

# 即時管理天空和地面時間源

## 保護關鍵基礎設施免受網路安全威脅

■作者：Greg Wolff

Microchip 頻率與時間系統業務部資深產品經理

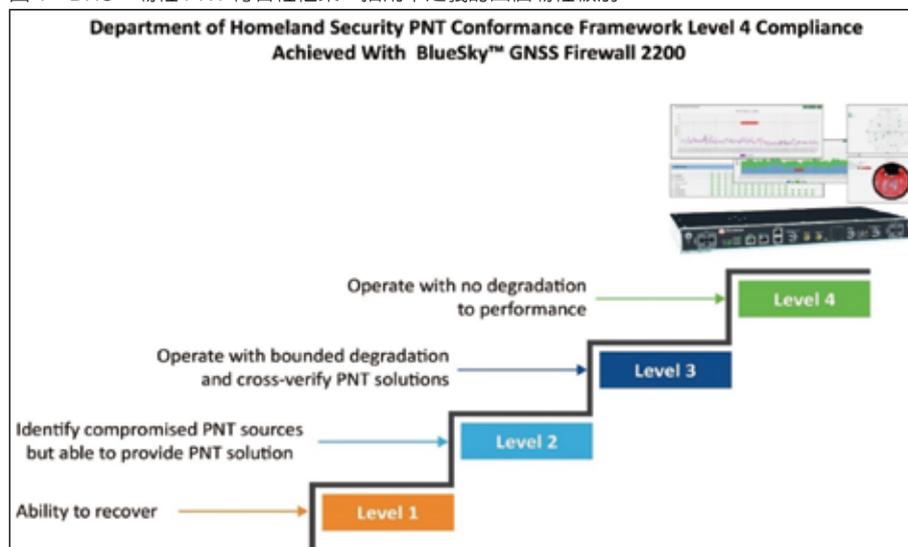
全球各地的國家安全機構已經確認，關鍵公共基礎設施系統仰賴全球衛星導航系統 (GNSS) 接收位置、導航和時間 (PNT) 資料，可能成為網路安全攻擊的目標。2020 年末，美國國土安全部 (DHS) 發布了「強韌的 PNT 符合性框架」(Resilient PNT Conformance Framework) 指南，提供一個共同參考點，幫助關鍵基礎設施對 PNT 攻擊威脅變得更具韌性。在框架內，提出了一種網路安全方法。

**預防：**在第一層防禦中，可以防止威脅進入系統。但是，必須假設無法阻止所有威脅。

**回應：**能夠檢測到非典型錯誤或異常，並採取相應措施，例如緩解、抑制和報告。系統應確保在需要恢復之前對外部引起的非典型錯誤做出充分回應。

**恢復：**最後一道防線是恢復到正常的工作狀態和規定的效能。

圖 1：DHS “韌性 PNT 符合性框架” 指南中定義的四個韌性級別



### 四個韌性 (Resilience) 級別

基於預防 - 回應 - 恢復網路安全模型，PNT 符合性框架檔描述了四個韌性級別。請注意，韌性級別相互依存、互為基礎——級別 2 包括級別 1 中列舉的所有行為，依此類推。

該框架為設備提供了一套明確的 PNT 韌性指南，同時涵蓋了晶片、模組和系統級別。儘管該框架並非特定於使用 GNSS，但大部分重點都集中在 GNSS 漏洞以及對 GNSS 中斷 (無論是由無意干擾還是故意威脅引起的中斷) 的恢復能力上。然而，特定設備或技術的 GNSS 韌性並不能完全滿足關鍵基礎設施營運商的需求，他們可能在更大的地理區域內管理 PNT 服務的使用。

### 關鍵基礎設施擴展

關鍵基礎設施通常以分層方式構建，從一組連接到輔助網站的核心網站開始，最終連接到遠端網站。隨著 5G 網路的推廣，無線接入點的密集化和大規模部署將提高覆蓋範圍並實現更高的頻寬，以便為物聯網 (IoT) 和相關服務提供支援。然而，這種大規模的接入點也需要在更多端點上進行精準授時。

