PATHWAVE

物聯網：實現設計與測試的技術與解決方案

概述

1999 年，麻省理工學院（MIT）的 Kevin Ashton 在一份關於 RFID 標籤的簡報中，首次提出了「物聯網（Internet of Things）」這個名詞。當時他是如此描述他的願景：

「現今的電腦 — 你也可以說是網際網路 — 幾乎成為人類索求資訊完全倚靠的來源… 問題在於，人們的時間、專注力和準確性都有限度 — 這代表他們並不是很擅長在真實世界中擷取資料。如果我們的電腦了解如何擷取一切事物 — 不需我們的幫助，就可以運用它們收集的資料 — 那麼我們就能追蹤並完全仰賴它，進而大幅減少浪費、損耗和支出。我們可以知道什麼時候物件需要換新、維修或召回，以及它們的狀況是否如新，或是已經過了最佳狀態。」

有許多相對單純的應用都有這樣的需求：在出貨的容器外貼上 RFID 標籤、知道車位何時已滿的停車場進出系統，以及登記了您半夜要吃巧克力解饞的飯店迷你吧，並且自動列入您的帳單。一開始，這些個別的計數系統各自為政，並未相互連結。

目前 IoT 領域抱持更宏觀的視野，著重於對所收集的資料進行後續處理。如此一來，個別的應用便須連接到雲端以進行儲存，以實現透過網路進行遠端控制的目標。為達成目標，所需的網路潛在規模極為驚人 — 要讓此情境成真，絕對可靠的連接能力必不可缺，而在產品生命週期一開始就執行良好的設計和測試，也一樣重要。

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

然而，傳統產品開發的生命週期卻充滿著限制、重工和阻礙。PathWave 提供敏捷的互連工程流程平台。藉由將是德科技可信賴的設計測試軟體全部連接至單一平台，您可加速推進產品開發流程。您可連接並整合產品開發流程中的每一個步驟。

定義「物件」的本質與規模

從 1999 年，IoT 就擴大到機器對機器（M2M）通訊與應用，例如製造和公共事業（像是天然氣和電力系統）。在生產製造領域，自動化已扮演著重要角色，IoT 和所謂的工業網際網路，則讓自動化大幅進化，同時也在製造過程中提高了靈活性及生產效率。其應用範例包括支援遠端及預防性維護的新工具，可降低成本並提高競爭力。

這些趨勢持續影響著 IoT 部署規模：到 2020 年，預估全球將有 150 億到 500 億個聯網裝置，部署於各個不同領域。此外，研究調查進一步預測，嶄新的顛覆性 IoT 相關服務，所帶來的潛在收入，遠比 IoT 硬體和網路部署的營收高出數倍。

在 2018 年 2 月，IoT Analytics 網站統計了前十大 IoT 應用領域排行榜，這是以所有實際的 IoT 專案為基礎進行資料收集和分類。前三名都和工業物聯網（IIoT）應用有關。

- 第一名是智慧城市，從 2016 年的第二名躍升為第一名，最熱門的應用包括智慧交通、公共事業、照明、環境監測和公共安全。
- 第二名則是互聯產業。最熱門的應用是互聯機器的環境監測與遠端控制，例如起重機、堆高機甚至整個礦場和油田。
- 第三名的互聯建築則是從 2016 年開始，成長最迅速的領域。最熱門的應用需要可降低能源消耗的自動化設施。

在物聯網中，物件可以是任何自然或人造的物體，可以是固定或可動的，可被賦予透過網路傳送資料的能力。主要的範例包括貨運、車隊管理和搬運，而智慧 BLE 標籤則可協助後勤物流公司進行位置、速度、運輸及倉儲的追蹤。另一個例子是廢氣監測。無線聲波發射器可監測煉油廠中，閥門控制氣流到煙囪的情形，以符合法規要求，並且藉由及時偵測並修復故障閥門，來減少流失的碳氫化合物。

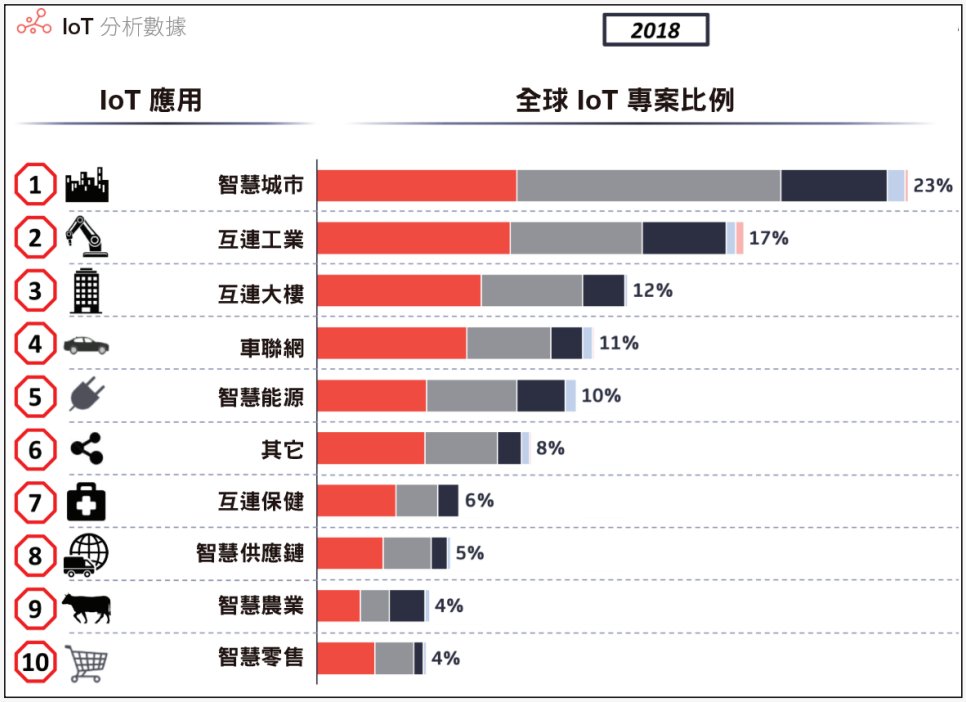


圖 1： 2018 年十大 IoT 應用領域[1]

使用的技術

依目前的發展趨勢來看，除了小部份裝置會使用 USB、乙太網路、光纜等有線連結之外，未來絕大部份的 IoT 物件都將倚賴無線技術。從近場通訊（NFC）的行動支付，到無人遠端氣象站的地球同步衛星，以及透過 *Bluetooth*®、無線 LAN（WLAN）、ZigBee、點對點無線電、蜂巢式等等進行連接的所有的應用。

連接的網路將必須處理通訊需求各不相同的各種獨特裝置。其中一類是單純的無線裝置，例如由電池供電，只傳送極少量資料的感測器和致動器，它們能夠在無人操作的情況下運行數年。另一類則是高頻、關鍵型服務與裝置，例如電源系統或醫療裝置，它們要求恆定、可靠且極度安全的連接品質。

