

離岸風力發電運轉及維護技術指引

經濟部標準檢驗局 編印

中華民國 112 年 2 月

序

離岸風力發電為我國再生能源開發與建設的重點項目，歷經示範獎勵、潛力場址階段後，即將邁入區塊開發階段，除顯示臺灣擁有良好風場條件外，亦代表離岸風力發電將成為我國達成2050年淨零排放目標的關鍵推力之一。經濟部（以下簡稱本部）考量我國場址條件之特殊性（如極端天氣、腐蝕、地震、軟弱土層及海生物附著等），實與國外經驗不甚相同，可能影響離岸風場之設計、製造、施工至運轉維護階段之參數設定或工法選定，進而影響離岸風場之整體供電穩定性與可靠度。因此，本部自109年起，責成標準檢驗局（以下簡稱標準局）推動我國離岸風力發電工程技術指引之建置，以國內外離岸風電相關法令、標準、規範、要點、指南及辦法等為主要參考依據，並綜整考量我國特殊場址條件、法規環境、產業現況以及技術成熟度等因素，著手訂定「離岸風力發電廠全生命週期之『場址調查及設計』、『製造及施工』及『運轉及維護』三大篇章之技術指引」（以下簡稱本技術指引），俾作為國內離岸風力發電廠之開發業者、工程設計顧問、技師、驗證機構、製造及施工業者、運轉及維護業者之參考指引，乃至落實國內離岸風電工程技術深耕以及工程人才之培育。

為順利推動離岸風力發電技術指引，標準局於109年10月29日訂定離岸風力發電技術規範指導審議會設置要點，成立離岸風力發電技術規範指導審議會，並下設各篇技術指引之技術審議會以及資料庫平台諮詢小組，除本部相關單位外，亦邀請行政院環境保護署、行政院農業委員會、內政部、交通部、勞動部、國家科學及技術委員會、文化部、海洋委員會等部會主管機關代表擔任審議委員，並廣邀國營事業單位、產業界、學術界及研究法人單位等各界專家學者，以臺灣本土工程環境特質為經，國際離岸風電工程技術經驗為緯，藉蒐集及盤整我國各部會海洋氣象數據資料建置場址條件資料庫，輔以相關議題研究及國內研究計畫成果，編訂本技術指引之主文與解說。歷經2年期間，召開共計近百場次技術指引審議會議、業者說明會以及對外意見徵詢程序後，完成本技術指引，本部將持

續以本技術指引，推動與國內外離岸風力發電產業各界之技術交流與合作。

本技術指引為行政指導，僅為參考性質，不具法律上強制力，業者仍應依相關法規要求或視實際工程及技術需求辦理。

※ 離岸風力發電運轉及維護技術指引

財團法人驗船中心(以下簡稱驗船中心)憑藉以船舶起家之檢驗技術跨入離岸風電領域，自108年起作為標準局離岸風力發電案場專案驗證審查團隊一員，致力協助標準局執行我國離岸風場專案驗證審查相關業務，並已建立包含專案驗證、海事保證鑑定與技術盡職調查能量，且因擁有熟稔在地文化及標準與工程實務之優勢，驗船中心於110年至111年受標準局委託負責「離岸風力發電運轉及維護技術指引」(以下簡稱本指引)之編撰，為使本指引更切合現今離岸風電工程技術發展及國內外產業實務，驗船中心於109年起即著手進行資料蒐集及指引架構研擬，並協助標準局依「離岸風力發電技術規範指導審議會設置要點」，邀請產業、學研界及實務專家擔任審查委員，於110年組成「運轉及維護技術指引技術審議會」，負責本指引內容的編修及審閱，另鑑於本指引內容與離岸風電開發乃至施工之整體設計概念息息相關，自110年底起即舉辦技術指引說明會，與開發商、製造商、供應商及各領域公協(學)會等相關利害關係人溝通協調，確保本指引之內容與國際作法接軌並滿足我國相關產業現況與需求。

本指引之編訂架構係以原則性之本文併列其詳細解說，進行各章節之編寫，內容主要著重於離岸風力發電運轉及維護階段離岸風電之供電安全及品質，並完善離岸風電系統與設備之管理，整體架構包含離岸風場運維管理、作業技術要求、延役或除役要求。有關運轉及維護技術指引之各章節概述如下，而各章節內容之參考依據請參考「1.5 相關法令與標準」及「附錄二：參考文獻」：

第一章 總則：係說明建置目的、主管機關、界定適用範圍及應與其他技術指引相互配合之事項。

第二章 一般通則：係配合相關部會局處，彙整國際內外既存法規，以制定執行運轉及維護之基本管理要求，如從事運維作業人員應具備之資格、運維作業場域應評估之事項、用於運轉及維護作業之載具與機具應遵從之規定，以及列出離岸風力發電廠應設置之資訊安全防護措施等。

第三章 運轉及維護之技術要求：係說明轉子機艙總成、支撐結構、輸電系統執行運轉及維護時須注意之技術要求，包含操控、監測等運轉作業，及檢驗、清潔、維修、保養、校正等維護作業，另亦涵蓋本土離岸風力發電廠營運期間潛在特殊事件，如颱風、地震、碰撞等。

第四章 延役、除役或重新供電之要求：係以說明離岸風場於延役、除役或重新供電階段，應提出之規劃及應符合之相關規範。

本指引係揭櫫離岸風場系統與設備之運轉及維護要求，惟採用之場址調查結果、設計方法、製造商要求、施工成果品質，均會影響運轉及維護計畫之安排，因此於規劃運轉及維護作業時，應同時參考「離岸風力發電場址調查及設計技術指引」與「離岸風力發電製造及施工技術指引」之內容，以達到預期之離岸風力發電廠全生命週期性能及安全目標。

離岸風力發電技術指引審議會

※離岸風力發電技術指引指導審議會

召集人

經濟部標準檢驗局謝代理局長翰璋

國立臺北科技大學王校長錫福

主管機關代表

行政院環境保護署、行政院農業委員會漁業署、海洋委員會海洋保育署、海洋委員會國家海洋研究院、內政部營建署、內政部消防署、內政部地政司、內政部國土測繪中心、交通部中央氣象局、交通部航港局、交通部運輸研究所、勞動部職業安全衛生署、文化部文化資產局、國家科學及技術委員會、經濟部標準檢驗局、經濟部能源局、經濟部工業局、經濟部水利署、經濟部中央地質調查所、台灣電力股份有限公司、臺灣港務股份有限公司

專家學者委員（依姓氏筆劃順序）

任職單位	姓名	職稱
國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系	江茂雄	特聘教授暨 工學院副院長
國立臺北科技大學土木工程系	宋裕祺	特聘教授
財團法人船舶暨海洋產業研發中心	周顯光	執行長
台灣世曦工程顧問股份有限公司	施義芳	董事長
國立臺灣海洋大學	許泰文	校長
中興工程顧問股份有限公司	陳伸賢	董事長
財團法人中國驗船中心	鄭志文	執行長
國立成功大學水利及海工系	蕭士俊	特聘教授兼 水工所所長

※運轉及維護技術指引技術審議會

召集人

財團法人中國驗船中心鄭執行長志文

國立臺灣海洋大學河海工程學系簡教授連貴

審議委員（依姓氏筆劃順序）

任職單位	姓名	職稱
國立臺北科技大學機電學院	李春穎	院長
國立臺北科技大學電機工程系	周至如	教授
國立中央大學材料工程研究所	林景崎	特聘教授
國家地震工程研究中心	柴駿甫	副主任
行政院原子能委員會核能研究所	黃金城	組長
財團法人中國驗船中心	詹育禎	處長
台灣電力公司再生能源處	蔡英聖	處長
國立臺灣大學工程科學及海洋工程學系	趙修武	教授
國立中山大學環境海洋及工程學系	薛憲文	系主任

工作小組

任職單位	姓名	職稱
財團法人中國驗船中心 再生能源處	黃悅瑩	組長
	楊淳宇	工程師
	陳詩叡	工程師
	李醒亞	工程師
	林曉琪	管理師
	吳品儀	管理師
財團法人中國驗船中心 研究處	胡平祥	資深驗船師
	趙鈿波	資深驗船師
財團法人中國驗船中心 技術處	黃義順	副處長
	陳佑鳴	組長

目錄

第一章 總則.....	1
1.1 目的.....	1
1.2 主管機關.....	1
1.3 適用範圍.....	2
1.4 名詞定義.....	2
1.5 相關法令與標準.....	6
1.6 設計、施工與運維之配合.....	11
1.7 運轉及維護階段送審文件.....	12
第二章 一般通則.....	13
2.1 風場基本資訊.....	13
2.2 資格.....	13
2.3 作業場域.....	15
2.4 載具.....	16
2.5 機具.....	17
2.6 備品管理.....	19
2.7 環境保護暨職業安全衛生.....	19
2.8 緊急應變因應.....	20
2.9 事故通報、調查及改進.....	22
2.10 紀錄留存與管理.....	25
2.11 資訊安全防護.....	25
第三章 運轉及維護之技術要求.....	27
3.1 通則.....	27
3.2 運轉技術要求.....	29
3.2.1 轉子機艙總成.....	30
3.2.1.1 基本要求.....	30
3.2.1.2 旋角系統.....	32
3.2.1.3 傳動系統.....	34
3.2.1.4 轉向系統.....	35
3.2.1.5 發電機.....	36
3.2.1.6 變壓器.....	37

3.2.1.7 變流器或逆變器.....	38
3.2.1.8 備用電源.....	38
3.2.1.9 配電盤.....	38
3.2.1.10 電纜.....	39
3.2.2 支撐結構.....	39
3.2.3 輸電系統.....	41
3.2.3.1 基本要求.....	41
3.2.3.2 責任分界點設備及系統操作.....	42
3.2.3.3 電纜系統.....	43
3.2.3.4 變電站.....	44
A. 電氣設備.....	44
B. 機械裝置.....	47
C. 支撐結構.....	50
D. 消防設施.....	50
3.3 維護技術要求.....	52
3.3.1 轉子機艙總成.....	54
3.3.1.1 基本要求.....	54
3.3.1.2 控制系統.....	54
3.3.1.3 葉片.....	55
3.3.1.4 旋角系統.....	56
3.3.1.5 傳動系統.....	57
3.3.1.6 轉向系統.....	57
3.3.1.7 發電機.....	58
3.3.1.8 變壓器.....	59
3.3.1.9 變流器或逆變器.....	60
3.3.1.10 備用電源.....	61
3.3.1.11 配電盤.....	61
3.3.1.12 電纜.....	62
3.3.1.13 雷擊防護.....	62
3.3.2 支撐結構.....	63
3.3.2.1 基本要求.....	63

3.3.2.2	修復與加強措施.....	65
3.3.2.3	疲勞裂紋檢驗.....	67
3.3.2.4	接合.....	68
3.3.2.5	腐蝕防護系統.....	69
3.3.2.6	海底地形.....	72
3.3.2.7	海洋附生物.....	74
3.3.3	輸電系統.....	74
3.3.3.1	基本要求.....	74
3.3.3.2	責任分界點設備及系統操作.....	74
3.3.3.3	電纜系統.....	75
3.3.3.4	變電站.....	76
A.	電氣設備.....	76
B.	機械裝置.....	79
C.	支撐結構.....	80
D.	消防設施.....	81
3.4	特殊事件及其他要求.....	82
3.4.1	基本要求.....	82
3.4.2	災害性天氣.....	82
3.4.3	地震.....	86
3.4.4	碰撞事故.....	88
3.4.5	雷擊.....	89
3.4.6	海底地形瞬變.....	90
3.4.7	電氣事故.....	91
第四章	延役、除役或重新供電之要求.....	92
4.1	延役、除役或重新供電之規劃.....	92
4.2	計畫更新與許可.....	94
4.3	報告繳交.....	98

圖目錄

圖 1、本指引之適用範圍.....	2
圖 2、「災害緊急通報作業規定」與「電業事故通報程序標準」之比較.....	24
圖 3、離岸風力發電廠之一般情境.....	28
圖 4、離岸風力發電廠直供情境.....	28
圖 5、葉片翼面方向與邊緣方向示意圖.....	33
圖 6、風力機轉向說明之俯視示意圖.....	36
圖 7、以凸極式發電機為例之發電機轉子/定子示意圖.....	37
圖 8、臺北、臺中、高雄、花蓮氣候平均（1991-2020 年平均）逐日雨量.....	85
圖 9、1998-2015 年臺灣地區發生龍捲風/水龍捲分布圖.....	85
圖 10、1998-2015 年臺灣地區發生龍捲風/水龍捲之位置分布圖，數字為發生次數.....	85
圖 11、結構物之間距要求.....	88

表目錄

表 1 其他主管機關與單位之相關法規.....	1
表 2、銲接材料及其對應之標準.....	14
表 3、電業事故通報程序標準事故規模分類.....	22
表 4、各規模事故通報時間規則與程序.....	23
表 5、各國之事故通報機制與相應做法.....	24
表 6、第三章內容撰寫對照表.....	27
表 7、侵襲台灣颱風月分布（1911 年至 2021 年）.....	83
表 8、豪（大）雨雨量分級標準.....	84
表 9、美國海洋能源管理局規劃除役計畫應呈現之內容.....	95
表 10、英國商業能源暨產業策略部提出之除役計畫架構.....	96
表 11、英國除役報告資訊.....	98

第一章 總則

1.1 目的

為確保離岸風力發電廠供電安全及品質，並完善離岸風力發電系統與設備管理，特訂定離岸風力發電廠運轉及維護技術指引（以下簡稱本指引）。

【解說】

本指引之建置目的係確保離岸風電之供電安全及品質與完善離岸風電系統與設備之管理，惟運轉及維護階段之作業乃受設計階段之設計方法及製造階段之工法影響，故本指引之解說若涉及「離岸風力發電場址調查及設計技術指引」與「離岸風力發電製造及施工技術指引」，亦須參照兩技術指引之內容。

為確保離岸風力發電廠之供電安全及品質，離岸風力發電業者應：

- 依「電業法」第 24 條，電業籌設、擴建之許可、工作許可證、執照之核發、換發、應載事項、延展、發電設備之變更與停業、歇業、併購等事項之申請程序、應備書件及審查原則之規則，由電業管制機關訂定之。
- 依「電業法」第 31 條第 1 項，發電業及輸配電業應定期檢驗及維護其電業設備，並記載其檢驗及維護結果。
- 依「電業設備檢驗維護辦法」第 6 條第 1 項，發電業及輸配電業於電業設備併網運轉後應定期檢驗及維護其電業設備，並詳實記載電業設備之定期檢驗及維護項目、日期、標準及結果等紀錄，且該紀錄應至少留存至電業設備停止使用為止。

離岸風力發電業執行離岸風力發電系統與設備之管理運轉及維護作業時，尚須遵循相關其他主管機關與單位之要求，相關法規如下表 1 所示。

表 1 其他主管機關與單位之相關法規

部會/單位	事項	相關法規
經濟部	電力網互聯	電業法第 8 條、第 18 條
		再生能源發展條例第 8 條
	直接供電予用戶者（併網型直供者、獨立型直供者）	再生能源發電業申請直供審查規則
	電源引接系統（含電纜及變電站）之裝設及維護	輸配電設備裝置規則
	離岸風力發電廠之定期檢驗維護	電業設備檢驗維護辦法
	離岸風力發電廠內用電設備維護	用戶用電設備裝置規則
用電場所及專任技術人員管理規則		
台灣電力公司	電力調度原則、併網技術規範	台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點

1.2 主管機關

本指引之主管機關為經濟部。

1.3 適用範圍

本指引適用於離岸風力發電廠所屬系統與設備，涵蓋轉子機艙總成、支撐結構及輸電系統。其中風力機包含轉子機艙總成與支撐結構，支撐結構係包含塔架、轉接段、下部結構和基礎，輸電系統包含電纜系統與變電站及附屬設備。

【解說】

本指引之適用範圍包含轉子機艙總成、支撐結構係為離岸風力機，輸電系統為電纜及變電站，並涵蓋陸域及離岸變電站。其中支撐結構涵蓋主要結構、次要結構及附屬結構與相關設施，如工作平台、船靠系統及爬梯等。



圖 1、本指引之適用範圍

1.4 名詞定義

本指引之名詞、定義、縮寫及符號，請參照本指引之解說。

【解說】

本指引使用之名詞可參照「離岸風力發電場址調查及設計技術指引」，惟與本指引較為相關之技術名詞及其定義及縮寫，請參照下列說明：

1. 名詞與定義

- (1) 輔助電力系統 (Auxiliary Power System)
供應離岸變電站運轉之電源系統，如確保離岸變電站主電源系統運轉、孤島情境下供應風力機停機期間之電源。
- (2) 全黑變電站情境 (Black Substation Condition)
當輔助電源供應系統無法運作或系統無法恢復之情境。
- (3) 煞車系統 (Braking System)
降低轉子轉速或停止旋轉之系統。
- (4) 近距離目視檢測 (Close Visual Inspection)
以盡可能靠近結構表面方式執行之目視檢測。
- (5) 接合 (Connection)
係指係指連結不同構件之方式，包含灌漿接合與螺栓接合。

- (6) 控制系統 (Control System)
接收風力機及/或環境資訊，並調節風力機，使其保持在操作極限內之控制及保護系統功能。
- (7) 除役 (Decommissioning)
係指風力發電廠除役與移除相關設備之規劃與執行。
- (8) 傳動系統 (Drive Train System)
由傳動軸、軸承、齒輪或齒輪箱、聯軸器及其他輔助裝置構成用以傳遞動力之系統。
- (9) 渦電流檢測 (Eddy Current Testing)
非破壞檢驗方法之一，利用電磁感應檢測導電材料表面即次表面缺陷。
- (10) 邊緣方向 (Edgewise)
平行於局部弦之方向。
- (11) 首次檢驗 (First Inspection / Baseline Inspection)
設備與系統於安裝或設置後之第一次檢驗。
- (12) 翼面方向 (Flapwise)
垂直於未變形轉子葉片軸掃略表面之方向。
- (13) 滲水構件偵測 (Flooded Member Detection)
一種在水下充氣管道中發現裂縫或損壞之方法。
- (14) 基礎 (Foundation)
離岸風力機支撐結構之一部分，可將作用於結構之負載轉移至海床，參照本指引 1.3 適用範圍解說圖 1。
- (15) 自由流風速 (Free Stream Wind Speed)
風場上游極遠處未受離岸風電廠或其他障礙物影響之風速。
- (16) 一般目視檢測 (General Visual Inspection)
由肉眼或藉其他輔助器具，如放大鏡、工業用內視鏡等，觀察被檢物之表面狀況、輪廓外型、相關位置、接合面之對其、有無洩漏等。
- (17) 孤島情境 (Islanded Condition)
電力網因故障斷電時，系統不能及時地檢測到電網狀態而持續向電力網輸送電能之情境。
- (18) 延役 (Lifetime Extension)
係指風力發電廠達到初始設計壽命後之持續運行。
- (19) 雷擊防護系統 (Lightning Protection System, LPS)
用以減少雷擊閃電隊結構造成實體損害之整體系統，其內容包括外部及內部雷擊防護系統。
- (20) 液滲檢測 (Liquid Penetrant Testing)
非破壞檢測法之一種，係將滲透液施加於被檢物表面，經過適當滲透時間後，清除表面多餘滲透劑，在施加顯像劑，使瑕疵內之滲透劑滲出被檢物表面形成明顯之顯示，在實施檢視作業過程之液滲檢測。
- (21) 磁粒檢測 (Magnetic Particle Testing)
一種非破壞檢測方法，利用瑕疵所形成之磁漏磁場吸引磁粒形成顯示，用於檢測鐵磁材料的表面及次表面之瑕疵。
- (22) 主電力系統 (Main Power System)
匯集、轉換及輸出風力機電力之系統。
- (23) 網狀電力系統 (Meshed Power System)
輔助電力系統之輔助電源，未區分主電源及緊急電源。
- (24) 非破壞檢測 (Non-Destructive Test)
不改變結構性之檢驗方法。

- (25) 旋角系統 (Pitch System)
由可調整葉片旋角之裝置及引導旋角之裝置組成。
- (26) 射線檢測 (Radiographic Testing)
以具有穿透能力之輻射線如 X 射線、伽瑪射線、中子射線等穿透被檢物，於地面或螢幕形成影像之紀錄，然後研判影像以瞭解被檢物品質的一種非破壞檢測方法。
- (27) 重新供電/再併網 (Repowering)
係指於原場址之技術更新或重新安裝風力機，通常為更換部分風力機或升級既有風力機之系統或設備。
- (28) 轉子機艙總成 (Rotor Nacelle Assembly, RNA)
由支撐結構成在離岸風力機動力之一部份，參照本指引 1.3 適用範圍解說圖 1。
- (29) 飛濺區 (Splash Zone)
經常因波浪與潮汐變化而潮濕之外部支撐結構區域。
- (30) 下部結構 (Substructure)
岸風力機支撐結構之一部分。此部分由海床向上延伸，且連接塔架與基礎，參照本指引 1.3 適用範圍解說圖 1。
- (31) 支撐結構 (Support Structure)
離岸風力機之一部分，由塔架、下部結構及基礎組成，參照本指引 1.3 適用範圍解說圖 1。
- (32) 突波保護器 (Surge Protection Device, SPD)
用以限制暫態過電壓及使突波電流分流之裝置。
- (33) 塔架 (Tower)
離岸風力機支撐結構之一部分。此部分連接下部結構與轉子機艙總成，參照本指引 1.3 適用範圍解說圖 1。
- (34) 轉接段 (Transition)
離岸風力機支撐結構之一部分，用以連接下部結構與塔架。
- (35) 超音波檢測 (Ultrasonic Testing)
以超音波偵測被檢物的一種非破壞檢測方法。
- (36) 不斷電系統 (Uninterruptible Power Supply, UPS)
電網異常情況下，為電器負載裝置提供後備電源，維持電器正常運轉之裝置。
- (37) 轉向系統 (Yaw System)
由可維持固定轉向方向之裝置、改變方向之裝置及引導轉向之裝置組成。
- (38) 轉向錯位 (Yaw Misalignment)
風力機轉子軸與風向之間之水平偏差。

2. 縮寫

縮寫	中文名稱	全稱
AMPP	美國材料保護與性能協會	Association for Materials Protection and Performance
BOSIET HUET	直升機水下逃生之離岸 安全基礎介紹與緊急訓練	Basic Offshore Safety Induction and Emergency Training Helicopter Underwater Escape Training
BST	基礎安全訓練資格	Basic Safety Training
BTT	基礎技術訓練	Basic Technical Training

縮寫	中文名稱	全稱
FROSIO	表面處理檢驗員培訓與 認證專業委員會	Faglig Råd for Opplæring og Sertifisering av Inspektører innen Overflatebehandling
GWO	全球風能組織	Global Wind Organization
IRATA	國際工業繩索 技術作業協會	International Rope Access Trade Association
NDT	非破壞檢測	Non-Destructive Test
Underwater ROV	水下遙控載具	Underwater Remotely-Operated Vehicle
AIS	船舶自動識別系統	Automatic Identification System
VHF Radio	特高頻無線電	Very High Frequency Radio
VTS	船舶交通服務系統	Vessel Traffic Service
ROV	遙控載具	Remotely-Operated Vehicle
UAV	無人航空載具	Unmanned Aircraft Vehicle
SOLAS	國際海上人命安全公約	International Convention for the Safety of Life at Sea
IMO	國際海事組織	International Maritime Organization
RNA	轉子機艙總成	Rotor Nacelle Assembly
ULTC	有載分接頭變換器	Under Load Tap Charge
HVDC	高壓直流	High-Voltage Direct Current
SHM	結構健康監測系統	Structural Health Monitoring System
SCADA	系統監控與資料擷取	Supervisory Control and Data Acquisition
UPS	不斷電系統	Uninterruptible Power Supply
DFF	設計疲勞因子	Design Fatigue Factor
PGA	最大地動加速度	Peak Ground Acceleration
PGV	最大地動速度	Peak Ground Velocity
AIS AtoN	自動識別系統導航標	Automatic Identification System Aids to Navigation
LPS	雷擊防護系統	Lightning Protection System
SPD	突波保護器	Surge Protection Device

1.5 相關法令與標準

指引係以離岸風力發電廠運轉及維護所需相關工程技術為基準作原則性規定，除電業法及其他相關子法或其他法令另有規定外，應參照本指引之規定。

本指引未規定者，應依相關法令及標準據以辦理運轉及維護作業。

【解說】

1. 本指引尚應參考相關標準，包含國家標準(CNS)、國際標準（IEC、IEEE、ISO 等）及原廠建議標準等；惟採用原廠建議標準，應提出原廠佐證文件備查。
2. 本指引中若涉及其他部會規定者，應遵從其他部會之法規、規範或相關要求。

(1) 國內法規、規範及標準

災害防救法

災害緊急通報作業規定

資通安全管理法

資通安全事件通報及應變辦法

海洋污染防治法

漁港法

租用漁船從事水產資源海洋環境調查研究及漁業管理措施

娛樂漁業管理辦法

廢棄物清理法

飲用水管理條例

電業法

電業登記規則

電業竣工查驗作業要點

電業設備檢驗維護辦法

電業事故通報程序標準

輸配電設備裝置規則

發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期

再生能源發展條例

再生能源發電業者申請直供審查規則

用電場所及專任人員管理規則

離岸風力發電區塊開發場址規劃申請作業要點

民用航空法

海難災害防救業務計畫

遙控無人機管理規則

離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範

彰化風場航道航行指南

船舶設備規則

船舶檢查規則

船員法

航路標識條例

航路標識設置技術規範

商港法

商港港務管理規則

非本國籍工作船申請停泊國際商港以外之其他港灣口岸作業要點

氣象法
氣象預報警報統一發布辦法
交通部中央氣象局災害性天氣作業要點
地面氣象測報作業規範
鐵路橋梁之檢測及補強規範
職業安全衛生法
職業安全衛生法施行細則
職業安全衛生設施規則
職業安全衛生教育訓練規則
職業安全衛生管理辦法
職業安全衛生管理辦法檢查注意事項
職業安全衛生管理規章及職業安全衛生管理計畫指導原則
離岸風電海域作業安全指引
風險評估技術指引
營造安全衛生設施標準
勞工健康保護規則
勞工作業環境監測實施辦法
機械設備器具安全標準
緊急應變措施技術指引
異常氣壓危害預防標準
危害性化學品標示及通識規則
危險性機械及設備安全檢查規則
危險性工作場所審查及檢查辦法
採購管理技術指引
承攬管理技術指引
變更管理技術指引
繩索作業安全指引
天然災害發生事業單位勞工出勤管理及工資給付要點
災害防救法施行細則
各類場所消防安全設備設置標準
水深測量作業規範
水下文化資產調查作業與儀器探測技術指引
運輸事故調查法
重大水路事故調查作業處理規則
颱風期間船舶靠泊作業原則要點
臺中港工作船舶(含離岸風電工作船)進出港及港內航行靠泊管制作業原則
臺中港颱風期間船舶進出港航行與靠泊作業規定摘要表
台灣電力股份有限公司資通安全作業規範
台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點
再生能源發電系統調度操作準則
再生能源發電系統即時運轉資料提供及傳送方式原則
貨物裝卸設備構造與檢驗規範
鋼船建造與入級規範第 VII 篇-電機設備
鋼船建造與入級規範第 VIII 篇-自動或遙控及監視系統驗船中心(CR), 鋼
船建造與入級規範第 IX 篇-火災防護、探測與滅火

(2) 國家標準(CNS)

CNS 15176-1	風力機-第 1 部：設計要求
CNS 15176-3	風力機-第 3 部:離岸風力機設計要求
CNS 15176-22	風力機-第 22 部：符合性測試與驗證
(3) 國際規範及業界標準	
洋上風力発電施設検討委員会	洋上風力発電設備の維持管理に関する統一的解説
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie	Ground Investigation of Offshore wind Farm
Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie	Minimum requirements concerning the constructive design of offshore structures (EEZ)
Netherlands Enterprise Agency	Borssele Wind Farm Zone wind farm sites III&IV
The Crown Estate Department for Business	Requirements for providing survey data to The Crown Estate via the Marine Data Exchange Energy & Industrial Strategy
Code of Federal Regulations	30 CFR Part 585-Renewable Energy and Alternate use of Existing Facilities on the outer Continental Shelf.
United States Department of the Interior	Information Guidelines for a Renewable Energy Construction and Operations Plan
ABS. Rules	Steel Vessels Part 4-Vessel system and machinery
API-RP-2SIM	Structural Integrity Management of Fixed Offshore Structures
IEC 27001	Information security management
IEC 27002	Information technology-Security technique-Code of practice for information security controls
IEC 60034-1	Rotating electrical machines-Part 1: Rating and performance
IEC 60076-2	Power transformer - Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformer
IEC 60076-11	Power transformer - Part 11: Dry-type transformer
IEC 60085	Electrical insulation-Thermal evaluation and designation
IEC 60529	Degrees of protection provided by enclosures
IEC 61400-1	Wind energy generation system - Part 1: Design requirement
IEC 61400-3-1	Design requirements for fixed offshore wind turbines
IEC 61400-6	Wind energy generation systems - Part 6: Tower and foundation design requirements

IEC 61400-12-2	Wind turbines - Part 12-2: Power performance of electricity-producing wind turbines based on nacelle anemometry
IEC 61400-24	Wind energy generation systems - Part 24: Lightning protection
IEC 62271-1	High-voltage switchgear and controller - Part 1: Common specifications for alternating current switchgear and controller
IEC 62351-5	Power systems management and associated information exchange - Data and communications security - Part 5: Security for IEC 60870-5 and derivatives
IEC 62351-7	Power systems management and associated information exchange - Data and communications security - Part 7: Network and System Management (NSM) data object models
IEC 62351-9	Power systems management and associated information exchange - Data and communications security - Part 9: Cyber security key management for power system equipment
IEC 62477-1	Safety requirements for power electronic converter systems and equipment - Part 1: General
IEC 62443-3-3	Industrial communication networks - Network and system security - Part 3-3: System security requirements and security levels
IEC 62443-4-1	Security for industrial automation and control systems - Part 4-1: Secure product development lifecycle requirements
IEC 62443-4-2	Security for industrial automation and control systems - Part 4-2: Technical security requirements for IACS components
IEC 62444	Cable glands for electrical installations
IECRE-OD-501	Type and component certification scheme
CFPA-E-Guideline	Wind turbines fire protection guideline
ISO 3834 series	Quality requirements for fusion welding of metallic materials
ISO 4628 series	Paints and varnishes - Evaluation of degradation of coatings - Designation of quantity and size of defects
ISO 9001	Quality management systems - Requirements
ISO 9712	Non-destructive testing - Qualification and certification of NDT personnel
ISO 9606 series	Qualification testing of welders - Fusion welding

ISO 14001	Environmental management systems - Requirements with guidance for use
ISO 14732	Welding personnel - Qualification testing of welding operators and weld setters for mechanized and automatic welding of metallic materials.
ISO 15257	Cathodic protection - Competence levels of cathodic protection persons-Basis for a certification scheme
ISO 17024	Conformity assessment - General requirements for bodies operating certification of persons
ISO 19902	Petroleum and natural gas industries - Fixed steel offshore structures
ISO 24656	Cathodic protection of offshore wind structures
ISO 45001	Occupational health and safety management systems- Requirements with guidance for use
International Council on Large Electric Systems	CIGRÉ-TB610
International Hydrographic Organization	IHO Standard for Hydrographic Survey
International Maritime Organization	code for the construction and equipment of mobile offshore drilling units
IMCA. C005	Guidance on competence assurance and assessment: Remote Systems & ROV Division
NACE-RP-0176	Corrosion Control of Steel Fixed Offshore Structures Associated with Petroleum Production
NACE-SP-0176	Corrosion Control of Submerged Areas of Permanently Installed Steel Offshore Structures Associated with Petroleum Production
NGI	Bureau of Safety and Environmental Enforcement Offshore (BSEE) Wind Recommendations
NORSOK-M-101	Structural steel fabrication
NORSOK-N-005	In-service integrity management of structures and marine systems
NORSOK-U-102	Remotely operated vehicle (ROV) services
DNV-OS-C401	Fabrication and testing of offshore structures
DNV-OS-D101	Marine and machinery systems and equipment
DNV-RP-B401	Cathodic protection design
DNV-RP-0416	Corrosion protection for wind turbines

DNV-ST-0076	Design of electrical installations for wind turbines
DNV-SE-0077	Certification of fire protection systems for wind turbines
DNV-SE-0190	Project certification of wind power plants
DNV-SE-0439	Certification of condition monitoring
DNV-ST-0126	Support structures for wind turbines
DNV-ST-0145	Offshore substations
DNV-ST-0359	Subsea power cables for wind power plants
DNV-ST-0361	Machinery for wind turbines
DNV-ST-0376	Rotor blades for wind turbines
DNV-ST-0438	Control and protection systems for wind turbines
DNV-ST-0437	Loads and site conditions for wind turbines

