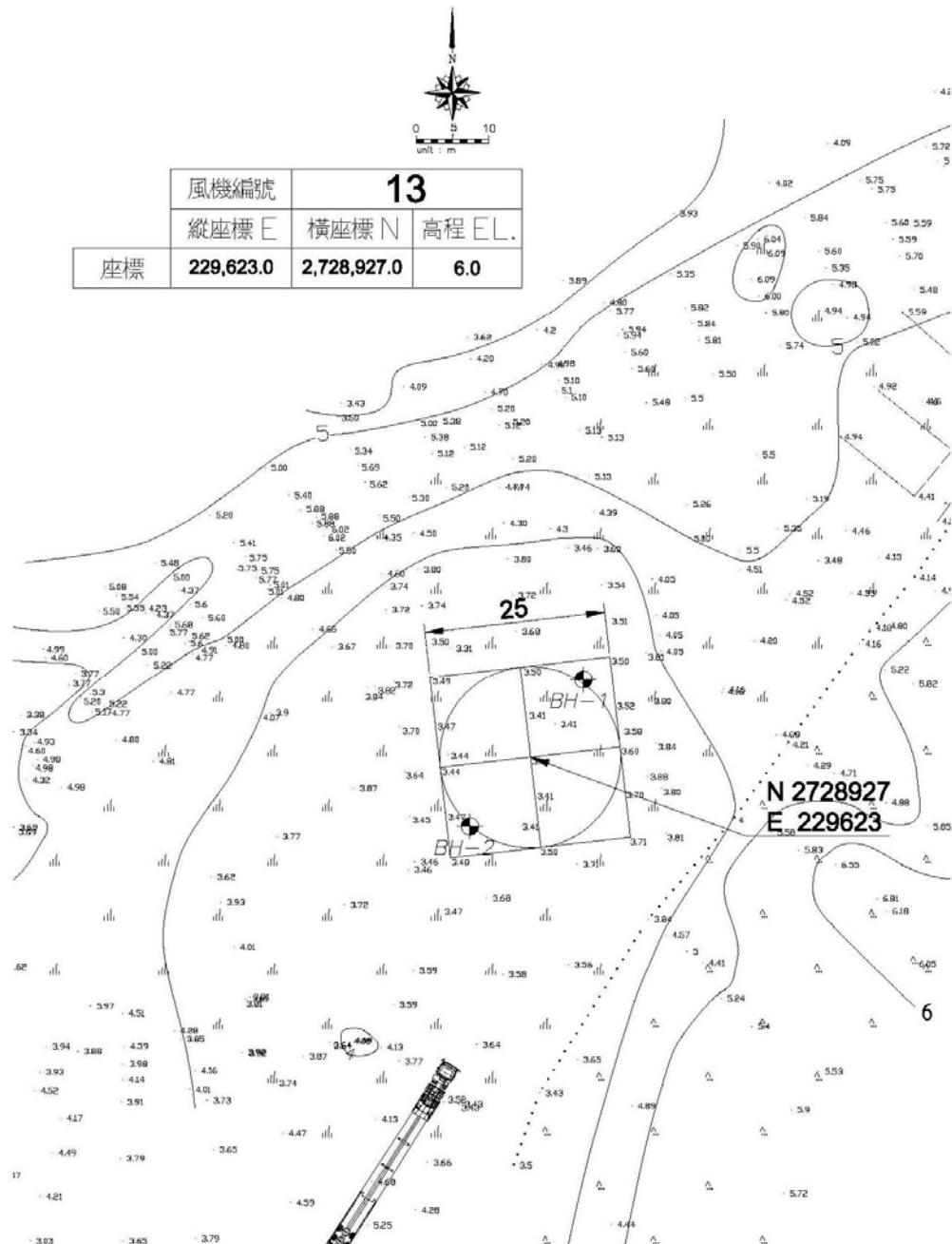


圖1.2 基地現況地形及鑽孔位置圖

SCALE=1:800

都誠益大地技師事務所

本文

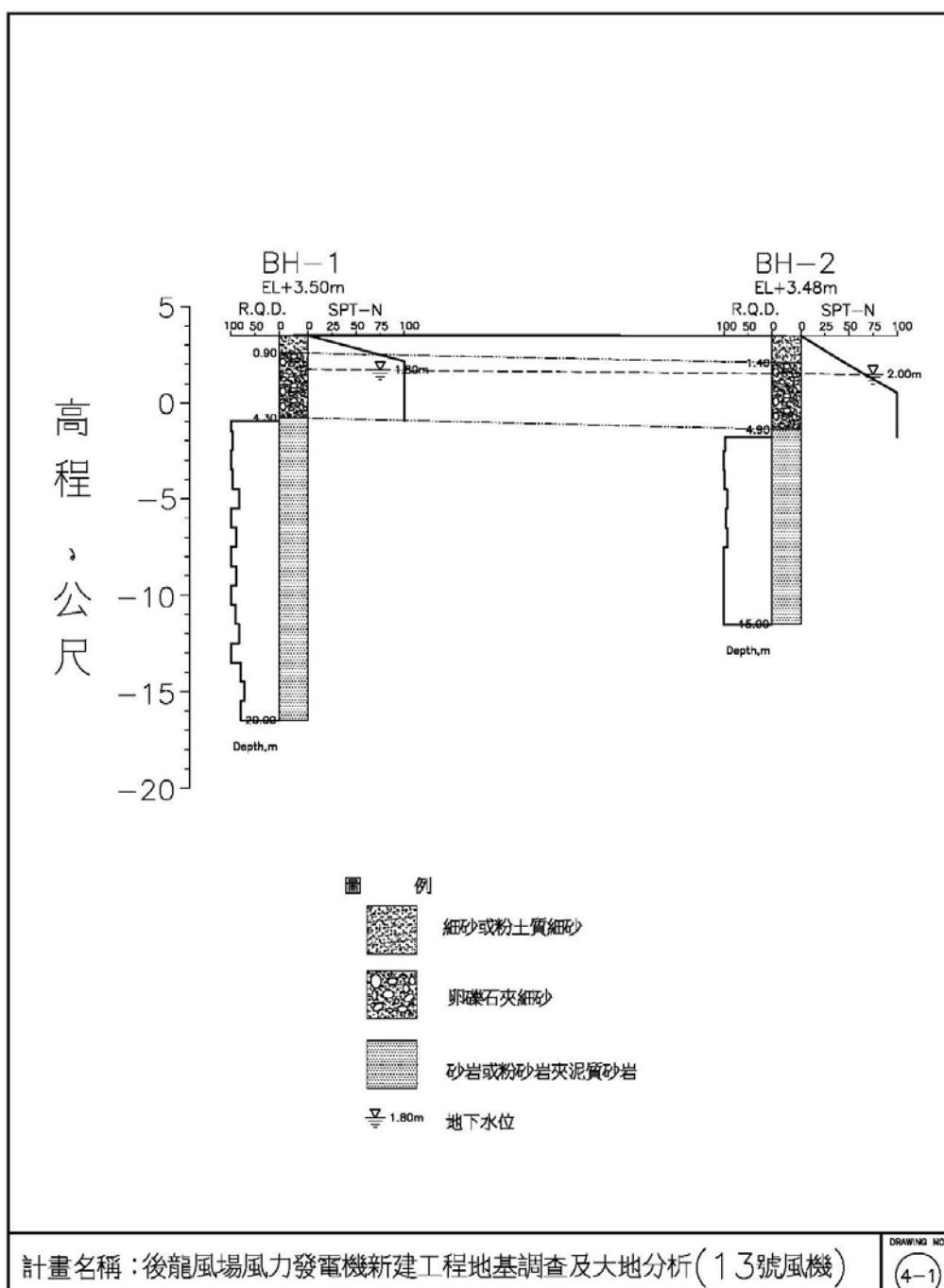


圖 4.1 基地地層剖面圖

SCALE=1/300

第五章 液化潛能分析

5.1 概說

液化(Liquefaction)為飽和之無凝聚性土壤在承受剪力變形時，所激發超額孔隙水壓升高，致使有效應力降低至極小，而產生連續性變形狀態稱之。土層不管是承受靜態荷重或動態荷重，均可使得土壤液化。但本節主要針對動態荷重、地震力作用所引起液化之探討。根據各學者研究結果，影響土壤液化因素有：

1. 土壤之相對密度：相對密度愈大者，愈不易液化。
2. 地表震動強度與震動持續時間。
3. 有效覆土應力：接近地表土層較易發生液化，液化現象甚少發生於地表下20公尺以下者。
4. 過壓密比：一般而言，導致土壤液化所需之剪應力比隨過壓密比之增加而增加。
5. 土壤顆粒大小及級配特性。
6. 土層之排水狀況。

以下即針對以上之因素，根據內政部94年7月1日「建築物耐震設計規範與解說」之震區加速度值作為評估之基準。此係以或然率理論為基礎，考慮該區域之地質環境(包括板塊運動、地質構造、斷層位置及活動性等)，以及已往所發生之地震資料，以機率分佈之概念，評估其設計地震。各震區所對應之設計地震加速度係數係指回歸期為475年之地震地表加速度值，代表台灣地區基地在50年內超越機率為10%之預期加速度值，及最大考量地震加速度係數係指回歸期為2500年之地震地表加速度值，代表台灣地區基地在50年內超越機率為2%之預期加速度值。按最新耐震設計規範規定(2005年7月)，工址應分別檢核中小度地震(地表水平加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}I}{4.2}g$)，設計地震時(地表水平加速度 $A = 0.4S_{DS}Ig$)

，及最大考量地震時(地表水平加速度 $A = 0.4S_{MS}Ig$)發生液化之可能性。其中在中小度地震時，工址不得有液化之可能，在設計地震與最大考量

地震時，雖允許液化情形發生，但建築物應採用之適當基礎型式(如樁基礎)，並檢核液化後之安全性。按本基址所在地為苗栗縣後龍鎮，風機基址地盤為第一類地盤（地表下30公尺內之N>50），依內政部94年7月1日「建築物耐震設計規範與解說」規定：

震區短週期水平譜加速度係數 $S_S^D=0.7$ 及 $S_S^M=0.9$ （查表），

短週期結構之工址放大係數 $F_a=1.00$ ($S_S=0.7$) 及 $F_a=1.00$ ($S_S=0.9$)

$$S_{DS} = F_a S_S^D \quad S_{MS} = F_a S_S^M \quad I = \text{用途係數} \text{ (發電廠採} I=1.5 \text{)}$$

於中小度地震，考慮最大地表加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}I}{4.2}g$ 為0.1g，於設計

地震，考慮最大地表加速度 $A=0.4S_{DS}Ig$ 為0.42g，而於最大考量地震，考慮最大地表加速度 $A=0.4S_{MS}Ig$ 為0.54g，依此設計地震進行土層液化潛能分析。

5.2 土壤液化之經驗分析法

目前我國之公路橋樑及建築耐震設計規範所採用之土壤液化潛能評法即為日本道路協會(1990)道路橋示方書第五部耐震設計規範所列之方法，該方法為Iwasaki et al.(1978, 1982)及Tatsuoka et al.(1980)根據大量高品質現地取樣試體，於室內進行土壤液化試驗所得20振動周數抗液化強度與現地SPT-N關係所發展出來之評估法。於阪神地震後，日本道路協會將該次地震液化經驗及相關研究結果整合後，重新擬訂新的土壤液化判定方法（即1996版），新方法之分析流程如圖5.1所示。

5.3 液化分析結果

依據上節之分析方法及本基址地層鑽探資料進行地層液化潛能分析，按液化現象極少發生於地表下20公尺以下。基址之地層狀況（附錄A），因本基地於地表下20m內地層以卵礫石層及膠結不良砂岩（更新世頭崙山層），為非屬液化地層，應無發生地層受地震而產生液化或應變軟化之虞。

新日本道路橋液化評估法

(日本道路協會，1996)

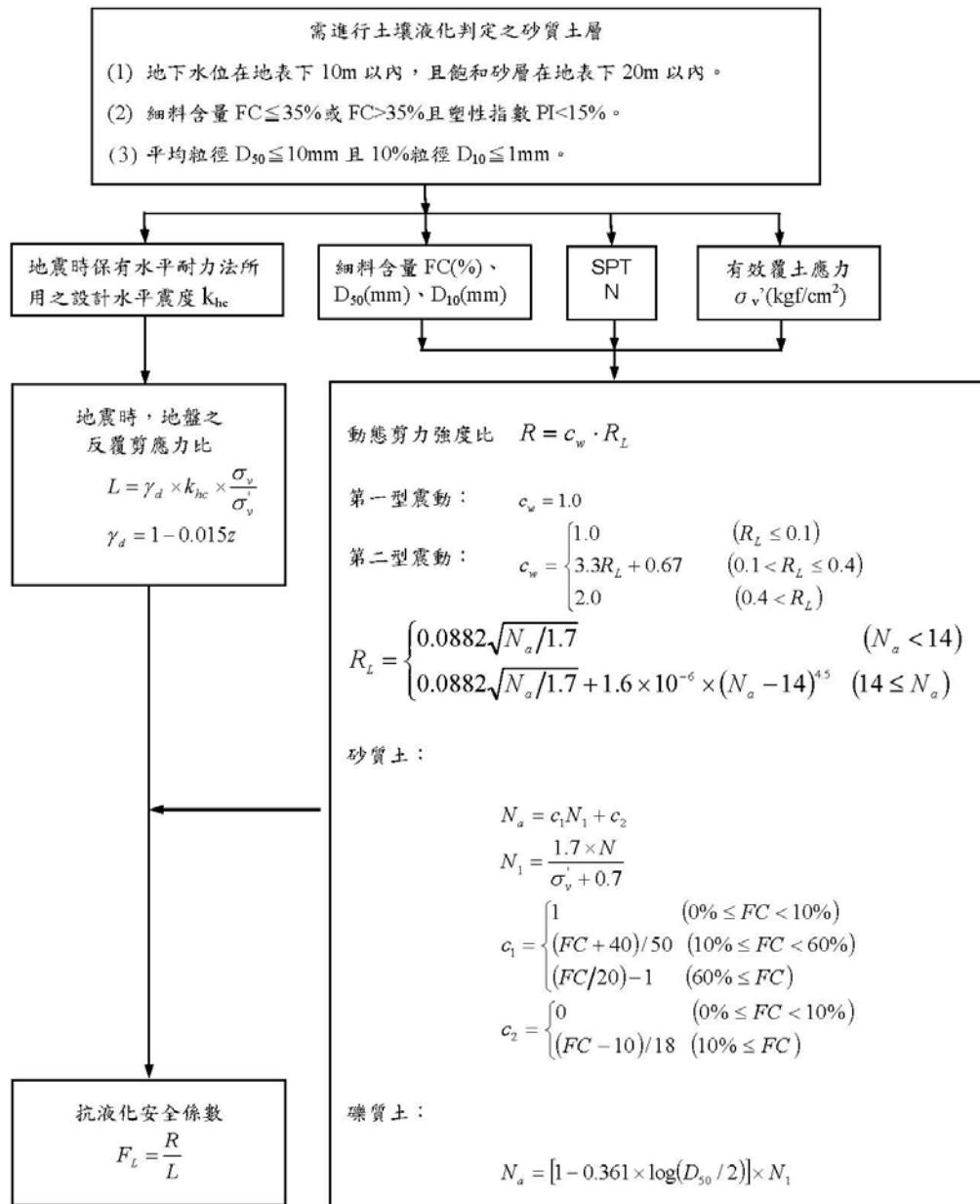


圖 5.1 新版日本道路協會簡易經驗分析流程

第七章 結論與建議

1. 後龍風場位於苗栗縣後龍鎮之濱海地區，本次調查為風機編號為13之基址。基址地層狀況示如圖4.1基地地層柱狀剖面圖。根據現場地質鑽探及試驗室試驗結果研判，本基地出露的地層為現代沖積層（由未膠結之砂土或礫石等組成）覆蓋於更新世砂岩或粉砂岩夾泥質砂岩層上。整理基址工程特性，建議基地設計用之地層參數則如表4.2所示。
2. 根據基地地層概況及現場觀測之結果研判，本基地之地下水位約在BH-2地表下1.20~2.45公尺間變化，地下水壓建議採靜水壓力分佈。若考慮季節性及暴雨時地下水位可能上升，故建議於分析設計時風機基址地下水位位於BH-2之地表處。
3. 依本工程而言，依據5.2節建議之方法進行液化潛能分析，本基址所在地為苗栗縣後龍鎮，風機基址地盤為第一類地盤（地表下30公尺內之 $\bar{N} > 50$ ），當一般中小型地震之考慮最大地表加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}I}{4.2}g$ 為0.10g，於設計地震，考慮最大地表加速度 $A=0.4S_{DS}Ig$ 為0.42g，及於最大考量地震，考慮最大地表加速度 $A=0.4S_{MS}Ig$ 為0.54g。按本基地地層為卵礫石層及膠結不良砂岩層，為非屬液化地層，應無發生地層受地震而產生液化或應變軟化之虞。
4. 依據風機基址之地層狀況（卵礫石層及膠結不良砂岩）、結構規劃資料研判，本工程建議最經濟之基礎型式為版式基礎（直接基礎）為宜。
5. 基地地層狀況如表4.2所示，基礎將埋置於砂土層內，考慮不同之基礎尺寸、不同之埋置深度，以建技規則方式估算時，考慮地下水位在地表，安全係數取3.0，計算得到基礎容許淨承載力如圖6.1所示。以N值估算時，考慮基礎最大沉陷量為2.54cm下之基礎容許淨承載力如圖6.2所示。由圖中結果得知，基址地表下2.0m以下之基礎承載力，於採用直接基礎尚符合設計之需求，供設計者參考。
6. 依風機基址地層狀況，按基樁之不同樁徑及樁長分別計算之，經計算結果基樁之常時容許承載力 q_a 示於表6.6之中，地震時承載力 q_a 示於表6.7之中，而常時容許拉拔力 R_a 示於表6.9之中，地震時容許拉拔力 R_a

示於表6.10之中。唯於設計時基樁之允許承載力不得大於樁體本身之材料強度。必要時可進行基樁現場載重試驗以確認其承載。

7. 以基址之周圍環境條件、基礎開挖之情況及地質狀況（按本工程基礎建議埋置深度為2.00~3.00m），僅屬淺層開挖，且基地四周為空地，故建議採斜坡明挖方式進行施工，不需設置擋土措施。唯基地當時地下水位約位於地表下2.00m，高於開挖底面，將於開挖過程中可能產生地下湧水，故開挖時，建議於開挖內緣四周施作導溝集水坑，配合強力水泵，排除地下滲水，必要宜採點井降水措施，或輔以止水措施，以利工程之進行。當本基地開挖情形之設計條件與上述假設狀況有所差異時，設計單位須重新檢核擋土結構之貫入深度，以確保開挖施工時，施工人員、機具與鄰近結構物之安全。

附錄 A

現場鑽探紀錄及一般物理試驗結果表

現場鑽探及一般物理試驗結果 BORING AND TEST DATA

工程名稱：後龍風場風力發電機基地地質鑽探分析工程
 地面標高：+ 3.50m 孔號：BH-1 地下水位：孔口下1.80m 鑽探時間：99.07.18
 風機編號：13

樣 號 Sample No.	深 度 Dept h(m)	柱 狀 圖 Log.	SPT N或 (RQD)	地 質 說 明 Description	分 類 Classifi- cation	顆 積 分 析			含 水 量 ω (%)	單 位 重 r_s (t/m^3)	液 性 限 度 LL	塑 性 限 度 PL	塑 性 指 數 PI	孔 隙 比 e	比 重 Gs									
						砾 石 Gravel	砂 Sand	粘(粉)土 Silt or Clay																
S-0 施	1		13×15×73/4cm	灰色細砂 0.90					NO		SAMPLE													
	2		100/13cm	卵礫石夾棕灰色細 砂																				
	3		23×37×63/11cm	4.30																				
	4																							
	5		(100)																					
	6		(97)																					
	7		(100)																					
	8		(96)																					
	9		(82)																					
	10		(100)																					
	11		(98)																					
	12		(100)	灰色砂岩或粉砂岩 夾泥質砂岩																				
	13		(88)																					
	14		(100)																					
	15		(90)																					
	16		(83)																					
	17		(100)																					
	18		(80)																					
	19		(72)																					
	20		(79))	鑽探終止			20.00																	

鄭豫謹大地技師事務所

A-1

現場鑽探及一般物理試驗結果 BORING AND TEST DATA

工程名稱：後龍風場風力發電機基地地質鑽探分析工程
 地面標高：+3.48m 孔號：BH-2 地下水位：孔口下2.00m 鑽探時間：99.07.22
 風機編號：13

樣 號 Sample No.	深 度 Dept h(m)	柱 狀 圖 Log.	SPT N或 (RQD)	地 質 說 明 Description	分 類 Classifi- cation	顆 積 分 析			含 水 量 ω (%)	單 位 重 r_s (t/m^3)	液 性 限 度 LL	塑 性 限 度 PL	塑 性 指 數 PI	孔 隙 比 e	比 重 Gs
						砾 石 Gravel	砂 Sand	粘(粉)土 Silt or Clay							
S-0	1		49	灰色細砂 1.40					NO		SAMPLE				
S-0	2								NO		SAMPLE				
S-0	3	11+00/010m		卵礫石夾棕色細 砂					NO		SAMPLE				
S-0	4	28+00/012m							NO		SAMPLE				
S-0	5					4.90			NO		SAMPLE				
施	6	60+00/014m (97)							NO		SAMPLE				
	7	(100)													
	8	(99)													
	9	(93)													
	10	灰色砂岩或粉砂岩 夾泥質砂岩													
	11	(96)													
	12	(92)													
	13	(100)													
	14	(100)													
	15	(100)				15.00									
	16														
	17														
	18														
	19														
	20														

鄭豫謹大地技師事務所

A-2

龍威風力發電股份有限公司
後龍風場新建工程風機編號：31
地基調查與大地工程分析
工作報告書



 鄭豫謹大地技師事務所
CHENG -Y.J. PROFESSIONAL GEOTECHNICAL ENGINEERS

地 址：台北縣汐止市新台五路一段 192 號三樓（郵遞區號 22175）

電 話：(02)8642-3177~8 傳 真：(02)8642-3179

電子信箱：cpge.cheng@msa.hinet.net ; cpge.cheng@xuite.net

中華民國九十九年四月

龍威風力發電股份有限公司
後龍風場新建工程風機編號：31
地基調查與大地工程分析
工作報告書

第一章 前 言

1.1 工程說明

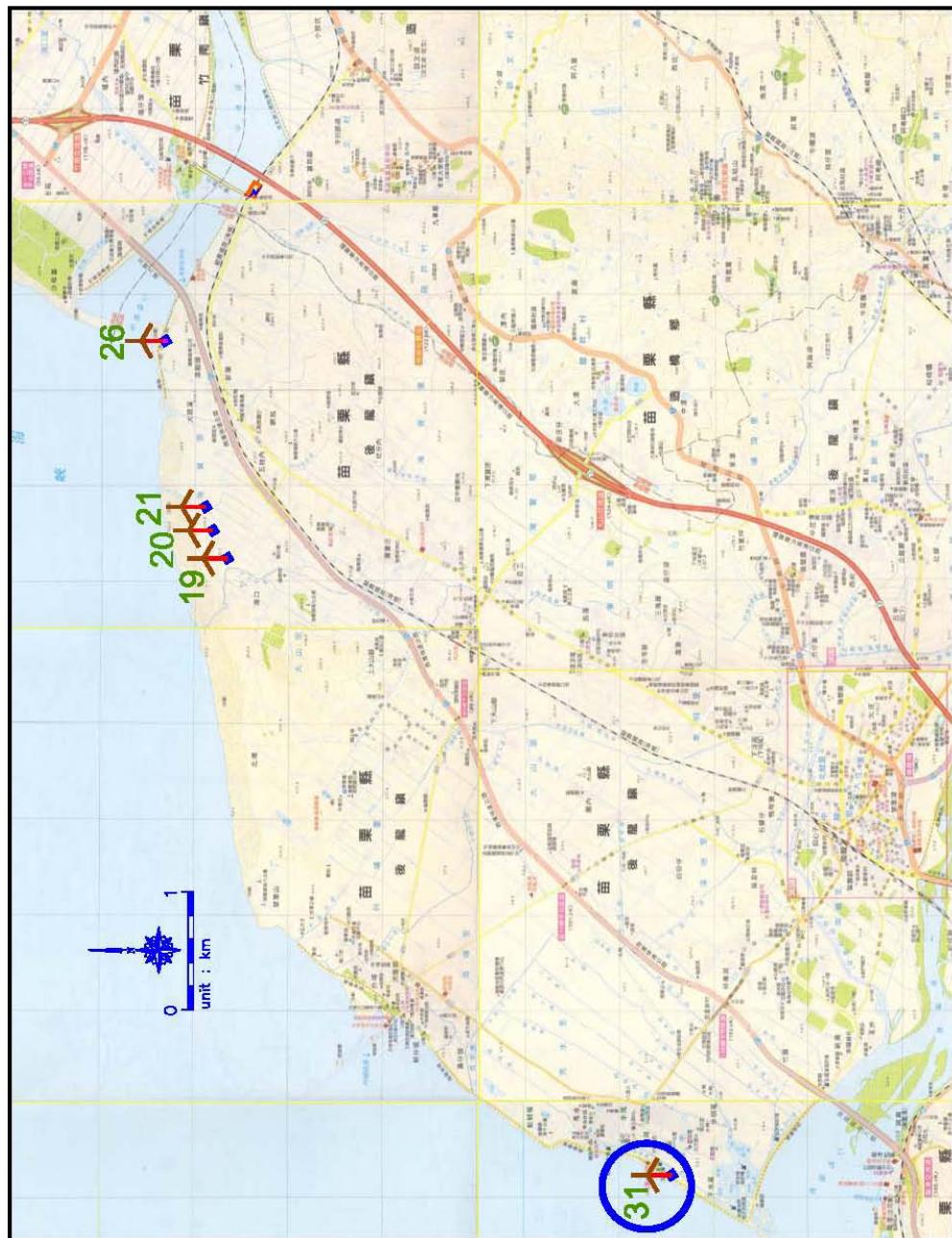
龍威風力發電股份有限公司（Long Wei Wind Power Co., Ltd.）擬於苗栗縣後龍鎮濱海地區，進行新建風力發電所需之風力發電機組工程，預計每座基座約為直徑為10~20公尺圓形混凝土構造，現正委由建築師及結構技師進行工程規劃、設計及分析之工作。本次係針對風機編號：31號之基地進行工程評估工作。

1.2 基地概述及基地環境

本次工程擬使用之基地位於苗栗縣後龍鎮近海濱地帶，基地現況為雜草地，地勢尚稱平坦。基地地理位置示如圖1.1，現況示如圖1.2。

1.3 調查目的

本次調查之目的為利用鑽探取樣與試驗方式，進一步瞭解基地地層分佈狀況，及求得結構設計分析與基礎施工上所需地層之工程性質，作為設計與規劃之參考依據。鄭豫謹大地技師事務所(以下簡稱本事務所)接受委託進行基地地質鑽探取樣、土壤試驗與分析之工作，隨即於民國99年03月04日調派機具進駐現場，正式展開現場地基鑽探及取樣工作，並於現場鑽探取樣工作完成後，隨即進行室內試驗工作，並根據現場及試驗成果進行地層研判與各項基礎分析及評估工作。現已完成委託工作，正式提出本調查分析成果工作報告書，以提供結構設計及基礎施工之參考依據。



○為本次調查之風機位置

圖1.1 地理位置圖

SCALE=1:5000

都誠益大地技師事務所

本文

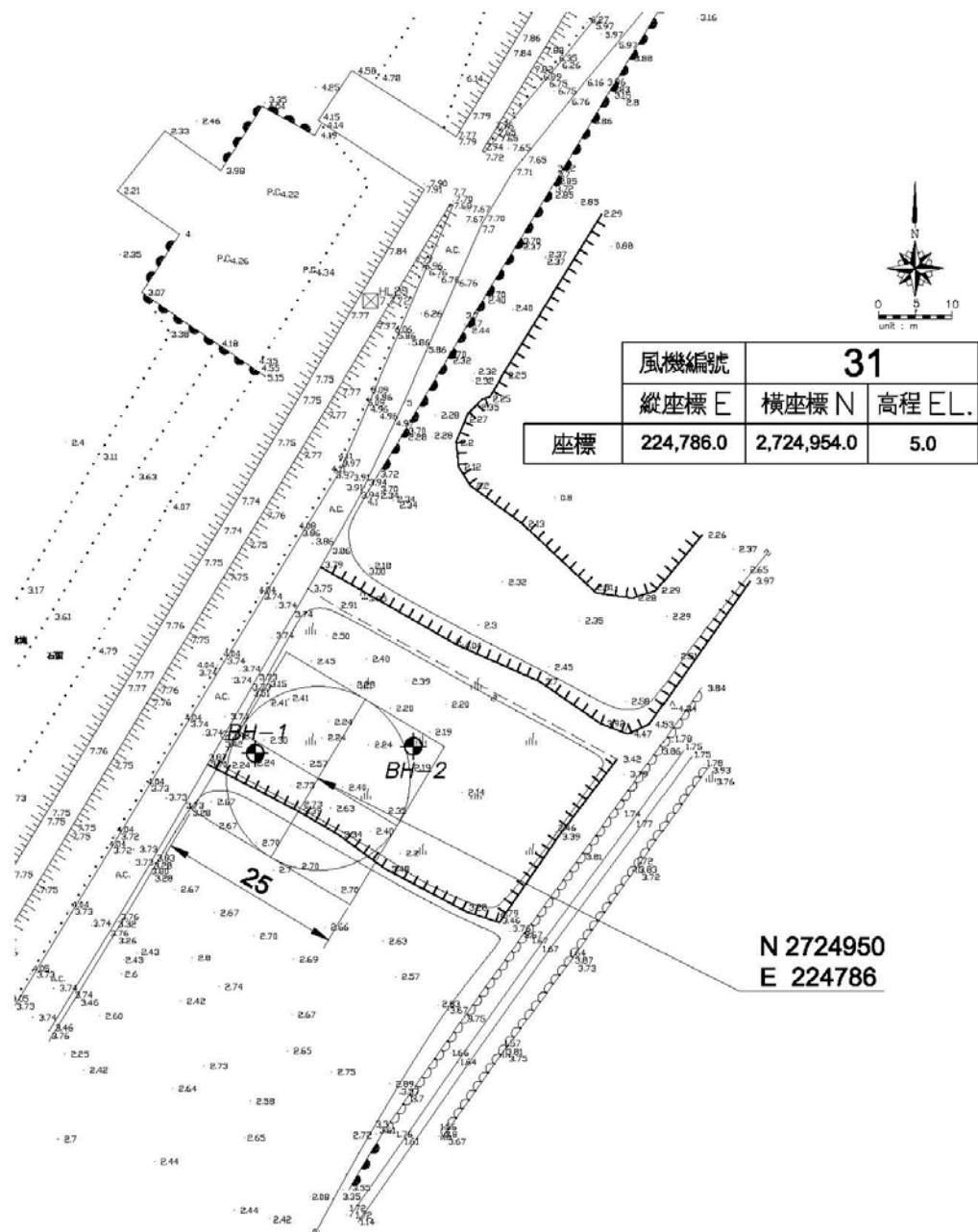


圖1.2 基地現況地形及鑽孔位置圖

SCALE=1:800

都誠達大地技師事務所

本文

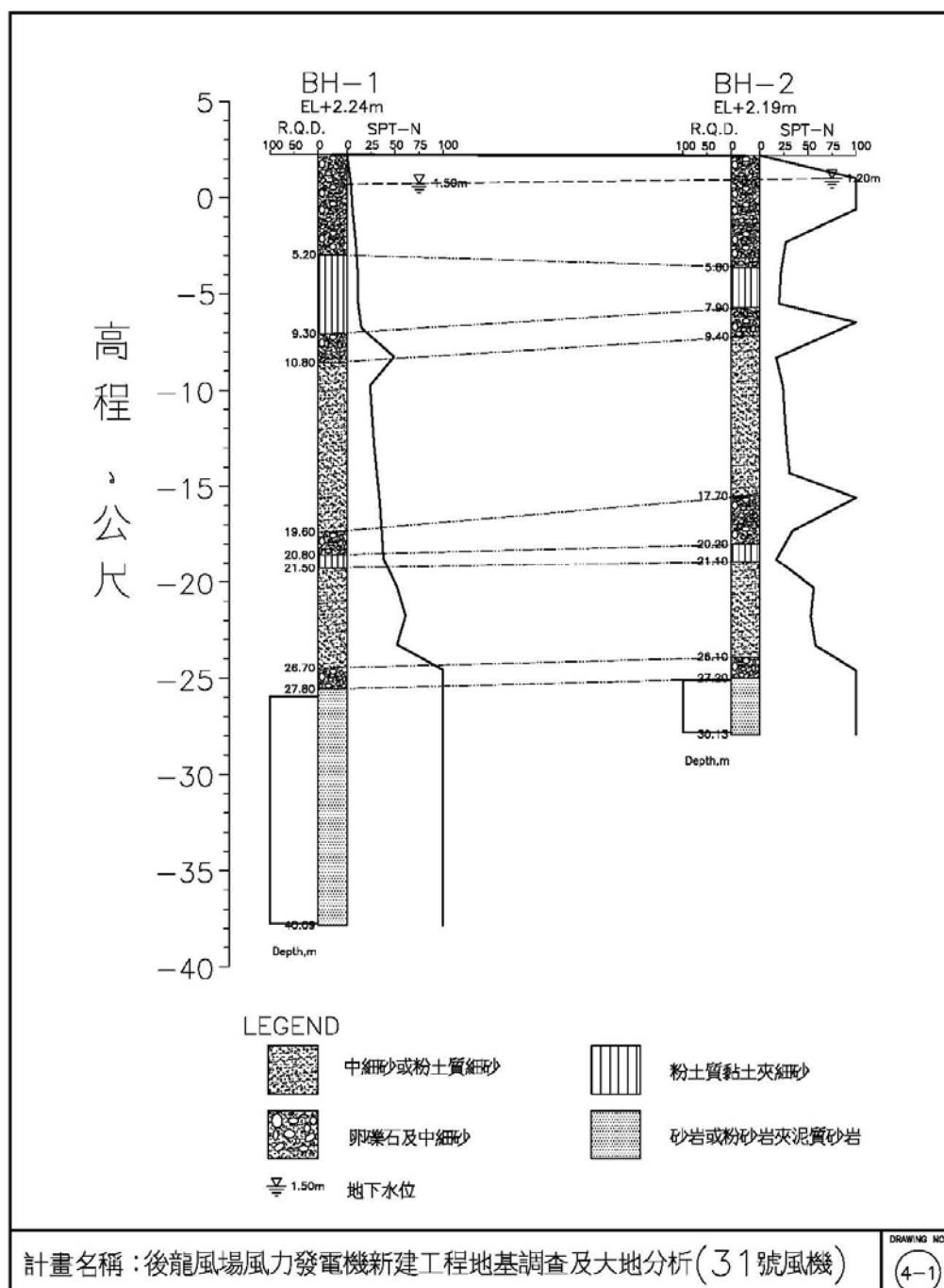


圖 4.1 基地地層剖面圖

SCALE=1/300

第五章 液化潛能分析

5.1 概說

液化(Liquefaction)為飽和之無凝聚性土壤在承受剪力變形時，所激發超額孔隙水壓升高，致使有效應力降低至極小，而產生連續性變形狀態稱之。土層不管是承受靜態荷重或動態荷重，均可使得土壤液化。但本節主要針對動態荷重、地震力作用所引起液化之探討。根據各學者研究結果，影響土壤液化因素有：

