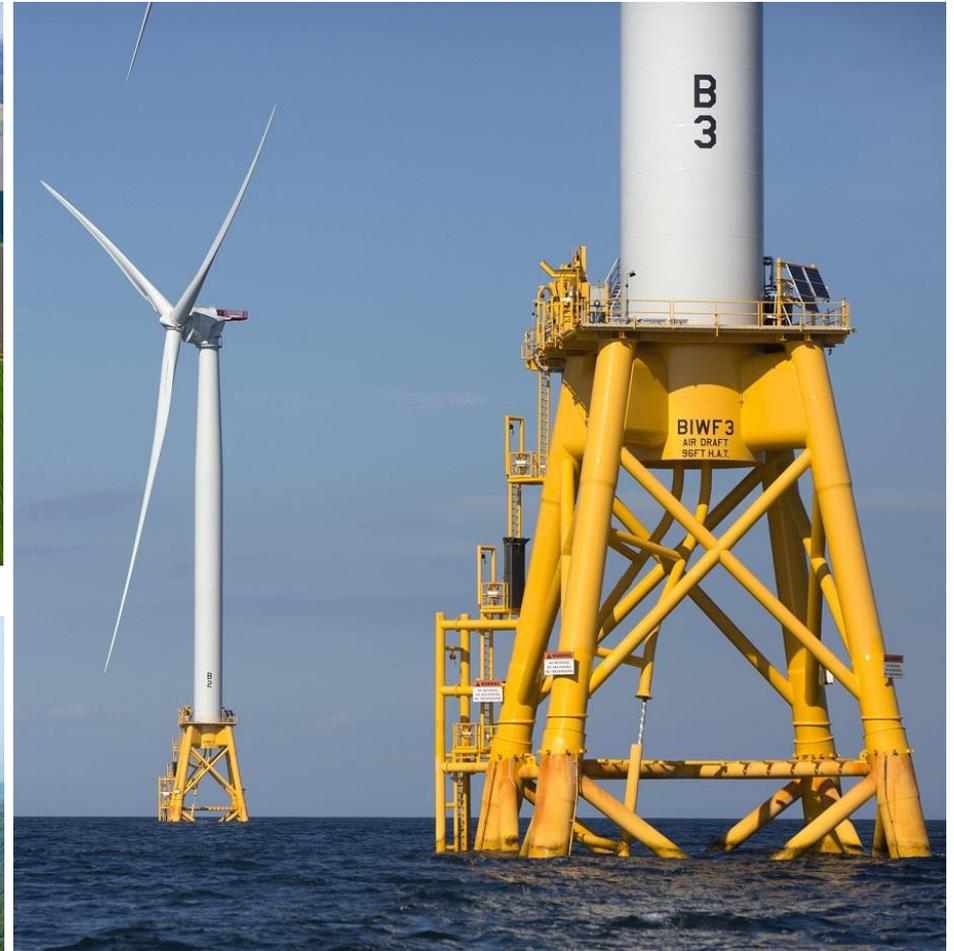


3Km_20Km 『離岸風力』與『陸地風力』發電系統的【無線資訊高速公路】傳輸系統 搭配軍規級 PTP Mesh Loops 無線多迴路、多路徑、多備援、自動修復連線機制

1. 『3Km_20Km』離岸風力』與『陸地風力』發電系統架設環境圖示



圖片資料來源: <https://www.technice.com.tw/technology/energy/29576/>



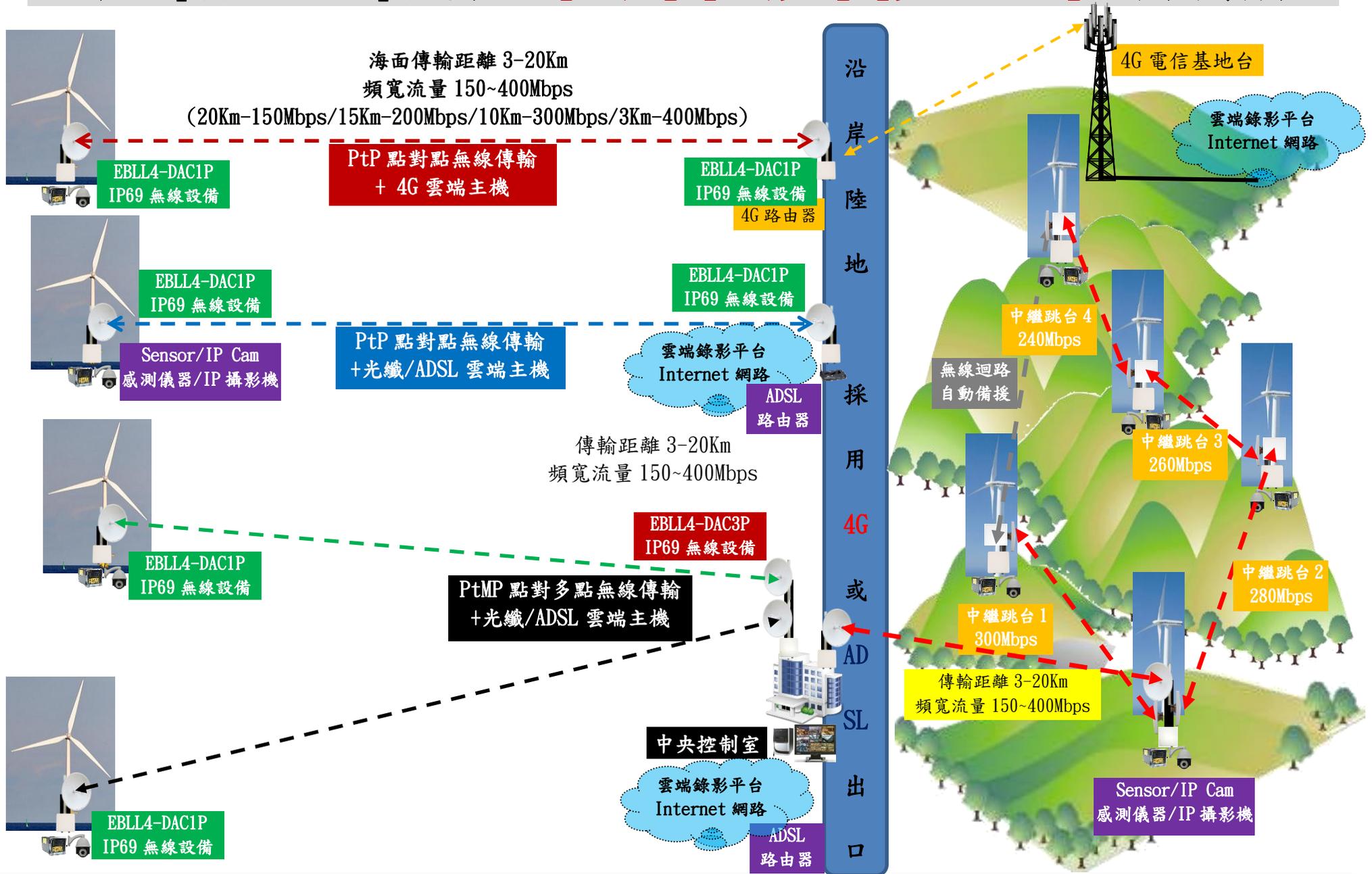
圖片資料來源: <https://www.windtaiwan.com/ArticleView.aspx?ID=ART01050>

