

Keysight Technologies

低功耗物聯網裝置的電池耗電分析

應用說明



Unlocking Measurement Insights

挑戰所在

與物聯網 (IoT) 相關的低功率裝置，以高度可變速率消耗功率，範圍從數微秒到數秒、以及數微微安培至數安培不等。準確的電池耗電量測量有助於滿足客戶期望的電池續航力。是德科技為工程師提供各種解決方案，讓您能便利、快速地取得準確的結果，以便分析物聯網裝置的電池耗電量。

設計與測試的頻譜需求

客戶已不再能接受物聯網裝置需每隔幾年更換一次電池。在許多應用中，客戶期望的電池續航力通常是 10 年，有些廠商甚至強調「終生可用」或「放任不管」，在應用使用期間（通常超過十年）都一直有電量。

為了滿足這類期望，晶片組設計人員需設計具有深度休眠模式、電流消耗量超低的 IC。這些裝置的操作模式包含低時脈速度、精簡指令集、低電池電壓以及低電流消耗。針對持續數微秒或數毫秒的事件，這些應用需測試 3 到 6 階的電流位準振幅。

為了降低無線通訊所導致的大量功耗，全球標準組織正在定義結合低射頻功率位準的全新低功耗操作模式，以及可限制主動操作時間的簡易連線協定。為了減少無線模組大量耗電的狀態，相關製造商正努力開發可將嵌入式處理器最佳化的設計與測試程式，以便延長電池續航力。

將感測、處理、控制及通訊元件整合入最終產品時，產品設計工程師必須知道這些週邊元件如何運作以及功耗情形。此外，設計人員需針對電源供應器、類比與混合信號元件，以及數位與射頻子系統使用的軟體或韌體進行控制。進入量產階段時，工程師可使用簡易的測試方式與儀器，快速而經濟地驗證適當的裝置操作。

這些不同的需求，迫使工程師必須在各個開發階段，以各種精密度進行量測，進而獲得不同程度的細節。晶片設計及模組設計工程師需迅速評估裝置在各種操作狀態下的功耗。模組設計人員需針對多種晶片的各個振幅等級，進行類似的快速量測，並將結果與模組韌體操作進行關聯性比對。產品設計工程師不需要太精密的時間解析度，但必須準確掌握硬體與軟體開發過程中的整體功耗。最後，生產測試部門可使用更簡易的測試設備，確認裝置是否正確運作。

穿戴式物聯網裝置

有些物聯網裝置，例如助聽器、數位眼鏡及體適能追蹤器，可供使用者穿戴在身上。這些裝置通常處於操作（非休眠）模式下，因此電池很快就會沒電。下圖顯示典型的穿戴式體適能追蹤器方塊圖。

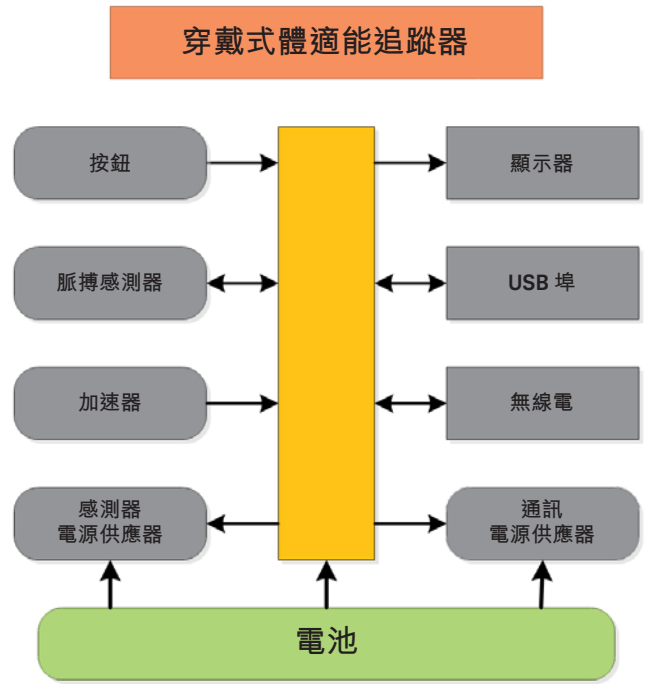


圖 1：穿戴式體適能追蹤器方塊圖

穿戴式體適能裝置具有間歇性量測、儲存及送出資料的感測器及射頻元件。為了最佳化功率預算及可用性，設計工程師可使用各種儀器和軟體來分析能量量測，然後調諧中央處理器韌體以最佳化各操作期間使用的能量。本文件的其餘部分描述五種此類裝置，以下為其摘要說明（所有值都為近似值）。

