

NB-IoT 無線傳輸 自動化監測應用與案例分享

三聯科技股份有限公司 / 謝志龍

NB-IoT(Narrow Band Internet of Things，簡稱 NB-IoT) 是由 3GPP 訂定的 LPWAN (Low Power Wide Area Network) 低功耗廣域網路技術，在臺灣主要以 Band8(900MHz) 及 Band28 (700MHz) 兩個頻段為主，其與 LoRa 最大的差異為 NB-IoT 使用電信公司營運中的基地台進行資料上傳，少了 Gateway 的建置成本與維護費用，且對客戶而言，透過電信公司的基地台傳輸，通訊品質與資料安全方面能擁有更高的保障，NB-IoT 儼然已成為世界各國 IoT(Internet of Things) 物聯網監控無線傳輸設計與規劃的主流。

Photo by kjpargeter on Freepik

一、NB-IoT 無線傳輸記錄器

NB-IoT 是一種基於標準的 LPWAN 低功耗廣域網路技術，是目前高效率的 IoT 物聯網解決方案，其低功耗表現可大幅延長設備電池的使用時間，而且具有顯著的成本優勢，適用於物聯網設備的大規模部署。土木工程安全監測系統因其傳輸資料小、低功耗需求、部署時間長及人工干預少等特性，特別適合應用 NB-IoT 進行無線傳輸自動化監測。

三聯科技自 2018 年開始投入 NB-IoT 無線傳輸記錄器研發，首款 1 通道 VWdot 振弦式記錄器 (表 1) 於 2020 年 7 月正式推出即大獲國內外監測廠商好評，同年 12 月推出 4 通道 VWdot4 振弦式記錄器 (表 2)，2021 年 10 月推出 1 通道 WBdot 電阻式記錄器 (表 3)。

表 1.1 1 通道 VWdot 振弦式記錄器



儀器型式	振弦式
儀器數量	1 channel
量測範圍	450~6000Hz
精度	±0.01%
記憶體	32GB Micro SD卡
傳輸功能	NB-IoT無線傳輸
通訊協定	MQTT協定
測溫功能	Thermistor 解析度0.1°C
電源提供	18650鋰電池 x2
外箱尺寸	100x100x60mm(不含天線)

表 2.4 4 通道 VWdot4 振弦式記錄器



儀器型式	振弦式
儀器數量	4 channel
量測範圍	450~6000Hz
精度	±0.01%
記憶體	32GB Micro SD卡
傳輸功能	NB-IoT無線傳輸
通訊協定	MQTT協定
測溫功能	Thermistor 解析度0.1°C
電源提供	18650鋰電池 x3
外箱尺寸	160x160x70mm (不含天線)

表 3.1 1 通道 WBdot 電阻式記錄器



儀器型式	電阻式
適用電阻	全橋式350Ω
儀器數量	1 channel
量測範圍	±5000微應變
精度	±0.1%
解析度	0.1微應變
記憶體	16 GB Micro SD卡
傳輸功能	NB-IoT無線傳輸
通訊協定	MQTT協定
電源提供	18650鋰電池x2
電源提供	100x100x60mm(不含天線)

二、IoT 物聯網監測

IoT 物聯網的組成一般可分為三層架構，包含前端感測儀器層、中端無線通訊層及後端資料記錄層，下文以三聯科技 dot 無線傳輸記錄器於土木工程安全監測系統領域分別說明：

前端感測儀器：土木工程安全監測系統普遍使用振弦式感測儀器及電阻式感測儀器，VWdot4 振弦式記錄器可量測 4 通道 Vibrating Wire 振弦式訊號及 Thermistor 溫度訊號，WBdot 系列產品可量測 1 通道 Strain Gages 全橋式 350Ω 應變規式訊號，圖 1 為 dot 無線傳輸記錄器應用於建築深開挖工程安全監測項目，圖 2 為 dot 無線傳輸記錄器應用於邊坡工程及山坡地住宅安全監測項目。