1. 土壤之相對密度：相對密度愈大者，愈不易液化。
2. 地表震動強度與震動持續時間。
3. 有效覆土應力：接近地表土層較易發生液化，液化現象甚少發生於地表下20公尺以下者。
4. 過壓密比：一般而言，導致土壤液化所需之剪應力比隨過壓密比之增加而增加。
5. 土壤顆粒大小及級配特性。
6. 土層之排水狀況。

以下即針對以上之因素，根據內政部95年1月1日「建築物耐震設計規範與解說」之震區加速度值作為評估之基準。此係以或然率理論為基礎，考慮該區域之地質環境(包括板塊運動、地質構造、斷層位置及活動性等)，以及已往所發生之地震資料，以機率分佈之概念，評估其設計地震。各震區所對應之設計地震加速度係數係指回歸期為475年之地震地表加速度值，代表台灣地區基地在50年內超越機率為10%之預期加速度值，及最大考量地震加速度係數係指回歸期為2500年之地震地表加速度值，代表台灣地區基地在50年內超越機率為2%之預期加速度值。按最新耐震設計規範規定(2006年1月)，工址應分別檢核中小度地震(地表水平加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}I}{4.2}g$)，設計地震時(地表水平加速度 $A = 0.4S_{DS}Ig$)

，及最大考量地震時(地表水平加速度 $A = 0.4S_{MS}Ig$)發生液化之可能性。其中在中小度地震時，工址不得有液化之可能，在設計地震與最大考量

地震時，雖允許液化情形發生，但建築物應採用之適當基礎型式(如樁基礎)，並檢核液化後之安全性。

5.2 土壤液化之經驗分析法

目前我國之公路橋樑及建築耐震設計規範所採用之土壤液化潛能評法即為日本道路協會(1990)道路橋示方書第五部耐震設計規範所列之方法，該方法為Iwasaki et al.(1978, 1982)及Tatsuoka et al.(1980)根據大量高品質現地取樣試體，於室內進行土壤液化試驗所得20振動周數抗液化強度與現地SPT-N關係所發展出來之評估法。於阪神地震後，日本道路協會將該次地震液化經驗及相關研究結果整合後，重新擬訂新的土壤液化判定方法（即1996版），新方法之分析流程如圖5.1所示。

5.3 液化分析結果

依據上節之分析方法及本基址地層鑽探資料進行地層液化潛能分析，按液化現象極少發生於地表下20公尺以下。依基址之地層狀況（附錄A），採用日本道路協會(1996)道路橋示方書建議之分析法進行分析。按本基址所在地為苗栗縣後龍鎮，風機基址地盤為第二類地盤（地表下30公尺內之 $15 < \bar{N} < 50$ ），依內政部95年1月1日「建築物耐震設計規範與解說」規定：

震區短週期水平譜加速度係數 $S_s^D=0.7$ 及 $S_s^M=0.9$ （查表），

短週期結構之工址放大係數 $F_a=1.00$ ($S_s=0.7$) 及 $F_a=1.00$ ($S_s=0.9$)

$$S_{DS} = F_a S_s^D \quad S_{MS} = F_a S_s^M \quad I = \text{用途係數} \quad (\text{發電廠採} I=1.5)$$

於中小度地震，考慮最大地表加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}I}{4.2}g$ 為0.10g時，基地地層

抵抗液化之安全係數皆大於1.0以上（詳附錄G），應無發生地層液化或應變軟化之虞。而於設計地震，考慮最大地表加速度 $A=0.4S_{DS}Ig$ 為0.42g時，及於最大考量地震，考慮最大地表加速度 $A=0.4S_{MS}Ig$ 為0.54g時，基地地層產生局部區域性液化現象之機率較大，然而造成全面性液化現象之可能性則不大（詳附錄G）。

新日本道路橋液化評估法

(日本道路協會，1996)

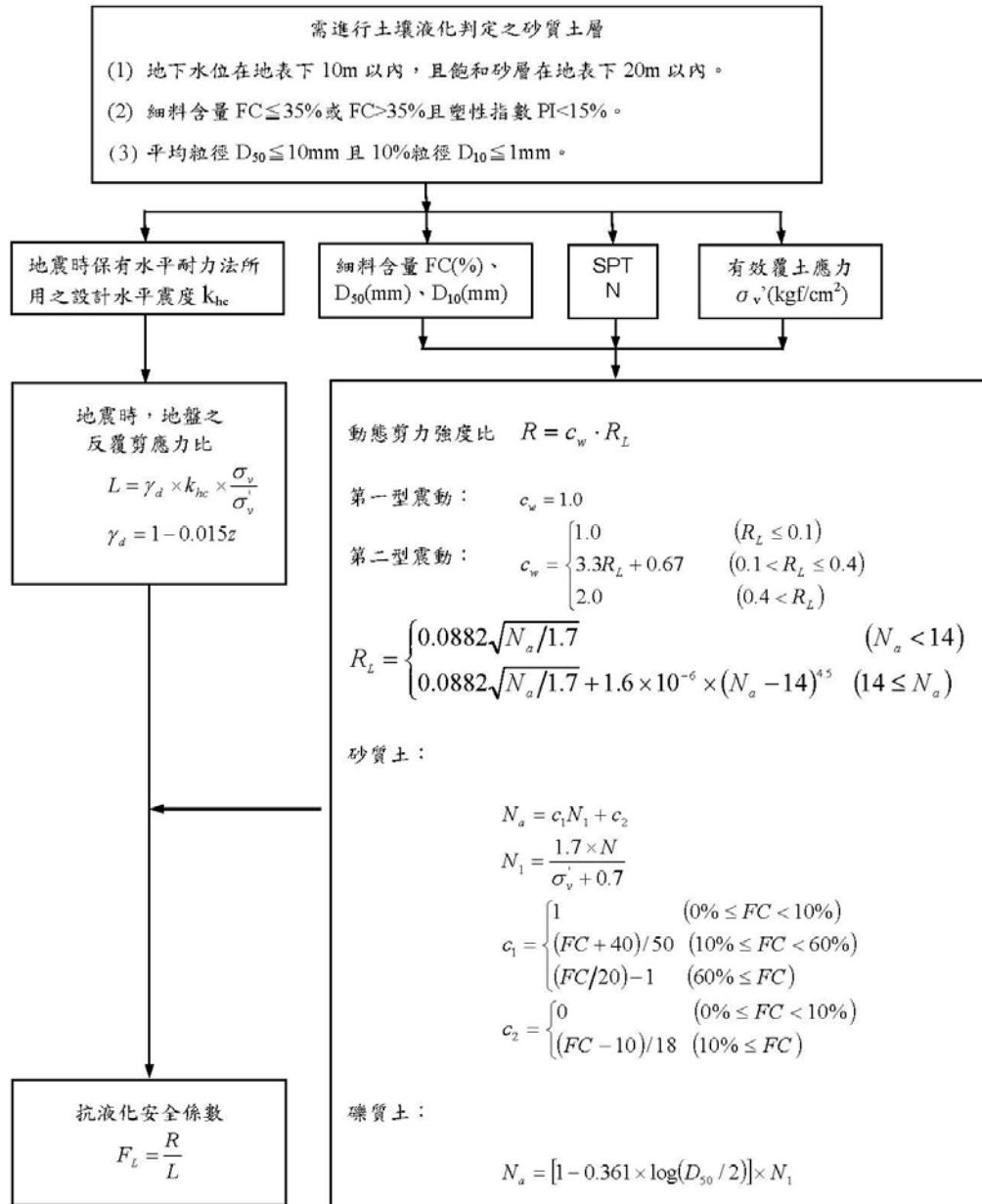


圖 5.1 新版日本道路協會簡易經驗分析流程

由於液化後之砂土層其強度及支承力會降低，因此，判定會液化之砂質土層，應將其地層強度參數予以折減，以作為耐震設計分析之依據。表5.1為內政部95年1月1日「建築物耐震設計規範與解說」所建議之參數折減係數表，對映本工程液化分析之結果，基址地層於設計地震時，地表下0.00m~4.50m之砂土層建議折減係數 $D_E=1/3$ 。

表5.1日本道路協會規範之地層參數折減係數 D_E

抗液化安全係數 FL	地表面下深度 Z	土質參數折減係數 D_E	
		$R \leq 0.3$	$0.3 < R$
$FL \leq 1/3$	$0 \leq Z \leq 10$	0	$1/6$
	$10 < Z \leq 20$	$1/3$	$1/3$
$1/3 < FL \leq 2/3$	$0 \leq Z \leq 10$	$1/3$	$2/3$
	$10 < Z \leq 20$	$2/3$	$2/3$
$2/3 < FL < 1$	$0 \leq Z \leq 10$	$2/3$	1
	$10 < Z \leq 20$	1	1

註：R為依規範計算所得之土壤抵抗液化剪應力比

5.4 液化潛能指數 I_L

Iwasaki(1982)考慮深度的影響，提出一評估液化潛能之深度加權法，建議以液化潛能指數(liquefaction potential index, I_L)代表任一試驗孔之液化危險程度。液化潛能指數 I_L 定義如下：

$$I_L = \int_0^{20} FlW(z)dz$$

$$Fl=1-FS, \quad \text{for } FS \leq 1.0$$

$$Fl=0, \quad \text{for } FS > 1.0$$

$$W(z)=10-0.5z; \quad z\text{為距地表之深度，單位}m\text{。}$$

上述FS採用Robertson et al.(1998)液化評估法計算之安全係數。 $W(z)$ 為考慮地表下20m以內，各深度液化程度之加權係數，隨深度增加呈線性遞減。當 $FS > 1$ ， Fl 視為0， $FS \leq 1$ 時， Fl 等於 $1-FS$ ，乘上該深度之加權指數後相加，總數即為液化潛能指數 I_L ，代表任一孔的液化程度指標，最小為0、最大為100。Iwasaki(1982)依此分析過去6次地震中，64個液化區域和23個非液化區域的資料，綜合整理，提出下列指標：

$I_L=0$	液化危險度極低
$0 < I_L \leq 5$	液化危險度低
$5 < I_L \leq 15$	液化危險度高
$15 < I_L$	液化危險度極高

表5.2為中國大陸規範中所列各種 I_L 值條件下，土壤液化所引致之地表現象、建築物之震害及建議之抗液化措施。

依本工程而言，依據5.2節建議之方法進行液化潛能分析，根據分析結果，當一般中小型地震之地表水平加速度達0.10g時，計算所得之 I_L 值為0，應無發生地層液化或應變軟化之虞。於設計地震及最大考量地震時之地表水平加速度達0.42g及0.54g時，計算所得之 I_L 值介於1.86~14.56，屬液化危險度低至高，故於強震時地表下0.00m~4.50m內之砂土層可能液化危害度輕微至中等，又地層折減參數為 $D_E=1/3$ ，宜檢核強震時地層強度參數折減後之基礎承載安全性，必要時可採消除液化設計（液化土加固或樁基）。

表5.2 地基液化等級和宜考慮的抗液化措施

地基液化等級和宜考慮的抗液化措施						
液化等級	液化危害指數 I_L	噴水冒砂特點	由液化引起的建築震害	抗液化措施選擇原則		
				乙類建築	丙類建築	丁類建築
I (輕微)	< 5	無噴水冒砂現象或在局部低窪地，池邊有零星噴水冒砂點	液化危害性小，一般不致引起明顯的震害	部分消除液化沉陷，或對基礎和上部結構處理	不採取措施或結構處理	可不採取措施
II (中等)	5~15	噴水冒砂的可能性很大，多數屬於中等程度的噴水冒砂	液化危害較大，可造成不均勻沉降或開裂	消除液化沉陷，或部分消除液化沉陷且對基礎和上部結構處理	優先考慮措施處理	可不採取措施
III (嚴重)	> 15	噴水冒砂嚴重，地裂縫較多，地表面形態發生很大變化	液化危害性大，一般可使建築物產生 10~30cm 的不均勻沉降，高重心建築物可能嚴重傾斜	消除液化沉陷	消除液化沉陷或部分消除液化沉陷且結構處理	經濟的措施

註：1. 甲類建築：特殊要求的建築，如遇地震破壞會導致嚴重後果的建築等，必須經國家規定的權限批准。

乙類建築：國家重點抗震城市的生命線工程的建築。

丙類建築：甲、乙、丁類以外的建築。

丁類建築：次要的建築如遇地震破壞不易造成人員傷亡和較大的經濟損失的建築等。

2. 消除液化沉陷措施指液化土加固或樁基，部分消除液化沉陷的措施加固部分深度的液化土，但加固深度小於液化深度。

除，以利工程進行。

當本基地開挖情形之設計條件與上述假設狀況有所差異時，設計單位須重新檢核擋土結構之貫入深度，以確保開挖施工時，施工人員、機具與鄰近結構物之安全。

第七章 結論與建議

1. 後龍風場位於苗栗縣後龍鎮之濱海地區，本次調查為風機編號為31之基址。基址地層狀況示如圖4.1基地地層柱狀剖面圖。根據現場地質鑽探及試驗室試驗結果研判，本基地出露的地層為現代沖積層（由未膠結之砂土、黏土或礫石等組成）覆蓋於更新世砂岩或粉砂岩夾泥質砂岩層上。整理基址工程特性，建議基地設計用之地層參數則如表4.2所示。
2. 根據基地地層概況及現場觀測之結果研判，本基地之地下水位約在現有地表下0.98~1.50公尺間變化，地下水壓建議採靜水壓力分佈。若考慮季節性及暴雨時地下水位可能上昇，故建議於分析設計時風機基址地下水位位於現有之地表處。
3. 依本工程而言，依據5.2節建議之方法進行液化潛能分析，根據分析結果（詳附錄F），本基址所在地為苗栗縣後龍鎮，風機基址地盤為第二類地盤（地表下30公尺內之 $15 < N < 50$ ），當一般中小型地震之考慮最大地表加速度 $A = \frac{0.4S_{DS}I}{4.2}g$ 為0.10g時，基地地層抵抗液化之安全係數皆大於1.0以上，計算所得之 I_L 值為0，應無發生地層液化或應變軟化之虞。而於設計地震，考慮最大地表加速度 $A = 0.4S_{DS}Ig$ 為0.42g時，及於最大考量地震，考慮最大地表加速度 $A = 0.4S_{MS}Ig$ 為0.54g時，基地地層產生局部區域性液化現象之機率較大，然而造成全面性液化現象之可能性則不大，計算所得之 I_L 值介於1.86~14.56，屬液化危險度低至高，故於強震時地表下0.00m~4.50m內之砂土層可能液化危害度輕微至中等，又地層折減參數為 $D_E=1/3$ ，宜檢核強震時地層強度參數折減後之基礎承載安全性，必要時可採消除液化設計（液化土加固或樁基）。
4. 依據風機基址之地層狀況（疏鬆至緊密砂層、卵礫石層、堅實黏土層及膠結不良砂岩）、結構規劃資料研判，本工程建議最經濟之基礎型式為版式基礎（直接基礎）為宜，但考慮強震時基地地表下0.00m~4.50m間之砂層可能液化之影響，宜檢核強震時地層強度參數折減後之基礎承載安全性，必要時宜採樁基礎設計。

5. 基地地層狀況如表4.2所示，基礎將埋置於砂土層內，考慮不同之基礎尺寸、不同之埋置深度，以建技規則方式估算時，考慮地下水位在地表，常時安全係數取3.0，而強震時安全係數取2.0，計算得到基礎容許承載力如圖6.1（常時）及圖6.2（強震時）所示。以N值估算時，考慮基礎最大沉陷量為2.54cm下之基礎容許淨承載力如圖6.3（常時）及圖6.4（強震時）所示。由圖中結果得知，基址地表下2.0m以下之基礎承載力，於常時採用直接基礎尚符合設計之需求，但於強震時基地地層可能因承載不足而生局部剪力破壞之虞，供設計者參考。
6. 依風機基址地層狀況，按基樁之不同樁徑及樁長分別計算之，經計算結果基樁之常時容許承載力 q_a 示於表6.6及強震時容許承載力 q_a 示於表6.7之中，而常時容許拉拔力 R_a 示於表6.9及強震時容許拉拔力 R_a 示於表6.10之中。唯於設計時基樁之允許承載力不得大於樁體本身之材料強度。必要時可進行基樁現場載重試驗以確認其承載。
7. 以基址之周圍環境條件、基礎開挖之情況及地質狀況（按本工程基礎建議埋置深度為2.00~3.00m），僅屬淺層開挖，且基地四周為空地，故建議採斜坡明挖方式進行施工，不需設置擋土措施。唯基地常時地下水位約位於地表下1.00m，高於開挖底面，將於開挖過程中可能產生地下湧水，故開挖時，建議於開挖內緣四周施作導溝集水坑，配合強力水泵，排除地下滲水，必要宜採點井降水措施，或輔以止水措施，以利工程之進行。

都斌謹大地技師事務所

附錄

附錄 A

現場鑽探紀錄及一般物理試驗結果表

99003後龍風場31號風機地基調查工作報告書

現場鑽探及一般物理試驗結果 BORING AND TEST DATA

工程名稱：後龍風場風力發電機基地地質鑽探分析工程
地面標高：+ 2.24m 孔號：BH-1 地下水位：孔口下1.50m 鑽探時間：99.03.04
風機編號：31

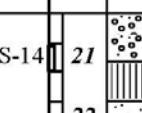
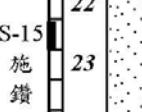
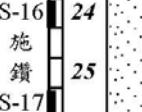
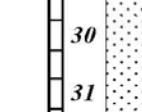
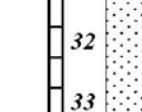
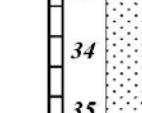
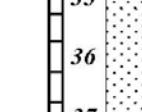
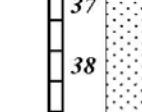
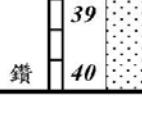
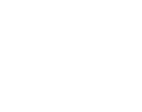
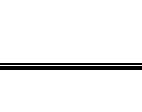
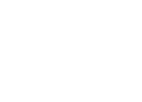
樣號 Sample No.	深度 Depth (m)	柱狀 圖 Log.	SPT N或 (RQD)	地質說明 Description	分類 Classification	顆粒分析			含水量 ω (%)	單位重 γ_t (t/m ³)	液性 限度 LL	塑性 限度 PL	塑性 指數 PI	孔隙 比 e	比重 Gs
						礫石 Gravel	砂 Sand	粘(粉)土 Silt or Clay							
S-1	1		4		SP	0.0	97.0	3.0	22.9	1.84	--	--	NP	0.76	2.64
S-2	2				SP-SM	0.0	88.3	11.7	11.2	1.74	--	--	NP	0.70	2.66
S-3	3		6	灰棕色細砂夾卵礫石層	SM	0.0	87.7	12.3	9.2	1.66	--	--	NP	0.75	2.66
S-4	4				ML	15.8	32.0	52.2	21.0	2.05	--	--	NP	0.58	2.68
S-5	5		9		CL	0.0	1.8	98.2	27.1	1.99	31.2	15.1	16.1	0.74	2.72
S-6	6		11		CL	1.5	11.6	86.9	26.4	1.94	28.3	14.7	13.6	0.76	2.70
S-7	7			灰色粉土質黏土夾細砂	GP-GM	75.2	18.6	6.2	8.8	2.59	--	--	NP	0.11	2.65
S-8	8				SM	0.0	78.0	22.0	21.2	1.98	--	--	NP	0.63	2.66
S-9	9		15		SM	0.0	68.3	31.7	21.9	2.00	--	--	NP	0.63	2.67
S-10	10				ML	0.0	45.2	54.8	24.3	1.93	--	--	NP	0.73	2.68
S-11	11				ML	0.0	44.9	55.1	23.9	1.92	--	--	NP	0.73	2.68
S-12	12		24		SM	0.0	68.0	32.0	28.7	1.91	--	--	NP	0.80	2.67
S-13	13				SM	0.0	60.8	39.2	22.4	1.96	--	--	NP	0.67	2.67
S-14	14														
S-15	15		26												
S-16	16														
S-17	17														
S-18	18		31												
S-19	19														
S-20	20														

鄭豫謹大地技師事務所

A-1

現場鑽探及一般物理試驗結果 BORING AND TEST DATA

工程名稱：後龍風場風力發電機基地地質鑽探分析工程 地面標高：+ 2.24m 孔號：BH-1 地下水位：孔口下1.50m 鑽探時間：99.03.04
風機編號：31

樣號 Sample No.	深度 Depth (m)	柱狀 圖 Log.	SPT N或 (RQD)	地質說明 Description	分類 Classifi- cation	顆粒分析			含水 量 ω (%)	單位 重 γ_t (t/m ³)	液性 限度 LL	塑性 限度 PL	塑性 指數 PI	孔隙 比 e	比重 Gs	
						礫石 Gravel	砂 Sand	粘(粉)土 Silt or Clay								
S-14 施 鑽	21		38	灰色卵礫石夾細砂 <u>20.80</u> 灰色粉土質黏土 <u>21.50</u>	SM				NO	20.2	2.08	--	--	NP	0.54	2.66
S-15 施 鑽	22		52		SM	0.0	78.8	21.2	NO	23.1	1.90	--	--	NP	0.72	2.66
S-16 施 鑽	23															
S-17 施 鑽	24		61	灰棕色粉土質細砂 夾薄層黏土	SM	0.0	86.1	13.9								
S-17 施 鑽	25															
S-17 施 鑽	26		52		SM	0.0	85.9	14.1								
S-0 施 鑽	27		19+100/11cm													
S-0 施 鑽	28		100/13cm													
S-0 施	29		(100)													
S-0 施	30		(100)													
S-0 施	31		(100)													
S-0 施	32		(100)													
S-0 施	33		(100)	灰色砂岩或粉砂岩 夾泥質砂岩												
S-0 施	34		(100)													
S-0 施	35		(100)													
S-0 施	36		(100)													
S-0 施	37		(100)													
S-0 施	38		(100)													
S-0 施	39		(100)													
S-0 施	40		(100)													
鑽																

鄭豫謹大地技師事務所

A-2

現場鑽探及一般物理試驗結果 BORING AND TEST DATA

工程名稱：後龍風場風力發電機基地地質鑽探分析工程 地面標高：+2.24m 孔號：BH-1 地下水位：至下1.50m 鑽探時間：99.03.04
風機編號：31

樣 號 Sample No.	深 度 Depth (m)	柱狀 圖 Log.	SPT N或 (RQD)	地質說明 Description 向上	分類 Classifi- cation	顆粒分析			含水 量 ω (%)	單位 重 γ_t (t/m ³)	液性 限度 LL	塑性 限度 PL	塑性 指數 PI	孔隙 比 e	比重 Gs
						礫石 Gravel	砂 Sand	粘(粉)土 Silt or Clay							
S-0		100/9cm		40.09					NO		SAMPLE				
	41			鑽探終止											
	42														
	43														
	44														
	45														
	46														
	47														
	48														
	49														
	50														
	51														
	52														
	53														
	54														
	55														
	56														
	57														
	58														
	59														
	60														

鄭豫謹大地技師事務所

A-3

現場鑽探及一般物理試驗結果 BORING AND TEST DATA

工程名稱：後龍風場風力發電機基地地質鑽探分析工程 地面標高：+ 2.19m 孔號：BH - 2 地下水位：至口下1.20m 鑽探時間：99.03.11
風機編號：31

樣號 Sample No.	深度 Depth (m)	柱狀 圖 Log.	SPT N或 (RQD)	地質說明 Description	分類 Classifi- cation	顆粒分析		含水 量 ω (%)	單位 重 γ_t (t/m ³)	液性 限度 LL	塑性 限度 PL	塑性 指數 PI	孔隙 比 e	比重 Gs	
						礫石 Gravel	砂 Sand								
S-0 1			100/13cm					NO			SAMPLE				
S-0 2								NO			SAMPLE				
S-0 3			20+80/9cm	灰棕色細砂夾卵礫石層				NO			SAMPLE				
S-0 4								NO			SAMPLE				
S-0 5								NO			SAMPLE				
S-0 6			22	5.80				NO			SAMPLE				
T-1 7				灰色粉土質黏土夾細砂	CL	0.0	17.6	82.4	32.2	1.90	33.7	16.8	16.9	0.88	2.70
S-5 8			20	7.90	ML	1.3	37.3	61.4	26.2	2.00	--	--	NP	0.70	2.69
S-0 9			100/11cm	灰色卵礫石夾細砂				NO			SAMPLE				
S-0 10				9.40				NO			SAMPLE				
S-7 11			17		SM	0.0	80.9	19.1	23.1	2.02	--	--	NP	0.62	2.66
S-8 12			24		SM	0.0	81.4	18.6	22.5	1.98	--	--	NP	0.65	2.66
T-2 13					SM	0.0	76.6	23.4	19.3	2.00	--	--	NP	0.59	2.66
S-9 14			26	灰色粉土質細砂	SP-SM	0.0	89.6	10.4	24.9	1.92	--	--	NP	0.73	2.66
S-10 15			28		SP-SM	0.0	89.8	10.2	25.0	1.97	--	--	NP	0.69	2.66
S-11 16					SP-SM	0.0	91.9	8.1	24.5	1.91	--	--	NP	0.73	2.65
S-11 17			31					NO			SAMPLE				
S-0 18			31+69/8m	17.70				NO			SAMPLE				
S-0 19				灰色卵礫石夾細砂				NO			SAMPLE				
S-0 20			34					NO			SAMPLE				

鄭豫謹大地技師事務所

A-4

現場鑽探及一般物理試驗結果 BORING AND TEST DATA

工程名稱：後龍風場風力發電機基地地質鑽探分析工程 地面標高：+2.19m 孔號：BH-2 地下水位：孔口下1.20m 鑽探時間：99.03.11
風機編號：31

樣號 Sample No.	深度 Depth (m)	柱狀 圖 Log.	SPT N或 (RQD)	地質說明 Description	分類 Classifi- cation	顆粒分析		含水 量 ω (%)	單位 重 γ_t (t/m ³)	液性 限度 LL	塑性 限度 PL	塑性 指數 PI	孔隙 比 e	比重 Gs	
						礫石 Gravel	砂 Sand								
S-14	21		17	同上 20.20 灰色粉土質黏土 21.10	CL	14.2	21.3	64.5	18.1	2.06	19.8	12.2	7.6	0.55	2.70
S-15	22				CL	0.0	21.5	78.5	17.3	2.18	22.7	13.1	9.6	0.45	2.70
S-16	23			灰棕色粉土質細砂 夾薄層黏土	SM	0.0	78.2	21.8	21.7	2.07	--	--	NP	0.56	2.66
S-17	24				CL	0.0	22.9	77.1	22.2	2.07	27.6	15.5	12.1	0.59	2.70
S-17	25														
S-17	26			26.10											
S-0	27	32+68/9cm 100/11cm		灰色卵礫石夾細砂 27.20	NO										
S-0 施	28	(100)			NO										
S-0	29	(100)		灰色砂岩或粉砂岩 夾泥質砂岩	SAMPLE										
S-0	30	(100)			SAMPLE										
S-0	31	100/13cm		30.13 鑽探終止	NO										
	32														
	33														
	34														
	35														
	36														
	37														
	38														
	39														
	40														

鄭豫謹大地技師事務所

A-5

附件六 生態補充調查報告

101 年 6 月後龍鎮水尾堤防外陸、水域動植物（第 A01 號風機）

「苗栗縣後龍鎮設置風力發電場興建計畫
補充調查報告」

生態調查報告書



民享環境生態調查有限公司

中華民國 101 年 7 月

一、生態調查概述及環境背景

(一) 開發預定地地理位置

本案開發設立 1 座風機，編號為 A01，預定地位於苗栗縣後龍鎮後龍溪出海口。

(二) 當地氣候

影響植群生長最主要的氣候因子為氣溫與雨量（降水），平均溫度每度相對需要 2 公厘的雨量才能有效維持植物之正常生長。依據最接近的中央氣象局梧棲氣象站資料（表一），本區位於台灣中部偏北地區，當地年均溫 23°C，年雨量 1347.7 公厘，雨季集中於春季梅雨及夏季颱風，屬於炎熱乾燥型氣候，年降雨日約 89.8 天，全年各月雨量不多，5 月至 8 月為雨量之高峰期，10 月至 12 月為相對旱季。本區最冷月為 1 月份，其均溫為 16°C。全年各月分平均溫度均高於植物生長限制溫度 5°C，全年並無限制植物生長之季節，適合植物生長。

(三) 生態調查依據

陸域生態調查範圍、方法內容及報告之撰寫係依據行政院環境保護署公告之「動物生態評估技術規範」（2011/7/12 環署綜字第 1000058655C 號）與「植物生態評估技術規範」（2002/3/28 環署綜字第 0910020491 號公告）進行。

(四) 環境敏感區位及等級

依據行政院環境保護署公告之「動物生態評估技術規範」，本區鄰近海岸地區，故環境敏感等級屬於第二級區域。

(五) 調查範圍及測站

本案開發新增設 1 座風機，編號為 A01，位於後龍溪出海口。陸域調查範圍為風機中心點外推 1000 公尺，水域調查則針對後龍溪出海口共設立 3 處測站進行調查。上述範圍及測站位置如圖二所示，環說階段與環差階段兩次（100/7、101/6）生態調查範圍的比較則如圖一。

(六) 調查項目、日期及頻度

陸域生態針對維管束植物、哺乳類（含蝙蝠）、鳥類、兩棲類、爬蟲類及蝴蝶類進行調查。水域生態調查則針對魚類、蝦蟹螺貝類、水生昆蟲、蜻蛉目成蟲、浮游植物及附著性藻類進行調查。除了植物外，其餘陸域動物及佈設陷阱調查均持續至少 4 天 3 夜或進行三次重複取樣。已於 101 年 6 月 18~21 日完成一次調查。

二、生態調查方法

(一) 陸域植物

1. 調查方式

於選定調查範圍內沿可及路徑進行維管束植物種類調查，包含原生、歸化及栽植之種類。如發現稀有植物，或在生態上、商業上、歷史上（如老樹）、美學上、科學與教育上具特殊價值的物種時，則標示其分布位置，並說明其重要性。植被及自然度調查則配合航照圖進行判釋，依據土地利用現況及植物社會組成分布，區分為 0~5 級。

自然度 5a—天然林地：包括未經破壞之樹林，以及曾受破壞，然已演替成天然狀態之森林；即植物景觀、植物社會之組成與結構均頗穩定，如不受干擾其組成及結構在未來改變不大。

自然度 5b—次生林地：皆為曾遭人為干擾後漸漸恢復之植被。先前或為造林地、草生灌叢、荒廢果園，現存主要植被以干擾後自然演替之次生林為主，林相已漸回復至低地榕楠林之結構。

自然度 4—原始草生地：在當地大氣條件下，應可發育為森林，但受立地因子如土壤、水分、養分及重複干擾等因子之限制，使其演替終止於草生地階段，長期維持草生地之形相。

自然度 3—造林地：包含伐木跡地之造林地、草生地及火災跡地之造林地，以及竹林地。其植被雖為人工種植，但其收穫期長，恒定性較高，不似農耕地經常翻耕、改變作物種類。

自然度 2—農耕地：植被為人工種植之農作物，包括果樹、稻田、雜糧、特用作物等，以及暫時廢耕之草生地等，其地被可能隨時更換。

自然度 1—裸露地：由於天然因素造成之無植被區，如河川水域、礁岩、天然崩塌所造成之裸地等。

自然度 0—由於人類活動所造成之無植被區，如都市、房舍、道路、機場等。

2. 鑑定及名錄製作

植物名稱及名錄主要依據「Flora of Taiwan」(Huang et al., 1993-2003)。將發現之植物種類一一列出，依據科屬種之學名字母順序排序，附上中名，並註明生態資源特性(徐國士, 1987, 1980；許建昌, 1971, 1975；劉棠瑞, 1960；劉瓊蓮, 1993)。稀有植物之認定則依據文化資產保存法(中華民國 94 年 2 月 5 日華總一義字第 09400017801 號)中所認定珍貴稀有植物，以及行政院環境保護署公告之「植物生態評估技術規範」(91.3.28 環署綜字第 0910020491 號公告)所附「臺灣地區稀有植物名錄」。

3. 樣區設置

由於本區植被自然度均為 3 以下，因此僅以文字敘述主要優勢種組成，而不進行植物樣區調查分析。

(二) 陸域動物

1. 哺乳類

(1) 痕跡調查法：A.調查路徑：沿調查範圍內可及路徑行進，調查人員手持 GPS 定位所經航跡。B.記錄方法：尋覓哺乳類之活動痕跡，包括足跡、排遺、食痕、掘痕、窩穴、殘骸等跡相，據此判斷種類並估計其相對數量。於夜間則以強力探照燈搜尋夜行性動物之蹤跡，並輔以鳴叫聲進行記錄。C.調查時段：日間時段約上午 7~9 時，夜間時段約 7~9 時。

(2) 陷阱調查法：於調查範圍內共設置 10 個台灣製松鼠籠陷阱及 20 個薛曼氏鼠籠(Sherman's trap)進行連續三個捕捉夜。

(3) 訪查法：訪問調查地點附近居民有關當地野生哺乳動物之狀況，包括種類、出現地點及動物習性等資料以作為參考。

(4) 蝙蝠調查法：針對空中活動的蝙蝠類，調查人員於傍晚約 pm5:00 開始至入夜，於風機設置預定地附近觀察是否有蝙蝠飛行活動，若發現飛翔的蝙蝠，則藉由體型大小、飛行方式，再配合蝙蝠偵測器(Anabat SD1 system)偵測到頻率範圍辨識種類及判斷數量。

(5) 名錄製作及物種屬性判別：所記錄之哺乳類依據 A.邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(2008)，B.林良恭所著「台灣的蝙蝠」(2004)，C.祁偉廉所著「台灣哺乳動物」(2008)以及 D.行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4

日農林務字第 0981700180 號公告之「保育類野生動物名錄」，進行名錄製作以及判別其稀有程度、特有種及保育等級等。

2. 鳥類

(1) 調查方法：採用圓圈法搭配穿越線法，調查人員分別於風機預定地外推 1000 公尺內選擇四處鳥點進行調查。在穿越線調查法方面，調查人員沿調查範圍內可及路徑行進，所經航跡如圖二所示。每次調查共進行三次重複，而為避免重複計數所造成之誤差，數量呈現取三次重複中最大數量。