龐大的 IP 位址空間，是識別每個不同裝置的關鍵。由於 IPv4 位址空間極為有限，目前的因應之道是使用路由器和閘道器來進行連接。而在端對端之間使用 IPv6 位址，則是成功部署 IoT 裝置的關鍵。IPv6 的位址空間不受限制，可為數十億個裝置提供獨特的位址。

1 https://iot-analytics.com/top-10-iot-segments-2018-real-iot-projects/

存取連接雲端的閘道器

伺服器/雲端大數據分析和機器學習是多數 IoT 商業模型的核心。IoT 利用 M2M 通訊來採集資料，並且路由和控制在分散式網路物件（例如感測器或致動器）與雲端情報之間的訊息。其網路拓撲繁多，包括在裝置和雲端之間作為聚合點的閘道器節點（參見圖 2）。

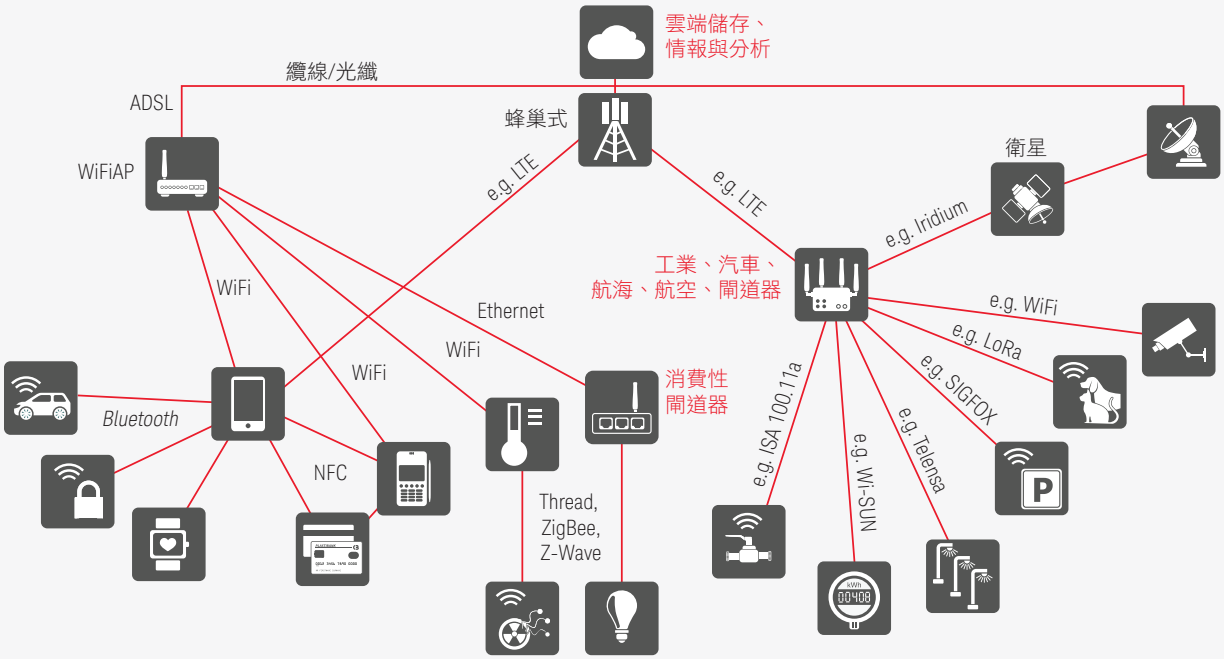


圖 2：無數的路徑和閘道器可用來提供雲端存取

不同閘道器有其不同的複雜性。舉例來說，一個 Wi-Fi 存取點包含一個 IP 路由器，可能還包括從乙太網路和 Wi-Fi 到 ADSL 或其他固網協定的轉換作業。更為複雜的閘道器，可能包含需要大量運算資源、可制定本地決策的「邊緣（edge）」或「霧（fog）」編程應用。

在通訊成本較低且延遲可容忍的情況下，IoT 部署傾向使用簡單的閘道器，將大部份的資料路由到雲端進行分析並制定決策。在通訊成本較高或延遲要求較嚴格的情形，通常必須指定使用複雜的閘道器節點。這些閘道器可以透過遠端進行維護和配置，並監測及控制物件的本地星座圖。路由到雲端的訊務，可能包含偶發狀態的更新，或是當本地監控發生超出臨界值時的狀況警示（例如溫度超過最高水平，或是有入侵者觸發警報）。

許多穿戴式應用和部份家庭自動化應用，則利用智慧型手機提供操作介面，或是作為閘道器節點。Wi-Fi 幾乎無所不在的可用性，讓許多 IoT 應用以其為首選連接技術。當固網或 Wi-Fi 連結無法使用時，通常採用蜂巢式協定。穿戴式應用和圍繞著智慧型手機運作的家庭自動化設施，則多半採用藍牙。希望透過近距離來提高安全性時，NFC 就成為最佳選擇。ZigBee、Z-wave 和 Thread，可為家庭自動化設備和智慧能源裝置，提供穩定且低功耗的網狀網路；

而包含跳頻技術的 ISA100.11a 和 WirelessHART，則可在安全至上的工業 IoT 應用中提高靈活性。新興的低功率廣域（LPWA）技術，例如 LoRa 和 SIGFOX，結合了 ZigBee 等技術的低成本、低複雜性及低功率的優點，但如需較長的傳輸距離，就有賴於窄頻、低資料速率協定的支援。

技術與運作範圍對照表

圖 3 顯示以操作範圍區分的 IoT 技術範例。比方說，射頻標準社群使用近距離（proximity）、WPAN、WHAN、WFAN、WLAN、WNAN、LPWA 和 WWAN 等不同名詞，來指稱特定的操作範圍。

