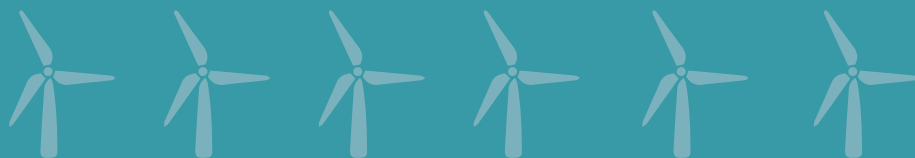


CoverStory 封面故事



自來電

*Green Power
Everywhere*



人們的日常生活中，對於能源的消耗程度十分驚人。
在過去，不斷有能源危機的產生，
使得人們對於找出一種真正低污染，且又能永續存在的能源勢在必行。
在地球的環境中，能源以各種不同的形式，藏身於大自然之中。
太陽能、風力、水力、地熱、潮汐，
或者人體的熱能、動能、壓電等，
一場永不停止的能源革命，正在熱烈進行中。

拋棄電池 邁向能量採集

● 48 你的身體就是發電機

整個城市都是我的發電廠

● 56 一場從太陽開始的再生能源革命

物聯網撐腰 發展遠景看好

● 64 能源採集關鍵還是在電源設計



拋棄電池 邁向能量採集

你的身體就是發電機

作者／丁于珊

穿戴式裝置發展至目前為止，
電池續航力一直是每家廠商面臨的最大也急欲解決的問題之一，
若能夠讓人體自行產生發電，自給自足，
不僅環保，也讓穿戴式裝置有更多的應用。

不管是智慧手錶、智慧眼鏡或者其他的穿戴產品，例如蘋果日前推出的iWatch一再推遲上市日期，市場有一說就是因為電池續航力「令人失望」。

穿戴式裝置要如何提供足夠的電池續航力，卻又不會因電池過大而造成設備過於笨重是目前廠商都在思考的問題。然而電池容量的成長與消費者用電需求成反比，在電池容量沒有太多進展的情況下，如何供電成為最大的挑戰。

各家廠商也都想辦法研發更簡便的充電技術，如無線充電；然而最理想的方案就是用戶不再需要為穿戴式裝置充電，例如透過能源採集技術將身邊的能量如光、熱或者動能直接轉換為電力，為裝置供電。

在加州一場Hot Chips會議裡的研究人員表示，隨著消費性電子設備變得越來越小，傳統電池已經無法完全滿足電力需求，因此最重要的是要開始採用新的能源採集技術來讓設備能夠長時間的運作，而不至於面臨電力不足的情況。

動一動 裝置更來電

低功耗穿戴式裝置很可能即將要邁入告別電池的時代了。

德州儀器先進設計工程師Yogesh Ramadass指出，電子技術雖然不斷地在進步，然而當穿戴式裝置的晶片在性能及功耗上都已經達到一個臨界點之後，接下來的發展關鍵將會是如何更方便地替換電池，或是透過周遭環境的能源來取代電池。

因此，許多科技大廠或研究人員已研發出將人體熱量、動作或環境產生的各種能源轉換為電力的方式。因轉換效率仍不高，所收集到電力還很微小，但對小型的感測器來說，這些能源也夠自給自足了。而隨著技術的進步，提高能源轉換效率，依靠人體發電取代傳統電池，讓穿戴式裝置長時間運行，或許不再是夢想。