(2) 調查時段：白天時段於日出後三小時內完成；夜間時段則於七點至九點完成。

(3) 記錄方法：調查人員手持 GPS 定位，並在一地點停留 6 分鐘，記錄半徑 100 公尺內目視及聽到的鳥種、數量、相距距離等資料；若鳥種出現在 100 公尺之外僅記錄種類與數量。穿越線調查方面，調查人員另於穿越線兩旁 50 公尺內記錄鳥類種類，而不記錄鳥類數量。主要以目視並使用 10x25 雙筒望遠鏡輔助觀察，並輔以鳥類之鳴唱聲進行種類辨識。以鳴聲判斷資料時，若所有的鳴叫均來自相同方向且持續鳴叫，則記為同一隻鳥。夜間觀察時以大型探照燈輔以鳥類鳴聲進行觀察記錄。

(4) 輔助訪查：對當地居民或工人等進行訪查，了解是否有中大型鳥類活動，以作為參考資料。

(5) 名錄製作及物種屬性判別：所記錄之鳥種依據 A. 中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會審定之「台灣鳥類名錄」(2011)、B. 王嘉雄等所著「台灣野鳥圖鑑」(1991)、C. 邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(2008)，以及 D. 行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告之「保育類野生動物名錄」，進行名錄製作以及判別其稀有程度、居留性質、特有種、水鳥別及保育等級等。

3. 兩棲爬蟲類

(1) 調查方法：採隨機漫步 (Randomized Walk Design) 之目視遇測法 (Visual Encounter Method)，並以徒手翻覆蓋物為輔，每次調查共進行三次重複，而為避免重複計數所造成之誤差，數量呈現取三次重複中最大數量。

(2) 調查時段：日間時段約上午 8~10 時，夜間時段約 7~9 時。

(3) 調查路徑及行進速率：沿調查範圍內可及路徑行進，行進速率約為時速 1.5~2.5 公里。

(4) 記錄方法：A. 日間調查：許多爬蟲類都有日間至樹林邊緣或路旁較空曠處曬太陽，藉此調節體溫之習性，因此採目視遇測法為主，徒手翻掩蓋物為輔；兩棲類除上述方法，另著重於永久性或暫時性水域，直接檢視水中是否有蛙卵、蝌蚪，並翻找底質較濕之覆蓋物，看有無已變態之個體藏匿其下，倘若遇馬路上有壓死之兩爬類動物，亦將之檢拾、鑑定種類及記錄，並視情形以 70% 酒精或 10% 福甲醛製成存證標本。B. 夜間調查：同樣採目視遇測法為主，徒手翻掩蓋物為輔，以手電筒照射之方式記錄所見之兩爬類動物。若聽聞叫聲 (如蛙類及部分守宮科蜥蜴) 亦記錄之。

(5) 名錄製作及物種屬性判別：所記錄之種類依據 A. 邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(2008)，B. 呂光洋等所著「台灣兩棲爬行動物圖鑑 (第二版)」(2002)，C. 楊懿如所著「賞蛙圖鑑-台灣蛙類野外觀察指南 (第二版)」(2002) 以及 D. 行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告之「保育類野生動物名錄」，進行名錄製作以及判別其稀有程度、特有種及保育等級等。另為避免重複計數所造成之誤差，名錄呈現以每物種每次調查之最大數量呈現。

4. 蝴蝶類

- (1) 調查方法：採用沿線調查法，每次調查共進行三次重複，而為避免重複計數所造成之誤差，數量呈現取三次重複中最大數量。
- (2) 調查時段：於上午 8~10 時完成。
- (3) 調查路徑及行進速率：沿調查範圍內可及路徑行進，調查人員手持 GPS 定位所經航跡。行進速率約為時速 1.5~2.5 公里。
- (4) 記錄方法：主要以目視、捕蟲網捕捉並使用 10x25 雙筒望遠鏡輔助觀察，進行種類辨識。
- (5) 名錄製作及物種屬性判別：所記錄之種類依據 A.邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II.物種名錄」(2008)，B.徐靖峰所著之「台灣蝶圖鑑第一卷、第二卷、第三卷」(2000, 2002, 2006)，C.濱野榮次所著「台灣蝶類生態大圖鑑」(1987)，以及 D.行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告之「保育類野生動物名錄」，進行名錄製作以及判別其稀有程度、特有種及保育等級等。

(三) 水域生態

1. 魚類

- (1) 採集方法：魚類之採集方式視選定測站實際棲地狀況而定，適合本區環境的魚類調查方法如下。
- A.手拋網採集法：適用於水量較小，底質為沙質且流速較緩的水域。各測站以 10 網為努力量，手拋網規格為 5 分 12 呎。
- B.蝦籠誘捕：於籠內放置餌料（狗飼料）以吸引魚類進入，於各測站分別設置 5 個籠具，並放置 3 夜。蝦籠規格直徑為 10 公分，長度 29 公分。
- C.定置流刺網：用於捕捉在水中層活動性較強之魚種，設置方法為於低潮期將網具直放在靜、緩水層中，與水流垂直或平行，於漲退潮後隔日再行收集捕獲魚類。規格為 50x1.5m，網徑一吋。
- (2) 保存：所有捕獲魚類除計數外，均以數位相機拍照背、腹側面特徵後當場釋放。
- (3) 名錄製作及物種屬性判別：所記錄之種類依據 A.邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II.物種名錄」(2008)，B.中央研究院之台灣魚類資料庫 (<http://fishdb.sinica.edu.tw/>)，以及 C.行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告之「保育類野生動物名錄」，進行名錄製作以及判別其稀有程度、特有種及保育等級等。

2. 蝦蟹螺貝類

- (1) 採集方法：蝦蟹螺貝採集方法可分為 2 種，分別為徒手採集法以及蝦籠誘捕法，其方法及努力量分別敘述如下。
- A.徒手採集法：主要用於螺貝類以及環節動物的採集，以 1 平方公尺為採集面積。另外如發現大量絲蚯蚓則以 1 平方公分為採集面積。
- B.蝦籠誘捕法：於籠內放置餌料（狗飼料）以吸引蝦、蟹類進入，於各測站分別設置 5 個籠具，並放置 3 夜。蝦籠規格包括直徑為 10 公分，長度 29 公分。
- (2) 保存：可以鑑定種類當場記錄後釋放，無法鑑定物種則以數位相機拍照分類特徵同樣當場釋放，未能鑑定則以 5% 之甲醛固定，攜回實驗室以顯微鏡觀察鑑定其種類及計數。
- (3) 名錄製作及鑑定：所記錄之種類依據中央研究院生物多樣性研究中心之台灣貝類資料庫 (<http://shell.sinica.edu.tw/>) 及邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II.物種名錄」(2008) 進行名錄製作。

3. 蜻蛉目成蟲

(1) 調查方法：採用定點調查法，每次調查共進行三次重複，而為避免重複計數所造成之誤差，數量呈現取三次重複中最大數量。

(2) 調查路徑及行進速率：沿調查範圍內可及路徑行進，調查人員手持 GPS 定位所經航跡。行進速率約為時速 1.5~2.5 公里。

(3) 記錄方法：主要以目視、捕蟲網捕捉並使用 10x25 雙筒望遠鏡輔助觀察，進行種類辨識。

(4) 名錄製作及物種屬性判別：所記錄之種類依據 A.邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II.物種名錄」(2008)，B.汪良仲所著之「台灣的蜻蛉」(2000) 以及 C.行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告之「保育類野生動物名錄」，進行名錄製作以及判別其稀有程度、特有種及保育等級等。

4. 水生昆蟲

水域環境可分為流動式水域以及靜止水域（如：湖泊、池塘、草澤、溼地），採樣方法需依照環境特性選擇適當方法。本案水域測站為流動式水域，因此主要依據 2011 年環署檢字第 1000109874 號公告修正 NIEA E801.31C「河川底棲水生昆蟲採樣方法」進行採集，其採集方法及保存，分別敘述如下。

(1) 採集方法：於溪流湍急環境採樣時在沿岸水深 50 公分內，以蘇伯氏採集網，採集 4 網，此網之大小為長寬高各 50 公分，網框以不鏽鋼片製成，網袋近框處以帆布製成，網袋部分為 24 目 (mesh，每公分 9 條網線，網孔大小為 0.595mm) 之尼龍網製成。水棲昆蟲採樣先在下游處置放一濾網，再將石頭取至岸邊，以防部分水棲昆蟲隨水流流走。較大型的水棲昆蟲以鑷子夾取，而較小型的水棲昆蟲則以毛筆沾水將其取出。

(2) 保存：採獲之水棲昆蟲先以 5% 甲醛固定，記錄採集地點與日期後，帶回實驗室鑑定分類。標本瓶上記錄採樣時間、地點及採集者名字。樣品在 10 日內完成鑑定及計數。

(3) 名錄製作及鑑定：水生昆蟲名錄製作依據邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II.物種名錄」(2008)。分類主要參考津田 (1962)、川合 (1985)、松木 (1978)、康 (1993)、農試所 (1996)、徐 (1997) 等研究報告。

5. 浮游植物

浮游植物採樣方法、保存以及分析方法，主要依據 2003 年 (92) 環署檢字第 0920067727A 號公告「水中浮游植物採樣方法—採水法」(NIEA E505.50C) 進行，其詳細作法分別敘述如下。

(1) 採樣方法及保存：於每測站以 1 公升採水瓶採取表層水樣，裝滿 1 公升水後加入 10 毫升 Lugol's Solution (Sournia, 1978) 予以固定，裝入冰桶低溫保存。

(2) 分析方法：鑑定分析前，均勻搖晃水樣，用量筒取 10 毫升水樣，利用抽氣幫浦以及硝酸纖維濾膜 (孔徑 0.45 μm，直徑 2 mm) 過濾水樣，之後將濾膜置於無塵處，令其乾燥。將乾燥後的濾膜剪半，置於玻片中央，並滴 2 滴香柏油 (或其它可使濾膜透明化之油滴)，蓋上蓋玻片鏡檢計數，再推算每 1 公升藻類數。

(3) 名錄製作及鑑定：所記錄之種類依據邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II.物種名錄」(2008) 進行名錄製作。分類主要參考山岸 (1998)、水野 (1980) 等圖鑑書籍。

6. 附著性藻類

(1) 採樣方法及保存：於各測站設立 2 個 10cmx10cm 網格，使用牙刷小心將網格內的附著性藻類刷下於含有 3 毫升 Lugol's Solution (Sournia, 1978) 的蒸餾水 (200 毫升) 中予以固定，裝入冰桶低溫保存。

(2) 分析方法：鑑定分析前，均勻搖晃水樣，用量筒取 1 毫升水樣，利用抽氣幫浦以及硝酸纖維濾膜 (孔徑 0.45 μm，直徑 2 mm) 過濾水樣，之後將濾膜置於無塵處，令其乾燥。將乾燥後的濾膜置於玻片中央，並滴 2 滴香柏油 (或其它可使濾膜透明化之油滴)，蓋上蓋玻片鏡檢計數，再推算每 100 平方公分藻類數。

(3) 名錄製作及鑑定：所記錄之種類依據邵廣昭等主編的「2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(2008) 進行名錄製作。分類主要參考山岸 (1998)、水野 (1980) 等圖鑑書籍。

三、數據分析方法

(一) 陸域植物

由於本區自然度低於 3，因此未進行樣區分析，僅於每季調查之植物名錄資料輸入電腦，使用 Microsoft Excel 進行物種組成及歸隸特性統計。

(二) 陸域動物

將現場調查所得資料整理與建檔，再將所有資料繪製成圖表，並適時提供相關優勢物種及稀有物種之圖片，以增進閱讀報告之易讀性，並依據其存在範圍、出現種類及頻率，嘗試選擇其指標生物，以供分析比較；相關之數據運算，平均值均採用算術平均值。多樣性指數分析則採用 Shannon-Wiener's diversity index (H')，均勻度指數則採用 Shannon-Wiener's evenness index (E) 如下。

1. Shannon-Wiener's diversity index (H')

$$H' = - \sum (P_i \times \ln P_i)$$

$$P_i = \frac{N_i}{N}$$

N_i ：為 i 種生物之個體數

N ：為所有種類之個體數

H' 指數可綜合反映一群聚內生物種類之豐富程度及個體數在種間分配是否均勻。此指數越大時表示此地群落之物種越豐富，即各物種個體數越多越均勻，代表此群落歧異度較大，若此地群落只由一物種組成則 H' 值為 0。通常成熟穩定之生態系擁有較高的歧異度，且高歧異度對生態系的平衡有利，因此藉由歧異度指數的分析，可以得知調查區域是否為穩定成熟之生態系。

2. Shannon-Wiener's evenness index (E)

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

S ：為所出現的物種總數

E 指數數值範圍為 0~1 之間，表示的是一個群落中全部物種個體數目的分配狀況，即為各物種個體數目分配的均勻程度。當此指數愈接近 1 時，表示此調查環境的各物種其個體數越平均，優勢種越不明顯。

四、調查結果

(一) 植物

1.植物種類及統計

環差階段（101/6）共發現植物 58 科 146 屬 168 種，植物歸屬屬性統計請見表二，植物名錄詳見表三。以形態區分包括 20 種喬木，30 種灌木，28 藤木，90 種草本，以草本植物佔絕大部分（53.6%）；以屬性區分包含 3 種特有種，105 種原生種，41 種歸化種，19 種栽培種，以原生物種最多（62.5%）。

2.稀特有植物

環差階段（101/6）調查中均未發現稀有種植物；至於特有物種部份則發現有 3 種特有種，包含臺灣澤蘭、臺灣百合及桂竹，其三者於為低海拔地區普遍常見的物種。

3.植被概況

調查範圍內土地以草生灌叢、農耕地、裸地、海洋及河川、魚塭及水池及人工建物等六種植被類型為主，以下針對各種植被類型簡述如下。

(1) 草生灌叢（自然度 2）

零星分布於調查範圍內，主要為初期人工造林之植被，其上以大花咸豐草、大黍、鼠尾粟、白茅及蒺藜草等為主要組成，並種植以木麻黃為主之苗木，其他則包含有野桐、血桐、構樹及烏臼等幼苗逐漸進駐生長。

(2) 農耕地（自然度 2）

其上以種植季節性作物為主，包括稻、玉蜀黍、南瓜、香蕉及桂竹等，而其周圍有防止海風所種植之木麻黃、朱槿及桂竹等物種，另外於調查範圍內亦可見休耕之農地，其上多以自然進駐生長物種為主，包含大花咸豐草、倒地鈴、葎草、酢醬草、孟仁草、倒刺狗尾草、龍爪茅及狗牙根等物種。

(3) 裸地（自然度 1）

主要分布於調查範圍之南側，為河口泥沙堆積之灘地，其上僅有少數物種生長，包含裂葉月見草、鼠尾粟、大花咸豐草及加拿大蓬等。

(4) 海洋及河川（自然度 1）

主要為調查範圍以南的後龍溪及調查範圍以西的臺灣海峽為主，因其多為水域環境，其上幾乎無植物生長。

(5) 魚塭及水池（自然度 1）

本植被類型較集中分布於預定設立風機之東北側，水體上幾無物種生長，僅於魚塭周圍有人為種植的木麻黃及朱槿等物種，其他則包含有孟仁草、大花咸豐草、鼠麴草、節節花、藿香薊、紫花藿香薊及茵陳蒿等自然進駐生長之物種。

(6) 人工建物（自然度 0）

包含了房舍、道路、人工堤岸及墓地等，為全調查範圍內自然度最低之區域。本區幾無植物覆蓋，多以人為栽植之物種為主，常見者包括馬拉巴栗、海桐、木麻黃、黃槿、相思樹及三角柱等。

4. 土地利用類型面積

調查範圍內總面積約為 314.12 公頃，利用 ArcGIS9.3 繪製土地利用類型圖層，計算各土地利用型態之面積，其中以海洋及河川的面積最大，約佔 74.50%，其次為農耕地（13.77%）、魚塭及水池（6.10%）及人工建物（3.35%），計算結果詳見表四。

（二）陸域動物

1. 種屬組成及數量

（1）哺乳類

環差階段（101/6）調查共記錄 3 目 3 科 7 種 16 隻次，除了長趾鼠耳蝠屬於不普遍物種，其餘皆為普遍常見物種。其中翼手目物種為蝙蝠偵測器所偵測到，其餘皆為實際捕捉紀錄，名錄及調查隻次詳見表五。

（2）鳥類

環差階段（101/6）鳥類調查共記錄到 20 科 33 種 332 隻次，顯示鳥類相主要由陸棲性鳥類組成。水鳥包括紅冠水雞、翠鳥、磯鶴、小白鷺、中白鷺、夜鷺、黃小鷺、黃頭鷺、小環頸鵠及東方環頸鵠等 10 種，多出現在海岸、水池與農耕地環境。留鳥除了黃頭扇尾鶯為不普遍物種，其餘均為台灣西部沿海平原普遍常見物種。名錄及調查隻次詳見表六。

（3）兩棲類

環差階段（101/6）調查共記錄到 4 科 4 種 35 隻次，皆為台灣西部平原至低海拔山區之普遍常見物種，名錄及調查隻次詳見表七。

（4）爬蟲類

環差階段（101/6）調查共記錄到 4 科 6 種 22 隻次，均屬普遍常見物種。名錄及調查隻次詳見表八。

（5）蝴蝶類

環差階段（101/6）調查共記錄到 5 科 7 亞科 15 種 60 隻次，所發現之蝶類均為台灣西部沿海平原常見物種。名錄及調查隻次詳見表九。

2. 特有物種

環差階段（101/6）共記錄 3 種台灣特有種動物（月鼠、小黃腹鼠、斯文豪氏攀蜥），以及 7 種台灣特有亞種動物（堀川氏棕蝠、大卷尾、小雨燕、黃頭扇尾鶯、褐頭鷦鷯、樹鵲、白頭翁）。

3. 保育類物種

環差階段（101/6）調查並未發現任何保育類。

4. 優勢種群

若以調查隻次多寡作為判斷依據，以環差階段（101/6）觀察、捕捉結果看來，哺乳類各物種數量相近，沒有特別優勢的物種。優勢鳥種為麻雀、紅鳩與小白鷺，三者佔調查總隻次的 34.94%。黑眶蟾蜍與澤蛙為兩棲類中較優勢的物種，兩者佔調查總隻次的 74.29%。爬蟲類各物種數量都在 10 隻以內且相差不大，並沒有特別優勢的物種。蝴蝶類以白粉蝶與藍灰蝶為優勢物種，兩者佔調查總隻次的 41.67%。

5.鳥類遷徙屬性

環差階段（101/6）調查所記錄的 33 種鳥類中，包含 1 種夏候鳥（家燕），4 種冬候鳥（磯鶲、中白鷺、小環頸鴿與東方環頸鴿）以及 4 種引進種（野鴿、白尾八哥與家八哥）。

6.多樣性與均勻度估算

由公式計算環差階段（101/6）哺乳類多樣性指數 $H'=1.84$ ，均勻度指數 $E=0.95$ ；鳥類多樣性指數 $H'=2.95$ ，均勻度指數 $E=0.88$ ；兩棲類多樣性指數 $H'=1.25$ ，均勻度指數 $E=0.90$ ；爬蟲類多樣性指數 $H'=1.61$ ，均勻度指數 $E=0.90$ ；蝴蝶類多樣性指數 $H'=2.30$ ，均勻度指數 $E=0.85$ 。顯示調查範圍內鳥類與蝴蝶類的多樣性為中等至中等偏高，而哺乳類、兩棲類與爬蟲類的多樣性為中等偏低。在均勻度方面，各類動物的個體數分配均等，沒有明顯的優勢種。

(三) 水域生態

1. 測站環境概況

(1) 測站 1

位於預定新增風機（A01）北方約 50 公尺處，為砂質沙灘，緊鄰腳踏車步道堤防，堤岸高約 3 公尺，在堤防與沙灘間滿布消波塊與巨石，水位受漲退潮影響有近 1 公尺潮差，水質清澈可直視底質。

(2) 測站 2

位於預定新增風機（A01）南方約 100 公尺處，為後龍溪出海口，僅沙洲與風機預定地旁一矮小堤防，水位受漲退潮影響有近 1 公尺潮差，水質因出海口淡鹹水交會而呈現稍微混濁。

(3) 測站 3

位於後龍溪出海口往上游約 200 公尺處一間小土地公廟旁，四周有高灘地與消波塊，高灘地有數量頗多的招潮蟹與彈塗魚活動，消波塊在退潮時會形成潮池，許多潮間帶生物聚集在此生長，水位受漲退潮影響有近 1 公尺潮差，水質因出海口淡鹹水交會而呈現稍微混濁。

2. 魚類

(1) 物種組成

調查結果共發現魚類 9 科 9 種 145 隻次，均屬分布於台灣西部河口之普遍常見魚種，名錄及數量如表十所示。

(2) 多樣性及均勻度計算

代入公式計算各測站多樣性及均勻度指數，多樣性指數分別為 1.26、1.66 和 1.31。均勻度指數分別為 0.78、0.80 和 0.67。由以上結果顯示，多樣性指數以測站 2 最高，表示此測站群聚內生物種類之豐富程度最高且個體數在種間分配較為均勻，而均勻度指數測站 3 數值中等偏低，表示此測站物種個體數分配偏屬不均勻，有優勢種出現（如：鯔魚）。

3. 蝦蟹螺貝

(1) 物種組成

調查結果共發現蝦蟹螺貝類 10 科 15 種 339 隻次，發現之物種均屬分布於台灣西部溪流及河口之普遍常見物種，名錄及數量如表十一所示。

(2) 多樣性及均勻度計算

代入公式計算各測站多樣性及均勻度指數，多樣性指數分別為 1.03、1.67 和 1.51。均勻度指數分別為 0.58、0.72 和 0.78。由以上結果顯示，多樣性指數以測站 2 最高，表示此測站群聚內生物種類之豐富程度最高且個體數在種間分配較為均勻，而均勻度指數測站 1 數值中等偏低，表示此測站物種個體數分配偏屬不均勻，有優勢種出現（如：奇異海蟑螂）。

4. 蜻蛉目成蟲

三處測站因位於出海口，且周圍並無可供躲藏棲息植栽，故沒有記錄到蜻蛉目成蟲活動。

5. 水生昆蟲

三處測站因位於出海口，且屬於感潮帶，並受漲退潮影響水位變化大，故沒有記錄到任何水生昆蟲。

6. 浮游植物

(1) 物種組成

調查結果共發現浮游植物 3 門 16 種，其中藍菌門 1 種，裸藻門 3 種和矽藻門 12 種，種類及數量以矽藻門居多，以下就各測站調查結果分別敘述如下，名錄及數量詳見表十二。

測站 1，浮游植物總細胞數為 76,800 細胞數/公升，以褐藻門的小環藻最為優勢，每公升有 54,400 個細胞數，其次為矽藻門的舟形藻，每公升有 6,400 個細胞數。喜歡生長於污濁水域的藍菌門及裸藻門佔總細胞數非常稀少，依據藍菌門及裸藻門的比例判別，水質狀況應屬清淨狀態。

測站 2，浮游植物總細胞數為 92,800 細胞數/公升，以褐藻門的小環藻最為優勢，每公升有 60,800 個細胞數，其次為矽藻門的橋彎藻和褐藻門的直鏈藻，每公升有 6,400 個細胞數。喜歡生長於污濁水域的藍菌門及裸藻門沒有發現，水質狀況應屬清淨狀態。

測站 3，浮游植物總細胞數為 60,800 細胞數/公升，以褐藻門的小環藻最為優勢，每公升有 35,200 個細胞數，其次為褐藻門的直鏈藻，每公升有 6,400 個細胞數。喜歡生長於污濁水域的藍菌門及裸藻門沒有發現，水質狀況應屬清淨狀態。

(2) 多樣性及均勻度計算

a. 多樣性指數 (diversity index) : Shannon-Wiener's diversity index (H')

計算各測站之多樣性指數，分別為 1.14、1.31 和 1.49，以測站 3 之數值最高，顯示該測站群聚內生物種類之豐富程度最高且個體數在種間分配較為均勻。

b. 均勻度指數 (Evenness index) : Shannon-Wiener's evenness index (E')

計算各測站之均勻度指數，分別為 0.55、0.55 和 0.68，三測站數值皆中等偏低，表示該測站物種間的數量分配較不均勻，有優勢種出現（小環藻）。

(3) 水質指標

藻類可做為判斷水質清淨或污染的指標，通常矽藻及綠藻喜歡生長於較清淨的水域中，而藍綠藻與裸藻類則比較喜歡生長在污濁的水域。依據左竹久男（1980）所編之水

質污濁調查指針一書，可根據綠藻、矽藻的種類分布狀況，將水的營養程度分為三級，分別為貧腐水性、中腐水性、強腐水性。如依據矽藻、綠藻種類及數量判別水質狀況，水質階級應為中腐水性。

7. 附著性藻類

調查結果共發現附著性藻類 3 門 8 種，其中綠藻門 1 種，矽藻門 5 種和褐藻門 2 種，種類及數量以矽藻門居多，名錄及數量詳見表十三。

另以藻屬指數 Genus index, (GI) 判別水質狀況，各測站調查計算結果為無義值、0.13 和 0.17，由以上結果顯示，測站 2、3 皆屬嚴重污染水質。但調查人員經現場目視情形判斷，此河域並未發現明顯污染源。其原因推測可能為採集到的附著性藻類種類數貧乏，且藻屬指數在應用上需於穩定的水域環境中方能反應出真實的水質狀況，因此計算結果未能 100% 表現出水體狀況。

參考資料

一、生物調查技術及鑑定類-陸域植物

- 王慷林。2004。觀賞竹類。中國建築工業出版社。
- 呂勝由、施炳霖、陳志雄。1998。台灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑（III）。行政院農委會印行。
- 呂勝由、施炳霖、陳志雄。1998。台灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑（IV）。行政院農委會印行。
- 呂勝由、郭城孟等編。1996。台灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑（I）。行政院農委會印行。
- 呂勝由、郭城孟等編。1997。台灣稀有及瀕危植物之分級彩色圖鑑（II）。行政院農委會印行。
- 呂福原、歐辰雄、呂金誠，1999。台灣樹木解說（一）（二）（三）。行政院農業委員會。
- 徐國士。1980。台灣稀有及有絕滅危機之植物。臺灣省政府教育廳。
- 徐國士。1988。臺灣野生草本植物。臺灣省政府教育廳。
- 徐國士等。1987。台灣稀有植物群落生態調查。行政院農業委員會。
- 張永仁。2002。野花圖鑑。遠流出版社。
- 張碧員等。2000。台灣野花365天。大樹出版社。
- 許建昌。1971。臺灣常見植物圖鑑，I-庭園路旁耕地的花草。臺灣省教育會。
- 許建昌。1975。臺灣常見植物圖鑑，VII-臺灣的禾草。臺灣省教育會。
- 郭城孟。1997。台灣維管束植物簡誌（第1卷）。行政院農業委員會。
- 郭城孟。2001。蕨類圖鑑。遠流台灣館。
- 陳玉峰。2007。台灣植被誌 第九卷，物種生態誌。前衛出版社。
- 陳玉峰。2007。台灣植被誌 第六卷，闊葉林（二）（上、下）。前衛出版社。
- 陳俊雄、高瑞卿。2008。台灣行道樹圖鑑。貓頭鷹。
- 楊遠波、劉和義、呂勝由。1999。台灣維管束植物簡誌（第2卷）。行政院農業委員會。
- 楊遠波、劉和義、林讚標。2001。台灣維管束植物簡誌（第5卷）。行政院農業委員會。
- 楊遠波、劉和義、彭鏡毅、施炳霖、呂勝由。2000。台灣維管束植物簡誌（第4卷）。行政院農業委員會。
- 楊遠波、劉和義。2002。台灣維管束植物簡誌（第6卷）。行政院農業委員會。
- 劉和義、楊遠波、呂勝由、施炳霖。2000。台灣維管束植物簡誌（第3卷）。行政院農業委員會。
- 劉棠瑞。1960。臺灣木本植物圖誌。國立臺灣大學農學院。
- 劉瓊蓮。1993。臺灣稀有植物圖鑑（I）。臺灣省林務局。
- 羅宗仁、鍾詩文。2007。台灣種樹大圖鑑（上）（下）。天下文化。
- Heinrich W. 1985. Vegetation of the Earth, and Ecological Systems of the Geobiosphere. Springer-Verlag.
- Huang, T. C. et al. (eds). 1993-2003. Flora of Taiwan, Vol. 1-6.

二、生物調查技術及鑑定類-陸域動物

- 方偉宏。2008。台灣受脅鳥種圖鑑。貓頭鷹出版社。
- 方偉宏。2008。台灣鳥類全圖鑑。貓頭鷹出版社。
- 王嘉雄、吳森雄、黃光瀛、楊秀英、蔡仲晃、蔡牧起、蕭慶亮。1991。台灣野鳥圖鑑。亞舍圖書有限公司。
- 台灣省特有生物研究保育中心。1998。兩棲類及爬蟲類調查方法研習手冊。
- 呂光洋、杜銘章、向高世。2002。台灣兩棲爬行動物圖鑑（第二版）。中華民國自然保育協會。
- 呂光洋、陳添喜、高善、孫承矩、朱哲民、蔡添順、何一先、鄭振寬。1996。台灣野生動物資源調查---兩棲類動物調查手冊。行政院農委會。

呂光洋。1990。台灣區野生動物資料庫：兩棲類（II）。行政院農業委員會。台北。157頁。
林良恭、趙榮台、陳一銘、葉雲吟。1998。自然資源保護區域資源調查監測手冊。行政院農委會。

林良恭。2004。台灣的蝙蝠。國立自然科學博物館。

祁偉廉。2008。台灣哺乳動物（最新修訂版）。天下文化出版社。

邵廣昭、彭鏡毅、吳文哲主編。2008。2008台灣物種多樣性II.物種名錄。行政院農業委員會林務局。

徐堉峰。2000。台灣蝶圖鑑第一卷。鳳凰谷鳥園。

徐堉峰。2002。台灣蝶圖鑑第二卷。鳳凰谷鳥園。

徐堉峰。2006。台灣蝶圖鑑第三卷。鳳凰谷鳥園。

張永仁。2007。蝴蝶100：台灣常見100種蝴蝶野外觀察及生活史全紀錄（增訂新版）。遠流出版社。

楊平世。1996。台灣野生動物資源調查之昆蟲資源調查手冊。行政院農業委員會。

楊懿如。2002。賞蛙圖鑑-台灣蛙類野外觀察指南（第二版）。中華民國自然與生態攝影學會。

潘致遠、丁宗蘇、阮錦松、林瑞興、蔡乙榮、歐陽建華、羅柳墀。2011。台灣鳥類名錄。中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會。

濱野榮次。1987。台灣蝶類大圖鑑。牛頓出版社。

三、法規及其他類

行政院農業委員會。2009。保育類野生動物名錄。農林務字第0981700180號公告。

行政院環境保護署。2002。植物生態評估技術規範。2002/3/28環署綜字第0910020491號公告。

行政院環境保護署。2011。動物生態評估技術規範。2011/7/12環署綜字第1000058655C號公告。

陳正祥。1957。氣候之分類與分區。國立臺灣大學農學院實驗林印行。

黃增泉、吳俊宗、謝長富。1999。環境影響評估及環境影響說明書有關陸域植物生態之調查及撰寫規範---臺灣地區稀特有植物名錄。國立台灣大學植物學系，共68頁。

鄭先祐。1993。生態環境影響評估學。財團法人徐氏基金會。

Ludwing, J. A. and J. F. Reynolds. 1988. Statistical ecology. A primer on methods and computing. John Wiley & Sons. 338pp.

Magurran, A. E. 1988. Ecological diversity and its measurement. Croom Helm Ltd, London, UK.

Krebs, C. J. 1994. Ecology: the experimental analysis of distribution and abundance. 4th ed. HarperCollins College Publishers, New York.

四、參考網站資料庫

中央研究院之台灣魚類資料庫 (<http://fishdb.sinica.edu.tw/>)

中央研究院生物多樣性研究中心之台灣貝類資料庫 (<http://shell.sinica.edu.tw/>)

五、其它相關文獻資料

龍威風力發電股份有限公司。2009。苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫環境影響說明書。行政院環境保護署。

周政翰、鄭錫奇、劉建男、楊凱傑、張育誠、李玲玲。2008。風力發電的潛在生態危機—以蝙蝠為例。自然保育季刊 63 : 52-57。

Baerwald, E. F., J. Edworthy, M. Holder, and R. M. R. Barclay. 2009. A large-scale mitigation experiment to reduce bat fatalities at wind energy facilities. The Journal of Wildlife

Management 73: 1077-1081.