(4) 國內外相關研究

經濟部

地質環境與資源動態監測計畫-福爾摩沙衛星二號
影像應用研究計畫

交通部

港灣構造物陰極防蝕準則訂定研究

科技部

臺灣南部外海極端事件之沈積紀錄研究(II)研究計畫

國家地震工程研究中心

台灣離岸風場場址承載能力評估及震後風機支撐結構受損評估驗證技術

財團法人中技社

確保我國供電穩定之再生能源管理與運轉策略, 財團法人中技社專題報告

吳進忠、鄭宇軒

大量再生能源併網的衝擊與電力調度因應策略, 中國工程學刊, 第 93 卷 01 期, 頁 77-88

劉清煌

大氣中最爆裂的份子-龍捲風, 科學研習期刊, 第 60 卷第 04 期

張怡蕙、劉清煌

2015 年 7 月 20 日臺南新化龍捲風個案析, 大氣科學學刊, 第 44 卷第 3 期, 頁 237-264

葉貞君等

推動再生能源面臨的議題, 台灣能源期刊, 第 3 卷第 4 期, 頁 385-415

1.6 設計、施工與運維之配合

運轉及維護階段應揭櫫離岸風力發電廠系統與設備之運轉及維護要求, 惟採用之設計方法、製造商要求、施工成果品質均會影響運轉及維護計畫之安排, 故於運轉及維護過程所需作業應同時依其他階段之要求。

【解說】

離岸風場於設計階段已考量離岸風力發電廠全生命週期內各系統與設備之性能及安全要求, 惟運轉及維護計畫應參照本指引「第三章運轉及維護之技術要求」訂定之。

另為滿足本指引預期之離岸風力發電廠全生命週期性能及安全目標, 離岸風力發電廠之運轉及維護應考量「離岸風力發電場址調查及設計技術指引」與「離岸風力發電製造及施工技術指引」及本指引之三部指引間有關工程技術要求之配合。

1.7 運轉及維護階段送審文件

運轉及維護階段應提送相關報告與成果，經第三方驗證單位複核後，提交其他目的事業主管機關辦理專案驗證審查會議。

【解說】

本項之主管機關、法源依據與運轉及維護階段須提送相關報告與成果，待確認後更新。

第二章 一般通則

2.1 風場基本資訊

為確保離岸風力發電廠運轉及維護作業紀錄完備，離岸風力發電業者應建置及維護以下資料：

1. 主管機關核可之場址邊界及竣工後所有系統與設備位置。
2. 離岸風力發電業者資料及竣工前所有承包商資料，完整系統與設備設計報告、詳細圖說及計算文件。
3. 離岸風力發電設備之運轉及維護計畫（包含運轉及維護承包商之基本資訊、執行期間及負責業務及系統之運轉及維護手冊）。

【解說】

1. 本項主管機關為經濟部能源局。
2. 本指引所指離岸風力發電業者包含其各承包商，如運維商及海事工程商等，工作性質與風場之運轉及維護相關者均屬離岸風力發電業者之範疇，故不再另行區分。
3. 離岸風力發電業者至少應建置及維護下列資料：
 - (1) 場址及所有系統與設備位置乃為便於離岸風力發電廠執行運轉、維護及監測作業之人員、機具與船舶進出之管制與管控。場址邊界及竣工後所有系統與設備位置，須以最新版海軍大氣海洋局刊行之中華民國海軍水道圖，及使用最大比例尺和新國家坐標系統-1997 臺灣大地基準（TWD97，建構係採用國際地球參考框架，詳情可參考內政部地政司衛星測量中心網站上之定義）二度分帶座標標示。竣工後所有系統與設備位置應包含風力機點位座標、變電站點位座標及海纜路徑之點位座標（含海床深度）等。
 - (2) 竣工前承包商資料及相關設計文件乃運維階段重要參考文件，於檢驗維護計畫之規劃或修復結構等程序均須具備，故離岸風力發電業者應妥善維護；前述設計資料須參照經濟部能源局「電業竣工查驗作業要點」要求應提交之資料辦理，包含完整系統與設備設計報告、詳細圖說及計算文件。
 - (3) 離岸風力發電設備與系統之運轉及維護手冊、運轉及維護計畫應依循本指引「第三章運轉及維護之技術要求」之相關要求。
 - (4) 應建置與維護管理組織圖、溝通流程圖、作業流程圖；維護管理組織圖之內容應載明統籌管理人、運作管理負責人、船舶、系統、機械設備技術及土木工程技術負責人，以及應提供上述各分類之協力廠商名單，且各運轉及維護商之資訊至少應包含各單位執行期間、聯繫流程與負責業務內容。

2.2 資格

為確保人員均具備基本安全意識與因應突發事件之能力，進出離岸風力發電廠人員應具備基礎安全訓練資格，且為確保運轉及維護作業品質，從事系統與設備操作人員及作業人員應額外具備相應之專業資格。

離岸風力發電業者應具備符合國際標準之管理系統，並應依專業技能與工作職責建置人員技能訓練與考核系統。

【解說】

1. 本項所述基礎安全訓練資格，係由全球風能組織制定之訓練，包含人工操作、火場應變、緊急救護、高空作業與海上求生，共五項模組。
2. 本項所述從事離岸風力發電廠系統與設備操作人員，應視其實際作業需求具備全球風能組織制定之基礎技術訓練資格，包含機械、電機與液壓，共三項模組。
3. 搭乘直升機人員應具備直升機水下逃生之離岸安全基礎介紹與緊急訓練或同等級資格。
4. 本項所述從事系統與設備操作人員及作業人員包含，但不限於潛水員、繩索技術員、鉸接技術員、鉸接操作員、水下遙控載具操作員、非破壞檢測員、塗裝品質檢查員、陰極保護系統檢測員、陰極保護系統檢測規劃與數據分析人員、危險性機械操作人員、危險性設備操作人員及特殊作業人員等。
5. 前項所列人員應取得之證照資格或應注意事項如下：
 - (1) 潛水員：應盡量避免潛水員作業，須以潛水員從事運維作業，則應考量作業風險，並注意以下事項。
 - A. 於作業現場應設置救援潛水人員一名，且應備置足夠急救藥品及器材。
 - B. 執行水下作業時，水下應同時有另一名潛水員或以遙控載具監控其安全。
 - C. 依勞動部「異常氣壓危害預防標準第 37 條」規定，實施潛水作業所僱用之勞工，應選任符合下列規定之一者擔任：
 - 持有依法設立之訓練項目載有職業潛水職類之職業訓練機構，依中央主管機關公告之課程、時數、設備及師資所辦理之職業訓練結訓證書。
 - 領有中央主管機關認可之潛水人員技術士證。
 - 於國外接受訓練，並領有相當職業潛水之執照，經報請中央主管機關認可。
 - D. 潛水作業之執行細節得參考國際規範，如 IMCA-D014、IMCA-D023、IMCA-D040。
 - (2) 繩索技術員：從事繩索作業相關人員應符合勞動部「繩索作業安全指引」規定，通過國際工業繩索技術作業協會或其他同級業界標準之人員考核。
 - (3) 鉸接技術員：鉸接技術員應通過 ISO 9606 系列或其他同級業界標準之人員考核，且鉸接技術員資格須有測試維護紀錄；超過 6 個月未從事鉸接工作者，應重新檢定其資格；鉸接材料及其對應之標準如下表 2 所示。

表 2、鉸接材料及其對應之標準

標準	檢定名稱(英文)	檢定材料
ISO 9606-1	Qualification Testing of Welders - Fusion Welding - Part 1: Steels	鋼
ISO 9606-2	Qualification Test of Welders - Fusion Welding - Part 2: Aluminium and Aluminium Alloys	鋁及鋁合金
ISO 9606-3	Approval Testing of Welders - Fusion Welding - Copper and Copper Alloys	銅及銅合金
ISO 9606-4	Approval Testing of Welders - Fusion Welding - Part 4: Nickel and Nickel Alloys	鎳及鎳合金
ISO 9606-5	Approval Testing of Welders - Fusion Welding - Part 5: Titanium and Titanium Alloys, Zirconium and Zirconium	鈦及鈦合金、鋳及鋳合金

- (4) 銲接操作員：銲接操作員應通過 ISO 14732 或其他同級業界標準之人員考核，該標準為銲接操作員以操作銲接機械設備與控制自動化銲接設備之方法進行銲接作業的資格認證；超過 6 個月未從事銲接工作者，應依 ISO 14732 第 5.3 節規定重新檢定該銲接操作員之資格。
 - (5) 水下遙控載具操作員：水下遙控載具操作員應通過依 IMCA C 005 所制定或其他同級業界標準之訓練考核，並應至少取得 ROV Pilot/Technician Grade II 或其他同級之資格。
 - (6) 非破壞檢測員：從事非破壞檢測的檢測人員應通過 CNS 13588、ISO 9712 或其他同級業界標準之人員考核。資格證書之核發應依據考核標準之規定辦理，必要時須經第三方驗證單位簽核。
 - (7) 塗裝品質檢查員：從事塗裝品質檢查人員應通過 AMPP Certified Coating Inspector、FROSIO Level 2、持有 3 年以上 AMPP O-CAT 資格或其他同級（或以上）之業界標準之人員考核。
 - (8) 陰極保護系統檢測員：從事陰極保護系統檢測人員應通過 AMPP Cathodic Protection Technician、ISO 15257 Level 2 或其他同級（或以上）之業界標準之人員考核。
 - (9) 陰極保護系統檢測規劃與數據分析人員：從事陰極保護系統檢測人員應通過 AMPP Cathodic Protection Technologist、ISO 15257 Level 3 或其他同級（或以上）之業界標準之人員考核。
 - (10) 從事特殊作業人員、危險性機械操作人員與危險性設備操作人員應依勞動部「職業安全衛生教育訓練規則」第 12 至 14 條規定，於事前接受安全衛生教育訓練，並取得相對應之國內技術士資格。
6. 除前述所列人員應取得之證照資格，若國內公私立機構設有相關訓練課程或考核系統，且為主管機關指定之人員資格者，應遵守主管機關之規定取得相對應資格。
 7. 離岸風力發電業者應兼顧營運過程可能造成之職業安全衛生災害與環境衝擊，故除基本之品質管理系統外，亦應至少具備職業安全衛生管理系統及環境管理系統；前述所指之管理系統應符合國際標準，包含 ISO 9001 品質管理系統、ISO 45001 職業安全衛生管理系統、ISO 14001 環境管理系統或同等級資格。從事銲接作業廠商，應額外具備 ISO 3834 金屬材料熔融銲接品質要求或同等級資格。
 8. 為確保從事運維作業人員均具備與其職責相符之作業技能，並透過定期追蹤及考核維持運維作業之品質及安全性，離岸風力發電業者應建置與管理人員技能訓練與考核系統。前述人員技能訓練與考核系統應至少包含：
 - (1) 提供作業人員完整之技能訓練課程，並由具備相對應經驗與能力之人員執行訓練。
 - (2) 建置公正之考核制度以評估訓練成果。
 - (3) 妥善留存相關紀錄，包含個別人員之訓練及考核紀錄、考核評估結果及其資格之認可、延長、撤銷及新增或縮減其核可範圍等紀錄（若適用）。
 - (4) 建置定期考核制度，以持續評估已取得資格人員技能，並訂定針對考核結果不佳者再考核或撤銷、縮減資格之處理辦法。

2.3 作業場域

離岸風力發電業者從事運轉及維護作業前，應評估所需之海域、港區、碼頭、設備及組件置放場等作業場域之適用性，作業時應遵守各場地管理單位之規定。

【解說】

1. 為確保離岸風力發電廠運維作業品質及安全性，應於作業前詳細評估運維作業場域，內容應至少包含以下事項：
 - (1) 作業所需之載具、機具或物件之尺寸與規格（如長度、寬度及吃水深）。
 - (2) 場域面積、動線、承载力、附屬設施及潮差。
 - (3) 針對作業海域應額外考量海洋氣象（如波浪、海流、暴潮等）及存在於海域之物件或結構（如海纜或管線等）。
 - (4) 其他注意事項，如可用時段或進出管制。
2. 載具與機械除針對作業場域之適用性評估，其相關規定或要求另應參照本指引之「2.4 載具」及「2.5 機具」。
3. 運維作業場域評估另應參照「離岸風電製造與安裝技術指引」及 DNV-ST-N001。
4. 從事運維作業時，亦應遵從各場地管理單位之規定包含：
 - (1) 港口作業條件：由於國內港口依其腹地大小或條件而具備不同功能，船舶靠泊、進出或作業時應遵守港口管理單位之調度，相關執行細節應遵從行政院農業委員會「漁港法」、交通部「商港法」及「商港港務管理辦法」或其他相關規定。
 - (2) 颱風期間港區之管制：依臺灣港務股份有限公司「颱風期間船舶靠泊作業原則要點」規定，颱風期間係指中央氣象局發布海上、陸上颱風警報（警戒區域涵蓋所屬各港地區）起至陸上颱風警報解除後 24 小時之時段。期間為維護颱風期間碼頭設施及船舶進出港航行安全，各分公司得依所轄港之特性訂定所屬港口船舶靠泊作業細則。以臺中港颱風期間船舶進出港航行與靠泊作業規定為例（節錄）：
 - 中央氣象局發布海上、陸上颱風警報警戒區域涵蓋臺中地區，且經測得北防波堤 15 分鐘平均風力（級）達蒲福風級 8 級（風速為 17.2m/s-20.7m/s）以上者，得暫停一切船舶進出港航行作業。
 - 離岸風電工作船舶載運大型風力機構件（非空載）均應出港避風，如主張拒不出港者，船方應將船上載運之大型風力機構件卸至岸上以空載方式留港；惟船載大型風力機構件倘因無法卸至岸上且拒不出港者，依本項第 3 款規定辦理。
 - 已駛抵本港區範圍尚未進港所有船舶均須離港避風。

2.4 載具

用於離岸風力發電廠運轉及維護作業之載具，應遵守相關目的事業主管機關之規定。載具為船舶者，應取得主管機關委託之驗船機構核發之船級證書，但漁船非屬主管機關指定之船舶，故與本項無涉。

【解說】

1. 本項離岸風力發電廠運維作業船舶須取得主管機關委託之驗船機構核發之船級證書說明如下：
 - (1) 為維護離岸風電海上作業過程中的工安與航安，並達到避免造成海洋污染的目標，依交通部「船舶檢查規則」第 2 條第 3 項，從事離岸風電工程之船舶應另具備主管機關委託之驗船機構核發之船級證書，惟漁船因非屬特殊用途船舶，故經漁政機關核准從事離岸風電工程相關作業漁船與本項無涉。
 - (2) 非本國籍工作船之工作範圍為從事離岸風力發電工程建置、維修及除役者應依交通部「非本國籍工作船申請停泊國際商港以外之其他港灣口岸作業要點」第 7 點第 1 款規定，取得主管機關委託之驗船機構核發之船級證書。

2. 依交通部航港局「離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範」規定，任何船舶禁止於彰化風場航道之南北向巷道、中間隔離區、東西兩側與風場間之緩衝區內錨泊，除漁船外之所有航行航道或附近海域之船舶，均應裝設船舶自動識別系統及特高頻無線電，並全程開啟並守值國際通用頻道及彰化風場航道船舶交通服務系統指定之頻道。
3. 為維護彰化離岸風場海域航行安全，並為離岸風電產業提供優質安全的經營環境，船舶應遵循航行指南航行於該海域，並確實向交通部航港局建置之離岸風場航道船舶交通服務中心預報及報到，以維護船舶航行於該海域之安全，相關細節得參照交通部航港局「彰化風場航道航行指南」。
4. 從事離岸風力發電廠運維作業之漁船應遵循漁政機關規定，符合行政院農委會漁業署「娛樂漁業管理辦法」、行政院農委會漁業署「租用漁船從事水產資源海洋環境調查研究及漁業管理措施」或其他相關規定。
5. 船舶航行時，應參考主管機關之規定包含交通部航港局「離岸風場建置及營運期間工作船航行安全規範」、勞動部職安署「離岸風電海域作業安全指引」之第 7 章航程計畫及其他相關規定。
6. 依交通部「氣象法」第 10 條規定，依船舶相關法律及法規命令規定裝置無線電設備之船舶，應依交通部規定裝置氣象儀器；當前述船舶航行於我國專屬經濟海域時，須將氣象觀測資料及時提供中央氣象局。
7. 從事航空器飛航活動者，應符合「民用航空法」及各項交通部民用航空局之管理規定。其中，依「民用航空法」第 7 條之 1 規定，從事自用航空器飛航活動者，於通過審查並取得主管機關核准文件後，使得從事活動。

2.5 機具

用於離岸風力發電廠運轉及維護作業之機械、設備或器具及危險性機械及設備，如起重機等，應符合相關目的事業主管機關之安全標準或由第三方驗證單位確認符合國際安全規範，並應於操作手冊建議之環境與限制條件範圍內使用、定期維護與校正。

檢驗維護作業以遙控載具進行者須注意下列事項：

1. 現場作業單位應有系統性之組織架構，人員應經過相應訓練且具相應資歷。
2. 高電壓系統、佈放與回收系統之操控、維護，應由經過相關安全訓練之專業人員執行。
3. 制定遙控載具之檢驗維護計畫，每項作業均應包含詳細作業程序及緊急因應措施。
4. 遵守作業場地、船舶規定，並注意其限制條件。
5. 作業前應評估所有風險均降低至可接受之範圍。
6. 作業後應留存包含作業人員、作業時間、使用儀器與船舶及影片或照片等紀錄。
7. 如有監控潛水員作業之必要而使用遙控載具時，其應與潛水員保持適當安全距離。

【解說】

1. 本項主管機關包含勞動部、經濟部及交通部。
2. 本項所指機具涵蓋離岸風力機及離岸變電站上等處所之起重機。
3. 本項所述第三方檢驗合格證明係經由國內或國外獨立驗證機構或經主管機關檢驗，且確認該機具符合相對應規範後所核發之文件。

4. 本項所述機械、設備或器具係包含動力衝剪機械、手推刨床、木材加工用圓盤鋸、動力堆高機、研磨機、研磨輪、防止爆炸及感電危害設備等，其安全裝置與標準應符合勞動部「職業安全衛生法」第 6 至 8 條及「機械設備器具安全標準」第 2 至 8 章規定。
5. 依勞動部「職業安全衛生法」第 16 條，危險性機械及設備應經勞動檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格方可使用，另依勞動部「危險性機械及設備安全檢查規則」第 3 條規定，危險性機械及設備包含：
 - (1) 固定式起重機：吊升荷重在三公噸以上之固定式起重機或一公噸以上之斯達卡式起重機。
 - (2) 移動式起重機：吊升荷重在三公噸以上之移動式起重機。
 - (3) 人字臂起重機：吊升荷重在三公噸以上之人字臂起重桿。
 - (4) 營建用升降機：設置於營建工地，供營造施工使用之升降機。
 - (5) 營建用提升機：導軌或升降路高度在二十公尺以上之營建用提升機。
 - (6) 吊籠：載人用吊籠。
6. 操作機械、設備或器具及危險性機械及設備之操作員應具備相關證照且應依照各機具之施用規定進行操作。
7. 若應裝卸貨物之需求而於船舶上裝設貨物裝卸設備（包含桅柱及支索、吊桿、絞機、起重機、動索及靜索），其型式、結構、材料與製造，應經航政機關或驗船機構檢驗合格。
8. 本指引「3.2.3.3 輸電系統」所定義電纜系統，以及本指引「3.2.3.4 變電站」所定義電氣設備等之安全裝置與標準，應符合經濟部「輸配電設備裝置規則」。
9. 離岸風力發電廠於運轉維護作業期間所使用之燃油櫃及燃料儲運站之設置標準應參照經濟部「自用加儲油加儲氣設施設置管理規則」、內政部「公共危險物品及可燃性高壓氣體製造儲存處理場所設置標準暨安全管理辦法」及本指引「3.2.3.4 變電站-B 機械裝置」；消防設施之設置標準則應參照內政部「消防法」及本指引「3.2.3.4 變電站-D 消防設施」之規定。
10. 遙控載具包含水下遙控載具、無人航空載具等，其中水下遙控載具應依其工作性質、環境與限制條件等因素，並參照 NORSOK-U-102 第 5 章之水下遙控載具分類標準選用。
11. 參考勞動部職安署「離岸風電海域作業安全指引」第 9 章，水下遙控載具需有原廠出廠證明、檢驗維護紀錄等，且操作人員應經過相應訓練以熟悉操作方式，並應取得參照本指引「2.2 資格」解說所列之證照，確保水下遙控載具之使用安全。
12. 水下遙控載具能見度與海床性質、海水混濁度、天氣條件等因素相關，於能見度較低之情況下，水下遙控載具可能需要更接近潛水員方能透過鏡頭監控潛水作業，因此控制纜線與潛水員之空氣臍管纏繞之風險亦提升之。
13. 無人航空載具應依交通部「民用航空法」第 99-11 條及「遙控無人機管理規則」第 13 條規定，向民航局申請型式檢驗，並取得民航局之型式檢驗合格證明或認可，但若因選用之無人航空載具其型式已經民航局核准或公告，得免辦理型式檢驗；另依交通部「民用航空法」第 99-14 條之規定，從事無人航空載具飛航活動時應遵守下列事項：
 - (1) 無人航空載具飛航活動之實際高度不得逾距地面或水面四百呎。
 - (2) 不得以無人航空載具投擲或噴灑任何物件。
 - (3) 不得裝載依「民用航空法」第 43 條第 3 項公告之危險物品。
 - (4) 依「民用航空法」第 99-17 條所定規則之操作限制。
 - (5) 不得於日落後至日出前之時間飛航。
 - (6) 在目視範圍內操作，不得以除矯正鏡片外之任何工具延伸飛航作業距離。

- (7) 操作人不得在同一時間控制二架以上遙控無人機。
 - (8) 操作人應隨時監視無人航空載具之飛航及其周遭狀況。
 - (9) 應防止無人航空載具與其他航空器、建築物或障礙物接近或碰撞。
- 惟若政府機關（構）、學校或法人經檢具有關文書向民航局申請核准者，得不受第一至第七項規定之限制。

2.6 備品管理

離岸風力發電業者應依主管機關規定擬定電業設備更新汰換計畫，並依規定管理備品。

【解說】

1. 本項主管機關為經濟部能源局。
2. 本項主管機關規定依經濟部「電業設備檢驗維護辦法」及相關規定辦理。
3. 備品管理係維護管理中不可或缺的關鍵環節，可縮短因檢修或處理突發事件的停機時間，離岸風力發電業者應考量設備重要性與使用年限、事故風險及地理環境等因素，建置備品管理系統與擬定電業設備更新汰換計畫。
4. 前項所提之更新汰換計畫，內容至少應包含電業設備更新汰換規劃、緊急更換機制及備品數量等，並於執行時詳細紀錄備品之入庫、出庫、領用與消耗等事項。

2.7 環境保護暨職業安全衛生

離岸風力發電業者執行運轉及維護作業時，應依其他目的事業主管機關規定，採取必要之預防設備或措施，以防職業災害，各環境保護相關項目應依相關環境保護法規派任專責人員。

【解說】

1. 本項涉及主管機關為行政院環境保護署、海洋委員會與勞動部職業安全衛生署；專責人員應取得之環保職類證照或勞安職類證照，係為行政院環境保護署與勞動部職業安全衛生署權責，故不再此項敘明。
2. 由於離岸風力發電廠之運維工作涉及離岸與陸域，故環境保護亦應包含兩者，離岸風力發電業者應依實際運維工作，遵循相應之法規；如為維護海洋生態，離岸風力發電業者應於運維時依海洋污染防治法及其施行細則規定，擬定海洋發生緊急污染事件之緊急應變計畫，又如因執行運維工作而產生之廢棄物，應遵循廢棄物清理法及其施行細則規定進行貯存、回收、清除及處理等事項。
3. 依勞動部「職業安全衛生法」第 5 條規定，雇主使勞工從事工作，應於合理可行範圍內，採取必要之預防設備或措施，使勞工免於發生職業災害；由於離岸風場運轉及維護均於海上作業，若不慎發生職業災害，搶救不易，故離岸風力發電業者應盡可能採取必要之預防設備或措施，以保障作業人員之安全；另參考勞動部職業安全署「離岸風電海域作業安全指引」第 23 章其他注意事項，離岸風力發電業者可藉由召開海事協調工作會議、現場調度工作會議、安全預演及安全委員會會議，落實現場作業安全溝通與協調。

4. 依勞動部「職業安全衛生法施行細則」第 31 條規定，職業安全衛生管理計畫應包含下列事項：
 - (1) 工作環境或作業危害之辨識、評估及控制。
 - (2) 機械、設備或器具之管理。
 - (3) 危害性化學品之分類、標示、通識及管理。
 - (4) 有害作業環境之採樣策略規劃及監測。
 - (5) 危險性工作場所之製程或施工安全評估。
 - (6) 採購管理、承攬管理及變更管理。
 - (7) 安全衛生作業標準。
 - (8) 定期檢查、重點檢查、作業檢點及現場巡視。
 - (9) 安全衛生教育訓練。
 - (10) 個人防護具之管理。
 - (11) 健康檢查、管理及促進。
 - (12) 安全衛生資訊之蒐集、分享及運用。
 - (13) 緊急應變措施。
 - (14) 職業災害、虛驚事故、影響身心健康事件之調查處理及統計分析。
 - (15) 安全衛生管理紀錄及績效評估措施。
 - (16) 其他安全衛生管理措施。
5. 勞動部職業安全衛生署業已依前項各事項擬定實施方法，雇主應依其事業單位之規模、性質，並得參考「職業安全衛生管理規章及職業安全衛生管理計畫指導原則」，訂定職業安全衛生管理計畫，據以執行及留存相關執行紀錄。

2.8 緊急應變因應

為確實保障離岸風力發電廠運作與作業人員安全，離岸風力發電業者應設置緊急應變編組，並制定緊急應變計畫及備有緊急救援能量，以利於發生緊急事故時，得依各類緊急狀況內容採取相應之因應措施。

【解說】

1. 工作場所存在危害之疑慮者，緊急應變計畫之實施有助降低面臨災害之混亂、保障人員安全，以及減少設備損失，故離岸風力發電業者必須事先擬定因應之避難規劃（如工作人員疏散），並藉由紮實之緊急應變演練，確保作業人員安全，避免職業災害。
2. 各災害之中央災害防救業務主管機關應參照內政部「災害防救法」第 3 條之規定。另依據第 19 條之規定，離岸風電若經指定為公共事業，應依災害防救基本計畫擬訂「離岸風場公共事業災害防救業務計畫」，經核定報請中央災害防救會報核定後實施。
3. 本項所述緊急應變編組，乃參考交通部「海難災害防救業務計畫」第參編第 1 章第 4 條訂定，而緊急事故發生後之應變則應參照第肆編第 4 章之規定辦理。
4. 本項所述緊急應變計畫，乃參考勞動部「職業安全衛生法施行細則」第 31 條第 13 項、勞動部「緊急應變措施技術指引」與「離岸風電海域作業安全指引」第 19.3 節內容訂定。
5. 離岸風力發電業者應依危害辨識及風險評估結果，確認須採取應變措施以控制殘餘風險之緊急狀況，做為規劃緊急應變計畫之依據。
6. 緊急應變計畫，至少應包含以下事項：

- (1) 各部門或人員之角色與權責以及應變組織架構與職權。
 - (2) 與相關組織的通信系統。
 - (3) 預備救援之船舶名稱或委託當地業者之簽約證明文件。
 - (4) 緊急措施（如現場處理及搶救、醫療救援、人員疏散、再次進入災害地點）。
 - (5) 實施緊急應變之演練計畫。
 - (6) 考量與當地海巡機關以及當地醫療體系之整合。
 - (7) 執行緊急救援之人員及裝備均須符合緊急醫療救護法及消防法之相關規定。
7. 緊急應變計畫須修正與更新之情形：
- (1) 根據演練結果確認有修正之必要。
 - (2) 風場災害實際發生後，依事後調查檢討而確認有修正之必要。
 - (3) 相關安全或技術法規修訂後。
 - (4) 重大組織輪調導致應變組織或能力受到影響。
 - (5) 考量實際作業人力後，機具與載具配置情況有修正必要。
8. 緊急應變之訓練及演練應符合下列事項：
- (1) 事業單位應定期演練緊急應變計畫，必要時應邀請利害相關者參與。
 - (2) 事業單位應提供全體員工相關緊急狀況之資訊和訓練，並對緊急應變小組成員施予必要之教育訓練，以加強應變時之人員安全。
9. 依交通部航港局建議，離岸風電海難緊急應變計畫應包含下列內容（相關資訊見交通部航港局官方網站之離岸風電專區）：
- (1) 基本資料：包含船舶基本資料、所屬風場、所屬公司、預計作業時間、作業區域示意圖、聯絡窗口等。
 - (2) 海難緊急應變計畫：說明如何收集海氣洋象資訊及海洋氣象變差時，如何管制作業船舶以預防發生海難，應包含幾級風、幾級浪時會管制船舶進出風場或撤離作業中之船舶、管制或撤離之船舶後續避風或靠泊港為何、管制方式（如靠泊漁港並應取得漁港主管機關同意），以及說明當發生海難時如何督導、協調、指揮、應變，確實有效處理，應包含災情通報、人員及機具調度、應急搶救措施、後續復原及防治措施。
 - (3) 海難應變通報及運作流程圖：明確顯示海難應變通報及應變作業的順序。
 - (4) 海難應變組織任務架構：包含整體架構圖、分組及其功能任務說明。
 - (5) 海難通報單位聯繫表：包含離岸風電相關單位、政府部門電話、傳真號碼、無線通信電台頻道等詳細資料，並應定時更新。
 - (6) 備變之救援能量：備變救援能量為何、廠商是否自備拖船與拖船船名，或與當地業者簽約及簽約證明文件。
10. 本項所述各式緊急狀況分類，應參考經濟部「電業事故通報程序標準」及內政部「災害防救法施行細則」第2條等相關規定將災害項目細分為風災、震災、火災、爆炸、輸電線路災害、海難及空難等，須於緊急應變計畫內明確說明各類災害狀況之處理方式，包含災害之特性及其相關風險，並建立完善的應變措施及疏散措施：
- (1) 應參照本指引「3.4.1 災害性天氣」，建立載具及人員避免颱風侵襲之應變及疏散措施。
 - (2) 應參照本指引「3.4.2 地震」，建立依地震強度調整之應變及疏散措施。
 - (3) 應參照本指引「3.2.3.3 變電站」與「3.4.5 雷擊」，將輸電線路災害依情境區分如雷擊、變電站孤島等情境，並各自訂定應變及疏散措施。
11. 疏散措施須明確說明：
- (1) 各式作業人員權責。

- (2) 維持作業之最低人數。
 - (3) 需指派負責下達撤離指示之人員。
 - (4) 風場作業人員於疏散前應採取之措施。
 - (5) 事業單位置備足夠前述風場作業人員在緊急撤離時所需穿戴之防護裝備。
 - (6) 緊急撤離前器具類型及數量以及應有之處理方式。
 - (7) 緊急疏散程序及疏散路徑。
12. 疏散路線圖應置備於工作場所懸掛於作業人員易見位置，並確保疏散路線之暢通及具有適當照明與清楚易見之疏散標誌，以指引人員至安全集合地點。
 13. 疏散路線與撤離順序之擬定，須配合風場現地之特性；另疏散措施實施方式應符合行政院「災害防救法」、經濟部「電業事故通報程序標準」及勞動部職安署「離岸風電海域作業安全指引」等相關規定。
 14. 緊急逃生設備應執行定期檢驗維護及更換，檢驗維護及更換週期請依照相關標準辦理。

2.9 事故通報、調查及改進

離岸風力發電業者應於事故發生時，採取必要之急救或搶救等措施，並依相關目的事業主管機關之分類標準區別事故規模，遵守通報規定。事故發生後應辦理事故調查，依相關目的事業主管機關規定繳交事故調查及改善報告書。

【解說】

1. 本項主管機關涉及國家運輸安全調查委員會、交通部、經濟部及勞動部；若發生事故時，依行政院「災害緊急通報作業規定」、經濟部「電業事故通報程序標準」、交通部「海難災害防救業務計畫」、交通部「船員法」，以及勞動部「職業安全衛生法」之規定辦理通報程序。
2. 發生海難或涉及員工之職業災患者，須遵守下列通報程序：
 - (1) 涉及船舶發生海難或其他意外事故者，依交通部「船員法」之規定，船長應立即採取防止危險之緊急措施，並應以優先方法報告航政機關，以便施救。
 - (2) 涉及員工之職業災患者，依勞動部「職業安全衛生法」第 37 條第 2 項之規定，雇主應於 8 小時內通報勞動檢查機構之情形，包含：
 - 勞動場所發生死亡災害。
 - 災害之罹災人數在 3 人以上。
 - 災害之罹災人數在 1 人以上，且需住院治療。
 - 其他經中央主管機關指定公告之災害。
3. 依經濟部「電業事故通報程序標準」第 2 條，事故類型分為災害、緊急事故、環保事故、勞資事故、其他重大事故；又依同法第 3 條，事故規模分類如下表 3 所示。

表 3、電業事故通報程序標準事故規模分類

類別	說明
特級	因發電業及輸配電業事故造成十人以上傷亡、失蹤，或十所以上一次變電所全部停電，預估在三十六小時內無法恢復正常供電，且情況持續惡化，無法有效控制，且經中央主管機關研判有開設中央災害應變中心之必要者。
甲級	因發電業及輸配電業事故造成七人以上傷亡、失蹤，預估在二十四小時內無法恢復正常供電，且情況持續惡化，無法有效控制者，或災情造成重大損害，可能涉及跨部會事項者。
乙級	因發電業及輸配電業事故造成五人以上傷亡、失蹤。
丙級	未達乙級規模，且情勢已控制，不再惡化者。