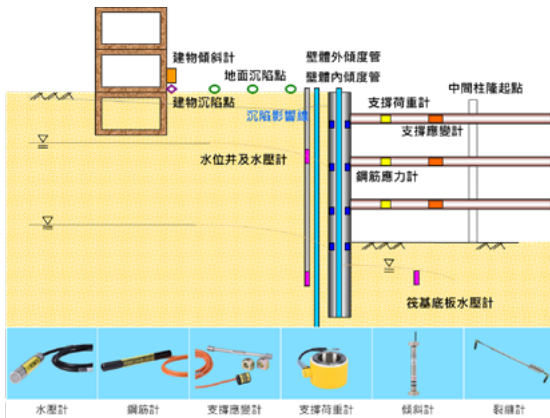


圖 1. dot 無線傳輸記錄器應用於建築深開挖工程安全監測項目

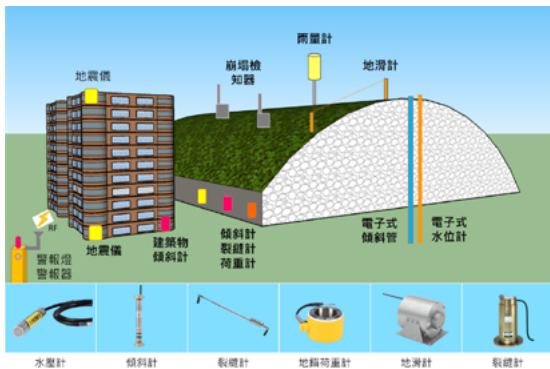


圖 2. dot 無線傳輸記錄器應用於邊坡工程及山坡地住宅安全監測項目

中端無線通訊層：NB-IoT 使用電信公司營運中的基地台進行資料上傳，與 LoRa 系統在整體費用比較上少了 Gateway 的建置成本與維護費用，且 Gateway 主機耗電量高而需要透過市電或太陽能供電才能運作，在臺灣包含中華電信、遠傳電信、台灣大哥大、台灣之星都有提供 NB-IoT 通訊服務，通訊品質與資料安全性比使用 LoRa 系統擁有更高的保障，其通訊費最低每月 10 元即可傳送 5MB 資料已足以使用於大部份土木工程安全監測傳送純文字資料使用，另外三聯科技 dot 無線傳輸記錄器採用「全球全模」規格的 NB-IoT 模組，支援全世界全頻段運作 (表 4)。

表 4. NB-IoT 使用頻帶 (3GPP Release 13)

頻段編號	上行頻率範圍 / MHz	下行頻率範圍 / MHz
1	1920-1980	2110-2170
2	1850-1910	1930-1990
3	1710-1785	1805-1880
5	824-849	869-894
8	880-915	925-960
12	699-716	729-746
13	777-787	746-756
17	704-716	734-746
18	815-830	860-875
19	830-845	875-890
20	832-862	791-821
26	814-849	859-894
28	703-748	758-803
66	1710-1780	2110-2200

後端資料記錄層：dot 無線傳輸記錄器使用 MQTT 通訊協定，設備可以直接將監測數據傳輸至客戶的 MQTT Broker，另外三聯科技也提供目前主流的 WEB 版網頁化雲端監控軟體供客戶使用，透過簡單的設定即可進行 24 小時全自動即時監測服務，使用者透過電腦或手機的網頁瀏覽即可隨時觀看各項監測結果，當數值超出管理值時，系統會立即自動發送各項警報通知，以達監測預警功能。dot 雲端監控軟體其主要功能包含：

- (一)、物理量計算功能
- (二)、即時監測資料顯示 (圖 3)
- (三)、歷史資料查詢及下載 (圖 4)
- (四)、歷史曲線查詢及下載 (圖 5)
- (五)、遠端修改量測頻率
- (六)、安全管理值設定功能及紅、黃、綠等安全狀態燈號顯示
- (七)、地圖顯示儀器安裝位置、即時監測結果及安全燈號 (圖 6)
- (八)、FTP Client 傳送功能
- (九)、Email 及 SMS 低電壓通知
- (十)、Email 及 SMS 超出管理值通知
- (十一)、API 服務功能