表一、氣象資料統計表

項目 單位	降雨量 毫米	降雨日數 天	平均氣溫 攝氏度	相對濕度 百分比	最高氣溫 攝氏度	最低氣溫 攝氏度
1月	24.6	5.5	16	77.5	19.4	13.4
2月	81.5	8.7	16.3	80.1	19.6	13.8
3月	98.5	10.4	18.5	78.7	22.1	15.7
4月	132.5	10.3	22.4	78.4	25.8	19.5
5月	213.7	10.2	25.5	78.8	28.8	22.8
6月	219.1	10.9	27.8	79	30.9	25.1
7月	193.5	8.7	29	77	32.2	26.4
8月	211.5	10.2	28.8	77.7	32	26.3
9月	113.2	6.3	27.4	77	30.8	24.7
10月	17.5	2.2	24.6	74.6	28.2	21.9
11月	16.8	2.8	21.4	74.9	25	18.7
12月	25.3	3.6	17.7	75	21.2	14.9
合計或平均	1347.7	89.8	23	77.4	26.3	20.3

資料來源：交通部中央氣象局梧棲氣象站氣候資料（統計期間 1981~2010）

表二、植物物種歸隸特性統計

物種 歸隸特性		蕨類植物	裸子植物	雙子葉植物	單子葉植物	合計
類別	科數	4	2	44	8	58
	屬數	4	2	109	31	146
	種數	4	2	130	32	168
型態	喬木	0	2	17	1	20
	灌木	0	0	26	4	30
	藤本	0	0	27	1	28
	草本	4	0	60	26	90
屬性	特有	0	0	1	2	3
	原生	4	0	82	19	105
	歸化	0	0	36	5	41
	栽培	0	2	11	6	19
稀有		0	0	0	0	0

表三、植物名錄

綱	科	學名	中文名	型態	原生 別	豐富 度	環差階段 (101/6)
蕨類植物	鐵線蕨科	<i>Adiantum capillus-veneris</i> L.	鐵線蕨	草本	原生	普遍	*
蕨類植物	鳳尾蕨科	<i>Pteris ensiformis</i> Burm.	箭葉鳳尾蕨	草本	原生	普遍	*
蕨類植物	海金沙科	<i>Lygodium japonicum</i> (Thunb.) Sw.	海金沙	草本	原生	普遍	*
蕨類植物	金星蕨科	<i>Cyclosorus acuminatus</i> (Houtt.) Nakai	小毛蕨	草本	原生	普遍	*
裸子植物	南洋杉科	<i>Araucaria excelsa</i> (Lamb.) R. Br.	小葉南洋杉	喬木	栽培	普遍	*
裸子植物	柏科	<i>Juniperus chinensis</i> L. var. <i>kaizuka</i> Hort. ex Endl.	龍柏	喬木	栽培	普遍	*
雙子葉植物	爵床科	<i>Ruellia brittoniana</i> Tetragonaria	翠蘆利	草本	栽培	普遍	*
雙子葉植物	番杏科	<i>tetragonoides</i> (Pall.) Kuntze	番杏	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	莧科	<i>Achyranthes aspera</i> L. var. <i>indica</i> L.	印度牛膝	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	莧科	<i>Alternanthera sessilis</i> (L.) R. Brown	節節花	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	莧科	<i>Amaranthus inamoenus</i> Willd.	莧菜	草本	栽培	普遍	*
雙子葉植物	莧科	<i>Amaranthus spinosus</i> L.	刺莧	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	莧科	<i>Amaranthus viridis</i> L.	野莧菜	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	莧科	<i>Gomphrena celosioides</i> Mart.	假千日紅	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	漆樹科	<i>Rhus javanica</i> L. var. <i>roxburghiana</i> (DC.) Rehd. & Wilson	羅氏鹽膚木	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	番荔枝科	<i>Annona squamosa</i> L.	番荔枝	灌木	栽培	普遍	*
雙子葉植物	繖形花科	<i>Centella asiatica</i> (L.) Urban	雷公根	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	夾竹桃科	<i>Gymnema sylvestre</i> (Retz.) Schultes	武靴藤	木質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	夾竹桃科	<i>Vinca rosea</i> L.	日日春	灌木	栽培	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Ageratum conyzoides</i> L.	藿香薊	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Ageratum houstonianum</i> Mill.	紫花藿香薊	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Artemisia capillaris</i> Thunb.	茵陳蒿	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Artemisia lancea</i> Van.	小艾	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Artemisia indica</i> Willd.	艾	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Aster subulatus</i>					
		<i>Michaux</i> var. <i>subulatus</i>	帝馬蘭	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Bidens pilosa</i> L. var. <i>subulatus</i>	大花咸豐草	草本	歸化	普遍	*

綱	科	學名	中文名	型態	原生 別	豐富 度	環差階段 (101/6)
		<i>radiata</i> Sch.	草				
雙子葉植物	菊科	<i>Chromolaena odorata</i> (L.) R. M. King & H. Rob.	香澤蘭	灌木	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Conyza canadensis</i> (L.) Cronq. var. <i>canadensis</i>	加拿大蓬	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Conyza sumatrensis</i> (Retz.) Walker	野茼蒿	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Conzya bonariensis</i> (L.) Cronq.	美洲假蓬	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Crassocephalum crepidioides</i> (Benth.) S. Moore	昭和草	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Crossostephium chinense</i> (L.) Makino	蘚艾	草本	原生	中等	*
雙子葉植物	菊科	<i>Eclipta prostrata</i> (L.) L.	鱗腸	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Emilia sonchifolia</i> (L.) DC. var. <i>javanica</i> (Burm. f.) Mattfeld	紫背草	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Erechtites valerianaefolia</i> (Wolf x Rchb.) DC.	飛機草	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Eupatorium cannabinum</i> L. var. <i>asiaticum</i> Kitam.	臺灣澤蘭	灌木	特有	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Gnaphalium luteoalbum</i> L. subsp. <i>affine</i> (D. Don) Koster	鼠麴草	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Gnaphalium purpureum</i> L.	鼠麴舅	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Ixeris chinensis</i> (Thunb.) Nakai	兔仔菜	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Mikania micrantha</i> Kunth	小花蔓澤蘭	草質藤本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Parthenium hysterophorus</i> L.	銀膠菊	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Pluchea sagittalis</i>	翼莖闊苞菊	灌木	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Pluchea carolinensis</i> (Jacq.) G Don	美洲闊苞菊	灌木	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Praxelis clematidea</i> (Griseb.) R.M. King & H. Robinson	貓腥草	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Siegesbeckia orientalis</i> L.	豨莶	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Sonchus arvensis</i> L.	苦苣菜	草本	原生	普遍	*

綱	科	學名	中文名	型態	原生 別	豐富 度	環差階段 (101/6)
雙子葉植物	菊科	<i>Sonchus oleraceus</i> L.	苦湶菜	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Tridax procumbens</i> L.	長柄菊	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Vernonia cinerea</i> (L.) Less.	一枝香	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Wedelia prostrata</i> (Hook. & Arn.) Hemsl.	天蓬草舅	草質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Wedelia triloba</i> L.	南美蟛蜞菊	草質藤本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	菊科	<i>Youngia japonica</i> (L.) DC. var. <i>japonica</i>	黃鵪菜	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	落葵科	<i>Anredera cordifolia</i> (Tenore) van Steenis	洋落葵	草質藤本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	木棉科	<i>Pachira macrocarpa</i> (Cham. & Schl.) Schl.	馬拉巴栗	喬木	栽培	普遍	*
雙子葉植物	十字花科	<i>Capsella bursa-pastoris</i> (L.) Medic.	薺	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	十字花科	<i>Cardamine flexuosa</i> With.	蔊菜	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	十字花科	<i>Coronopus didymus</i> (L.) Smith	臭濱芥	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	仙人掌科	<i>Hylocereus undatus</i> (Haw.) Br. et R.	三角柱	灌木	歸化	普遍	*
雙子葉植物	忍冬科	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	金銀花	木質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	番木葫蘆科	<i>Carica papaya</i> L.	木瓜	喬木	栽培	普遍	*
雙子葉植物	木麻黃科	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	木麻黃	喬木	栽培	普遍	*
雙子葉植物	藜科	<i>Chenopodium acuminatum</i> Willd. subsp. <i>virgatum</i> (Thunb.) Kitam.	變葉藜	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	藜科	<i>Chenopodium album</i> L.	藜	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	旋花科	<i>Cuscuta australis</i> R. Brown	菟絲子	草質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	旋花科	<i>Ipomoea batatas</i> (L.) Lam.	番薯	草質藤本	栽培	普遍	*
雙子葉植物	旋花科	<i>Ipomoea biflora</i> (L.) Persoon	白花牽牛	草質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	旋花科	<i>Ipomoea cairica</i> (L.) Sweet	番仔藤	草質藤本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	旋花科	<i>Ipomoea indica</i> (Burm. f.) Merr.	銳葉牽牛	草質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	旋花科	<i>Ipomoea obscura</i>	野牽牛	草質藤	原生	普遍	*

綱	科	學名	中文名	型態	原生 別	豐富 度	環差階段 (101/6)
		(L.) Ker-Gawl.		本			
雙子葉植物	葫蘆科	<i>Cucurbita moschata</i> Duchesne ex Poir.	南瓜	草質藤本	栽培	普遍	*
雙子葉植物	葫蘆科	<i>Melothria pendula</i> L.	垂果瓜	蔓性藤本	歸化	中等	*
雙子葉植物	葫蘆科	<i>Momordica charantia</i> L. var. <i>abbreviata</i> Ser.	短角苦瓜	草質藤本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	胡頹子科	<i>Elaeagnus oldhamii</i> Maxim.	宜梧	小喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Breynia vitis-idaea</i> (Burm. f.) C. E. Fischer	紅仔珠	灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Bridelia tomentosa</i> Blume	土密樹	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Chamaesyce hirta</i> (L.) Millsp.	飛揚草	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Chamaesyce thymifolia</i> (L.) Millsp.	紅乳草	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Euphorbia cyathophora</i> Murr. <i>Glochidion philippicum</i> (Cav.) C. B. Rob.	猩猩草	灌木	歸化	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Macaranga tanarius</i> (L.) Muell.-Arg.	血桐	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Mallotus japonicus</i> (Thunb.) Muell. -Arg.	野桐	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Mallotus repandus</i> (Willd.) Muell. -Arg.	扛香藤	木質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Phyllanthus urinarius</i> L. subsp. <i>nudicarpus</i> Rossign. & Haic.	葉下珠	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Ricinus communis</i> L.	蓖麻	灌木	歸化	普遍	*
雙子葉植物	大戟科	<i>Sapium sebiferum</i> (L.) Roxb.	烏柏	喬木	歸化	普遍	*
雙子葉植物	樟科	<i>Cinnamomum camphora</i> (L.) Presl.	樟樹	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	豆科	<i>Acacia confusa</i> Merr.	相思樹	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	豆科	<i>Alysicarpus vaginalis</i> (L.) DC. var. <i>vaginalis</i>	煉莢豆	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	豆科	<i>Desmodium triflorum</i> (L.) DC.	蠅翼草	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	豆科	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit.	銀合歡	灌木	歸化	普遍	*
雙子葉植物	豆科	<i>Macroptilium atropurpureum</i> (Sesse & Moc. ex DC.) Urb.	賽芻豆	草質藤本	歸化	普遍	*

綱	科	學名	中文名	型態	原生 別	豐富 度	環差階段 (101/6)
雙子葉植物	豆科	<i>Pueraria lobata</i> (Willd.) Ohwi ssp. <i>thomsonii</i> (Benth.)	葛藤	木質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	豆科	<i>Ohashi & Tateishi</i> <i>Sesbania cannabiana</i> (Retz.) Poir.	田菁	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	豆科	<i>Vigna marina</i> (Burm.) Merr.	濱豇豆	草質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	錦葵科	<i>Abutilon indicum</i> (L.) Sweet	冬葵子	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	錦葵科	<i>Hibiscus rosa-sinensis</i> L.	朱槿	灌木	栽培	普遍	*
雙子葉植物	錦葵科	<i>Sida acuta</i> Burm. f. 時花	細葉金午 時花	小灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	錦葵科	<i>Sida rhombifolia</i> L.	金午時花	小灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	錦葵科	<i>Urena lobata</i> L.	野棉花	灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	棟科	<i>Melia azedarach</i> Linn.	棟	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	防己科	<i>Stephania japonica</i> (Thunb. ex Murray)	千金藤 Miers	木質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	桑科	<i>Broussonetia</i> <i>papyrifera</i> (L.) L'Herit. ex Vent.	構樹	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	桑科	<i>Ficus microcarpa</i> L. f. var. <i>microcarpa</i>	榕樹	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	桑科	<i>Humulus scandens</i> (Lour.) Merr.	葎草	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	桑科	<i>Morus australis</i> Poir.	小葉桑	灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	紫茉莉科	<i>Bougainvillea</i> <i>spectabilis</i> Willd.	九重葛	攀緣灌木	栽培	普遍	*
雙子葉植物	柳葉菜科	<i>Ludwigia octovalvis</i> (Jacq.) Raven	水丁香	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	柳葉菜科	<i>Oenothera laciniata</i> Hill	裂葉月見草	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	酢醬草科	<i>Oxalis corniculata</i> L.	酢醬草	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	西番蓮科	<i>Passiflora suberosa</i> Linn.	三角葉西番蓮	草質藤本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	海桐科	<i>Pittosporum tobira</i> Ait.	海桐	灌木	原生	中等	*
雙子葉植物	蓼科	<i>Polygonum chinense</i> L.	火炭母草	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	蓼科	<i>Polygonum</i> <i>perfoliatum</i> L.	扛板歸	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	蓼科	<i>Rumex crispus</i> L. var. <i>japonicus</i> (Houtt.) Makino	羊蹄	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	毛茛科	<i>Clematis grata</i> Wall.	串鼻龍	草質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	薔薇科	<i>Duchesnea indica</i> (Andr.) Focke	蛇莓	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	薔薇科	<i>Rubus parvifolius</i> L.	紅梅消	灌木	原生	普遍	*

綱	科	學名	中文名	型態	原生 別	豐富 度	環差階段 (101/6)
雙子葉植物	茜草科	<i>Hedyotis corymbosa</i> (L.) Lam.	繖花龍吐珠	草本	原生	中等	*
雙子葉植物	茜草科	<i>Morinda umbellata</i> L.	羊角藤	蔓性灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	茜草科	<i>Paederia foetida</i> L.	雞屎藤	草質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	茜草科	<i>Spermacoce latifolia</i> Aublet	闊葉鴨舌癀舅	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	芸香科	<i>Murraya paniculata</i> (L.) Jack.	月橘	灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	芸香科	<i>Zanthoxylum nitidum</i> (Roxb.) DC.	雙面刺	木質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	無患子科	<i>Cardiospermum halicacabum</i> L.	倒地鈴	草質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	玄參科	<i>Scoparia dulcis</i> L.	野甘草	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	茄科	<i>Solanum alatum</i> Moench.	光果龍葵	草本	原生	普遍	*
雙子葉植物	茄科	<i>Solanum erianthum</i> D. Don	山煙草	灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	梧桐科	<i>Melochia corchorifolia</i> L.	野路葵	灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	瑞香科	<i>Wikstroemia indica</i> (L.) C. A. Mey.	南嶺蕘花	灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	榆科	<i>Celtis sinensis</i> Personn	朴樹	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	榆科	<i>Trema orientalis</i> (L.) Blume	山黃麻	喬木	原生	普遍	*
雙子葉植物	馬鞭草科	<i>Clerodendrum inerme</i> (L.) Gaertn.	苦林盤	灌木	原生	普遍	*
雙子葉植物	馬鞭草科	<i>Lantana camara</i> L.	馬纓丹	灌木	歸化	普遍	*
雙子葉植物	馬鞭草科	<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> (L.) Vahl.	長穗木	草本	歸化	普遍	*
雙子葉植物	葡萄科	<i>Ampelopsis brevipedunculata</i> (Maxim.) Traut. var. <i>hancei</i> (Planch.) Rehder	漢氏山葡萄	草質藤本	原生	普遍	*
雙子葉植物	葡萄科	<i>Tetrastigma formosanum</i> (Hemsl.) Gagnep.	三葉崖爬藤	木質藤本	原生	普遍	*
單子葉植物	石蒜科	<i>Hippeastrum equestre</i> (Ait.) Herb.	孤挺花	草本	栽培	普遍	*
單子葉植物	莎草科	<i>Cyperus cyperoides</i> (L.) Kuntze	磚子苗	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	莎草科	<i>Cyperus rotundus</i> L.	香附子	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	莎草科	<i>Fimbristylis miliacea</i> (L.) Vahl.	木風草	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	百合科	<i>Allium fistulosum</i> L.	蔥	草本	栽培	普遍	*
單子葉植物	百合科	<i>Dianella ensifolia</i> (L.)	桔梗蘭	草本	原生	普遍	*

綱	科	學名	中文名	型態	原生 別	豐富 度	環差階段 (101/6)
		DC.					
單子葉植物	百合科	<i>Lilium longiflorum</i> Thunb. var. <i>formosanum</i> Baker	臺灣百合	草本	特有	普遍	*
單子葉植物	芭蕉科	<i>Musa sapientum</i> L.	香蕉	草本	栽培	普遍	*
單子葉植物	露兜樹科	<i>Pandanus odoratissimus</i> L. f.	林投	灌木	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Bambusa oldhamii</i> Munro	綠竹	喬木	栽培	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Brachiaria mutica</i> (Forsk.) Stapf	巴拉草	草本	歸化	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Cenchrus echinatus</i> L.	蒺藜草	草本	歸化	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Chloris barbata</i> Sw.	孟仁草	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Cynodon dactylon</i> (L.) Pers.	狗牙根	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Beauv.	龍爪茅	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Digitaria ciliaris</i> (Retz.) Koel.	升馬唐	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Digitaria setigera</i> Roem. & Schult.	短穎馬唐	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Eleusine indica</i> (L.) Gaertn.	牛筋草	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Imperata cylindrica</i> (L.) Beauv. var. <i>major</i> (Nees) Hubb. ex Hubb. & Vaughan	白茅	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Miscanthus floridulus</i> (Labill.) Warb. ex K.	五節芒	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Schum. & Lauterb.</i>					
單子葉植物	禾本科	<i>Oryza sativa</i> L.	稻	草本	栽培	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Panicum maximum</i> Jacq.	大黍	草本	歸化	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Pennisetum purpureum</i> Schumach.	象草	灌木	歸化	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Phragmites karka</i> (Retz.) Trin. ex Steud.	開卡蘆	灌木	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Phyllostachys makinoi</i> Hayata	桂竹	灌木	特有	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Rhynchelytrum repens</i> (Willd.) C. E. Hubb.	紅毛草	草本	歸化	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Saccharum spontaneum</i> L.	甜根子草	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Setaria verticillata</i> (L.) Beauv.	倒刺狗尾草	草本	原生	普遍	*
單子葉植物	禾本科	<i>Sporobolus indicus</i> (L.) R. Br. var.	鼠尾粟	草本	原生	普遍	*

綱	科	學名	中文名	型態	原生 別	豐富 度	環差階段 (101/6)
		<i>major</i> (Buse) G. J. Baaijens					
單子葉植物	禾本科	<i>Zea mays</i> L.	玉蜀黍	草本	栽培	普遍	*
單子葉植物	菝葜科	<i>Smilax china</i> L.	菝葜	木質藤本	原生	普遍	*
單子葉植物	薑科	<i>Alpinia zerumbet</i> (Pers.) B. L. Burtt & R. M. Smith	月桃	草本	原生	普遍	*

註：

1.本名錄係依據黃增泉等 (1993-2003) 所著之 Flora of Taiwan 製作。

表四、土地利用類型面積及比例

土地利用類型	調查範圍內	
	面積 (ha)	百分比 (%)
人工建物 (自然度 0)	10.52	3.35
魚塭及水池 (自然度 1)	19.17	6.10
海洋及河川 (自然度 1)	234.02	74.50
裸地 (自然度 1)	4.15	1.32
農耕地 (自然度 2)	43.24	13.77
草生灌叢 (自然度 2)	3.02	0.96
加總	314.12	100.00

表五、哺乳類名錄

目	科	中名	學名	出現頻率	特有類別	環差階段 (101/6)
食蟲目	尖鼠科	臭鼩	<i>Suncus murinus</i>	C		2
		台灣				
食蟲目	鼴鼠科	鼴鼠	<i>Mogera insularis</i>	C	Es	
		堀川				
		氏棕		C	Es	1
翼手目	蝙蝠科	蝠	<i>Eptesicus serotinus</i>			
		摺翅	<i>Miniopterus</i>			
翼手目	蝙蝠科	蝠	<i>schreibersii</i>	C		
		長趾				
		鼠耳		U		3
翼手目	蝙蝠科	蝠	<i>Myotis sp.2</i>			
		東亞	<i>Pipistrellus</i>			
翼手目	蝙蝠科	家蝠	<i>abramus</i>	C		3
		赤腹	<i>Callosciurus</i>			
齧齒目	松鼠科	松鼠	<i>erythraeus</i>	C		
		赤背				
齧齒目	鼠科	條鼠	<i>Apodemus agrarius</i>	C		
齧齒目	鼠科	鬼鼠	<i>Bandicota indica</i>	C		1
齧齒目	鼠科	月鼠	<i>Mus caroli</i>	C	E	2
		小黃				
齧齒目	鼠科	腹鼠	<i>Rattus losea</i>	C	E	4
齧齒目	鼠科	溝鼠	<i>Rattus norvegicus</i>	C		
齧齒目	鼠科	玄鼠	<i>Rattus rattus</i>	C		
物種數小計 (S)						7
數量小計 (N)						16
Shannon-Wiener's diversity index (H')						1.84
Shannon-Wiener's evenness index (E)						0.95

註：

1. 哺乳類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自 2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(邵廣昭等, 2008)、台灣的蝙蝠 (林良恭, 2004)、台灣哺乳動物 (祁偉廉, 2008)

出現頻率 C:普遍 U:不普遍

特有類別 E:特有種 Es:特有亞種

2. 由於哺乳類隱蔽性高，觀察不易，故哺乳類數量採用三次調查的總和值。

表六、鳥類名錄

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有 類別	水鳥 類別	保育 等級	環境影響說明書			環差階段 (101/6)							
							96.6 F 區	96.9 F 區	96.12 F 區	第1天 圓圈法	第2天 穿越線	第3天 圓圈法	最大值 穿越線				
雁鴨科	寒林豆雁	<i>Anser fabalis</i>	冬、稀	w									0				
雁鴨科	綠頭鴨	<i>Anas platyrhynchos</i>	冬、不普/引進種、稀	w									0				
雁鴨科	花嘴鴨	<i>Anas zonorhyncha</i>	留、不普/冬、不普	w									0				
鷺科	黃小鷺	<i>Ixobrychus sinensis</i>	留、普/夏、普	w						1			1				
鷺科	蒼鷺	<i>Ardea cinerea</i>	冬、普	w									0				
鷺科	大白鷺	<i>Ardea alba</i>	冬、普/夏、稀	w			7	4	53				0				
鷺科	中白鷺	<i>Mesophoyx intermedia</i>	冬、普/夏、稀	w						*	*	0	*				
										*							
鷺科	小白鷺	<i>Egretta garzetta</i>	留、普/冬、不普/過、普	w			10	19	47	24	*	34	*	27	*	34	*
鷺科	黃頭鷺	<i>Bubulcus ibis</i>	留、普	w						11	*	18	*	20	*	20	*
鷺科	夜鷺	<i>Nycticorax nycticorax</i>	留、普/冬、稀/過、稀	w			6	4		4	*	4	*	6	*	6	*
鶲科	埃及聖鶲	<i>Threskiornis aethiopicus</i>	引進種、不普	w												0	
鶲科	魚鷹	<i>Pandion haliaetus</i>	冬、不普	w	II											0	
隼科	紅隼	<i>Falco tinnunculus</i>	冬、普		II											0	
秧雞科	白腹秧雞	<i>Amaurornis phoenicurus</i>	留、普	w												0	
秧雞科	緋秧雞	<i>Porzana fusca</i>	留、普	w												0	
秧雞科	紅冠水雞	<i>Gallinula chloropus</i>	留、普	w						4	*	6	*	6		6	*

E06-25

苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫第二次環境影響差異分析報告

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有 類別	水鳥 類別	保育 等級	環境影響說明書			環差階段 (101/6)				
							96.6 F 區	96.9 F 區	96.12 F 區	第 1 天 圓圈法	第 2 天 穿越線	第 3 天 圓圈法	最大值 穿越線	
鶲科	太平洋金斑鶲	<i>Pluvialis fulva</i>	冬、普	w			2		22				0	
鶲科	蒙古鶲	<i>Charadrius mongolus</i>	冬、不普/過、普	w									0	
鶲科	鐵嘴鶲	<i>Charadrius leschenaultii</i>	冬、不普/過、普	w									0	
鶲科	東方環頸鶲	<i>Charadrius alexandrinus</i>	留、不普/冬、普	w			12	180	41	5	*	7	*	
鶲科	小環頸鶲	<i>Charadrius dubius</i>	留、稀/冬、普	w						1	*	*	5	
長腳鶲科	反嘴鶲	<i>Recurvirostra avosetta</i>	冬、稀	w									0	
鶲科	磯鶲	<i>Actitis hypoleucos</i>	冬、普	w			1	7			*		0	
鶲科	美洲黃足鶲	<i>Tringa incana</i>	迷	w									0	
鶲科	青足鶲	<i>Tringa nebularia</i>	冬、普	w				8	18				0	
鶲科	鷹斑鶲	<i>Tringa glareola</i>	冬、普/過、普	w				27					0	
鶲科	中杓鶲	<i>Numenius phaeopus</i>	冬、不普/過、普	w				4					0	
鶲科	大杓鶲	<i>Numenius arquata</i>	冬、不普	w	III			2					0	
鶲科	翻石鶲	<i>Arenaria interpres</i>	冬、普	w				4					0	
鶲科	紅腹濱鶲	<i>Calidris canutus</i>	過、不普	w			12	152					0	
鶲科	黑腹濱鶲	<i>Calidris alpina</i>	冬、普	w				209					0	
鶲科	田鶲	<i>Gallinago gallinago</i>	冬、普	w									0	
三趾鶲科	棕三趾鶲	<i>Turnix suscitator</i>	留、普	Es									0	
鷗科	黑嘴鷗	<i>Saundersilarus</i>	冬、不普	w	II		1						0	

苗栗縣後龍鎮設置風力發電廠興建計畫第二次環境影響差異分析報告

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有 類別	水鳥 類別	保育 等級	環境影響說明書			環差階段 (101/6)						
							96.6	96.9	96.12	第1天		第2天		第3天		最大值
							F區	F區	F區	圓圈法	穿越線	圓圈法	穿越線	圓圈法	穿越線	圓圈法
<i>saundersi</i>																
鷗科	小燕鷗	<i>Sternula albifrons</i>	留、不普/夏、不普	w	II											0
鷗科	鳳頭燕鷗	<i>Thalasseus bergii</i>	夏、不普	w	II											0
鳩鵝科	野鵠	<i>Columba livia</i>	引進種、普			1		1		*			6		6	*
鳩鵝科	紅鳩	<i>Streptopelia tranquebarica</i>	留、普			6		35	*	22	*	27	*	35	*	
鳩鵝科	珠頸斑鳩	<i>Streptopelia chinensis</i>	留、普			1		16	*	15	*	12	*	16	*	
雀科	杜鵑科	<i>Centropus bengalensis</i>	留、普								*			0	*	
	雨燕科	<i>Apus nipalensis</i>	留、普	Es						*			16		16	*
翠鳥科	翠鳥	<i>Alcedo atthis</i>	留、普/過、不普	w		1					2		*	2	*	
	伯勞科	<i>Lanius cristatus</i>	冬、普/過、普		III										0	
伯勞科	棕背伯勞	<i>Lanius schach</i>	留、普						2		*	1	*	2	*	
卷尾科	大卷尾	<i>Dicrurus macrocercus</i>	留、普/過、稀	Es				6	*	9	*	4	*	9	*	
鶲科	樹鶲	<i>Dendrocitta formosae</i>	留、普	Es				1	*		*	3	*	3	*	
鶲科	喜鶲	<i>Pica pica</i>	留、普							2				2		
百靈科	小雲雀	<i>Alauda gulgula</i>	留、普								*			0	*	
燕科	家燕	<i>Hirundo rustica</i>	夏、普/冬、普/過、普	3	23		8	*	5	*	4	*	8		*	
燕科	洋燕	<i>Hirundo tahitica</i>	留、普				9	*		*	13	*	13		*	
燕科	赤腰燕	<i>Cecropis striolata</i>	留、普						19			*	19	*		

2023-06-27

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有 類別	水鳥 類別	保育 等級	環境影響說明書			環差階段 (101/6)						
							96.6 F 區	96.9 F 區	96.12 F 區	第 1 天			第 2 天			
										圓圈法	穿越線	圓圈法	穿越線	圓圈法	穿越線	
鶲科	白頭翁	<i>Pycnonotus sinensis</i>	留、普	Es			8	2	15	*	27	*	22	*	27	*
扇尾鶯科	棕扇尾鶯	<i>Cisticola juncidis</i>	留、普/過、稀													0
扇尾鶯科	黃頭扇尾鶯	<i>Cisticola exilis</i>	留、不普	Es			3				1			*	1	*
扇尾鶯科	斑紋鶲鶯	<i>Prinia crinigera</i>	留、普	Es			1									0
扇尾鶯科	灰頭鶲鶯	<i>Prinia flaviventris</i>	留、普				1		4	*	5	*	9	*	9	*
扇尾鶯科	褐頭鶲鶯	<i>Prinia inornata</i>	留、普	Es			3		6	*	5	*	7	*	7	*
鶲科	粉紅鸚嘴	<i>Paradoxornis webbianus</i>	留、普	Es												0
季 0 6 - 2 8	鶲科	黃尾鵂	<i>Phoenicurus auroreus</i>	冬、不普												0
	鶲科	藍磯鶲	<i>Monticola solitarius</i>	留、稀/冬、普												0
	鶲科	白腹鶲	<i>Turdus pallidus</i>	冬、普												0
	畫眉科	台灣畫眉	<i>Garrulax taewanus</i>	留、不普	E	II										0
	畫眉科	小彎嘴	<i>Pomatorhinus musicus</i>	留、普	E											0
	畫眉科	山紅頭	<i>Stachyris ruficeps</i>	留、普	Es											0
	繡眼科	綠繡眼	<i>Zosterops japonicus</i>	留、普			2		5	*	9		11	*	11	*
	八哥科	白尾八哥	<i>Acridotheres javanicus</i>	引進種、普					3	*	5	*	8	*	8	*
	八哥科	泰國八哥	<i>Acridotheres grandis</i>	引進種、普												0
	八哥科	家八哥	<i>Acridotheres tristis</i>	引進種、普				1			*		1	*		

科	中文名	學名	出現頻率與居留屬性	特有 類別	水鳥 類別	保育 等級	環境影響說明書			環差階段 (101/6)							
							96.6	96.9	96.12	第1天	第2天	第3天	最大值				
							F區	F區	F區	圓圈法	穿越線	圓圈法	穿越線				
鶲鴝科	西方黃鶲鴝	<i>Motacilla flava</i>	冬、普/過、普				1	2					0				
鶲鴝科	白鶲鴝	<i>Motacilla alba</i>	留、普/冬、普							*	2	2	*				
鶲科	田鶲	<i>Emberiza rustica</i>	過、稀										0				
鶲科	黑臉鶲	<i>Emberiza spodocephala</i>	冬、普										0				
麻雀科	麻雀	<i>Passer montanus</i>	留、普				20	8	24	47	*	39	*	33	*	47	*
梅花雀科	斑文鳥	<i>Lonchura punctulata</i>	留、普							5	*	7	*	8	*	8	*
物種數小計 (S)							22	23	20			23	23	23	29	18	
數量小計 (N)							213	-	241			-	258	-	332	-	
Shannon-Wiener's diversity index (H')							-	-	-			-	-	-	2.95	-	
Shannon-Wiener's evenness index (E)							-	-	-			-	-	-	0.88	-	

註：

1.鳥類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自台灣鳥類名錄（中華民國野鳥學會鳥類紀錄委員會, 2011）、台灣野鳥圖鑑（王嘉雄等, 1991）、2008 台灣物種多樣性II.物種名錄」（邵廣昭等, 2008）

出現頻率 稀:稀有 不普:不普遍 普:普遍

居留性質 留:留鳥 冬:冬候鳥 夏:夏候鳥 引進:引進逸入鳥

特有類別 E:特有種 Es:特有亞種

水鳥別 W:水鳥

2.保育等級依據行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告

II:珍貴稀有保育類 (Rare and Valuable Species)

III:其他應予保育類 (Other Conservation-Deserving Wildlife)

表七、兩棲類名錄

科	中名	學名	普遍度	環差階段 (101/6)			
				第1天	第2天	第3天	最大值
蟾蜍科	黑眶蟾蜍	<i>Duttaphrynus melanostictus</i>	C	7	11	3	11
叉舌蛙科	澤蛙	<i>Fejervarya limnocharis</i>	C	15	8	12	15
叉舌蛙科	虎皮蛙	<i>Hoplobatrachus rugulosus</i>	U				
狹口蛙科	小雨蛙	<i>Microhyla fissipes</i>	C	2		5	5
赤蛙科	貢德氏赤蛙	<i>Hylarana guentheri</i>	C				
赤蛙科	拉都希氏赤蛙	<i>Hylarana latouchii</i>	C				
樹蛙科	白領樹蛙	<i>Polypedates megacephalus</i>	C	1		4	4
物種數小計 (S)				4	2	4	4
數量小計 (N)				25	19	24	35
Shannon-Wiener's diversity index (H')				-	-	-	1.25
Shannon-Wiener's evenness index (E)				-	-	-	0.90

註：

1.兩棲類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自 2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(邵廣昭等, 2008)、台灣兩棲爬行動物圖鑑 (第二版) (呂光洋等, 2002)、賞蛙圖鑑-台灣蛙類野外觀察指南 (第二版)(楊懿如, 2002)

出現頻率 C:普遍 U:不普遍

表八、爬蟲類名錄

科	中名	學名	保育等級	出現頻率	特有類別	環差階段 (101/6)			
						第1天	第2天	第3天	最大值
壁虎科	鉛山壁虎	<i>Gekko hokouensis</i>	C			1	2	2	
壁虎科	無疣壁虎	<i>Hemidactylus bowringii</i>	C	6	2	4	6		
壁虎科	壁虎	<i>Hemidactylus frenatus</i>	C	3	7	1	7		
飛蜥科	斯文豪氏攀蜥	<i>Japalura swinhonis</i>	C E			2			2
正蜥科	台灣草蜥	<i>Takydromus formosanus</i>	C E						
正蜥科	蓬萊草蜥	<i>Takydromus stejnegeri</i>	C E						
石龍子科	中國石龍子（白斑亞種）	<i>Plestiodon chinensis</i>	R Es						
石龍子科	麗紋石龍子	<i>Eumeces elegans</i>	C	4	2	2	4		
石龍子科	印度蜓蜥	<i>Sphenomorphus indicus</i>	C						
黃頸蛇科	花浪蛇	<i>Amphiesma stolatum</i>	U						
黃頸蛇科	紅斑蛇	<i>Dinodon rufozonatum</i>	C						
黃頸蛇科	臭青公	<i>Elaphe carinata</i>	C						
黃頸蛇科	南蛇	<i>Ptyas mucosus</i>	C			1	1		
黃頸蛇科	草花蛇	<i>Xenochrophis piscator</i>	U						
蝙蝠蛇科	雨傘節	<i>Bungarus multicinctus</i>	III C						
蝙蝠蛇科	眼鏡蛇	<i>Naja atra</i>	III C						
澤龜科	紅耳泥龜	<i>Trachemys scripta</i>	U						
鱉科	鱉	<i>Pelodiscus sinensis</i>	U						
物種數小計 (S)						3	5	5	6
數量小計 (N)						13	14	10	22
Shannon-Wiener's diversity index (H')						-	-	-	1.61
Shannon-Wiener's evenness index (E)						-	-	-	0.90

註：

1.爬蟲類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自 2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(邵廣昭等, 2008)、台灣兩棲行動物圖鑑(第二版)(呂光洋等, 2002)、賞蛙圖鑑-台灣蛙類野外觀察指南(第二版)(楊懿如, 2002)

出現頻率 C:普遍 U:不普遍 R:稀有

特有類別 E:特有種 Es:特有亞種

2.保育等級依據行政院農業委員會於中華民國 98 年 3 月 4 日農林務字第 0981700180 號公告

III:其他應予保育類 (Other Conservation-Deserving Wildlife)