表 1 :

						CX3300 ³ 系列 元件電流波形分析儀	
	34470A DMM 數位轉換	N2820A 示波器探棒	N6705B/N6781A 直流電源分析儀 和 SMU	B2900 ² SMU		正常	高解析度
螢幕尺寸 (對角)	4.3 吋	視示波器而定	5.9 吋	4.3 吋		14.1 吋	
頻寬、取樣率	17 kHz, 50 kSa/s	500 kHz, 5 GSa/s	29 kHz, 200 kSa/s	10 kHz, 100 kSa/s	140 MHz, 1 GSa/s	15 MHz, 75 MSa/s	
量測解析度	14 位元	14 位元	18 位元	20 位元	14 位元	16 位元	
最小可量測 脈衝寬度	100 μs	2 μs	25 μs	100 μs	5 ns	50 ns	
最小可量測 靜態電流 ⁴	10 pA	500 nA	800 nA	1 pA		150 pA	
最小可量測 動態電流 (頻寬為 10 kHz)	10 nA	500 nA	2.4 μA	10 fA		150 pA	
最大可量測電流	10 A	5 A	3 A	3 A		50 A	
最小 / 最大 供應電流	(無)	(無)	3 A	3 A		(無)	
負載電壓 ⁵	27 mV	1 mV	0 mV	0 mV		4 mV	
價格	+	++	++	++		++++	
典型用途	R&D / Mfg	R&D	R&D / Mfg ¹	R&D		R&D	

1. 製造時使用 N6700 主機和 N6781A SMU，研發時則使用 N6705A 主機和 N6781A SMU。
2. 1 pA 為均方根 (RMS) 雜訊 (NBW = 0.1 Hz 至 10 Hz)。
3. 150 pA 為均方根 (RMS) 雜訊 (NBW = 10 Hz 至 20 MHz)。
4. 提供錯誤率 1% 的典型雜訊及準直流量測。
5. 在適當範圍內量測 10 mA 時，Keysight N6781A 與 B2900 系列都會輸出電流，所以負載電壓一直為 0 mV。

表 2 :

	儀器最佳化	提示
34470A DMM	<ul style="list-style-type: none"> - 成本低且供貨無缺的工具 - 高達 7 位半的高精密度 - 量測靜態、低位準或高位準電流 - 在 4 位半數位化模式，可以擷取高達 10 kHz 的波形 - 體積輕薄，可輕易放入機架中 	<ul style="list-style-type: none"> - 避免快速變化的信號 - 使用固定範圍，避免量測不連續性
N2820A 電流探棒	<ul style="list-style-type: none"> - 高靈敏度 - 高動態範圍 - 寬廣的頻寬，可擷取高達 3 MHz、快速變化的信號 - 可與許多現正販售的示波器搭配運作 - 靈活的觸發模式 	<ul style="list-style-type: none"> - 振幅解析度隨示波器而不同 - 使用較短的導線以獲得最佳頻寬
B2900 系列 SMU	<ul style="list-style-type: none"> - 解析度最低可達 10 fA；最高可達 10 A - 內建電源工具： <ul style="list-style-type: none"> - 零負載電壓 - 無傾斜 - 簡化接線 - 體積輕薄，可輕易放入機架中 - 快速 I/V 量測軟體提供量測洞察力 	<ul style="list-style-type: none"> - 避免快速變化的信號 - 使用固定範圍，避免量測不連續性 - 資本採購
N6705B 直流電源分析儀 + N6781A SMU	<ul style="list-style-type: none"> - 無間隙範圍調整；可在 nA 到 A 的範圍內進行量測 - 內建電源工具： <ul style="list-style-type: none"> - 零負載電壓 - 無壓降 - 簡化接線 - 可模擬電池特性 - 插入模組可供多種應用進行客製化 - 在製造階段與 N6700 主機搭配使用，可重複使用模組與程式 - 選配的 14585 軟體可顯示 CCDF 與其他資訊，以增強洞察力 	<ul style="list-style-type: none"> - 體積較大，需更大的機架空間 - 資本採購
CX3300 系列元件 電流波形分析儀	<ul style="list-style-type: none"> - 專用型儀器，可量測高達 140 MHz（含探棒頻寬）的動態電流信號，解析度達 14 或 16 位元 - 可顯示以往看不見的波形特性 - 無可匹敵的效能 -- 可量測快速信號，由低至高的電流 - 整合式量測類別：時間、電流位準、面積、CCDF 等等 - 自動電流與功率剖析提供詳細的功率預算資訊 	<ul style="list-style-type: none"> - 大型顯示器提供優異的可用性，但需要更大的機架空間 - 資本採購 - 使用較短的導線以獲得最佳頻寬

