

## 中華電信因應氣候變遷之短中長期調適計畫

有鑑於中華電信的通信設備與設施遍佈全台，而氣候變遷對我們的影響將會越來越顯著，為避免通信設備與設施遭受長期性氣候事件的影響，從 2020 年開始，中華電信依據 TCFD 指引擬定短中長期的氣候變遷調適計畫，分別為短期 1-3 年；中期 3-8 年；長期 8 年以上，其調適計畫 100% 覆蓋全台現有和新建之營運據點與通信設備。

調適計畫	2023 年執行成果/進度
<b>(1) 電信機房電信設備及建築物設施防汛、防災之行動計畫</b>	
<b>短期調適計畫(1-3 年)</b>	
<p>持續對氣候災害（包括旱災、海嘯、淹水、風災、坡地災害及雷擊等）進行監控與分析，同時強化電信機房電信設備及建築物設施的減災、整備、應變、復原演練，完善標準作業流程。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 各電信設備機房管理單位針對天然災害防範，皆備有營運持續及緊急應變計畫，並依計畫執行訊務疏轉/備援復原演練。                             <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 辦理 6 處離島及 3 處公路傳輸網路暨行動通信抗災強韌性疏轉演練。</li> <li>■ 完成固網傳輸備援拖車建置並進行災害演練。</li> <li>■ 辦理台北 CIP 實兵演練及台中 CIP 兵棋推演等 2 場關鍵基礎設施防護演練。</li> <li>■ 通過 ISO27001/27011 第三方驗證。</li> </ul> </li> <li>● 各電信設備皆設置全天候監控機制，如發生突發性災害，可迅速掌握網路狀況，視災情規模準備救災搶修資源，並隨時注意災情發展。</li> <li>● 每年定期針對台北愛國園區行通大樓進行防洪防護演練，演練項目包括：汽車道、機車道、地下樓樓梯、地下室逃生口共 4 處，戶外 1 樓連通至地下樓層之出入口，設置防水閘門。</li> </ul>
<p>降低設施設備對電力依賴性，盤點營運過程可減緩溫室氣體排放項目，提升節能減碳效能(例如加速汰換電信機房老舊耗能設備、強化資訊平台推動全網路業務模式等)。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 經統計分析，2023 年節電效能最主要來自以下三大項：                             <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 固網機房節電 汰換老舊耗能設備、PSTN IP 化，其次包含汰換老舊空調設備、SMR 設備、NG SDH-UT 汰停、ERI 減載、ADSL DSLAM 汰換、V1 DSLAM 汰換、7342 GPON OLT、寬頻 AGG-E 整併等。全區各營運處 2023 年共節降 4,744 萬度。</li> <li>2. 行網機房(含基地台)節電 汰換老舊耗能設備、基地台採用 C-RAN 架構、基地台老舊耗能設備逐步汰換、基地台空調用電節降、2G 閘口交換機汰停、3G-F2 細胞關閉、4G 夜間休眠、優化拆台與大樓機房節約能源等。2023 年共節降 1,299 萬度。</li> <li>3. IDC 機房節電</li> </ol> </li> </ul>

調適計畫	2023 年執行成果/進度
	<p>採購高效率低耗能及可耐高溫資通訊設備，減少空調耗電。汰換之電力設備，使用高效率變壓器與 UPS、變頻空調設備(例如磁浮離心冰水主機、EC 風機、變頻器等)。</p>
<b>中期調適計畫(3-8 年)</b>	
<p>依據氣候災害監控與分析結果，考量潛在風險與營運影響等因素，強化電信機房電信設備及建築物設施的氣候韌性，包括防水與排水建設、建設多重備援路由等。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 持續完善營運持續計畫及緊急應變計畫，以及辦理偏鄉及離島備援及訊務疏轉演練。</li> <li>● 建構台馬三重網路備援架構(海纜、微波、衛星)，強化網路韌性，以降低海纜障礙對國安、民生及產業的衝擊。</li> <li>● 提升山區脆弱機房及東部偏遠地區網路抗災韌性，新設微波站及改善既有站台。</li> <li>● 建置移動式傳輸備援設備及固網複合式災害救援演練，提升緊急災害應變及救援效率。</li> <li>● 完成花蓮光復、花蓮玉里、花蓮豐濱、台東成功、台東關山 OTN 建設，提供山線、海線雙路由解決花、東地區電路路徑過長僅有單路由之困境。</li> <li>● 完成台中福壽、南投埔里 OTN 建設，利用 OTN 網路提供山區脆弱地區雙路由強化電路可用度。</li> </ul>