透過 dot 無線傳輸記錄器進行土木工程安全監測已實現 IoT 物聯網監測概念，圖 7 為 dot 無線傳輸記錄器系統架構圖。

Status	Company	Project	Sensor Name	logger SN	Date	Time	Raw data	Raw data(1) unit	Engineering units	unit	Temperature(°C)	Rssi	Battery(%)	Remark	Server received time	Type
●	sanlien	taiwan building	LC-01	05740	2023/02/18	11:10:04	-273.6	0.0	µs	11.60	ton	20.9	23	40	2023-02-18 11:10:33	WBdot
●	sanlien	taiwan building	PZ-01	05656	2023/02/18	11:10:01	3,073.7	0.0	Hz	-9.66	GL-m	22.6	26	99	2023-02-18 11:10:17	WBdot

圖 3. dot 雲端監控軟體 - 即時資訊頁面

Date	Time	Company	Project	Sensor Name	logger SN	Raw data(Hz)	Engineering units	unit	Temperature(°C)	Rssi	Battery(%)
2023/02/18	11:10:01	sanlien	taiwan building	PZ-01	05656	3073.7	-9.6620	GL-m	22.6	26	99
2023/02/18	11:05:01	sanlien	taiwan building	PZ-01	05656	3073.7	-9.6620	GL-m	22.5	25	99
2023/02/18	11:00:01	sanlien	taiwan building	PZ-01	05656	3073.7	-9.6620	GL-m	22.5	25	99