Truevolt 34470A DMM



圖 2：Keysight Truevolt 34470A DMM

精密的電流量測與高速數位轉換，讓您能夠使用工作台上現有的簡易工具來深入分析波形。

產品設計人員可使用工作台上現有的數位萬用電錶（DMM）來執行基本電流量測。舉例而言，Keysight 34470A DMM 具有 10 pA 準確度，可精密地量測電流，並可用每秒高達 50,000 筆讀值，或每個讀值 20 μ s 的速率進行數位轉換。這款整合式 DMM 可精準量測各種時距的電流消耗量。待測裝置（DUT）若處於穩態，此 DMM 可使用常模及可選積分時間，以高解析度量測電路中的電流（或電壓），以得到 7 個等級的振幅解析度，全刻度範圍低至 1 μ A。

在數位化模式下，Keysight 34470A 可高速進行電流取樣，並產生數值或圖形結果，以供波形特性分析之用。34470A 可管理高共模電壓以及短暫的高電流暫態。如此一來，使用者可在沒有接地參考的狀況下量測電流，也可放大低電流狀態，但仍可執行準確的休眠模式量測。

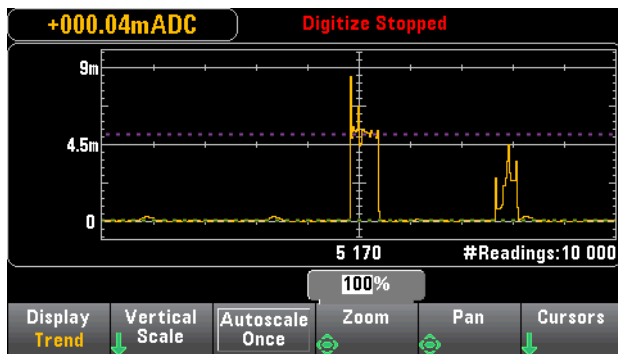


圖 3：Keysight 34470A DMM 之顯示器中顯示穿戴式體適能監測裝置的數位化電流波形

InfiniiVision X 系列示波器



圖 4：Keysight InfiniiVision MSO-X 6004A 混合信號示波器

藉由為示波器添加具備先連後斷技術的電流探棒，您可利用熟悉、易用的工具，快速分析電路中各個點位的電流流動狀況。

大部分設計工程師的桌面固定配備的另一種儀器為示波器。經過數十年的量測技術進化和操作介面的突飛猛進，只要搭配使用 Keysight N2820 系列電流探棒當作其中一個通道的輸入，示波器便可快速轉變為電池耗電分析儀器。這樣的解決方案雖然不如一些其他解決方案準確，但具有靈活的觸發功能，而且備有熟悉的各式機型，讓使用者能迅速地評估信號。



圖 5：Keysight N2820 系列電流探棒

Keysight N2820A 高靈敏度電流探棒可量測電池供電裝置或個別電路的電流消耗情形。使用 N2820A 的示波器可提供比許多其他儀器更高的頻寬，如果動態範圍為 20,000:1，其頻寬可達 500 kHz 至 3 MHz。Keysight N2820A 提供特殊的「先連後斷」連接器，讓使用者可在電路運用時，觀察整體電路，並分析各個電路節點的特性。