在電力企業基礎設施中，電網正在透過太陽能 and 風能等

替代能源得到強化和擴展。現代化的智慧電網採用了高度分散式的架構，它依賴於精準授時來協調、監控和記錄運行資料以及斷電故障檢測的識別。此外，電力企業在整個營運過程中都依賴授時服務來實現遙測資料的通訊和傳輸。

迄今為止，GNSS 一直是授時的首選來源，這導致對 GNSS 的依賴性呈指數級增長。由於這種巨大的依賴性，如今發生錯誤或中斷造成的影響比以往任何時候都更加嚴重。

### 地面時間分配

作為向大量位置提供準確時間和減少對 GNSS 依賴性的替代方案，關鍵基礎設施營運商正在轉向使用資料封包協定的地面分配方法，以便使用精確時間協議 (PTP) 實現高精度分配。

虛擬主參考時鐘 (vPRTC) 是一種高度安全且具有韌性的基於網路的授時架構，旨在滿足現代關鍵基礎設施不斷增長的需求。vPRTC 的概念十分簡單。它將成熟的授時技術融合到集中式受保護源位置，然後利用商業光纖網路鏈路和高級 IEEE 1588 PTP 邊界時鐘，將 100 ns PRTC 授時分配給可能數

百公里外有需求的端點。

正如基於 GNSS 衛星的授時系統使用露天傳輸將授時分配給端點一樣，vPRTC 使用地面 (通常是光纖) 網路分配授時。不同之處在於，營運商擁有完全的網路控制權，並可以根據需要保護網路。這種基於網路的授時稱為可信時間。它可以作為主要授時源進行分發，也可以作為 GNSS 授時解決方案的備份部署。

然而，即便 vPRTC 方法在可靠性和安全性方面擁有諸多優勢，僅依賴地面時間也可能形成單點故障，就像僅依賴 GNSS 的策略一樣。因此，關鍵基礎設施營運商正在部署同時使用 GNSS 和地面時間的架構。為了有效地做到這一點，營運商發現他們需要對兩個關鍵時間源進行集中管理和視覺化。此外，要兌現授時韌性的承諾，統一的管理系統必須包含可提供網路安全解決方案的功能，其中包括跨授時網路所有節點的預防 - 回應 - 恢復 DHS 安全指南。

### 統一時間管理

擁有授時網路所有節點的鳥瞰圖對於提供授時

圖 2：全球資料中心的授時網路視圖範例



安全性和韌性至關重要。當在 GNSS 異常或地面時間不穩定的情況下發生問題時，最緊急的事項是快速確定該事件是否僅限於特定位置、是否影響某個區域，或者在某些情況下是否由全球情況引起。集中管理和監測系統提供綠色、黃色和紅色威脅狀態指示，不同顏色代表了關注的不同位置。這是營運商瞭解其授時基礎設施整體健康狀況的一種簡單方法。