原始圖片來源: 美聯社

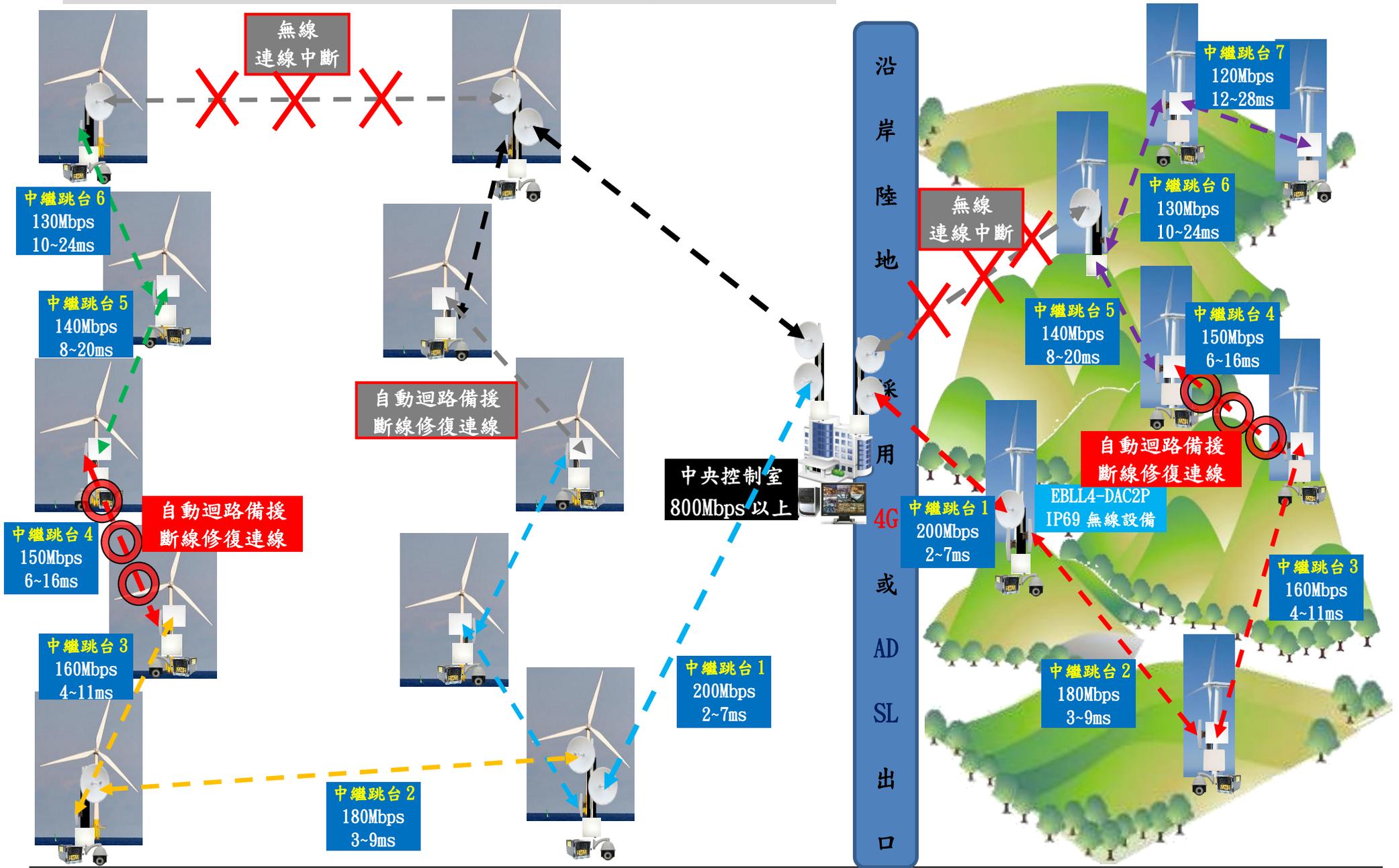


圖片資料來源: http://www.yn.xinhua.org/20230711/90ce000ac85428d8263520afbcd1dfe/2023071190ce000ac85428d8263520afbcd1dfe_2023071137afa73ca0aa4c4799f0ac66c330cc91.jpg