圖 6：Keysight N2824A 連接至 PCBA

將探棒與具備數位碼型輸入的混合信號示波器（MSO）搭配使用，便可讓電路特性與控制狀態，以及造成電路特性之處理器指示，快速產生關聯性。如此一來，產品韌體工程師可直接量測軟體或韌體變化對功消的影響。

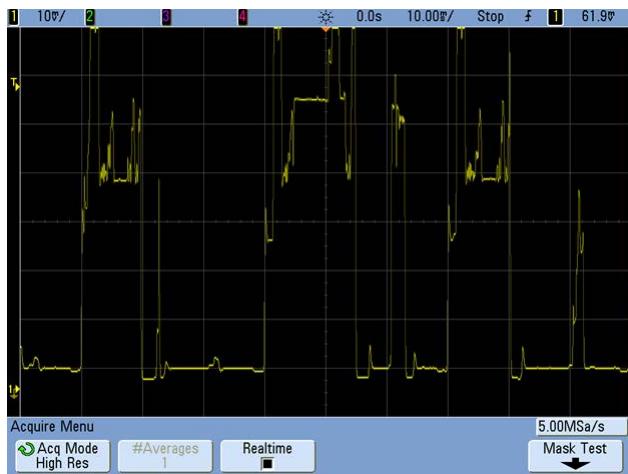


圖 7：使用示波器量測物聯網裝置充電特性所產生的軌跡。請注意快速變化的大電流與小電流

N6705B 直流電源暨分析儀和 N6781A 電源量測設備 (SMU)



圖 8：Keysight N6705B 直流電源分析儀

可同時供電並量測電流的儀器，讓您能快速洞察信號，並利用相同的 SMU 模組快速啟動您的測試程序。

SMU 是一種智慧型電源供應器，可輸出功率至待測物、量測電流消耗狀態，並且評估結果，包括電池耗電量分析。配備 N6781A SMU 模組的 Keysight N6705B 便是這類儀器。此電源供應器可模擬動態條件，包括功率排序、電池電壓下降，以及各種供電變數。由於 N6705B 可供應電源，因此可準確 (0.025%，解析度達 18 位元) 並快速 (100 kHz) 地進行量測。N6705B 亦可當作示波器使用，方便設計工程師使用熟悉的機型快速探索電路特性。它還可當作資料蒐集器使用，可記錄長時間的電路電源消耗情形。

Keysight N6781A SMU 支援 4 個可無間斷調整的電流量測範圍，可提供無突波的電源量測。它具有出色的暫態響應，如當作電壓或電流源，或是定電壓 (CV) 或定電流 (CC) 電子負載，可在快速負載變化下提供穩定的輸出。

Keysight 14585A 控制與分析軟體等套裝軟體，可為設計工程師的工具套件添加更多額外功能，可快速進行連接設定，並量測裝置最重要的特性。舉例而言，14585A 軟體可進行互補累進分佈函數 (CCDF) 分析，簡要地顯示短期與長期電池耗電量的量測結果。

完成設計驗證後，可將 SMU 模組及其 SCPI 程式投入工廠，變成製造測試配置的一部分。

B2900A 系列精密型電源量測設備



圖 9：Keysight B2912A 精密型電源量測設備 (SMU)

可同時供電並量測低電壓和電流的儀器，具有高精密度和準確度，適合工作台或製造測試機架應用。

Keysight B2900 系列精密型電源量測設備，結合經濟有效的精密量測儀器與一流的圖形操作介面 (GUI)，讓設計工程師能深入洞察其應用。雙通道 B2900 可取代兩個直流電壓源和兩個數位萬用電錶，大幅降低了接線複雜度。

這些 SMU 具備了出色的精密度 (最低電源供應與量測解析度為 10 fA/100 nV)，另外還配備彩色 LCD 顯示幕、多種任務導向檢視模式，可顯著提升測試、除錯及特性分析效率。設計或驗證工程師也可使用 SCPI 程式語言來開發測試程序。如將 Keysight B2900 SMU 整合入製造測試系統，則可重複使用此測試程序。此儀器還具備極限測試功能，可在進行製造測試時自動判斷通過 / 不通過，無需編寫在 PC 上執行的測試程式。