<p>為降低電力依賴性，漸進集中電信機房用電設備使用場地、避開頂樓等易熱區塊、調整冷熱通道規劃、採購更高效率之節能標章設備，並設定內部電信機房由銅級(PUE 值 1.94)朝提升至銀級(PUE 值 1.43~1.67)目標；IDC 機房因受限可靠度與客戶 IT 用電使用率，PUE 值以 2030 年全區平均降至 1.5 為目標。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● IDC 機房首重機房可靠度，且 PUE 值受限於客戶進駐後 IT 用電率，2023 年汰停兩處老舊規模小機房，可提升整體 IDC 機房用電效率。</li> <li>● 參考氣候型態相近區域的 IDC 業者，精進 IDC 機房 PUE，全區 IDC 機房由 2020 年 1.67 逐年降低，中期目標為 2025 年降至 1.59，長期目標為 2030 年降至 1.50，2023 年目標為 1.63，實際值為 1.626。</li> <li>● 採用高效率及節能電力空調設備，並持續汰換老舊且性能不佳設備，以提升機房用電轉換效率降低 PUE 值。</li> </ul>
<p>考量氣候災害斷電風險，造成營運中斷，同時配合政府「藏電於民」策略，發展儲能技術與擴大儲能設施，並提高電信機房使用再生能源佔比，減低油電依賴，以因應未來間歇性停電風險，維持供電平衡。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 因應語音設備佈建於交接箱內，為了降低因氣候變遷可能發生間歇性停電所造成斷話之風險，強化通話韌性，開發交接箱電池備援技術。完成 13 座光化箱 48V-30Ah 之鋰鐵電池模組試用評估，能有效支援 288 埠語音設備 5 小時以上之備援，並優化交接箱電池室使用空間，提升備援電力壽年強化通話韌性。亦提出鋰電池熱失控機制及火災應變措施，提供救災參考。</li> <li>● 配合自建太陽光電政策，2023 年台北內一機房儲能系統建置工程(1MW)已決標，正積極建設中，預估</li> </ul>

調適計畫	2023 年執行成果/進度
	2024 年完工上線。
長期調適計畫(8 年以上)	
<p>整合國家及民間資源，結合電信專長技術，與產官學不同領域機關(構)合作，開發災害分析及預防技術，縮短氣候變遷災害預警周期及降低高風險衝擊。(例如地震細胞簡訊等)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在災害分析方面政府公部門推動氣候變遷科學研究計畫，例:政府科技部臺灣氣候變遷推估與資訊平台(<a href="http://tccip.ncdr.nat.gov.tw">http://tccip.ncdr.nat.gov.tw</a>)；未來可結合產官學機構合作，應用氣候變遷災害分析資訊，開發相關預防技術，降低氣候變遷災害風險衝擊。</li> </ul>
<b>(2)線路設施因應氣候變遷調適行動方案</b>	
<b>短期調適計畫(1-3 年)</b>	
<p>機房洞道設施：持續進行改善及檢查（如排水），並逐年透過汰舊換新設備，避免因設備老化衍生之災害。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 依據建築設備定期維護管理檢查表，定期(每季/每年)檢查行通大樓電氣/雜項設備/排水系統等設施，並依檢查情形，採滾動式管理，持續進行改善及檢查。</li> <li>● 依「中華電信公司局外網路設備維護績效評鑑要點」訂定「洞道現場自主檢查作業」，巡檢項目包含線路設施、防災及救災等 20 項作業及設備巡檢，以維持洞道內纜線安全，預防災害發生並確保搶救無虞。</li> <li>● 每季定期辦理自主巡查作業，於年度「期中查核」及「局外網路設備維護績效評鑑」辦理複查及績效評鑑。</li> <li>● 2023 年局外網路設備維護績效評鑑結果，全區洞道評鑑缺失共計 4 項 17 處，相關缺失已於 20 天內完成改善。</li> </ul>