圖 4. dot 雲端監控軟體 - 歷史資料查詢及下載

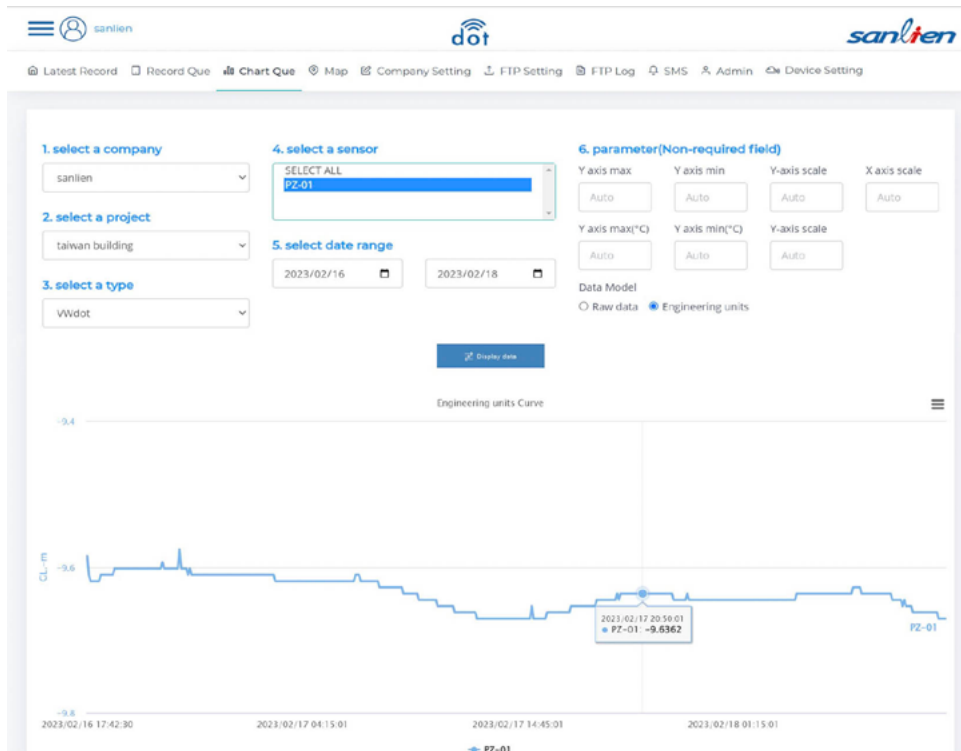


圖 5. dot 雲端監控軟體 - 歷史曲線查詢及下載

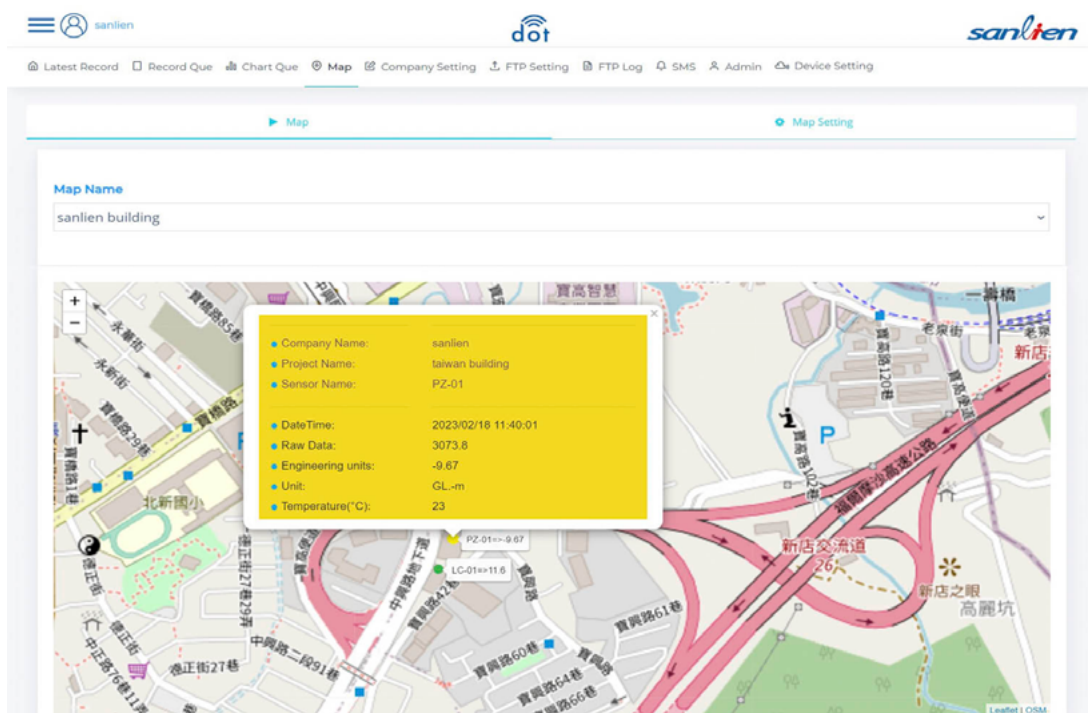


圖 6. dot 雲端監控軟體 - 地圖顯示儀器位置及即時資訊

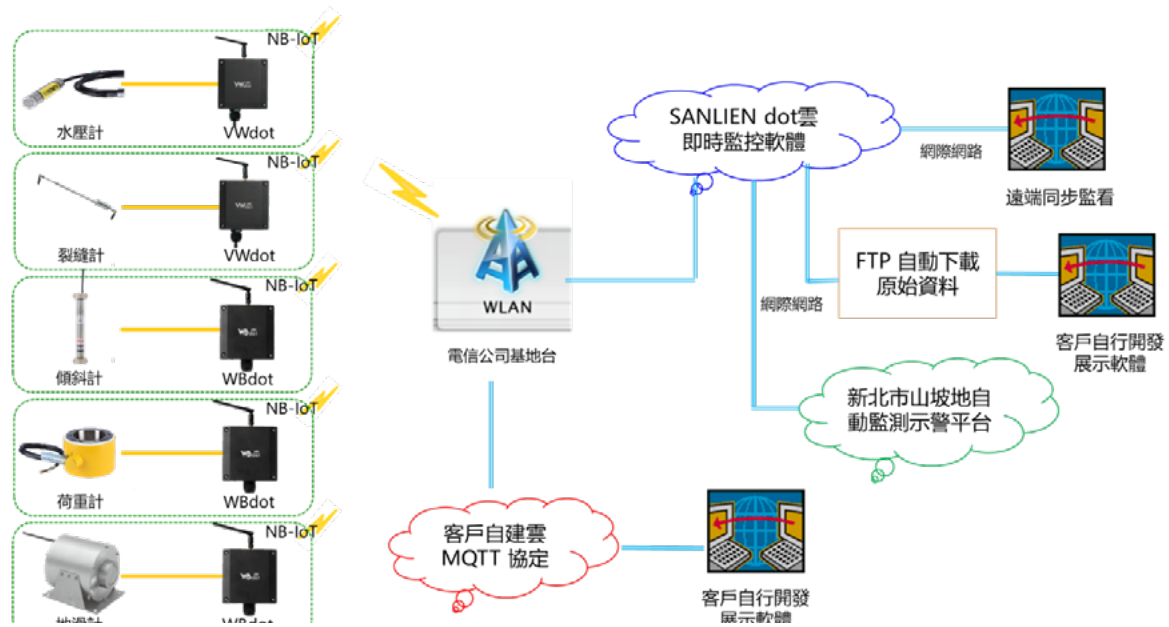


圖 7. dot 無線傳輸記錄器系統架構圖

三、應用案例分享

案例 (一) 位於彰濱工業區，依圖 8 顯示基地鄰近海域，為了解基地長期地下水位變化是否受潮汐影響，故於地質調查鑽探工作完成後設立 5 孔水位觀測井，其中 2 孔水位觀測井安裝電子式水壓計 (L=10M) 並採 NB-IoT 物聯網技術進行水位 / 水壓自動監測，圖 9 為利用 VVdot 網頁版雲端即時監測軟體查詢水壓力數據，資料顯示基地地下水位每 6 小時受潮汐影響約有 