4. 依經濟部「電業事故通報程序標準」第5條，各規模事故通報程序如下表4所示。

表4、各規模事故通報時間規則與程序

時間規則	通報時間與程序
第一時間 通報	發生丙級規模事故時，發電業者應於一小時內以電話或經主管機關指定之其他通訊方式通知各級主管機關，並擬具「各類災害及緊急事故速報表」（以下簡稱速報表），以傳真或經主管機關指定之其他通訊方式傳送至各級主管機關。
	發生乙級規模以上事故時，發電業者應於十五分鐘內以電話或經主管機關指定之其他通訊方式通知各級主管機關，並以災害發生一小時內擬具速報表以傳真或經主管機關指定之其他通訊方式傳送至各級主管機關。
持續通報 時間點	發生丙級規模事故時，發電業者應每日定時以速報表將新進展提報直轄市或縣（市）主管機關，直轄市或縣市主管機關於事故排除或處理完畢後，彙總後陳報中央主管機關。
	發生乙級規模以上事故時，發電業者應每日定時以速報表將新進展提報各級主管機關制事故排除或處理完畢。

5. 行政院「災害緊急通報作業規定」則依各災害別（如震災、火災等）傷亡損毀狀況將災害規模細分為甲級、乙級、丙級；甲級須通報至行政院、乙級則應通報至內政部消防署級災害防救主管機關、丙級應通報至直轄市、縣市政府消防局及災害權責相關機關。惟針對輸電線路災害所訂定之傷亡損毀災害規模分類較經濟部「電業事故通報程序標準」多一層級（特及災害規模），且並未訂定各級規模應通報之中央單位；行政院「災害緊急通報作業規定」與經濟部「電業事故通報程序標準」之比較如下圖2所示。

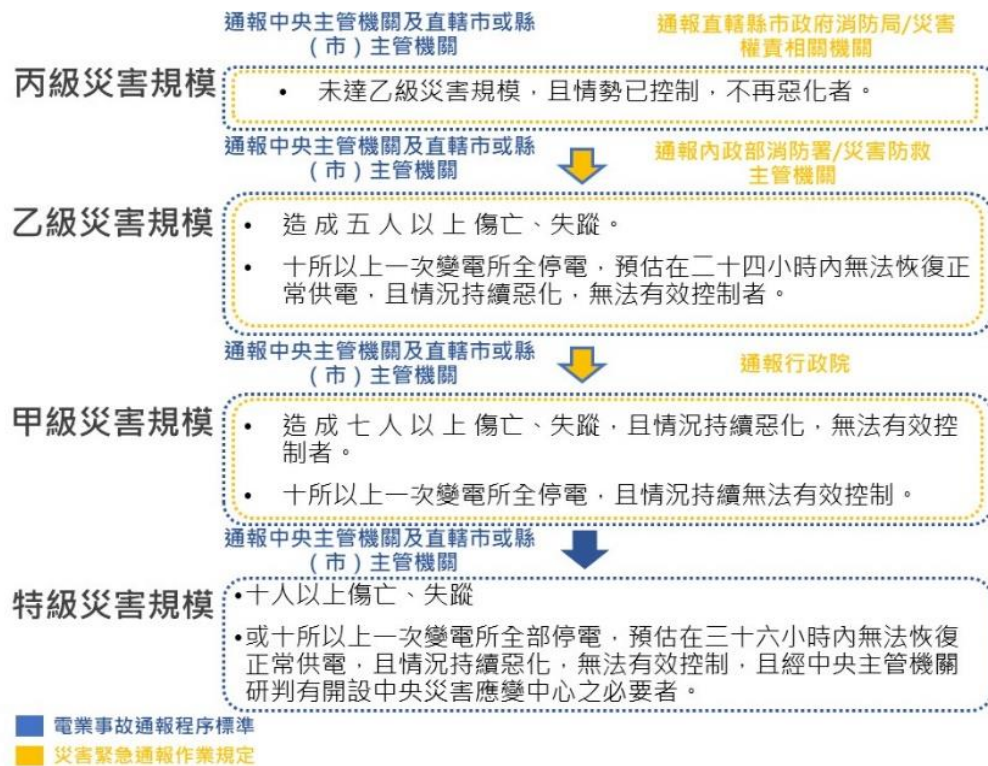


圖 2、「災害緊急通報作業規定」與「電業事故通報程序標準」之比較

6. 本項所述事故調查及改善報告書之內容係參考國家運輸安全調查委員會「運輸事故調查法」、經濟部「電業事故通報程序標準」第 6 條、交通部「船舶法」與「海事評議規則」第 3 條、勞動部「職業安全衛生法」第 37 條及「離岸風電海域作業安全指引」第 23.4 節內容而訂定。
7. 「事故調查及改善報告書內容」應包含下列事項：
 - (1) 現場實地調查結果及相關訪查記錄。
 - (2) 蒐集與查證之資料。
 - (3) 事件分析研判（包含事故時序、事故類別、規模、事故名稱、發生單位、發生時間、地點、原因、處理情形、人員傷亡及財產損失等）及改善計畫及時程。
8. 國際離岸風場已有數十年經驗，若運轉及維護階段若發生事故，已有相關通報機制如下表 5 所示，可供國內離岸風場未來建置於運轉及維護階段之事故調查流程之參考。

表 5、各國之事故通報機制與相應做法

國家	英國	丹麥	德國
主管機關	安全衛生執行署(HSE)	能源署	海事保險局(BSU)
	海事與海岸警衛署(MCA)		
	海上事故調查局(MAIB)		
處理原則	均須符合國際海事組織要求，如遵守國際海上人命安全公約)，及其國內法規要求。		
事故調查流程	依 IMO 之事故調查規則辦理。		

國家	英國	丹麥	德國
主管機關	安全衛生執行署(HSE)	能源署	海事保險局(BSU)
	海事與海岸警衛署(MCA)		
	海上事故調查局(MAIB)		
事故調查報告	依 IMO 要求須提交事故調查報告，須包含事實資訊（如類別、時間、地點、是否有人員傷亡）及可能造成之事故原因分析，以及涉及賠償之結論等內容。		

2.10 紀錄留存與管理

離岸風力發電業者應將運維作業期間各項相關資料製成電磁紀錄，妥善留存至規定年限。主管機關於必要時，得通知其申報或提供相關資料並派員查核，離岸風力發電業者不得規避、妨礙或拒絕。

離岸風力發電廠運維期間之一般通則資料、各項檢驗與維護執行結果及各項提交主管機關資料應留存至電業設備移除為止，若電業設備移除後仍須持續監測環境，應留存至監測結束為止。

【解說】

1. 本項主管機關為經濟部能源局。
2. 本項所述電磁紀錄係指以電子、磁性、光學或其他方式製成而供電腦處理之紀錄。
3. 運維作業期間應至少留存至電業設備移除之一般通則資料，包含依本指引「第二章一般通則」規定所衍生之計畫書、報告或評估成果等。
4. 運維作業期間之檢驗及維護執行結果包含項目請參照本指引「第三章運轉及維護之技術要求」規定。

2.11 資訊安全防護

離岸風力發電業者應依國內資安相關法規建立資訊安全相關措施，並不得下載電力相關資訊。但經輸配電業者同意或依法應公開揭露資訊者不在此限。

國安相關之風場資訊，除主管機關及輸配電業權責部門外，不得以任何型式揭露於其他個人或團體，但依法公開揭露之資訊或經主管機關同意者不在此限。

離岸風力發電廠正常運作後，應定期檢測具網路傳輸功能之設備資訊安全系統與評估資訊安全風險，並依評估結果採取相關因應資安防護措施。離岸風力發電業者應持續安排資訊安全相關教育訓練，確保離岸風力發電廠人員均具備基本資安觀念。

【解說】

1. 本項所述國內資安相關法規，包含「資通安全管理法」第 16 至 18 條及其相關子法（如資通安全管理法施行細則、資通安全責任等及分級辦法及資通安全事件通報及應變辦法）之規定。
2. 透過風場監視、收集、彙總及分析相關資訊，包含海洋氣象資訊、船舶動態、風力機及變電站位置、併網資訊等，相關資訊若非經主管機關同意取得，影響甚廣，嚴重甚至危

害國家安全，須做好相關防護措施，故風場相關資訊，不得以任何型式揭露於其他個人或團體。

3. 前項資訊若屬應公開揭露的資訊或經主管機關同意者不在此限。其中，國安相關之風場資訊包含（但不限於）風場及其周邊之海洋氣象資訊（風速、風向、溫度、雨晴、降水、波浪、潮汐及海流等）及船舶動態、風力機及變電站位置、併網資訊（發電量、調度情資）等。
4. 對於離岸風力發電場域內具網路傳輸功能之設備，於正常運作一段時間後，恐出現新的駭客攻擊手法或技術，須每年至少檢測 1 次具網路傳輸功能設備之資訊安全與評估整體場域之資訊安全風險，並依「資通安全責任等級分級辦法」附表採取資通安全相關管理作為，該項工作可委由主管機關認可之實驗室或由財團法人全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation, TAF)認可之實驗室執行。
5. 前項檢測資訊安全與評估資訊安全風險之相關佐證文件予目的事業主管機關留存（離岸風力發電場相關設備之資安主管機關待定）；另可針對相關資安防護面向評估，建議至少包含實體資安、系統資安、通訊資安及身分鑑別等，其各方面資安要求簡述如下：
 - (1) 實體資安：具網路傳輸功能設備之實體介面需有一定防禦能力，設備應建立拆除障礙並應關閉非必要之實體埠，以降低駭客透過實體介面入侵或竄改資料的風險。
 - (2) 系統資安：確保設備之系統對於資訊安全的防禦能力，包含更新需要資源、日誌等系統。
 - (3) 通訊資安：具網路傳輸功能設備傳輸與之資料應具有足夠安全之防護，避免遭受蓄意人士入侵。對機敏資料之傳輸，應予以加密保護，以確保通訊資安。
 - (4) 身分鑑別：對每個可存取之設備介面均須確立識別、鑑別與授權機制，及權限控管相關機制，包含遠端指令管理介面、通訊協定等，應具備一定防護能力，以防止人員存取未經授權之資料或進行權限外之操作。
6. 若評估之資訊安全防護未達可接受之剩餘風險，則須採取相關因應措施，以確保離岸風力發電場域之資安防護符合期待。
7. 為避免因操作錯誤造成危及資安之事件，離岸風力發電廠人員應先接受有關存取作業方法、程序及相關安全事宜之教育訓練。
8. 本項所述資安防護措施包含建立資通安全事件通報機制，離岸風力發電場域應備有資通安全事件通報機制及應變辦法，資安通報及應變辦法之建置與辦理可參考「資通安全事件通報及應變辦法」規定。

第三章 運轉及維護之技術要求

3.1 通則

本指引所列運轉及維護技術要求係為確保離岸風力發電設備與系統維持正常功能，而執行操控、監測等運轉作業及檢驗、清潔、維修、保養、校正等維護作業，適用範圍同「1.3 適用範圍」。

離岸風力發電設備與系統未採用本指引所提及之元件時，得免除本指引相應元件之條文要求。

離岸風力發電業者應制定離岸風力發電之設備與系統運轉及維護計畫，內容應包含資料蒐集、資料評估、計畫規劃及計畫實施。

1. 資料蒐集係應蒐集運轉及維護手冊、設計文件、國內外規範、運轉及維護作業中所有紀錄與報告等資料。
2. 資料評估係依前述資料分析設備與系統狀況，並據以提出相對應措施。
3. 計畫規劃係依評估結果，訂定各項設備與系統的監控參數、監控頻率、檢驗項目、檢驗頻率、保養頻率、運轉及維護方法與執程序。
4. 計畫實施係依運轉及維護計畫作業，並完成相關紀錄與報告。

離岸風力發電業者應參照本指引「2.10 紀錄留存與管理」列出與說明各項設備與系統應留存之運轉及維護紀錄，並應繳交運轉及維護計畫、運轉及維護手冊與運轉及維護年度工作報告。

【解說】

1. 本指引係涵蓋離岸風力發電設備與系統於試運轉後之運轉期間應依循之技術準則，將分為「3.2 運轉技術要求」、「3.3 維護技術要求」與「3.4 特殊事件及其他要求」。
2. 「3.2 運轉技術要求」與「3.3 維護技術要求」技術指引範圍均包含轉子機艙總成、支撐結構、輸電系統；其中「3.2 運轉技術要求」說明透過操控、監測等作業維持離岸風力發電廠運轉時應注意之事項；「3.3 維護技術要求」則說明以檢驗、清潔、維修、保養、校正等作業維護離岸風力發電廠時應注意之事項，「3.4 特殊事件及其他要求」分別說明台灣特有議題於運轉及維護階段應注意事項。
3. 下表 6 為第三章內容撰寫對照表。

表 6、第三章內容撰寫對照表

項目	運轉技術要求	維護技術要求	特殊事件及其他要求
轉子機艙總成	3.2.1	3.3.1	3.4
支撐結構	3.2.2	3.3.2	
輸電系統	3.2.3	3.3.3	

4. 於各國標準中運轉及維護實為不可明確拆分之作業，如風力機之運轉須監測多項數據，所監測之數據亦為維護作業所需之紀錄參數，或於運轉作業中藉由簡要維護作業（如清潔或檢驗），以確保功能正常，故涉及各組件之運轉及維護須同時參照各章節之規定。

5. 本章節參照 CNS 15176-3 及 DNV-SE-0190 定義，風力機由轉子機艙總成及支撐結構組成，而支撐結構係包含塔架、轉接段、下部結構和基礎，如下圖 3 與圖 4 所示；依經濟部「電業法」第 45 條，一般情境離岸風力發電業設置電源線聯結電力網者，透過電力網轉供電能予用戶，經電業管制機關核准者，亦得設置電源線聯結用戶並直接供電予該用戶則為直供情境。

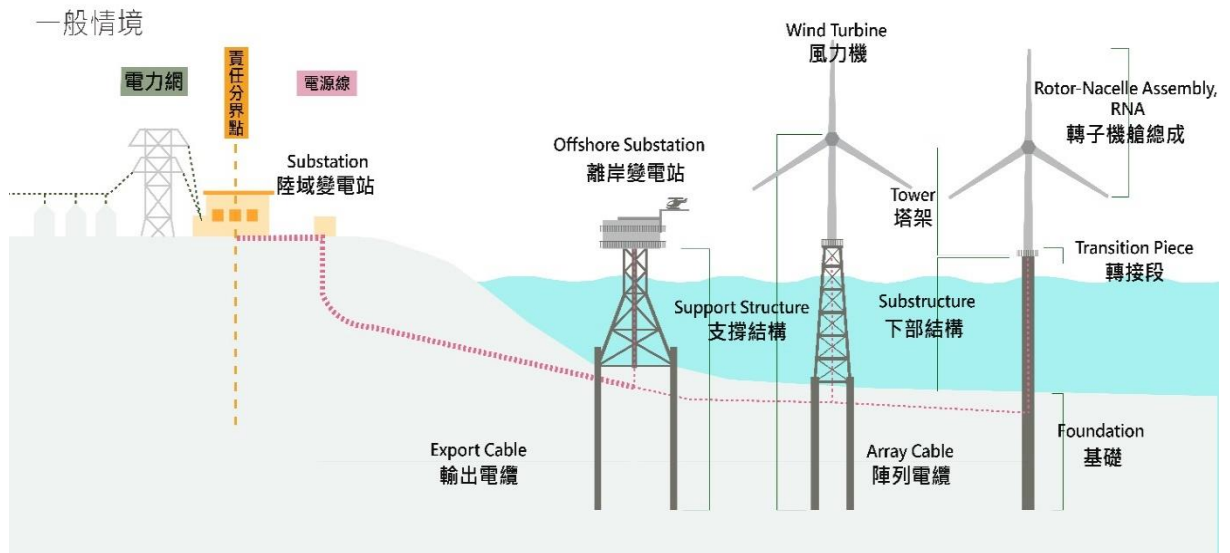


圖 3、離岸風力發電廠之一般情境

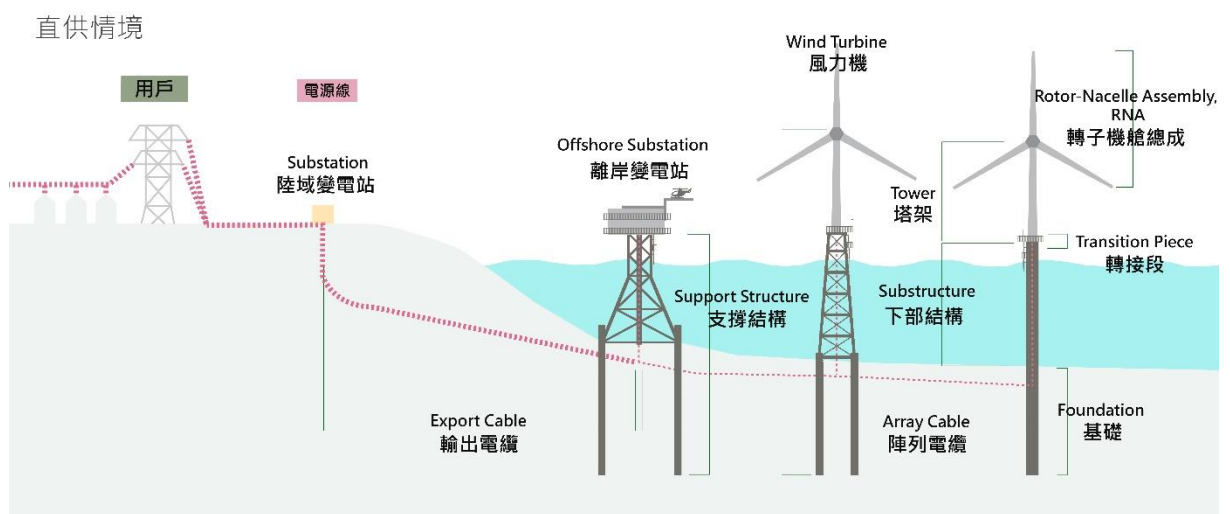


圖 4、離岸風力發電廠直供情境

6. 本項所述運轉及維護計畫之制定係為使離岸風力發電業者可系統性管理其系統與設備。運轉及維護計畫包含「資料蒐集」、「資料評估」、「計畫規劃」及「計畫實施」四個階段係參照 API-RP-2-SIM、ISO 19902 與 NORSOK N-005，此四階段為一循環，計畫實施後便應再次進行資料蒐集階段，該循環計畫須持續執行至離岸風力發電廠除役；本項條文僅描述原則性之要求，詳細技術要求詳第三章內各章節內容。
7. 運轉及維護計畫所需資料繁雜，不應限制於條文中所列項目，運轉及維護過程所需資料均應被納入、資料均應定期更新並系統性留存，且設置專人管理之，不可因開發業者、承包商變更而導致資料遺失。
8. 運轉及維護手冊應涵蓋內容詳第三章內各章節之要求，而運轉及維護作業中所有紀錄係指運轉過程之操作紀錄、監控紀錄、觀測資料，乃至維護作業之檢驗紀錄、試驗結果、修復與加強紀錄等，且應將上述紀錄與其分析結果及相關處理措施製作報告。

9. 資料評估目的係確認現階段之運轉及維護計畫是否需加以調整，離岸風力發電業者應先訂定需詳細評估之情況，以及評估其可接受標準，當發現下列情況者，應具備更詳細之分析，如負載分析、結構檢核或風險分析等。
- (1) 場址條件與設計條件改變，如外力負載條件低估、使用功能變化等。
 - (2) 重要毀損、缺陷、損傷等。
 - (3) 欲延長設計年限時。
 - (4) 影響設備與系統穩定性及安全性之相關研究文獻發佈時。
10. 所有設備與系統運轉及維護工作之系統性規劃，應考量下列事項：
- (1) 運轉及維護策略：
 - 設計採用之假設與參數。
 - 運轉及維護計畫可基於「曝險等級」或「風險等級」評估而制定。「曝險等級」分類應同時考慮人員生命安全及危害後果高低；「風險等級」分類則係依曝險等級和損壞可能性評估結果之風險矩陣，離岸風力發電業者可以依曝險等級、風險等級規劃運轉及維護計畫，以有效利用資源，並改善運轉及維護計畫。
 - (2) 運轉及維護紀錄與分析結果。
 - (3) 作業成本。
 - (4) 人員專業能力、經驗與證書等要求，請參照本指引「2.2 資格」規定。
 - (5) 作業場域、載具與機具限制，請參照本指引「2.3 作業場域」、「2.4 載具」與「2.5 機具」規定。
 - (6) 氣候條件：風況及海洋氣象環境條件為影響離岸風力發電廠安全與運維活動之主要因素，故建議可藉由裝設海洋氣象監測設備或其他取得離岸風力發電廠海洋氣象資訊之計畫蒐集相關資料，且應定期檢驗維護監測設備。

3.2 運轉技術要求

離岸風力發電業者應制定離岸風力發電設備與系統運轉計畫並撰寫運轉手冊，且應以實際作業人員可閱讀及理解之方式撰寫運轉手冊，內容包含下列項目：

1. 安全運轉極限與系統說明。
2. 各種運轉情況之設備與系統操作程序，如啟動、停機、警報、故障等運轉情況。
3. 輸電系統操作程序。
4. 通訊系統操作程序。
5. 作業人員資格限制應參照本指引「2.2 資格」規定。
6. 人員安全要求應參照本指引「2.7 環境保護暨職業安全衛生」規定。
7. 緊急應變計畫應參照本指引「2.8 緊急應變因應」規定。

【解說】

1. 作業人員須依循手冊內容以落實運轉計畫，故手冊內容須以實際作業人員可閱讀及理解之方式撰寫。
2. 本項所述運轉手冊應包含項目僅為最低原則，使用者亦應對照本指引各章節之內容及廠商要求，確保運轉作業符合要求。

3.2.1 轉子機艙總成

3.2.1.1 基本要求

轉子機艙總成應包含下列設備與系統：

1. 風速、風向、溫度等大氣環境條件監測設備，至少滿足以下要求：
 - (1) 應以經校正之儀器量測及記錄，且監控與資料擷取之取樣率至少每秒 1 次。
 - (2) 若特定高度之風速量測結果受葉片運轉氣流影響，應將量測數據與符合標準要求之測風塔量測值加以比較，予以適當修正。
 - (3) 應避免太陽輻射影響機艙外部環境溫度量測準確度。
2. 控制系統、傳動軸、軸承、聯軸器、齒輪或齒輪箱、固鎖裝置、發電機、變壓器、變流器或逆變器、配電盤、電纜、備用電源、煞車系統、電動機、液壓系統、其他構成風力機轉子機艙總成之設備，以及由上述設備構成之旋角系統、傳動系統、轉向系統等。
3. 火災偵測與警報系統及滅火設備。

轉子機艙總成應依運轉手冊操作，且應以受認可之控制系統，避免風力機發生過載或運轉異常之情事。

轉子機艙總成之控制系統於運轉期間，應符合以下要求：

1. 透過控制功能確保風力機於設計範圍內運轉。
2. 故障事件發生時啟動保護功能，確保風力機保持安全狀態。
3. 控制功能故障時，轉子機艙總成應保持安全運轉模式，或採取其他經認可之措施。

風力機系統商應提供轉子機艙總成及支撐結構內之設備與系統相關圖面資訊及運轉手冊，內容應包含設備或系統規格、運轉監測項目、安全預防措施及操作限制條件，操作人員應依操作手冊執行、確認系統參數並詳實記錄。

【解說】

1. 風力機運轉須依變動風速、風向等大氣環境條件控制調整風力機各系統，安全且有效達成其設計功能，故須裝設監測大氣環境條件之儀器，並依 DNV-ST-0438 第 3.5.1、3.6.1 及 3.15 節說明，應量測風力機輪轂高度之風速與風向與溫度。另依 IEC 61400-12-2 第 7.8 及 8.4 節顯示風力機於監控與資料擷取時之取樣率至少應為 1Hz，且至少應記錄相應參數之 10 分鐘平均值、10 分鐘標準差、10 分鐘內之最大值與 10 分鐘內之最小值。
2. 用以量測風速、風向之儀器依 DNV-ST-0438 第 3.5.2 與 3.6.2 節說明應連續監測其量測結果，並與其他獨立風速、風向量測之結果加以比較，以確認合理性，並於前述監測系統偵測到量測儀器發生錯誤時，立即將風力機停機。當發現量測儀器無法合理反映實際風速、風向狀況時，應修復或更換量測儀器，經修復或更換之儀器應於量測前，依 IEC 61400-12-1 或同等級之標準校正，以及依 IEC 61400-12-2 之附件 D，將量測風速修正為自由流風速之轉換函數。量測風力機外部大氣溫度時，依 DNV-ST-0438 第 3.15 節說明，應避免如太陽直射等影響儀器量測準確度之情況。
3. 依風力機廠牌、型號及設計不同，可能未包含本指引中所提之元件或系統，如齒輪箱或液壓系統，此時本指引中所提之相應元件或系統之相關條文與要求者可能不適用。
4. 構成轉子機艙總成之各式機械設備與電力設備以及雷擊等均可能造成風力機發生火災之原因，故依 DNV-SE-0077 第 3.1 節說明，離岸風力發電業者應依風力機之火災風險分析

結果制定消防計畫，並準備相應之消防設備與措施，如變壓器具阻燃能力。另依 CNS 15176-1 第 9.1 與 9.7 節、IEC 61400-1 第 9.1、9.7 與第 10.8 節、DNV-ST-0361 第 7.6.4.11 節及 CFPA E Guideline No.22 第 5.2 節等說明可能造成風力機火災風險之因素至少包含雷擊、機械設備故障，如煞車、電氣設備故障、電纜及於維護作業時可能造成高溫之作業，如銲接、切割等。

5. 火災偵測裝置之設置應依其所處空間、該空間內之設備與可能之火災類型規劃，轉子機艙總成各空間安裝之火災偵測裝置類型建議可參考 CFPA E Guideline No.22 第 5.2.1 節。
6. 轉子機艙總成之滅火設備可分為自動固定式之滅火系統及滅火器兩種方式，然由於轉子機艙總成中包含各類設備，故須注意所採用滅火藥劑之適用性，此外為有效撲滅火勢，滅火系統必須依其安裝之空間與放置其中之設備規劃，轉子機艙總成不同空間採用之滅火設備及適用性可參考 CFPA E Guideline No.22 第 5.2.2 節。
7. 風力機為風力發電廠重要發電設備，為確保其符合設計假設、標準要求及確認其安全性，必須取得型式驗證，依 CNS 15176-22 第 8.3.3 節與 IECRE-OD-501 第 7.3 節等型式驗證方案，控制系統為評估風力機型式驗證要件之一，故本項所述受認可之控制系統係指須通過第三方驗證單位認可並取得風力機型式驗證證書。
8. 轉子機艙總成之運轉與安全性依 CNS 15176-1 第 8 章定義，係由控制系統所掌管，控制系統主要藉由控制功能、保護功能與緊急停止功能等，避免風力機發生過載或異常之情事，前述功能於風力機之控制優先權依序為：緊急停止功能優先於保護功能、保護功能優先於控制功能，以優先滿足考量人員安全與避免發生意外事件之要求。其中控制功能可控制或限制以下功能或參數：
 - (1) 電力。
 - (2) 轉子轉速。
 - (3) 電力負載之連接。
 - (4) 啟動與停機程序。
 - (5) 電纜扭曲。
 - (6) 轉向功能。
9. 當控制功能故障時，應依 IEC 61400-1 第 8.2 節要求使轉子機艙總成以安全模式運轉，包含運轉與停機。此外，保護功能依 CNS 15176-1 第 8.3 節應於以下情況啟動：
 - (1) 過速運轉。
 - (2) 發電機超載或故障。
 - (3) 過度振動。
 - (4) 電纜異常扭曲。
10. 離岸風力發電廠各項參數之表現可做為改善決策之依據，故運轉過程中記錄各項設備之運轉及維護情形相當重要，依 IEC 61400-1 第 13.4.2 節，應詳實記錄之項目至少應包含：
 - (1) 風力機識別資訊。
 - (2) 發電量。
 - (3) 運轉時數。
 - (4) 停機時數。
 - (5) 故障報告之日期與時間。
 - (6) 故障排除或維修之日期與時間。
 - (7) 故障或維修性質。
 - (8) 採取動作。
 - (9) 更換零件。

3.2.1.2 旋角系統

旋角系統包含葉片、軸承、齒輪或齒輪箱、驅動裝置與固鎖裝置等，運轉時應依運轉手冊執行，且各元件之監測與運轉應符合下列規定：

1. 旋角控制系統
 - (1) 應連續監測葉片旋角，確認量測結果合理性。
 - (2) 若葉片旋角發生以下狀況，應立即關機：
 - A. 任一葉片之旋角與該葉片旋角量測結果偏差超出限制值。
 - B. 不同葉片所測得旋角之間的偏差超出限制值。
2. 葉片
 - (1) 運轉時應確認葉片與塔架之安全間距及葉片轉動範圍最低點與最大浪高之安全間距符合原設計限制要求。
 - (2) 應確認葉片機械特性符合原設計之需求。
3. 軸承
 - (1) 應監測與記錄軸承溫度、軸承潤滑油消耗量、元件因異常振動而產生之異音。
 - (2) 應妥善密封。
4. 齒輪或齒輪箱
 - (1) 具循環潤滑之齒輪箱，應於冷卻器至齒輪箱之間擇一位置監測潤滑油壓力。
 - (2) 齒輪箱運轉監測應包含潤滑油液位、溫度、壓力及齒輪箱振動。
5. 固鎖裝置：應確保移除煞車器時，可防止活動元件運動，且固鎖裝置不得意外鎖定與解鎖。
6. 液壓系統
 - (1) 液壓驅動元件應於運轉時確認所需反應時間、作動速度、作動力及安全裝置均能滿足系統要求。
 - (2) 若於運轉時發生液壓油洩漏，不得影響系統操作功能，且應識別洩漏情況，以相應地控制風力機。
7. 電動機：規格資料包含電動機外部尺寸、定子與轉子詳細圖、軸規格、額定功率、額定電壓、額定電流、額定頻率、絕緣等級及防護等級等。

【解說】

1. 轉子機艙總成之運轉與安全性依 CNS 15176 第 8 章定義，旋角系統由葉片、軸承、齒輪或齒輪箱、驅動裝置與固鎖裝置等元件構成，其中驅動裝置係指驅使葉片轉動之裝置，常見如電動機與液壓系統等。
2. 由旋角系統控制之葉片旋角影響葉片轉子承受之風負載，進而影響風力機之性能表現與安全性，故為確認葉片旋角位於正確角度，依 DNV-ST-0438 第 3.7.2 至 3.7.4 節說明，應監測葉片旋角量測之合理性之要求與相應措施如下：
 - (1) 葉片旋角監測為各自獨立者，則應以比較不同葉片旋角量測結果差異方式判斷量測結果之合理性。

- (2) 監測葉片旋角合理性之任務非連續執行者，則至少應每周執行 1 次自動試驗。
- (3) 若葉片旋角之量測結果與該葉片控制設定旋角值之間差異超過限制值，則風力機應關機並待修。
- (4) 若不同葉片旋角量測結果之間差異超過限制值，則風力機應關機並待修。
- (5) 量測結果之合理性及條文前中之限制值係應依通過風力機型式驗證之設計或運維手冊要求訂定。

3. 本項所述之葉片：

- (1) 離岸風力發電業者應確認風力機運轉時，葉片不應與塔架或其它設備（如轉接段及其進出平台上之結構或起重設備等）相互碰撞，且應與海平面保持足夠安全距離。若離岸風力發電廠原設計未對葉片與海水面之最小安全距離提出相關要求，則本指引參考 DNV-ST-0376 第 2.5.11 節建議該安全距離定義為預期最大波高與葉片之最小距離，且至少需 1.5 公尺。
- (2) 葉片為離岸風力機運轉期間主要之運動元件，其機械特性將影響離岸風力機性能表現與結構安全性，故於設計階段應確認葉片之質量、質心與不同振動模態下之自然頻率與阻尼參數。
 - 參考 DNV-ST-0376 第 2.4.8 節，自然頻率至少應考慮葉片翼面方向如下圖 5 之第 1 及第 2 彎曲模態、葉片邊緣方向如下圖 5 之第 1 及第 2 彎曲模態、葉片第 1 扭轉模態。
 - 隨離岸風力發電廠長年運轉，風力機葉片可能發生磨損、變形或因不同程度與範圍之維護與修補，而造成葉片機械特性發生變化，故需確認葉片變化後之機械特性仍符合原設計之需求。
 - 風力機葉片出廠驗收時之檢驗數據可視為該葉片之首次檢驗結果，若該首次檢驗結果未包含自然頻率之量測，得以原設計自然頻率值為首次檢驗結果，並評估後續差異度與影響度。