<p>地面上電信設施：DJ 箱、配線箱、電信箱等持續建設光纖入屋(FTTH)，既有交接箱內之交換設備逐步撤出，避免因設備損壞導致網路障礙。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 全力辦理光纖(FTTH)涵蓋率建設，規劃於 2026 年完成光涵蓋率達 90%以上，2023 年度完成淨增 5.00%建設，達成光涵蓋率 86.39%。</li> <li>● 集縮整併交接箱內 V2 設備，2023 年執行計畫共減少 4,696 部設備，降低交接箱設備使用量，減少網路障礙發生率。</li> <li>● 配合用戶端進行 V 改 H 線路改接，減少交接箱設備使用量。</li> </ul>
<p>地下纜線設施：人、手孔及地下管道、纜線透過充氣軟體優化，可預先偵測可能有問題之區域，並做先期改善。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 持續優化充氣監控系統軟體，並逐年更新智慧型充氣機，2023 年度汰換 54 台並完成 19,267 處纜線監測告警之障礙排除，預估未來 2 年將逐步汰換 60 台，強化預先偵測障礙告警機制，以避免纜線障礙。</li> </ul>
<p>高架纜線設施：高架電桿、纜線等透過巡勘軟體優化，提升巡察有問</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2023 年已完成「線路設備巡勘之工作單自動化作業流程」功能，並於 7/15 完成 POC 驗證並上線供客網巡勘人員使用。</li> </ul>

調適計畫	2023 年執行成果/進度
題之纜線與電桿設備改善效率，避免障礙發生。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2024 年度預計再開發 GIS 軌跡巡勘軟體優化，將「跨越道路架空纜線資料」查報資料提報，提升電信設施安全性。</li> </ul>
<b>中期調適計畫(3-8 年)</b>	
機房洞道設施：透過網路技術更新減少銅纜使用，進行光化改接，並可就由技術更新減少交換局數量。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 藉由銅減設備 MSAN 及 OE1 MUX 大批改接，可大幅減少局端至交接箱銅幹纜使用量，亦可搭配資產活化標的，創造外部效益。 <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 第一類銅纜(中繼銅纜)：銅減 501 百對(達成率 97.85%)、銅退 43 條(達成率 93.48%)。</li> <li>■ 第二類銅纜(SVG 建設拆除虛擬局與母局間銅幹纜)：銅減 296 百對(達成率 100%)、銅退 11 條(達成率 100%)。</li> <li>■ 第三類銅纜(MSAN&amp;VOBB 改接拆收機房銅幹纜)：銅減 1,149 百對(達成率 86.72%)、銅退 31 條(達成率 59.62%)。</li> </ul> </li> <li>● 光進銅退 PoC 推動成效：7 個 PoC 局總計銅減 1,149 百對(達成率 84.80%)、銅退 31 條(達成率 59.62%)。</li> <li>● 光進銅退 PoC 工法精煉成果： <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 交接箱散熱模組研發與驗測：交接箱溫度可控制在 60°C 以下，搭配 PWM 風扇每箱可年降 162kgCO<sub>2</sub>e。</li> <li>■ 鋰鐵電池檢驗與測試成果：鋰鐵電池使用年限為鉛酸電池之 5 倍，且可備援之容量為鉛酸電池 1.3 倍，由於其自放電率低的特性，不僅節能減碳且更為環保。</li> </ul> </li> <li>● 持續辦理「機房減銅 POC 案」改接作業，預估 2025 年完成桃園機場機房整併作業，2023 年改接進度達 71.87%。</li> </ul>