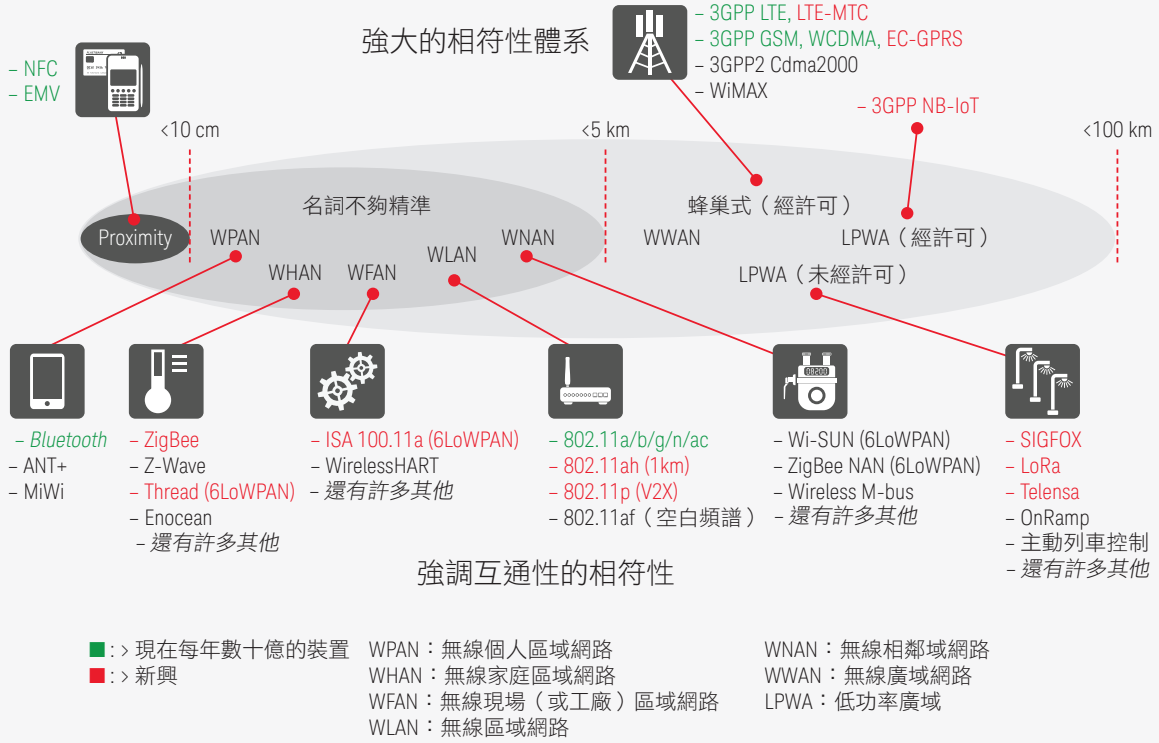


圖 3：預期的操作範圍與可用的連接技術息息相關

許多格式可用於裝置與閘道器之間的短距連接。為了促進未來的發展，當愈來愈多裝置開始連網，各種標準也正在快速制定與發展。目前，有超過 60 種的新舊射頻格式，分別用於 M2M 和 IoT 相關應用。其中像是藍牙、WLAN 和蜂巢式技術早已被廣泛地運用。而 ZigBee 和 Thread 等其他格式 ，正以特定的市場利基興起。

為了加速其產品進入市場，某些公司會開發相對容易建立的專用解決方案，以因應低資料速率、低功率傳輸和最低的互通性要求。但此方法不再可行，因為全球市場正努力將裝置通訊從專用設計，轉向標準化的解決方案。

前途最光明的技術

圖 3 顯示支援不同操作範圍的多項技術：proximity、WPAN、WHAN、WFAN、WLAN、WNAN 和 WWAN，每項技術都包含一個或多個值得注意的連接標準。我們針對每項技術提供一個可獲得詳細資訊的網站連結。

近距離：近場通訊（NFC），是在 13.56 MHz 頻率下，基於 ISO 14443 的一種極短程系統，用於票務、存取控制、護照，以及滲透率日漸提升的行動支付系統。支付應用是由 EMVCo 規範管理，其他許多應用則是由 NFC 論壇所規範管理。NFC 裝置能夠做為終端使用，也稱為近距耦合裝置（PCD）或讀取器。它們還可以做為卡片使用，也稱為非接觸感應耦合卡片（PICC）或標籤；卡片通常是由終端所產生的射頻場所驅動。NFC 論壇已經增加了邏輯鏈路控制協定（LLCP）、簡易資料交換格式（NDEF）和簡易資料交換協定（SNEP），來實現點對點通訊（例如在兩支行動電話之間）。更多詳細資訊，請瀏覽 www.emvco.org 和 www.nfcforum.org。

WPAN：在 IoT 領域，Bluetooth 低功耗（BLE）受到最多的青睞。BLE 設計的初衷是藉由傳輸少量資料，來顯著降低 Bluetooth 裝置的功耗，使用鈕扣電池供電即可維持數年的運轉。簡易的機型對裝置搜尋、服務搜尋和資料交換只需要極短的射頻傳輸時間，可大幅降低電力消耗。這能夠實現像是手錶、健康監測裝置和以電池供電應用的小型裝置上 BLE 的使用。有關 BLE 更多的詳細資訊，請瀏覽藍牙技術聯盟（SIG）網站：www.bluetooth.com。

WHAN：為了簡化開發，使用 IEEE 802.15.4 做為實體（PHY）和媒體存取控制（MAC）層的短程無線技術。此技術的不同版本如圖 4 所示，由較高層的開發人員指定適合目標應用的較高層級協定。此低速 WPAN（LR-WPAN）支援從 20 到 250 kbps 的速率範圍。它是專為家庭網路、工業控制和大樓自動化而設計，這些應用都需要低資料速率、低複雜性，還有在許多使用案例中，都需要的長久電池壽命。欲獲得詳細資訊，請至 standards.ieee.org/about/get/802/802.15.html。

- **ZigBee：**是在 2002 年建立，被廣泛地使用在商業應用。這些裝置能夠進行連接、交換資訊，並在進入休眠模式前快速斷線。一項關鍵特性是使用能夠涵蓋數千個節點的網路拓樸。無線電運作的信號週期很低，可以讓感測與監控應用以價格低廉的電池運行數年之久。目標應用包括智慧能源、家庭自動化、醫療保健、零售和照明控制，每一項應用都有特定的 ZigBee 配置檔和認證。其發射器和接收器規格請參見章節 10.3 的 IEEE 802.15.4 規格。更多詳細資訊，請瀏覽 www.zigbee.org 網站。
- **Thread：**Thread Group 成立於 2014 年 7 月，並且快速成長。此技術類似 ZigBee，以 IEEE 802.15.4 PHY 和 MAC 為基礎；然而，其採用的是 IPv6 低功率 WPAN（6LoWPAN）協定。它是一個強大的加密網格網路，旨在使數百個家庭自動化產品和裝置進行安全可靠的互連。網路可自行復原並已完成配置，所以不會有單一節點故障。其短訊息的性質可節省頻寬和電力，同時簡化路由協定，降低網路負擔及延遲。欲獲得詳細資訊，請至 www.threadgroup.org。

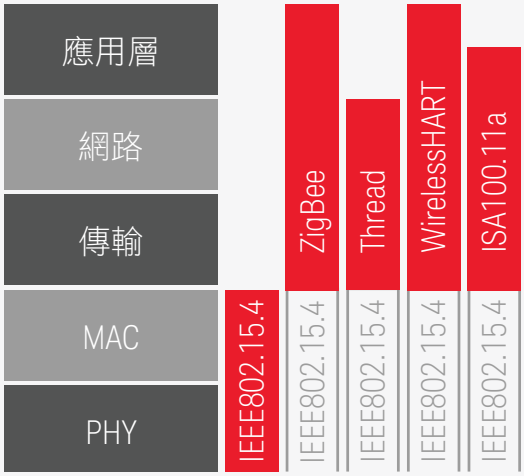


圖 4：另外至少還有四種基於 802.15.4 的短程技術

WLAN：Wi-Fi 是今日使用最廣泛的無線網路連線技術，最常見的規格有 802.11a/b/g/n。圖 5 顯示每個版本針對實體層進行的主要修正。近期的兩項修正，是針對極高的資料傳輸速率需求：802.11ac，是在 6 GHz 以下的頻段運作，正在成為行動電話、平板電腦和 PC 的標準；802.11ad，則是在 60 GHz 的頻段運作。