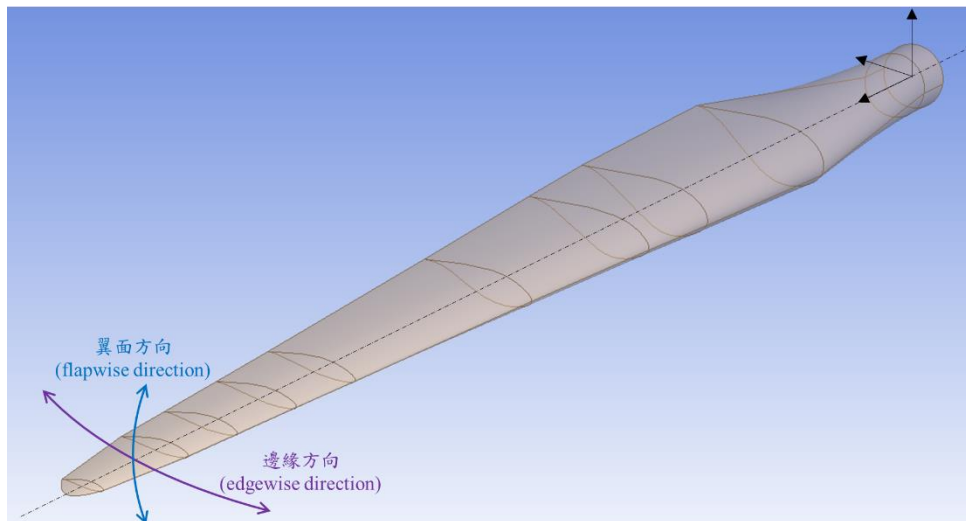


圖 5、葉片翼面方向與邊緣方向示意圖

4. 本項所述之軸承：

- (1) 軸承潤滑與清潔為維持其承托轉軸旋轉功能之重要因素，依 DNV-ST-0361 第 6.6 節，應密封軸承以確保其本身功能或保護鄰近元件之功能。
- (2) 滑動軸承依 DNV-ST-0361 第 8.8 節之要求，應裝置溫度指示器。

5. 齒輪或齒輪箱為傳遞扭力及變更旋轉方向、轉速之裝置，齒輪間之潤滑影響其運作效能，故 DNV-ST-0361 第 8.8 節說明應於冷卻器至齒輪箱之間擇一位置監測潤滑油壓力，協助確認運轉期間齒輪箱之潤滑功能正常。

6. 本項所述之固鎖裝置：
 - (1) 固鎖裝置係固定可能發生移動或轉動元件之活動元件，如轉子、機艙或葉片等。參考 DNV-ST-0361 第 7.5.2.1 節及 DNV-ST-0438 第 4.2 節，固鎖裝置係應用於維修期間或於需要時，將風力機活動元件（如葉片旋角系統、葉片轉子及其傳動系統或機艙轉向系統等）固鎖定位的裝置，該裝置可避免使維修人員於前述活動元件因意外轉動而造成傷害。
 - (2) 固鎖裝置之作動方式可為手動或自動，當人員在現場手動鎖定固鎖裝置時，固鎖裝置不得自動解鎖或受遙控解鎖。
7. 液壓系統係透過液體壓力驅動設備移動或轉動之系統，參考 DNV-ST-0361 第 7.8.3.2 節，液壓驅動元件包含液壓泵、控制閥、（液壓）致動器、蓄壓器等，另包含電動機、管件及一些附屬機件；其中液壓泵由電動機所驅動。
8. 本項所述之電動機：
 - (1) 電動機接地端子依 IEC 60034-1 第 11 章規定，應確保與接地導體的良好連接，且不會對導體或端子造成任何損壞，不屬於工作電路且可被觸及之元件在彼此之間以及與接地端子之間應具有良好的電氣接觸，當電機所有軸承和轉子繞組絕緣時，軸應與接地端子之間有電氣連接。
 - (2) 電動機規格資料要求包含絕緣等級，係依 IEC 60085 第 5 章之表 1 耐熱等級分配表。
 - (3) 電動機規格資料要求包含防護等級，係依 IEC 60529 第 6 章之表 2 與表 3 之防塵等及防水等級表。

3.2.1.3 傳動系統

傳動系統係指由傳動軸、軸承、齒輪或齒輪箱、聯軸器及其他輔助裝置構成之系統，各元件之監測與運轉應符合下列規定：

1. 軸承、齒輪或齒輪箱之監測與運轉要求應參照本指引「3.2.1.2 旋角系統」規定。
2. 傳動軸
 - (1) 應監測傳動軸之轉速。
 - (2) 採取風險基準維護方式者，應裝設相應量測設備以監測傳動軸振動頻率，並以足夠之量測紀錄分析相應風險。
3. 聯軸器：應注意與詳實記錄異常振動或異音。
4. 機械式煞車
 - (1) 無電源供應時應可操作使用煞車器。
 - (2) 應具備磨損指示器，防止煞車片過度磨損而失效。
 - (3) 應詳實記錄煞車片磨損數值，確認煞車片未超過最大磨損指數。
 - (4) 無足夠煞車材料以因應緊急停止時，應將轉子機艙總成切換為待機模式。

【解說】

1. 風力機主要藉由空氣流動轉動葉片，再透過傳動系統擷取之風能傳遞至發電機而發電，參照 DNV-ST-0361 第 2.2.1.5、4.1.1.2 節說明，傳動系統之構成包含有輪轂、傳動軸、軸承、齒輪或齒輪箱、聯軸器、離合器（若適用）、其他相關系統及輔助裝置（如機械式煞

車、固鎖裝置)等,該系統之主要功能是将風力經過諸多動力裝置等中間元件共同傳遞動能至發電機。

2. 本項所述之傳動軸:

- (1) 係指用於傳輸動力的軸和相關元件,包含轉子轉軸、各式大小齒輪軸、增減速齒輪軸、傘狀齒輪軸以及發電機軸等。
- (2) 傳動軸系統技術文件應包含相關組件資訊,如 DNV-ST-0361 第 9.1.3 節所述之傳動軸規格、系統部件之剛性、質量、慣性及阻尼值等,軸系振動型式的自然頻率表及相關振動資訊也應提供操作及風險評估時參考。

3. 本項所述之聯軸器:

- (1) 係指將聯結前述之各軸段或各式軸的元件,常用聯軸器型式有法蘭式聯軸器、彈性聯軸器及萬向聯軸器等。
- (2) 可透過定期檢測聯軸器與自動監測系統的振動感測器、影像監視器等瞭解聯軸器是否發生異常振動或異音,並記錄相應數據,以利運轉期間評估聯軸器或傳動軸是否發生異常。

4. 本項所述之煞車器:

- (1) 煞車之主要種類可區分有機械式煞車與液壓煞車,兩者間最大之差異在於機械式煞車可在無電源供應之情況有效執行。
- (2) 磨損指示器需透過自動監測系統的磨損程度感測器予以感知,以防止煞車失效;此處所指之磨損程度感測器乃是可偵測煞車磨損程度的感測器。
- (3) 需透過自動監測系統予以達成詳實記錄煞車片磨損數值,以確保煞車功能有效。

3.2.1.4 轉向系統

轉向系統係指由軸承、齒輪或齒輪箱、驅動裝置(電動機)與固鎖裝置構成之系統,各元件之監測與運轉應符合下列規定:

1. 轉向錯位之角度差異不得超出設計範圍。
2. 軸承、齒輪或齒輪箱、電動機、固鎖裝置之監測與運轉要求,應參照本指引「3.2.1.2 旋角系統」規定。

【解說】

1. 轉向系統係由維持轉子機艙總成位置之裝置、可改變轉子機艙軸向之裝置(如齒輪箱、傘狀齒輪及小、大齒輪)及導引轉向之裝置(如風向感知裝置及電動機)所共同組成。
2. 轉向錯位為轉子轉軸與風向兩者投影於水平地面之夾角,如下圖 6 所示,兩者差異應不超出設計範圍。

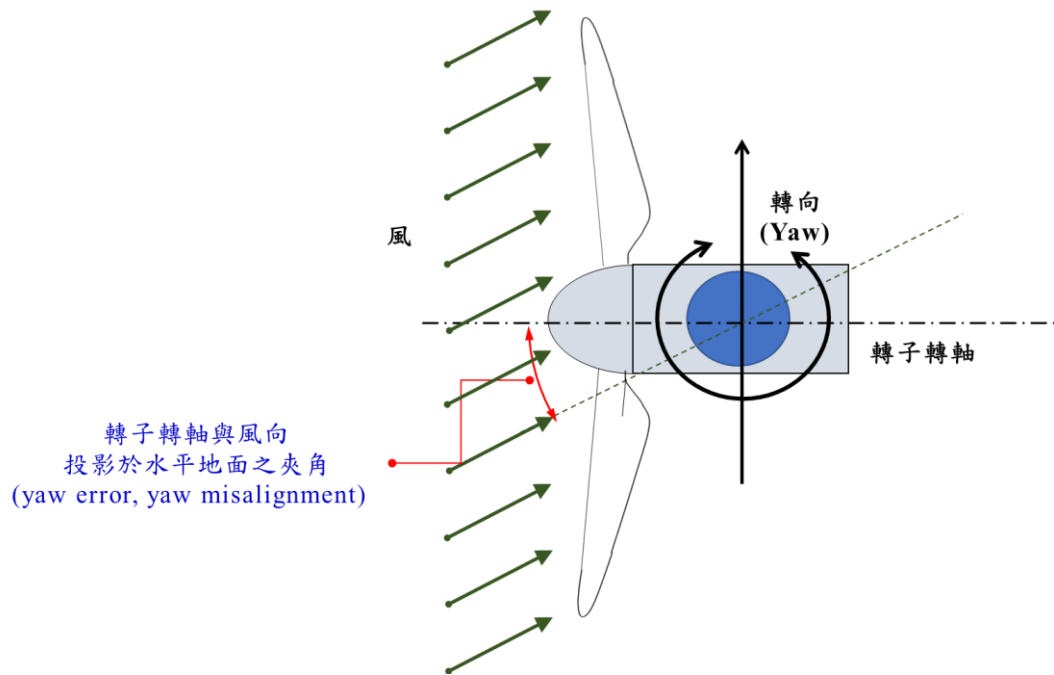


圖 6、風力機轉向說明之俯視示意圖

3.2.1.5 發電機

發電機之運轉應符合下列規定：

1. 應使用控制系統確認各感測器正常運作。
2. 鑒於離岸風力機之特殊運轉環境，應容許於機艙內更換發電機軸承。
3. 規格資料應包含發電機外部尺寸、定子和轉子詳細圖、軸規格、額定功率、額定電壓、額定電流、額定頻率、絕緣等級及防護等級等。
4. 運轉時監測之重要參數應包含定子溫度、電壓、電流、頻率、冷卻系統溫度、軸承潤滑油壓力、發電機失效、運轉狀態、空氣間隙、短路、軸承溫度、軸承振動、軸溫度、集電滑環溫度及水冷系統滲水或漏水等。

【解說】

1. 發電機接地端子按照 IEC 60034-1 第 11 節規定如下圖 7 所示，應確保與接地導體的良好連接，且不會對導體或端子造成任何損壞。

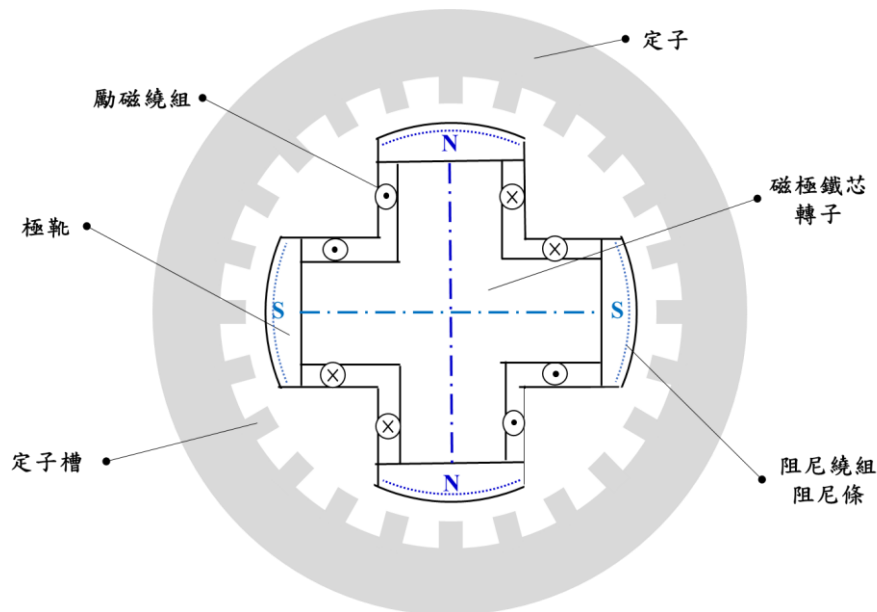


圖 7、以凸極式發電機為例之發電機轉子/定子示意圖

2. 因離岸風力機位於海上，且發電機位於遠高於海平面之機艙中，若取出發電機以更換軸承，則需動用大型船舶與設備並動用許多人員，不利於離岸風場之運維，故應容許於機艙內更換發電機之軸承，降低對大型船舶、設備與人員之需求。
3. 發電機規格中所要求之絕緣等級係依 IEC 60085 第 5 章之表 1 耐熱等級分配表。
4. 發電機依其所工作之環境需具備一定等級之防塵與防水能力，相關防護等級係依 IEC 60529 第 6 章之表 2 與表 3 之防塵等級表及防水等級表。

3.2.1.6 變壓器

變壓器之運轉應符合下列規定：

1. 非封閉型變壓器運轉前，應確認被授權人員始得進入。
2. 變壓器（包含內部冷卻系統）之防護等級未達 IP 65 者，應定期清潔電氣絕緣系統表面鹽份與灰塵，維持電氣絕緣系統上表面阻抗有效性與電氣完整性。
3. 規格資料應包含變壓器外部尺寸、額定功率、額定輸出與輸入電壓、額定輸出與輸入電流、可容許溫升值及防護等級等。
4. 運轉時應監測之重要參數包含繞組溫度、液位、液溫（油浸式變壓器適用）、氣體壓力電驛（油浸式變壓器適用）。

【解說】

1. 封閉型變壓器依 IEC Electropedia / IEV421-01-20 之定義，係指具有一個或多個使用固體絕緣包封繞組之乾式變壓器。
2. 油浸式變壓器依 IEC Electropedia / IEV421-01-14 之定義，係指磁路和繞組浸在油中之變壓器。
3. 乾式變壓器溫升容許值依絕緣等級不同而異，詳請參照 IEC 60076-11 之表 2。

4. 油浸式變壓器溫升容許值依適用之絕緣液而有不同要求，詳情參照 IEC 60076-2 之表 1。
5. 建議變壓器應符合 IP 55 等級或類似保護等級之方式密封。
6. 本項之繞組溫度係指高低壓繞組溫度。另，除條文中所列之監測項目，應依據設備運轉手冊要求監測，如衝擊油壓電驛、有載分接頭變換器指示量等。

3.2.1.7 變流器或逆變器

變流器或逆變器之規格資料應包含外部尺寸、額定功率、額定輸出與輸入電壓、額定輸出與輸入電流、額定輸出與輸入頻率、可容許溫升值、防護等級及屏蔽電纜規格等。

運轉時應監測之重要參數包含電壓、電流、頻率、溫度、過載電流、過載電壓、接地故障、高溫、控制程序失去通訊、變流器與逆變器過載狀態、冷卻介質溫度、冷卻泵或風扇電動機等失效。

【解說】

1. 變流器或逆變器運作時因電能轉換而生成廢熱會造成元件溫度上升，為確保設備之安全性，依元件所在之位置級材料等級，內部可容許溫升值依所使用之材料或其絕緣等級而有所不同，詳情參照 IEC 62477-1 之表 14；而可被觸及部分之可容許溫升值，依操作時可能接觸時間與材料等而有不同要求，詳情參照 IEC 62477-1 之表 15。
2. 變流器或逆變器依其所工作之環境需具備一定等級之防塵與防水能力，相關防護等級係依 IEC 60529 第 6 章之表 2 與表 3 之防塵等及防水等級表訂定。

3.2.1.8 備用電源

備用電源規格資料應包含備用電源外部尺寸、額定容量、額定電壓、額定電流及防護等級等。運轉時應監測重要參數包含電壓、電流、頻率、功率、連接負載之電源故障、接地故障、電池保護裝置等之操作。

【解說】

備用電源為斷網期間控制風力機各系統作動以安全存活之電力來源，應依使用手冊之要求監測與操作備用電源及相關設備，以確保備用電源滿足設計需求，依 DNV-ST-0076 第 7.2.4.3 與 7.2.4.7 要求應監測電壓、電流、頻率、功率、連接負載之電源故障、接地故障、電池保護裝置之操作等重要參數。

3.2.1.9 配電盤

配電盤之運轉應符合下列規定：

1. 配電盤遠程控制單元應保持封閉且上鎖，並由具有被授權之人員操作。
2. 規格資料應包含配電盤外部尺寸、額定電壓、額定電流、額定頻率及防護等級等。
3. 運轉時應監測之重要參數包含電壓、電流、頻率、實功率、虛功率及功率因數等。

【解說】

配電盤依其所工作之環境需具備一定等級之防塵與防水能力，相關防護等級係依 IEC 60529 第 6 章之表 2 與表 3 之防塵等及防水等級表。

3.2.1.10 電纜

應以適當措施確認電纜狀態應包含以下項目：

1. 電纜及應力消除裝置無腐蝕現象。
2. 防電纜纏繞系統之感測器可正常運作。
3. 安裝於金屬管道內電纜之接地設施無鬆脫現象。
4. 電纜外層保護無損傷。
5. 防電纜纏繞系統運轉時應監測重要參數包含電纜纏繞情況。

【解說】

1. 應力消除裝置依 IEC 62444 第 3.1 節定義，係指一種設計用於允許電纜、軟電纜或絕緣導體進入外殼，並提供密封和保持的裝置，亦可提供其他功能，例如做為接地、連接、絕緣、電纜保護及應力消除等功能。
2. 依 DNV-ST-0438 第 3.14 節說明自由懸掛電纜線路之電纜扭曲程度應由相互獨立的系統分別監測，其中一個信號需傳送至保護系統，另外一個須傳送至控制系統。保護系統或控制系統接收之相應信號若超過觸發值或限制值，則應執行以下功能：
 - (1) 保護系統：如果超過其觸發值，則應立即啟動保護系統。
 - (2) 控制系統：控制系統應在超過限制值時啟動自動解纏繞操作。在解纏繞過程中，風力機應停機。在自動復位之後可自動重新啟動。

3.2.2 支撐結構

離岸風力發電業者應建置支撐結構監測系統，以即時偵測可能損害及分析結構狀況。應確保結構監測系統資料之正確與完整，並依其分析結果適時調整運轉及維護計畫。

結構監測系統規劃應考慮環境條件、支撐結構類型、腐蝕防護系統、結構完整性、土壤結構互制效應及海底地形變化等因子，並視運轉及維護狀況調整。

離岸風力發電業者應於離岸風力發電廠內，一座以上支撐結構裝設連續結構監測系統，其餘支撐結構應規劃定期監測計畫。

【解說】

1. 結構健康監測系統係指符合 IEC 61400-6 第 9 章與和 BSEE Offshore Wind Recommendations 之結構健康監測系統或相同功能之系統，此系統可透過裝設儀器連續監測特定之物理參數，並利用蒐集之資料評斷支撐結構之狀況，並可發現損害或是潛在問題，離岸風力發電業者可依損害程度規劃對應措施，例如立即搶救維修，或縮短維護週期等。
2. 離岸風力發電業者應妥善規劃此結構健康監測系統，獲取充足且高品質之監測參數資料，才可使系統準確並即時評估支撐結構狀況。系統規劃時請同時參照「場址調查及設計指引」之「3.6.6 環境與結構監測」，應參考支撐結構設計圖說與文件，決定需要監測參數、位置及頻率，繼而考量暴露之環境、使用年限、維護方式等因素後選擇合適儀器，並應

規劃資料之傳輸與儲存系統及其備用電源。系統亦應具備警報及彙整監測結果之功用，離岸風力發電業者才可及時採取對應措施和適時調整運轉及維護計畫。建議於設計階段便納入儀器之裝設規劃，可避免事後裝設造成之額外成本。

3. 考量資料傳輸及儲存限制，結構評估所需轉子機艙總成及海洋氣象相關資料多數係擷取自風力機製造商提供之系統監控與資料擷取，不需另外裝設儀器蒐集參數，故系統建置時須考量結構監測系統與系統監控與資料擷取的數據應能互通共用；所需海洋氣象參數如風速、浪高、海流；轉子機艙總成參數如轉子轉速、功率、振動/運動行為。
4. 建議支撐結構監測系統須與維護計畫配合，部分項目若以裝設儀器遠端監測便可減少出海檢查及檢驗頻率，但維護計畫並不可能完全被支撐結構監測系統取代，因該監測系統仍有其限制如下：
 - (1) 量測儀器設備故障、抑或各外在因素干擾量測資料品質。
 - (2) 實際結構監測系統監測結果會與設計階段之模擬結果相異，係因為設計時多是模擬極限狀況，而運維階段平時量測所得結構響應將明顯低於設計時之分析數值，另亦須考量多項參數對於結構響應影響並非線性，故當結構受力低時，量測之值若未經妥善且正確後處理係無法直接與受力行為連結。
 - (3) 離岸風力機實際受力情況相當複雜，結構監測系統之規劃時若缺少重要參數之蒐集，亦可能導致無法準確分析結構。
5. 支撐結構監測系統之建置應製成報告備查，包含監測系統設計方法、蒐集參數、使用儀器、儀器裝設位置、儀器維護策略、數據處理方法等。
6. 結構監測系統之配置會因其環境條件及設計方法有所差異，環境條件包含風速、海象與地質特性等，而於設計階段離岸風力發電業者應完善評估環境條件後，選用合適之設計方法，並請參照「場址調查及設計指引」監測必要之環境條件。
7. 腐蝕係影響離岸風力機壽命最重要之因素，故離岸風力發電業者會選擇塗層、陰極防蝕等方法延長金屬結構壽命，請參照本指引「3.3.2.5 腐蝕防護系統」。
8. 離岸風力機於運轉維護期間應能維持其結構完整性，故建議連續監測下列項目：
 - (1) 結構特徵頻率、阻尼、模態等。
 - (2) 結構完整性分析後容易疲勞失效、或應力集中處。
 - (3) 失效影響嚴重位置。
 - (4) 接合件之相對位移。
 - (5) 塔架傾斜角度。
 - (6) 若技術可行，於土質軟弱處建議考慮監測樁周之孔隙水壓、土壓力與樁之應變。
9. 慮及經濟效益，離岸風力發電廠僅需裝設一定比例連續結構監測系統；於選取裝設點位時應參考設計階段依水深或地質特性所分類的群組，每一群組至少裝設一個點位，以確認每一群組結構之運動力學行為。
10. 本項所述監測計畫係指對於未裝設連續結構監測系統之點位，離岸風力發電廠應規劃定期監測計畫，使用移動式測量儀器定期監測支撐結構之結構完整性，該定期計畫需涵蓋監測頻率、監測參數、儀器、數據分析方法等，如於特定位置暫時裝設移動式加速度計確認特徵頻率。

3.2.3 輸電系統

3.2.3.1 基本要求

本章節將分為系統操作、電纜系統及變電站進行說明。

電纜系統係指輸電電纜、光纖、保護及敷設設施等相關設備。依其位置區分為陣列電纜與輸出電纜。陣列電纜係指聯結風力機之間或聯結風力機與離岸變電站之電纜。輸出電纜係指風力機或離岸變電站聯結至陸域併網點之電纜。

分界點係指離岸風力發電廠與台灣電力股份有限公司（以下簡稱台電公司）系統之產權分界點。

電力網係指聯結主要發電設備之分界點至用戶間，屬於同一組合之導線本身、支持設施及變電設備，用以輸送電能之系統。電源線係指聯結主要發電設備至該設備與輸配電業之分界點或用戶間，屬於同一組合之導線本身、支持設施及變電設備。

離岸風力發電業者應制定輸電系統運轉手冊，內容應包含系統操作、電纜系統及變電站。

【解說】

1. 本項輸電系統定義係依循經濟部「電業法」第 2 條。
2. 變電站運轉手冊之內容，依 DNV-ST-0145 第 1.1 節顯示，至少應包含變電站電氣設備、機械裝置、支撐結構與消防設施之作業程序。
3. 電氣設備依 DNV-ST-0145 第 5.2.15 之明為陣列電纜終端與高壓或超高壓海底傳輸電纜終端間之電氣設備（不包含陣列電纜與傳輸電纜），若為高壓直流變電站，則為高壓交流傳輸電纜與高壓直流傳輸系統電纜終端間之電氣設備（不含電纜），詳請參照本指引「3.2.3.3 變電站-A. 電氣設備」。
4. 機械裝置依 DNV-ST-0145 第 7.2.1 節說明為協助變電站電氣設備運轉及維護之機械與輔助系統，如管路系統、排水系統、排污系統、飲用水系統、冷卻系統、供油系統、燃料儲運站及暖氣、通風與空調系統等，詳請參照本指引「3.2.3.3 變電站-B. 機械裝置」。考量排水、排污、飲用水、冷卻、供油及暖氣、通風與空調等系統與燃料儲運站甚至消防設施等均有相應之管路設備，故本指引將管路系統合併於各上述各系統內，不再另列一單獨系統。
5. 支撐結構依 DNV-ST-0145 第 4.1 節說明包含上部結構、下部結構、基礎及其他結構物等，詳請參照本指引「3.2.2 支撐結構」及「3.2.3.3 變電站-C. 支撐結構」。
6. 消防設施依 DNV-ST-0145 第 6.2.1 節說明為確保以下目標之設施：
 - (1) 確保人員具備撤離時間。
 - (2) 將火災與爆炸風險最小化。
 - (3) 自動監測火焰或氣體偵測功能。
 - (4) 釋放危險超壓。
 - (5) 控制火災與限制損害與升級。

3.2.3.2 責任分界點設備及系統操作

離岸風力發電業者應制定離岸風力發電廠電力系統操作細則，內容包含操作程序與事故處理程序。

離岸風力發電廠之電源線操作應接受台電公司調度指令，於電力網安全遭受衝擊時接受停機或降載之安全調度。

離岸風力發電廠應依相關主管機關及台電公司要求配合下列事項：

1. 設置專用於台電公司調度單位間之通訊設施，且隨時保持良好通訊。
2. 安排 24 小時專人值班以接受台電公司指令。
3. 設置遙控監視設備並接受台電公司安全調度。
4. 建置即時運轉資料監測及預測系統並依台電公司要求提交相關資料。

離岸風力發電廠不得產生非計畫性之單獨運轉，分界點保護設備應於離岸風力發電廠發生內部事故、台電公司系統停電或設備發生故障時解聯。

離岸風力發電業者於運轉過程中應監測責任分界點之電力品質，並注意其電力系統不得影響電力網電力品質與安全，且應具備低電壓持續運轉能力、高電壓持續運轉能力。

115 年 1 月 1 日起區塊開發階段併聯者另應具備低頻穿越能力、實功控制能力及調控無效功率能力。

【解說】

1. 依台電公司「再生能源發電系統調度操作準則」規定，再生能源發電系統應參照該準則暨電廠相關之運轉規範，訂定「再生能源發電系統操作細則」，該細則應包含平常及事故發生時之各項操作及事故處理程序。
2. 發電廠常見事故如電源線事故、匯流排事故、發電機組或主變壓器跳脫事故與系統全停電事故。
3. 依台電公司「再生能源發電系統調度操作準則」及「台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點」規定，發電設備為接受台電公司之電力調度與指令，發電廠應裝設電力調度專用電話，且需 24 小時與台電公司調度員保持聯繫。
4. 依「台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點」規定，電力調度專用電話之規定如下：
 - (1) 調度專用電話係指發電設備與台電公司相關調度單位間，由發電業者裝設不需撥號之直通電話。
 - (2) 發電設備併接於 161,000 伏特或 69,000 伏特之特高壓系統者，應於控制室裝設專用電話，接受區域調度中心指令操作。
 - (3) 再生能源發電設備於完工後線路加壓前，應依規定裝設專用電話並經試話且結果良好後，方可加入台電公司系統。
5. 依「台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點」規定，引接於特高壓系統且裝置容量大於 100,000 瓩者，且躉售電力時應依台電公司「再生能源發電系統即時運轉資料提供及傳送方式原則」規定將即時運轉資料傳送至台電公司。
6. 本項所涉之低電壓持續運轉能力及高電壓持續運轉能力應符合「台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點」規定。

7. 自民國 115 年 1 月 1 日起併聯之離岸風力發電廠應符合「台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點」對於低頻穿越能力、實功控制能力、以及調整無效功率能力之規定。

3.2.3.3 電纜系統

離岸風力發電業者應依電纜系統設計與製造商之建議操作電纜系統，電纜系統運轉手冊內容應包含下列項目：

1. 設計文件。
2. 操作條件與程序。
3. 系統失效可能性與影響。
4. 監控、測試與檢查方法。
5. 備品管理。
6. 虛功補償說明。
7. 電纜附屬器材。
8. 竣工文件。

運轉時應連續監測並記錄電纜系統狀態與變化，以採取因應措施。監測參數應包含下列項目：

1. 電氣參數：電壓、電流、功率、功因。
2. 熱力參數：溫度。
3. 機械參數：張力、彎曲、振動、聲音。
4. 結構參數：外傷。
5. 電纜路線周圍之船舶活動。

【解說】

1. 依 DNV-ST-0359 第 6 章規定，電纜系統運轉手冊應於運轉前建立及編撰完成，且應於電纜系統運轉期間更新該手冊。
2. 本項所述設計文件，其內容至少應包含電纜之電氣特性、機械特性及電纜剖面圖；竣工文件，其內容應包含安裝和檢查紀錄、竣工座標點與路線點列表等。
3. 依 DNV-ST-0359 說明於電纜系統運轉期間不間斷的監測各電氣、熱力、機械參數可協助判斷電纜系統運轉狀況是否有異。
4. 依 CIGRÉ-TB610 第 8 章所列，透過監測電纜路線周圍的船舶活動，以利於電纜遭船錨破壞時可追溯至該肇事船舶。

3.2.3.4 變電站

A. 電氣設備

離岸變電站電氣設備包含主電力系統及輔助電力系統，離岸風力發電業者應制定正常與各異常情境下之運轉手冊與詳細作業程序。

無人駐守之變電站應確認主電力系統及輔助電力系統之設備得由遠端控制。

1. 主電力系統，應可匯集、轉換及輸出風力機之電力，且符合下列運轉操作要求：

- (1) 監測電氣設備運轉環境之溫度、相對濕度與電磁干擾情形。
- (2) 監測變壓器之電流、電壓、頻率、功率、絕緣狀態、冷卻系統及繞組溫度等。
- (3) 監測配電盤和變頻器之電流、電壓、頻率、絕緣系統等。
- (4) 應設置自動監控系統以監測與運轉操作主電力系統，並須具備數據蒐集、設備防護及除錯等功能，且應設置該自動監控系統之備用電源。
- (5) 採用高壓直流變電站，應注意以下事項：
 - A. 直流激磁所產生之聲響監測作業，並於異常聲響發生時採取對應處理。
 - B. 確保開流體設備之冷卻系統正常運轉。

2. 輔助電力系統，應有充足電力供應離岸變電站運轉。

採用獨立主電源系統及緊急電源系統作為輔助電力系統者，當緊急情況發生導致主電源系統失效時，應可立即自動啟動緊急電源系統。

輔助電力系統之主電源系統應符合下列規定：

- (1) 由電力網供電時，應監測其電源斷路器之狀態、絕緣狀況、電壓、電流、頻率與功率等相關數據。
- (2) 由專用發電機組供電時應監測下列項目：
 - A. 各斷路器之控制及指示狀況。
 - B. 發電機組之功率、電流、電壓與頻率。
 - C. 匯流排之電壓與頻率。
- (3) 專用發電機組應符合下列規定：
 - A. 設置自動啟動裝置，且應可連續執行 3 次以上之自動啟動，且每次間隔不得超過 10 秒。
 - B. 應可於 30 秒內完成啟動並連接至主配電盤；若與電力網解聯時應於 45 秒內完成啟動。
 - C. 由人員駐守之離岸變電站須裝置專用發電機組，且電量應至少可維持離岸變電站 7 天內正常運轉。

輔助電力系統之緊急電源系統應符合下列規定：

- (1) 應具備足以供應緊急情境下維生及逃生設施所需用電，主電源系統失效時緊急電源系統應能於 45 秒內啟動。
- (2) 儲備電量須符合國際標準，未有冗餘電量時不得供給其他用途。

- (3) 若緊急電源系統來源為緊急發電機組，仍應設置電池等裝置作為過渡緊急電源。
- (4) 由緊急發電機組供電時應監測下列項目：
 - A. 各斷路器之控制與指示狀況。
 - B. 發電機組功率、電流、電壓與頻率。
 - C. 匯流排電壓與頻率。
- (5) 緊急發電機組應符合下列規定：
 - A. 設置自動啟動裝置，且應可連續執行 3 次以上之自動啟動，每次間隔不得超過 10 秒。
 - B. 設置第 2 組自動啟動裝置，於第 1 組失效時即時運作，可於 30 分鐘內啟動 3 次。
 - C. 緊急發電機組與斷路器應可手動操作。
- (6) 電池系統應符合下列規定：
 - A. 具有獨立充電設備，可於 10 小時內充足 80% 之電量。
 - B. 設置充電設備無法運作之示警裝置。

