

## 物聯網全面普及：手機與 LPWAN 連線

作者：Barry Manz · Mouser Electronics (貿澤電子)

對物聯網網路的設計人員來說，連線功能是最難處理的一項問題。在「邊緣」處，感測器能互相通訊，因此有多項標準相互競爭，且大多不相容。從邊緣到網際網路和雲端，則只有無線電信業者和低功率廣域網路 (LPWAN) 這兩家在競爭。LPWAN 供應商使用一種以上的標準，其中部分則為專用標準，手機產業的藍圖則著重在簡化及強化目前以長期演進技術 (LTE) 標準為核心的服務功能。儘管遠距市場現在只有兩家基本的競爭廠商，我們仍需要對其有些基本的認識，瞭解其優缺點以及在特定應用上的適用性。

### 為何如此重視連線功能？

為何將重心放在連線功能上？畢竟跟錢有關：無線電信業者和 LPWAN 供應商向每一部連線的裝置收費，且物聯網裝置數量正迅速大幅攀升中。全球的無線電信業者花了超過三十年才達到目前 23 億用戶的數量，而物聯網服務雖然推出沒幾年，目前的連線裝置數量確已超過 84 億部，到 2020 年應該會達到至少 200 億部。儘管不是所有的物聯網裝置都會連線到網際網路，「僅僅」其中的 100 億部為服務供應商的年收益帶來可觀的貢獻。無庸置疑地，這是很龐大的收益商機。但是，物聯網應用實際上存有極大的差異，手機型解決方案與 LPWAN 解決方案兩者的功能也不相同，因此沒有任一單項標準能夠同時滿足所有的需求。

為了說明其中的差異，試想將一座具有 10 萬戶居民、各種企業和其他會用水的實體的城市的「智慧」電錶（圖 1）連線到網際網路與從單一工業廠房中有 250 部機器的資料要往外傳送，這兩者之間截然不同。在一座佔地廣大的農場裡，各種類型的感測器散佈在好幾英哩的土地上，而非集中在同一棟建築物中；許多自動駕駛汽車不可避免的形成一個獨特的物聯網環境，其廣泛的複雜性則致使車輛之間以及固定基礎設施之間的連通性。