2. 『離岸風力』與『陸地風力』發電系統之【點對點】、【點對多點】、【多點中繼跳台】無線骨幹傳輸系統：



4. 『多重迴路自動備援修復連線機制』斷線修復傳輸運作圖解：



5. 軍規級 PTP Mesh Loops 無線多迴路、多路徑、多備援、自動修復連線機制解說：

<< 迴路自動備援修復連線傳輸技術說明 >>

- **規劃設計：**先確認無線傳輸系統中，那些設備連線需要扮演『迴路自動備援修復連線傳輸機制』的設備。
- **架設無線傳輸設備：**讓兩端的無線設備『互相連線形成環狀迴路 Loops』，然後無線傳輸系統的『軟體會自動斷開迴路連線』，進入隨時偵測傳輸斷線修復狀態(可同時支援有線網路-含光纖網路與無線迴路備援修復功能)。
- **手動調整指定迴路備援修復優先路徑：**透過設定 Cost 路徑參數大小，達到指定備援修復連線傳輸路徑與優先順序。
- **自動修復連線：**當整個無線傳輸系統有任何一段連線中斷，偵測傳輸斷線備援的設備就會自動恢復連線，達到修復傳輸連線的效果；維持風力發電相關偵測與擷取紀錄的數據資料，持續不間斷的傳輸到後端資料庫或維持遠端遙控機制運行。
- **修復傳輸連線的時間：**約 10~120 秒左右自動修復完成連線。減低對收集資料的丟失時間與數據量。
- **多重迴路備援的斷線與修復連線機制：**由無線設備內建的核心軟體，自動偵測與評估計算及決定中斷/修復，哪幾個迴路傳輸連線；特別適合與光纖有線網路的備援傳輸修復使用。

6. 多點中繼跳台無線傳輸技術架構與專利傳輸優勢技術及應用方式解說：

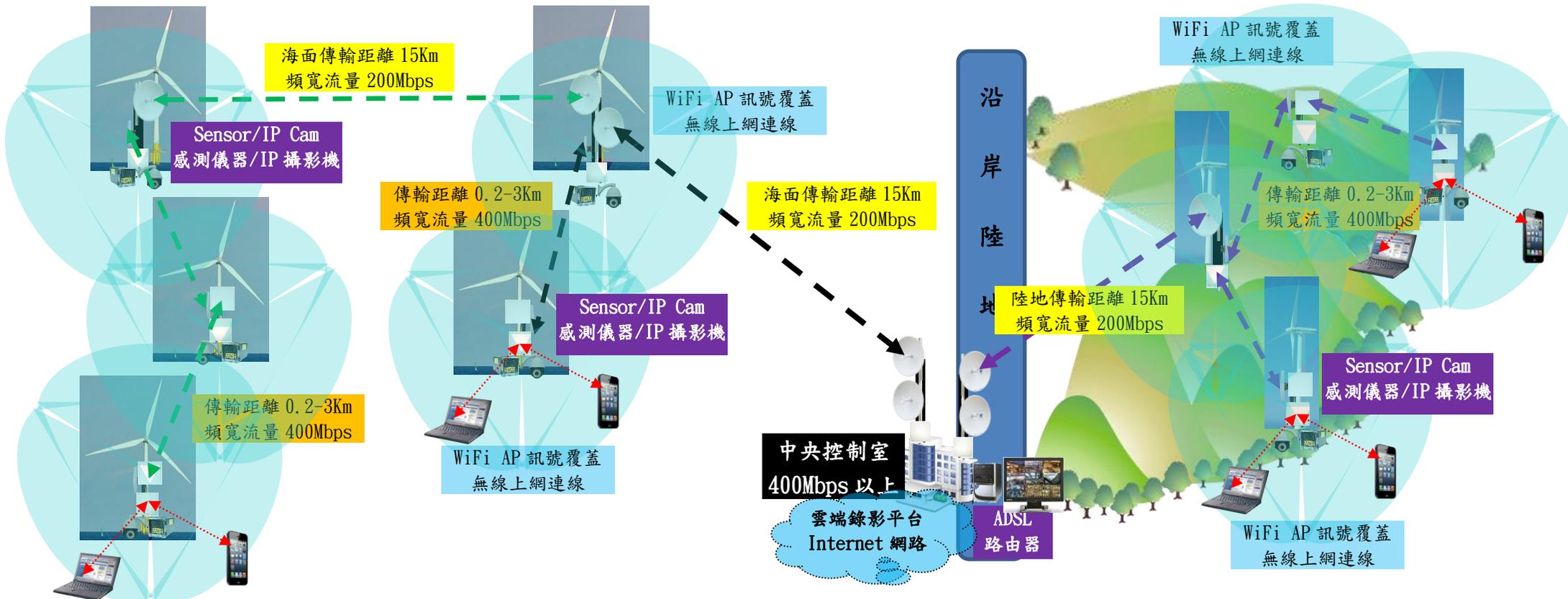
<< 多點中繼跳台無線傳輸技術解說 >>

- **多點中繼跳台技術，最多可支援幾次跳台：**中繼跳台轉傳技術，已研發至第 4 代，理論上可支援 250 次跳台，曾經測試過 30 跳，實務營運案例使用超過 14 跳，除非具備多重迴路備援，否則建議控制在 15 次跳台以內為佳!!
- **每次中繼跳台會減損頻寬流量：**中繼跳台前 3-4 跳，每次跳台減少頻寬流量約 8-20Mbps，第 4 跳後約每次降低 5~10Mbps，第 10 跳以後，頻寬流量就不再減少（或每跳僅減少 2~5Mbps）。
- **封包傳送低延時(Low Latency)：**中繼跳台前 3 跳，每次跳台增加 1~2ms 的延時，第 4 跳後會每跳再增加 1~2ms (3~4ms)，第 10 跳以後，每跳再增加 1~2ms(5~6ms)的延時，因此，第 10 跳約 30ms，第 15 跳約 60ms。
- **多點中繼跳台支援傳輸距離：**每一段的無線中繼跳台傳輸，都是獨立定義傳輸距離；理論上可傳輸約 0.1-20Km，但實務上建議約 3km 以內為佳，除非是岸際與第一支風車的遠距離傳輸需求，但還是盡可能控制在 15Km 以內為佳。
- **點對多點中繼跳台：**未來考慮提供 PTMP MESH 的新技術應用，提升網狀網路 MESH 的多路徑連線備援的機制!!