除了 SCPI，Keysight B2900 系列還具備多個低成本或免費的遠端控制選項：BenchVue、B2900A 圖形網頁介面、B2900A 快速電流電壓量測軟體，以及 EasyEXPERT group+ 軟體。Keysight B2900A 快速電流電壓量測軟體尤其實用，可讓您快速配置並進行電流電壓量測，最後以表格與曲線圖顯示結果，您完全無需編寫程式。

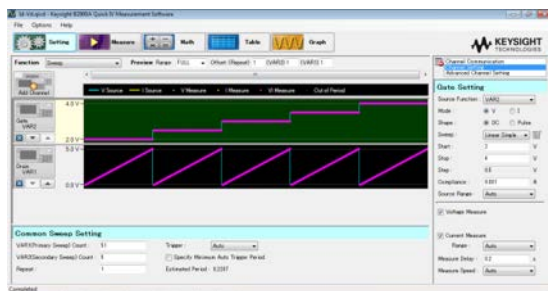


圖 10：Keysight B2900A 快速電流電壓量測軟體

CX3300 系列



圖 11：Keysight CX3324A 元件電流波形分析儀

易於使用的儀器，具備絕佳準確度及「任意」縮放功能，方便您觀察以往看不到的波形細節。其自動電流與波形特性剖析功能，讓您能快速地深入洞察電池耗電量預算。

元件電流波形分析儀是新型儀器，是低功率物聯網裝置設計工程師的好幫手。Keysight CX3300 系列可提供最詳細的振幅 (100 nA 至 10 A) 和時間 (140-MHz 頻寬及高達 1-GHz 的取樣率) 檢視畫面，比市面上任何一款電流量測儀器都還要精密。透過這些詳細的檢視畫面，您可精準地觀察以往探測不到的低階電流波形。

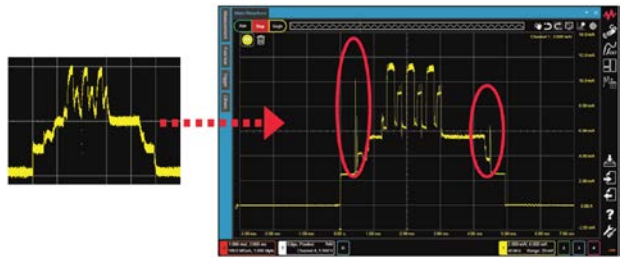


圖 12：查看以往隱而未現的波形細節

Keysight CX3300 的大尺寸顯示幕和多點觸控示波器，使其能夠對電路、子電路或晶片進行簡易的擷取、檢查並量測高解析度電流波形。此儀器的「任意」縮放功能，方便您在 X 與 Y 方向中的任何位置上，快速放大任何電流波形區段，以便查看更多細節。