15~20cm 的升降變化，另於 2021 年 8 月 1 日至 8 月 8 日因當地連續強降雨 (8/1 日雨量 201.5mm、8/6 日雨量 213mm)，基地地下水位約升高 260cm。本案透過水位連續監測記錄，可提供設計單位後續於建案開發設計的重要參考數據。



圖 8. dot 雲端監控軟體 - 地圖顯示即時水壓力資訊

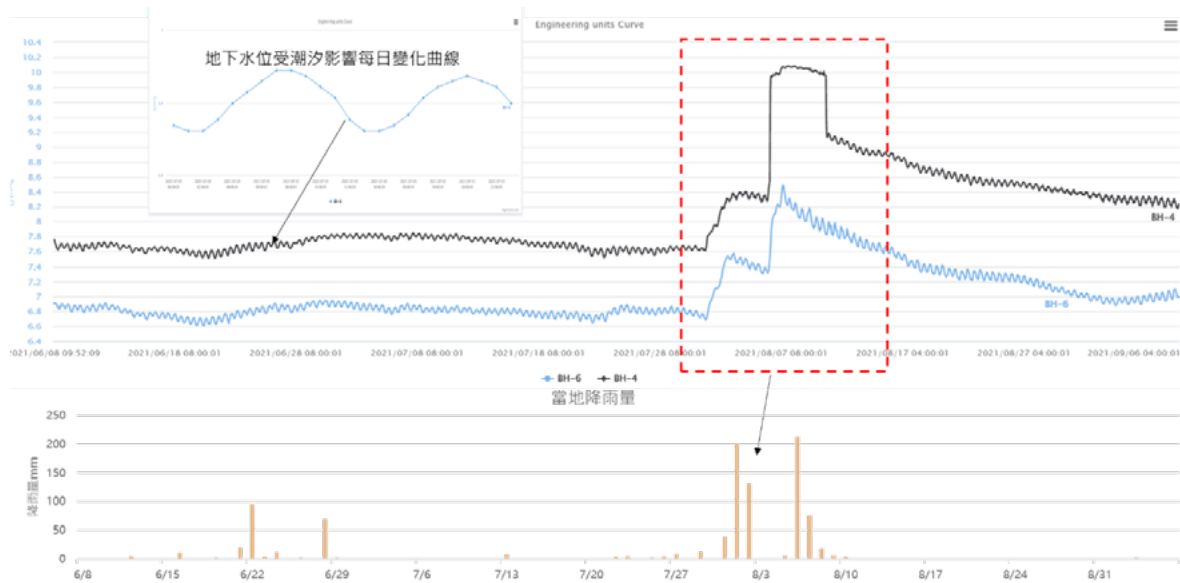


圖 9. 水壓力連續監測與降雨量曲線圖

案例 (二) 邊坡監測工程水位變化與地錨預力荷重變化對於邊坡穩定分析極為重要，由於邊坡電源取得不易，故早期都是透過人工監測或半自動監測為主，以致無法量測到降雨時之最高水位或荷重變化且無法做到即時預警功能。本案例採用 VWdot 無線傳輸記錄器進行水位觀測井自動量測 (圖 10 及圖 11) 及 WBdot 無線傳輸記錄器進行地錨荷重計自動量測 (圖 12)，比傳統自動化監測模式具備的優勢包含：