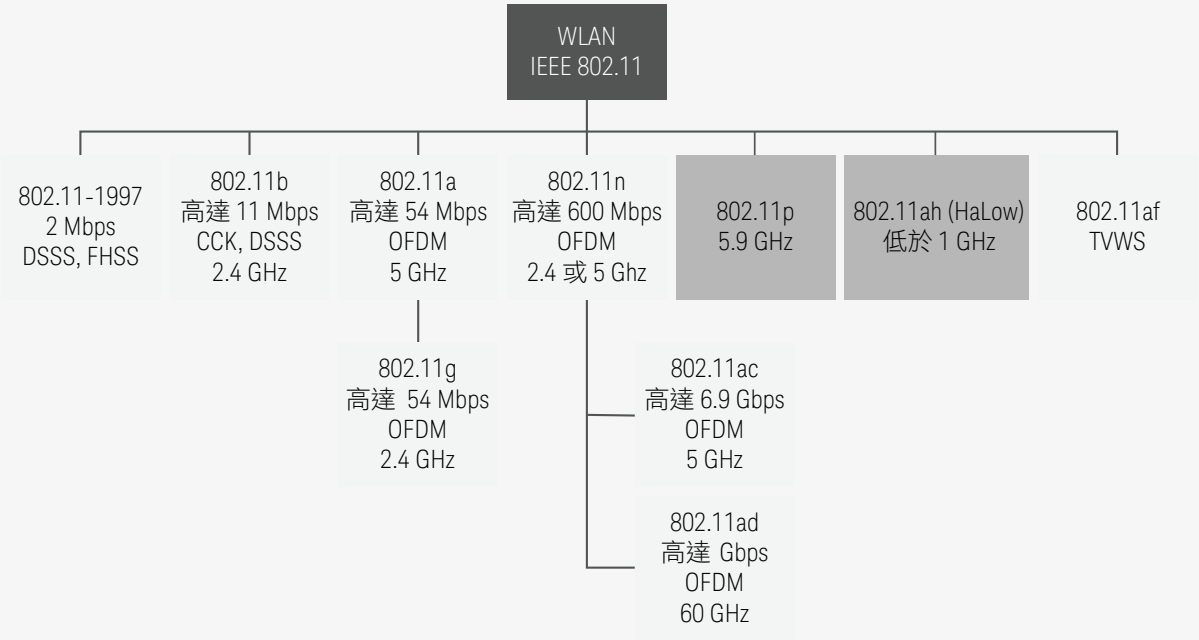


圖 5：IEEE 802.11 的修正強調其普遍性及有效性

- **802.11ah：**即將導入的 802.11ah（HaLow）預計用來支援低功耗 IoT 應用。它使用低功率和低資料速率，而且因為是在 GigaHertz 以下的頻段運作，應用範圍可達 1 公里。
- **802.11p：**也稱為車用環境無線存取（WAVE），是特別為到車輛的無線存取所建立。在一輛連網汽車裡，開啟了多種應用的大門，例如車載通訊、道路救援、車隊管理和年輕駕駛保險驗證。在未來，802.11p 也將為增強型車輛安全、交通管理和收費工作實現 V2V 和 V2I 連接能力。

有關 802.11 不同版本更多的詳細資訊，請至 www.ieee802.org/11 和 www.wi-fi.org 網站瀏覽。

WNAN：兩項主要技術為 Wi-SUN（IEEE 802.15.4g）和 ZigBee-NAN。IEEE 802.15 智慧公用事業網路（SUN）任務組 4g，為地方和都會地區網路提出了 PHY 修正，目標是提供能夠促進大規模處理控制應用的全球性標準。Wi-SUN 可提供低速無線網路，能夠以最低的網路基礎設施需求，處理支援數百萬個固定端點，散佈各地的大型智慧公用事業網路（www.wi-sun.org）。

ZigBee-NAN 是近期的一項擴展，將其運作範圍增加到 1000 公尺並支援 IPv6，因此對規模較大的智慧電網提高了吸引力。ZigBee Alliance 目前正和 Thread Group 共同合作致力於家庭與商用感測器網路的互通性。

WWAN：LPWA系統，像是LoRa（www.lora-alliance.org）和SIGFOX（www.sigfox.com/en）被部署在輕授權地區頻段（例如 868 和 915 MHz）。針對低資料速率和低信號週期的應用，LPWA 能夠延長電池壽命、降低成本並提供相較目前蜂巢式格式更為良好的鏈路預算。網路通常採用環繞固網或蜂巢式 M2M 閘道器節點的星狀拓樸進行回程傳輸。LPWAN 系統非常適合範圍龐大的工業物聯網應用，其有數量龐大的裝置需要互連，以收集並交換資料。

低功率 M2M 應用預期將會有強勁的成長，3GPP 射頻存取網路（RAN）工作小組正在開發蜂巢式協定，以在授權頻譜中支援 LPWA。

3GPP Rel-12 為 LTE 機器類型通訊（MTC）導入了一個新的低複雜性裝置類別（Cat-0）。Cat-0 可為低資料速率應用提高效率，做為更加突飛猛進的跳板。

3GPP Rel-13 包括：

- 增強型 MTC（eMTC）Cat-M；1.4MHz LTE 頻寬最佳化
- 延伸涵蓋範圍 GPRS（EC-GPRS）；利用重新傳輸或其他協定更新，來達到鏈路預算改善
- 窄頻 IoT（NB-IoT）；LPWA 應用的一種新射頻格式最佳化

NB-IoT 使用 180 kHz 的通道頻寬，可以將 LTE 部署在頻內、在 LTE 保護頻段或是在再利用 GSM 頻譜。所採用的技術讓 NB-IoT 擁有透過軟體更新到現有的 LTE 或 GSM 基礎設施進行部署的可能。NB-IoT 的要求包括 10 年的電池壽命、極低的裝置成本和複雜性，以及每個基地台可支援高於 6 萬個裝置。NB-IoT 可以用來做為「純淨狀態」的開發分析，在可能的情況下，3GPP 則充分利用來自 LTE 的協定層。