採用網狀電源系統作為輔助電力系統者應符合下列規定：

- (1) 配置 2 組以上獨立電力來源，且具備各自獨立電力調度及控制系統。
- (2) 配置 2 組獨立發電機組，並應符合輔助電力系統主電源系統之專用發電機組要求。
- (3) 設置電池等裝置作為過渡緊急電源。
- (4) 與電力網解聯時應於 45 秒內完成啟動其他電力供應源，儲備電量須符合國際標準。

照明系統之主照明系統應由輔助電力系統之主電源系統供電，並涵蓋人員經常進出與使用區域。緊急照明系統於緊急狀態時應可由輔助電力系統之緊急電源系統供電，並考量逃生所需照明。

3. 異常運作情境

離岸風力發電業者應參照本指引「2.7 環境保護暨職業安全衛生」、「2.8 緊急應變因應」及「2.9 事故通報、調查及改進」規定，制定異常運作情境之應變計畫。

孤島情境之輸電系統操作應參照本指引「3.2.3.2 責任分界點設備及系統操作」，另應符合下列規定：

- (1) 具備充足電量，以維持轉子機艙總成於待機狀態。
- (2) 下列系統應可正常運作：
 - A. 主電力系統之自動監控系統。
 - B. 監督控制與數據採集系統。
 - C. 排水系統、污水系統、飲用水系統、暖氣、通風與空調系統等機械裝置。
 - D. 起重設備。
 - E. 照明設備。

(3) 若為無人駐守變電站時，變電站作業人員應於 30 分鐘內撤離。

輔助電力系統之緊急電源系統應於發生輔助電力系統主電源系統失效之緊急情境時立即啟動。

全黑情境係指輔助電力系統之主電源系統與緊急電源系統均失效，離岸風力發電業者應事先擬定因應措施，包含支援方式、系統修復及重啟等作業程序。

【解說】

1. 離岸風力發電業者於訂定離岸變電站運轉手冊與詳細作業程序時，應將下列情境之對應作業程序納入手冊：
 - (1) 正常運轉情境。
 - (2) 運轉情境：主電力系統或輔助電力系統在單個元件發生故障後不受影響運轉之情境。
 - (3) 孤島情境：電力網因故障斷電時，系統不能及時地檢測到電網狀態而持續向電力網輸送電能之情境。
 - (4) 緊急情境：輔助電力系統之主電源系統因為故障或意外失效。
 - (5) 全黑情境：當輔助電源供應系統無法運作或系統無法恢復之情境，應藉由電池及/或壓力容器啟動發電機之發電作業，變電站執行遠端控制時，應參照本指引「3.1.3.1 系統操作」之內容。
2. 無人駐守之變電站應確認以下情形：
 - (1) 應確保控制者能藉由岸上之控制站成功且即時的執行輔助電源系統之啟動、更新、關機、切換、重置及測試等程序。
 - (2) 系統遠程控制應具有不同位置執行切換操作所設之互鎖功能、及多個位置執行操作之互鎖條件，在同一時間只能允許一個命令位置之功能。
3. 變電站之緊急電源系統需於發生孤島情境時，協助供給風力機維持待機狀態所需之電力。
4. 主電力系統之自動監控系統備用電力可由不斷電系統或直流電池系統供應，此可與輔助電源系統內之設備共用。
5. 變壓器絕緣狀態之確認可藉由油溫監測（加熱熱監測系統）或局部放電系統達到監測之目的。
6. 採用高壓直流變電站者，應遵行國內與國際標準測試高壓直流變電站，並發佈可供執行者依循之測試手冊。測試內容應包含：
 - (1) 變流與整流設備之測試。
 - (2) 換流站之開關與連接器，過濾器與電容器組。
 - (3) 電磁場。
 - (4) 高壓測試。
 - (5) 短路測試。
7. 輔助電力系統應包含主電力系統之運轉及使變電站安全運行與宜居條件下所需之設備。
8. 有關輔助電力系統之控制：
 - (1) 若使用切換開關，其電流值數據應由獨立之比流器提供。
 - (2) 負責控制 2 組以上回路的開關盤應裝設互鎖開關以便藉由盤面顯示的訊息達正確操作運轉之目的。
 - (3) 使用高壓電源時，低壓主配電盤上的輸入端應安裝電壓表與電流表，應能於各階段顯示當下電流與電壓值，當開關閥運作時應確保其發生錯誤時系統不會影響回路保護系統運作。

- (4) 下列狀況應傳送警報訊息至變電站之控制中心：
 - 控制系統之電源錯誤。
 - 主導電板上高與低頻率發生時。
 - 主導電板發生高與低電壓發生時。
 - (5) 下列訊息之控制信號應清楚標示，以利離岸風力發電業者管控：
 - 斷路器開啟即關閉時之控制與指示。
 - 發電機之功率、電流、電壓與頻率。
 - 導電板電壓與頻率。
9. 有關輔助電力系統之保護：
- (1) 發生低絕緣值異常時，變電站內之控制室應將視覺與聽覺之警示訊息即時發送。
 - (2) 發生過電壓時，變電站之控制室應發送警示訊息，設定值不應高於正常值之 130%，延遲時間不得超過 5 秒。
 - (3) 每組分離電路應於輸入端設置保護模式以避免短路電流之發生。
 - (4) 超過電流、高溫等狀況，應安裝警示設備。
10. 主電源來源應安裝於 2 個（或以上）之備用機房，且各系統須具備獨立電源調配與控制系統，且火警或其他意外狀況均不可影響其電源之供應。
11. 輔助電力系統之主電源來源失效時，將由緊急電源系統或網狀電力系統供給輔助電源。
12. 緊急電力來源不應用於支應平日運轉之所需，緊急電源容量應足以提供緊急情況下對安全至關重要的所有服務，並同時將可能同時運行之服務、及某些負載的啟動電流和瞬態特性納入考量。
13. 輔助電力系統之緊急電源系統供給源應包含緊急發電機組及電池。
14. 緊急發電機組應確實執行相關定期測試，不得同時測試 1 組以上之發電機組。
15. 緊急發電機組之電流系統應同時提供 3 組警示訊息或於系統連接至各階段時藉由轉換開關提供警示訊息。

B. 機械裝置

本指引所指機械裝置係指發電機組及其他輔助設備，相關機械裝置應清楚標示操作程序。

外露且可移動或表面高溫之機械裝置或元件，應安裝防護設施，避免人員意外接觸而發生事故。

離岸變電站相關機械裝置各元件與相關系統或設備之運轉操作應符合下列規定：

1. 環境條件：機械裝置設置空間應考量溫度及相對濕度等。
2. 發電機組
 - (1) 由被授權人員依製造商提供之操作程序執行。
 - (2) 須定期操作以下裝置，確認其功能正常：
 - A. 燃油、潤滑油、冷卻水、壓縮空氣、液壓、控制、通訊及電力系統等。
 - B. 具備啟動發電機所需之設備。
 - C. 發電機組之警報及指示等安全監控設備。

3. 燃油櫃

(1) 須定期確認以下裝置，以確認其功能正常：

- A. 警報及指示等安全監測設備（如燃油溢流櫃之高油位）。
- B. 供應管路之遙控緊急遮斷裝置。

(2) 注油時，應防止壓力過高造成溢流污染。

(3) 須保持燃油櫃周圍之空氣流通。

4. 燃料儲運站

(1) 燃料加注作業期間，非經訓練且授權之人員不得進入。

(2) 燃料儲運站、燃料儲存櫃與控制中心三者間應設有通訊設備與協調方式。

(3) 燃料儲運站及燃料輸送管應於分配歧管前設置手動及遙控關閉之遮斷閥，並應於現場及控制中心明確標示遮斷閥位置。

5. 排水系統：燃油不得進入排水系統，且含油之水不得排入海中。

6. 污水系統：應於污水櫃裝設液位警示裝置。

7. 飲用水系統

(1) 應揭示維護紀錄及水質檢驗紀錄。

(2) 以非飲用水容器或系統擷取飲用水時，應防止飲用水污染之情事。

(3) 空氣管或溢流管應設有細網篩防止昆蟲進入。

8. 暖氣、通風與空調系統

(1) 應避免廢氣進入通風系統。

(2) 應維持危險封閉空間之壓力低於鄰近空間。

(3) 空間含易燃或有毒氣體、可能發生蒸氣累積或含氧量過低之狀況者，應具有充足之通風系統，且配備易燃、有毒氣體偵測及警報裝置，並於人員進入前確認相關設備功能正常。

(4) 應清楚標示與確認通風管路關閉裝置之功能與位置。

(5) 機械裝置空間應維持該空間正壓力。

本節所述各系統之管路設備應符合下列規定：

1. 依其用途清楚標示，其中閥門應以永久方式標示清楚，避免錯誤操作。

2. 運轉手冊應說明管路之用途、流通介質及壓力與溫度條件限制等。

3. 油管或水管之可卸式接頭與閥門應與電氣設備保持安全距離或以防護裝置隔離。

【解說】

1. 為降低人員錯誤操作風險，離岸變電站之機械裝置應於明顯位置以清楚且操作人員可識別之標示或標籤說明操作程序，尤其參考 DNV-ST-0145 第 7.12 節所述，當開關切換後功能不會立即顯現之裝置。
2. 離岸變電站上設有許多為協助變電站運作之機械與輔助系統，其中包含表面高溫、移動或轉動元件外露等可能造成人員受傷之設備或管線等，DNV-ST-0145 第 7.2.3.1 節說明為

將此等意外事故發生機率減至最小，要求對前述表面高溫及外露移動或轉動之元件裝設防護設施，避免人員因意外觸碰而發生意外事故。

3. 離岸變電站運轉期間必須維持機械裝置之工作環境條件於其設計範圍內，依 DNV-ST-0145 第 7.2.2 節對機械裝置之工作環境條件要求如下：
 - (1) 機械裝置所處空間之環境溫度範圍為攝氏 0 至 45 度、空氣相對濕度上限為 96%。
 - (2) 機械裝置位於開放甲板，則環境溫度範圍為攝氏 25 至 45 度。
 - (3) 海水溫度上限為攝氏 32 度。另室外之設備應考量於強風、強降雨及其他其後條件下之固定與防水要求，相關運轉及維護可參照本指引「3.3.1 災害性天氣」。
4. 發電機組必須於離岸變電站斷網時，啟動發電以供應離岸變電站於斷網期間必要之電力供應；為確保發電機能適時啟動發電，應定期確認發電機組之狀態：
 - (1) 發電機以電瓶啟動者，則應定期檢查電瓶充電狀況及電瓶電量。
 - (2) 發電機以空氣瓶啟動者，則空氣瓶應交替使用並定期排洩積水，洩壓閥應定期操作以確認功能正常。另輔助發電機組及緊急發電機組之警報及指示系統至少應包含過速運轉、潤滑油壓力、潤滑油溫度、燃油壓力、燃油洩漏、冷卻水壓力、冷卻水溫度、啟動空氣壓力（若適用）及油霧濃度。
5. 為避免污染海洋環境，離岸變電站依 DNV-ST-0145 第 7.6.1 節說明應避免油水流入海洋，故本指引要求避免燃油進入排水系統以及無含油之水排入海中。
6. 離岸變電站應設有污水系統以處理生活廢棄用水與維護環境衛生，依 DNV-ST-0145 第 7.2.2 節說明得以足夠容積之污水櫃儲存污水並運輸至岸上處理，且為避免污水櫃內儲存之污水超過其設計限制，應裝設液位警示器以適時提醒運維人員處理。
7. 為維持離岸變電站之飲用水符合飲用標準，參照行政院環境保護署「飲用水管理條例」第 9 條「公私場所設置供公眾飲用之連續供水固定設備者，應依規定維護，並作成維護紀錄，紀錄應予揭示，並保存供主管機關查驗...」，故本指引要求揭示維護紀錄及水質檢驗紀錄；另為維護飲用水不受外界異物污染，依 DNV-ST-0145 第 7.8.2 節說明應於空氣管或溢流管開口設有細網篩防止昆蟲進入，且以非飲用水容器或系統擷取飲用水時，應防止飲用水污染之情事，如已取用之水經管路發生回流狀況等。
8. 離岸變電站依功能需求區隔為不同空間，為維持裝設於空間內之機械裝置與人員對新鮮空氣之需求，應裝設適當之通風系統，依 DNV-ST-0145 第 7.11.1 節說明營運期間應避免廢氣進入通風設備入口。
9. 另 DNV-ST-0145 第 7.11.2.5 節要求機械裝置空間之空氣流量要求評估應依 ISO 8861 標準要求，且應維持該空間正壓、進入空間之總空氣流量不得小於所需氣流（如燃燒之空氣、發電機與鍋爐之空氣流量）之 1.5 倍，並建議在該空間內施加輕微正壓，該壓力不應超過 50Pa。
10. 離岸變電站各式機械裝置需配合管路與閥門等方能正常運轉，如通風系統之管路、排水、污水及飲用水等系統之管路，發電機組之供油管路等等，皆需要管路之配合，為降低人員於諸多管路或閥門中發生錯誤操作之狀況，依 DNV-ST-0145 第 7.12 節，應充分說明管路用途且清楚標示，閥門亦應以永久性與清晰之標記。
11. 若離岸變電站設有起重設備，則應依設備之操作手冊進行操作，詳細請參考本指引「2.5 機具」相關要求。

C. 支撐結構

離岸風力發電業者應制定當監測負載高於設計值時之人員疏散流程。變電站支撐結構之運轉，應參照本指引「3.2.2 支撐結構」規定。

【解說】

1. 變電站支撐結構之運轉參照本指引「3.2.2 支撐結構」。
2. 人員疏散流程請參照本指引「2.8 緊急應變因應」、「2.9 事故通報、調查及改進」規定。

D. 消防設施

離岸變電站之消防設施應符合下列規定：

1. 易燃物品使用規則
 - (1) 使用之燃油應符合國內相關法規與國際相關規定。
 - (2) 燃油櫃應裝設高溫警報裝置。
2. 偵測警報系統規則
 - (1) 一般要求
 - A. 為縮短火警發生之識別災害區位及類別之判斷時間，應分區配置偵測器與手動操作呼叫點。
 - B. 偵測與警報系統應可由緊急電源系統供電，確保其於緊急狀況時持續運作，且於緊急狀況排除後，可自動恢復為一般運作狀態。
 - C. 所有偵測系統須可於無更新元件之情況下測試與重置運作之錯誤情況。
 - (2) 監控站
 - A. 應有專人值班，且能全日監控與操控防火門、通風機、火災偵測系統、警報系統器及風力機之運作。
 - B. 應可於監控站由工作人員重新啟動站內系統。
 - C. 監控台應由主電源系統連續供電，於失去正常供電時改由緊急電源供電。
 - D. 應可以視覺及音效即時警示監測狀態。
 - E. 警報及故障狀態排除後，系統應自動恢復為一般運作狀態。
3. 火勢控制規則
 - (1) 通風系統
 - A. 所有通風系統主要進口及出口之操作、防火擋板之開啟與關閉均應符合相關國際標準及規範。
 - B. 位於監控站及公共區域之通風系統應避免儲放易燃物和有毒氣體進入。
 - C. 監控站內若有機器設備，應確實維持空間內之通風、確保能見度不受煙霧妨礙，且機器和設備可於失火時持續監測並有效運轉。
 - D. 通風管應設置可檢查及清潔之開口，且開口應設在防火擋板附近。

(2) 供水系統

- A. 進水口應安裝過濾器以防止幫浦損壞，並安裝設置淨水設備，避免海洋附生物損害消防系統性能。
- B. 應確保供水系統能滿足火災發生時之滅火最大供水需求。

(3) 滅火設施

- A. 滅火系統標籤應標示清楚。
- B. 滅火設施之滅火劑釋放於工作空間及重要通道時，應自動開啟視覺與聽覺之警示系統。
- C. 設有緊急消防泵獨立電源空間之通風佈置，避免空間內機器失火之煙霧擴散。

(4) 撤水系統

- A. 自動撤水、火警偵測及火警警報系統均應隨時保持運作，清楚標示撤水系統之閘門位置，並應防止未經授權者操作停止閘。
- B. 各分區撤水系統應於火警發生後立即啟動，同步開啟視覺與聽覺之警示，並確保相關人員及時接收警示訊息，即時災害情形應顯示於控制系統。

4. 其他規定

- (1) 各分區內應於易到達之處存放消防員裝備與個人設備，並清楚標示放置位置。
- (2) 應建立有效之巡邏制度，以利迅速探知火災發生，消防巡邏人員均應經過培訓，以熟悉消防設施佈置與操作方法。
- (3) 公共空間、逃生通道、梯間及出口應以燈光清楚標示，使用電子標示系統應確認系統功能可於災害時作用。

【解說】

- 1. 有關易燃物品使用規則：
 - (1) 不得使用閃點低於 60 度之燃油。
 - (2) 緊急發電機不得使用閃點低於 43 度之燃油。
- 2. 應確保備用電力能於意外發生時支應偵測與警報系統維持至少 18 小時之電力量。
- 3. 偵煙探測器應確保其能於遮蔽（率）介於 2%至 12.5%/m 之時間確切運作。
- 4. 熱探測器須於室內溫度升溫率小於每分鐘 1 度、溫度介於攝氏 54 至 78 度時運作；定期測試應符合國內外相關規定。
- 5. 警報信號內容若未能於 2 分鐘內被受理，則系統應自動開啟警報系統播放至變電站內之所有空間。
- 6. 獨立空間內有燃油裝置者，應至少設置 2 具可攜式泡沫滅火器或等效裝置。
- 7. 視覺與音效之警示應維持至足夠人員疏散之時間，且不得短於 20 秒鐘。
- 8. 直升機坪、燃油儲存區，建議可設置泡沫滅火系統，以防止油類火災。
- 9. 系統控制室、人員駐留場所、電氣設備室等區域，建議可設置潔淨氣體自動滅火系統。於噴灑滅火氣體前，應以聲響，燈光方式警告人員進行撤離。

10. 變電站內應備妥至少 2 部雙向可攜式無線電話機用於消防員的通信，上述可攜式無線電話機應為防爆型或本質安全型，且應備妥至少 2 套符合國際規定之消防員裝備，同時具備空氣呼吸器及可測量氧含量及可燃氣體量之儀器。
11. 每位消防巡邏人員均應配備雙向式無線電話機。

3.3 維護技術要求

維護計畫規劃包含制定「定期檢驗維護計畫」與「不定期檢驗維護計畫」，並應制定年度工作計畫。

1. 定期檢驗維護計畫

- (1) 以固定頻率維護設備或系統，規劃時須訂定檢驗維護時機與詳細工作程序。
- (2) 所有設備與系統應於併網後 1 年內施行首次檢驗。
- (3) 若相關法規或本指引已明定檢驗週期，應依其規定。未明訂檢驗週期時轉子機艙總成內元件檢驗週期應小於 1 年、支撐結構重要檢驗項目週期應小於 1 年，以及支撐結構相關檢驗項目週期應小於 5 年。
- (4) 若本指引或原廠建議標準低於本項所述之檢驗週期，應依其規定。

2. 不定期檢驗維護計畫

於特殊事件後施行檢驗、矯正、修復或評估等作業。

維護手冊制定時應考慮實際使用者，各項程序、細項與步驟等應詳細明瞭，使最終使用者可明確依其實行。

維護人員應依作業內容及場所環境，採取必要之預防設備或措施。

離岸風力發電廠維護應考量海洋氣象條件，並依適當之海洋氣象預報結果進行風險評估、作業規劃與決策，且為確保維護作業安全及品質，離岸風力發電業者執行重大維修工程前，應取得第三方海事保證鑑定或同等級驗證單位之認可。

【解說】

1. 維護計畫可基於風險或曝險等級評估制定。風險等級係依曝險等級和損壞可能性評估之結果進行分類；曝險等級則係同時考慮人員生命 safety 及危害後果高低分類。離岸風力發電業者得自行評估其維護計畫應依風險或曝險等級制定。
2. 當原廠供應商建議之相關維護項目或頻率少於本指引或相關法規要求時，得於相關主管機關認可後，依原廠供應商之建議執行維護作業。
3. 定期維護是以固定頻率檢驗設備或系統有無任何劣化、退化或缺陷，亦包含執行定期清潔、保養、校正、潤滑工作，定期維護計畫得因先前之評估結果而調整內容。
4. 規劃定期維護計畫至少應考量以下事項：
 - (1) 各設備與系統項目檢驗維護頻率。
 - (2) 工作中所需硬體設備，包含檢驗工具、船舶、大型機具等；本項請參照本指引「2.4 載具」及「2.5 機具」之規定。
 - (3) 檢驗維護工作所需之專業人員；本項請參照本指引「2.2 資格」之規定。
 - (4) 檢驗維護工作之天氣限制。

5. 定期維護計畫第(2)點所提之首次檢驗是設備與系統於安裝或設置後之第1次檢驗，該檢驗應於安裝或設置後1年內實行完畢，以確認設備與系統狀況是否符合設計條件，或於發現因運輸與安裝過程中造成的破壞，此紀錄可作為後續觀測、檢驗紀錄之比對基準。
6. 首次檢驗應包含但不限於下列項目：
 - (1) 結構裂紋、變形、凹陷等缺陷。
 - (2) 螺栓鎖固狀況。
 - (3) 腐蝕保護系統狀況。
 - (4) 風力機內設備與系統檢驗。
 - (5) 電力系統檢驗。
7. 離岸風力發電業者應依循經濟部「電業法」第31條、「電業設備檢驗維護辦法」，以及經濟部公告之「發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」，定期檢驗及維護其電業設備，規定如下：
 - (1) 應考量設備重要性、使用年限、事故風險及地理環境等因素，擬定電業設備更新汰換計畫，其內容至少應包含電業設備更新汰換規劃、緊急更換機制及備品數量等。
 - (2) 電業設備更新汰換計畫以及檢驗及維護項目、設備數量、標準及週期應送中央主管機關併同電業竣工查驗核定。
 - (3) 申請變更之電業設備，其檢驗及維護項目、設備數量、標準及週期，應於完工後3個月內送中央主管機關核定。
 - (4) 中央主管機關對於核定之項目、設備數量、標準及週期，得令其補充說明或派員查核，離岸風力發電業者不得規避、妨礙或拒絕。
 - (5) 因不可歸責之事由，致其逾核定週期一個月無法執行定期檢驗及維護項目者，應於知悉該事由後一個月內提出延遲及後續檢驗維護說明，並報請中央主管機關備查。
8. 不定期檢驗維護計畫非事先排定，而是於離岸風力發電廠遭遇可能影響其正常運轉之特殊事件發生後執行，可能為天災事件（颱風、地震）或人為意外事件（碰撞、墜落、爆炸等），該事件若可能影響離岸風力發電廠正常運轉時即須執行。
9. 為確保作業人員安全，應就維護作業內容以及環境可能造成意外風險之事件採取相應措施，包含 CNS 15176-1 第 13.2 節要求攀爬或在地面以上之作業應配有固定救生索與安全帶或其他經認可之保護裝置、人員用之適當防火保護、CNS 15176-3 第 13.2 節要求之救生衣、救生筏、燈、信號槍與照明彈，以及「職業安全衛生設施規則」第 290 條規定要求從事電氣工作之人員應使用安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。
10. 海洋氣象預報團隊應參照「離岸風力發電製造及施工技術指引」第 3.4.3 節與第 4.2 節之相應條文辦理。

3.3.1 轉子機艙總成

3.3.1.1 基本要求

離岸風力發電業者應制定轉子機艙總成檢驗及維護計畫，並採取適當之檢驗維護措施。檢驗及維護計畫應包含下列規定：

1. 設備功能、規格與維護程序。
2. 必要之定期維護、檢驗、清潔、保養及維修等相關資訊。
3. 設備與元件更換標準。
4. 安全注意事項及事故防止措施。
5. 永久存放之所有工具、備品零件及輔助材料等，並說明檢驗週期。
6. 必要試驗項目與週期及紀錄留存要求。
7. 緊急撤離作業流程。

【解說】

檢驗及維護計畫為維持轉子機艙總成性能與完整性的重要依據，CNS 15176-22 第 8.3.14 節顯示維護過程中應有足夠說明，包含維護作業排程（定期作業、檢驗間隔）、所有與安全有關之維護作業、規劃之環境保護措施、人力資源要求與工作技能、維護手冊綱要、品質紀錄及記錄保存過程之說明。

3.3.1.2 控制系統

離岸風力發電業者應事先建立控制系統軟體安裝與更新程序，且依程序執行更新，該程序應考量網路安全、測試與狀態文件等項目。

【解說】

因目前離岸風力發電廠多透過自動控制並配合遠端監控方式運轉，且風力機供應商依風力機狀況，可能不定期更新或升級轉子機艙總成之控制系統軟體。依 DNV-ST-0438 第 2.9.7.3 與 2.9.8 節顯示，與負載相關控制迴路之控制軟體修改需經過驗證。

3.3.1.3 葉片

葉片應依製造商之最新版相關文件執行定期維護作業，文件內容應包含葉片外部表面品質、葉片積層材料技術規格、接著技術規格、附屬構件、防蝕及預拉力螺栓，以及安裝機制。

維護材料與設備儲存應符合製造商要求。

葉片結構之檢驗與維護應符合下列規定：

1. 事先建立維護作業程序應包含下列項目：
 - (1) 預計維護之型式尺寸與範圍、圖說之維修工法及程序。
 - (2) 預計使用之維護材料與設備及其使用說明。
 - (3) 驗收標準。
2. 確認葉片維護後與原葉片設計之差異應包含下列項目：
 - (1) 結構性積層、材料特性、負載強度與分布。
 - (2) 葉片之質心位置、質量與自然頻率符合設計單位或製造商之建議值。
3. 環境溫度未超出設計溫度極限值。
4. 確認葉片表面塗層磨損。
5. 由具備資格之人員依維護作業程序執行。

本項非結構性維護包含表面油漆、符合幾何形狀需求之小範圍表面填補、防雷擊系統零件之置換，其餘維修則屬於結構性維護範疇。

【解說】

1. 原葉片設計證書係指葉片之組件驗證或風力機型試驗證書。
2. 葉片為風力機轉換風能為機械能之重要元件，為確保維修或更新後之葉片運作時不會影響風力機整體安全性，且符合原設計之要求，依 DNV-ST-0376 第 4.14.2 說明葉片之質量與原設計之差異應小於 3%、重心與原設計之差異應小於 3%、翼面方向第一自然頻率之差異應小於 5%、而邊緣方向第一自然頻率之差異亦應小於 5%。前述之質量、重心、自然頻率乃至慣性矩等參數量測，實務上係將葉片根部固定於量測設備上進行，以葉片根部之法蘭為基準面，但仍應以原設計定義之差異定義進行評估確認。

3.3.1.4 旋角系統

旋角系統構成元件應參照本指引「3.2.1.2 旋角系統」規定，維護時應依維護手冊執行。各元件之維護應符合下列規定：

1. 基本要求
 - (1) 維護週期應小於 1 年。
 - (2) 旋角控制裝置檢驗週期應小於 1 年，並確認系統之損傷、漏油及振動等異常情況。
 - (3) 檢驗腐蝕防護措施。
 - (4) 冷卻與過濾系統應於允許運轉溫度範圍內維持運轉。
2. 軸承
 - (1) 潤滑油應符合製造商規定之規格。
 - (2) 確認密封功能正常。
 - (3) 確認於運轉溫度安全範圍內維持潤滑狀態。
3. 齒輪或齒輪箱
 - (1) 潤滑油性質、特性、分析與更換週期。
 - (2) 確保齒輪箱維持於正常之操作溫度範圍，且冷卻及過濾系統應可維持潤滑功能。
4. 固鎖裝置：維護期間應確保人員於機艙作業時，轉子保持鎖定狀態。
5. 液壓系統：應確認泵、管件、閥、致動器、蓄壓器及相關元件之損壞、滲漏、腐蝕及功能失效等情形。
6. 電動機：應於運轉前確認電動機無積水及接地端子適當連接。

【解說】

1. 依「發電業設備檢驗維護辦法發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」第十八、風力機組及附屬設備規定，轉子固鎖設備、轉子固鎖設備液壓油油位、旋角控制器、齒輪、齒輪箱（濾油氣、油位、油盤、控器濾清器、風扇馬達與風箱、高速齒輪與行星齒輪表面，及彈性支撐）控制系統機構與齒輪油、控制系統管路、控制系統潤滑油貯存器等之定期檢驗維護週期應小於 1 年。
2. 依風力機廠牌、型號及設計不同，可能未包含本條文中所提之元件，如齒輪箱、液壓系統，此時本條文相應之要求不適用。
3. 風力機停止運轉時，電力設備可能因為溫度下降產生冷凝水，造成電器設備腐蝕或短路，依 DNV-ST-0076 第 3.2.4.2 節應避免冷凝水積累之說明，要求風力機停機維修時，應於再度啟動前確認電動機無積水。

3.3.1.5 傳動系統

傳動系統構成元件應依本指引「3.2.1.3 傳動系統」規定，維護時應依維護手冊執行。各元件之維護應符合下列規定：

1. 基本要求
 - (1) 維護週期應小於1年，並確認系統之損傷、漏油及異常振動等情況。
 - (2) 應檢驗腐蝕防護措施。
 - (3) 執行維護程序時，冷卻與過濾系統應於允許溫度範圍內維持運轉。
2. 軸承、齒輪或齒輪箱：相應設備之要求應參照本指引「3.2.1.2 旋角系統」規定。
3. 傳動軸、聯軸器：維護人員應依維護手冊規定維護並詳實記錄。
4. 機械式煞車
 - (1) 應於維護手冊中說明煞車器之功能。
 - (2) 定期檢驗煞車系統中受磨損之元件，且應自動監測剩餘使用壽命。
 - (3) 煞車裝置之反應時間應維持於製造商規定之範圍。

【解說】

依「發電業設備檢驗維護辦法發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」第十八、風力機組及附屬設備規定，轉子煞車、傳動軸承、傳動軸承潤滑、傳動周邊支撐架螺栓/螺絲等之定期檢驗維護週期應小於1年。

3.3.1.6 轉向系統

轉向系統構成元件應參照本指引「3.2.1.4 轉向系統」規定，維護時應依維護手冊執行。各元件之維護應符合下列規定要求：

1. 基本要求
 - (1) 維護週期應小於1年，並確認系統之損傷、漏油及異常振動等情況。
 - (2) 應檢驗腐蝕防護措施。
 - (3) 維護時，固鎖裝置應鎖住轉向系統，避免人員發生意外。
 - (4) 執行維護程序時，冷卻與過濾系統應於允許運轉溫度範圍內維持運轉。
 - (5) 機艙軸向與風向之角度差異不得超出設計範圍。
2. 軸承、齒輪或齒輪箱、固鎖裝置
 - (1) 應參照本指引「3.3.1.2 旋角系統」規定。
 - (2) 齒輪應定期執行目視檢驗，以確認輪緣正常潤滑油膜狀況、無裂縫、破裂、腐蝕及變形等不良情況。

【解說】

依「發電業設備檢驗維護辦法發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」第十八、風力機組及附屬設備規定，轉向控制齒輪、轉向控制減速馬達（含磁制動器）、轉向控制動作、轉向控制煞車設備、機艙轉向軸承螺栓/螺絲等之定期檢驗維護週期應小於 1 年。

3.3.1.7 發電機

發電機應維持清潔，檢驗週期應小於 1 年，維護時應檢驗以下項目以確認機器狀態：

1. 外觀檢驗
 - (1) 無異物或污損。
 - (2) 無變色、燒傷痕跡或塗層損壞。
 - (3) 銅片無損壞。
 - (4) 氣隙無刮痕。
 - (5) 定子鉸縫與扇形片無損壞。
 - (6) 潤滑油無洩漏。
2. 確認發電機無積水。
3. 接地故障監測系統之線路及功能均正常。
4. 發電機電纜及接線
 - (1) 電纜或接線無變色或腐蝕。
 - (2) 所有接線均牢固。
 - (3) 中性點無變色與接觸磨損，牢固無鬆動。
 - (4) 接線絕緣電阻處於正常範圍。

【解說】

1. 發電機檢驗週期係參考日本「洋上風力發電設備の維持管理に関する統一的解説」表 2.3.3.1 之規定。
2. 風力機停止運轉時，電力設備可能因溫度下降產生冷凝水，造成電器設備腐蝕或短路，依 DNV-ST-0076 第 3.2.4.2 節應避免冷凝水積累之說明，要求風力機停機維修時，應於再度啟動前確認發電機無積水，或確保維持發電機內部環境乾燥之措施（如曳流孔、加熱器與濕度偵測器）功能正常。
3. 接地錯誤依 IEC Electropedia / 826-14-13 定義，係為在帶電導體和地球之間發生意外的導電路徑。
4. 中性點依 IEC Electropedia / 826-14-05 定義，係為 Y 型連接多相系統之共接點或單相系統之接地中點。
5. 絕緣電阻依 IEC Electropedia / 151-15-43 定義，係為在指定條件下由絕緣材料隔開之兩個導電元件之間的電阻。

3.3.1.8 變壓器

變壓器維護時應執行外觀檢驗，檢驗週期應小於 1 年，維護時應檢驗下列項目：

1. 外觀檢驗
 - (1) 無附著灰塵。
 - (2) 無異物。
 - (3) 變壓器無機械損傷。
 - (4) 散熱片無變形。
 - (5) 無漏油。
 - (6) 集油盤無殘油。
 - (7) 銲縫無損壞。
 - (8) 銅匯流排無變色。
 - (9) 螺栓接合無機械損傷。
 - (10) 連接套管無損傷亦無變色及腐蝕。
2. 冷卻系統：應確認冷卻泵或冷卻風扇可正常運轉、無異音。
3. 進行線圈絕緣電阻試驗，並確認線圈絕緣值在規定範圍內。
4. 油浸式變壓器於運轉前應確認本體下方集油盤或集油槽、過壓保護裝置（洩壓閥）功能正常。