表九、蝴蝶類名錄

科	亞科	中名	常用中文名	學名	環差階段 (101/6)			
					第1天	第2天	第3天	最大值
弄蝶科	大弄蝶亞科	長翅弄蝶	淡綠弄蝶	<i>Badamia exclamationis</i>				
弄蝶科	弄蝶亞科	黃斑弄蝶	台灣黃斑弄蝶	<i>Potanthus confucius angustatus</i>	1		1	1
弄蝶科	弄蝶亞科	寬邊橙斑弄蝶	竹紅弄蝶	<i>Telicota ohara formosana</i>				
弄蝶科	弄蝶亞科	小稻弄蝶	姬單帶弄蝶	<i>Parnara bada</i>				
弄蝶科	弄蝶亞科	禾弄蝶	台灣單帶弄蝶	<i>Borbo cinnara</i>		2	1	2
弄蝶科	弄蝶亞科	褐弄蝶	褐弄蝶	<i>Pelopidas mathias oberthueri</i>	2			2
鳳蝶科	鳳蝶亞科	多姿麝鳳蝶	大紅紋鳳蝶	<i>Byasa polyeuctes termessus</i>				
鳳蝶科	鳳蝶亞科	紅珠鳳蝶	紅紋鳳蝶	<i>Pachliopta aristolochiae interposita</i>				
鳳蝶科	鳳蝶亞科	青鳳蝶	青帶鳳蝶	<i>Graphium sarpedon connectens</i>	1	3	4	4
鳳蝶科	鳳蝶亞科	花鳳蝶	無尾鳳蝶	<i>Papilio demoleus</i>		1		1
鳳蝶科	鳳蝶亞科	黃鳳蝶	黃鳳蝶	<i>Papilio machaon sylvinus</i>				
鳳蝶科	鳳蝶亞科	玉帶鳳蝶	玉帶鳳蝶	<i>Papilio polytes polytes</i>				
鳳蝶科	鳳蝶亞科	黑鳳蝶	黑鳳蝶	<i>Papilio protenor protenor</i>				
鳳蝶科	鳳蝶亞科	大鳳蝶	大鳳蝶	<i>Papilio memnon heronus</i>				
粉蝶科	粉蝶亞科	白粉蝶	紋白蝶	<i>Pieris rapae crucivora</i>	7	12	9	12
粉蝶科	粉蝶亞科	緣點白粉蝶	台灣紋白蝶	<i>Pieris canidia</i>				
粉蝶科	粉蝶亞科	淡褐脈粉蝶	淡紫粉蝶	<i>Cepora nadina eunama</i>				
粉蝶科	粉蝶亞科	纖粉蝶	黑點粉蝶	<i>Leptosia nina niobe</i>				
粉蝶科	黃粉蝶亞科	細波遷粉蝶	水青粉蝶	<i>Catopsilia pyranthe</i>				
粉蝶科	黃粉蝶亞科	遷粉蝶	淡黃蝶	<i>Catopsilia pomona</i>				
粉蝶科	黃粉蝶亞科	黃蝶	荷氏黃蝶	<i>Eurema hecate</i>	9	6	5	9
粉蝶科	黃粉蝶亞科	亮色黃蝶	台灣黃蝶	<i>Eurema blanda arsakia</i>				
灰蝶科	藍灰蝶亞科	波灰蝶	姬波紋小灰蝶	<i>Prosotas nora formosana</i>				
灰蝶科	藍灰蝶亞科	雅波灰蝶	琉璃波紋小灰蝶	<i>Jamides bochus formosanus</i>				
灰蝶科	藍灰蝶亞科	豆波灰蝶	波紋小灰	<i>Lampides boeticus</i>	2	4		4

科	亞科	中名	常用中文名	學名	環差階段 (101/6)			
					第1天	第2天	第3天	最大值
			蝶					
灰蝶科	藍灰蝶亞科	藍灰蝶	沖繩小灰蝶	<i>Zizeeria maha okinawana</i>	10	13	12	13
蛺蝶科	斑蝶亞科	虎斑蝶	黑脈樺斑蝶	<i>Danaus genutia</i>				
蛺蝶科	斑蝶亞科	金斑蝶	樺斑蝶	<i>Danaus chrysippus</i>				
蛺蝶科	斑蝶亞科	淡紋青斑蝶	淡小紋青斑蝶	<i>Tirumala limniace limniace</i>				
蛺蝶科	斑蝶亞科	小紋青斑蝶	小紋青斑蝶	<i>Tirumala septentrionis</i>				
蛺蝶科	斑蝶亞科	絢斑蝶	姬小紋青斑蝶	<i>Parantica aglea maghaba</i>				
蛺蝶科	斑蝶亞科	旖斑蝶	琉球青斑蝶	<i>Ideopsis similis</i>	1			1
蛺蝶科	斑蝶亞科	雙標紫斑蝶	斯氏紫斑蝶	<i>Euploea sylvester swinhoei</i>				
蛺蝶科	斑蝶亞科	異紋紫斑蝶	紫端斑蝶	<i>Euploea mulciber barsine</i>				
蛺蝶科	斑蝶亞科	圓翅紫斑蝶	圓翅紫斑蝶	<i>Euploea eunice hobsoni</i>		1		1
蛺蝶科	斑蝶亞科	小紫斑蝶	小紫斑蝶	<i>Euploea tulliolus koxinga</i>				
蛺蝶科	蛺蝶亞科	眼蛺蝶	孔雀紋蛺蝶	<i>Junonia almana</i>	2			2
蛺蝶科	蛺蝶亞科	鱗紋眼蛺蝶	蛇眼紋擬蛺蝶	<i>Junonia lemonias aenaria</i>				
蛺蝶科	蛺蝶亞科	青眼蛺蝶	青擬蛺蝶	<i>Junonia orithya</i>				
蛺蝶科	蛺蝶亞科	黃鈞蛺蝶	黃蛺蝶	<i>Polygonia c-aureum lunulata</i>	1	1	5	5
蛺蝶科	蛺蝶亞科	琉璃蛺蝶	琉璃蛺蝶	<i>Kaniska canace canace</i>				
蛺蝶科	蛺蝶亞科	雌擬幻蛺蝶	雌紅紫蛺蝶	<i>Hypolimnas misippus</i>	1			1
蛺蝶科	蛺蝶亞科	幻蛺蝶	琉球紫蛺蝶	<i>Hypolimnas bolina kezia</i>	1	2	1	2
蛺蝶科	線蛺蝶亞科	波蛺蝶	樺蛺蝶	<i>Ariadne ariadne pallidior</i>				
蛺蝶科	線蛺蝶亞科	豆環蛺蝶	琉球三線蝶	<i>Neptis hylas luculenta</i>				
蛺蝶科	線蛺蝶亞科	小環蛺蝶	小三線蝶	<i>Neptis sappho formosana</i>				
蛺蝶科	眼蝶亞科	密紋波眼蝶	台灣波紋蛇目蝶	<i>Ypthima multistriata</i>				
蛺蝶科	眼蝶亞科	切翅眉眼蝶	切翅單環蝶	<i>Mycalesis zonata</i>				

科	亞科	中名	常用中文名	學名	環差階段 (101/6)			
					第1天	第2天	第3天	最大值
蛺蝶科	眼蝶亞科	暮眼蝶	樹蔭蝶	<i>Melanitis leda</i>				
蛺蝶科	眼蝶亞科	森林暮眼蝶	黑樹蔭蝶	<i>Melanitis phedima polishana</i>				
蛺蝶科	眼蝶亞科	藍紋鋸眼蝶	紫蛇目蝶	<i>Elymnias hypermnestra hainana</i>				
物種數小計 (S)					12	9	9	15
數量小計 (N)					38	44	39	60
Shannon-Wiener's diversity index (H')					-	-	-	2.30
Shannon-Wiener's evenness index (E)					-	-	-	0.85

註：

- 1.蝴蝶類名錄、生息狀態、特有類別等係參考自 2008 台灣物種多樣性 II. 物種名錄」(邵廣昭等, 2008)、台灣蝶圖鑑第一卷、第二卷、第三卷 (徐靖峰, 2000, 2002, 2006)、台灣蝶類生態大圖鑑 (濱野榮次, 1987)

表十、魚類名錄

科	中名	學名	測站 1	測站 2	測站 3
鯡科 Clupeidae	中國小砂魚 丁	<i>Sardinella sindensis</i>	2	1	
虱目魚科 Chanidae	虱目魚	<i>Chanos chanos</i>		4	2
鯉科 Cyprinidae	鯽魚	<i>Carassius auratus</i> <i>auratus</i>			1
鯔科 Mugilidae	鯔魚	<i>Mugil cephalus</i>	24	18	26
鱸科 Hemiramphidae	異鰭鱸	<i>Zenarchopterus buffonis</i>		3	2
鶴鱵科 Belonidae	鶴鱵	<i>Strongylura anastomella</i>		1	1
沙鯷科 Sillaginidae	沙鯷	<i>Sillago sihama</i>	6	3	
鯆科 Teraponidae	花身鯆	<i>Terapon jarbua</i>	17	3	4
鰕虎魚科 Gobiidae	彈塗魚	<i>Periophthalmus modestus</i>	3	9	15
			物種小計	5	8
			數量小計	52	42
			Shannon-Wiener's diversity index (H)	1.26	1.66
			Shannon-Wiener's evenness index (E)	0.78	0.80
					0.67

註：

- 1.魚類名錄及生息狀態參考自中央研究院之台灣魚類資料庫
<http://fishdb.sinica.edu.tw/>

表十一、蝦蟹螺貝類名錄

科	中文名	學名	測站 1	測站 2	測站 3
蟹螺科 Neritidae	壁蟹螺	<i>Septaria porcellana</i>	3		
玉黍螺科 Littorinidae	粗紋玉黍螺	<i>Littoraria scabra</i>	2		3
法螺科 Ranellidae	法螺	<i>Cymatium sp.</i>	2		
簾蛤科 Veneridae	環文蛤（赤嘴仔）	<i>Cyclina Sinensis</i>		4	
牡蠣科 Ostreidae	大牡蠣	<i>Crassostrea gigas</i>	37	11	
長臂蝦科		<i>Macrobrachium</i>			3
Palaemonidae	粗糙沼蝦	<i>asperulum</i>			
方蟹科 Grapsidae	神妙擬相手蟹	<i>Parasesarma pictum</i>	8	9	2
方蟹科 Grapsidae	雙齒近相手蟹	<i>Perisesarma bidens</i>	3	1	
梭子蟹科 Portunidae	鋸緣青蟳	<i>Scylla serrata</i>		1	1
梭子蟹科 Portunidae	紅星梭子蟹	<i>Portunus sanguinolentus</i>		1	
沙蟹科 Ocypodidae	斯氏沙蟹	<i>Ocypode stimpsoni</i>		3	
沙蟹科 Ocypodidae	弧邊招潮蟹	<i>Uca arcuata</i>		4	
沙蟹科 Ocypodidae	清白招潮蟹	<i>Uca Lactea</i>	39		24
沙蟹科 Ocypodidae	雙扇股窗蟹	<i>Scopimera bitympana</i>	37	23	15
海蟑螂科 Ligiidae	奇異海蟑螂	<i>Ligia taiwanensis</i>	103		
物種小計			6	10	7
數量小計			158	122	59
Shannon-Wiener's diversity index (H')			1.03	1.67	1.51
Shannon-Wiener's evenness index (E)			0.58	0.72	0.78

註：

- 1.生息狀態參考自施志昀、李伯雯所著台灣淡水蟹圖鑑(2009)、施志昀等所著台灣的淡水蝦(1998)及賴景陽所著貝類(台灣自然觀察圖鑑)(1988)
- 2.網格採樣：數值單位為隻/平方公尺；蝦籠，數值單位為隻/15 篓次

表十二、浮游植物名錄

門	種	測站 1	測站 2	測站 3
		第 1 季(101/6)	第 1 季(101/6)	第 1 季(101/6)
藍菌門 Cyanobacteria	微囊藻 <i>Microcystis</i> sp.	1,600		
矽藻門 Bacillariophyta	曲殼藻 <i>Achnanthes</i> sp.	3,200	1,600	
矽藻門 Bacillariophyta	棍形藻 <i>Bacillaria</i> sp.		1,600	1,600
矽藻門 Bacillariophyta	卵形藻 <i>Cocconeis</i> sp.			1,600
矽藻門 Bacillariophyta	橋彎藻 <i>Cymbella</i> sp.		6,400	4,800
矽藻門 Bacillariophyta	膨脹橋彎藻 <i>Cymbella tumida</i>		1,600	
矽藻門 Bacillariophyta	等片藻 <i>Diatoma</i> sp.			1,600
矽藻門 Bacillariophyta	肋縫藻 <i>Frustulia</i> sp.	1,600		
矽藻門 Bacillariophyta	異極藻 <i>Gomphonema</i> sp.	3,200	1,600	
矽藻門 Bacillariophyta	布紋藻 <i>Gyrosigma</i> sp.			1,600
矽藻門 Bacillariophyta	舟形藻 <i>Navicula</i> spp.	6,400	4,800	4,800
矽藻門 Bacillariophyta	菱形藻 <i>Nitzschia</i> sp.	3,200	3,200	3,200
矽藻門 Bacillariophyta	肘狀針杆藻 <i>Synedra ulna</i>		1,600	
褐藻門 Ochrophyta	扭曲小環藻 <i>Cyclotella comta</i>		3,200	
褐藻門 Ochrophyta	小環藻 <i>Cyclotella</i> spp.	54,400	60,800	35,200
褐藻門 Ochrophyta	直鏈藻 <i>Melosira</i> sp.	3,200	6,400	6,400
種數小計 (S)		8	11	9
數量小計 (N)		76,800	92,800	60,800
Shannon-Wiener's diversity index (H')		1.14	1.31	1.49
Shannon-Wiener's evenness index (E)		0.55	0.55	0.68

註：

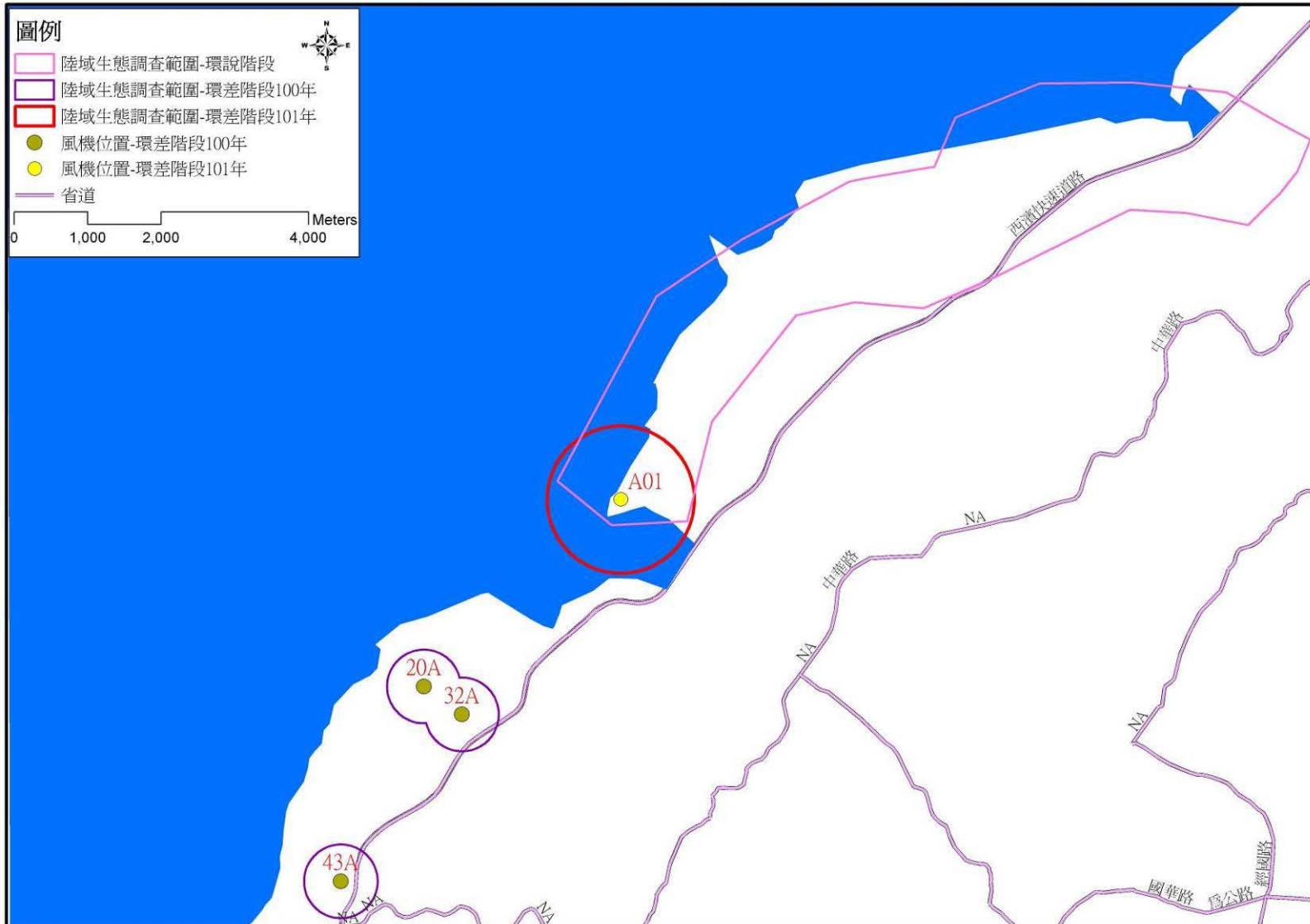
1. 數值單位為細胞數/公升

表十三、附著性藻類名錄

門	種	測站 1	測站 2	測站 3
		第 1 季 (101/6)	第 1 季 (101/6)	第 1 季 (101/6)
綠藻植物門				
Chlorophyta	溪菜 <i>Prasiola</i> sp.	10,000	20,000	120,000
矽藻門				
Bacillariophyta	曲殼藻 <i>Achnanthes</i> sp.	10,000	10,000	10,000
矽藻門				
Bacillariophyta	卵形藻 <i>Cocconeis</i> sp.		10,000	
矽藻門				
Bacillariophyta	脆杆藻 <i>Fragilaria</i> sp.		10,000	10,000
矽藻門				
Bacillariophyta	舟形藻 <i>Navicula</i> sp.		10,000	
矽藻門				
Bacillariophyta	菱形藻 <i>Nitzschia</i> sp.			20,000
褐藻門 Ochrophyta	小環藻 <i>Cyclotella</i> sp.		10,000	
褐藻門 Ochrophyta	直鏈藻 <i>Melosira</i> sp.		140,000	40,000
種數小計 (S)		2	7	5
數量小計 (N)		20,000	210,000	200,000
Genus index (GI)		無義值	0.13	0.17

註：

1. 數值單位為細胞數/100 平方公分

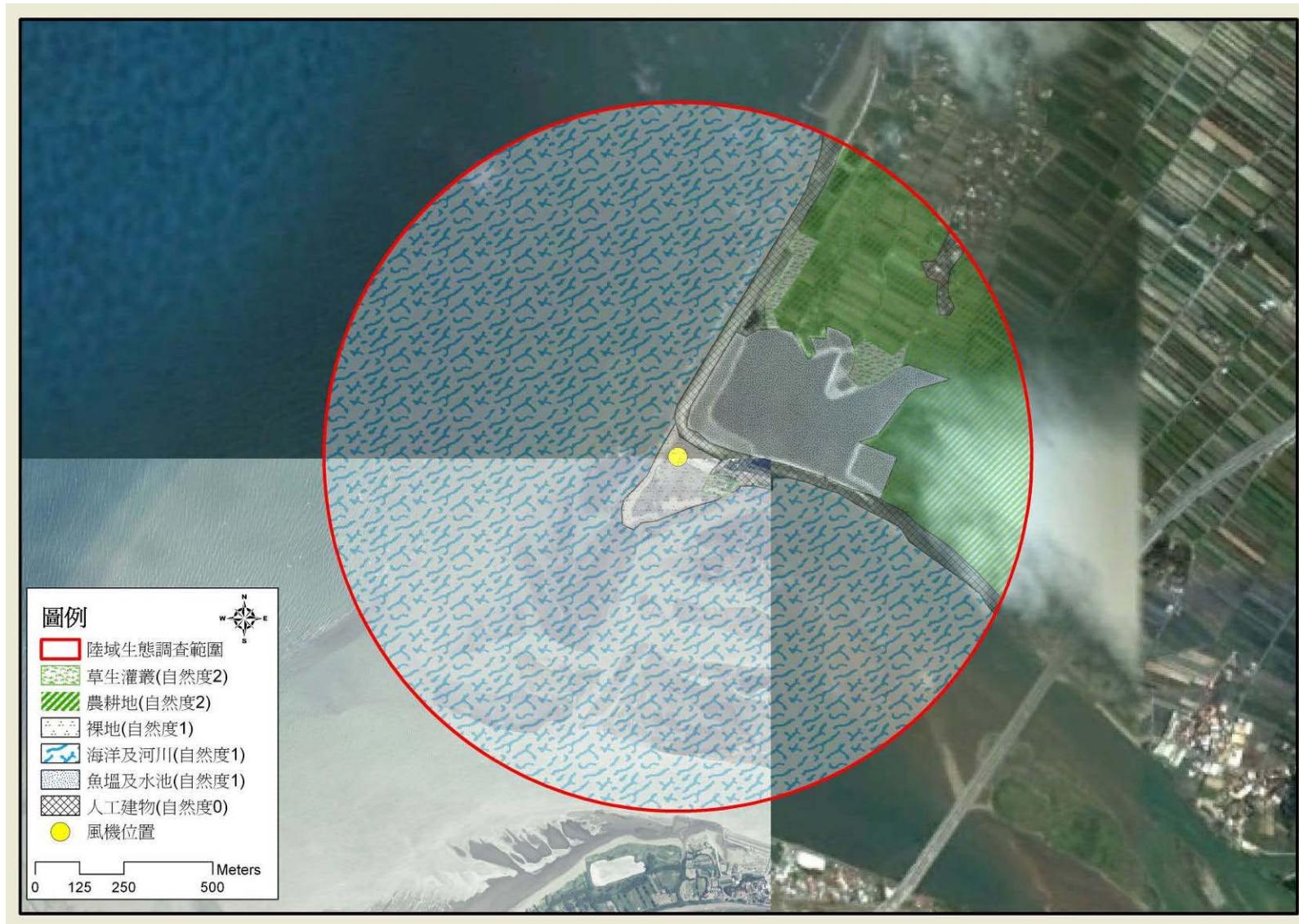


附 0.6 - 3c

圖一、環說階段及兩次環差階段（100/7、101/6）之調查範圍圖

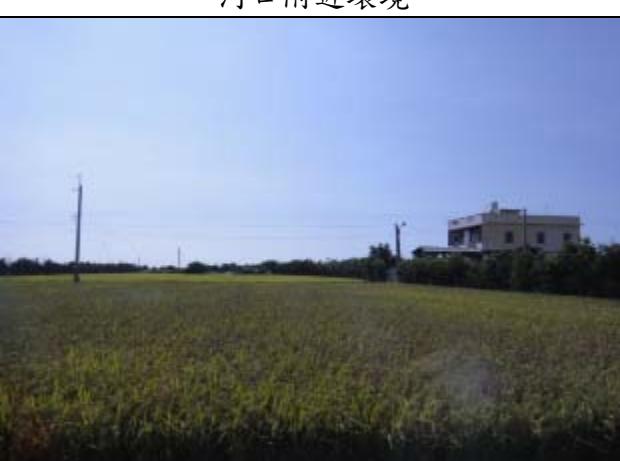


附 0.6 - 41



圖三、A01 號風機預定地周邊土地利用形式、自然度及植物樣區分布圖

附錄一、陸域生態現況環境照片

	
河口附近環境	草生灌叢及防風林環境
	
農耕地環境	草生地環境
	
人工建物環境	滯洪池



附錄二、水域生態現況環境照片





附件七 WindPro 軟體噪音模擬使用手冊及全頻噪音模擬參數摘要表

4. WindPRO 环境影响计算模块

Contents

4.0 环境影响计算模块 - 引言和步骤指导	205
4.0.1 环境影响计算模块简介	205
4.0.2 环境影响计算的步骤指导	205
4.1 DECIBEL – 噪声计算.....	206
4.1.0 DECIBEL (噪声) 简介	206
4.1.1 DECIBEL (噪声) 计算方法	206
4.1.1.1 国际通用标准 DIN ISO 9613-2	206
4.1.1.2 德国 ISO 9613-2	212
4.1.1.3 英国 ISO 9613-2	213
4.1.1.4 德国标准 VDI 2714 (已过时)	215
4.1.1.5 丹麦法规	216
4.1.1.6 旧的瑞典法规	216
4.1.1.7 瑞典, 2002 年 1 月	216
4.1.1.8 荷兰, 1999	218
4.1.1.9 IL-HR-13-01 (荷兰)	219
4.1.2 在 DECIBEL 中输入噪声和距离数据	219
4.1.2.1 输入风电机组	219
4.1.2.2 输入噪声敏感区域	219
4.1.2.3 地图上显示距离要求	223
4.1.3 DECIBEL – 计算和打印输出	223
4.1.3.1 DECIBEL – 计算设置	223
4.1.3.2 DECIBEL – 计算	225
4.1.3.3. DECIBEL – 打印输出	228
4.1.3.4 用结果图层进行噪声优化	229
4.2 阴影 (SHADOW) 模块 - 闪烁.....	231
4.2.0 阴影模块简介	231
4.2.1 阴影计算方法	232
4.2.1.1 阴影计算模型	232
4.2.2 输入阴影影响计算的数据	233
4.2.2.1 输入风电机组	233
4.2.2.2 输入阴影受体	233
4.2.3 阴影的计算和输出	234
4.2.3.1 阴影 – 计算设置	234

204 • 4.0 环境影响计算模块 – 引言和步骤指导

4.2.3.2 阴影 – 计算.....	237
4.2.3.3 阴影 – 打印输出.....	238
4.3 ZVI – 视觉影响区域.....	240
4.3.0 ZVI – 引言	240
4.3.1 ZVI – 计算方法	240
4.3.2 ZVI –计算输入	240
4.3.2.1 输入风电机组	240
4.3.2.2 输入数字等高线.....	241
4.3.2.3 输入区域对象.....	241
4.3.2.4 输入局部障碍物.....	241
4.3.3 ZVI – 计算和打印输出	241
4.3.3.1 ZVI – 设置和计算	241
4.3.3.2 ZVI – 计算.....	243
4.3.3.3 ZVI – 打印输出.....	243
4.3.3.4 结果图层中 ZVI 的显示	244
4.3.4 累积视觉影响区域.....	244
4.3.4.1 输入数据	244
4.3.4.2 输出	244
4.4 影响计算 – 计算相邻干扰.....	245
4.4.0 影响计算模块简介	245
4.4.1 影响计算 – 计算方法和设置	245

4.0 环境影响计算模块 – 引言和步骤指导

4.0.1 环境影响计算模块简介

环境影响在风电工程中的作用越来越重要。随着工程规模的不断扩大，环境影响研究对于工程选址的决定性作用越来越大。

我们的目的是使用 WindPRO 计算一个工程项目的所有环境影响并给出报告，如果环境主管部门或相邻单位需要，WindPRO 可以给出必要的文件。

视觉影响在另外一章单独介绍。

4.0.2 环境影响计算的步骤指导

- 创建地图和拟建工程（见基础模块 2.0.5）
- 创建相应的对象；对于 DECIBEL（噪声）：噪声敏感区，对于 SHADOW（阴影）：阴影受体，对于 ZVI：带等高线的线条对象和最终的区域对象，WAsP 障碍物对象
- 从计算菜单，运行 DECIBEL（噪声），SHADOW（阴影）或者 ZVI（视觉影响区域）
- 打印报告

4.1 DECIBEL – 噪声计算

4.1.0 DECIBEL (噪声) 简介

DECIBEL 是一个 WindPRO 程序模块的名称，它计算噪声发射，并检测噪声是否满足邻近区域和噪声敏感区的要求，同时它也可以检测这些区域到最近风电机组的是否符合要求的最小距离要求。

此外，DECIBEL 可以计算并绘出工程噪声等级曲线，用来估计将来哪些区域会因噪声敏感原因而不能用。

WindPRO 的一个主要优点是可以通过屏幕上的数字地图直接输入含风电机组和噪声敏感区/点的数据。

Eurodicautom 给出的重要定义，参见：<http://europa.eu.int/eurodicautom/Controller>

Immission (吸收)：发射对环境的扰动效应；远距离污染源传来的污染物到达目标对象。

本文中吸收点一般称为受体、邻近区域或噪声敏感区 (NSA)。

Emission (发射)：物质或能量（例如，噪声、振动、辐射、热能）从发射源释放到环境中。

本文中发射源一般指风电机组。

4.1.1 DECIBEL (噪声) 计算方法

计算某一特定位置（例如邻近区域）受到的一台或多台风电机组的噪声影响，需要以下信息：

- 风电机组的位置 (x, y, z 坐标)。
- 风电机组轮毂高度及其在一个或多个风速下的噪声发射(LWA,ref)，也可能在不同频率下。
- 风电机组噪声中的所有的纯音。
- 噪声敏感位置或区域的坐标。
- 噪声敏感区内可接受的最大噪声等级。可能要包括环境背景噪声信息。
- 要求的计算模型。

WindPRO 使用许多不同计算模型，它们通常与某些国家或区域的要求有关，我们建议用户找出最适合工程所在区域方法。

如果没有专门匹配的方法，那么可以使用通用的 ISO-9613-2 标准，也能满足要求。

选择的方法会决定需要输入数据的类型。

4.1.1.1 国际通用标准 DIN ISO 9613-2

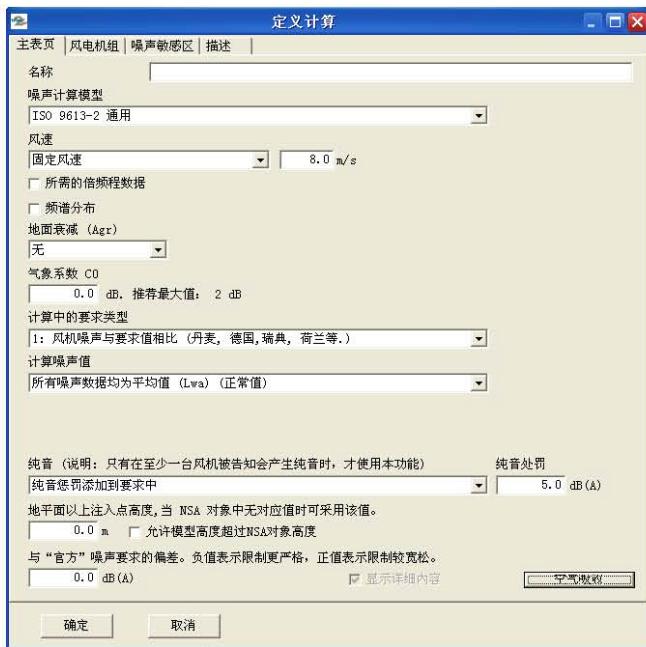
ISO 9613-2 “户外传输过程中的噪声衰减，第 2 部分，通用计算法”给出了户外传输过程中噪声衰减的计算方法。

计算定义选项

通用设置中可以选择一些参数的设置值，这就有可能对它们作出调整使之符合当地的需求。

有效的选项见下图。

4.1 DECIBEL - 噪声计算 • 207

**风速**

固定风速: 只对右侧域中选择的一个风速进行计算。

风速范围: 对一定范围的风速进行计算，在右侧的各域中选择初始值、末端值以及步长。对选定风速，WindPRO 要求提供噪声源数据，也可假设基于所计算风电机组的有效数据。

95%额定功率: 计算采用风机处于 95%额定功率时的噪声值，如果不能找到这样的数据，软件会提示用户输入。

95%额定功率，否则固定风速: 与上述类似。不同的是，如果没 95%额定功率对应的噪声值，WindPRO 会自动选择一个噪声替代值。在右侧的域中选择替代风速。如果没有这个风速对应的噪声值，会提示用户输入噪声值。

地面衰减

无: 计算中不考虑地面衰减阻尼。这种情况接近非常平滑的海面。

通用: 由地面衰减引起的噪声衰减符合 ISO 9613-2 法规描述的一般情况。会要求用户选择通用的地表孔隙度，硬质地面是 0，而多孔地面是 1。默认值 1 满足大多数情况，但是通常需要对每一点单独估计。需要风机的倍频带噪声源数据。如果得不到这些数据，会自动使用其他方法。

这种方法只适用于平坦地形或坡度不变地形。如果不能满足这些条件，建议使用替代情况（如下）。

替代选项: 由地面衰减产生的噪声阻尼符合 ISO 9613-2 法规中描述的替代情况。这个方法通过计算受体和风电机组轮毂之间的视线与这两点之间地形的平均垂直距离，利用地形来估计地面衰减。两点之间若有低谷会使衰减降低；若有山丘则会使衰减加大。如果没有给出地形模型（等高线），模型就会假定风电机组和 NSA 之间的坡度不变。

模型在以下情况下有效：

- 需要 A 加权噪声水平

208 • 4.1 DECIBEL - 噪声计算

- 声音主要在多孔地面传播
- 声音不是纯音

上述两种方法将在下面的理论部分详细介绍。

气象系数

气象系数值可以在 0~5 之间选择。气象系数应该可以反映特定气象条件下的阻尼。EMD 推荐大多数条件下设为 0。

计算中的要求类型

风机噪声与要求值比较：由风电机组的噪声产生的噪声仅与每个噪声受体的临界要求值比较。如果计算涵盖了不同风速，则临界值可以是固定值，也可以是针对某个风速的特定值。这是丹麦、德国、瑞典和荷兰等国使用的通用规程。

风机加上背景噪声与背景噪声加裕度比较：这时受体的噪声值是背景噪声与风电机组噪声的和。将它与背景噪声加裕度构成的噪声要求对比。这个选项用在法国等地。

风机噪声与背景噪声加裕度比较：与上一项类似，但考虑了风机噪声的贡献并与背景噪声加容许裕度相对比。这个选项用在英国、奥地利等。

计算噪声值

所有噪声数据都是平均值(Lwa)：这是正常设置。噪声源数据、背景噪声数据和计算使用的都是平均噪声水平(Lwa)。

所有噪声值均为 90% 超过值(L90)：通过这个设置，所有噪声值都视为 L90 值。这意味着，噪声有 90% 的时间都超过该值。背景噪声也必须输入 L90 值。风电机组使用 Lwa 值，但是会减去 2dB 使之与 L90 值比较近似。打印输出中，Lwa 会被 L90 值取代。这个设置用在英国等。

纯音

纯音和脉冲音补偿均加到风机噪声源中：纯音情况下，补偿加到风机的源噪声水平上。补偿值取决于使用的规程。现代风电机组很少出现纯音。

纯音补偿加到要求值上：使用这个选项，纯音补偿会从报告要求的临界值中扣除，而不是加到风电机组的声源数据中。可以在右侧的域中指定补偿值。

注入点在地面以上的高度

用户可以指定受体的计算高度。对于计算高度，不同规程有不同建议值。典型的地面以上高度是 1、4、5 m。选取“如果允许替换...”复选框，单个受体（噪声敏感区）的计算高度就会替换模型的吸收点高度。但只有在给 NSA 指定了一个高度值时才可以。

与“官方”噪声要求的偏差

它允许用户对噪声要求引入特殊调整。比如，权威机构要求噪声有 2 dB 裕度，以满足不确定性要求，用户可以将这个参数设为-2dB。在打印输出中就会指出，要求是 45 -2 = 43dB。

所需的倍频程数据

4.1 DECIBEL - 噪声计算 • 209

如果有可用倍频程数据，计算中 ISO 9613-2 就会优先使用这些数据。如果没有，就用总的源噪声水平替代，并使用下面描述的无倍频程数据选项。但是如果噪声导则要求倍频程数据，就会选中这个复选框，并且计算开始时如果找不到这些数据就会提醒用户。倍频程数据是 65~8000 Hz 范围内指定频率组的噪声水平。

WindPRO 中使用的是 ISO 9613-2 理论。

无倍频程数据时的计算公式

通常，每类风电机组的 A 加权噪声源（没有倍频程划分或分类）通过测量确定。用 500 Hz 处的阻尼值来确定噪声散发阻尼。不能使用计算地面阻尼的通用方法。每个声源产生的噪声水平用下面的 ISO 9613-2 方法计算：

$$L_{AT}(DW) = L_{WA} + D_C - A - C_{met} \quad (1)$$

L_{WA} : 源噪声，A 加权

D_C : 噪声源的方向修正，不考虑方向效应(0dB)，但是考虑了地形反射， D_Q （需要，因替代方法中计算地面衰减 A_{gr} 时要使用）

$$D_C = D_Q - 0 \quad (2)$$

D_Q 计算如下：

$$D_Q = 10 \lg \{1 + [d_p^2 + (h_s - h_r)^2] / [d_p^2 + (h_s + h_r)^2]\} \quad (3)$$

其中：

h_s : 噪声源在地面以上的高度（轮毂高度）

h_r : 地面以上噪声受体高度（通常是 5m，但也可以在计算设置中单独设置）

d_p : 噪声源和受体水平地面投影的距离

噪声源（下标为 s）和受体（下标为 r）的距离由(x,y)坐标决定。

$$d_p = \sqrt{(x_s - x_r)^2 + (y_s - y_r)^2} \quad (4)$$

A: 噪声源(风电机组-机舱)和噪声临界点之间的阻尼：

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (5)$$

A_{div} : 由几何位置产生的阻尼

$$A_{div} = 20 \lg(d/1m) + 11 \text{ dB} \quad (6)$$

d: 噪声源和受体之间的距离

A_{atm} : 大气吸收产生的阻尼

$$A_{atm} = \alpha_{500} d / 1000 \quad (7)$$

α_{500} : 大气吸收系数 (= 1,9 dB/km)

α_{500} 值基于最优的噪声散发条件（温度为 10°C，相对湿度 70%）

A_{gr} : 地形阻尼

$$A_{gr} = 4.8 - (2h_m / d)[17 + (300 / d)] \quad (8)$$

如果 $A_{gr} < 0$ ，那么 $A_{gr} = 0$

h_m : 地面以上噪声发射的平均高度（单位为米）

如果该场址没有山岳，则：

210 • 4.1 DECIBEL - 噪声计算

$$h_m = (h_s + h_r) / 2 \quad (9a)$$

如果风电机组和受体之间的视线和地形有 DHM, 那么就会基于网格计算视线经过的每个网格点的值(网格大小在计算设置中设置)。平均高度用以下公式计算:

$$h_m = F/d \quad (9b)$$

F: 散发点到受体(吸收点)之间的总面积

$$F = F_1 + F_2 + \dots + F_{100}$$

d: 散发点到受体(吸收点)之间的距离

A_{bar} : 屏蔽产生的阻尼(噪声防护), 通常没有屏蔽保护时: $A_{bar} = 0$.