當問題出現時，關鍵基礎設施營運商接下來必

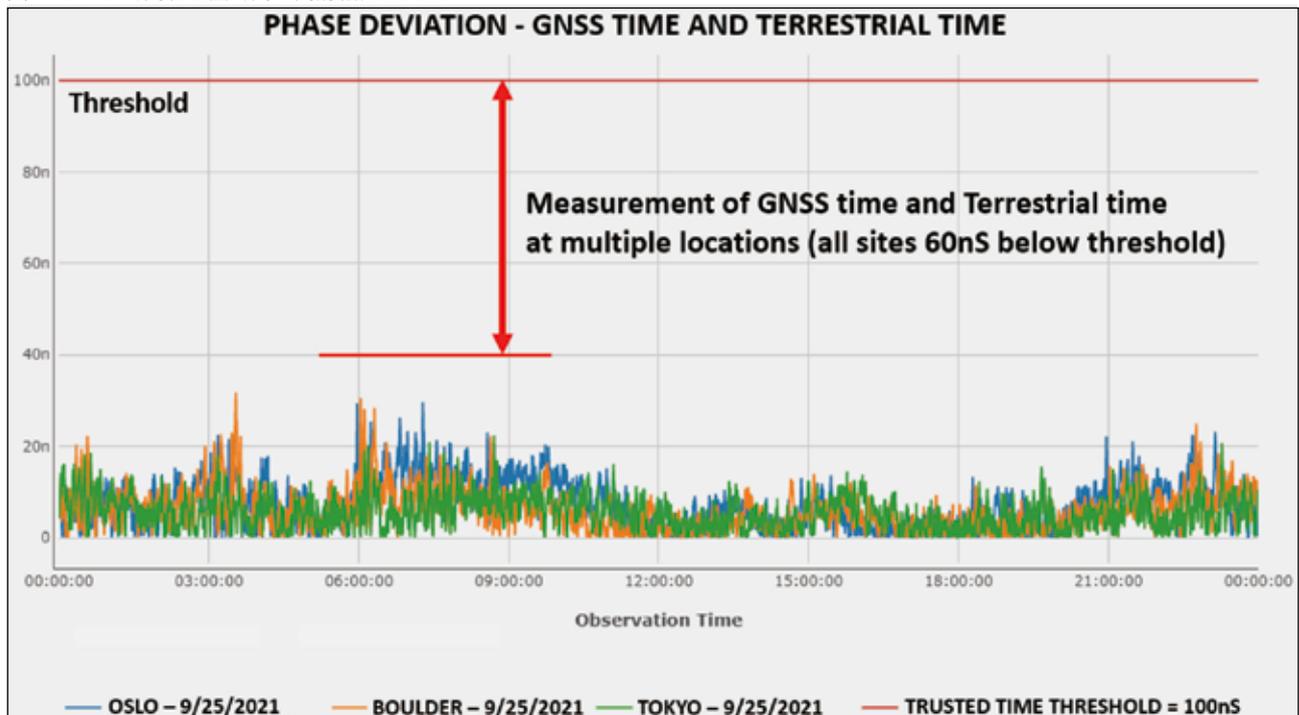
表 1: 關鍵地面時間 GNSS 可觀測資料範例

GNSS 可觀測資料	觀測到的 GNSS 特徵的描述
追蹤的衛星數	觀測的衛星數是否在預期範圍內？
GNSS 位置偏差	相對於所確定的天線位置，來自天空的位置資料是否移動過多？
相位時間偏差	從天空接收的時間是否有偏差？如果有，是突然地、逐漸地還是以其他方式發生？
衛星 C/N0	單個衛星是否處於預期的載噪比 (carrier-to-noise) 水準？
射頻功率	射頻功率水準是否在預期閾值內？

表 2: 必須視覺化並受到監測的關鍵地面時間可觀測資料

地面時間可觀測資料	觀測到的授時特徵
MTIE——最大時間間隔誤差	被測時鐘在給定時間段內產生的最大誤差。
TDEV——時間偏差誤差方差	一種標準差類型的測量，用於指示授時訊號的時間不穩定性。
cTE——恒定時間誤差	時間誤差函數的平均值，通常表示授時訊號的精度。
PDV——資料包延時偏差	類似於時鐘抖動，這是授時資料封包遍歷網路時到達時間的變化。
FPP——地面資料封包百分比	評估落在所需資料封包延時閾值範圍內的資料封包百分比。

圖 3: GNSS 時間和地面時間之間的相位差測量



須對能夠快速隔離根本原因的“可觀測資料”進行視覺化。由於當今的授時網路同時依賴於 GNSS 時間和地面時間，因此能夠以統一的方式查看代表兩種授時源的可觀測資料至關重要。