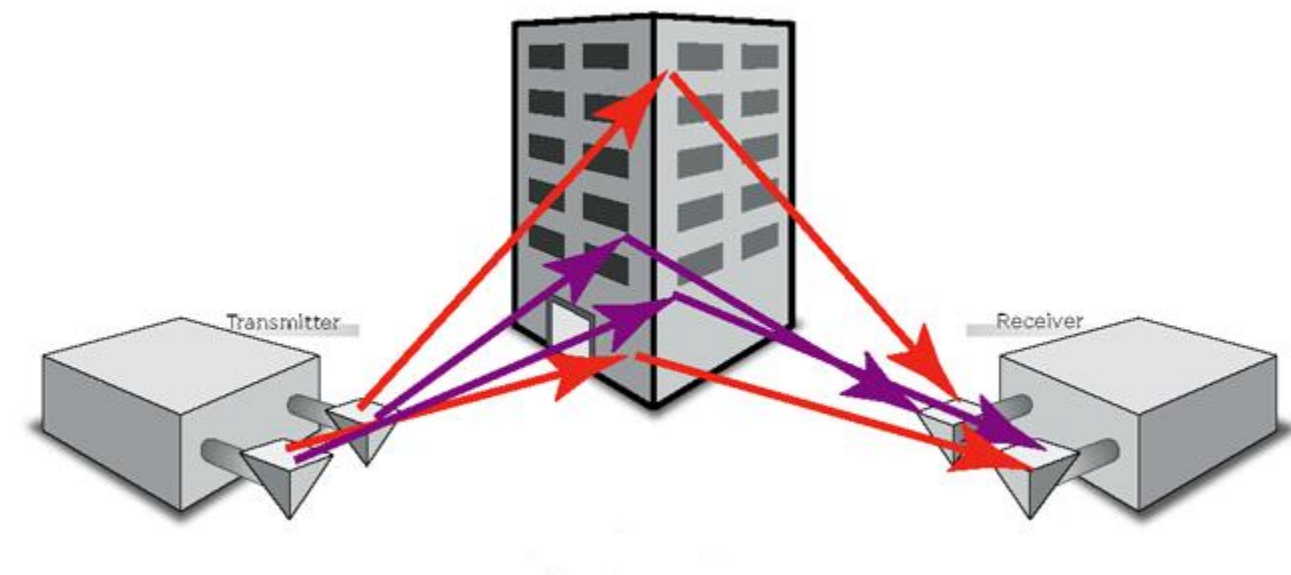


**圖 1：**美國已有將近 7000 萬部「智慧」電錶，這些電錶通常透過 LPWAN 定期發送使用量動態，但過不久也將開始使用手機網路。

但無論是何種應用，無線電信業者和 LPWAN 供應商所提供的服務都有一個共同的目標，就是讓安裝在像是閥門、馬達和幫浦等主機裝置上的小型感測器能夠定期與外部的點進行通訊，且要靠一顆鈕扣型電池來維持數年的運作。這兩種

類型的服務供應商儘管使用截然不同的方式來解決此問題，但其所用的各種技巧畢竟明確針對物聯網環境而設計。例如，他們會限制傳送資料的容量和時間，還有感測器必須通訊的次數，而且也都使用非常低的速率，所需頻寬也很低。

此外，無線感測器所發射的低功耗訊號非常微弱，因此負責偵測這些訊號的基地台接收器必須擁有很高的靈敏度。基地台本機還需要使用像是多重輸入多重輸出 (MIMO) 等技巧，如圖 2 所示，某些情況下為了確保一致的連線，則必須使用進階雙向天線。



**圖 2：**多重路徑傳播通常被視為非必要，但 MIMO 在傳輸路徑兩端使用的多重發射與接收天線，能將錯誤減到最少，提升最大傳輸量，能夠大幅提高網路容量。

最後，還需要許多小型基地台（俗稱「微型基地台」），以用來縮短訊號的行進距離，將延遲減少到某些物聯網應用所需要的近乎即時的程度。

## 手機與 LPWAN 的比較

手機產業在物聯網方面有其獨特優勢，電信業者在美國的 LTE 涵蓋範圍可謂無所不在，設有數十萬個大型基地台，還有數量可能達大型基地台三倍之多的微型基地台。要更新基礎架構以容納物聯網裝置的通訊，多數情況下只需要軟體升級就能達到，甚至不用大筆投資射頻和微波收發器等硬體。此外，早在大家公認物聯網將變成一個重大事件之前，無線電信業者便已開始透過舊型的第二代 (2G) 行動通訊技術為無線感測器提供連線服務。

業界也已努力多年，為的就是滿足物聯網的需求。負責管理無線標準的開發與核發的第三代合作夥伴計劃 (3GPP)，已在 2016 年 6 月定案稱為 **Release 13** 的最新標準中加入了專為物聯網設計的重大規格。從現在開始，直到第五代手機初版標準發表之前（最可能在 2019 年），這些功能都還會不斷強化。屆時，無線電信業者將在物聯網連線上擁有堅實的基礎。

相反地，LPWAN 供應商則沒有這方面的優勢。畢竟他們在無線產業還算是嶄新的角色，因此每個需要涵蓋區域範圍中的每個系統都必須從頭開始打造。由於手機產業同時正快速推廣其以物聯網為主的數據方案，LPWAN 供應商則必須利用有限的時間，將這些網路部署到重要區域（通常是城市）。幸運的是，LPWAN 系統的打造與部署的成本比手機網路低，並不需要在大樓樓頂租用空間，且可用較少的基地台就能涵蓋廣闊的地理區域。

目前的問題是，LPWAN 供應商能否在由手機主導的世界中生存。多數分析師認為 LPWAN 供應商將能生存，因為其提供的功能與手機網路類似，像是電信業者等級的安全性和其他必備功能，這些對客戶來說可能是成本優勢。分析師也提出，至少有半數的物聯網使用案例可由 LPWAN 供應。因此，平心而論，手機產業會是供應物聯網連線的主流，但 LPWAN 供應商還是有發展的空間，在個別化行銷形成一場價格戰。