A_{misc} : 其它因素产生的阻尼(植被, 建筑, 工厂)。通常计算中不包括这些影响。 $A_{misc} = 0$.

C_{met} : 气象修正, 由下方程决定:

$C_{met} = 0$, 当 $d_p < 10(h_s + h_r)$ 时,

$C_{met} = C_0 [1 - 10(h_s + h_r)/d_p]$ 当 $d_p > 10$ 时,

d_p : 噪声源和受体在水平地面上的投影距离。

因数 C_0 取决于天气条件, 可以在 0~5 dB。有些例外情况下, 也可能出现大于 2 dB 的情况。WindPRO 中, 可以对每个噪声计算单独设置 C_0 。

使用倍频程划分的噪声数据的计算方法

使用 ISO 9613-2 可根据风电机组倍频程分类的噪声图进行计算。如果可以获取这些数据, 已把它们输入到 WindPRO 的 WTG 目录中, 就会在计算中自动使用。利用倍频程数据就可以使用通用的地面阻尼方法。下列公式只表明它与用 500 Hz 频率作平均值进行计算的差别。合成噪声计算如下:

$$L_{AT} (DW) = 10 \lg [10^{0.1L_{AT}(63)} + 10^{0.1L_{AT}(125)} + 10^{0.1L_{AT}(250)} + 10^{0.1L_{AT}(500)} + 10^{0.1L_{AT}(1k)} + 10^{0.1L_{AT}(2k)} + 10^{0.1L_{AT}(4k)} + 10^{0.1L_{AT}(8k)}] \quad (10)$$

式中: L_{AT} 为不同频率(63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000 Hz)下每个噪声源的 A 加权噪声源
每个噪声源在平均频率时的 A 加权噪声源 L_{AT} 计算如下:

$$L_{AT} (DW) = (L_w + A_f) + D_c - A \quad (11)$$

此处:

L_w : 非 A 加权点源的倍频程噪声源。 $L_w + A_f$ 是根据 IEC 651 组成的 A 加权倍频噪声源。

A_f : 根据 IEC 651 标准化的 A 加权。WindPRO 根据它计算噪声源的 A 加权值。

D_c : 噪声源方向修正, 不考虑方向效应(0dB), 但会考虑地面引起的反射。如果使用通用的地面衰减 $D_\Omega = 0$, 则 $D_c = 0$ 。如果使用替代方法, 则 D_c 计算和无倍频情况下一样。

A: 倍频程阻尼, 由以上描述决定的点源和受体之间的阻尼, 有以下几类阻尼:

$$A = A_{div} + A_{atm} + A_{gr} + A_{bar} + A_{misc} \quad (12)$$

A_{div} : 几何分布引起的阻尼(= VDI 2714 距离图 D_s)

A_{atm} : 大气吸收引起的阻尼, 与频率有关(= VDI 2714 大气吸收图 DL)

A_{gr} : 地形阻尼(= VDI 2714 地形和气象阻尼图 DBM)

A_{bar} : 屏蔽引起的阻尼(噪声防护), 最坏情况是没有噪声防护, 则 $A_{bar} = 0$

A_{misc} : 其它因素引起的阻尼(作物, 住房, 工厂), 最坏情况是 $A_{misc} = 0$

倍频程划分的噪声散发, 大气吸收引起的衰减取决于大气吸收引起的频率:

$$A_{atm} = \alpha_f d / 1000 \quad (13)$$

此处: α_f 是每个频段的吸收系数。

空气阻尼系数很大程度上取决于噪声频率、环境温度和大气相对湿度。不利条件是在 10°C 和 70% 相对湿度下。其数值如下：

频带，平均频率 [Hz]	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
α_f [dB/km]	0.1	0.4	1	1.9	3.7	9.7	32.8	117

对于地形阻尼，有两种计算地面衰减 A_{gr} 的方法。前述的替代方法用于无倍频程数据情况。通用计算方法如下：

$$A_{gr} = A_s + A_r + A_m \quad (14)$$

式中，

A_s : 声源地区的衰减，跨度 $30h_s$ ，最大是 d_p 。这类区域用地面因数 G_s 描述，它是地表的孔隙度，介于 0 (硬质地面) 到 1 (多孔地面) 之间。

A_r : 离受体 $30h_r$ 的区域的衰减。这类区域用地面因数 G_r 描述。

A_m : 中间区域的衰减。如果声源与受体重叠，那就没有中间区域。该区域用地面因数 G_m 描述。

WindPRO 中只使用一个 G 参数(孔隙度)：

$$G = G_s = G_r = G_m \quad (15)$$

孔隙度在计算设置中设置。

下面用从 ISO 9613-2 文件中摘录的表解释如何计算上述三种地面衰减。

Nominal midband frequency Hz	A_s or A_r ¹⁾ dB	A_m dB
63	-1,5	$-3q^2)$
125	$-1,5 + G \times a'(h)$	
250	$-1,5 + G \times b'(h)$	
500	$-1,5 + G \times c'(h)$	
1 000	$-1,5 + G \times d'(h)$	
2 000	$-1,5(1 - G)$	
4 000	$-1,5(1 - G)$	
8 000	$-1,5(1 - G)$	

NOTES

$a'(h) = 1,5 + 3,0 \times e^{-0,12(h-5)^2} \left(1 - e^{-d_p/50}\right) + 5,7 \times e^{-0,09h^2} \left(1 - e^{-2,8 \times 10^{-6} \times d_p^2}\right)$
 $b'(h) = 1,5 + 8,6 \times e^{-0,09h^2} \left(1 - e^{-d_p/50}\right)$
 $c'(h) = 1,5 + 14,0 \times e^{-0,46h^2} \left(1 - e^{-d_p/50}\right)$
 $d'(h) = 1,5 + 5,0 \times e^{-0,9h^2} \left(1 - e^{-d_p/50}\right)$

1) For calculating A_s , take $G = G_s$ and $h = h_s$. For calculating A_r , take $G = G_r$ and $h = h_r$. See 7.3.1 for values of G for various ground surfaces.

2) $q = 0$ when $d_p \leq 30(h_s + h_r)$

$q = 1 - \frac{30(h_s + h_r)}{d_p}$ when $d_p > 30(h_s + h_r)$

where d_p is the source-to-receiver distance, in metres, projected onto the ground planes.

长期平均噪声水平（合成噪声水平）

212 • 4.1 DECIBEL - 噪声计算

如果计算中包括 n 个噪声源（风电场），那么噪声源图和距离噪声临界点的距离就会重叠。合成噪声 L_{AT} 用以下公式计算：

$$L_{AT}(LT) = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1(L_{ATi}-C_{met}+K_B)} \quad (14)$$

L_{AT}: 噪声临界点的合成噪声

L_{ATi}: 噪声源 i 的在噪声临界点产生的噪声 i

i: 所有噪声源的编号，从 1~n

K_{Ti}: 对噪声源 i 加入纯音，取决于当地规则

K_H: 对噪声源 i 加入脉冲音，取决于当地规则

C_{met}: 气象修正，由下列方程决定：

C_{met} = 0, 当 d_p < 10 (h_s+h_r) 时,

C_{met} = C₀ [1-10(h_s+h_r)/d_p], 当 d_p > 10 时,

d_p: 噪声源到受体的地面投影距离。

式中参数 C₀ 取决于天气条件，范围是 0~5 dB。有时也会出现大于 2 dB 的例外情况。

WindPRO 可以在每个噪声计算中单独定义 C₀。

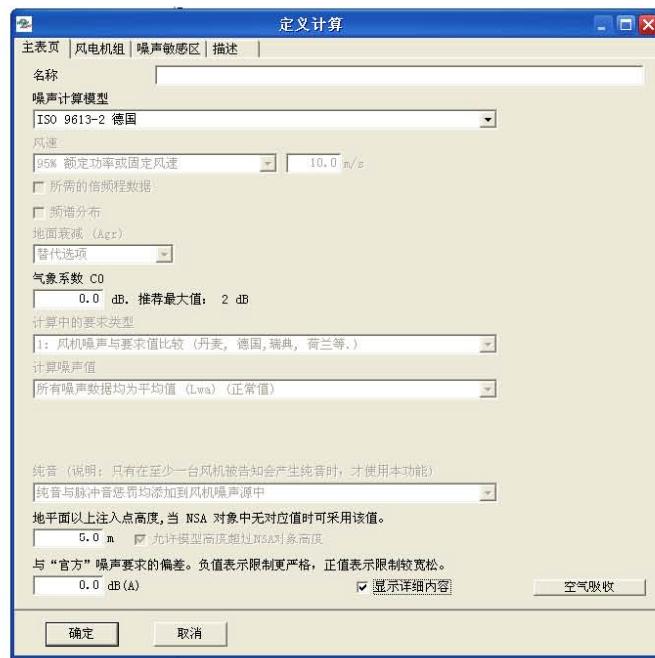
4.1.1.2 德国 ISO 9613-2

ISO 9613-2 德国计算选项是 ISO 9613-2 通用法规的特例。

这个选项要设置为符合德国通用的设置。

计算设置

下图是 ISO 9613-2 德国计算设置的界面。字体为灰色的域是锁定，不能改变。默认情况下，除非点击“显示详细内容”复选框，它们才会显示。要进一步了解各相关域的情况，请参阅通用 ISO 9613-2 法规。



© EMD International A/S • www.emd.dk • WindPRO 2.6 • Jan. 08

风速

使用 95% 额定功率下的源噪声值，如果没有这些值，就使用 10 m/s（地上 10 m）对应的噪声值。

地面衰减

使用的是替代地面衰减法。

气象系数 C0

可以设置气象系数，推荐的最大值是 2dB。

计算中的要求类型

只有与受体固定临界要求比较时，才考虑风电机组产生的噪声。

计算中的噪声值

所有噪声值都使用 Lwa 单位。指的是平均 A 加权噪声声压。

纯音

纯音和脉冲音补偿加到源噪声之上。这些值取自风电机组目录，通常是 3 或 6dB。

地面以上吸收点的高度

默认情况下，受体处吸收点地上高度设置为 5m，当然用户也可以自定义。

与官方噪声要求的偏差

这个域取决于用户。

倍频程数据

不需要倍频程带数据

噪声受体

每个受体都必须设定临界噪声水平。对背景噪声值没有要求。

德国噪声问题的立法基础源自 Bundesimmissionsschutzgesetz (BlmSchG)”。环境和贸易部要求建筑物依据“TA-Lärm 1998”（防护噪声的技术指导）提供出与环境和人类是否协调的证明。由各郡的环境保护和贸易部们来核定建筑物噪声。

在建筑条例(BauNVO, 1990)和 TA-Lärm 中，建筑的环境类型由下列保护顺序的最大值决定（夜间）：

35dB 噪声敏感住宅区或疗养院

40dB 普通住宅区（主要是私有共管）

45dB 没有特殊用途、规定距离之外的乡村和产业

50dB 商业区

70dB 工业区

通常风电工程区域使用的限制值是 45 dB。这个限制值包括的纯音范围取决于当地管理部门。

4.1.1.3 英国 ISO 9613-2

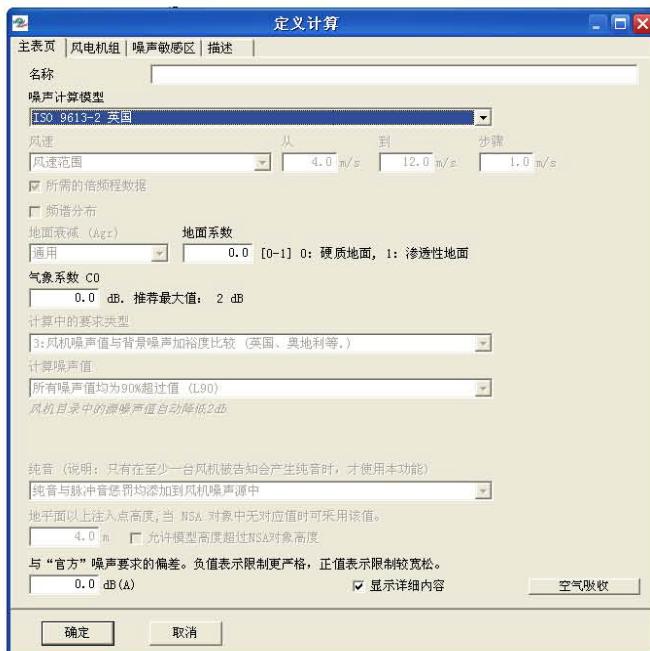
ISO 9613-2 英国计算选项是 ISO 9613-2 通用法规的特例。

选项的设置符合 ETSUR-97 推荐使用的英国标准。

计算设置

下图是依照英国 ISO 9613-2 计算时的设置界面。其中灰色字体的域是固定的，不能改变。默认情况下，如果选择“显示细节”选框，这些灰色域才会激活。要了解这些选项的详细介绍，请参阅德国法规 ISO 9613-2 的相应部分。

214 • 4.1 DECIBEL - 噪声计算

**风速**

风速介于 4 ~ 12 m/s 且间隔为 1 m/s, 所对应的源噪声值。如果不能获得这些数据, 需要用户提供。

地面衰减

使用常规地面衰减方法。需要用户提供地表孔隙度图。一般情况英国使用的孔隙度为 1。

气象系数 C0

气象系数可以进行调整, 最大推荐值是 2dB。

计算中的要求类型

风机产生的噪声与每个受体的背景噪声加裕度相比较。噪声受体的推荐值如下:

计算中的噪声值

所有噪声值都使用 L₉₀ 单位, 指的是超过 90% 时间的噪声水平。输入背景噪声也使用这一单位。要把风机的源噪声值由 L_{wa} 转化为 L₉₀, 只需要相应地减去 2dB。

纯音

源噪声值中加入纯音和脉冲音补偿。这些值从风机目录中取得, 通常使用 3 或 5dB。

吸收点距地表高度

受体的吸收点高度设置为 4m。

与法定噪声要求的偏差

这个选项由用户决定。

倍频程数据

需要倍频程带的数据。开始计算时, 如果在风机目录中找不到这些数据, 就需要用户提供。

噪声受体

4.1 DECIBEL - 噪声计算 • 215

对于 4~12 m/s 之间的风速，都必须输入 L_{90} 单位的背景噪声值。风电机组噪声等级必须设置一个裕度。标准的昼夜值是 5dB。英国标准(ETSU R-97)也定义了固定的风电机组噪声的最低限值， $L_{90} = 35\text{--}40 \text{ dB}$ (白天) $L_{90}=43 \text{ dB}$ (夜间)。换句话说，风电场任何低于该值的噪声水平都可以接受。固定噪声最低限值在噪声受体对象的“永远可以接受”框中设定。

4.1.1.4 德国标准 VDI 2714 (已过时)

1998 年 1 月 10 日之前，一直按 VDI 发布的“户外噪声发射”(Noise emission in open air) 导则的条款计算。计算起点是简单的 A 加权噪声散发。下列公式用来计算风电机组和噪声敏感点距离为 S 处的噪声水平：

$$LS = LW + DI + KO - DS - DL - DBM - DD - DG \text{ 单位 dB(A)}$$

LS：S 处的噪声水平计算值

LW：风电机组的噪声发射

DI：方向影响值(= 0)

KO：立体角值 (= 3 dB)

DS：距离值 $DS=10 \log(4 \pi S^2)$

DL：大气吸收值 $DL=\alpha_L S; \alpha_L = 0.00209 \text{ dB/m}$

DBM：地形和气象衰减值

$DBM = \text{Max}(0, 4.8 - (hq+hA)/S(17+300/S))$

式中， hq 为轮毂高度， hA 为噪声临界点地上高度 IP (= 5m)

DD：植被阻尼值 (= 0)

DG：建筑阻尼值 (= 0)

括弧里的数值是默认值。它们是 WindPRO 使用的所谓“最坏情况”值。例如，植被阻尼通常总大于 0，因此噪声测量值应低于计算值。

如果噪声源有几个（如风电场内），则应该把各声源的贡献相加，根据它来计算噪声临界点的合成噪声。

纯音增加值（纯音含量）

齿轮、发电机、叶片角的液压调节系统等都是潜在的纯音源。纯音应该通过改变结构而去掉，或者至少也要减少。根据 VDI 2058 第一部分的说法，它是可听见的纯音（大于 2 dB(A)），“由于它加重了令人不乐的影响导致人们提高噪声水平计算值。增加 3 还是 6 dB (A) 取决于纯音的显著程度。”

脉冲音增加值

叶轮叶片转过塔架时发出的声音含有脉冲音。如果存在脉冲音，可以通过 DIN 45645 估计。如果噪声源有明显的脉冲音或噪声水平频率每分钟改变几次（根据测量），根据 VDI 2058，需要给描述纯音噪声水平的计算值再加 3 或 6 dB(A)。

实际的纯音增加值

在 WindPRO 的风电机组目录中，可以添加可能的纯音值、是否要给计算值分别加 3 或 6 dB (A) 等信息。这种情况下，如果 DECIBEL 检查到符合一个给定的噪声水平，就会根据 VDI 标准给噪声水平计算值加上给定值，与丹麦规则相反，如果只有一台风电机组有纯音，则只需提高要求 (5dB(A)) 即可。如果知道还另有一个纯音，但是没在风电机组目录中列出来，那么您可以自己设置另一套加上 3 或 6 dB(A) 的噪声值。

通常，如果对这些要求有疑问，我们推荐您与相关主管部门或制造商联系。

4.1.1.5 丹麦法规

丹麦法规新的立法（2006）将会加入到手册新版本中。

丹麦法规的概述参见“Bekendtgørelse om støj fra vindmøller”（环境部门的声明）No. 304 of 14/5/91。

噪声影响限值定义见第二章，第二段，即：

“位于空旷地与住宅相邻的户外，风电机组的噪声影响不得超过 45 dB (A)。住宅区或其他噪声敏感区内的户外疗养区，风电机组的噪声影响不得超过 40dB (A)。”

第三段规定，噪声影响必须在 8 m/s 风速下和 10m 高处计算。

如果风电机组噪声散发有明显的纯音，它的渗透值始终是 5 dB。

5 dB 纯音渗透值意味着 45 和 40 dB(A) 的相应要求更严格，为了防止噪声散发中出现纯音，就需将其相应减小到 40 和 35dB。但是对于几台风电机组中只有一台散发纯音的情况并没有指导方法。因此必须向当地主管部门咨询。

主方程是：

$$L_{pA} = L_{WA,ref} - 10 \times \log(1^2 + h^2) - 8dB - \Delta L_a$$

式中， l 是风电机组到邻近区域间的距离， h 是机舱和邻近区域间（通常=轮毂高度）的高度差

ΔL_a 是大气吸收率，

ΔL_a 用公式 $\alpha_a \sqrt{l^2 + h^2}$ 计算，其中 α_a 是衰减系数 ((0.005 dB/m 或者从下表查得))。

倍频程带衰减系数：

中间频率 (Hz)≤	125	250	500	1000	2000	4000	8000
α_a (dB/m)	0	0	0.002	0.004	0.007	0.017	0.06

如果每个倍频程段都给出了风电机组的噪声散发值（参阅第二章 WindPRO BASIS 第五部分“风电机组目录”），则计算中的衰减系数会更准确，但是对此并没有要求。

4.1.1.6 旧的瑞典法规

旧的瑞典法规基于 Statens Naturvårdsverk, Sten Ljunggren, FFAP-A-935, 1992 的“Metod för mätning av bullerimmission kring vindkraftverk”。基本沿袭丹麦法规，只有几点不同：

风电机组在 8m/s 风速时的最大噪声影响：

轻工业区： 50 dB.

住宅区等： 40 dB.

疗养区： 35 dB.

衰减系数设为 0.003 dB/m，而不是 0.005 dB/m。

4.1.1.7 瑞典，2002 年 1 月

2001 年底瑞典发布了计算风电机组噪声的新法规，名称是“Ljud från Vindkraftverk”，Naturvårdsverket 2001, ISBN 91-620-6641-7。它取代了原有的计算方法，并且分陆上和海上两种情况。

4.1 DECIBEL - 噪声计算 • 217

Naturvårdsverket 针对每种方法都给了对照表，所有计算想要验收就都必须符合对照表。说明 WindPRO 能够满足这些要求的确认报告可以在 www.emd.dk 下载，文件名是“Dokumentation af WindPROs beregning af svensk støj - vers2.pdf”。

计算设置

对于陆上法规，需要用户给出周围地面的粗糙度，使用的单位是粗糙等级。

参数 k 固定为 $k = 1$ ，因为导则中关于风速间隔多少时可以推出这个指数并不清楚。

请注意，对于陆上和海上情况，如果受体离任何一台风机超过 1000 m，就需要风机的倍频程数据。

瑞典，2002 年 1 月，陆上。

如果距风电机组超过 1000 m，要使用以下公式：

$$L_A = L_{WA,corr} - 8 - 20 * \log(r) - 0.005 * r$$

式中 r 是受体到风电机组轮毂的距离。

$L_{WA,corr}$ 是修正的源散发值，取决于地形粗糙度和噪声，是风速的函数。

$$L_{WA,corr} = L_{WA,measured} + k * \Delta v_h$$

$L_{WA,measured}$ 是 10 m 高度，8 m/s 风速时 A 加权的散发噪声水平测量值。

k 是噪声随风速的变化率。WindPRO 中，k 设为 1 dB/(m/s)。

Δv_h 是轮毂高度和 10 m 高度的风速差，用下式计算：

$$\Delta v_h = v_h ([\ln(H/z_0)/\ln(h/z_0)] * [\ln(h/0.05)/\ln(H/0.05)] - 1)$$

式中 H 是轮毂高度，h 为 10 m， z_0 是对应于粗糙级的粗糙长度（见第三章）。WindPRO 中，计算点必须选定一个通用的粗糙级。

如果受体和风电机组的距离超过 1000 m，就要使用另一种方法计算，该方法要用倍频程数据。受体的噪声水平计算如下：

$$L_A = L_{WA,corr} - 10 - 20 * \log(r) - \Delta L_a$$

这里的阻尼 ΔL_a 计算如下：

$$\Delta L_a = 10 * \log(\sum 10^{(Li+Ai)/10}) - 10 * \log(\sum 10^{(Li+Ai+r*ai)/10})$$

式中 L_i 是倍频数据测量值， A_i 是相应频率下的 A 加权值。

r 是风电机组到受体的距离。

如果风电机组没有倍频程数据，就不会有计算结果。对噪声受体和噪声等值线地图都是这样。

瑞典，2002 年 1 月，水面

对计算噪声在水面传播，该法规推荐了另一个公式。

$$L_A = L_{WA,corr} - 8 - 20 * \log(r) - \Delta L_a + 10 * \log(r/200)$$

式中：

$$\Delta L_a = 10 * \log(\sum 10^{(Li+Ai)/10}) - 10 * \log(\sum 10^{(Li+Ai+r*ai)/10})$$

计算噪声在水面的散发同样需要倍频程数据。

如果没有风电机组的倍频程数据，就不能计算（无结果数值）。

瑞典的噪声要求

临近农场及其建筑物的最大允许噪声水平通常是 40 dB(A)。噪声敏感区要求的限值更低。

4.1.1.8 荷兰, 1999

荷兰 1999 方法服从 Ministerie van VROM, Zoetemeer, 1999, ISBN 90 422 0232 7 “Handleiding meten en rekenen Industrielawaai”中描述的导则。

导则中, 模块 C, II.8 方法是专门针对风电机组噪声的。

计算设置

要求用户设置地形阻尼(D_{bodem}), 范围是 0~3, 其中 0 指的是硬表面, -3 指的是非常软的表面。

理论背景

基本公式是:

$$L_i = L_{WR} - \Sigma D$$

其中 L_i 是受体处的噪声水平

L_{WR} 是风电机组处的噪声水平

ΣD 是:

$$\Sigma D = D_{geo} + D_{lucht} + D_{refl} + D_{scherm} + D_{veg} + D_{terrein} + D_{boden} + D_{huis}$$

它们分别是不同的阻尼因素。

这个方法要使用倍频程值。如果不能获得, 就要使用源噪声散发值。

WindPRO 中作了如下假设:

- 噪声受体在地上 5 m
- 噪声没有屏蔽或反射效应
- 低频段(31.5 和 63 Hz)没有显著的噪声水平
- 受体和风电机组间的距离超过 1.5 倍的风轮直径。

D_{geo} 是几何阻尼, 计算如下:

$$D_{geo} = 20 * \log(d) + 11$$

其中 d 是风电机组到受体的距离。

D_{lucht} 是由于空气吸收阻尼。使用倍频程数据时, 每个频率都会使用特定的空气吸收系数。如果只使用一个源噪声散发值, D_{lucht} 的计算如下:

$$D_{lucht} = 0.002 * d$$

D_{refl} 是由反射产生的阻尼。WindPRO 中设为 0。

D_{scherm} 是由屏蔽产生的阻尼。WindPRO 中设为 0。

D_{veg} 是由植被产生的阻尼。WindPRO 中设为 0。

$D_{terrein}$ 是由工业地形产生的阻尼。WindPRO 中设为 0。

D_{bodem} 是由地面硬度 (或者柔软度) 产生的阻尼。WindPRO 中可以将地面声学硬度 B 设为 0 (硬地
形) 到 -3 (软地形, 有树的农田)。 D_{bodem} 计算如下:

$$D_{bodem} = -2 - B$$

D_{huis} 是由住宅产生的特殊情况的阻尼。WindPRO 中设为 0。

4.1.1.9 IL-HR-13-01 (荷兰)

这是以前荷兰计算风电机组噪声传播的方法。在 WindPRO 中，它与 1999 年版本的唯一差别是它假设了硬声学地形($B = 0$)。

4.1.2 在 DECIBEL 中输入噪声和距离数据

需要一张背景地图，空白地图也可以。

如果与这个工程链接的地图有一张或多张，只要点击地图按钮就可以激活。想要了解更多有关地图使用操作，请参阅 WindPRO 第二章基础模块中的相关部分。

请注意，当通过地图输入对象时，可以按住 $<\text{shift}>$ 键的同时选择一个工具，这样就创建了一个默认工具。这项功能有助于您输入一些具有共同属性的对象（例如，对距离或噪声等级要求相同的一系列噪声敏感对象，或许平行排列的风电机组）。

4.1.2.1 输入风电机组

参见第二章基础模块中 2.5.2 关于输入风电机组的部分，以及 2.6.3.2 关于风电机组目录的噪声数据部分。

风电机组存有不同类型的噪声数据。能够提供的有不同风速（最常见的是 8 或 10 m/s）、不同轮毂高度的噪声数据，也可以提供按噪声源排放水平(L_{wref})或倍频程分组（甚至可以再细分为第三级）的噪声值。计算中需要的表格取决于选用的计算方法（参看 4.1.1）和当地的规程。

通常情况下 WindPRO 会检测出哪些值与选用的计算类型有关，当然，您也可以在风电机组对象属性中手动填入特定的噪声排放水平（参见 2.5.2.1）。

如果风电机组没有符合计算需要的噪声数据，可以与厂商联系获得。

4.1.2.2 输入噪声敏感区域



噪声敏感区域对象（NSA 对象）的图形输入：点击左侧所示按钮，在地图上双击鼠标左键，即可创建一个点状的 NSA 对象。

在地图上点击左键，可定义区域的第一个顶点，然后依次点击左键定义多边形的其他顶点，最后点击右键使多边形闭合。

关于“位置”表页，参见第二章基础模块中的 2.5.2.2。

注：输入的噪声敏感区的 z 坐标应该与风电机组的 z 坐标使用相同参考系。如果风电机组输入的是默认值“0”，那么输入的噪声敏感区 z 坐标就应该是相对于风电机组地基的高度，例如，如果噪声敏感区的高度低于风电机组地基高度，那么 z 坐标就变成负值。我们推荐输入的所有对象 z 坐标都是相对于海平面。使用从线条对象中自动检测的 z 值是非常方便的。

噪声敏感区可以通过以下形式输入：

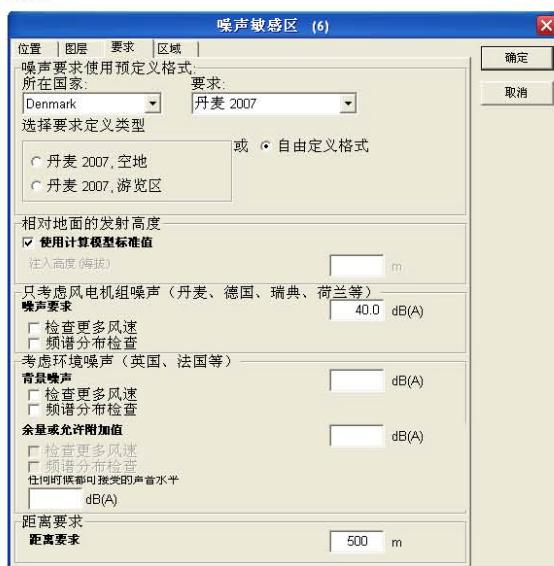
- 点
- 区域

如果输入的是点，那您必须根据实际要求，输入受风电机组噪声影响最大的邻域或噪声敏感区的坐标。这一般指离风电机组最近的点，但要马上确定这个点可能有困难。特别是如果风电机组全都遍布在邻

220 • 4.1 DECIBEL - 噪声计算

近区域，或者与噪声敏感区平行分布着很多不同类型的风电机组。因此，将噪声敏感区以多边形输入，多边形的各个顶点包围噪声敏感区。这样，程序就会计算出影响最大的点，或者是介于多边形两个顶点之间的点（即位于连接两个顶点的线上）。

要求



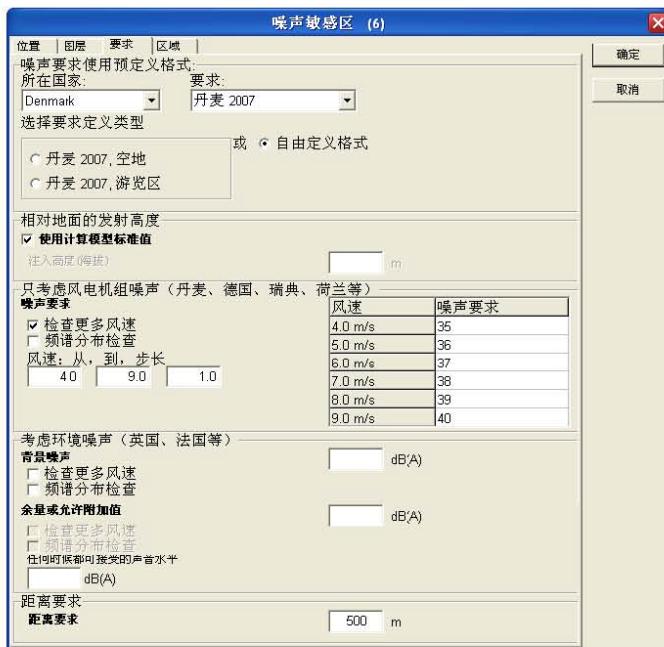
对于每个噪声对象需要输入它的距离要求和噪声要求。如果不填入要求，那么计算中就不会考虑，同时打印输出中也不会显示。所有噪声值都是 L_{wa} 值，除非在计算设置中选择 L_{90} 时才会是 L_{90} 值。