3GPP Rel-13 在 2016 年間完備。表 1 總結列出了截至 2016 年 1 月的主要特性。

	3GPP Rel 12	3GPP Rel 13		
	MTC Cat 0	eMTC Cat M[1]	EC-GPRS	NB-IoT[1]
	3GPP Rel 12	3GPP Rel 13	3GPP Rel 13	3GPP Rel 13
傳統	LTE	LTE	GSM	純淨狀態
頻寬（下行鏈路）	20 MHz	1.4 MHz	200 kHz	180 kHz（12 間隔 15 kHz）
頻寬（上行鏈路）	20 MHz	1.4 MHz	200 kHz	單音頻（180 kHz，間隔 3.75 kHz 或 15 kHz）或多音頻（180 kHz，間隔 15 kHz）
多重存取（下行鏈路）	OFDMA	OFDMA	TDMA	OFDMA
多重存取（上行鏈路）	SC-FDMA	SC-FDMA	TDMA	單音頻 FDMA 或多音頻 SC-FDMA
調變（下行鏈路）	QPSK, 16QAM, 64QAM	QPSK, 16QAM, 64QAM	GMSK	BPSK, QPSK, 選配 16QAM
調變（上行鏈路）	QPSK, 16QAM	QPSK, 16QAM	GMSK	BPSK, QPSK, 8PSK 選配 16QAM
峰值資料速率	1 Mbps	1 Mbps	10 kbps	DL 128 kbps，UL 單音頻 48 kbps 64 kbps 多音頻
涵蓋範圍（鏈路預算）	~141 dB	~156 dB	~164 dB	~164 dB
移動	全面	全面	全面	漫遊

表 1：各種 3GPP 格式實現了 IoT 應用中的蜂巢式和 LPWAN 通訊

1 Cat M 目前也被稱為 Cat M1，NB-IoT 也被稱為 Cat M2。NB-IoT 的詳細規範需視 3GPP 草案持續的發展而變化。

運作頻段（非蜂巢式）

在今天，除了蜂巢式系統以外，大部份 IoT 系統都在免授權和輕授權頻段運作。最熱門的工業、科學和醫療（ISM）頻段包括 13.56 MHz、433 MHz 和 2.4 GHz。5.8 GHz 左右的 U-NII 頻段通常是使用於 WLAN 技術。輕授權地區頻段也被廣泛地使用，頻率包括 868 MHz、915 MHz 和 920 MHz。圖 6 顯示 IoT 通訊格式最熱門的使用頻率。圖 7 的地圖顯示全世界各個地區和國家的熱門頻段分配。

	54-698 MHz（TVWS）															
通稱	**13.56**	**169**	**220**		**315**	**426**	**433**	**470**	**779**	**868**	**915**	**920**	**2400**	**5800**	**5900 MHz**	**別名**
NFC/EMV	♦															ISO14443
Wireless M-Bus		♦					♦			♦						EN13757
China WMRNET							♦	♦								WMRNET I, II, III. IV
LoRa							♦	♦		♦	♦					
SIGFOX										♦	♦					
Telensa										♦	♦					
OnRamp													♦			802.15 4k
Wi-SUN												♦				802.15.4g/e/6LoWPAN
ZigBee									♦	♦	♦	♦	♦			802.15.4-2003, c d
Thread													♦			802.15.4-2003/6LoWPAN
WirelessHART													♦			802.15.4e
ISA100.11a													♦			802.15.4e/6LoWPAN
Z-Wave										♦	♦	♦				ITU G9959
EnOcean					♦						♦	♦				ISO14543-3-10
ANT+													♦			
Bluetooth													♦			802.15.1
802.11/a/b/g/n/ac													♦	♦		WiFi
802.11ah（HaLow）									♦	♦	♦	♦				WiFi HaLow
802.11p															♦	V2X
802.11af				♦												空白頻段
主動列車控制			♦													802.15.4p

Sub-GHz IC 系列　　“802.15.4” 系列

圖 6：紅色鑽石標示頻段和 IoT 技術的交集

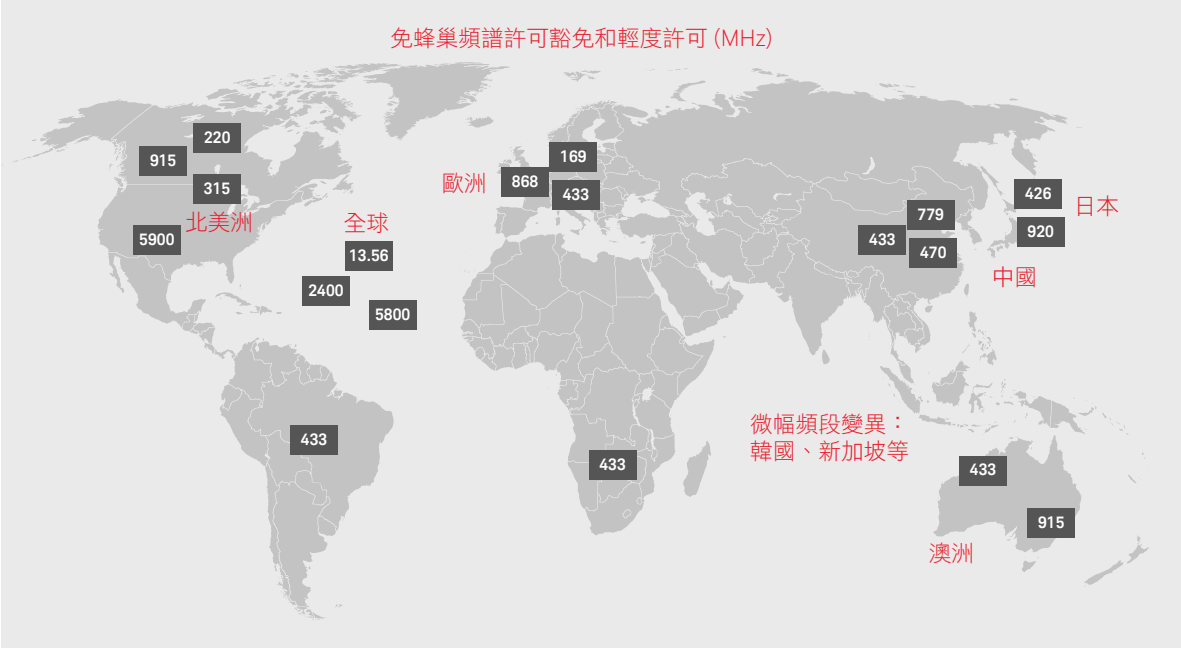


圖 7：免授權或輕授權頻段在國家與國家之間有些微差異

探索設計與測試的解決方案

是德科技提供多元的工具，能夠加速從實驗室到工廠生產的產品開發製造進程，如有需要，也可延伸到產品安裝與維護。我們提供的解決方案包括 PathWave 設計、模擬及測試軟體，還有單機式儀器、無線測試儀和模組化儀器。以上所有皆具備是德科技備受信賴的量測科學一致程序，能夠加速您的產品開發工作流程。您可連接並整合開發流程中的每一個步驟。

設計並模擬新裝置

當 IoT 應用變得更為普遍，設計工程師將面臨以下重大挑戰：將電源效率最大化、管理電熱效應，以及在設計變得更加精密小巧的趨勢下，處理更大的電磁耦合問題。其他關卡包括評估並挑選最佳的混合技術（例如砷化鎵、氮化鎵、矽鍺/矽/SOI、CMOS），以及依據產業標準整合子系統並驗證效能。