地面上電信設施：DJ 箱、配線箱、電信箱等加速光纖化，將銅纜及交換設備逐步撤出交接箱。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 辦理光纖(FTTH)涵蓋率建設，規劃全區於 2026 年完成光涵蓋率達 90%以上，2023 年度完成淨增 5.00%建設，達成光涵蓋率 86.39%。</li> <li>● 集縮整併交接箱內 V2 設備，2023 年執行計畫共節電 222.3 萬度，並騰出交接箱空間再利用；8 年間於交換局端集縮整併，並配合用戶端持續改接光化。</li> </ul>
地下纜線設施：人、手孔及地下管道、纜線加速光纖化，減少銅纜使用數量。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 為激勵營運處積極拆收及標售老舊銅幹纜以挹注營收，同時節降纜線維護成本，爰訂定「廢電纜標售合計目標金額」，2023 年廢電纜拆收成果如下： <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 藉由光進銅退之推展，大幅減少局端至交接箱銅幹纜使用量，所拆收廢電纜除可標售外，亦可作為維護用料(A 料)，以節降維護成本並創造營收。</li> <li>■ 2023 年全區完成 1,195,368 公斤銅拆收量，創造出約 2.39 億元標售績效，相當於可騰空</li> </ul> </li> </ul>

調適計畫	2023 年執行成果/進度
	<p>118.82 公里供光纜佈放，並節降管道建設成本約 1.07 億元。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ 2023 年光進銅退 PoC 第一、二與三類電纜：               <ol style="list-style-type: none"> <li>(1) 第一類銅纜(中繼銅纜)：銅拆 52,320 公尺。</li> <li>(2) 第二類銅纜(SVG 建設拆除虛擬局與母局間銅幹纜)：銅拆 23,943 公尺。</li> <li>(3) 第三類銅纜(SVG 建設拆除虛擬局與母局間銅幹纜)：銅拆 38,190 公尺。</li> </ol> </li> <li>● 推動「機房減銅 POC 案」改接及銅纜拆收作業，預定 2026 年前完成拆收幹銅纜 2,611 公里。2023 年度執行拆收幹銅纜 89.9 公里，共計拆收 292 公里。</li> <li>● 執行光進銅減計畫，全區依 2022 年~2026 年分年進程排定拆收計畫執行地下纜線拆收銅纜 66.9 公里。</li> </ul>
<p>高架纜線設施：高架電桿、纜線等透過新技術逐步由無線網路取代有線網路，尤其山區及偏遠地區可優先實行。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 優先於光纜建設困難之地區使用 FWA 供裝，以行動網路代替固網寬頻網路，達到降低施工成本，2023 年累積供裝 MOD HD 共 27 路。</li> <li>● 評估運用 FWA 解決上網方案，2023 年已選出評估符合 5G FWA 條件，全區共 26 處作為上網 POC 驗證地點，後續終端設備廠商與研究院無線所將配合測試。</li> </ul>
<b>長期調適計畫(8 年以上)</b>	
<p>推動智慧維運計畫，將傳統人工維運作業分散管理機制轉為系統化、自動化、智慧化、及集中化，以利時刻掌握氣候災害潛在風險，強化調適計畫與即刻應對。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 開發相關維運管理系統，各系統司掌相關設施、設備維運功能，因網路技術及設備不斷演進更新，管理及測試系統亦隨之精進，以系統化、自動化、智慧化、及集中化為發展目標，以避免資源重複投資。</li> <li>● 持續優化系統創新功能，強化系統集中化及智慧化之功能，另 2023 年起將針對系統檢討相關作業管理系統之整合作業，已規劃將 FORCE、GIS 及 CEMIS 等系統相關作業整合，利於現場操作並確保線路安全維護，預計 2024 年 8 月開始運作。</li> </ul>
<b>(3)行通基地台網路因應氣候變遷調適行動方案</b>	