上面的屏幕截图是 NSA 的属性设置。输入的噪声要求是 40 dB，距离要求是 500 m。

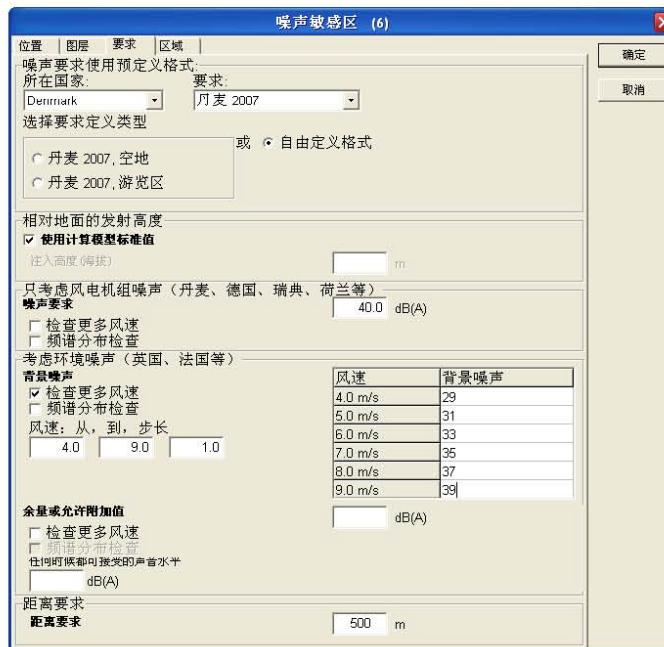
NSA 默认情况下，选择的计算模型会确定计算中噪声受体距地面的高度，用户不需要再输入具体值。可能会有一些特殊地方需要采用不同的计算高度（如塔或高建筑）。这种情况下，可以取消复选框，并输入一个具体计算高度。

如果不同风速的噪声要求不同，选择“检查更多风速”，这样可以输入特定的临界值（见下图）。

4.1 DECIBEL - 噪声计算 • 221

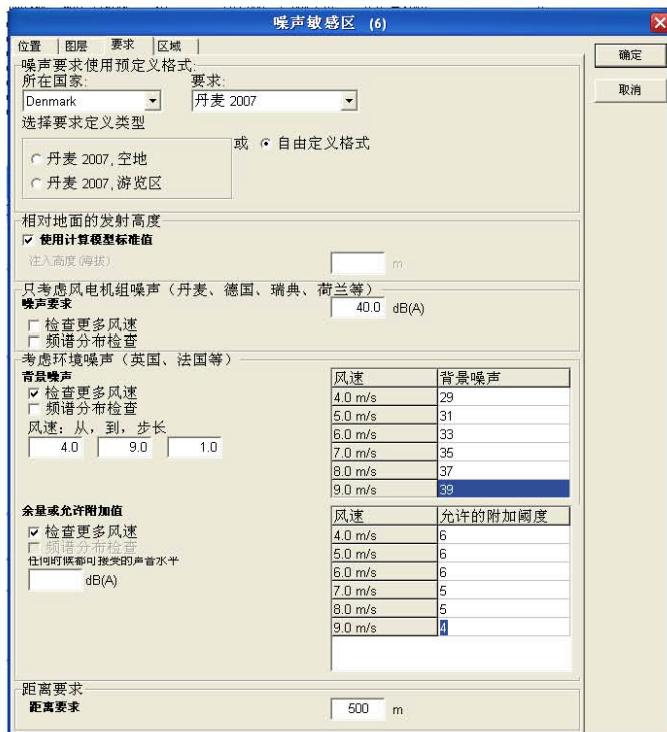


某些区域内背景噪声水平与计算有关。这种情况下，必须输入背景噪声（背景噪声水平）。如果背景噪声与多个不同的风速有关，那么选择“检查更多风速”，可以输入特定的噪声值。



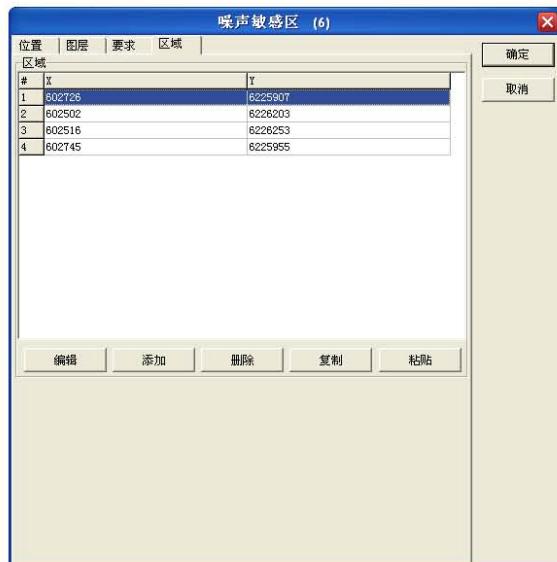
如果需要背景噪声，通常是因为噪声要求是背景噪声加裕度（允许的额外噪声）的函数。裕度可以是固定值，或者与风速相关。这种情况下，选择“检查更多风速”，用户可以输入不同的裕度。

222 • 4.1 DECIBEL - 噪声计算



对于风电机组产生的某一个噪声水平值，无论背景噪声水平如何，总是可以被接受的。可以在“任何时候都可接受的声音水平”框中输入这一噪声水平。在英国的例子中，43 dB 是始终可以被接受的。

区域



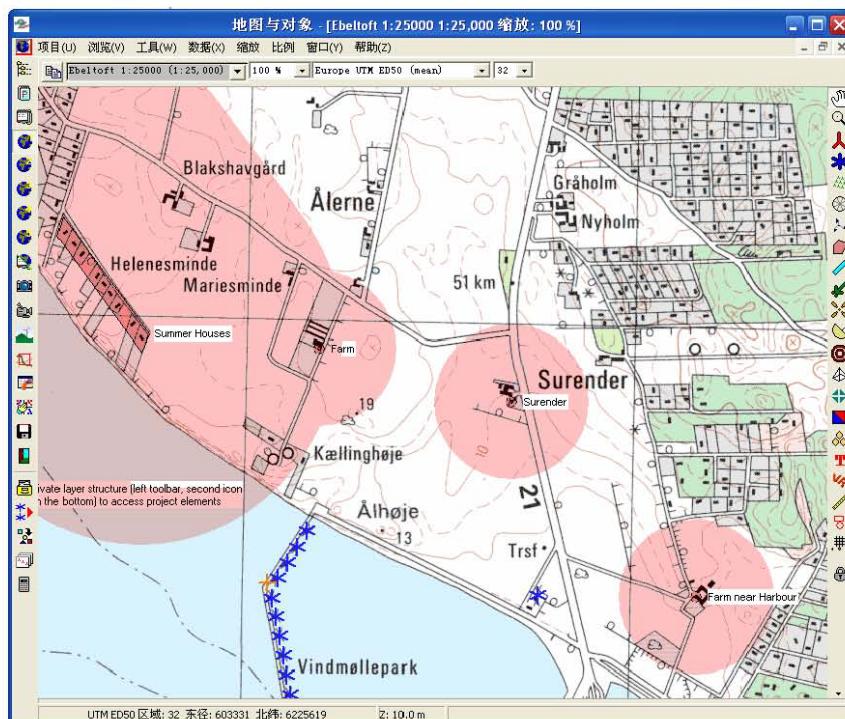
4.1 DECIBEL - 噪声计算 • 223

如果输入的 NSA 是区域而不是点，那么就可以在区域表页中编辑区域内的节点。可以添加，编辑或删除节点。如果要把节点复制到 Excel 中，或者从 Excel 复制到 WindPRO 中，那么就会从 Excel 中拷贝或粘贴全部对象。

如果输入的 NSA 是区域，WindPRO 会计算区域边界每点的噪声水平，并且给出的结果是最高噪声水平。

因为一个多变形只能赋予一个高度（z 坐标），可以输入有不同高度的多个相邻多边形作为噪声敏感区，区域的描述可以是噪声对象邻近区域的名称。

4.1.2.3 地图上显示距离要求



在 NSA 对象上点击鼠标右键，可以打开或关闭距离标志。选定的模式覆盖全部 NSA 对象。如果距离标志被激活，程序会生成一个暗红色的圈，代表每个对象的距离要求（见上图）。

4.1.3 DECIBEL – 计算和打印输出

在计算菜单的标题栏，点击 DECIBEL 标题旁边的绿色箭头，从而选择计算模式。一旦选定了计算模式，软件就会提醒您完成计算设置。

4.1.3.1 DECIBEL – 计算设置

计算名称：这里可以输入一个描述性的名称，以区分同一工程的不同计算。

主项

224 • 4.1 DECIBEL - 噪声计算

选择计算方法：表中列举的是目前已经嵌入到程序中的模型（丹麦，德国等），见下列窗口。



根据选择的规程，会出现相应的计算选项。关于这些选项的描述，请参阅 4.1.1 中相应的模型描述。

风电机组

计算中包含的风电机组：如果您想让计算中不包含某些风电机组，那您可以在对象表中取消选择。一个好的方法是将所有布局放在各个特殊图层中，然后可以通过选择图层来选择风电机组。

噪声敏感区

计算中包含的噪声敏感对象：同样，如果想在计算中不包含某些受体，可以在对象列表中取消选择。



计算中，可以使用风机目录中的噪声数据（推荐），也可以手工输入风电机组的噪声排放水平。

为了生成噪声等值线图，WindPRO 需要掌握风电机组周围很多格点的 z 坐标。它可以从有效的高程模型（线条对象中的等高线，参见第二章 2.8）中获取，也可以设置成统一的固定 z 坐标。当然如果能获得有效的线条对象，精度会更高，但同时也会使噪声地图打印输出变慢。如果选择一个基于水平面的合理的平均高度，并且地形高度差别不大，那么使用固定高度计算 z 值所产生的误差经常可以忽略。

请注意，标准计算面是 0 m。如果已经给出受体和风机的 z 坐标，那么就要使用水平基准高度的平均值。

4.1 DECIBEL - 噪声计算 • 225

如果 ISO 9613-2 标准使用了替代地面衰减，就要始终使用等高线 DHM（使用有效的高程模型的 TIN）。

如果计算中使用几个不同风速，那么必须说明计算噪声等值线所用的风速。如果没有说明，软件就会提醒用户输入一个风速值。

值得注意的是，在计算时（而不打印时）计算噪声等值线会限制报告的设置属性（或者需要在计算前做最终设置），但是打印时会节省很多时间。当使用更复杂的计算模型（如 ISO）或有效的线条对象高度时，强烈推荐此方法。

选择“在地图上创建 ISO 噪声线结果图层”就会在“地图与对象”的地图上创建出带有噪声等值线的结果图层。参阅 4.1.3.4。

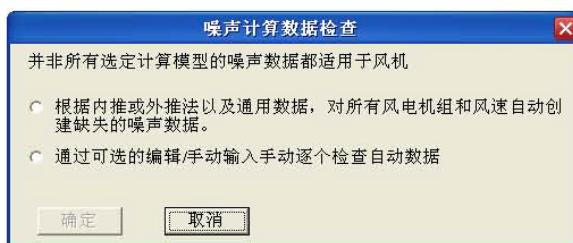
噪声栅格分辨率设置噪声地图计算中的栅格尺寸。栅格越小，精度就越高，但计算也更慢。这样只会影响噪声地图而不会影响 NSA 计算。

除上面所说的栅格尺寸，结果图层中的噪声等值线的栅格尺寸也可以定义。因为风机移动后它需要实时更新，所以推荐使用较大的栅格尺寸，从而加快运算进程。

4.1.3.2 DECIBEL – 计算

如果要计算的风机类型所需的数据都已经具备，点击 OK 之后，DECIBEL 就会执行运算。

如果缺失了某些源噪声数据，就会出现下面窗口。

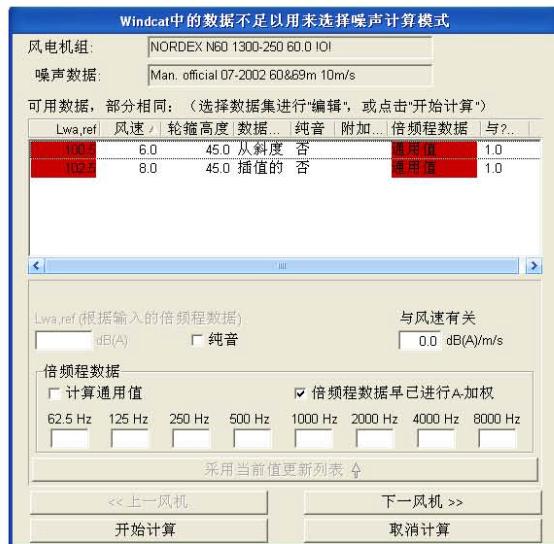


可以让 WindPRO 为缺失值创建一些源噪声值。

最好手工查看建议或者忽略这些而手工选择噪声值。

选择“手动检查”选项后，会打开如下选择窗口。

226 • 4.1 DECIBEL - 噪声计算



现在，必须定义所有缺失部分的源噪声数据。

风电机组类型的名称出现在窗口顶端。为这类风电机组选择的噪声数据出现在窗口下面。如果出现这个窗口，说明噪声数据记录对于选择的计算来说是不完整的。

可以获取的数据列在中间域，其中缺失数据部分用红色域表示。在上面例子中，缺少 69 m 轮毂高处 6m/s 和 8m/s 风速的所有数据。左侧红色标记表示源噪声水平缺失，右侧红色标记表示源噪声的倍频程分布缺失。

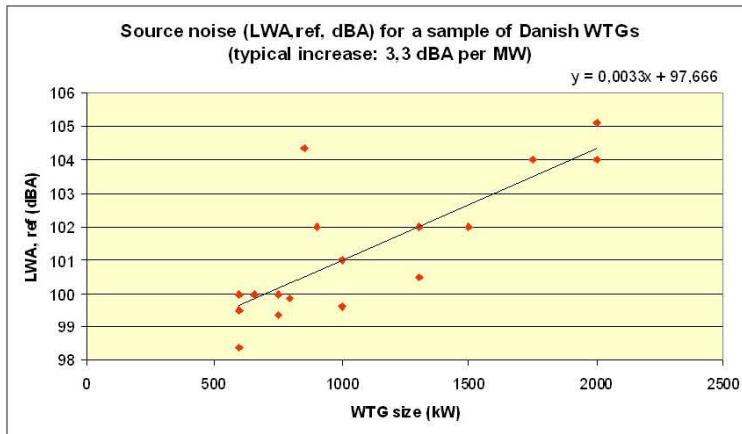
另一个轮毂高度（46 m）的数据存在，但是这些数据与当前的轮毂高度不相关。为让数据相关，必须把它们定义为当前轮毂高度，或者独立高度。

需要倍频程数据

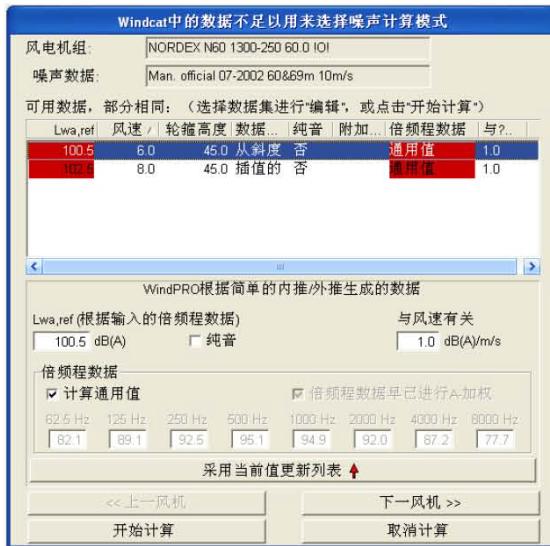
首先缺失数据是 8 m/s 的数据。由于缺失倍频程数据，需要在底部框中输入倍频程分布。输入数据后，灰色的 L_{wa} 框就会逐渐变成推算出的源噪声水平。如果倍频程数据是 A 加权，就需要选择这个框。完成以后，点击“采用当前值更新列表”，数据就会存储为风速和轮毂高度的组合（尽管只是在计算期间）。

如果不能获得倍频程数据，选中该行（蓝色高亮），WindPRO 就会根据风电机组的大小假设一个源噪声水平。基于历史数据建立噪声和发电机容量之间的相关关系。见下图。

4.1 DECIBEL - 噪声计算 • 227



由于需要倍频程分布数据，WindPRO 会自动计算通用值。这样就会假设一个对大多数风机典型的类倍频程分布，并加到 L_{wa} 上作为源噪声水平。



点击“采用当前值更新列表”按钮，WindPRO 就会继续到下一风速。

不需要倍频程数据

如果缺失第一个数据，在 $L_{wa,ref}$ 框中输入源噪声数据，然后点击“采用当前值更新列表”。

如果没有某一风速或高度对应的噪声值，可以选中对应行，让 WindPRO 假设源噪声值。

与风速有关

点击“采用当前值更新列表”，WindPRO 就会继续到下一个风速，并重复上述过程。唯一不同在于，当点击“建议外推值/通用值”时，WindPRO 会使用第一个风速的噪声值和风速相关性来假设新风速的噪声水平。

默认的风速相关值是 1dB/m/s，也可以输入自定义值。

当推断第三个风速的源噪声值时，WindPRO 会使用前两个噪声值来外推一个新的噪声值。

228 • 4.1 DECIBEL - 噪声计算

当已经输入风机的所有噪声值后，选择“下一台风电机组”，就会继续下一种风机类型。当所有风机类型的所有数据已经准备好后，就可以开始计算。

请注意，如果要重新运行计算，就必须重复所有步骤。没有办法保存输入的数据。如果您有需要的噪声数据，最好把它们输入风电机组目录中，您可以在那里输入用户自定义的噪声数据。

4.1.3.3. DECIBEL – 打印输出

计算完成以后，屏幕上出现如下窗口，其中列出可以打印的报告。

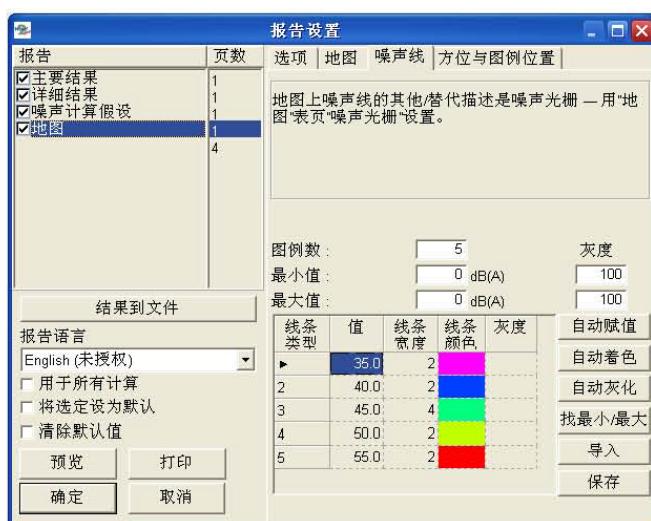


状态栏显示如果打印整份报告总共有多少页。

计算完成后，如果计算正常的话状态指示灯会变绿，但是如果计算前提改变指示灯就会变红。位于计算前面的红十字表示计算中所需的数据不复存在。但此时仍可以打印出报告。

请注意，如果双击要打印的文件名，报告就会自动出现在屏幕上。

如果右击计算名称并选择“打印”，就可以对报告进行设置，用户可以自定义计算报告（见下图）。



4.1 DECIBEL - 噪声计算 • 229

在左侧的复选框中，每一个单独报告都可以选择打印或不选。点击报告名称，可以在右侧中部窗口进入对该报告进行设置的模式。这样，可以对每个报告的细节进行设置（例如，打印地图的比例尺，包括哪些地图等）。

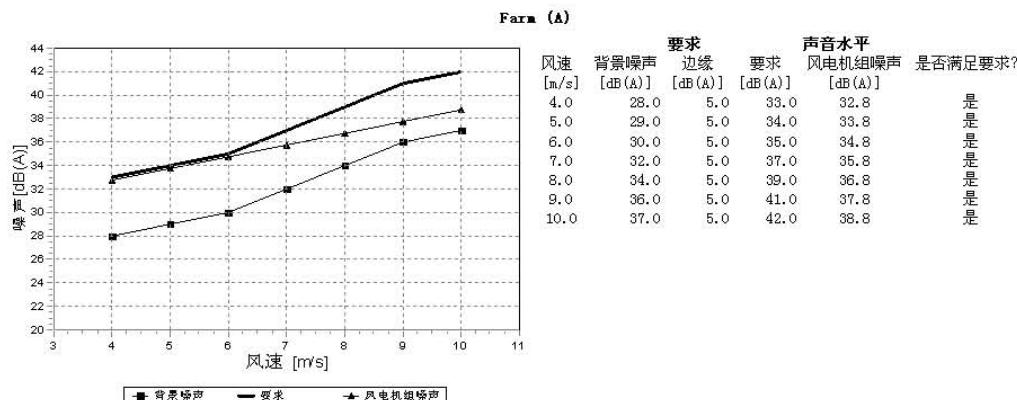
请注意，可以对地图上画出噪声水平等值线图的每个选项进行设置（见上面例子）。右侧的“自动...”按钮可以让 WindPRO 给出噪声等值线的图例，也可以人工输入噪声限值和等值线条数。

也可以通过“地图”窗口右侧下方“噪声光栅”旁边的复选框设置一个给出噪声间隔的栅格地图。默认情况下，栅格图和线状图都会打印出来。

关于打印的细节请参考第二章基础模块。

可以在“模块说明”中找到所有模块的打印输出例子。

关于这点请注意，执行的规程不同，打印输出会稍有差别。最大的不同在于计算时选择的风速范围。每个受体都会有一份表示最临界风速的主报告。还会有一份用图形表示计算结果的附加报告（见下图）。



图中显示了环境（背景）噪声水平。临界噪声水平（要求值）用粗线表示，而计算出的声级不论是风机产生的噪声还是环境与风机噪声的混合噪声，都用细线表示。对于包含的每一个风速计算出的噪声等级都要与噪声要求对比，从而确定是否符合要求。

如果 NSA 以区域形式输入，结果就会给出区域各顶点坐标的最高噪声水平和计算值。

4.1.3.4 用结果图层进行噪声优化

可以在背景地图上显示噪声等值线并随风电机组移动而自动更新。这对于根据噪声发射寻找最优布局有很大帮助。

按正常情况运行 DECIBEL 进行计算。随后在“地图及对象”的地图中就会出现一个结果图层（参见第二章，2.10）。选择“添加链接”，在列表中找到噪声计算，确保它被选择上（见下图）。

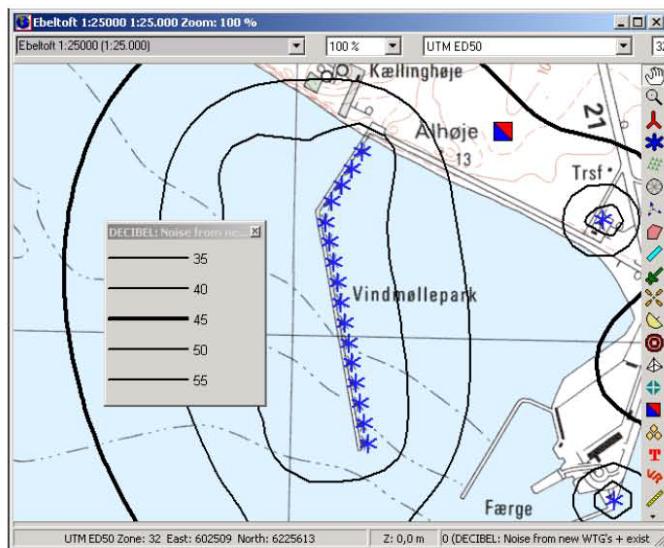
在噪声计算的设置中，也可以要求自动创建含等值线的结果图层。

230 • 4.1 DECIBEL - 噪声计算



可以调用噪声计算并执行，并在地图上显示等值线结果。每次加入、移动或改变新风电机组时，噪声计算就会自动更新，并且立即可以看到结果变化。当结果图层处于激活状态时，右击可以出现等值线图的图例。

请注意，如果计算很详细那么程序运行就非常慢。加快计算的一个方法是使用固定 z 值表示地形高度，而不用有效的线条对象。如果使用更复杂的模型(如 ISO 规范)，会比使用简单模型(如 Danish 规范)速度更慢，因此要进行优化布局，可以使用较简单模型，并在最后调整时转变为需要的模型。同样，生成一个粗略的等值线是更可取的。最后，必须了解取消一台风电机组会引发计算。因此选择一台新风机和取消选择最后一台风机的操作应同时进行，这样可以避免做完所有调整前进行重新计算。



4.2 阴影 (SHADOW) 模块 - 闪烁

4.2.0 阴影模块简介

SHADOW 是 WindPRO 的一个计算模块，计算某一特定的对象或区域多久和多长间隔会受到由一个或多台风电机组产生的阴影影响。这些计算都是指最坏情况（最大天文阴影，即仅依据太阳与风电机组的相对位置进行计算）。从某一点看，当风电机组的叶片扫过从一个特定地点（例如，邻近居民区的一个窗口）看到的太阳光线时就会产生阴影影响。如果天气多云或无风，或者风向使风电机组的叶轮平面与太阳和邻近区域间的连线平行时，风电机组就不会产生阴影影响，但是计算中仍会出现影响。换句话说，计算出的是最坏情况，代表的是阴影影响的最大可能风险。任何特定观测点都可以打印出一份日历表，精确地指出哪天哪个时间段可能产生阴影影响。

除可以计算某给定邻域的可能阴影影响，也可以打印出反映阴影影响等值线的地图。这份打印输出可以反映工程区域内所有阴影影响点的数量。

目前仅德国有详细的阴影影响限值和条件的计算导则。可参考“Hinweise zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von Windenergianlagen”(WEA-Shattenwurf-Hinweise)。

根据德国的导则，阴影限值由以下两个因素决定：

- 太阳在地平面以上的角度最小要 3°
- 风电机组的叶片最少必须遮住太阳的 20%。

按照德国导则，风电场对邻域的最大阴影影响是：

最大天文阴影每年最多 30 小时（最坏情况）

最大天文阴影每天最多 30 分钟（最坏情况）

如果使用自动矫正，每年的实际阴影影响必须限制在 8 小时以内。

对于阴影闪变，瑞典和丹麦到目前为止还没有任何官方法规，但是为了应用，实际（取决于天气）阴影影响使用限值是 10 小时（丹麦）和 8 小时（瑞典）。

一天中阴影影响的临界时间和计算阴影影响的阴影受体定义在导则中都没有严格定义，通常是在个案中评估。

例如，如果阴影影响发生在工作时间之后那么工厂或办公建筑就不会受到影响，同样，工作时间家庭成员都出去工作或上学，私人住宅受到阴影影响也没有关系。

同样，有时候计算的阴影影响是针对某个窗，还是房子的正面或整个室外，这点是不确定的。是否要把花园这头的阴影加到另一头的阴影上？

最后，阴影影响的实际量占可能风险计算值的比例更多取决于被讨论地区的地理位置。在多云天气常见地方，比例会减少；而在夏天可能的阴影影响时间内，由于没有风，风电机组通常会停运。

也可以考虑风条件和晴天小时数之间的统计关系。

在 WindPRO 另一个模块中，可以通过手动输入坐标、各台风电机组的特征和阴影受体数据。

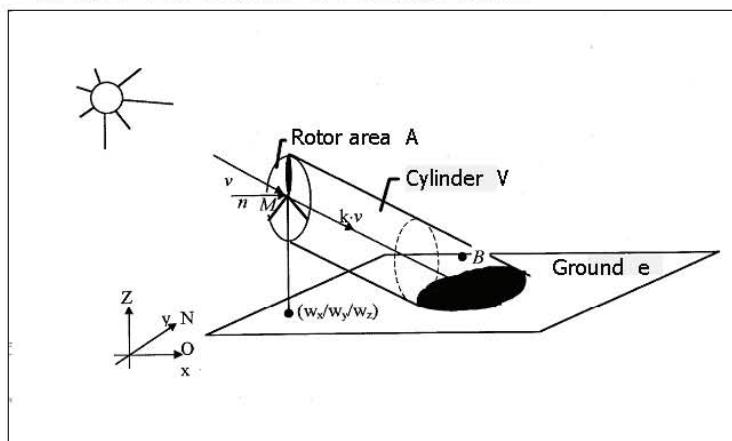
WindPRO 系统一个重要的优点在于它有在屏幕上直接输入风电机组和阴影受体的选项。

232 • 4.2 阴影 (SHADOW) 模块 - 闪烁

4.2.1 阴影计算方法

一个给定阴影受体的潜在阴影影响通过仿真计算。太阳相对风机叶轮的位置以及产生的阴影是一年内以 1 分钟步长进行计算。任何时候如果叶轮（计算中假设其是实体）的阴影在窗上（定义为阴影受体对象）有阴影反射，那么这个步长就记为 1 分钟的潜在阴影影响。需要以下信息：

- 风电机组的位置 (x, y, z 坐标)
- 轮毂高度和风电机组的叶轮直径
- 阴影受体的位置 (x, y, z 坐标)
- 窗口的大小和朝向，包括方位角（相对于南）和倾斜角（窗面和地面的夹角）。
- 地理位置（经度和纬度），时区，夏令时信息。
- 仿真模型，包括地球轨道和相对于太阳旋转的信息。



4.2.1.1 阴影计算模型

WindPRO 的阴影计算模块中，下列参数定义了叶轮后面阴影传播的角度。

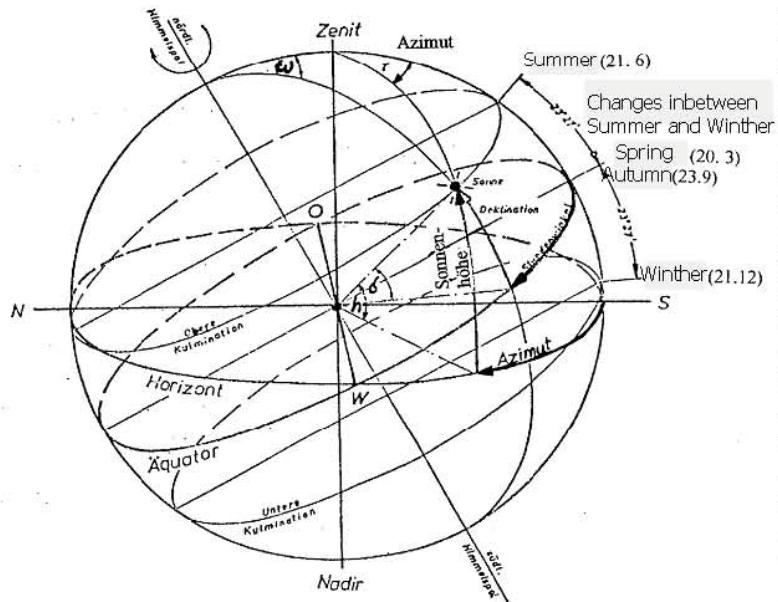
- 太阳直径, D : 1,390,000 km
- 与太阳的距离, d : 150,000,000 km
- 攻角: 0.531 °

从理论上讲，直径 45 m 的叶轮后面的阴影影响能达到 4.8 km。但是现实中，由于大气的光学特性，阴影决不会达到理论最大值。当太阳处于地平线很低的位置时，由于距离太长，太阳还没达到地面（或者受体）就已经散失。关于多远距离可以看见风电机组阴影，并没有很好的论证；到目前为止，只有德国制定了这方面的限值（见 4.2.0）。WindPRO 默认情况下，距离是 2 km，最小角度是地平面以上 3°。如果依照的是德国导则，可以使用下列公式计算与每台风电机组的最大距离。

$$\text{Max. distance} = (5 * w * d) / 1097780$$

其中 w 代表叶片的平均宽度。1097780 由太阳直径得到，减去了补偿因素，因为太阳是圆的而不是方的。

4.2 阴影 (SHADOW) 模块 - 闪烁 • 233



4.2.2 输入阴影影响计算的数据

首先需要一个背景地图，空白地图也可以。

如果指定给工程的地图已经有一张或多张，点击地图按钮就可以打开。想进一步了解地图的使用，请参阅第二章 WindPRO 基础模块。

请注意，当通过地图输入对象时，选定一个工具的同时按住<shift>键可以将其设为默认工具。这个功能有助于您输入多个属性相同的对象。

4.2.2.1 输入风电机组

参见第二章基础模块，第 2.5.2 节

4.2.2.2 输入阴影受体

阴影受体是计算可能有阴影影响风险的对象。



选择左侧的图标可以输入阴影受体，并将它定位到地图上。

如果已经用鼠标从工具栏上选择了对象，用鼠标左键在地图上点击，就可以将其定位。

输入受体的大小和名称等信息后，可以再次激活阴影受体对其进行调整。点击按钮，抓住针旋转，就可以将其与风电机组对准，或和地图上相关的房屋放在一边。阴影处在“碗”里，而针指示的是窗子方向。

关于位置表页，请参阅基础模块第 2.5.2.2 节。

234 • 4.2 阴影 (SHADOW) 模块 - 闪烁

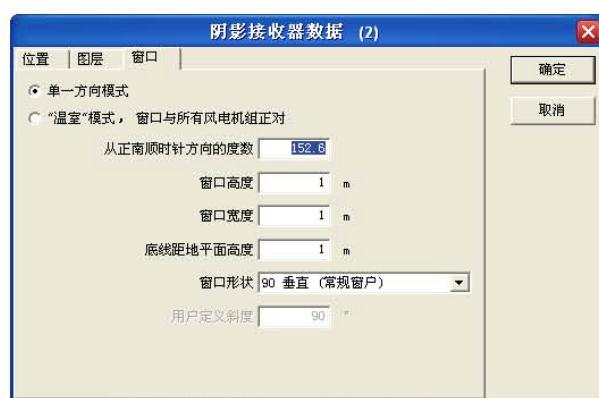
注：输入的阴影受体 z 坐标必须与风电机组 z 坐标的参考坐标系相同。如果风电机组输入的是默认值“0”，输入的阴影受体 z 坐标必须相对于风电机组基础。例如，如果阴影受体的高度比风电机组地基要低，那 z 坐标就会变成负值。推荐输入的所有对象的 z 坐标都是相对于海平面。

阴影受体用以下信息描述：

- “窗子”在地平面以上的高度和宽度。
- “窗子”相对于水平面的倾角（可以在垂直、水平和45°之间选择）。
- 窗子相对于南的朝向（单位是度，正值，朝西）。

默认参数是对典型窗的标准描述。

另外，可以选择“温室”模式。那么受体就不会只朝向某一特定方向，而是朝向所有方向。如果受体的实际属性未知，或者房子很多方向都有产生闪烁影响的风机时，这个模式很有用。



这个图显示了上述信息的数据输入表。

4.2.3 阴影的计算和输出

点击 SHADOW 旁边的绿色箭头可以激活计算模块（如果箭头是黄色，说明您没有该模块的注册许可证——请联系 EMD）。当选择计算以后，会给出一些选项供您对计算进行设置。

4.2.3.1 阴影 – 计算设置

主表页: 计算名称: 输入唯一的描述性名称，可以区分同一个工程中的不同计算。

风电机组: 可以定义次范围内包含的风电机组。默认情况下，所有看得见的（在所有可见图层中）风电机组都被选中。图层和单独的风电机组既可以被选中，也可以不选。

4.2 阴影 (SHADOW) 模块 - 闪烁 • 235

**阴影设置:**

表页上部是计算界限，如果阴影漫射时就不再认为它是干扰。

依据 4.2.0 部分 4.2.1.1 部分描述的德国导则，只有太阳被叶片遮住至少 20%时才考虑闪烁。选中这个复选框，WindPRO 就会根据风机目录中的叶片宽度数据来计算必须计算闪烁的地方与风机的最大距离。超过这个距离，风机就不会对其产生闪烁影响。这就要求风机目录中必须有特定风机的 90% 叶片宽度的半径和最大叶片宽度的数据。