## 手機物聯網

如先前所述，手機產業正在開發以 LTE 為基礎的物聯網連線解決方案。該產業藍圖希望以現有的 LTE 版本為建構基礎，持續加以改善，包括降低其複雜度和成本。隨著過程發展，手機技術會越來越適合運用到範圍更廣泛的物聯網應用，最終推動第五代手機通訊技術 5G 的問世。

產業的共識是使用主要出現在 Release 13 的三種不同標準作為基準來達成此目標，並將最終的成果納入 5G 標準之中。理想情況下，這些解決方案應在 1GHz 以下的頻段實施，因為其傳播條件較容易傳送到較遠的距離並穿透建築：

**LTE-M**：亦稱為強化機器類型通訊 (eMTC)，它是從 Release 12 的 LTE 標準（2014 年）衍生而來，後續的發展則包含在 Release 13 內。

**NB-IoT**：適用於物聯網的 LTE 窄頻版，包含在 Release 13 內。

**EC-GSM-IoT**：EC-GSM-IoT (Extended Coverage-GSM for IoT) 是全球行動通訊系統 (GSM) 技術的擴大涵蓋範圍版本，該技術已針對 Release 13 中的物聯網進行最佳化，可連同 GSM 載波一起部署。

**5G**：將於 2020 年標準化，用於強化 NB-IoT 和 EC-GSM-IoT。

有鑑於物聯網的需求與傳統手機運作的需求截然不同，未來的技術開發應加入省電模式來延長電池使用壽命、降低複雜度，進而降低裝置成本，藉由分享電信業者的容量來降低部署成本，並透過採用更先進的編碼和提高訊號譜相密度來擴大涵蓋範圍。

表 1 說明手機技術的演進。舉例來說，Release 8 專為傳統手機應用所設計，其尖峰下行傳輸速率最高可到 150mbps。但窄頻的資料傳輸速率大幅下降到 150kbs，為的是符合物聯網的需求。使用者設備的通道頻寬也是一樣，從 Release 8 最高的 18MHz 下降到窄頻物聯網的 180kHz。另一項重要因素為，數據機的複雜度隨時間演進減少了 85%。簡而言之，為了滿足物聯網需求，手機技術的發展在許多方面都與用於傳統語音和資料服務的 5G 完全背道而馳。意即，手機並未隨著手機物聯網網路和其元件整體複雜度的降低，而提高資料傳輸速率，反倒是降低了速率。

## LPWAN 替代方案

LPWAN 供應商使用由 LoRaWAN Alliance 管理的 LoRaWAN 等開放式標準，或是像 Sigfox 之類的專屬解決方案，這兩者都在未授權的頻譜下運作。儘管 Sigfox 聲稱是領先全球的物聯網連線服務，服務範圍達 32 個國家（多數在歐洲），但 LoRaWAN 則擁有業界最廣泛的接受度，聯盟成員超過 400 個。這代表，LoRa 基頻和射頻硬體的成本能夠繼續下降，儘管事實上它已經下滑超過 50%，但未來還是可能隨數量增加而持續下探。

### LoRaWAN

LoRa、LoRaWAN 和 LinkLabs 所提供的服務不易清楚區分，因此我們應該要知道它們的差異何在。LoRa 是由 LoRaWAN Alliance 所管理之開放式標準的實體層，而 LoRaWAN 則是提供網路功能的媒體存取控制 (MAC) 層。LinkLabs 為 LoRaWAN Alliance 成員之一，採用 Sematech LoRa 晶片組，並提供一個名為 Symphony Link 的解決方案，其具備該公司獨有的功能，像是能在沒有網路伺服器下運作。Symphony Link 使用八通道的基地台，運作頻率為 433MHz 或 915MHz 的工業、科學與醫療 (ISM) 頻帶，以及歐洲所用的 868MHz 頻帶，其傳輸範圍至少 10 英里，可用 Wi-Fi、手機網路或乙太網路傳送回程資料，利用雲端伺服器來處理訊息路由、佈建和網路管理。