【解說】

1. 本項所述之運轉前係指設備維修後，加壓送電前。
2. 依「發電業設備檢驗維護辦法發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」第十八、風力機組及附屬設備規定，變壓器之外觀、套管、冷卻設備、溫度指示劑及線圈絕緣電阻試驗等之定期檢驗維護週期應小於 1 年。
3. 匯流排依 IEC Electropedia / 605-02-01 定義，係指可單獨連接多個電路之低阻抗導體。

3.3.1.9 變流器或逆變器

變流器或逆變器之維護應符合下列規定：

1. 維護手冊內容應包含下列項目：
 - (1) 維護程序與時間表。
 - (2) 維護期間之安全預防措施及可能發生觸電之位置。
 - (3) 調整程序。
 - (4) 元件維護與更換程序。
2. 一般檢驗：應包含元件、裝配、冷卻系統與箱體檢驗。
3. 確保內部無積水。
4. 冷卻液無洩漏。
5. 電氣箱體：應執行外觀檢驗，確認機器無異常狀態，應檢驗下列項目：
 - (1) 外表無損壞。
 - (2) 無異物。
 - (3) 元件均正確安裝。
 - (4) 電纜與連接點：
 - A. 無變色或腐蝕。
 - B. 所有電源連接均無變色或觸點侵蝕。
 - C. 所有連接處均已固定。

【解說】

1. 依「發電業設備檢驗維護辦法發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」第十八、風力機組及附屬設備規定，變流器之外觀與冷卻設備等之定期檢驗維護週期應小於1年。
2. 風力機停止運轉時，電力設備可能因為溫度下降產生冷凝水，造成電器設備腐蝕或短路，依 DNV-ST-0076 第 3.2.4.2 節應避免冷凝水積累之說明，要求風力機停機維修時，應於再度啟動前確認變流器或逆變器內部無積水，另依 IEC 62477-1 第 4.7.2.3.4 節說明，洩流孔可為避免變流器或逆變器內部積水之適當措施之一。
3. 電氣設備運作時因為電能轉換而生成廢熱，為維持設備之功能與安全設有冷卻系統以維持工作溫度，依 IEC 62477-1 第 4.7.2.3.5 節規定，應採取適當措施以避免在設備預期使用壽命期間，由於正常操作造成軟管或其他冷卻系統部件的鬆動或分離進而導致冷卻液洩漏到帶電部件。
4. 觸點侵蝕係指高壓斷路器電流中斷期間，斷路觸點由於電弧區之高溫而被侵蝕。

3.3.1.10 備用電源

備用電源之維護應檢驗下列項目：

1. 設備外殼無銹蝕。
2. 接線端子無污損及無銹蝕。
3. 風扇系統可正常運行，運轉時無異音。
4. 執行功能試驗，確認其正常運作。

【解說】

1. 備用電源檢驗週期係參考日本「洋上風力發電設備の維持管理に関する統一的解説」之表 2.3.3.1 規定，建議不超過 1 年。
2. 為避免備用電源因腐蝕而發生故障，依 DNV-ST-0076 第 7.2.3.5 節應檢查備用電源外殼未因環境因素而腐蝕之狀況，如帶有鹽份的潮濕海風。

3.3.1.11 配電盤

配電盤維護時應執行外觀檢驗，確認機器狀態檢驗下列項目：

1. 外觀完整無損壞。
2. 無變色。
3. 標示正確且清楚。
4. 無異物。
5. 無濕氣及無銹蝕。
6. 電纜正確安裝且無損壞。
7. 接地設施正確連接且接地電阻正常。

執行現場操作、檢驗或維護時，應特別注意釋壓區域之工作，並確保配電盤所有主要進出饋線與控制電路均已斷電與接地，相關設備於所有現場工作完成前亦應保持斷電。

任何現場開關操作或進入前，應將配電盤遙控單元開關切換為現場操作，且操作僅可由具有開關授權之電氣技術人員執行。

【解說】

1. 維護人員參照本指引「3.3 維護技術要求」，應採取必要之預防設備或措施以避免觸電意外及保護自身安全，依職業安全衛生設施規則 290 條之規定，應配戴電工安全帽、絕緣防護具及其他必要之防護器具。
2. 依 IEC 62271-1 第 12.1 節敘述，高壓配電盤潛在風險包含高壓配電盤的釋壓裝置可能因特殊情況而打開，例如由內部電弧引起。在極端情況下，電弧會燒穿外殼。上述兩種情況都會導致高溫氣體突然釋放，故須留意需要於釋壓區域作業之現場情況。

3.3.1.12 電纜

電纜應檢驗牢靠性，確認無機械性損傷，且應確認電纜接頭、接地及相關附件之狀況正常，檢驗週期應小於 1 年且應執行電纜絕緣電阻試驗，確認電纜絕緣值在規定範圍內，試驗週期應小於 1 年。

【解說】

1. 依「發電業設備檢驗維護辦法發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」第十八、風力機組及附屬設備規定，電力電纜接線、電力電纜絕緣電阻試驗、接地線及連結處、接地電處試驗等之定期檢驗維護週期應小於 1 年。
2. 絕緣電阻依 IEC Electropedia / 151-15-43 定義，係為在指定條件下由絕緣材料隔開之兩個導電元件之間的電阻。

3.3.1.13 雷擊防護

1. 定期檢驗維護
 - (1) 定期檢驗避雷相關設備，確保所有雷擊防護系統之組件維持正常運作狀態，並發揮其設計功效。
 - (2) 檢驗維護相關文件內容應涵蓋雷擊防護系統及接地系統之檢驗維護。
2. 不定期檢驗維護：轉子機艙總成部分組件如葉片、主構件及控制系統等於雷擊事故後，應啟動不定期檢驗維護作業。

【解說】

雷擊防護系統之目視檢驗週期應小於 1 年，全面性之檢驗週期則應小於 2 年。

3.3.2 支撐結構

3.3.2.1 基本要求

離岸風力發電業者應依支撐結構類型制定維護計畫，以儘早發現支撐結構功能異常、安全疑慮等劣化損傷情況。

定期檢驗維護計畫或不定期檢驗維護計畫執行後，若對於結構狀態仍有疑慮，應規劃進一步詳細檢驗。

支撐結構檢驗維護計畫應包含下列項目：

1. 構件及其銲道無裂紋、凹痕、變形等損傷。
2. 螺栓外觀及受力情形。
3. 腐蝕防護系統作用情形。
4. 海洋附生物生長情形。
5. 灌漿處無位移或裂紋等情形。
6. J型管及其支撐物之外觀。
7. 海底地形變化。
8. 工作平台、爬梯、船靠系統及其支撐物之外觀。

計畫中應說明各檢驗維護作業之記錄項目，並參考國內外規範制定劣化程度判定標準與接受標準，不同劣化等級間的界定應客觀且明確。

支撐結構檢驗維護計畫之規劃應注意下列事項：

1. 構件材料特性、失效影響及位置可達性。
2. 考慮檢測方法之檢出率、設備需求及精準度，並應參照本指引「2.2 資格」及「2.5 機具」規定。
3. 得以遠距離設備輔以作業，如遙控載具、無人機等設備，並應參照本指引「2.2 資格」及「2.5 機具」規定。
4. 天氣條件限制。

【解說】

1. 離岸風力發電業者應於支撐結構安裝前制定支撐結構檢驗維護計畫，且於制定計畫時應考量場址條件以及設計策略；反之於設計階段亦應考量未來檢驗維護施行之可行性。
2. 支撐結構構件須依材料特性相異調整維護策略：
 - (1) 鋼結構應依「3.3.2.3 疲勞裂紋檢驗」定期檢驗疲勞裂紋，亦需檢查構件有無凹痕變形，以及防蝕系統是否有持續發揮作用。
 - (2) 混凝土結構應定期檢驗裂紋、磨損、剝落及任何鋼材腐蝕的跡象；若經評估需要修補，作業前應清理構件表面，於後續檢驗維護計畫追蹤修補處之狀況。
 - (3) 灌漿結構應定期測量有無位移，並需檢驗密封處之接合頂部和底部有無裂紋和灌漿材料流失，特別要注意以灌漿材料傳遞彎矩的接合處。
 - (4) 應制定錨定螺栓檢驗計畫，包含檢查螺栓鬆緊狀況，若需要螺栓緊固時，緊固的方法應該符合規範和原廠要求。
3. 在定期與不定期檢驗維護中發現劣化損傷情況時需依危害及損壞程度規劃處理方式。

4. 現場檢驗維護作業執行前，應先確認需蒐集之檢驗項目及參數，選用合適的檢驗方式。判定標準亦須事先制定，以利現場作業人員公正客觀評估並記錄，該劣化程度判定標準應參考國內外規範而制定，若能以圖表輔助現場檢驗人員進行判定更佳。劣化程度制定時應該考量缺陷數量、大小、範圍、深淺、形態等，並需評估影響程度與急迫性。
5. 每一檢驗項目應由專業人員決定合適之檢驗維護方法，且須同時考量檢驗維護目的、檢測方法之檢出率、設備需求及精準度、結果可靠性及成本、位於水上或水下等；檢驗方法之應用可參考 ISO 19902 表 A.23.4-2、表 A.23.4-3，且應說明專業人員資格、設備、工作環境要求等。各檢測方法應注意事項如下：
 - (1) 一般目視檢測：檢測過程中須與結構圖說比對，並注意局部海洋附生物缺失和塗層刮痕，故可能是由於碰撞事件造成。
 - (2) 近距離目視檢測：為達檢測目的，檢測範圍原則上應清除海洋附生物。
 - (3) 其他非破壞檢測：除目視檢測外，常見之非破壞檢測如渦電流檢測、超音波檢測、液滲檢測、射線檢測、磁粒檢測，檢測應由合格及有經驗的人員進行，其操作方法會根據不同劣化損傷型式和檢測設備而不同，如高風險構件之鐸道表面裂紋檢測(如鐸趾)建議採用磁粒檢測、渦電流檢測，而對於構件表面下潛在缺陷檢測，則應考慮其他非破壞檢測方式。
 - (4) 滲水構件偵測：用於判定構件是否有裂紋造成進水，而不適用於原先設計已進水之構件，該方法有效性與水深、裂紋尺寸及裂紋孔隙率相關，當發現構件進水後，須找出進水起因，並規劃其他檢測進一步檢測損傷狀況。

3.3.2.2 修復與加強措施

檢驗維護構件發現劣化損傷高於可接受標準時，應評估劣化損傷影響，並應包含下列項目：

1. 構件劣化損傷型態、原因與程度。
2. 採取修復或加強措施之必要性。
3. 採取立即性措施避免劣化損傷迅速惡化之必要性。
4. 對支撐結構或整體結構造成之影響。

無法得知損傷原因應監測劣化損傷變化情形者，必要時應裝設連續監測儀器。

經評估須採取強化或修復措施者，採取措施前應評估下列項目：

1. 人員安全與資格，參照本指引「2.2 資格」及「2.7 環境保護暨職業安全衛生」規定。
2. 製造及安裝可行性。
3. 所需載具及設備，參照本指引「2.4 載具」及「2.5 機具」規定。
4. 支撐結構設計與佈置。
5. 構件與材料間相容性。
6. 天氣條件。

採取強化或修復措施應注意下列事項：

1. 損壞構件移除前，評估移除該構件後之支撐結構安全性與穩定性。
2. 採用降低負載措施前，評估前後負載差異與對整體結構之影響。
3. 以局部灌漿強化管狀構件者，須確保強化處可完全灌漿。接點處灌漿須評估彎矩分布，亦須評估構件因延展性降低，對反覆作用力之承載能力變化。
4. 使用螺栓或結構鉗者，應確保設計細節、施加預力及製造品質均符合規定。
5. 銲接程序與圖說經第三方核可，符合資格之銲接人員應遵循該程序，並應以非破壞檢測確認作業結果，執行銲接及非破壞檢測作業皆應由品質管理人員加以監督。
6. 採取整體結構強化前，應評估加強後之各構件受力狀況，以降低破損或強度較弱的構件所承受之負載。

【解說】

1. 維修作業包含防止結構繼續劣化以滿足使用功能及耐久性之對策，進一步延長使用年限。維修作業原則如下：
 - (1) 維修規劃設計應先充分調查，如事故後檢驗，根據調查結果評估，根據評估結果考量工法特性，選擇合適之維修方法，且維修計畫不應影響支撐結構原有之功能性，也需考量日後檢驗與維修作業。
 - (2) 劣化損傷構件應依其原有功能制定目標，採用恢復或改善結構系統功能、增加結構強度或韌性、置換損傷構件或延長結構耐久性等方式，並應考量應力重新分配之影響。
 - (3) 維修時應注意施工安全，並輔以必要之臨時安全措施，避免施工過程造成結構損害。
 - (4) 維修須考慮使用材料與既有材料間之相容性，並應注意所採用材料須符合國家標準或相關國際標準。

- (5) 維修規劃設計存在很多不確定性，故維修計畫應盡量簡單、彈性並兼顧保守性。
- (6) 決定工法前，應先瞭解其作業特性，包含交通、環境、技術等限制。
2. 極端負載事件或意外事故，如颱風、地震、船舶撞擊、物體墜落與爆炸等，應於事故後依事故報告盡快規劃事故後檢驗計畫。可先規劃水上之一般目視檢測，當發現可能造成水下破壞，則須進行水下一般目視檢測，除檢查結構體有無毀損，亦須注意淘刷防護、腐蝕防護系統之狀況，應注意間接破壞之跡象，如局部海洋附生物缺少。於一般目視檢測發現破壞時，則須規劃進一步詳細之檢查與評估。
 3. 損傷評估之目標係決定損傷是否對結構完整性有重大影響，評估結果決定是否需要採取相應之降低風險措施，分為構件評估和整體結構系統性評估。輕微腐蝕或構件凹陷在結構上不會有顯著的影響，即使當部分構件或接點出現破損情況，原先保守設計方式使整體結構仍可在設計壽命中安全運轉，故除構件評估外還需要評估整體結構。
 4. 依 APIRP 2-SIM 所列常見之評估方法中依技術複雜程度低到高分別為簡易法、設計等級法、極限強度法、其他替代法，一般而言不會侷限評估的方法之使用，業者應該選用正確且合適方法以佐證結構具有足夠之強度。
 5. 經評估發現結構強度未達設計值者，應規劃相應降低風險之方法，如降低構件失效後果或避免結構持續劣化等措施；降低構件失效後果方式包含人員撤離、新增極端環境之應變措施等；避免結構持續劣化時，則需採取修復或強化作業。幾種避免結構持續劣化措施如下：
 - (1) 移除已破損之部件。
 - (2) 降低負載。
 - (3) 局部強化或修復。
 - (4) 整體強化或修復。
 6. 降低負載措施係指透過結構變更降低承受之負載，例如降低受力面積等方法。

3.3.2.3 疲勞裂紋檢驗

鋼結構應著重於腐蝕和疲勞所造成之失效。為避免鋼結構腐蝕造成的失效，應參照本指引「3.3.2.5 腐蝕防護系統」規定。

疲勞裂紋檢驗維護應注意下列事項：

1. 目視檢測時確保能見度，近觀目視檢測者，於必要時應清除構件之海洋附生物。
2. 重要構件應使用非破壞檢測確認無疲勞裂紋與裂紋尺寸，如渦電流檢測等方法。
3. 若發現裂紋時，應確實量測及記錄裂紋位置及尺寸，並輔以清晰相片記錄。
4. 構件表面曾去除油漆而修補處，應避免腐蝕與疲勞惡化。
5. 水下內部未進水構件且失效影響較低處，可採用滲水構件偵測法。檢測後發現裂紋者，應採取非破壞檢測。
6. 檢測構件厚度時，須清除表面海洋附生物。

各構件應依下列項目規劃疲勞裂紋檢驗維護：

1. 設計疲勞因子、殘餘壽命、應力集中處位置。
2. 構件失效嚴重性。
3. 裂紋成長速率。
4. 可檢出率。
5. 經後處理程序之銲道位置。

檢驗疲勞裂紋時應著重下列位置：

1. 構件表面不規則處、轉彎處或因構件形狀而產生之應力集中處。
2. 電銲起弧與停弧處，或銲道表面不規則處。
3. 對接銲之銲趾處。
4. 對接銲使用永久背襯板之連接處。
5. T型或十字型接頭之銲趾與銲根處。
6. 銲道與受力平行時應注意銲道端點。

檢驗裂紋後應評估與分析構件殘餘壽命，並應符合下列事項：

1. 增加相同類型構件之檢驗頻率。
2. 採取風險基準之檢驗維護計畫者，應立即規劃與裂紋相同類型構件之檢驗。

【解說】

1. 依「離岸風力發電場址調查及設計技術指引」指出鋼結構設計應考量永久階段之反覆載重，不得引致疲勞損壞。而疲勞裂紋檢驗維護時應以設計之疲勞壽命進行規劃，於設計階段考量該構件之重要性可能給予較長疲勞壽命，此狀況下除非有重大缺失或災害下才須用到非破壞檢測。前述重大缺失可能係因設計錯誤、製造缺陷、安裝疏失造成，重大缺失可透過例行之目視檢測與洩漏檢測確認。
2. 疲勞壽命受所採用安全係數影響，而設計階段所選用設計疲勞因子亦與運維時期之疲勞裂紋檢驗週期相關，若採用較保守係數進行疲勞設計，可延長檢驗週期或免於進行定期

疲勞裂紋檢驗維護。以下公式為參照 DNV-ST-0126 採用之設計疲勞因子與檢驗週期之關係式，只要選用的係數大於 3 時，於設計年限內便不須執行例行之疲勞裂紋檢驗，而業界大多亦會選用較高之設計疲勞因子以減少後續的運維作業。例如設計年限為 25 年，DFF 為 3，經計算後檢驗週期變為 25 年，等同於不用進行定期之疲勞裂紋檢驗。

$$\text{檢驗週期} = \text{設計年限} \times \text{DFF} \div 3.0$$

3. 疲勞裂紋之檢驗，若採用一般目視檢測檢查結構狀況，在裂紋尺寸變大無法發現疲勞裂紋，故重要構件應該採用滲水構件偵測、渦電流檢測、磁粒檢測等方法，檢驗前應清除檢驗範圍表面之海洋附生物，才可獲得有效之檢驗結果。
4. 當執行磁粒檢測等方法時必須清除表面塗層，但是執行完須復原塗層，並建議增加修補處檢驗維護頻率。
5. 依 NORSOK-N005 及 ISO19902，於近距離目視檢測時，清除海洋附生物才可達疲勞裂紋檢驗目的，故當需詳細測量構件厚度或是檢查局部受損等情形下則須清除之。
6. 若使用染料滲透檢查鋁構件表面缺陷，應使用低粘度之滲透劑。
7. 本項所述疲勞裂紋之檢驗維護注意事項以及檢驗應著重之位置係參考 ISO19902、NORSOK-N-006 及 DNV-RP-C203 撰寫，結構中所有構件可能因反覆作用力造成疲勞損傷，特別是構件連接點或是因為幾何形狀造成應力集中處，故規劃維護檢驗作業時，應額外著重於疲勞裂紋較易產生之位置。
8. 若因資源限制無法定期對所有支撐結構執行全面性檢查，而係採取風險基準規劃挑選一定比例之抽檢等策略時，於檢驗發現疲勞裂紋時，應立即規劃與裂紋相同類型構件之檢驗。
9. 於檢查過程中若發現裂縫，但經評估為不需要立即修復者，此些裂縫仍應被記錄，並於後續檢驗維護作業時追蹤。

3.3.2.4 接合

本指引所指之接合係指連結不同構件之方式，包含灌漿接合與螺栓接合。

接合應依設計要求建置維護手冊，內容應說明接合技術規格及檢驗維護之週期、項目、方法及紀錄等要求。

1. 灌漿接合

- (1) 應留存灌漿材料技術規格、灌漿作業及灌漿試體試驗結果等紀錄，作為規劃灌漿接合檢驗維護計畫之參考。
- (2) 應定期檢驗灌漿接合處無裂縫、腐蝕、剝落等可能影響灌漿接合強度之劣化現象。
- (3) 灌漿接合處發生移動現象者，應量測並分析其對整體結構之影響，必要時應裝設儀器監測。

2. 螺栓接合，包含螺栓、螺帽及墊片。檢驗維護至少應符合下列要求：

- (1) 維護手冊應說明螺栓張力之量測方法、緊固程序及工具。
- (2) 以螺栓固定之結構表面應保持清潔。
- (3) 確認以螺栓接合法蘭間隙符合原設計限制規定。

(4) 螺栓接合元件及其固定構件無銹蝕現象。

【解說】

1. 依「離岸風力發電場址調查級設計指引」與 DNV-ST-0126 中所提及之接合包含銲接結合、灌漿接合及螺栓接合。
2. 銲接接合可能因負載產生疲勞裂紋，應依設計採用之安全因子安排檢驗週期，依 DNV-ST-0126 第 9.3.2.2 節建議，當設計疲勞因子(DFF)為 3 時，得無須進行疲勞裂紋檢驗、當設計疲勞因子為 2 時，檢驗週期得為設計疲勞壽命之半、當設計疲勞因子為 1 時，檢驗週期得為設計疲勞壽命的三分之一。有關疲勞裂紋檢驗與維護詳細說明，請參考本指引「3.3.2.3 疲勞裂紋檢驗」相關要求與說明。
3. 參考「離岸風力發電製造及施工技術指引」第 3.10.3 節與 DNV-ST-0126 第 6.7.3 節說明，灌漿作業、灌漿試體試驗之紀錄包含灌漿混合料之合格證書、坍塌度、抗壓試驗結果、水粉比、過程中發生之事故（包含惡劣氣候）及採取之措施等。
4. 灌漿接合強度影響離岸風力機結構完整性，故依 DNV-ST-0126 第 9.4 說明要求定期檢查混凝土表面是否有裂縫、磨損、剝落及鋼筋與嵌入物的腐蝕情況，另依 DNV-ST-0126 第 9.5 說明，建議定期監測灌漿接合處之移動狀況，並於發現灌漿接合處移動狀況時，應量測與定期監督，以評估對整體結構之影響。
5. 離岸風力機結構許多元件或構件係透過螺栓接合，參照經濟部「發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」第十八、風力機組及附屬設備規定，應每年定期檢驗維護螺栓接合。
6. 參考日本「洋上風力發電設備の維持管理に関する統一的解説」、DNV-OS-C401 第 10.3.1.6 節及 DNV-ST-0126 第 4.9.4 節說明，螺栓接合應進行外觀檢查，確認螺栓接合無腐蝕或變形，以法蘭盤連接之構件者，應確認法蘭盤間之間隙符合設計限制。
7. 螺栓接合依 DNV-ST-0126 第 4.9.3.1 節與第 9.3 節之說明，應就預拉力螺栓進行檢測，並依手冊說明之張力量測方法、緊固程序與檢查與維護所需之工具等。

3.3.2.5 腐蝕防護系統

離岸風力發電業者應定期檢驗與維護支撐結構之腐蝕防護系統，包含塗裝系統或陰極保護系統等項目，位於飛濺區及以上位置之塗裝系統至少每 3 年進行 1 次詳細檢驗，位於飛濺區以下之腐蝕防護系統或組件至少每 5 年進行 1 次詳細檢驗。

各腐蝕防護系統之詳細檢驗說明如下。

1. 以犧牲陽極作為陰極保護系統者，檢驗應包含：
 - (1) 支撐結構之保護電位。
 - (2) 陽極之數量、安裝位置及狀態，以及殘餘壽命。
 - (3) 固定式參考電極之數量、安裝位置及狀態（若有）。
2. 以外加電流作為陰極保護系統者，檢驗應包含：
 - (1) 支撐結構之保護電位。
 - (2) 整流器與陽極之數量、安裝位置及狀態。

(3) 固定式參考電極之數量、安裝位置及狀態。

(4) 系統組件、線路連接或儀表之狀態。

3. 塗裝系統檢驗範圍應涵蓋至最低天文潮以下 1 公尺位置，並應評估下列項目：

(1) 起泡。

(2) 銹蝕。

(3) 龜裂。

(4) 剝落。

(5) 粉化。

(6) 絲狀腐蝕。

(7) 海洋附生物影響塗裝系統狀況。

採用陰極保護系統者，應選定一定比例之代表性支撐結構於完工後 30 日至 1 年內執行首次檢驗，且每年應量測支撐結構之保護電位，量測結果應符合設計要求。當次與前次保護電位量測結果均符合設計要求者，離岸風力發電業者得於主管機關核可後調整保護電位量測頻率，惟量測頻率不得低於每 5 年 1 次。

以外加電流做為陰極保護系統時，應定期檢驗系統之效能及設備，檢驗時得以系統或監測儀器蒐集與記錄之數據進行；另亦應於所有支撐結構設置監測系統，確保腐蝕防護系統正常運作。

以犧牲陽極做為陰極保護系統時，離岸風力發電業者得視需求，於代表性支撐結構設置監測系統。

腐蝕防護系統檢驗應注意下列事項：

1. 離岸風力發電業者應監測腐蝕防護系統運作之環境條件及防護系統效能，當環境條件影響腐蝕防護系統效能時，應增加定期檢驗頻率或執行不定期檢驗。
2. 定期檢驗顯示防蝕效能降低時，應執行必要之調整、維修、更換或新增腐蝕防護系統。
3. 特殊事件發生後，得視情況執行不定期檢驗。
4. 應評估陰極保護系統產生之氣體、化學反應及雜散電流，對於人員、支撐結構、塗層塗裝系統或其他設備可能造成之影響。
5. 以犧牲陽極作為陰極保護系統者，當犧牲陽極殘餘壽命低於 2 年時，應提高定期檢驗頻率為每年至少 1 次。
6. 執行陰極保護系統檢查過程，支撐結構與設計圖說相異，因而影響腐蝕防護系統效能時，應增加定期檢驗頻率或執行不定期檢驗。

執行陰極保護系統檢驗或維護應留存下列紀錄：

1. 支撐結構現況，如發生損壞、銹蝕或任何與設計文件相異處。
2. 陰極保護系統構件之尺寸、位置、數量及安裝狀態。
3. 更換或新增之陰極保護系統構件（若有）之製造商及安裝時間。
4. 外加電流整流器之保養及維護。
5. 外加電流停機時間。

6. 檢驗或維護過程於支撐結構之調整，如新增或移除任何構件。
7. 執行檢驗或維護人員及使用設備。
塗裝系統修補時應制定現場執行計畫，且應考量下列項目並詳實紀錄：
 1. 待修補區域位置及狀態。
 2. 既存塗裝系統之表面處理。
 3. 修補塗料與既存塗裝系統之相容性。
 4. 修補之各塗層乾、濕膜厚。
 5. 修補及驗收流程。
6. 執行檢驗或維護人員及使用設備。

【解說】

1. 針對支撐結構於飛濺區以下之定期檢驗，係指由潛水員或水下遙控載具進入水中以目視或採取其他必要方式檢驗腐蝕防護系統。
2. 塗裝系統受施作工法、塗裝厚度、材質及環境條件等因素影響，故得在充分評估或有相應佐證的情況下調整檢驗頻率。
3. 船靠系統或其他易損壞處之塗裝系統，得視情況提高檢驗頻率，建議為每年至少一次。
4. 以犧牲陽極做為陰極保護系統者，陰極保護效果評估除檢測支撐結構體的保護電位外，量測陽極之電流輸出或利用參考電極組量測支撐結構體附近海水的電位梯度亦可決定保護電流的分布與陽極壽命。
5. 陰極保護系統應檢驗之固定式參考電極（若有）係指長時間固定於支撐結構，於陰極保護系統運作時持續監測保護電位之參考電極。
6. 本項所述代表性支撐結構應考量離岸風力發電廠中個別支撐結構特性，包含環境條件、支撐結構型式及尺寸、安裝時程等因素訂定，其比例不應少於每 20 座支撐結構選擇 1 座。
7. 於首次檢驗量測保護電位時，採用單樁式支撐結構應針對基樁外部水深間隔每 1 至 2 公尺記錄直至海床，支撐結構內部設有陰極保護系統者，應比照基樁外部辦理；採用套管式支撐結構應針對塔架的每座套筒腳，以及代表性斜撐量測電位。
8. 本項所述完工係指陰極保護系統置入海中，對於支撐結構發揮腐蝕防護效能起算。
9. 採用陰極保護系統者，在穩定狀態下以海水氯化銀(Ag/AgCl/seawater)參考電極量測之保護電位應介於-0.8 V 至-1.10V 之間。其中，以犧牲陽極做為陰極保護系統者，在穩定狀態下，以海水氯化銀(Ag/AgCl/seawater)參考電極量測之保護電位宜介於-0.9 V 至-1.05V 之間。
10. 使用攜帶式參考電極者，每次量測保護電位皆應記錄所使用之參考電極類型與校正紀錄，以及所採用量測方法，如量測時係由潛水員量測或由水面垂放參考電極量測等。已設置固定式參考電極者，應定期以校正後之攜帶式參考電極進行現場校正。
11. 保護電位量測之位置應由符合資格之陰極保護系統檢測規劃與數據分析人員評估，其中人員資格之認定應參照本指引「2.2 資格」規定。
12. 經主管機關核可後調整保護電位量測頻率者，離岸風力發電業者得視需求於支撐結構裝設監測系統，以確保陰極保護系統正常運作。

13. 採用外加電流做為陰極保護系統者，應定期檢驗系統之效能及設備，以確保系統正常運作，其檢驗頻率及項目說明如下：
 - (1) 系統性能以每 2 個月執行 1 次檢驗為原則，並且得以系統或監測儀器蒐集與記錄之數據評估；評估項目如輸出電流、耗電功率及保護電位等。
 - (2) 系統設備以每年執行 1 次檢驗為原則，並且得以系統或監測儀器蒐集與記錄之數據評估；評估項目如整流器之效率、整體系統之電阻等。
14. 監測系統係指永久安裝於支撐結構，用以監測陰極保護系統效能，包含犧牲陽極陰極保護系統陽極的電位與電流輸出監測系統、外加電流陰極保護系統整流器的電壓與電流輸出監測系統、電纜完整性管理系統，以及視需求設置支撐結構體之腐蝕速率監測系統等。
15. 監測系統應具備於陸上控制中心即時監測及警報之功能。
16. 所有監測系統皆應受適當管理及記錄，包含各設備之數量、安裝位置，以及尺寸、功能等各項技術細節。
17. 陰極保護系統產生之氣體係指局限空間（如單樁式支撐結構內部）累積之氫氣、氯氣或硫化氫等氣體；化學反應係指局限空間（如單樁式支撐結構內部）之海水酸鹼值變化，或沉積物附著等。
18. 本項所指特殊事件係指本指引「3.4 特殊事件及其他要求」及其子章節所述之情事。
19. 塗裝系統修補時應考量項目之既存塗裝系統之表面處理，包含塗裝系統表面清潔度、粗糙度、閃銹程度、底材表面溫度、環境溫度及相對濕度等。
20. 塗裝系統修補時應考量項目之防蝕塗裝系統修補及驗收流程，包含量測位置及方法、外觀目視、孔隙率和附著力測試等。

3.3.2.6 海底地形

離岸風力發電業者應定期測量海底地形，並分析淘刷及海床變動對於支撐結構與海底電纜之影響，且應於離岸風力發電廠完工後 3 年內，每年至少執行 2 次區域性海底地形測量，往後每 5 年至少執行 1 次區域性海底地形測量，並訂定及執行監測計畫。

運維階段之海底地形測量結果或其他等佐證文件，足以確認符合離岸風力發電廠安全需求與使用性能時，離岸風力發電業者得於主管機關同意後，調整海底地形測量計畫。

離岸風力發電業者於發生特殊事件後，應視情況進行不定期檢驗，以確認淘刷及海床變動造成之影響。

離岸風力發電業者應使用多音束聲納測量海底地形，必要時得以側掃聲納或其他測量方法為之，且測量方法應符合國際標準。

【解說】

1. 離岸風力發電廠完工後 3 年內每年應執行之 2 次區域性海底地形測量係指分別於每年 3 至 5 月及每年 9 至 11 月間執行為原則，其範圍至少涵蓋以支撐結構中心位置起算直徑 250 公尺內範圍及海纜路徑。
2. 往後每 5 年執行 1 次區域性海底地形測量係指自離岸風力發電廠完工後第 7 至第 8 年間、第 12 至第 13 年間、第 17 至第 18 年間，依此類推直至風力發電設備移除為止，其範圍至少涵蓋支撐結構中心位置起算直徑 250 公尺內範圍及海纜路徑。