7. 『離岸風力』與『陸地風力』發電系統的【無線資訊高速公路】分階段導入應用解說：

■ 第一階段【風車基座施工期間】：『無線上網連線訊號覆蓋』+『施工即時監控』+『即時偵測數據傳輸』

>>架設臨時無線傳輸骨幹：透過中繼跳台架設方式，隨工程進度延伸無線中繼跳台次數與傳輸距離及增設應用系統。

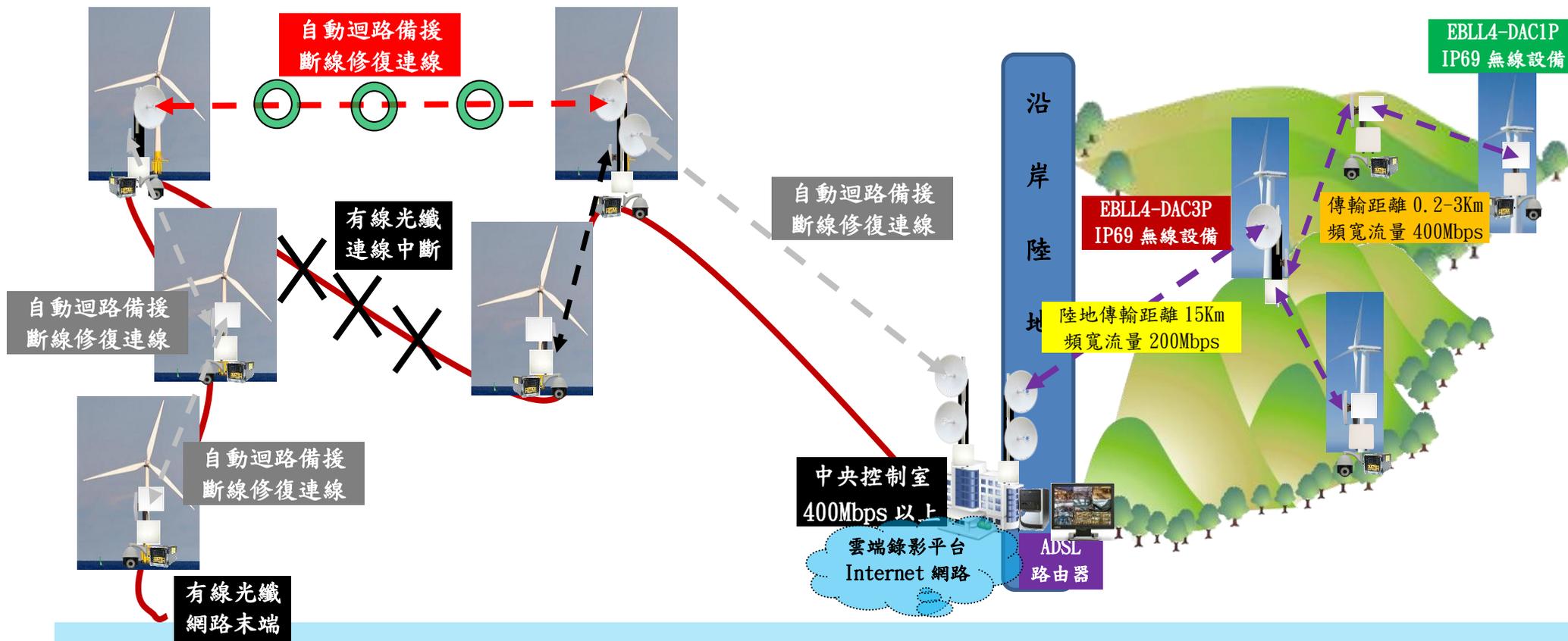


<< 隨工程進度延伸無線中繼跳台次數與傳輸距離及增設應用系統 >>

- 規劃設計：初期規劃時，盡可能預留可擴充的無線產品型號，如此可因應未來系統的延伸與特殊技術的增設應用。
- 施作期間：依據實際應用需求，將錄影監控回傳、上網連線各種服務、偵測儀器數據收集傳輸、遠端遙控管理控制…等。
- 堆疊後端網路管理系統：隨著各種系統的通訊與資料數據傳輸需求導入，基於機密管制與安全控制與網路管理，需堆疊更多無線傳輸與系統的魯路資訊安全管理。