隨著設計的複雜性增加，電路模擬也變得更為困難。是德科技的 PathWave 電子設計自動化（EDA）軟體，能夠克服存在通訊系統內的固有挑戰，尤其是對 5G、802.11xx、BLE、ZigBee 和 Wi-SUN 等等的 IC 及 PCB 設計和模擬。

在開發過程的早期，一項新產品可透過 PathWave 系統設計（SystemVue），此一備受矚目專用於電子系統層級（ESL）設計的 EDA 軟體進行模擬。PathWave 系統設計可以讓系統架構工程師和演算法開發工程師，設計出創新的無線通訊系統的實體層（PHY），並且為射頻、DSP 和 FPGA/ASIC 設計工程師提供獨一無二的價值。PathWave 系統設計也包括虛擬量測工具，能夠被附加到在模擬中的節點，提供預期效能的檢視。

來自是德科技附加的 EDA 工具包括 PathWave 先進設計系統（ADS）、PathWave EM Design（EMPro）、PathWaveRFSynthesis（Genesys）、PathWaveRFICDesign（GoldenGate）和 PathWave Thermal Design。跨越多項產業領域的品牌領導企業 — 行動通訊、無線網路、航太與國防 — 正在使用這些解決方案進行設計、開發、模擬及製造 RFIC、MMIC、射頻模組、板卡與系統（參見圖 8）。

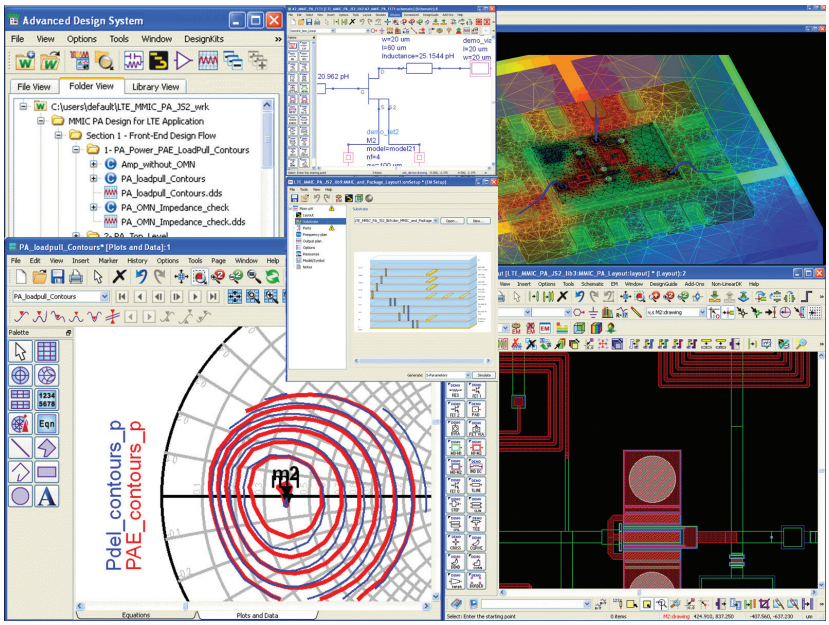


圖 8：全世界有超過 2/3 的射頻/微波設計工程師使用是德科技的 PathWave 先進設計系統（ADS）軟體，來幫助其解決在 IoT 應用所面臨的設計挑戰

對 IoT 設計來說，PathWave 設計解決方案，例如 PathWave EM Design（EMPro）和 PathWave RFIC Design（GoldenGate）軟體，能夠支援成功地建立可提供短距離無線通訊的射頻收發器（參見圖 9）。

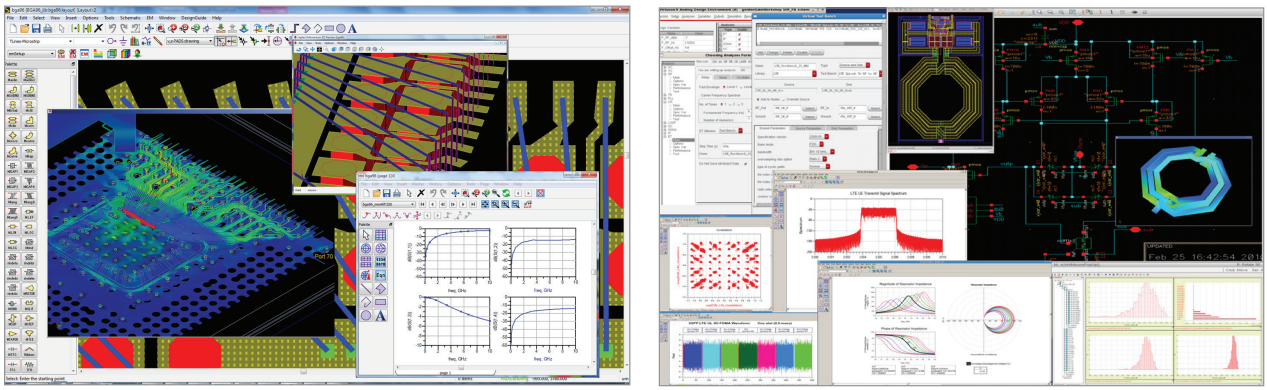


圖 9：PathWave EM Design（EMPro，左圖）是領先業界的 3D 電磁（EM）模擬器，用於被動電路建模與分析，對 IoT 應用不可或缺； PathWave RFIC Design（GoldenGate）模擬與分析軟體（右圖），可提供到 PathWave System Design（SystemVue）、ADS 和 EM Design 的連結，以完成 IoT 設計

隨著設計從模擬轉移到現實，完整的裝置模組可以被替代到模擬中：由真實量測或硬體在環取代虛擬工具，可以讓開發人員比較模擬和實際效能。當設計人員完成設計與原型建立，是德科技涵蓋範圍無可比擬的實驗室層級測試設備 — 桌上型和模組化 — 可確保量測連續性。

量測並分析 IoT 裝置

在挑選測試儀器時，典型的選擇標準包括效能規格、量測速度、體積大小、配置可擴充性和成本（頭期款及分期款）。無法以單一解決方案滿足所有需求。是德科技提供桌上型儀器、無線測試儀和模組化解決方案等完整產品線，其通用的量測科學，可在 IoT 產品生命週期中，確保一致且可比較的量測結果（參見圖 10）。

圖 10：是德科技的量測科學可跨越桌上型信號分析儀和信號產生器（上排圖）、無線測試儀（下左圖）以及模組化解決方案（下右圖），確保一致的量測結果，讓團隊可以快速確認造成不正確結果的根源

在設計階段，像是 X 系列信號分析儀的桌上型儀器，可提供高效能、通用型功能，例如掃頻調諧頻譜分析以及信號分析與故障排除的全面性功能。如搭配使用 PathWave X 系列量測應用軟體，它們可根據數種無線格式執行單鍵測試，以提供 EVM、相鄰通道功率比（ACPR）、頻譜發射遮罩（SEM）等標準相符性量測。它們在所有支援的硬體平台上也採用相同的演算法與量測科學：CXA、EXA、MXA、PXA 和 UXA 桌上型分析儀；PXI 儀器模組，例如 M9420A VXT；以及 EXM 無線測試儀。