3. 監測計畫係指依 5 年執行 1 次之離岸風力發電廠海底地形測量結果，訂定往後 5 年內定期應執行之局部區域監測計畫，針對海底地形變動可能導致危害發生之區域進行評估。
4. 調整海底地形測量計畫之情況包含：於基礎設計時已選用較保守的淘刷和沙波移動深度，或已取得及分析長期且完整之海底地形測量結果，抑或在運維階段之海底地形測量結果已足夠證實海底地形變動趨勢符合設計階段之設定時，以及其他經主管機關核可之情事。
5. 以多音束聲納系統測量海底地形，應符合之國際標準係指 IHO Publication No. 44, Order Special Survey 等級。
6. 以側掃聲納測量海底地形時，其特徵物偵測，應比照 IHO Publication No. 44, Order Special Survey 等級。
7. 海底地形測量之技術細節得參照內政部「水深測量作業規範」、文化部「水下文化資產調查作業與儀器探測技術指引」及其他國內相關規範執行。有關海底地形測量之技術細節如：
 - (1) 海底地形測量之大地基準為 1997 坐標系統(TWD97)或世界大地坐標系統(WGS84)，高程基準為 2001 臺灣高程基準(TWVD2001)。
 - (2) 測量海底地形時，船舶航行速度以不大於 5 節為原則，應採用即時動態衛星定位、動態後處理衛星定位或同精度等級定位系統。
 - (3) 以多音束聲納測量海底地形者，應符合下列規定：
 - A. 掃描角度不得逾 120 度，主測線相鄰重疊率高於 10%。
 - B. 施測檢核測線，且所有測線至少與檢核測線交錯 1 次。
 - C. 船舶迴轉測得資料不得作為計算結果之資料。
 - D. 測量結果經過聲速、潮位、船舶姿態、儀器架偏移參數及其他必要修正。
 - (4) 以側掃聲納測量海底地形者，應符合下列規定：
 - A. 側掃聲納頻率不得小於 100 千赫。
 - B. 掃描斜距不得大於 75 公尺。
 - C. 測量結果應包含測線資料、對應之原始側掃資料及數位嵌合影像。
8. 海底地形測量資料應參照本指引「2.10 紀錄留存與管理」之規定留存與管理。

3.3.2.7 海洋附生物

海洋附生物之檢驗項目、週期及清除方法應符合下列規定：

1. 檢驗項目應包含位置、外形、厚度、附著密度及種類。
2. 依海洋附生物實際生長狀況制定後續檢驗週期。
3. 清除方法應以不影響支撐結構腐蝕防護系統者為優先。

海洋附生物對支撐結構之影響，應評估下列項目：

1. 支撐結構之水動力負載。
2. 腐蝕防護系統。
3. 對運轉及維護人員出入風力機或變電站設施功能之影響。

海洋附生物在超過設計厚度前，或對支撐結構之影響超過設計限制前，應以適當方法清除，並於海洋附生物清除後，檢驗支撐結構腐蝕防護系統，若發生損傷則應以適當方法修復。

【解說】

1. 依 ISO 19901-1 第 10.1 節及 CNS 15176-3 第 6.4.5 節所提，海洋附生物在離岸支撐結構安裝後便會快速移居至結構，其增生至一定厚度會影響支撐結構周圍之水動力負載、動態反應、腐蝕率等，其增生厚度與海平面之位置、海流方向、海水鹽度、海水含氧量、海水 pH 值及海水溫度等相關。
2. 於海洋附生物清除後，檢驗支撐結構腐蝕防護系統之檢驗方式與要求應參照本指引「3.2.2.5 腐蝕防護系統」。

3.3.3 輸電系統

3.3.3.1 基本要求

離岸風力發電業者應制定定期及不定期之輸電系統檢驗維護計畫，定期檢驗週期應符合主管機關規定，並制定包含作業程序之維護手冊；不定期檢驗維護應訂定執行條件。

【解說】

本項所述檢驗週期應符合經濟部「電業法」第 31 條、「電業設備檢驗維護辦法」及經濟部公告之「發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」之規定。

3.3.3.2 責任分界點設備及系統操作

離岸風力發電業者應制定責任分界點之保護裝置、電源線、開關設備、計量設備及通訊設備等維護計畫、維護項目及週期，且應遵守相關主管機關規定。

電源線、開關設備等之維修、改善或增設等工程進行時，應預先停電後方可施工，其中若涉及設備汰換更新、改善或增設等工程者，應經相關主管機關核可後方可施作，並經竣工試驗合格方可加入系統及送電。

【解說】

1. 責任分界點之保護裝置、電源線、開關設備與通訊設備等所需維護之項目及週期至少應符合經濟部公告之「發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」規定。
2. 依台電公司「再生能源發電系統調度操作準則」規定，離岸風力發電業者因進行電源線、開關設備等高壓設備之維修、改善等工程必須預先停電方可施工者，得依規定向台電公司負責單位申請審核，經核可後才可施工，施工前停電程序亦須遵循台電公司指示操作。
3. 電源線活線凝掃須依台電公司「再生能源發電系統調度操作準則」規定程序申請，並於工作時依循台電公司調度員指示，隨時確保活線凝掃執行人員之安全，工作中遇天氣轉變（如打雷、下雨、颱風等）或接獲台電調度員指令中止工作時，應即停止活線工作。
4. 依台電公司「再生能源發電系統調度操作準則」規定，離岸風力發電廠之發電機組、電源線、開關場等廠高壓端設備之增設工程，應於增設前向台電公司提交相關圖說、設備資料以及相關表單等，申請後經審核通過者才可執行增設工程。

3.3.3.3 電纜系統

所有維修工作均應由專業人員依電纜製造商及國內外之規範與程序執行，且備用電纜，維修零件與材料應妥善保存，防止變質或損壞。

電纜外部狀況檢驗計畫應包含下列項目：

1. 埋設深度及土壤覆蓋情形。
2. 懸空段長度、高度和電纜終端之支撐情形。
3. 鋪設設施狀況與保護設施之完整。
4. 海底地形變化與周圍環境。
5. 位置變化。
6. 外觀無損壞。
7. J形管和I形管之腐蝕情形。
8. 海洋附生物。

電纜外部狀況定期檢驗維護頻率至少應依下列規定適時調整：

1. 主管機關要求。
2. 電纜運轉維護紀錄。
3. 失效機率與後果。
4. 海底地形變化。
5. 每年測試結果。
6. 其他專案於該區域敷設電纜。

【解說】

1. 電纜系統之維修工作應依各電纜製造商之產品維修程序以及符合 DNV-ST-0359 規定。
2. 電纜系統之維護項目應依各電纜製造商之產品維護手冊執行，並應至少包含電纜本體、接續匣、終端頭、保護裝置及監測裝置。

3. 執行電纜系統維修工作之前中後各階段應評估及注意以下項目：
 - (1) 施工天候、選用之船舶等限制符合電纜系統維修工作之要求。
 - (2) 確認電纜欲維修之位置無障礙物且海床狀況適合作業。
 - (3) 電纜接續及終端等作業應依據電纜製造商要求作業。
 - (4) 將電纜欲維修區段自海床拾起至甲板時，應確保電纜線形大於最小可彎曲半徑。
 - (5) 於甲板上進行電纜維修作業時應將接頭維修位置控制於電纜直線區段。
 - (6) 維修時應保護電纜和接頭，避免機械損傷。
 - (7) 維修後應經專業人員完成外觀檢查和電氣測試。
 - (8) 應記錄維修工作、測試人員、測試儀器、測試方法及驗收標準。
4. 電纜系統應視需求進行定期檢驗，相關細節得參照 DNV-ST-0359 規定。

3.3.3.4 變電站

A. 電氣設備

離岸風力發電業者應制定離岸變電站電氣設備之定期檢驗維護計畫，並依檢驗維護計畫中之運轉維護手冊內容執行並紀錄。檢驗維護作業內容應包含下列項目：

1. 主電力系統
 - (1) 配電盤
 - (2) 電纜
 - (3) 高壓氣體絕緣開關設備
 - (4) 主變壓器及附屬設備
 - (5) 保護電驛
2. 輔助電力系統之主電源系統
 - (1) 變壓器
 - (2) 電纜、控制電纜和儀表電纜
 - (3) 主電源專用發電機組
 - (4) 主配電盤與分電盤
3. 輔助電力系統之緊急電源系統
 - (1) 緊急配電盤與緊急分電
 - (2) 緊急發電機組
 - (3) 電池系統
4. 監督控制與數據採集系統及相關保護與輔助配備，應依製造商檢驗及維護手冊執行。
5. 避雷系統
6. 接地系統
7. 主照明及緊急照明系統

【解說】

1. 檢驗維護執行方式應包含：

- (1) 一般目視檢驗及近距離目視檢驗。
 - (2) 非破壞檢測。
 - (3) 儀器狀態檢驗。
 - (4) 確保檢驗儀器之正確性，可透過定期校驗檢驗儀器或於發現檢驗數據異常時校驗或更換儀器。
2. 配電盤應含高壓、中壓配電盤與變頻器應確認以下項目：
 - (1) 盤內加熱器、溼度控制器狀態。
 - (2) 各斷路器操作指示及控制系統狀態。
 - (3) 各型開關設備、匯流排，儀錶等狀態。
 - (4) 絕緣電阻試驗。
 3. 電纜應含高壓電纜和中壓電纜應確認以下項目：
 - (1) 接線牢固且無磨損跡象。
 - (2) 確認電纜接線端子完好。
 - (3) 突波電壓限制器外觀無異狀，零組件無腐蝕。
 - (4) 保護電驛之功能確認。
 - (5) 絕緣電阻試驗
 4. 高壓氣體絕緣開關設備應例行檢查並記錄操作機器之油壓壓力、操作次數、外觀無褪色或腐蝕，及設備無異音。
 5. 主變壓器應確認以下項目：
 - (1) 變壓器和相關的冷卻系統/散熱器（若適用）功能。
 - (2) 絕緣電阻試驗。
 - (3) 量測變壓器高壓側和低壓側之匝數比試驗。
 - (4) 變壓器相關配件與安裝部件。
 6. 其他保護與輔助設備應確認以下項目：
 - (1) 突波保護器及儀錶變壓器狀態。
 - (2) 併聯電抗器及電容器組狀態。
 7. 變壓器應確認以下項目：
 - (1) 量測變壓器高壓側和低壓側之匝數比。
 - (2) 變壓器和相關的冷卻系統/散熱器（若適用）狀態確認。
 - (3) 絕緣電阻試驗。
 8. 電纜、控制電纜及儀錶電纜應確認以下項目：
 - (1) 電纜與電纜束阻燃性或耐火性狀態。
 - (2) 電纜牢固且無磨損跡象。
 - (3) 接線端子及接線。
 - (4) 絕緣電阻試驗。
 9. 主電源專用發電機組應確認以下項目：
 - (1) 啟動裝置狀態。
 - (2) 各輔助系統均應處於預設狀況，且每個啟動電池處於滿載。
 - (3) 安全保護，警報及指示系統。
 - (4) 可維持離岸變電站正常運行。
 - (5) 絕緣電阻試驗。
 10. 主配電盤及分電板檢查內容應確認以下項目：

- (1) 各斷路器操作指示及控制系統狀態。
 - (2) 各型開關設備、匯流排，儀錶等狀態。
 - (3) 絕緣電阻試驗。
11. 緊急配電盤與緊急分電盤應確認以下項目：
- (1) 緊急配電盤與主配電盤以互連鎖電線之互鎖保護功能正常。
 - (2) 自動起動裝置和發電機運轉測試。
 - (3) 絕緣電阻試驗。
12. 緊急發電機組應確認以下項目：
- (1) 各輔助系統如燃料、潤滑油及冷卻系統等應保持原始設定。
 - (2) 若使用電池作為緊急發電機組啟動能源者，應確認電池滿載。
 - (3) 應檢驗緊急電源供電來源，且電量應符合國際相關標準。
 - (4) 絕緣電阻試驗。
13. 蓄電池組及充電機電池系統應確認以下項目：
- (1) 電池應無自動放電、箱體無損害、電解液無洩漏。
 - (2) 酸性電池依製造商規定量測比重。
 - (3) 充電設備儀表、指示燈與警示燈之功能正常。
 - (4) 應檢測充電設備之保護裝置、電流和電壓調節、充電性能、警報器及接地等功能。
 - (5) 應確認電纜接線牢固，無磨損跡象。
 - (6) 電池應存放於符合製造商要求之環境。
 - (7) 絕緣電阻試驗。
14. 監督控制與數據擷取系統應確認以下項目：
- (1) 各接線端子、電源線及網路線狀態。
 - (2) 數據機、集線器狀態。
 - (3) 各項設備應無異音，且功能正常運作。
 - (4) 伺服器之電源供應器散熱風扇正常。
 - (5) 各訊號轉換器之電源、接線與通訊正常。
 - (6) 不斷電系統運作正常、散熱風扇正常、各控制線無鬆動，且蓄電池外觀無異狀、電解液無洩漏。
 - (7) 絕緣電阻試驗。
15. 避雷系統應確認以下項目：
- (1) 避雷器表面外觀清潔、無破損、無污染、無放電痕跡。
 - (2) 計數器無滲水、記錄動作次數確認。
 - (3) 零配件狀態確認。
 - (4) 絕緣電阻試驗。
16. 接地系統應確認以下項目：
- (1) 接地線及連接處狀態。
 - (2) 釋壓裝置高壓引線無異常、引線狀態。
 - (3) 零配件狀態。
 - (4) 絕緣電阻試驗。
17. 主照明及緊急照明（含逃生照明）系統
- (1) 系統操作正常，且照明度符合國內外相關規定。
 - (2) 燈具、開關與插座等配備狀態。
 - (3) 配電板與分電盤正常運作。

- (4) 接線端子及接線狀態。
- (5) 絕緣電阻試驗。

18. 大型油浸式電氣設備：應定期採檢油樣，維護措施得依採檢油樣之結果調整。

B. 機械裝置

離岸變電站之機械裝置應依檢驗維護計畫執行並記錄。

1. 發電機組之檢驗維護應符合下列規定：
 - (1) 由專業人員依維護手冊，執行定期維護、檢查、更換消耗性組件或修理。
 - (2) 發電機組定期檢驗及維護週期應小於4年。
 - (3) 緊急發電機組之定期檢驗及維護週期應小於3個月，且應包含下列項目：
 - A. 自動切換開關檢查。
 - B. 啟動裝置檢查。
 - C. 儲油槽或儲油箱狀態及儲油量檢查。
 - D. 試運轉。
 - E. 蓄電電池組、充電裝置或壓縮空氣瓶洩壓閥排放功能檢查。
2. 排水、污水及冷卻等系統及燃料儲運站，應依檢驗維護計畫執行並記錄。
3. 飲用水系統之維護應符合下列規定：
 - (1) 依製造商維護手冊定期維護並記錄。
 - (2) 定期檢驗水質並記錄。
4. 暖氣、通風與空調系統之維護應符合下列規定：
 - (1) 依製造商維護手冊執行維護並記錄之，維護週期不應超過1年。
 - (2) 定期確認關閉裝置功能正常。

本節所述各系統之管路設備維護應符合下列規定：

1. 於操作情況下檢驗洩漏情況。
2. 檢查須具備導電性之管路接地設施及隨機之電阻測試。
3. 於必要情況下清洗。

【解說】

1. 檢驗維護計畫除應參照本指引「3.3 維護技術要求」，此外亦須符合國內相關法規規定以及相關設備維護手冊要求。
2. 發電機組依 DNV-ST-0145 第 7.4.1 節說明，包含內燃機、發電機及相關輔助設備，如啟動裝置、控制設備、監測儀器與警報裝置、通風管道（若適用）等。
3. 發電機組若以蓄電池啟動者，應定期檢查充電狀況及蓄電池電量；若以空氣瓶啟動者，則空氣瓶應交替使用並定期排洩積水。
4. 發電機組之定期檢驗週期系依經濟部「發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」第四、內燃機及附屬設備中規定之相應要求。

5. 當變電站設有飲用水系統時，依 DNV-ST-0145 第 7.8.1 節要求應符合當地法規，故飲用水系統建議符合行政院環境保護署「飲用水管理條例」要求，其中第 12 條規定應採樣、檢驗水質狀況，並做成紀錄揭示與備查。
6. 參考相關船級規定要求每年檢查通風系統及關閉裝置外，另依 DNV-ST-0145 第 7.11 節說明應遵守當地法規要求，若國內相關機關有其他相應規定者，應從其規定要求。
7. 為減少管路中之流體洩漏造成意外或環境污染之情況，參照相關船級規定要求，於操作情況下檢驗管路設備洩漏狀況，以利修繕作業。
8. 為減少發生觸電意外事件，參照相關船級規定要求，對於具備導電性之管路，應檢查接地及進行電阻測試。
9. 本項所述各系統管路設備維護若國內其他相關機關有其他相應規定者，應從其規定要求。

C. 支撐結構

本項之檢驗維護應準用本指引「3.3.2 支撐結構」規定。

【解說】

變電站之支撐結構應制定檢驗維護計畫並依據實際檢驗狀況定期更新之；本項之檢驗維護請參照本指引「3.3.2 支撐結構」。

D.消防設施

離岸變電站之消防設施應依檢驗維護計畫執行並記錄。各系統之定期檢驗維護項目應包含：

1. 易燃物品放置規則
 - (1) 離岸設施之易燃物品儲存放置應遵守國際相關規定。
 - (2) 機械儲放空間應維持通風，以防止油氣積聚。
2. 偵測與警報系統規則：應定期測試固定式火警探測檢知器及火災警報系統功能，位於高風險區域之偵測器應提高檢測頻率。
3. 火勢控制規則
 - (1) 滅火器系統
 - A. 應定期執行壓力測試及監測，包含管材及噴嘴之空氣流通測試與警示音響等設備之功能測試。
 - B. 系統與設備之定期檢驗時應不影響離岸變電站之運作。
 - C. 固定式氣體滅火系統相關組件、水管之儲藏空間應設置壓力表及溫度裝置，定期檢驗其密封狀態，確保空間符合儲存標準，並搭配防護措施防止滅火劑意外釋放，不得變換設備擺放方式，並應定期檢驗功能。
 - D. 滅火器有效性不得受天氣、震動或其他外部因素影響。可攜式滅火器應設有已使用之顯示裝置。
 - (2) 泡沫滅火器系統
 - A. 執行系統操作及測試，應確保所需壓力與流量符合規定，並於水與供應濃縮泡沫之入口及泡沫混合器出口裝設壓力表。
 - B. 測試閥亦應安裝於泡沫混合器之分配管道下游。
 - C. 噴嘴需可卸除，以清除碎屑。
 - (3) 撒水系統
 - A. 應於撒水頭每一區段設置一個測試閥，併同自動警報設備測試。
 - B. 應定時測試系統壓力與流量及檢驗系統壓力降低之泵自動運作情形。
 - (4) 滅火設備應以燈光及閃光標誌清楚標示。

【解說】

1. 本指引規定火災防護、探測與滅火之目的如下：
 - (1) 防止離岸變電站失火及爆炸。
 - (2) 降低離岸變電站失火造成之生命危險及財產損失。
 - (3) 有效控制與抑制火勢及爆炸。
 - (4) 為運轉維護人員提供暢通之逃生通道。
2. 危險氣體之氣瓶應存放於通風良好空間。
3. 偵煙探測器及偵測系統之控制板應依國內外相關規定測試。
4. 無人值班之離岸變電站者，應確保空間之抗火完整性，且應提高相關設備之設置與定期檢驗之標準。

5. 滅火設備應以燈光及閃光標誌清楚標示。
6. 應確保離岸變電站內各消防水帶接頭與各噴嘴規格一致，若無則應確認離岸變電站內每一消防栓均備有一條消防水帶與一支噴嘴。
7. 應定期確認消防管佈置狀況與使用狀態、可攜式滅火器之使用狀態。

3.4 特殊事件及其他要求

3.4.1 基本要求

離岸風力發電業者應評估特殊事件，對離岸風力發電廠及人員安全之風險，並依風險評估結果制定緊急應變計畫，於事件發生期間採取相應之緊急應變措施，且於事件發生後評估離岸風力發電廠之安全與採取必要之檢驗。

前項緊急應變計畫應參照本指引「2.7 環境保護暨職業安全衛生」、「2.8 緊急應變因應」及「2.9 事故通報、調查及改進」規定。

【解說】

1. 本項所述特殊事件係指於離岸風力發電廠營運期間可能發生並帶來生命或財產損失之國內常見事件，包含但不限於災害性天氣、地震、碰撞事故、雷擊、海底地形瞬變及電氣事故等。
2. 為瞭解特殊事件對離岸風電廠及人員安全可能帶來之風險，應識別風險，並加以評估分析，制定緊急應變計畫，盡可能採取必要之預防設備或措施，以保障作業人員之安全，相關要求可參照本指引「2.7 環境保護暨職業安全衛生」與「2.8 環境保護暨職業安全衛生」之規定。
3. 當特殊事件發生且造成離岸風力發電廠事故，應進行必要通報作業，並配合事業目的主管機關調查事故，調查與瞭解危害事件或肇因，以避免相關事件再次發生，相關要求可參照本指引「2.9 事故通報、調查及改進」之規定。

3.4.2 災害性天氣

離岸風力發電業者應每年確認相應防護措施功能正常。特定災害性天氣之發生具季節性者，應於好發季節前完成確認作業。

離岸風力發電業者於離岸風力發電廠遭受災害性天氣事件後，應確認下列事項：

1. 作業人員之安全。
2. 檢驗離岸風力發電廠之狀況，並評估與修復可能危害離岸風力發電廠之損傷。檢驗、評估與修復應符合本指引「3.3 維護技術要求」規定。

離岸風力發電業者應考量以下災害性天氣與要求：

1. 颱風

(1) 颱風侵襲前確認下列事項：

- A. 風力機轉子機艙總成之轉向系統、旋角系統、固鎖裝置、備用電源、防電纜纏繞系統及變電站之電氣設備、機械裝置、消防設施於颱風警報期間持續發揮功能。

- B. 風力機及變電站對外開口確實關閉。
- C. 人員與船舶處於安全位置。
- D. 陸域設施之防洪措施完備且功能正常。

(2) 颱風期間持續檢視參數數值。

(3) 颱風警報解除後，另應檢驗風力機及變電站之滲水狀況及電纜上岸處之海岸侵蝕狀況，並修復可能危害離岸風力發電廠安全之損傷，修復方式應依設備維護手冊及本指引「3.3.2.2 修復與加強措施」規定。

2. 大雨、豪雨、大豪雨及超大豪雨

(1) 特報發布時，確認離岸風力發電廠對外開口確實關閉，並於必要時啟動防洪措施。

(2) 特報解除後，應確認風力機、變電站及其他陸域設施滲水狀況，並修復危害離岸風力發電廠之損傷。

3. 強風

(1) 監測離岸風力發電廠之風速，並於風速監測值超過設計限制時，檢驗相應設備、進行評估及修復。

(2) 確認作業現場之風速滿足作業要求，並於現場風速超過作業要求限制時，依維護計畫採取相應行動，如暫停作業等。

4. 龍捲風、冰雹：發生侵襲事件後，應評估離岸風力發電廠之設備狀況與損傷。

5. 雷擊：參照本指引「3.4.5 雷擊」規定。

6. 濃霧：參照本指引「3.4.4 碰撞事故」之標識相規定。

【解說】

1. 本項所述災害性天氣依交通部中央氣象局「氣象法」第2條第12款之定義，係指可能造成生命或財產損失之颱風、大雨、豪雨、雷電、冰雹、濃霧、龍捲風、強風、低溫、焚風、乾旱等天氣現象。本指引依據離岸風力發電廠之環境與作業內容，考量之災害性天氣包含颱風、大雨、豪雨、大豪雨、超大豪雨、強風、龍捲風、冰雹、濃霧及雷擊。
2. 應於離岸風力發電廠遭受災害性天氣事件後，確認所有作業人員之位置與人身安全狀況，並依災害規模或等級進行通報，可參照本指引「2.9 事故通報、調查及改進」之規定。
3. 依交通部中央氣象局官方網站提供之資訊顯示，自1958年以來，入侵臺灣之颱風最早月份為5月（2001年西馬隆颱風）、最晚為12月（2004年南馬都颱風）。另依氣象局資料統計顯示，自1911年至2021年侵襲臺灣颱風（亦包含未登陸但造成陸上災情之颱風）共計371個，每年平均有3至4個颱風侵襲，主要發生在7月到9月，月分布如下表7所示。

表 7、侵襲台灣颱風月分布（1911 年至 2021 年）

月份	4	5	6	7	8	9	10	11	12
個數	1	9	26	97	108	88	30	11	1
平均	0.01	0.08	0.23	0.87	0.97	0.79	0.27	0.1	0.01

4. 依中央氣象局係「氣象預報警報統一發布辦法」第 11 條發布颱風警報，預測颱風 7 級暴風風範圍可能侵襲臺灣本島、澎湖、金門或馬祖 100 公里以內海域時之前二十四小時，立即發布海上颱風警報；預測颱風之 7 級風暴風範圍可能侵襲臺灣本島、澎湖、金門或馬祖陸上之前十八小時，立即發布陸上颱風警報。
5. 風力機及變電站對外開口，如風力機機艙工作人員到機艙外面之艙口、塔底出入之門、變電站對外之窗戶、門，此類於降雨時，可能因為未緊閉而造成雨水滲漏之處。
6. 離岸風力發電廠之運維多仰賴船舶運輸人員及設備，因此於颱風期間為確保人員與船舶安全，應配合相應港務單位之要求泊船與繫固，依「臺灣港務股份有限公司颱風期間船舶靠泊作業原則要點」之要求，必要時得移泊至安全席位或出港；港務單位應考量所轄各港特性，依颱風級數、行徑、海（陸）上颱風警報發佈等情況，訂定颱風期間船舶之進出港航行與靠泊作業細則。強制出港船舶得由各分公司依港口特性訂定出港作業優先順序，非強制出港船舶，如經現場判斷或跡象顯示具有危險性，得下令該船舶出港。可在港內滯港船舶，仍應審慎檢視船況、貨載情況，必要時及早出港。如決定滯港應依照規定加強繫纜並辦理各項防颱作業事宜；如決定出港應及早準備，在規定時間內出港。
7. 依經濟部中央地質調查所 2009 年 11 月 20 發布之新聞稿說明，在暴風影響範圍內，颱風波浪以及暴潮效應產生的海水倒灌會對海岸造成侵蝕，此現象可能使得離岸風電廠電纜上岸岸址發生電纜裸露之情況，因此於颱風侵襲後應確認電纜上岸岸址之海岸侵蝕狀況。
8. 颱風期間應持續檢視離岸風力發電廠之監測參數值，如風速、風向、葉片旋角與轉向角，注意監測之參數數值是否符合相關手冊之說明，如風速是否超過設計之極限風速、葉片旋角是否符合相應風速下之角度、轉向錯位角是否超出設計範圍。
9. 依交通部中央氣象局「災害性天氣作業要點」根據降雨量區分大雨、豪雨、大豪雨及超大豪雨，如下表 8 所示，並依據陸上地區之雨量對該陸上地區發布相應特報。大豪雨及超大豪雨之降雨量較大雨及豪雨為大，故本指引除列入「氣象法」定義災害性天氣之大雨及豪雨外，亦將大豪雨及超大豪雨一併列為災害性天氣。

表 8、豪（大）雨雨量分級標準

降雨等級	24 小時累積雨量(mm)
大雨	80 以上（或 1 小時累積雨量達 40mm 以上）
豪雨	200 以上（或 3 小時累積雨量達 100mm 以上）
大豪雨	350 以上（或 3 小時累積雨量達 200mm 以上）
超大豪雨	500 以上

10. 臺灣長期雨量量測結果，將全年分為 12 月至隔年 1 月、2 至 4 月（春雨季）、5 至 6 月（梅雨）、7 至 9 月及 10 至 11 月等 5 個時期。下圖 8 為臺北、臺中、高雄及花蓮於 1991 年之 2020 年之平均逐日雨量，分別代表臺灣北、中、南、東四大分區季節雨量特徵。

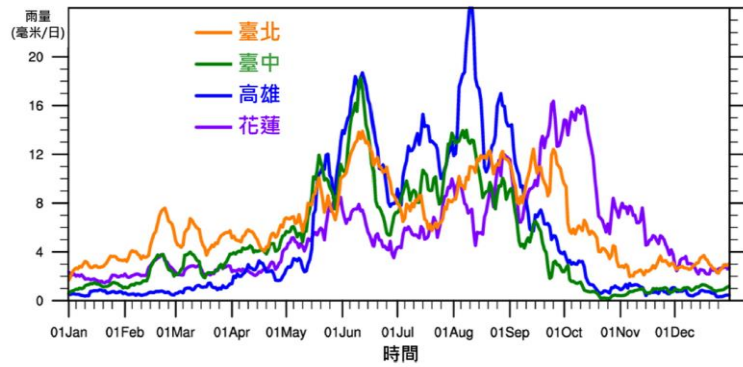


圖 8、臺北、臺中、高雄、花蓮氣候平均 (1991-2020 年平均) 逐日雨量

11. 參考「大氣中最爆裂的份子－龍捲風」之說明龍捲風無法由氣象資料事先預報，龍捲風個案數及發生位置統計來源涵蓋官方記載、新聞報導及社群網站等批露資料，1998 至 2015 年確定之龍捲風案例共 103 個，其中水上有 72 個，陸上有 31 個，主要好發於夏季，詳細請參考下圖 9 與圖 10 所示，相關研究詳見「臺南新化龍捲風個案分析」。

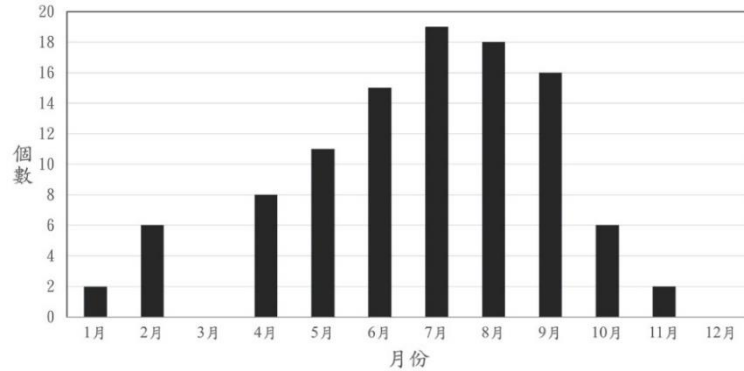


圖 9、1998-2015 年臺灣地區發生龍捲風/水龍捲分布圖

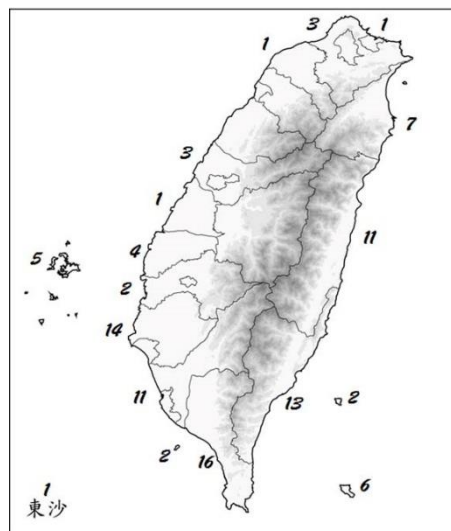


圖 10、1998-2015 年臺灣地區發生龍捲風/水龍捲之位置分布圖，數字為發生次數

12. 離岸風力發電業者發現離岸風力發電廠場域有龍捲風或冰雹潛在危害風險時，應規劃相應之防護措施或設施，由於目前之氣象科技仍無法預先掌握龍捲風或冰雹發生之時間與位置，僅能透過氣象雷達即時監測，推測可能有龍捲風或冰雹發生之機會，故建議若場址有頻繁龍捲風或冰雹侵襲紀錄時規劃相應防護措施或設施，如於作業人員作業範圍附近設置可供作業人員躲避之堅固設施或建立閃避之原則要點並教育作業人員，以降低冰

電或龍捲風發生對作業人員之安全風險。

13. 依交通部中央氣象局「災害性天氣作業要點」，強風定義平均風力增強至六級(10.8 m/s)以上或陣風達八級(17.2 m/s)以上之現象。其中依交通部中央氣象局「地面氣象測報作業規範」第 8.2.4 節及第 8.4.1 節之說明。平均風速係指離地面十公尺之十分鐘平均風速。
14. 依「交通部中央氣象局災害性天氣作業要點」，濃霧定義為水平能見度不足二百公尺之成霧現象。

3.4.3 地震

離岸風力發電業者應自主監測地震事件，並於事件發生時，注意下列事項：

1. 須能即時接收國家級地震警報及地震速報，且應使現場作業人員、離岸變電站駐守人員可同步接收警報訊息，並注意其人身安全。
2. 發生風力機緊急停機情形時，地震事件後之相關檢驗應依轉子機艙總成之運轉操作手冊進行及依程序恢復正常運作。
3. 電力網及輸電系統異常時，輸電系統程序操作應參照本指引「3.3.3.2 責任分界點設備及系統操作」。

地震事件後整體結構評估應符合下列流程：

1. 利用結構動態指標特性評估等方法進行震後初步評估，快速判斷結構狀況及損害程度，並應由專業人員基於初步評估結果判斷震後進階評估之必要。
2. 依專業人員判斷選擇合適之震後進階評估分析方法，分析時應涵蓋整體結構功能性與完整性。
3. 評估須修復或強化者，應參照本指引「3.3 維護技術要求」規定。
4. 震後初步評估和震後進階評估所需資料不足者，應前往現場蒐集相關資料。
5. 因地震造成之二次災害應納入評估範圍，如重物墜落、火災等。
6. 震後初步評估及震後進階評估應留存紀錄，作為離岸風力發電廠檢驗維護計畫修訂之必要參考資料。