■ 第二階段【有線光纖網路施工期間】：除第一階段應用外 + 『有線光纖與無線傳輸』備援傳輸測試驗證

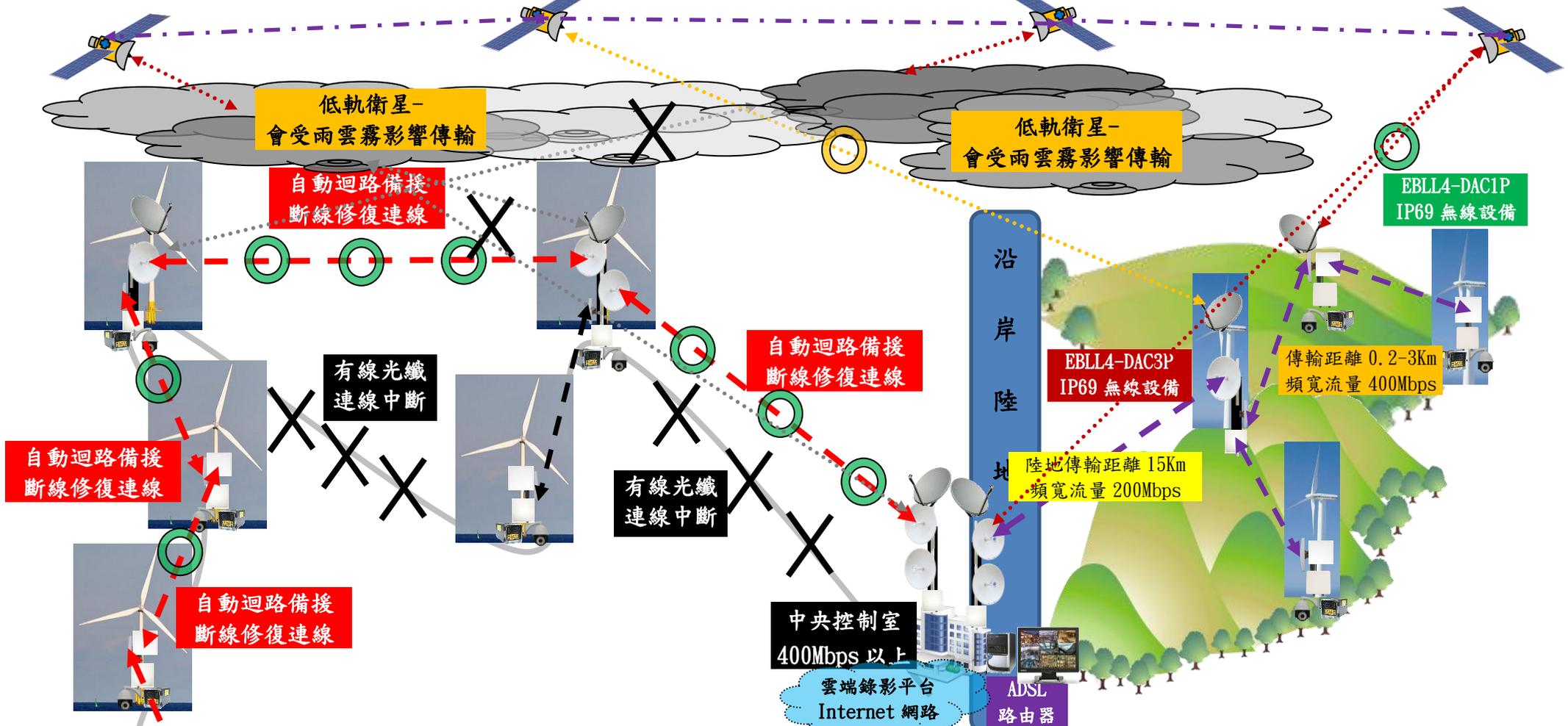
>>有線光纖網路施工測驗：維持【無線資訊高速公路】運作，執行『有線光纖網路與無線傳輸網路』備援傳輸測試驗證。



<< 執行『有線光纖網路與無線傳輸網路』備援傳輸測試驗證 >>

- 有線光纖網路施工期間：維持【無線資訊高速公路】運作，持續提供錄影監控回傳、上網連線各種服務、偵測儀器數據收集傳輸、遠端遙控管理控制…等各種網路服務正常運作。
- 測試驗證有線網路與無線網路的備援傳輸機制：每個無線網路傳輸與有線光纖網路，會形成『多重迴路備援機制』，每一段形成的迴路，各自獨立偵測，並自動執行斷線或修復連線的運作機制，達到維持正常鏈路傳輸營運。
- 無線多點中繼跳台系統，可彈性延伸擴充：隨著風力發電的架設數量增加與光纖有線網路的陸續鋪設，無線傳輸網路很輕鬆的延伸增加與擴充網路架構，達到風車業主的系統為運需求。

■ 第三階段【完工後扮演自動備援修復機制】：執行『有線光纖傳輸備援』+『低軌衛星惡劣天候輔助傳輸』



《 室外無線傳輸系統的下雨衰減與雲霧衰減訊號…等問題說明 》

WiFi 無線使用 2.4GHz & 5GHz 頻率進行空間傳輸，確實會受到空氣濕度、空氣雜質、下雨、雲霧、沙塵暴…等影響，但實際影響輕重狀況差異很大，除沙塵暴外，通常影響訊號強度約 2~8dB 左右，大部分下雨天的無線訊號衰減都在 2-3dB，即使 200mm/h 超大豪雨，影響也在 8dB 以內，對無線傳輸的訊號強度與穩定度及頻寬流量，約降階 1~3 階，在無線系統架設初期的設計預留訊號值緩衝預留範圍內，影響有限，**所以 WiFi 無線傳輸適合用於海上風力發電系統使用。**

8. 『離岸風力』與『陸地風力』發電系統，採用 PTP Mesh 無線傳輸技術的優點

優點 1: 架設成本與維運成本低廉

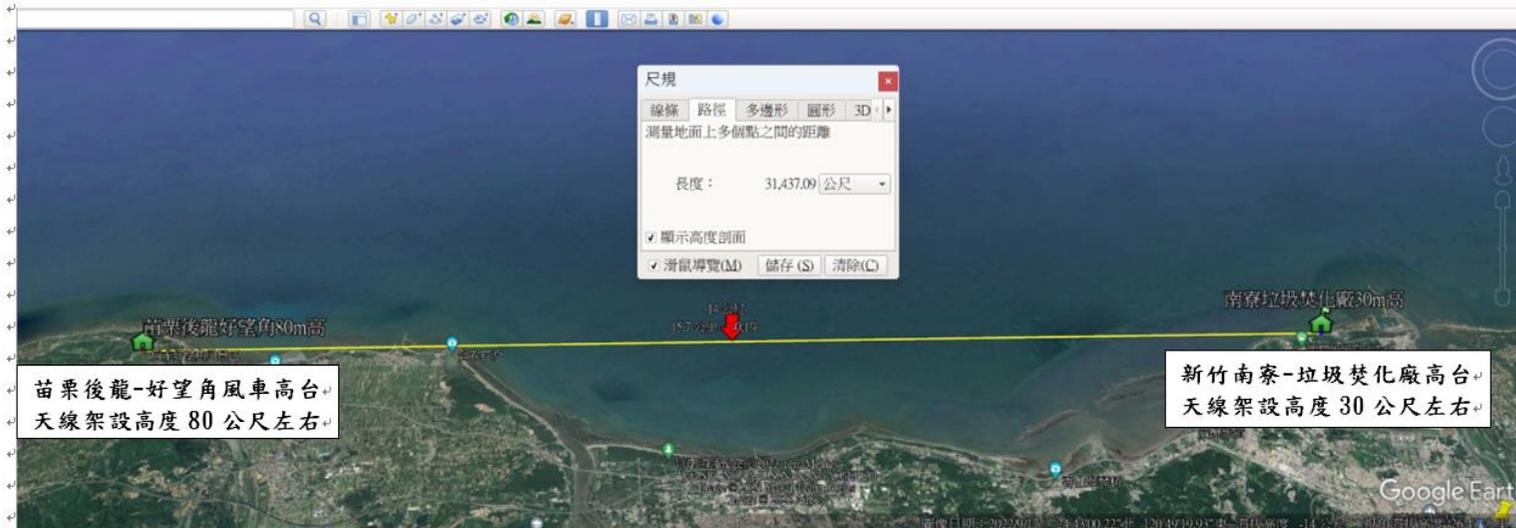
PTP Mesh 室外無線傳輸設備，搭配對應的室外專用天線，即使是 EBL4-DAC3P 最高階產品，整組室外無線傳輸系統，投入成本都在 10~15 萬台幣以內(不包含特殊施工與特殊維運保固)，一整個 100 支風力發電區域的系統，投資只需 1500 萬以內，既可建構【無線資訊高速公路】備援傳輸系統，性價比甚高!!