## GNSS 可觀測資料

提到 GNSS 漏洞時，常用的術語包括多路徑干擾、氣候異常、干擾和欺騙。不過，然而，要洞察(可視性)詳細訊息以確定根本原因需要更具體的訊號特徵描述。

對 GNSS 接收品質的視覺化透過監測 GNSS 可觀測資料來實現。表 1 提供了可以跟蹤和監測的關鍵 GNSS 可觀測資料的範例。

## 地面時間可觀測資料

評估地面時間的品質必須在單個位置(局內)或跨網路節點(局間)的設備互連之間進行時間測量——例如，比較設備輸入和輸出或比較不同網站的訊號。此外，隨著 PTP 的標準化，必須能夠評估網路授時資料封包指標的能力，以驗證從一個位置到另一個位置的時間傳輸。地面時間效能要求使一組不同的可觀測資料視覺化並受到監測。表 2 提供了關鍵地面時間可觀測資料的範例。

在管理大型地理區域時，如果能夠同時測量多個位置的 GNSS 時間與地面時間之間的相位差，那麼營運商便可對這兩種時間源進行比較。如前文所述，最好使用兩種時間源來實現關鍵基礎設施營運商最終需要的韌性。透過在多個位置對比測量這兩個時間源，可以得知各個獨立時間源是完全一致的，這有助於建立最高級別的信心。

## 結論

在行業、標準組織和 DHS 等政府組織的合作下，授時服務已成為關鍵基礎設施營運的公認基礎技術。利用行業標準的網路安全模型將有助於強化和增強授時設備。

儘管設備韌性至關重要，但獲得整個網路授時效能的鳥瞰圖是提供完整網路視覺化的起點，這對於提供授時安全性和韌性至關重要。要兌現跨關鍵基礎設施的授時韌性承諾，營運商必須 4 採用統一的管理系統，以實現對 GNSS 和地面時間可觀測資料的簡單且完整的視覺化。透過對這兩種時間源的統一管理，營運商可以獲得一種可應用“預防-回應-恢復”模型來應對授時威脅，並實現最高級別的韌性和網路安全保護的平臺。 

## 微軟攜手台灣人工智慧實驗室策動智慧醫療新未來

台灣微軟與台灣人工智慧實驗室(Taiwan AI Labs)宣布攜手合作，共同簽署合作備忘錄，微軟 Azure 混合雲未來將陸續導入 Taiwan AI Labs 研發的各類型 AI 產品與聯邦學習平台(Harmonia)，同時以微軟雲端平台的高度整合性，原生串接 Microsoft Teams 醫護協同合作平台，以及 Power Automate、Power Apps、Power BI、與 Power Virtual Agents 等 Power Platform 的行動化、自動化和大數據分析的工具，以提高醫護同仁的生產力，提升訊息橫向溝通整合、醫療服務品質與病人安全管控，協助落實台灣智慧醫療創新臨床場域之應用，全力加速台灣醫療院所的數位轉型。同時並協助台灣衛生福利部政策推動，共同促進台灣醫療院所的「次世代醫療平台」建置與升級，提升全球智慧醫院排名。

Taiwan AI Labs 目前已有全台 80% 醫學中心共同作為聯邦學習平台之夥伴，透過橫向串連全台醫療能量，促進台灣醫療產業的研究交流與資訊交換，在保護病患隱私為前提下，與各醫療專家共同更全面、準確進行模型訓練，加速醫療各領域的研究，並同時降低模型開發成本，擴展模型廣適性，增加國際能見度與臨床影響力。

Taiwan AI Labs 與台灣微軟相互合作，進行醫療資訊系統更新、醫療數據規格整合、醫療人工智慧應用、與國際標準銜接等，以期解決目前台灣醫療系統各自為政的痛點，透過微軟的 Azure 混合雲端解決方案，整合 AI Labs 的醫療臨床 AI 應用解決方案，與 Microsoft Office 365 Teams、Power Platform 的醫護協同合作平台，加速賦能醫院數位轉型，共同打造「次世代的醫療平台」！