1. 無需佈設訊號線，避免邊坡除草時常遭破壞而中斷監測與需經常維修的問題。
2. 簡化現場安裝工作，1 天即可快速完成安裝及網頁軟體設定，節省人力費用。
3. 採用鋰電池供電，解決太陽能供電電源不穩或斷電而中斷監測，以 VWdot 每小時量測 1 次使用 1 顆 18650 鋰電池即可提供 1 年以上的工作時間 (圖 13)。
4. 每月每處通訊費用僅約 25 元，約 4G 傳輸費用的 10%。
5. WEB 版網頁化雲端監控軟體，設定簡單，其功能包含網頁地圖顯示即時安全燈號及水位與荷重資料、歷史曲線及報表查詢與匯出、警戒值及行動值設定並透過 EMAIL 告警通知等。



圖 10. 邊坡水壓計及 VWdot 儀器安裝照片
(陸島工程顧問 (股) 公司提供照片)



圖 11. VWdot 儀器安裝及網頁連線設定
(陸島工程顧問 (股) 公司提供照片)



圖 12. 邊坡地錨荷重計及 WBdot 儀器安裝照片
(陸島工程顧問(股)公司提供照片)

四、結語

dot 無線傳輸記錄器應用相當廣泛，除了本文分享的兩個案例外，其他應用案例包含建築工程開挖期間抽水井水位即時監測、建築工程開挖期間擋土支撐軸力即時監測、建築補強結構支撐應力及傾斜即時監測、橋梁懸臂推進工作車施工期間桁架鋼棒應變即時監測、桶槽庫存量即時監測等，除臺灣之外，目前在新加坡、泰國、香港、阿拉伯聯合大公國、美國、瑞士、紐西蘭..等國家皆有使用實績並成效良好。三聯科技除已推出 VWdot 振弦式記錄器及 WBdot 電阻式記錄器外，目前規劃開發中的產品包含 TILTdot 無線傾斜計、Adot 類比式記錄器、RAINdot 雨量記錄器及 IPIdot 傾斜管自動化記錄器等，以提供客戶更全面的 IoT 物聯網無線傳輸安全監測服務。

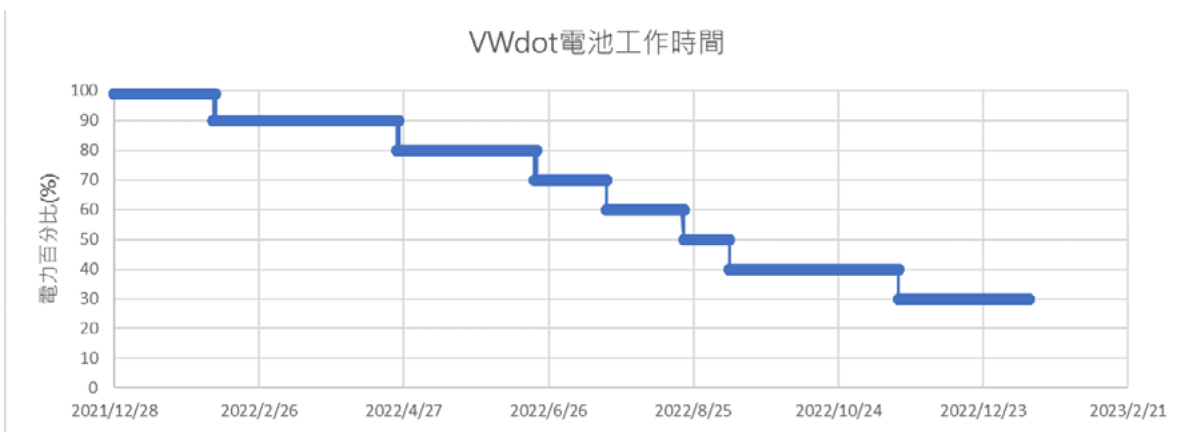


圖 13. VWdot 使用 1 顆 18650 鋰電池效力

參考資料

[1] 3GPP 第 13 版概述 <https://www.3gpp.org/news-events/3gpp-news/nb-iot-complete>