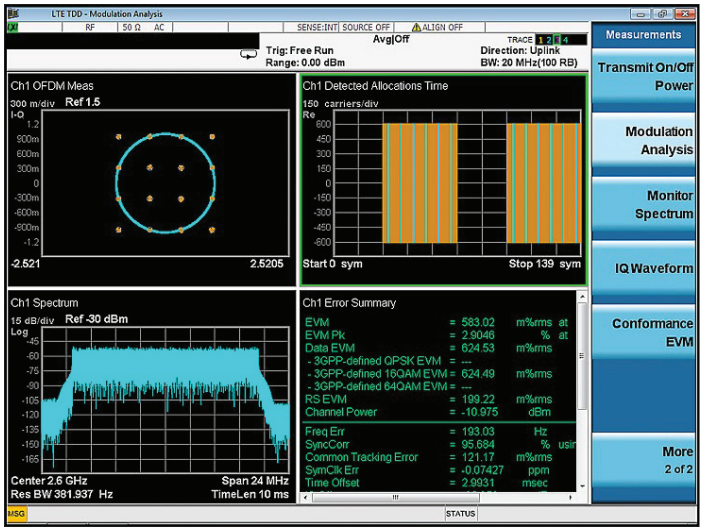


圖 11：PathWave X 系列應用軟體能夠對不可或缺的效能特性提供單鍵式分析，例如 EVM 和 ACPR 各種不同的無線格式

PathWave 向量信號分析（VSA）軟體是領先業界的數位調變分析工具，能夠在 45 種以上的是德科技量測平台運作，從基礎頻譜分析儀到寬頻數位示波器。它能夠進行配置，以支援大多數在 IoT 裝置中使用的無線格式：2G/3G/4G 蜂巢式格式、WLAN、ZigBee、Bluetooth 和 Wi-SUN。PathWave 向量信號分析（VSA）軟體也支援超過 75 種信號標準和格式的通用型靈活數位解調變，您能夠選擇的調變類型可以簡單如 BPSK，或是複雜如 4096 QAM。讓您能洞察信號的每一個面向，並將您的先進設計最佳化。

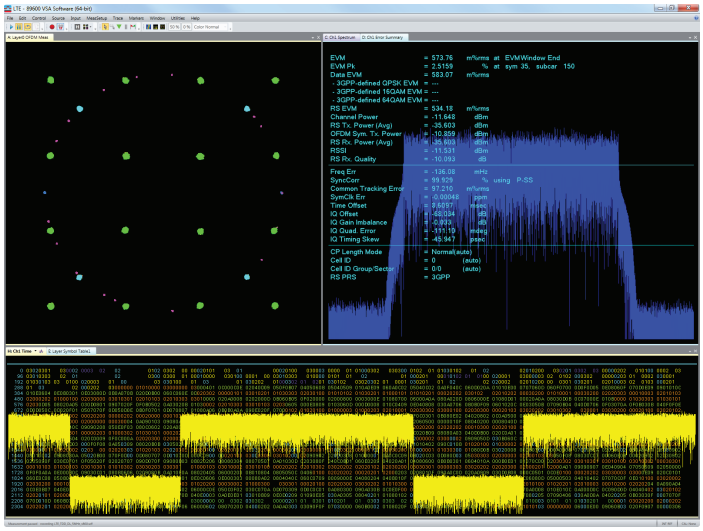


圖 12：PathWave 向量信號分析（VSA）軟體，讓設計人員能夠洞察現今最先進信號之複雜性

在研發、設計驗證和製造階段，PathWave 信號產生軟體可以針對包括各個版本的 IEEE 802.11 標準、*Bluetooth*、ZigBee 和 Wi-SUN 的無線通訊格式，產生自訂和符合標準的測試信號（參見圖 13）。此軟體和部份是德科技向量信號產生器 — MXG、EXG 和 PXI 模組化機型 — 及 EXM 無線測試儀相容。

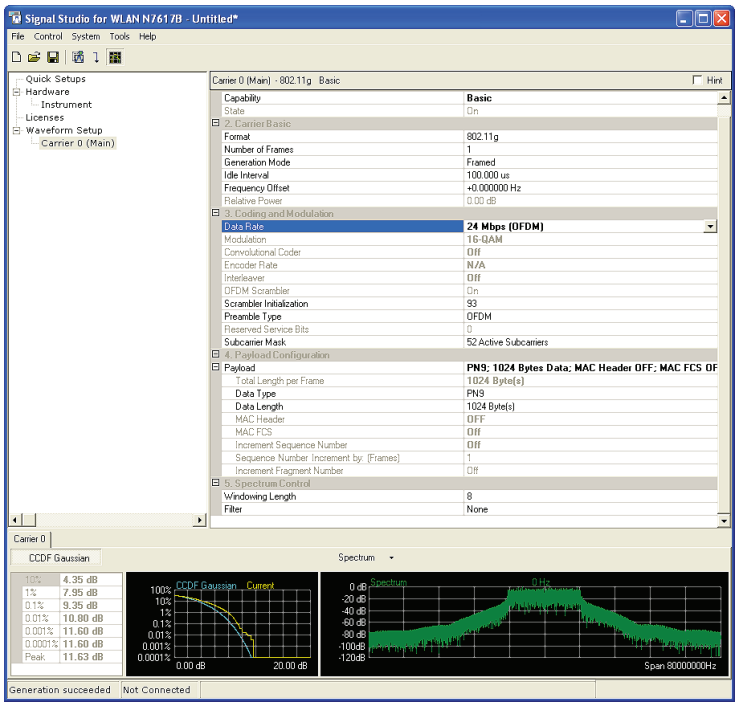


圖 13：藉由其靈活的信號產生工具套件，PathWave 信號產生軟體能夠減少在信號模擬上花費的時間

其他物聯網（IoT）測試解決方案

除了 X 系列信號分析儀和信號產生器，我們各種最新的解決方案與配置，都非常適合用來開發及製造 IoT 裝置。

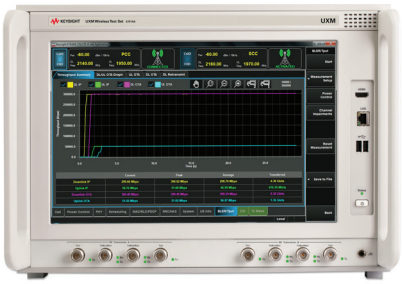
M9420A VXT PXIe 向量收發器：可實現迅速的系統開發和功率放大器、射頻元件與前端模組更快速簡單的測試，並提供效能與體積兩者間平衡的理想選擇。半和全雙工埠可簡化測試；信號產生軟體和單鍵式量測應用軟體可簡化標準測試；支援 PathWave 向量信號分析（VSA）軟體，讓您輕鬆地對設計進行除錯及微調。模組化的外觀尺寸，可提供建立自訂解決方案所需的量測速度和靈活性，將整個測試機架的功能，納入單一 PXI 機箱中。最多可納入 4 台 VXT 儀器到單一機箱中，支援從產品開發到設計、驗證及製造階段，相應增加的需求。