因為室外無線設備的機構與配件，皆有特別定義符合海上日照高溫、高風壓、高腐蝕、高風浪衝擊環境的專屬搭配物件，因此可以將故障風險因子減到最低；依據『新竹科學園區』的室外無線傳輸系統的近 5 年故障率統計，年故障率可壓低到 1% 以內；因此相對維運成本也會非常低廉。

優點 2: 兩台室外無線設備，輕鬆建構一條【15Km 無線資訊高速公路】

近期有進行 32Km 與 10Km 的無線遠距離傳輸驗證測試(可參考附件)，岸際傳送到風機基座的距離，若控制在 15Km 左右，架設高度在 15 公尺以上，就可利用少少的兩台室外無線傳輸設備，輕鬆建構一條 15 公里長 200-350Mbps 頻寬的無線傳輸系統，相當於建構完成一條【15Km 無線資訊高速公路】。

1. 測試距離：兩點直線距離 31.43 公里



2. 兩點直線剖面圖: 苗栗雙峰慈惠宮(488m) <<-- 10Km -->> 苗栗五台山淨雲寺(124m)



>> 測試 3 分鐘頻寬流量的數據: 391Mbps

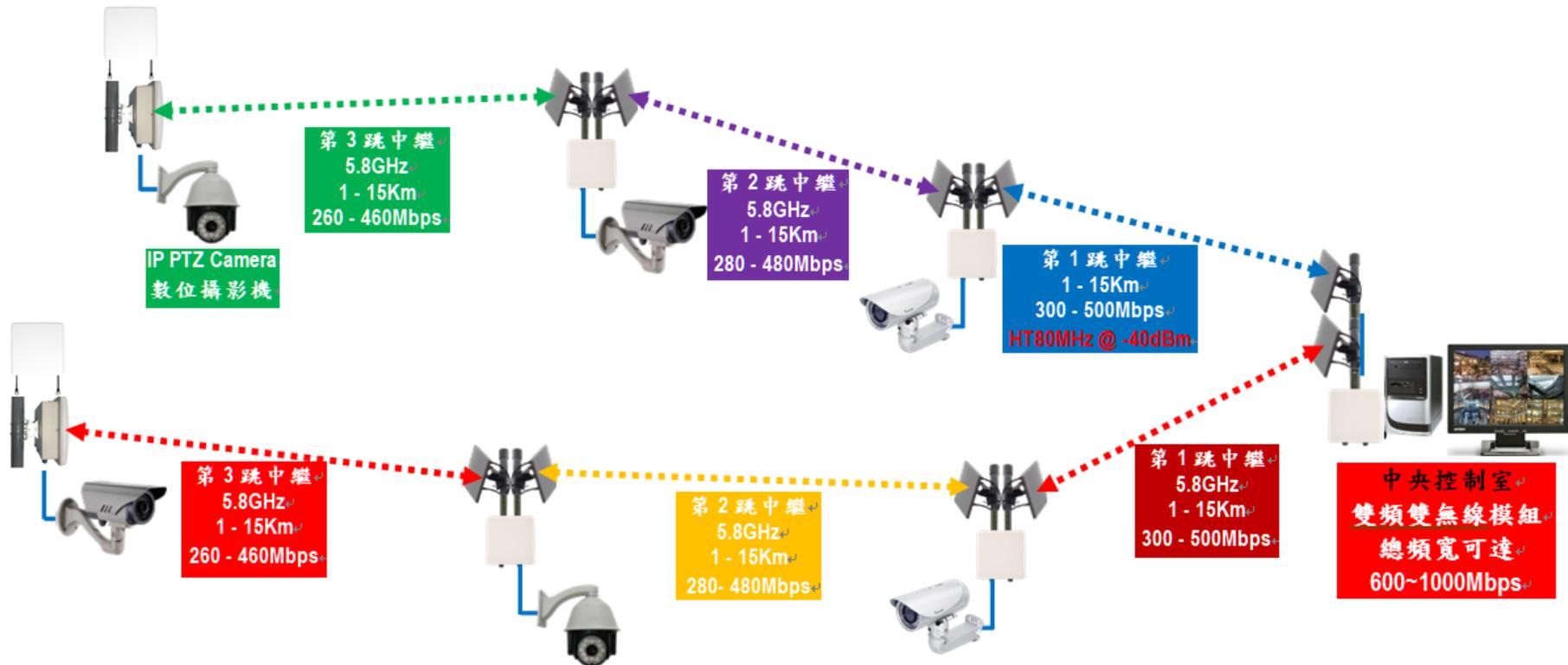


優點 3: 兩台室外無線設備，輕鬆建構一條【15Km 350Mbps 無線資訊高速公路傳輸頻寬】

近期進行的 32Km 與 10Km 的無線遠距離傳輸頻寬流量驗證測試(可參考附件)，岸際傳送到風機基座的距離，若控制在 15Km 左右，可輕鬆建構一條 15 公里長的 200-350Mbps 的無線資訊高速公路傳輸頻寬；多建構幾條點對點無線傳輸骨幹，就可形成【無線資訊高速公路網狀多網路系統】，應用於風力發電系統的錄影監控回傳、上網連線各種服務、偵測儀器數據收集傳輸、遠端遙控管理控制風機…等各式應用。