### Sigfox

Sigfox 由法國一家同名公司所推出。Sigfox 與 LoRaWAN 最大的其中一項差異，在於 Sigfox 擁有從邊緣到伺服器和端點的所有技術，其能有效發揮整個生態系統供應商的角色，甚至在某些個案下也能擔任網路業者的角色。不過，Sigfox 公司允許任何組織能在接受條款的情況下免費使用其端點技術，因此它們能夠與各大物聯網裝置供應商，甚至是部分的無線電信業者建立關係。如同 LoRaWAN，Sigfox 也持續提升其市佔率，尤其是在歐洲地區，因為其傳輸距離符合歐盟準則。在美國使用的版本則大不相同，因為其必須符合聯邦通信委員會 (FCC) 規則。Sigfox 唯一的缺點，就是其為專有之技術。

### Weightless

Weightless 在所有的物聯網連線解決方案中屬於異數，因為它是真正開放式的標準，由 Weightless 特別興趣小組 (Weightless Special Interest Group) 所管理。其名稱來自「lightweight（輕量化）」通訊協定，每次傳輸通常只需要幾個位元組的資料。這對只需要傳送少量資訊的物聯網裝置來說是絕佳選擇，像是某些類型的工業和醫療設備，還有電錶和水錶。與其他眾多標準不同的是，Weightless 在所謂的電視白頻段 (TV white spaces)，也就是低於 1GHz 的頻帶下

運作，這個頻帶最早是無線廣播業者在從類比轉換為數位傳輸時所保留。這些頻率為低於 1GHz 的頻譜，因此它們的優點是基地台的發射功率低，涵蓋範圍廣，能夠穿透建築物和其他射頻難以克服的結構。

**Weightless** 目前有兩種版本：

**Weightless-N**，為超窄頻的單向技術。

**Weightless-P** 是該公司旗艦級的雙向技術，可提供電信業者等級的效能和安全性，耗電量超低，並擁有許多其他功能。

### **Nwave**

**Nwave** 為超窄頻的技術，採用軟體定義無線電 (SDR) 技巧，可在授權和未授權頻帶下運作；其基地台可容納最多 100 萬部物聯網裝置，範圍遠達 10 公里，射頻輸出功率為 100mW 或更低，資料傳輸速率為 100bps。該公司聲稱，該技術可讓電池供電的裝置維持運作長達 10 年之久。**Nwave** 在低於 1GHz 的頻帶下運作時，可發揮這個頻帶具有優勢的傳播特性。

### **Ingenu**

**Ingenu**（正式名稱為 **On-Ramp Wireless**）經多年研究後發展出雙向的解決方案，推出一項專有的直接序列展頻調變技術，名為隨機相位多重存取 (RPMA)。RPMA 是專為提供安全的廣域涵蓋範圍所設計，可在 2.4GHz 頻帶下運作，具有高容量。

單一個 RPMA 存取點在美國即可涵蓋 176 平方英哩的面積，遠遠優於 **Sigfox** 或 **LoRa**；其具有最低的功耗、低延遲，擁有的廣播功能允許將指令同時傳送到龐大數量的裝置上，這項技術只能使用該公司提供的硬體、軟體和其他功能。此外該公司也建構了自家專屬，專供機器對機器通訊使用的公有和私有網路。

## **摘要**

由於只有手機產業和 **LPWAN** 供應商競逐遠距市場的龍頭位置，相較於短距解決方案的需求，設計人員顯然能減輕許多工作。最重要的還是：每項競爭的技術都提供了多樣化的變數，雖然對其功能有所幫助，但也為設計帶來艱鉅的挑戰。

對終端使用者而言，選擇「適當」的解決方案，只需要從其所在地區可取得的服務和每部裝置的連線費用這些地方去考量。假如某一地區有好幾家無線電信業者和 **LPWAN** 供應商提供服務，決策難度便會提高。但從物聯網連線的整個範疇來看，想要成為產業的霸主，可能還要好幾年光景。