M9420A VXT PXIe 向量收發器

EXM 無線測試儀：對 IoT 應用而言，要達到經濟的設計驗證和量產，必須從早期原型評估到製造階段的裝置效能有一致性的瞭解。EVM 可提供終極擴充性和埠密度，並且涵蓋最廣泛的多種格式，以達成經濟有效的測試。並具備同級產品最佳的量測效能，可確保生產線最高的生產速率及良率。頻率涵蓋範圍和頻寬選項，以及附加的新 IoT 應用，讓 EXM 成為可以滿足未來需求的平台，能夠適應並克服新的量測挑戰。

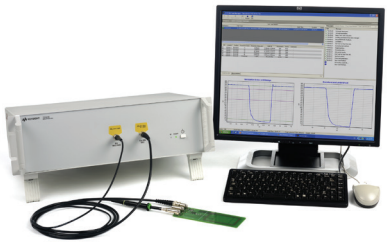
EXM 無線測試儀

UXM 無線測試儀：UXM 能夠幫助設計人員為 IoT 應用開發並最佳化蜂巢式裝置。其靈活整合了多種格式的基地台模擬和強大的射頻量測，藉由直覺的觸控螢幕操作介面和多層協定記錄，提供延長電池壽命的洞見。UXM 軟體版本的更新追蹤了 3GPP 標準的發展，包括機器類型通訊（MTC）。圍繞 UXM 建置，是德科技 T4000S 系列 RCT 和 RRM 測試系統，能夠讓晶片組、模組和行動電話製造商符合 GCF 和 PTCRB 需求。



UXM 無線測試儀

T3111A NFC 相容性測試系統：T3111A NFC 相容性測試系統，是基於 T1141A 測試儀，和 FIME 合作開發。其提供 NFC、EMV™ 和 ISO 裝置一項射頻類比與數位協定的測試解決方案。此解決方案包括自動定位機器人，以為 NFC 和 EMV 裝置提供所有非接觸測試所需規格。



T3111A NFC 相符性測試系統

N6780 系列電源量測設備（SMU）：IoT 應用將倚賴簡易的由電池供電的感測器和致動器，來傳輸極少量的資料並預期可提供數年的無人值守運作。設計和開發此類型的裝置，需要能夠在以下三種主要狀態期間量測電池耗電量的工具：休眠模式、待機模式和傳輸模式。電流消耗本質上是隨機的，範圍從處於休眠模式的奈安培、處於待機模式的毫安培到處於傳輸模式的安培，之間的轉換時間很短，上升和下降時間都非常急遽。唯有 Keysight N6780 系列 SMU 可讓您在單次量測中觀察從 nA 至 A 的電流耗電量，並獲得更深入的洞察力，讓您能夠大幅提高電池續航力。

N6780 系列電源量測設備（SMU）

X8711A 物聯網裝置功能測試：X8711A 是經濟有效的空中傳輸信令測試解決方案，能夠在實際運作模式和最終形式下測試 IoT 裝置。它可提供量化量測來客觀地量測主要參數，確保裝置品質與效能，進而簡化測試開發。

X8711A 物聯網裝置功能測試

X8712A 物聯網裝置電池壽命最佳化解決方案：X8712A 是一項整合式解決方案，能夠執行以事件為基礎的電力消耗分析，並瞭解對裝置的電力消耗特性進行設計微調的效果。採用此解決方案，可以讓工程師對以電池供電的 IoT 裝置，最佳化其電池壽命。

X8712A 物聯網裝置電池壽命最佳化解決方案

確保持續的準確度和可重測度

是德科技的量測完整性和計量傳統，反映了嵌入在我們的儀器硬體設計、軟體演算法以及自動校驗程序中的智慧財產結晶（效能驗證與調整）。我們的服務中心及行動實驗室全球服務網路，皆採用一致性的自動校驗程序，確保我們的儀器能夠持續以所保證的規格運作無虞。在所有設備製造商之間，只有是德科技以其優異的品質和信譽，做為其全世界所有儀器堅強的後盾。

展望未來

隨著 IoT 裝置的部署數量擴增到數十億，確保絕對可靠的連接能力將變的不可或缺。跨越整個生態系統 — 裝置、基礎設施、雲端、遠端應用、後處理、服務 — 建立無縫的連接能力，從產生更好的設計、利用與日俱增的現實模擬以及進行有意義且經濟有效的測試開始。藉由其和硬體、軟體及人員的優異結合，從現在到未來，是德科技是能夠幫助您成功建立物聯網應用獨一無二的首選。

相關資訊

文件標題	文件編號
物聯網的設計和測試解決方案 — 解決方案型錄	5992-2909EN
X8711A 物聯網裝置功能測試解決方案 — 產品規格書	5992-2810EN
Keysight X8712A 物聯網裝置電池壽命最佳化解決方案 — 產品規格書	5992-3085EN
E6640A EXM 無線測試儀 — 產品型錄	5992-0617EN
適用於 E6640A EXM 無線測試儀的量測應用軟體 — 解決方案型錄	5992-0685EN
E6640A EXM 無線測試儀 — 產品規格書	5991-4287EN
M9420A VXT PXIe 向量收發器 — 產品規格書	5992-1088EN
PathWave 先進設計系統（ADS）軟體 — 產品型錄	5988-3326EN
PathWave 系統設計（SystemVue）軟體 — 產品型錄	5992-0106EN
向量信號分析（VSA）軟體 — 產品型錄	5990-6553EN
PathWave Signal Studio 軟體 — 產品型錄	5989-6448EN
PathWave X 系列應用軟體 — 產品型錄	5989-8019EN
信號分析儀和頻譜分析儀 — 選購指南	5968-3413E
X 系列 N5181B/N5171B 類比和 N5182B/N5172B 向量信號產生器 — 技術概述	5990-9957EN
E7515A UXM 無線測試儀 – 產品型錄	5992-0149EN
E7515A UXM 無線測試儀 – 產品規格書	5991-4634EN
T3100S 系列 NFC 測試系統 — 技術概述	5992-0188EN
N6700 系列模組化電源系統 — 產品規格書	5989-6319EN
適用於 N6700 模組化電源系統的 N6780 系列 SMU — 產品規格書	5990-5829EN
N9320B 射頻頻譜分析儀，9 kHz 至 3.0 GHz — 產品規格書	5990-8119EN
N9310A 射頻信號產生器，9 kHz 至 3.0 GHz — 產品規格書	5990-8116EN

詳細資訊，請上網查詢：www.keysight.com

有關是德科技電子量測產品、應用及服務的詳細資訊，可查詢我們的網站或來電洽詢。是德科技聯絡窗口：www.keysight.com/find/contactus

KEYSIGHT TECHNOLOGIES

本文件資訊如有修改，恕不另行通知。© Keysight Technologies, 2019, Published in USA, July 27, 2019, 5992-1175ZHA