事實上，採用能量採集技術供電的穿戴式裝置並不是近日才發生的事，過去已有自動手錶透過手臂揮動的動能發電來維持裝置運作的案例，手錶大廠Seiko甚至早



能量採集並不是新的技術，當來到穿戴式裝置，研發人員正努力將此技術與衣服、褲子或鞋子等結合，藉此收集人們日常活動產生的能量。

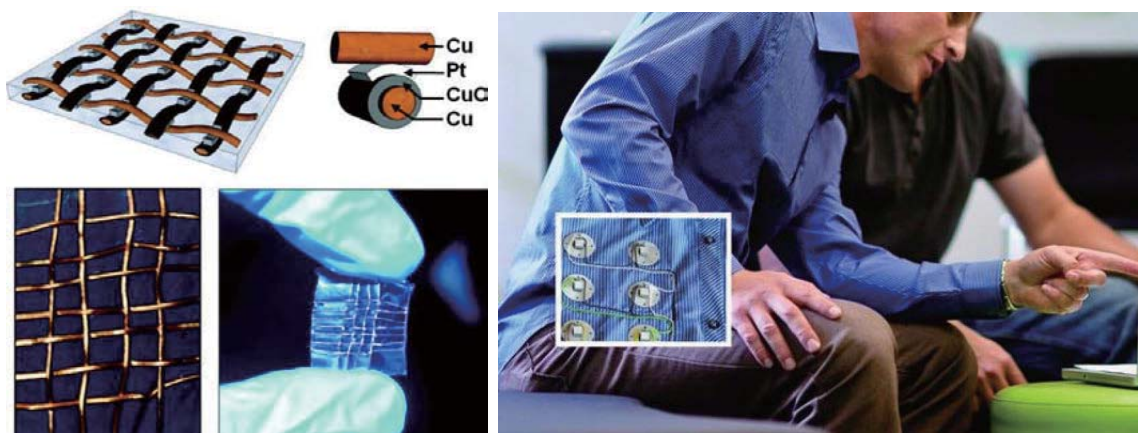
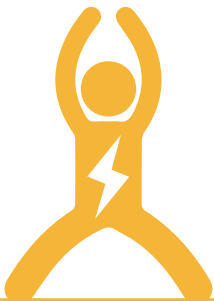
在1971年就曾經提出以人體來發電的相關專利申請，儘管後來被證明難以實現，但是在1983年Seiko一位研究人員Yoshino Masahito帶領的研究團隊在三年後成功研發出一款人體電能手錶，並在1988推出Kinetic系列的人體電能系列手錶。其不僅降低功耗，只需一般石英錶所需能量的3%，更在手錶內加裝了發電機和儲能系統，讓手錶可藉由手腕運動產生的能量自行發電，不必再更換電池。

英國貿易和工業部（Department of Trade and Industry, UK）也在2006年啟動一項計畫－體內微型發電機投資計畫，並投下百萬英鎊的資金，希望能在體內建置微型發電機，透過物體移動的慣性動能產生電力，為植入體內的感測器或者心律調節器供電。

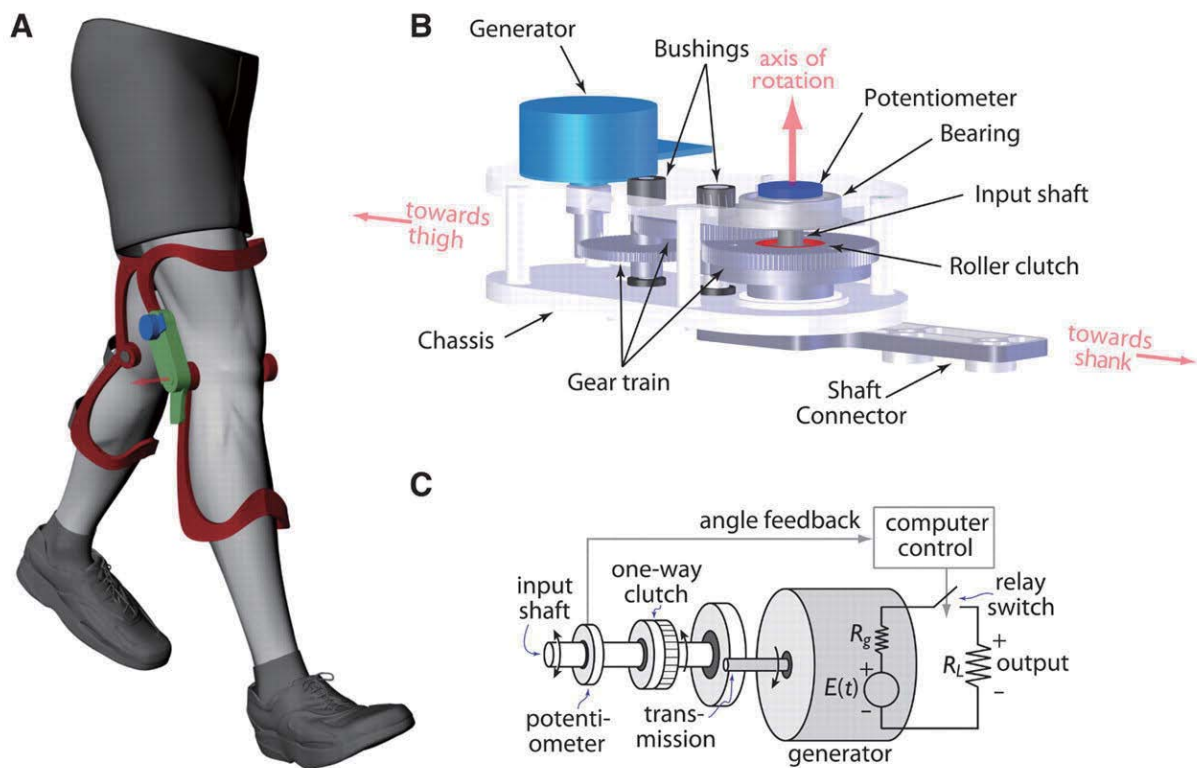
Yogesh Ramadass表示，人體的熱量、運動或者周遭的環境光都能夠轉變為電力，提供給醫療植入物如監測感測器或者一次性醫療物品等。不過可惜的是，英國貿易和工業部的這項計畫後來也宣告失敗，原因是此方法只能有微小的電力，若要有更高功率的供電，裝置體積則會因過大而沒辦法置入人體內。