地震後應持續監測離岸風力發電廠之支撐結構沉陷、傾斜變位及海纜路徑變化。

緊急應變計畫應涵蓋地震所引發之海嘯，離岸風力發電業者應可接收海嘯警報，並依循緊急應變計畫將作業人員迅速疏散至安全場所。

【解說】

1. 地震事件警報依「氣象法」第 17 條規定須由中央氣象局統一發布，而地震測報中心主責臺灣地區地震測報工作。地震警報會以國家通訊傳播委員會推動之「災防告警細胞廣播系統」傳送，地震速報屬於國家級警報，係對生命安全存在立即性威脅的災害預警，發生中央氣象局預估地震規模 5.0 以作業上地震，針對預估震度可能達 4 級以上的縣市，縣市民眾便會接受到警報通知；當現場作業人員或離岸變電站駐守人員無法接收國家所發送之警報時，離岸風場運維中心應該即時轉傳警報訊息。地震震度分級請參照交通部中央氣象局震度分級制度，依據所制定計算方法計算大地動加速度與最大地動速度值。
2. 離岸風力發電業者應制定不同震度之對應程序，依勞動部「天然災害發生事業單位勞工

出勤管理及工資給付要點」第 5 點，工作場所因天然災害發生致勞工繼續工作有發生危險之虞時，雇主或工作場所負責人應即採取足以保障勞工安全之必要措施，亦依勞動部「營造安全衛生設施標準」第 62-2 條，施工構臺遭遇 4 級以上地震後，使勞工於施工構臺上作業前，應確認主要構材狀況或變化，有異常未經改善前，不得使勞工作業。

3. 若地震觸發緊急停機時，地震事件後之相關檢驗應依轉子機艙總成之運轉操作手冊依照程序恢復正常運作。
4. 地震發生時，輸電系統需參照台電公司「再生能源發電系統調度操作準則」，依循台電公司之調度，須注意地震造成之損害範圍可能包含電力網及電源線端，故於強烈地震後離岸風力發電業者應密切關注台電公司之指示。
5. 偵測到地震事件後，資料經過彙整、狀況經過估計與識別後，由結構工程師基於專業知識或操作經驗判斷離岸風力發電廠支撐結構之性能與完整性，並決定後續動作，震後評估流程如下，技術複雜性逐次提升，但保守性則逐次下降，詳細評估方法與流程參照本指引「3.3.2.2 修復與加強措施」。
 - (1) 地震事件偵測
 - (2) 資料處理與觀測
 - (3) 狀況估計與識別：完成數據搜集後由結構工程師決定後續動作
 - (4) 動態指標特性之變化偵測
 - (5) 進階評估之資料收集
 - (6) 進階評估之方法與階段選擇
 - (7) 離岸風機支撐結構之性能標準確認
 - (8) 補強與修護之決策
6. 動態指標特性的求取並不涉及詳細結構分析，整體過程較為簡單快速，惟其極具代表性的特點可提供離岸風力機支撐結構最初步之狀況估計與識別，離岸風力機支撐結構常見動態指標特性如下：
 - (1) 模態特性
 - 離岸風機支撐結構的模態頻率
 - 離岸風機支撐結構的模態阻尼
 - 離岸風機支撐結構的模態振形
 - (2) 時域特性
 - 支撐結構於量測時間內的最大反應、最小反應或峰值反應
 - 支撐結構於量測時間內的反應之標準差或變異數
 - 支撐結構於量測時間內的反應之偏態係數
 - 支撐結構於量測時間內的反應之峰態係數
 - (3) 頻率域特性
 - 支撐結構於頻率域的峰值大小與位置
 - 支撐結構於頻率域的相位角
 - 支撐結構於頻率域的頻譜密度函數
 - 支撐結構於頻率域的轉換函數
 - 支撐結構於頻率域的相干函數
 - (4) 時頻域特性
 - 支撐結構於時頻率域的時頻譜
 - 支撐結構於時頻率域的希伯特譜
 - 支撐結構於時頻率域的邊際頻譜
7. 若已發生土壤液化，須注意後續颱風等負載較大事件樁承载力是否仍然足夠，最長需要

考慮到 30 天內之影響。

- 海嘯係因海底地震、海底山崩、海底火山爆發等原因引發，會對沿岸造成威脅，故於國家發布海嘯警報時，離岸風力發電業者應將警訊傳達給現場作業人員，並安排後續疏散措施，應確保作業人員均抵達安全地點。

3.4.4 碰撞事故

離岸風力發電業者應制定載具碰撞離岸風力發電廠結構事件之緊急應變計畫，其中離岸風力發電廠結構係指風力機支撐結構與離岸變電站支撐結構。

離岸風力發電業者應依國際規範或國內法規標示或設置航路標識與設備，並維護相關標示與設備之完整性與功能，且為降低結構發生碰撞之情形，得於電纜路徑或位於離岸風力發電廠轉角、風力機排列轉折處之特定風力機安裝自動識別系統。

離岸風力發電廠發生載具碰撞事故，應通報相關事業主管機關，具有立即危險之虞者，應立即停工，並依緊急應變計畫疏散人員。

離岸風力發電業者應於載具碰撞離岸風力發電廠事故後，評估離岸風力發電廠設施之碰撞損傷情況，採取修復或加強措施，且配合相關目的事業主管機關辦理事故調查。

【解說】

- 離岸風力發電廠之定義參照本指引「1.3 適用範圍」解說圖示及相應說明。
- 為確保離岸風力發電廠與船舶航行安全，交通部航港局已依「航路標識條例」第 4 條第 5 項規範海上航路標識及「航路標識設置技術規範」第 3 章，要求離岸風力發電廠之航路標識應包含以下事項：
 - 結構物之間距要求如下圖 11 所示。

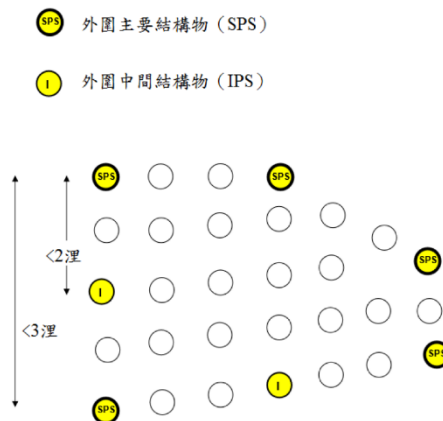


圖 11、結構物之間距要求

- 結構物應於最高天文潮面以上 15 公尺塗上黃色（德國工業標準色彩系統 RAL1023 交通用黃漆）為標準。
- 單一結構物之燈光為白色閃光，公稱光程至少十浬；群組結構物之燈光為黃色閃光，外圍主要結構物之公稱光程至少五浬、外圍中間結構物之公稱光程至少二浬，且須同步顯示，其餘結構物得塗佈反光材料或照明燈照射塔身塗料取代。
- 單一結構物及群組結構物於外圍主要結構物轉角處安裝能見度偵測器與霧號。能見度偵測器於能見度二浬以下時自動發出音響，霧號音響傳聲距離至少二浬。
- 每支結構物均應裝設黃色識別板（或直接塗裝於轉接段），並以 1 公尺以上黑色字體

標示離岸風力發電廠之所寫字母與結構物編號，且日光下或夜間都清楚可見。

- (6) 事業主管機關如認為影響船舶航行安全時，得要求在指定結構物上裝設雷達訊標或自動識別系統導航標。
 - (7) 臨時性與長期性浮標及燈浮標臨時之設置要求。
 - (8) 其他，諸如工作燈、安全區、航路變更、航路標識及航路管理維護要求。
3. 發生船舶碰撞離岸風力發電廠支撐結構物意外時，應以確保人員生命安全為首要目標。依交通部「船員法」第 66 條與第 73 條規定，船長應於船舶發生海難或其他意外事故時，立即採取防止危險之緊急措施，並應優先報告航政機關，以利施救，且應防止油污排洩，避免海岸及水域遭受油污損害，另應製作海事報告，載明實際情況，檢送與航政機關。其中海事報告應依交通部「船舶法」製作。
 4. 當船舶碰撞離岸風力發電廠支撐結構時，相關目的事業主關機關得依法進行事故調查，要求相關單位或人員協助，詳細可參照相關法規（如運輸事故調查法與重大水路事故調查作業處理原則等）之要求及本指引「2.9 事故通報、調查及改進」之規定。
 5. 當評估離岸風力發電廠設施之碰撞損傷情況需進行進修負或加強措施，應參照本指引「3.3.2.2 修復與加強措施」規定。

3.4.5 雷擊

風力機得安裝突波保護器及雷擊之自動監測裝置，相關資訊應與監督控制與數據採集系統連接。

雷擊事件後應檢驗下列項目，有異常者應予矯正及修復：

1. 確認雷擊點。
2. 檢測雷擊防護系統正常運作。
3. 確認無爆炸或火災。
4. 確認轉子機艙總成、輸電系統正常運作。

【解說】

1. 參考 IEC 61400-24 之附件 F 及附件 L 之內容，須確保風力機於運轉維護期間能確實掌握風力機遭受雷擊之狀況，以利事後檢修。
2. 離岸風力發電業者應監測與定期檢測突波保護器；突波保護器之維護與維修程序均應符合製造商訂定之維護計畫。
3. 依勞動部「離岸風電海域作業安全指引」第 1 章規定，作業人員於作業期間遇雷擊的天候變化或聽到遠方雷聲，應一律立即停工。
4. 作業人員應依 IEC 61400-24 第 12 章及 DNV-ST-0076 第 10.3.13.6 節規定檢測雷擊防護系統。
5. 作業人員應參照勞動部「職業安全衛生法」第 32 條及「職業安全衛生教育訓練規則」規定完成急救人員安全衛生教育訓練課程之外，其中應涵蓋電擊事故之醫療訓練課程。
6. 風力機之檢驗週期應依經濟部「發電業及輸配電業應定期檢驗及維護電業設備之項目及週期」第十一、電力電容器、電抗器及附屬設備規定：

- (1) 避雷器：絕緣電阻試驗（6年）、洩漏電流試驗（1年）、接地線及連接處（1年）、接地電阻試驗（1年）。
- (2) 附屬設備：凝管外表（6年）、動作計次器（1年）
- (3) 雷擊防護系統中包含耗材，如火花放電器、突波保護器等，應依其設計週期定期檢驗維護耗材，耗材更換不可有延遲之情況。

3.4.6 海底地形瞬變

離岸風力發電業者應於下列事件發生時檢視支撐結構及電纜安全：

1. 海底山崩。
2. 海底濁流。
3. 海底斷層錯動。

經檢視離岸風力發電廠及海纜路徑之海底地形發生變動者，得視情況執行不定期檢驗，並依實際狀況評估下列項目：

1. 支撐結構周圍之淘刷情形。
2. 電纜埋設深度及土壤覆蓋情形。
3. 電纜懸空段長度、高度和最終支撐情形。
4. 電纜位置變化及損害狀況。

經評估須採取強化或修復措施者，應參照本指引「3.3.2.2 修復與加強措施」與「3.3.3.3 電纜系統」規定，確保支撐結構及電纜安全。

【解說】

1. 參考「臺灣南部外海極端事件之沈積紀錄研究(II)」之研究成果，台灣西南外海可能發生多種的極端地質事件，包含地震、海嘯、斷層錯動、海底山崩及濁流等；最常見海底山崩原因為地震，但陳松春等人的研究顯示於台灣西南部枋寮峽谷西側發現之大型海底山崩可能與泥貫入體抬升及天然氣水合物解離相關。
2. 海底山崩、洪水、強浪、颱風或海嘯等原因都能可能引發濁流，水體中混合高濃度的泥沙等沉積物，形成高密度的流體，在重力的驅使快速向低處移動，具有極高的侵蝕及搬運能力。台灣西南部有不少颱風或地震等事件後造成海底電纜斷裂的紀錄，便是因為事件後引發濁流造成。2009年8月8日莫拉克颱風創下臺灣南部累積雨量歷史紀錄，在8月9日至13日間跨越高屏海底峽谷的電纜有十餘處的斷裂；2010年3月4日高雄甲仙發生芮氏規模6.4的地震，臺灣西南海域深海區有零星的電纜斷裂；2015年8月8日蘇迪勒颱風襲臺期間，高屏海底峽谷中下游的海底電纜斷裂。
3. 現有台灣電信海纜登陸點為頭城、淡水、八里、枋山，故海纜損失新聞及相關研究多集中於海纜登陸附近海域，但其他區域仍應該於颱風地震造成海底地形發生變動後，視情況執行不定期檢驗。

3.4.7 電氣事故

離岸風力發電業者應配合台電公司調度中心並定時提供發電量預測資訊，以確保國內電力網穩定性與安全性。

離岸風力發電業者宜加強建置以下輸電系統功能：

1. 提高電壓支持能力，強化併接點之電壓調整能力。
2. 提高頻率支持能力。
3. 強化異常電壓、頻率持續運轉能力。
4. 規範限制升載或降載率。

離岸風力發電業者應於電力網事故發生後，配合相關目的事業主管機關辦理事故調查，並參照本指引「2.9 事故通報、調查及改進」規定提交事故分析報告。

【解說】

1. 再生能源負載量及發電量之預測精準度，可降低系統操作不確定性、降低系統備轉容量、需量反應、或是儲能系統的需求，進而減少機組調度的成本。離岸風力發電業者應遵守「台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點」第 7 點規定，逐時提供未來 168 小時至少為每小時發電預測資訊予台電公司。
2. 同一場址總裝置容量 500 瓩以上時，應依台電公司「再生能源發電系統即時運轉資料提供及傳送方式原則」規定，裝設遙控監視設備並接受台電公司安全調度。
3. 參考「大量再生能源併網的衝擊與電力調度因應策略」及「確保我國供電穩定之再生能源管理與運轉策略」之研究，再生能源併網之比例提高將造成以下衝擊：
 - (1) 再生能源之發電量與天氣條件息息相關，整體發電量之預測將愈加困難。
 - (2) 突發性之區域電力來源若不足將影響電力網電壓維持能力。
 - (3) 區域慣量若不足則將使頻率響應變差。
4. 參照國際事故經驗，如 2019 年 8 月 9 日英國停電事件，若發電量瞬間驟降，則可能導致系統頻率驟降，觸發低頻電驛動作卸載，影響供電可靠度；故離岸風力發電業者應參照「台灣電力股份有限公司再生能源發電系統併聯技術要點」第 7 點系統影響規範之要求，當電力系統發生故障造成任分界點電壓驟降時，風力發電設備於責任分界點電壓低於額定電壓 15% 時，應持續運轉至少 0.5 秒以上。
5. 電業事故後分類及通報方式應該依經濟部「電業事故通報程序標準」與參照本指引「2.9 事故通報、調查及改進」，離岸風力發電業者應依「電業事故通報程序標準」第 6 條規定進行電業事故之調查，調查內容至少包含事故類別、規模、事故名稱、發生單位、發生時間、發生地點、發生原因、處理情形、停電戶數、人員傷亡及財物損失等。

第四章 延役、除役或重新供電之要求

4.1 延役、除役或重新供電之規劃

離岸風力發電業者應配合主管機關提出延役或除役計畫。

延役或除役計畫內容應包含本指引「2.1 風場基本資訊」所列項目、預計採取之延役或除役措施與時程及預計執行之環境監測計畫。

【解說】

1. 本項所述主管機關為經濟部能源局，待能源局確定相關法規後而調整。
2. 本項參考 DNV-SE-0190 第 1.7.2 節定義如下。
 - (1) 除役：係指風力發電廠除役與移除相關設備之規劃與執行。
 - (2) 延役：係指風力發電廠達到初始設計壽命後之持續運行。
 - (3) 重新供電/再併網：係指於原場址之技術更新或重新安裝風力機，通常為更換部分風力機或升級既有風力機之系統或設備。
3. 概念性之延役計畫係參考 DNV-SE-0190 第 5.1 節，一旦風力機或離岸風力發電廠之運行時間超過其設計壽命，即須評估延役之潛力；由於離岸風力發電廠由不同組件及設備構成，故應分別評估風力機、變電站與海纜之延役可行性。
4. 概念性之除役計畫係參考相關國際經驗與法規如下。
 - (1) 依丹麥已除役之 Vindeby 離岸示範風場經驗，除役規劃應包含下列要項：
 - 除役技術之可行性說明（含預定合作之廠商、預定使用之船舶、設備或方法）。
 - 除役時程表。
 - 足夠支應除役期間之財務保證。
 - (2) 依德國聯邦海事與水文局(Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH)發布之「Minimum requirements concerning the constructive design of offshore structures within the Exclusive Economic Zone (EEZ)」第 1.3.6 節說明於場址調查及設計階段即須列出除役概念，並於運轉階段結束前，依於設計評估過程中已驗證過的除役概念編撰除役計畫；且於第 2.6.1 節說明概念性之除役計畫應包含下列要項：
 - 專案管理，包含預估除役費用。
 - 設計文件之驗證。
 - 有關運輸與運輸保障措施之驗證。
 - 拆卸裝概念之驗證。
 - 組件驗證，包含材料驗證、拆卸條件與錨固裝置之驗證。
 - 風險分析。
 - (3) 依美國聯邦規則第 30 篇第 585 部第 626 條已指出提交離岸風場之建造與營運計畫書即須列出概念性之除役計畫，且參考海洋能源管理局(Bureau of Ocean Energy Management, BOEM)發布之「Information Guidelines for a Renewable Energy Construction and Operations Plan」，概念性之除役計畫應包含下列要項：
 - 專案整體說明。
 - 一般性之除役概念，如需要船舶或飛航支持之環境監測與除役活動。
 - 電氣系統。
 - 設備或系統。
 - 機械系統。
 - 基礎或繫泊系統。

- (4) 依英國能源法(Energy Act 2004)與商業能源暨產業策略部(The Department for Business, Energy and Industrial Strategy, BEIS)公布之「Decommissioning of offshore renewable energy installations under the Energy Act 2004: Guidance notes for industry」之附件 A 說明離岸再生能源之開發申請須擬定除役計畫,除役計畫應包含下列要項:
 - 預計採取除役之措施與動線。
 - 除役成本之評估。
 - 預計採取除役措施之時程或期限。
 - 預計全部或部分移除之設施狀態說明。
 - 預計留置於場址或不完全移出之設施及持續監控與維護模式。
 - (5) 參考 DNV-SE-0190 第 6.1 節說明離岸風力發電業者應於離岸風力發電廠建置前即訂立概念性之除役計畫,計畫內容應包含離岸風力發電廠除役之可能採取方法與步驟、預計除役時程(包含需等待之時間)、運輸要求與風險分析。
 - (6) 參考 DNV-RP-0360 第 8.1 節,包含海纜是否除役須自以下方面加以審查:
 - 國際與國內相關法規。
 - 自然環境(不對海床造成干擾的好處、可能產生的污染與未來影響)。
 - 既有設施、殘骸或碎片對水域活動形成的影響。
 - 對漁業之影響。
 - 漂流沉積物與海纜因沖刷而移動所產生之危害。
 - 海纜系統停止服務之管理模式。
 - 海纜拆除之技術可行性與社會經濟效益。
 - (7) 參考 DNV-RP-0360 第 8.2 節,海纜拆除後,應按報廢或再利用之用途加以區分,可自失效模式、極限狀態與驗收標準判定海纜屬報廢或再利用;另參考第 8.3 節,經評估決定拆除海纜者,須備有海纜拆除計畫,且應評估以下要件:
 - 國家與國際相關法規。
 - 人員健康與安全。
 - 盡可能減緩環境影響。
 - 受海纜移除影響而可因應之保險涵蓋範圍。
 - 廢材價值,如金屬。
 - 若有部分海纜留置海底之處理方式與紀錄。
 - 剩餘無法拆除或因其他考量而留置海底之電纜不可處於比拆除前更危險之狀態,須加以考量電纜末端之安全,可能被要求須加以掩埋。
5. 另參考 DNV-SE-0190 已於第 7.1 至 7.3 節分別說明重新供電應考量因素如下:
- (1) 離岸風力發電業者應於離岸風力發電廠建置前即訂立重新供電規劃,且因新技術出現或為達到更好的發電效率而考慮重置離岸風力發電廠之系統時,由於該場址經過數十年之營運,應具備更精確之環境數據,故重新供電之設計基礎(如土壤、風、波浪、流與沖刷)須經過驗證。
 - (2) 風力機之重新供電可能具有以下方案:
 - 更換相同位置之風力機,即於既有結構上置換新型風力機:須考慮既有結構之極限負載與風力機於運轉期間對結構造成之疲勞損傷情形。
 - 更換相同位置之風力機:結合新數據於原始大地工程數據內而重新分析即可。
 - 新的風力機佈置,即於新位置裝置新型風力機:此視為新的離岸風力發電廠,舊設備與組件可能均須全部移除。
 - (3) 若風力機之輸出功率增加,變電站所需之變壓功率亦會增加,離岸變電站之重新供電可能具有以下方案:
 - 支撐結構不變,更換變壓器等部分或全部系統;須重新計算結構之極限負載。
 - 重新設計與安裝離岸變電站,舊設備與組件可能均須全部移除。

4.2 計畫更新與許可

離岸風力發電業者應向主管機關遞交更新之延役或除役計畫，且應由第三方驗證單位審核，通過主管機關覆核，取得主管機關核發之許可後，方可執行。

更新之延役計畫內容應包含下列項目：

1. 計畫基本資料應依本指引「2.1 風場基本資訊」規定。
2. 實際採取之延役時程、延役設施、使用設備、方法及程序。
3. 環境監測計畫。

更新之除役計畫內容應包含下列項目：

1. 計畫基本資料應依本指引「2.1 風場基本資訊」規定。
2. 實際採取之除役時程、除役設施、使用設備、方法及程序。
3. 除役期間仍應運轉之重要系統、設備、組件及其運轉方式。
4. 除役廢棄物之類別、特性、數量、減量措施及其處理、運送、貯存與最終處置規劃。
5. 環境監測計畫。

【解說】

1. 本項所述主管機關為經濟部能源局；待能源局確定相關法規後將更新遞交程序。
2. 本項所述遞交時程參考相關國際法規如下。
 - (1) 依美國聯邦規則第 30 篇第 585 部第 905 條已指出經評估後不再營運風場者，需於租賃或許可終止前，至少 2 年前提出除役申請，且於第 907 條說明除役計畫須通過海洋能源管理局的技術與環境審查方可執行。
 - (2) 依英國「Decommissioning of offshore renewable energy installations under the Energy Act 2004: Guidance notes for industry」第 5.2.2 節指出除役計畫初稿應至少於預計執行除役活動的 12 個月前提交，以利相關主管機關審核，離岸風力發電業者或風場所所有者於遞交除役規劃後欲變更其內容者，則應於預計執行除役 6 個月前通知主管機關。
3. 本項所述須由第三方驗證單位複核係參考國際法規與規範如下。
 - (1) 依德國聯邦海事與水文局(Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie, BSH)發布之「Minimum requirements concerning the constructive design of offshore structures within the Exclusive Economic Zone (EEZ)」第 1.3.6 節說明依於營運過程中而調整之除役計畫，實施前須經過第三方之審核。
 - (2) 參考 DNV-SE-0190 第 6.1 節說明離岸風力發電業者應建置除役手冊，詳細的除役手冊需於離岸風場營運期間持續調整，然除役手冊內之除役與拆除設計方法、實際採取之除役與拆除方法及運輸模式，均需經過第三方驗證。
4. 本項所述延役計畫之更新係參考 DNV-SE-0190 第 5.1 節說明，應分別評估風力機、變電站與海纜之延役可行性，各組件之延役評估建議檢附資料如下：
 - (1) 風力機：依 DNV-SE-0263 第 2.2 節說明，可透過檢驗風力機實際運作情況或檢視風力機之設計文件（如風力機類型、潛在的優化設計及風場特性等資料），以執行風力機延役評估。
 - (2) 變電站：依 DNV-SE-0190 第 5.1 節、DNV-SE-0263 第 2.2 節所列評估方法同樣適用於評估變電站之延役。

(3) 海纜：依 CIGRÉ 公布之技術手冊 Maintenance for HV cables and accessories 第 8.2 節說明海纜延役之評估要件包含電力迴路情形、環境影響、維修與更換成本等，以進一步評估電纜系統之穩定度。

5. 本項所述除役計畫之更新係參考相關國際法規如下。

(1) 依丹麥已除役之 Vindeby 離岸示範風場經驗，離岸風力發電業者於營運階段持續更新與調整下列要項進而產生完整之除役計畫：

- 除役技術之可行性說明（含預定合作之廠商、預定使用之船舶、設備或方法；若最終選擇之解決方案與提交之除役規劃不同，須獲得主管機關之批准。
- 除役時程表。
- 足夠支應除役期間之財務保證。
- 新的調查數據：若最終選擇之解決方案與提交之除役規劃不同，須提交新的環境調查數據以資佐證。

(2) 依美國聯邦規則第 30 篇第 585 部第 906 條已列出更新之除役計畫應包含項目如下表 9 所示。

表 9、美國海洋能源管理局規劃除役計畫應呈現之內容

項目	應包含之內容
專案資訊	專案名稱、聯繫地址及電話號碼、地役權與通行權的持有及陸域基地。
執行摘要	欲移除或保留之設施、電纜或管道，且應對前述項目專案資訊加以標示或描述現況；若評估後欲將設施保留於原處，須提出具有效益之佐證資料。
租約情形	說明地役權與通行權之到期日，欲預計移除之時程。
除役方法	說明預計使用之方法與程序，包含使用設備、船舶與繫泊設備。
場址情形	描述現場移除設備時可能之情況。
運輸與處理	說明移除設施、電纜或管道之運輸與處理方案，以及任何必須獲得之批准。
潛在影響	描述可能影響除役計畫之狀況。
生態調查	場址附近之生物調查結果及海洋哺乳類動物的最新觀察結果。
環境保護	描述除役計畫中採取保護遺跡與敏感性生物之減緩措施。
廢棄物處置	說明海洋垃圾與雜物之處置方案。
海洋生態調查	是否使用潛水員以確保海洋生態情況之聲明。

(3) 依英國「Decommissioning of offshore renewable energy installations under the Energy Act 2004: Guidance notes for industry」之附件 C 說明更新之除役計畫應包含項目如下表 10 所示。

表 10、英國商業能源暨產業策略部提出之除役計畫架構

項目	項目說明	
專案介紹	專案簡介，應敘明除役計畫之申請及專案所有權狀態。	
執行摘要	除役計畫之摘要。	
背景資訊	<p>提供相關背景資訊，且檢附圖表，包含：</p> <ul style="list-style-type: none"> • 設施除役後的安排。 • 所採用的產業指南。 • 任何其他毗連設施之考量（如電信電纜、管道與平台）。 • 與除役計畫有關的天氣、海況、洋流、海床狀況與水深等條件。 • 與場址之漁業活動、運輸與其他相關活動。 • 可能受除役計畫影響的特殊保護區和/或特殊保護區之名稱與位置。 • 其他與除役計畫草案之相關資訊。 	
除役項目說明	<p>應提供除役項目之完整描述，且檢附圖表，包含：</p> <p>(a) 再生能源設備</p> <ul style="list-style-type: none"> • 轉子機艙總成、支撐結構、塔架、錨塊、風力機與輔助設備。 • 離岸變電站。 • 氣象塔。 • 用於沖刷保護的材料，包含岩石、灌漿袋或沙袋。 <p>(b) 相關線路</p> <ul style="list-style-type: none"> • 電線/電纜，包含風力間的電纜、變電站間電纜與出口電纜。 	
除役措施描述	<p>應描述為使設施除役而建議採取之措施，詳細程度可能因時程有所增加；且除役措施應為明確可行。</p>	
	執行模式	<p>基於考量實現規模經濟，應說明除役活動為分階段或整合執行之潛在可行性，如在特定地理區域或專業類型的工作。</p>
	清除方法	<ul style="list-style-type: none"> • 最佳環境實踐方案：須選擇對於環境污染造成最低影響之最佳技術與管理模式 • 水面與水下之航行安全 • 健康與安全之考量
	廢棄物管理方案	<ul style="list-style-type: none"> • 將被再利用、回收、焚化或加以處置的部分 • （若有）可能在海上重複使用的材料
	留置原地項目詳細資訊	<p>若提議不移除或部分移除，則除役計畫必須通過評估與說明不移除或部分移除係為最佳選擇的理由。</p>
留置物崩解、移動與穩固之預測	<ul style="list-style-type: none"> • 對於資產壽命較長之項目可能無法預測未來的環境敏感性、技術進步與成本；然而，營運商應盡最大努力在必要時加入預防性的假設。 • 除役計畫應設定為完全清除，且不應低於國際海事組織於 1989 年（或以後）制定之標準。若提出移除會對人員或海洋環境造成無法接受之風險、技術上不可行或涉及極高成本者，可視為不完全移除之例外情況。 • 除役前應將例外情況納入考慮，且例外情況需透過第三方驗證。 	

項目	項目說明	
		<ul style="list-style-type: none"> 除役後之監測、維護與管理方式。
	環境影響評估	<ul style="list-style-type: none"> 列出完全清除或因採取某些緩解措施而產生之環境影響。 須於除役前進行水下探勘，以提供對於基礎、環境情況與其他安全考量之評估，以利做為清理方案與資產管理與重新供電之依據，並酌情採納第三方驗證以同意除役方案。 環境評估應與除役作業之規模與對環境的潛在風險成正比，最終的除役計畫需確保遵守相關法律，並考慮最佳實踐、技術能力與成本；對於長期項目（如資產壽命大於 15 年），建議至少於預定退役日期前三年開始最終的環境評估。
	相關諮詢	應描述除役措施所採用之諮詢過程、提供有關諮詢摘要，且陳述被諮詢方之意見，信件應做為附件，檢附於除役計畫中。
	成本	<p>總體成本估算、估計依，包含主要與次要部分，且應說明成本核算及評估準確性之方式（如第三方驗證或內稽）；成本估算包含：</p> <ul style="list-style-type: none"> 拆除設備 廢棄物管理；不可於海上處置廢棄物，且須依相關法律管理危險廢棄物 除役前或後之調查 未完全刪除之設備而產生之監測、維護與管理 應急預算(如以應對惡劣天氣和/或基礎設腐蝕所產生之額外費用，須由第三方計算) 船舶及起重設備，可依當時可用設備估算成本（不可預設由新技術或其他節省方案而估算） 由報廢獲得收入可降低除役成本，然設備報廢屬內部事項，且價格具波動性，故不得自總成本中抵消
	財務擔保	財務擔保係在確保具足夠資金以滿足其相應之除役義務，資金可透過融資、基金、信託或證券的方式呈現，應遵循增值稅與通貨膨脹。
	時程表	除役時程細節，包含各階段預計開始與完成日期，設備生命週期之細節，應盡可能列出確定除役的時程表。
	管理與驗證	應提供除役程序管理資訊及獲採納之認證報告；除役報告應於除役完成後四個月內提交。
	海床清理	確認除役完成後，海床清理完畢的說明。
	場址恢復	應描述如何盡可能將場址恢復於設備安裝前之狀態。
	除役後之測、維護與管理	若場址有留置物，應描述除役後之監測、維護與管理方式，且應報告監測、維護與管理的結果。
	支持性研究	若有研究合作，應於除役計畫內說明。

4.3 報告繳交

離岸風力發電業者應於完成延役或除役後，向主管機關呈報完成報告，且報告應依本指引「4.2 計畫更新與許可」規定。

【解說】

1. 本項所述主管機關為經濟部能源局；待能源局確定相關法規後將更新遞交程序。
2. 延役報告或除役報告內容，除應參照本指引「4.2 計畫更新與許可」之延役計畫內容，其他應檢附之內容待能源局確定細節後更新。
3. 除役報告內容可參考國際法規與經驗如下：
 - (1) 依丹麥已除役之 Vindeby 離岸示範風場經驗，除役報告應包含下列要項：
 - 除役技術之可行性說明（含預定合作之廠商、預定使用之船舶、設備或方法）。
 - 除役時程表。
 - 足夠支應除役期間之財務保證。
 - 於除役工作完成後，尚需持續監測環境數據(如植物、動物或沉積物相關之監測)。
 - (2) 依英國「Decommissioning of offshore renewable energy installations under the Energy Act 2004: Guidance notes for industry」第 5.9.2 節說明除役報告應至少包含如下表 11 之資訊。

表 11、英國除役報告資訊

資訊	說明
設施已被移除之證明	如移除水下基礎之照片或海床勘測影像。
依批准之除役計畫進而執行除役之獨立認證	於除役過程中有變更計畫者，認證報告內亦須陳述變更理由。
側掃聲納	視情況執行，此項係為識別與回收海床上的任何碎片，避免對航行造成威脅或污染海洋環境，應具備建置區域與施工前後之環境比較說明。
除役成本分析	使主管機關瞭解實際與預計之除役成本差異，以利更加掌握任何新的除役計畫。
設施留置原地者	須提出使用隔離、掩埋或以其他與除役計畫相符之方式處理的證明。

- (3) 依德國「Minimum requirements concerning the constructive design of offshore structures within the Exclusive Economic Zone (EEZ)」第 2.6.5 節說明最終竣工報告必須記錄除役作業的最終狀態，並應提供相關數據資料，以利一旦該裝置使用壽命結束時，即可立即將相應數據更新於海圖。