<b>短期調適計畫(1-3 年)</b>	
<p>強化安全：基地台鐵塔/設備/電力皆定期巡檢修，並逐年透過汰舊電力設備，避免因電力設備老化衍生之災害。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 訂定「行動通信設備評鑑作業要點」，基地台每半年進行巡檢修作業，包含外部告警測試、電池放電測試、滅火設備檢查、空調運轉檢查、風扇濾網清潔等作業，2023 年全區需巡修站台全數完成作業，檢巡修達成率 100%，已完成改善。</li> </ul>
<p>強化電力：基地台改 C-RAN 架構，置於強固及足夠備援電力的機房。</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2023 年全區 5G 基地台上線數已逾 2.16 萬座。為配合 5G 網路涵蓋擴展，將持續建設 C-RAN 機房提供基地台收容，目前全網之 C-RAN 台比例已近九成。</li> </ul>
<p>減少電力需求：基地台改採自然通風/排風扇，</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 執行節電措施包含基地台採用 C-RAN 架構、基地台老舊耗能設備逐步汰換、基地台空調用電節降、2G</li> </ul>

調適計畫	2023 年執行成果/進度
RU 射頻設備搬遷至室外，將減少電力需求，同時對 3G 系統汰停，減少電力需求與維運成本。	閘口交換機汰停、3G-F2 細胞關閉及 3G 延伸模組拆除作業、4G 夜間休眠、優化拆台與大樓機房節約能源等，合計 2023 年共節電 1,169 萬度。
配合 5G N2100 基站建設，關閉 3G F2 細胞，達到有效運用 3G U2100 頻譜，延伸 5G 訊號涵蓋，並減少電力需求與維運成本的雙贏目標	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 配合 3G Sun Set 時程，進行 3/4G 選網參數優化，降低 3G 網路依賴度，延續 5G N2100 基站建設，達到有效運用 3G U2100 頻譜策略，2023 年逐步全面關閉 3G F2 細胞，移除大容量延伸模組，節電達 190 萬度，後續將配合 3G Sunset 時程，進行 3G 基地台汰停作業，以降低基地台能耗。</li> </ul>
<b>中期調適計畫(3-8 年)</b>	
推動智慧維運計畫，將傳統人工維運作業分散管理機制轉為系統化、自動化、智慧化、及集中化，以利時刻掌握氣候災害潛在風險，強化調適計畫與即刻應對。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 利用 4G 多頻譜特性，於夜間低話務時段進行 4G 基地台細胞智慧節電(減少頻段使用)，2023 年執行逾 1,437 萬細胞小時，節電達 69 萬度，後續持續推動並規劃擴大執行，以降低能源消耗。</li> </ul>
<b>長期調適計畫(8 年以上)</b>	
增強基地台的災難存活能力，以電力的供應最為關鍵，其次則是傳輸電路的穩定與否，將強化與整備備援能力，對傳輸電路則設有保護機制，如多重路由、設備具 redundancy 等。	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 2023 年分別在高山之偏鄉、海邊或離島地區，成功推動風力、光電以及儲能系統之綠能基地台，總計 113.8kW 能發電(風力 12kW，太陽能 101.8kW)供基地台自給自用。</li> <li>● 5G 基地台傳輸電路以 MSER 供裝，以雙路由方式提供備援保護機制；目前 4G 基地台電路亦逐步改由 MSER 供裝，以雙路由方式備援。</li> <li>● 基地台採用 C-RAN 架構，MBH 傳輸彙集設備重要卡板與路由，均具備備援保護機制，並持續開發維運工具推動智慧維運，強化網路監控機制及接取網路抗災韌性。</li> <li>● 為確保站台傳輸電路穩定性，除考量可適度採購 FSO(Free-Space Optical Communication)替代無法運用於 4G(含)以上之傳統窄頻微波外，未來更可採用商用低軌衛星，利用寬頻特性作為重要站台傳輸備援。</li> </ul>