另外，如果没有具体风电机组的数据，可以输入一个固定的最大距离（默认是 2000 m），或选择没有限制，也可以为每台风电机组设定各自的距离。单独设置时可以使用一台风电机组距离圈（见第二章 2.5.2.5）。

同样可以设置太阳在地平面以上的最小角度（默认值为 3.0°）。如果太阳角非常低时，光线需要穿越更多的空气，从而太过散漫而不能形成连贯的阴影。

表页下部是最坏和实际情况。

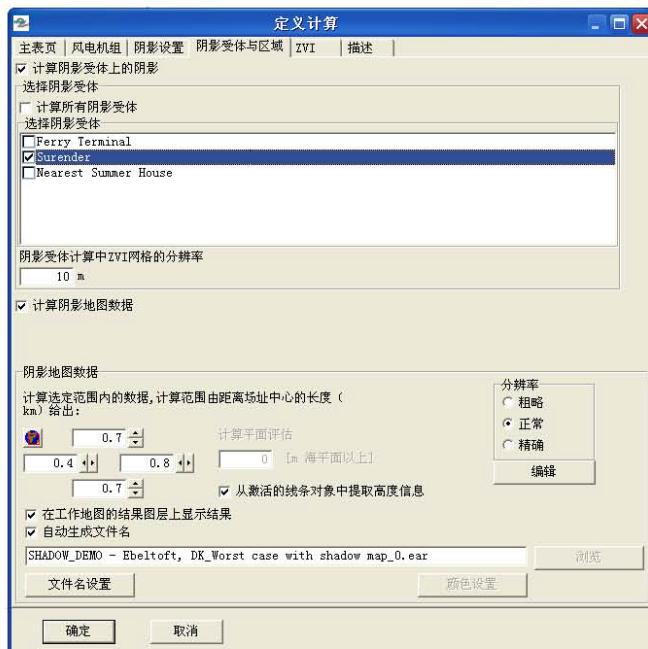
可以选择只计算“最坏情况”（也叫做最坏情景阴影），也可以设置一些统计参数来计算“受气象影响的可能阴影”（也叫做实际阴影）。请注意，如果计算实际阴影，报告中会自动包含最坏情景阴影计算。

可以设置两个统计参数：

1. 运行时间统计。一年中不同风向时风电机组的运行时间。如果同一工程中已经计算了发电量，那就可以链接到这个计算。然后开始时会采用 WAsP 或 METEO 计算，给出每个风向扇区可能的运行时间。运行时间统计也可以手工输入，或者从模板中载入。示例模板可以从丹麦或德国获取。

2. 阳光概率统计。指的是白天有阳光时间的百分比（从日升到日落）。这个统计在每个点都有很大的不同，推荐使用附近气象站的统计。阳光概率也可以手动输入，或者从模板中载入。演示模板可以从丹麦或德国获取。

236 • 4.2 阴影 (SHADOW) 模块 - 闪烁

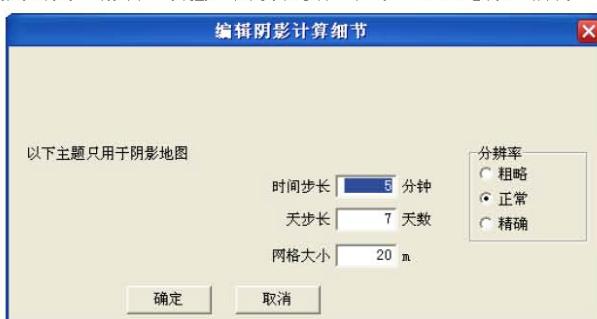
**阴影受体与区域:**

在“阴影受体与区域”中可定义计算点和区域。表页上部可以选择是否要计算阴影受体，如果计算，计算哪些。如果因为某些原因不想在计算中包括某些阴影受体，就可以取消选择。

可以检测受体是否真的能看到风机。每一个受体 ZVI 计算的分辨率可以在框中设置。默认格网尺寸是 10 m，但是如果想进行详细的计算，包括栅栏和阻挡的房屋，那么可以减小网格子尺寸（但计算速度会减慢）。

表页下部可以选择和定义阴影闪烁。可以直接通过地图上的球状按钮选择计算区域，也可以通过给出距离中心点每个方向的距离的 4 个域来选择。对于计算中的高度模型，可以使用固定高度 (z 值，周围区域地面平均高度)，也可以使用线条对象高度。后一个更准确些，即使高度波动超过大约 5-10 m 时也可以使用（但是会更耗时）。

阴影地图计算非常耗时。对一整年的模拟是将每个节点放在一个矩形格网里，然后再画出等值线。分辨率可以设置为“粗略”，“正常”或者“精确”。如果计算采用的是“粗略”设置，会花费几分钟；如果使用的是“精确”设置，则会花费几小时。通过选择“编辑”，可以检查或修改不同参数的设置。



4.2 阴影 (SHADOW) 模块 - 闪烁 • 237

最后，选择“在...显示结果”，就会在地图上生成一个闪烁影响的栅格结果图。如果只计算最坏情景，就会弹出上面的对话框。否则，结果图层显示的就是实际的阴影影响。

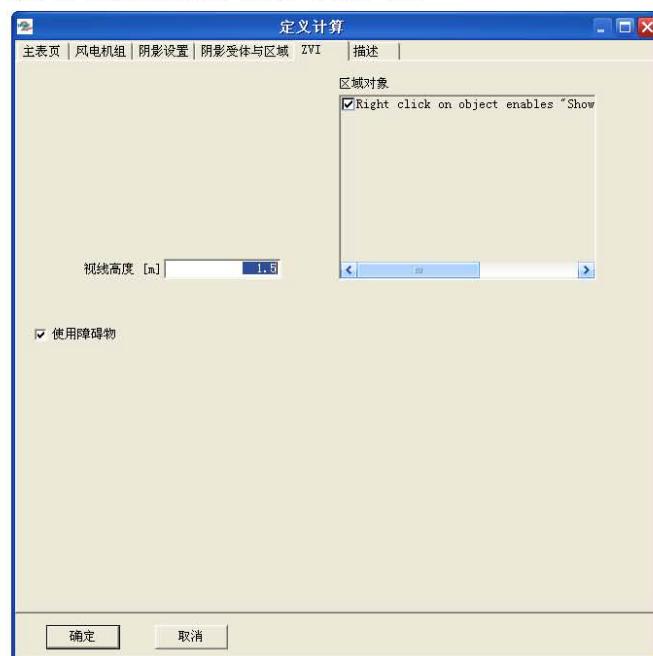
ZVI:

WindPRO 将 ZVI 和 Shadow 计算结合起来，剔除了受体看不到的风电机组的贡献。在阴影图中也是这样，只包括那些计算格网点中可以看到的风电机组。

为运行 ZVI 计算，必须要有一个包含等高线线条对象的高度模型。用区域对象定义块状元件，如森林、村庄，也可以包括障碍物。

观察者在地面以上的高度通过“视线高度”来设置。

要了解 ZVI 计算的更多信息，请参阅 4.3。

**4.2.3.2 阴影 – 计算**

在计算设置中点击“确定”后，计算自动开始。请注意，计算时间取决于参数设置。因为计算在后台运行，所以在计算执行中可以继续工作。

238 • 4.2 阴影 (SHADOW) 模块 - 闪烁

4.2.3.3 阴影 – 打印输出



计算完成后，所有可打印报告清单会出现在屏幕上（如上图）。

SHADOW 支持下列六种报告类型：

1. 主要结果

表示每个阴影受体的最大天文阴影或实际统计阴影影响的小时数（以及“最差日”的分钟数）。另外也可以生成每台风电机组每天产生阴影的小时数，包括实际和最坏的两种情况。

2. 日历表

展示每个阴影受体以下信息的日历表：

一年内每天的日升和日落对应的当地时间时刻表（例如，对时区和夏令时进行矫正）

表内包括一年中每天内何时会产生阴影影响，每天内阴影影响的总小时数，以及阴影影响开始和结束的时刻（请注意，如果阴影影响由多台风电机组产生，那么从开始到结束的时间就会比影响的总小时数长）。

开始和结束时分别对应的产生阴影影响的风电机组数目。

逐月的可能影响的总小时数。

由于阳光概率和运行时间概率引起的减少。

3. 图形日历表

显示出什么时候（小时和月份）哪些风电机组可能产生闪说问题（最坏情景）。可以决定对每个受体输出一整页，或每页上输出 6 个受体。

4. 每台风机的日历表

与常规日历表类似，但针对某台风电机组，说明它何时产生闪烁及何时结束。这种日历表的目的是为了防止闪烁问题而选择使风电机组停机一段时间。

5. 每台风机的图形日历表

与受体的图形日历表一样，表示风电机组何时会产生闪烁。

6. 地图

一幅地图反映的是风电机组和阴影受体，如果已经对它们设置了计算，那地图反映的就是讨论区内阴影影响的等值线。可以自由定义等值线的下列属性：线条数，数值，颜色以及线条宽度。

7. 结果到文件。最后，可以打印计算结果。日历结果以.txt 格式输出，用于其他形式表示或继续计算（输入到电子表格）；阴影等值线图以 shp (shape) 格式输出，用于 GIS 系统。

4.2 阴影 (SHADOW) 模块 - 闪烁 • 239

状态栏显示如果打印整份报告将会有多少页。

如果计算完成，状态指示器会变绿，如果计算完成后计算前提已经改变，指示器会变成红色。每一个计算前面的红十字表示计算的数据已经不存在。但仍然可以打印出报告。

请注意，如果双击报告名称，屏幕上就会自动弹出报告。

在计算标题栏或者计算报告上点击鼠标右键，就可以进入下列部分：重新计算，编辑计算假设，改变打印的设置或者在屏幕上预览报告。

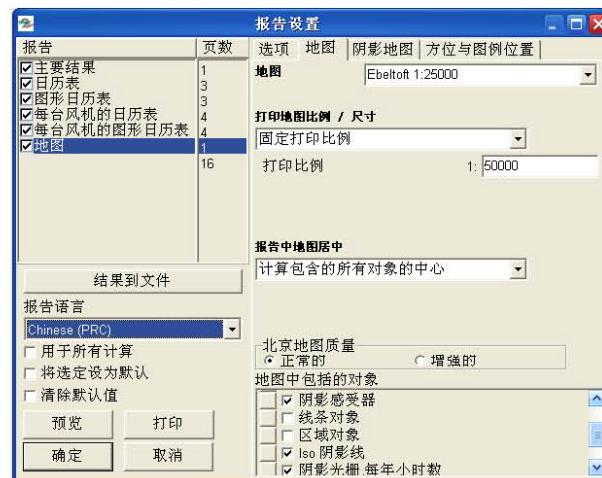
在打印设置菜单下的报告标题上点击鼠标右键，就可以选择打印哪些页。同样，可以定义输出页面的布局（参见下列图中的例子）。



每个对象左侧有个复选框，可以点击它从而选择或取消选择这个对象。点击报告名称，可以进入选定报告的设置页面。可以在此处输入选定报告的详细资料，例如，需要日历表输出的阴影受体，打印报告使用的地图比例尺，地图上包括哪些内容，包括哪些地图等等。

关于打印等值线：点击表页“阴影地图”，可以选择等值线设置（颜色等）。

也可以打印栅格颜色，而不是等值线（或同时打印）。点击下图设置按钮 ，激活复选框。通过这个功能，甚至可以生成一张地图，其中既包括每年最大小时数（线），也包括每天最大分钟数（栅格）。



240 • 4.3 ZVI – 视觉影响区域

4.3 ZVI – 视觉影响区域

4.3.0 ZVI – 引言

ZVI 是 WindPRO 的一个模块，可以计算并记录风电机组的景观视觉影响，即辨别哪些点可以看到一台或多台风电机组。例如，程序可以计算在一定区域内能够看到给定风电机组的区域所占百分比。ZVI 计算同样也可以处理几个风电场的累积视觉影响（见 4.3.4）。

通常，关于视觉最大可接受的风电机组并没有被认可的标准，而事实上，针对这一问题制定可操作的定义非常困难。

ZVI 计算经常在讨论当地或区域内风电机组规划时使用。对于特定工程，ZVI 分析可以为工程环境影响评估提供部分背景资料。

当评定备选工程或风电机组计划提案时，ZVI 分析特别有用。

4.3.1 ZVI – 计算方法

计算基于由数字等高线建立的数字 3D 地形模型。此外也可以包括局部障碍物和表面（例如，森林地区）。简而言之，就是从计算点朝向每台风电机组顶部，检查光线是否被地形、表面（有已定义高度）或局部障碍物遮断。然后统计没有被遮断的光线数。计算中也会考虑地球曲率。需要的信息如下：

- 风电机组坐标位置(x,y,z)
- 轮毂高度和风电机组风轮直径
- 数字等高线图（通过线条对象，参阅 2.8）
- 局部障碍物（WAsP 格式，只包括孔隙度低于 0.3 的障碍物）
- 定义了地上高度的表面对象（森林，城市），在区域对象中定义

4.3.2 ZVI – 计算输入

首先需要一个背景地图，空白地图也可以。

如果指定给工程的地图已经有一张或多张，点击地图按钮就可以激活。想进一步了解地图的使用，请参阅第二章 WindPRO 基础模块。

请注意，当通过地图输入对象时，选定一个工具的同时按住<shift>键可以将其设为默认工具。这个功能有助于输入多个属性相同的对象。

4.3.2.1 输入风电机组

（参阅第二章基础模块，第 2.5.2 节）

4.3 ZVI - 视觉影响区域 • 241

4.3.2.2 输入数字等高线

在线条对象输入数字等高线，可以载入一个含适当格式的等高线数字文件，也可以用鼠标直接在屏幕上数字化。

详细指导请参阅 WindPRO 基础模块的 2.8 章。

4.3.2.3 输入区域对象

这个过程与输入等高线类似，唯一不同在于区域对象表面输入的是闭合多边形。

详细指导请参阅 WindPRO 基础模块的 2.9 章。要注意必须选择区域对象，才能在 ZVI 计算中生效。

4.3.2.4 输入局部障碍物

局部障碍物使用 WAsP 的障碍物按钮在屏幕上绘出。障碍物尺寸通过拖拉对象来定义（点击第一个顶点并拖拉，从而确定障碍物的长度，然后再点击第二个顶点并拖拉，确定障碍物的宽度，最后双击来结束）。

一旦确定了对象位置，就会弹出下面定义高度和孔隙度的窗口。



注：计算中包括的障碍物最小孔隙度为 0.3 的话，则是“实心体”，它会遮断到风电机组的视线。如果障碍物孔隙度更高，可以看成透明体，即通过障碍物可以看到风电机组。

4.3.3 ZVI – 计算和打印输出

点击 ZVI 旁边的绿色箭头可以激活计算菜单（如果箭头是黄色，说明您没有模型的注册许可——请联系 EMD）。在计算菜单中，可以设置不同参数。

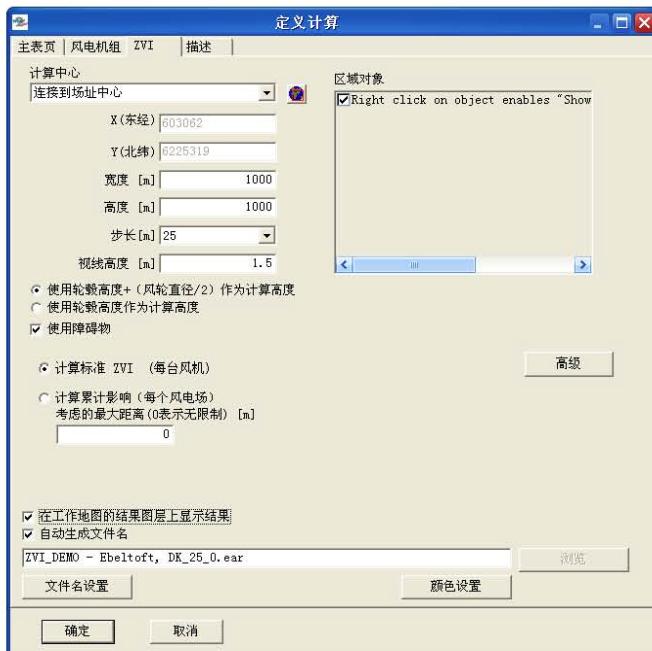
4.3.3.1 ZVI – 设置和计算

计算名称：同一工程中有多个计算时，输入名称有助于分辨。

接着，如果只想对选择的一些风电机组进行计算，可以删除其他风电机组。

计算中的主要参数在下列窗口中定义。

242 • 4.3 ZVI - 视觉影响区域



可以设置 ZVI 计算中的以下信息：

手工定义计算区域：选择 ZVI 计算区域可以通过一个中心点和计算范围确定。其中位置中心是一个有效定位点，也可以输入一个坐标点作为计算中心。

计算区域的图形定义：点击球状按钮可以临时返回“地图及对象”，并给出一个矩形，可以用它定义计算范围。

给出相关面积选择的通用建议是很困难的。它既可以是一个想避免受太多风电机组视觉影响的面积，也可以是一个县内能看到给定数量风电机组的面积，或者是风电机组旁边需要研究视觉影响的面积。换句话说，需要开发商和相关部门直接参与对面积进行定义。

分辨率：设置计算网格尺寸。小区域（最大 5 x 5 km）的合理分辨率是 25 m，而大区域（如整个国家）的分辨率大约为 100 m。

观察者的视线高度：行人的“最大”高度应该是 2 m。如果从汽车中观察，高度 1 m 更为合理。1.5 m 是折中值。

风电机组高度：可以选择是否只能看到风电机组叶片最顶端，或者至少看到轮毂时算是可见。当叶尖最高位置覆盖了整个视觉范围时，搜索明显可见区时应选择轮毂高度。

局部障碍物：包括最大孔隙度为 0.3 的障碍物。如果由于可能的视觉影响减少而专门修建一个局部障碍物，那么它应该包括在计算中。ZVI 计算中不必包括那些只为计算发电量而单独修建的障碍物，例如有一排落叶树，冬天时可以透过它们看到风电机组。

计算标准 ZVI (每台风电机组) 或累积影响 (每个风电场)：决定是否要单独针对每台风电机组计算，或者是否计算整个风电场。ZVI 计算不能同时使用这两个选项，只能选择其一（参阅 4.3.4 累积 ZVI）

区域对象：表示计算中包括哪些区域对象。如果调查区域内有森林或村庄，应该将其数字化成区域对象。带高度的区域要添加到等高线上面，因此可提供重要的可见性信息。请注意，如果在位于一个高度大于观察者的区域“内部”，那么假设所有风电机组总是可看见的（如果从一个村庄内部看可能不正确）。

4.3 ZVI - 视觉影响区域 • 243

如果需要非常详细的计算，就需要给村庄定义更详细的信息，例如，每个房子和树木都必须定义成区域对象的局部障碍物或小区域）。

保存结果文件：使用 WindPRO 可以用地图展示结果。即使没有打开这个选项，仍然可以打印 ZVI 地图，因为结果和报告一起存在当地计算机中。

自动生成结果图层：ZVI 计算完成后，可以用这个选项在地图中自动插入结果图层对象。计算前可以选择颜色设置，但是随后选择结果图层对象的“属性”时颜色就会改变。

高级：点击“高级”按钮，可以为一定距离外风电机组的可见性设定权重。它可以模拟很远处风电机组的极小视觉影响。

4.3.3.2 ZVI – 计算

确认这些计算设置后点击 OK，就可以开始计算，也可以保存起来以备后用。计算速度非常快，即使是非常大的区域也需要几分钟。

4.3.3.3 ZVI – 打印输出

计算完成后，屏幕上就会出现可以打印报告的清单。



ZVI 计算模块有两种不同报告：

1. 概要报告，给出计算假设和视觉影响结果区域，划分为能看到不同数目风电机组的区域。这些信息在评估不同微选址的可见性时很有用。

2. 带风电机组位置和栅格图形的地图，显示影响区域和影响区域内给定位置能看到的风电机组数量。

注：双击报告名称，屏幕上会自动出现报告预览。

右击计算标题或某个计算报告，可以重新计算、改变计算假设、改变打印机设置，或在屏幕上预览报告。

右击报告标题，可以选定打印哪些页以及页面布局。参阅第二章基础模块第 10 部分“结果 – 图层对象”的总述部分。

244 • 4.3 ZVI - 视觉影响区域

4.3.3.4 结果图层中 ZVI 的显示

使用结果图层可以显示 ZVI 结果地图。这种情况下在结果图层浏览器中必须选择生成的.ear 文件。参阅第二章 2.10。

4.3.4 累积视觉影响区域

累积 ZVI 可以用来比较同一区域内多个风电场的视觉影响。比如计划在已有风电场旁边开建新工程，或者几个工程在同一区域内竞争，可以使用这个方法。

累积 ZVI 是将风电场作为一个整体进行计算，而不是针对风电场内的单独风机。

4.3.4.1 输入数据

每个风电场都要定义为一个单独图层，以图层名称作为风电场名称。默认情况下，同一个图层的风机组的累积影响被认为是一个风电场的。

尽管理论上进行大量风电场计算是可行的，而且对于特殊计算任务是有意义的（见上一段），但是只有风电场不超过三个的情况下，计算才容易解释。

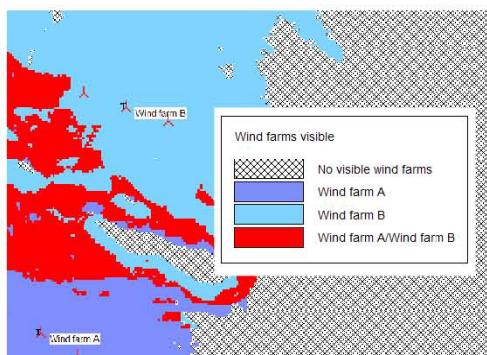
在 ZVI 计算中，应该选择复选框“累积影响计算”。而不应选标准计算复选框。另外，有一个选项可以限定计算中使用的到每个风电场中心的距离。如果输入是“0”，ZVI 计算的就是整个区域。

4.3.4.2 输出

输出的地图结果显示了不同风电场的可见区域。

与标准 ZVI 计算相比，图例表示的不是可见风机组数量，而是哪些风电场可见。例如，它可以单独显示风电场 A 的可见区域，然后再显示风电场 A 和 B 或 A 和 C 或其他的可见区域。

图例分类显示了不同风电场所有可能组合的可见性。 n 表示风电场的数量，那么组合数就有 2^n ，例如，有 3 个风电场，图例中就有 8 个分类。



另外，所有图例条目显示都可以进行增加或移动操作。如果只想看区域内能看到风电场 A 的区域，就可以把其他颜色都设置为白色（即在地图上不显示），只剩下希望显示区域。与此类似，如果想显示能看到所有风电场的区域，就可以把除最后一个的其他图例设为白色。

4.4 影响计算 - 计算相邻干扰

4.4.0 影响计算模块简介

“影响”是计算模块名称，它计算每个邻近区域在计划的风点工程中所受的综合环境影响。

可以计算项目的如下：

噪声

阴影闪烁

视觉影响区域(ZVI)

可以插入一幅位图照片，通常是一张朝向风电机组的房屋照片。

除了计算结果，打印输出中也包括单独影响（干扰）类型的解释和有效法律控制限值。

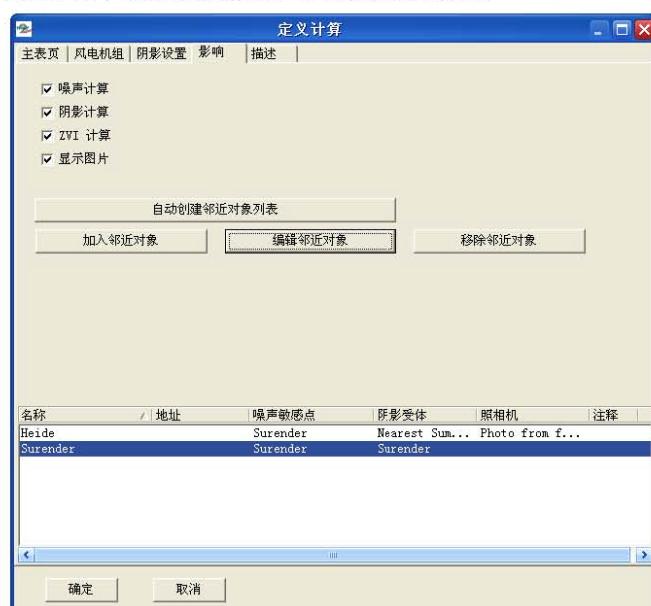
4.4.1 影响计算 - 计算方法和设置

计算描述可以参见本章的 4.1 (噪声)，4.2 (阴影) 和 4.3 (ZVI)。

这个计算模块的独特性在于每个邻近区域所有环境影响的计算结果都包含在一个单独的打印输出中。

噪声和阴影计算的设置和前面噪声 (DECIBEL) 和阴影 (SHADOW) 的计算设置一样。

ZVI 计算中所使用的点和噪声计算使用的点相同。



对于每个邻近区域的计算中只有“专用”操作与对象是配对的，可以在下列窗口完成。如果把同一个对象名称赋给噪声敏感区、阴影受体和照相机（通常是邻近区域地址或名称），“自动创建邻近区域清单”按

246 • 4.4 影响计算 - 计算相邻干扰

钮就会自动将它们匹配起来。另外，也可以单独添加邻近区域，使用下列的格式手动匹配。此处可以加上图片说明和页面注释。这可以是对邻近区域整个环境影响的评价。

计算为包含的每个邻近区域提供一个页面，一张风电机组、邻近区域和照相机位置图。

模块描述中可以看到打印输出的例子。



WindPRO version 2.7.473 Jun 2010

Project: T05B-PFV-C_HouLong Description: T05B-PFV-C
ZK

DECIBEL - Main Result

Calculation:131218-28sets_1

Noise calculation model:

ISO 9613-2 General

Wind speed:

95% rated power else 10.0 m/s

Ground attenuation:

General, Ground factor: 1.0

Meteorological coefficient, C0:

0.0 dB

Type of demand in calculation:

1: WTG noise is compared to demand (DK, DE, SE, NL etc.)

Noise values in calculation:

All noise values are mean values (Lwa) (Normal)

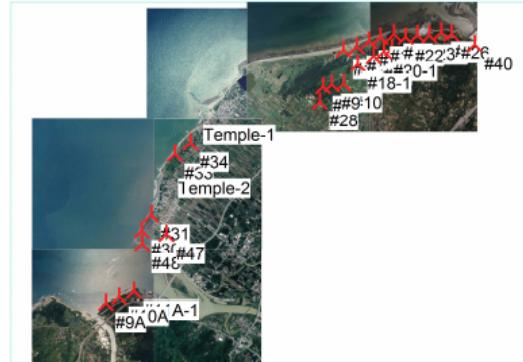
Pure tones:

Pure and Impulse tone penalty are added to WTG source noise

Height above ground level, when no value in NSA object:

1.5 m Don't allow override of model height with height from NSA object

Deviation from "official" noise demands. Negative is more restrictive, positive less restrictive.: 0.0 dB(A)



Scale 1:150,000
New WTG Noise sensitive area

WTGs

UTM WGS84 Zone: 51		East	North	Z	Row	WTG type	Valid	Manufact.	Type-generator	Power, rated	Rotor diameter	Hub height	Creator Name	Noise data	Wind speed	LwA, ref	Pure tones	Octave data
		[m]								[kW]	[m]	[m]			[m/s]	[dB(A)]		
UTM WGS84 Zone: 51																		
#10	229,310 2,728,064 40.0#10	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#10A	224,020 2,723,026 8.5#10A	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#11A-1	224,382 2,723,163 6.5#11A-1	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#12	229,306 2,728,853 6.0#12	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#13	229,623 2,728,927 2.5#13	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#14	229,902 2,729,062 8.5#14	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#15	230,168 2,729,159 9.0#15	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#16	230,487 2,729,228 9.0#16	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#18-1	229,643 2,728,528 8.0#18-1	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#19	230,010 2,728,707 7.5#19	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#20-1	230,254 2,728,817 8.0#20-1	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#21	230,442 2,728,886 8.6#21	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#22	230,780 2,729,158 9.5#22	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#23	231,042 2,729,206 7.0#23	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#24	231,319 2,729,199 8.0#24	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#25	231,609 2,729,274 8.0#25	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#26	231,844 2,729,235 8.0#26	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#28	228,752 2,727,829 0.0#28	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#30	224,585 2,724,577 5.5#30	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#31	224,784 2,724,852 5.0#31	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#33	225,341 2,728,378 5.0#33	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#34	225,705 2,728,633 5.0#34	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#40	232,390 2,728,983 8.0#40	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#47	225,145 2,724,497 5.0#47	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#48	224,571 2,724,272 5.0#48	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#8	228,825 2,728,000 5.0#8	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#9	229,033 2,728,048 0.0#9	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			
#9A	223,718 2,722,875 12.0#9A	Yes	ENERCON E-70	E4	2,3	MW-2,302,300	71.0	64.0	EMD	Level 0 - guaranteed - OM II-0/2/20085%			104.5	0 dB	Generic*			

*Notice: One or more noise data for this WTG is generic or input by user

Calculation Results

Sound Level

Noise sensitive areas

No.	Name	East [m]	North [m]	Immission height [m]	Noise [dB(A)]	From WTGs [dB(A)]	Noise
Temple-1	Temple-1	225,956	2,726,819	5.0	1.5	50.0	40.5
Temple-2	Temple-2	225,355	2,725,598	8.0	1.5	50.0	35.3

WindPRO version 2.7.473 Jun 2010

Project: T05B-PFV-C_HouLong
Description: T05B-PFV-C
ZK

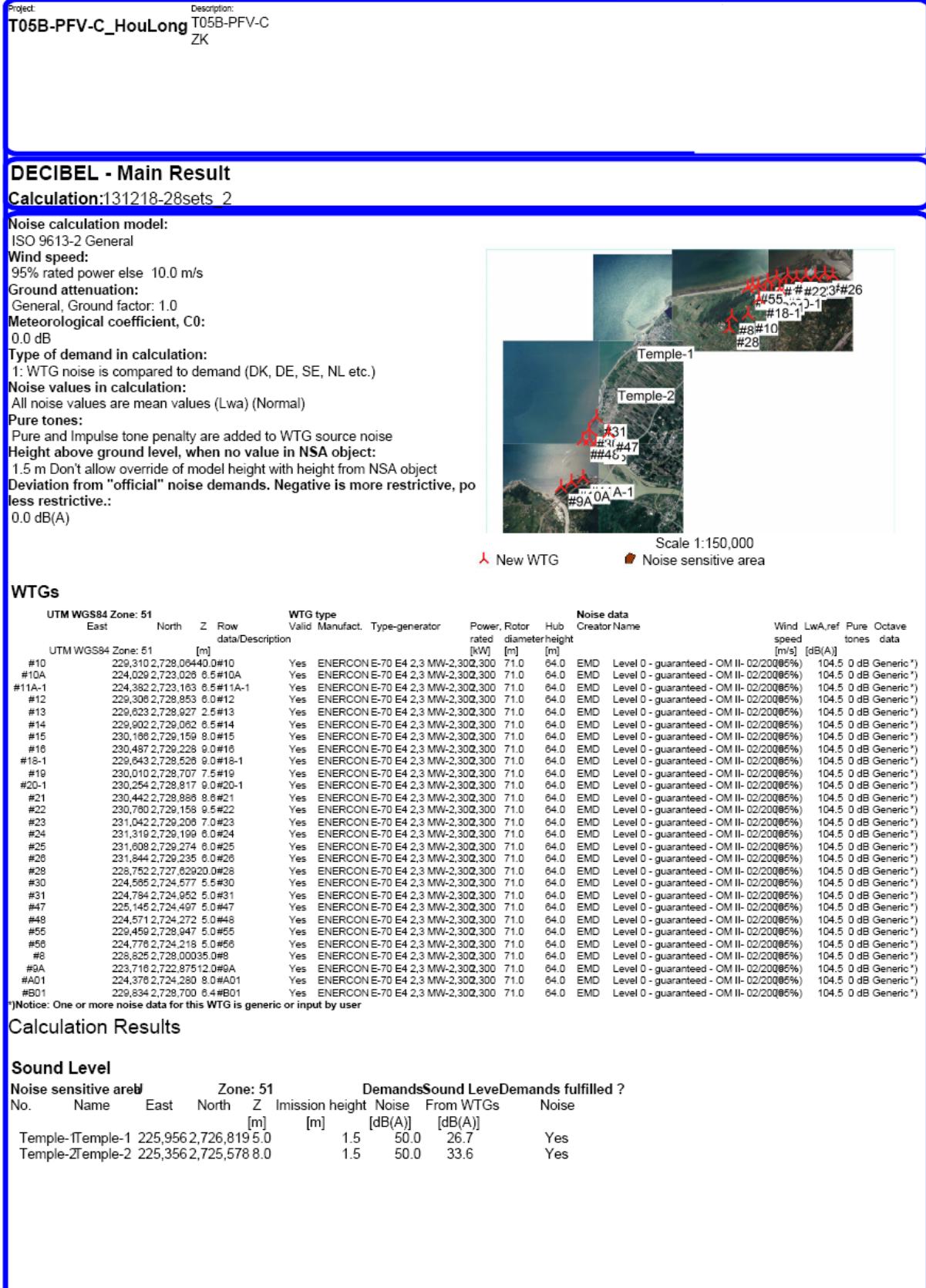
DECIBEL - Main Result

Calculation:131218-28sets_1

Distances (m)

WTG	Temple-1	Temple-2
#10	3562	4639
#10A	4255	2877
#11A-1	3981	2604
#12	3902	5099
#13	4213	5393
#14	4523	5696
#15	4800	5965
#16	5116	6265
#18-1	4048	5171
#19	4457	5576
#20-1	4724	5840
#21	4924	6035
#22	5328	6451
#23	5603	6713
#24	5852	6945
#25	6147	7231
#26	6349	7416
#28	2896	3936
#30	2639	1276
#31	2205	848
#33	757	780
#34	312	1087
#40	6773	7784
#47	2460	1102
#48	2900	1524
#8	3087	4199
#9	3297	4397
#9A	4536	3162

WindPRO version 2.7.473 Jun 2010



WindPRO version 2.7.473 Jun 2010

Project: T05B-PFV-C_HouLong Description: T05B-PFV-C
ZK

DECIBEL - Main Result

Calculation:131218-28sets 2

Distances (m)

WTG	Temple-1	Temple-2
#10	3562	4639
#10A	4255	2877
#11A-1	3981	2604
#12	3902	5099
#13	4213	5393
#14	4523	5696
#15	4800	5965
#16	5116	6265
#18-1	4048	5171
#19	4457	5576
#20-1	4724	5840
#21	4924	6035
#22	5328	6451
#23	5603	6713
#24	5852	6945
#25	6147	7231
#26	6349	7416
#28	2896	3936
#30	2639	1276
#31	2205	848
#47	2460	1102
#48	2900	1524
#55	4082	5277
#56	2856	1479
#8	3087	4199
#9A	4536	3162
#A01	2991	1627
#B01	4295	5427