優點 4: 建構【串接 250 支海陸發電風機】的無線資訊高速公路傳輸系統，採用『多點中繼跳台技術』實現

因應發電風車群的密集架設方式，軍規級 PTP Mesh 的無線傳輸設備，具備獨特的『多點中繼跳台無線骨幹傳輸技術』，特別適合海陸風力發電風車的架設後，資料串接傳輸的需求；理論可以多點中繼跳台 250 次，實務上，透過多個無線模組、多台無線設備背靠背架設、多個無線 Group ID 群組區隔、多個 PTP Mesh 迴路多重備援機制…等技術，輕鬆解決海陸風力發電數百風車的資料流串接傳輸。



優點 5: 軍規級【隱形化無線系統、陣列加密保護、抗干擾、優化頻率更穩定】，適合海陸風力發電環境的營運

專業設計獨特的無線連線溝通模式，避開一般 WiFi 無線的連線要求干擾，進一步隱形化無線傳輸系統，完全排除被無線駭客攻擊的可能性；『軟體開發底層陣列加密』+『核心運作的獨特加密』+『一般無線的 WPA2-AES』三層加密模式，安全保護無線系統運作與無線資料傳輸的安全加密保護。

PTP Mesh 獨特的無線頻率自訂方式與主頻指定及 4920~6100MHz 的括頻使用方式，具備獨特抗干擾優勢與優化無線頻率使用及更多頻率可供架設規劃時使用，讓海陸發電風機的無線傳輸更穩定、更不受干擾、更多頻率擴大架設使用。

優點 6: 採用 5.8 / 2.4GHz 雙頻無線設計，解決【海上大雨訊號衰減、海上氣流、氣壓、密度變化的干擾】

大雨會影響無線傳輸嗎？答案是會的！！但是，請聽完下一段話：不同無線頻率，只會影響 2~5dB 左右。所以在 15Km 的無線傳輸距離，致災級的 100mm/hr 時雨量，5.8GHz 理論影響約 5dB，實務案例約影響 2dB 左右，完全不影響無線傳輸穩定度與頻寬流量；在海上或高山環境，既使面對更大的 200mm/hr 時雨量，理論雖然是影響 11dB 左右，實務案例經驗約直接影響 5Db 左右，同樣的，對無線傳輸穩定度與頻寬流量影響，只有下降約 10~20Mbps 與 Ping 回應時間增加約 2~3ms。

相對於低軌衛星通訊無線或其他低頻長波無線，5.8 / 2.4GHz 無線頻率傳輸，更適合海陸發電風機的無線傳輸使用。

WiFi 電波大雨衰減(Rain Attenuation)估算 單位：dB。

PtP		2.4GHz Frequency			2.4GHz Frequency			5GHz Frequency			5GHz Frequency		
Rainfall Rate		100mm/hr			200mm/hr			100mm/hr			200mm/hr		
Km	EPD Km	2.4GHz	2.45GHz	2.485GHz	2.4GHz	2.45GHz	2.485GHz	5.25GHz	5.50GHz	5.85GHz	5.25GHz	5.50GHz	5.85GHz
13	6.21	0.61	0.64	0.66	1.43	1.5	1.56	3.98	4.44	5.12	9.24	10.29	11.86
14	6.55	0.64	0.67	0.7	1.51	1.59	1.64	4.2	4.68	5.4	9.75	10.85	12.51
15	6.88	0.67	0.7	0.73	1.58	1.66	1.72	4.4	4.91	5.67	10.23	11.39	13.13
16	7.19	0.7	0.74	0.76	1.65	1.74	1.8	4.6	5.13	5.92	10.69	11.9	13.72
17	7.48	0.73	0.77	0.79	1.72	1.81	1.87	4.79	5.34	6.17	11.13	12.39	14.28

Copyright — Jacky Cheng +886 933 168849 / jmj10101@gmail.com

優點 6: 提供【PTP Mesh 與 STA/AP】兩種無線連線中斷備援修復功能

無線傳輸營運時，常常被誤解為容易受干擾，容易發生斷線，容易運作故障!! 以實戰 18 年無線傳輸各種營運經歷，專業戶外無線傳輸系統，在新竹科學園區已運作 10 年有餘，總統府或花蓮港或中部科學園區或海上鑽油平台…等，已實實在在運作 5~10 年；傳輸穩定、故障率低、維運成本低、每年陸續擴充無線設備，陸續完備營運系統，無線實在是大大被誤解!!

面對無線傳輸的斷線疑慮，加上多點中繼跳台的中斷某段連線的風險考量，因此特別提出【PTP Mesh 與 STA/AP】兩種無線連線中斷備援修復功能，透過多重迴路群組的斷線備援機制，可輕鬆解決海上與陸上風力發電系統的錄影監控回傳、上網連線各種服務、偵測儀器數據收集傳輸、遠端遙控管理控制風機…等各式傳輸應用需求不中斷運作。

值得提醒，長期以來，客戶都是將 PTP Mesh 的 Loop 迴路備援修復連線功能，作為搭配光纖網路的備援傳輸解決方案，不管是總公司與生產廠區 10km 的光纖備援，或是總統府廣場前的國安錄影監控光纖傳輸備援，8 年實戰的營運驗證，更值得海上與陸上風力發電系統業主的採用。

優點 7: 具備【容易施工與便利擴充機制】，解決海陸發電風機的持續擴充特性

架到哪，無線延伸到哪，傳輸服務提供到哪?