除了透過動能之外，利用人體自生的發電方式還包含體溫、葡萄糖等，例如美國的Thermo Life Energy、Biophan等都是利用體溫的溫差來產生微小的電力，用以驅動心律調節器或者植入體內的微型醫療感測器。

Yogesh Ramadass表示，部分的穿戴式裝置（如醫療感測器）能夠透過熱電電池來提供電力。他進一步解釋，熱電電池是透過人體體熱與環境或者人體體溫冷熱變化的溫差，將其轉換為電力，此電池約能夠產生30-40微瓦的功率，與太陽能電池大約相同。



⬆ 美國NASA為穿戴式裝置研發出能源採集系統，並將其放入襯衫當中，可以將人體熱能轉換為電力。



⊕ 膝上能量採集器，這是一種生物力學的能量採集，透過感測器偵測膝關節的運動狀態，當膝關節角度移動至能量最大的時候採集能量。(source:iforma)

身體就是一座能量廠

不過，想要透過能源採集來保持裝置不需要電池也能不斷運行，並不是件容易的事情，日前在Kickstarter被下架的iFind就證明了這件事情。iFind宣稱只要依賴電磁能就可以讓裝置維持運作，後來卻因無法證實此產品可以順利量產而被下架。

然而，撇去iFind是否能夠量產的因素不看，這一類型能源採集的方式所產生的微弱電力大多只能使用在功耗需求較低的裝置當中，對於極度依賴感測器、計算系統以及通訊等功能較為複雜穿戴式裝置而言，實用上仍有一段距離。若要生產足夠的電力，除了採集能源的裝置可能過大之外，太陽能、動能、熱電轉換、壓電採集等能源轉換方案的效率也是關鍵問題。

太陽能採集

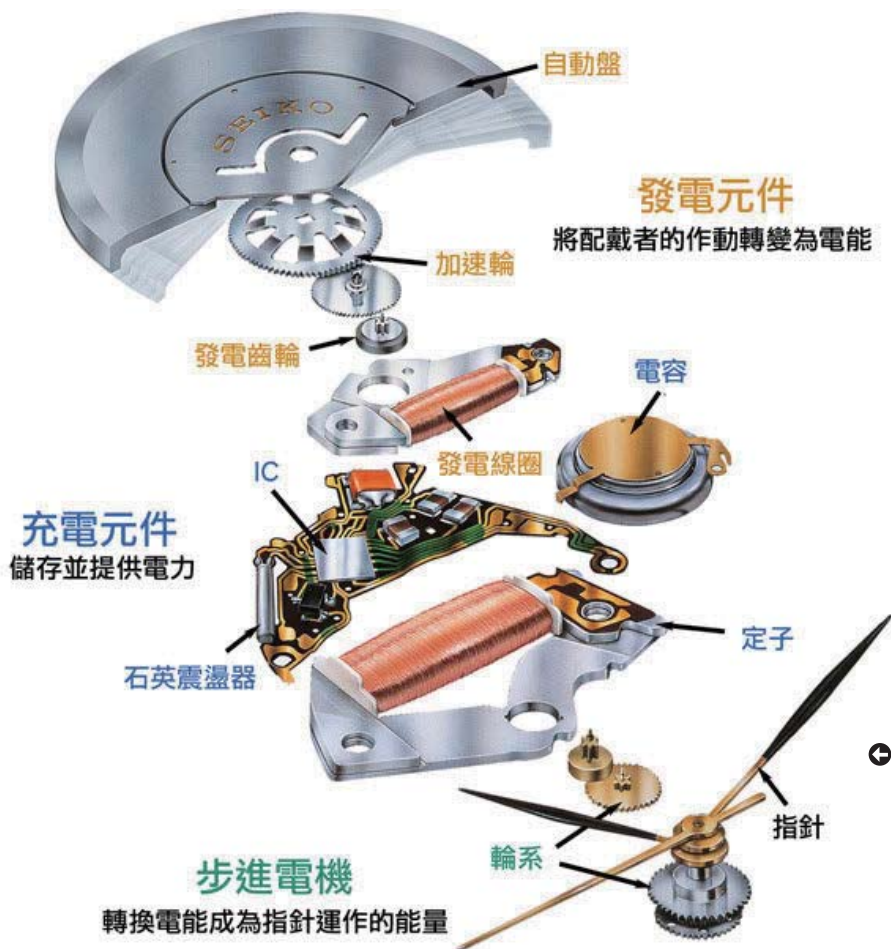
太陽能電池目前大多使用在屋頂或發電廠等大型設施上，不過隨著技術進步，將很快可以看到小型化的太陽能面板被應用於穿戴式裝置上，且提供足夠的電力需求。