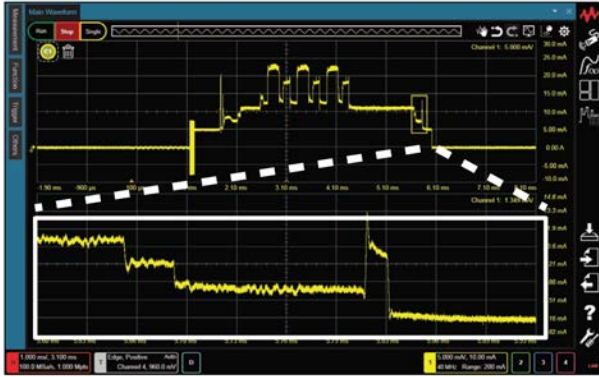


圖 13：「任意」縮放功能方便您在 X 與 Y 方向中的任何位置上，放大黃色矩形區域，以便顯示詳細的波形資訊

Keysight CX3300 的自動電流與功率剖析器具有強大的分析功能，不僅可顯示時間與電流的量測結果，還可以 μC 為單位顯示所消耗的總電荷。

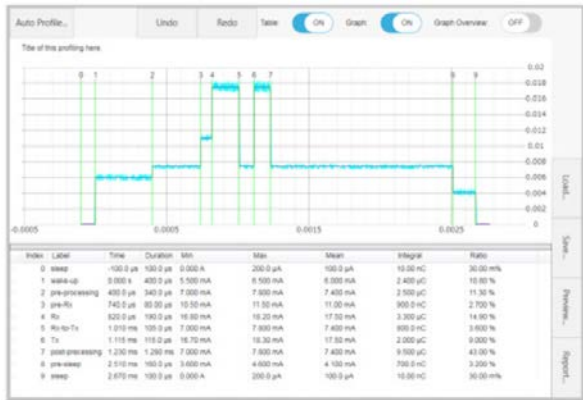


圖 14：自動電流與功率剖析器將波形分成數個區段，以便詳細分析各區段的電流與電源消耗情形

Keysight CX3300 具有選配的數位輸入通道 (CX1152A)，讓晶片程式設計人員能立即查看裝置程控變化對電池電力造成的影響。如需將電流量測與數位信號同步，例如物聯網裝置的控制器 I/O 或資料匯流排，這些數位通道非常有用。

其數位通道的取樣率高達 0.5 GSa/s，支援的最大記錄長度則為 512 Mpts。與慣用的數位探棒不同，每支 CX1152A 探棒都有 10 M Ω 的輸入電阻，方便您將負載電流降到最低，以進行準確的低功率量測。



圖 15：適用於 Keysight CX3300 的 CX1152A 數位輸入通道 (選配)

高精密度量測 (甚至支援奈秒量測) 和簡單易用的組合，可協助您加速讓具備最佳電池續航力的新產品問市。



圖 16：Keysight CX3300 清楚顯示 20-ns 的脈衝

結語

電子產業已開始規劃可在未來幾年內推動物聯網飛速成長的裝置。消費性、工業用及醫療領域的客戶，持續要求更長的電池續航力，以讓物聯網裝置能維持長時間運作。有鑒於此，設計工程師和製造商需深入洞察 IoT 裝置複雜的電池耗電量波形，以便開發可延長電池續航力的新技術。唯有是德科技提供可滿足物聯網設計人員需求的各式儀器和軟體，涵蓋範圍從晶片設計與測試、射頻模組效能評估與測試，一直到最後的產品製造測試，應有盡有。不僅如此，唯有是德科技可提供值得信賴的量測結果。

演進

是德科技獨一無二的硬體、軟體，支援及專家組合，可協助您拓展全新的局面。
讓我們是帶動前瞻技術不斷演進的推手。



薪火相傳 - 惠普將火炬傳給安捷倫，再由安捷倫交棒給是德科技



myKeysight
www.keysight.com/find/mykeysight
透過個人化頁面查看與您息息相關的資訊。

Keysight Infoline
是德科技 Infoline 網站
www.keysight.com/find/service
Keysight Infoline 網站可協助您更有效率地管理儀器資訊。您可隨時上網查看貴公司的儀器報表和電子資料庫。

KEYSIGHT SERVICES
是德科技服務
www.keysight.com/find/service
是德科技擁有領先業界且陣容堅強的專業人員、量測程序和測試工具，可提供一應俱全的設計、測試和量測服務。如此一來，我們協助您部署新技術，並改善量測程序，以便降低成本。



三年保固
是德科技的卓越產品與長達 3 年保固服務的完美結合，助您一臂之力達成業務目標：增強操作便利性，降低持有成本，增強量測信心。



是德科技保固保證方案
www.keysight.com/find/AssurancePlans
是德科技提供長達十年保固，以避免任何意外的維修費用，確保儀器能夠在規格範圍內運作，讓您能永遠信賴儀器提供的量測準確度。

是德科技銷售夥伴
www.keysight.com/find/channelpartners
兩全其美：是德科技專業的量測技術與齊備的產品，搭配是德科技銷售夥伴的服務與彈性價格。

www.keysight.com/find/iot-lowpower

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

聯絡窗口查詢：
www.keysight.com.tw/find/contactus

台灣是德科技網站：
www.keysight.com.tw

台灣是德科技股份有限公司
免費客服專線：0800-047-866

104 台北市復興南路一段 2 號 7 樓
電話：(02) 8772-5888

324 桃園市平鎮區高雙路 20 號
電話：(03) 492-9666

802 高雄市四維三路 6 號 25 樓之 1
電話：(07) 535-5035



www.keysight.com/go/quality
是德科技 -
DEKRA Certified ISO 9001:2015
品質管理系統。

本文件中的產品規格及說明如有修改，恕不另行通知。

© Keysight Technologies, 2017
Published in USA, December 1, 2017
中文版：5992-1765ZHA
www.keysight.com.tw