無線不需拉長線，不需考慮路權，不需爬山佈設，不須入海抗海潮，更不怕架設成本高與維運不容易…等問題，實在是海上與陸上風力發電系統的最佳傳輸方案選擇。

岸際到風場區的距離，20Km 以內都不算無線傳輸太高的技術門檻，風場區內的風車群，間距都在 1Km 以內為主，只要 3Km 距離內，無線傳輸都可達到 350Mbps 以上的傳輸頻寬，輕鬆形成【無線資訊高速公路網狀多網路系統】。

在 15km*15km 風場範圍之內，無線傳輸點，隨風機增設數量同步擴充，很輕易的延伸【無線資訊高速公路系統】。相似的架設施工環境與相似的架設傳輸架構，更容易施工與更容易維運，因此呼應本文優點 1 的特性。

總結

建議海上與陸上風力發電系統的業主或機電廠商或施工廠商或維運廠商，想想甚麼傳輸技術可以扮演，『施工前期、中期、維運期』，都可扮演有效且實際的資料傳輸收集與遠端監控管理及控制風機及維運備援光纖網路角色的技術系統?

因此，歡迎海上與陸上風力發電系統的產業人士，來信或來電洽詢無線傳輸技術與安排無線傳輸測試驗證!!

■ IP69 軍規級 PTP Mesh 無線傳輸設備與室外專用天線介紹

No	設備照片	設備型號	特別適用風場	主要規格	系統運用	特點說明
1	 <p>※室外軍規級無線傳輸設備</p>	EBLL4-DAC3P-XXXX	<p>※20KM/200Mbps 大頻寬 適合光纖網路備援傳輸 ※多點中繼跳台功能 適用風場多風機串接 ※多重迴路備援修復 適合多風機備援傳輸</p>	<p>※3 個無線射頻模組架構 ※支援 2.4 與 5.8GHz 雙頻率 ※每秒處理 1 萬筆數據資料 ※支援 1.2Gbps 總頻寬流量 ※20/40/80MHz 頻道寬度 ※IP69 耐高溫高壓抗腐蝕</p>	<p>※WiFi AP ※WiFi STA (客戶端) ※PTP Mesh ※特殊功能</p>	<p>※20Km 遠距離 ※1Gbps 大頻寬 ※軍規抗干擾 ※耐嚴酷環境 ※多重迴路備援</p>
2	 <p>※室外遠距離傳輸碟型天線</p>	IOP-DANFO-5M3000606	<p>※適合從岸際傳到海上 第一支遠距離風機傳輸 ※適合海上最後一支風機到岸際遠距離傳輸，形成多重迴路備援運作</p>	<p>※使用頻率：5150 - 5850MHz ※訊號增益值：30 dBi ※級化方向：90° / 180° ※垂直/水平角度：6° / 6° ※尺寸/重量：Φ 60cm/6.1Kg ※可承受風壓：241km/hr</p>	<p>※點對點距離超過 5Km 以上使用 ※最遠不要超過 35Km 以上使用</p>	<p>※碟型低風阻 ※6.15Kg 重量輕 ※2x2 MIMO 天線 ※30dBi 增益高 ※20Km @ -55dBm</p>
3	 <p>※室外中距離傳輸板狀指向天線</p>	IOP-PANFO-5M2001213 MBAP-PANFO-5M2001213 (一體機)	<p>※適合風場區內的各個風車，進行 3Km 距離內的多點中繼跳台無線串接傳輸使用。</p>	<p>※使用頻率：4900 - 6100MHz ※訊號增益值：18-20 dBi ※級化方向：90° / 180° ※垂直/水平角度：12°/13° ※可承受風壓：250km/hr~ ※IP69 級一體機防高溫高壓</p>	<p>※點對點距離 3~5Km 以內使用</p>	<p>※頻偏優化天線 ※高低擴頻天線 ※2x2 MIMO 天線 ※VESA 固定架 ※抗 UV/耐腐蝕</p>
4	 <p>※室外 2.4GHz 板狀扇形 120° 天線</p>	IOP-SANFO-2M1207525 MBAP-SANFO-2M1207525 (一體機)	<p>※適合風場區內的各個風車基座附近，進行無線訊號覆蓋，提供各種偵測儀器的數據連線傳輸使用。</p>	<p>※使用頻率：2400 - 2500MHz ※訊號增益值：12 dBi ※級化方向：+45° / -45° ※垂直/水平角度：100°/35° ※可承受風壓：250km/hr~ ※IP69 級一體機防高溫高壓</p>	<p>※2.4GHz 扇形無線訊號覆蓋距離 600~1000 米</p>	<p>※頻偏優化天線 ※扇形大角度 ※2x2 MIMO 天線 ※VESA 固定架 ※抗 UV/耐腐蝕</p>

補充機制：增加海上太陽能 DC UPS 發電系統，解決無線傳輸系統斷電後，仍能維持 24 小時的正常運作!!

9. Solar DC UPS 太陽能不斷電穩壓與停電備援供電系統

■ 系統設備耗電定義

1. 星光級 360 度全景網路攝影機：7W/H
2. EBLL4-DAC3P 無線設備：9W/H
3. 室外 PoE 供電器：1W/H
4. 數據偵測設備：8W/H

整套系統的總耗電量：7W/H + 9W/H + 1W/H + 8W/H = 25W/H

■ Solar DC UPS 太陽能不斷電穩壓與停電備援供電系統

>>設計停電後備援 24 小時以上，未停電具穩壓與隨時保持飽電狀態!!

■ 設計停電備援 16 小時以上： $25W/H * 24H * 120\% = 720W$

■ 建議使用 IOP-USSS-1256-10B 717WH (56Ah @ 12.8V) = 4302VA (4.3KVA)

1. 產品類型：太陽能室外大功率穩壓型
2. IP66 防水等級 / IP68 防水束線頭 / 鋁製外殼或鐵製烤漆外殼
3. 支援電池類型：洩壓式防爆磷酸鐵鋰電池 (C-LiFePO4 Lithium Batteries)
4. 內建電池電力容量：717WH (56Ah @ 12.8V) = 4302VA (4.3KVA)
5. 可外接負載電壓/電流：DC 11.7 ~ 14.2V +-3% 6A Max
6. 電池充電電壓：14.4V +- 3%
7. 使用溫度：- 35°C ~ + 75°C
8. 充放電循環壽命：2000 次以上(約 6 年以上)
9. 保固期：整機機構與配件保固 3 年；電池保固 2 年~