事實上，不需電池的太陽能手錶已經存在多年，日前加拿大科技公司Energy Bionics即推出一款太陽能手錶，不僅可以自給自足，甚至還能為手機或其他設備充電。

這款手錶的電力系統由太陽能電池、能量儲存系統和充電系統所組成，Energy Bionics特別針對單晶矽太陽能電池進行客製設計，並增加其太陽能板的光譜靈敏度，可接受300-1100nm的範圍。這種太陽能電池可適用於典型的室內辦公室照明環境及室外自然光採集，而手錶錶面的時間刻度則直接印刷在太陽能電池的表面上。

Energy Bionics表示，這款手錶的電力能夠提供手機或其他設備約三小時的電力需求，這三小時包含上網、拍照等。而Energy Bionics今年在Kickstarter上提出這款手錶的集資計畫，最後成功募集到42,481美元(目標為15,000美元)的資金。

相較於其他能量採集技術，太陽能電池已屬較為成熟的技術，不過仍有其瓶頸須克服，其中一個問題是，太陽能電池必須不斷處於光照環境下才能持續發電，若裝置被遮蔽例如被衣秀遮蓋則無法發電。不過這也促使更多應用的出現，如結合太陽能板與智慧紡織，或將軟性電池直接放入紡織物中就是一個不錯的方案。



SEIKO將一個微型發電器放置手錶中，當KINETIC機芯感測到配戴者手臂揮動所產生的能量時，將其放大儲存、最終用於驅動計時裝置。(圖片來源：SEIKO)



📍 Energy Bionics即推出一款太陽能手錶，不僅可以自給自足，甚至還能夠為手機或其他設備充電。(圖片來源：Kickstarter)

此外，傳統的太陽能電池設計是吸收太陽光，因陽光強度遠高於室內照明的光源，但是考慮穿戴式裝置可能長時間處於室內，因此一些針對室內光源採集的新材料也不斷被研發出來，藉此提高穿戴式裝置的採集效率，Energy Bionics的太陽能錶就是一例。

熱電採集

熱電採集是由溫差產生電壓的直接轉換，其使用一種稱為塞貝克效應(Seebeck effect)的物理原理，另外也包含兩種效應，分別為帕爾帖效應(Peltier effect)，和湯姆森效應(Thomson effect)。其原理簡單來說就是利用兩種不同金屬介面組成的特製半導體元件(稱為帕爾帖元件)來發電，當兩種不同的介面產生溫差時，即會產生電流。

對穿戴式裝置來說，人體體溫可視為熱的一端，而周遭環境則屬於冷的一端，如此就能形成熱電採集所需的溫差環境，而產生能量的多寡則取決於溫差大小值。由於帕爾帖元件可以收集較多的能量，因此對於電力需求較高的穿戴式裝置來說，是較具發展潛力的能量採集技術。此外，熱電採集另一優勢是只要裝置緊貼皮膚，無論室內或室外、白天或黑夜，能源都可以源源不絕。

壓電採集

壓電採集的方式是將振動或衝擊的機械能轉換為電能，在壓電效應的關係下，當壓電元件由機械力學操縱時就會產生微弱的電流。對於穿戴式裝置而言，壓電元件的設計通常是透過走路、呼吸、手腕移動等方式的振動來產生電力。

不過由於壓電能量採集技術所生產的能量極微小，因此限制了其應用發展，僅能針對超低功耗設備，同時也必須將裝置放在不斷振動的身體部位上，以確保電力不中斷。例如美國

伊利諾材料科學與工程學系的教授John A.Rogers和其研發團隊開發了將心臟、肺和橫膈膜的振動轉換為電力的裝置。

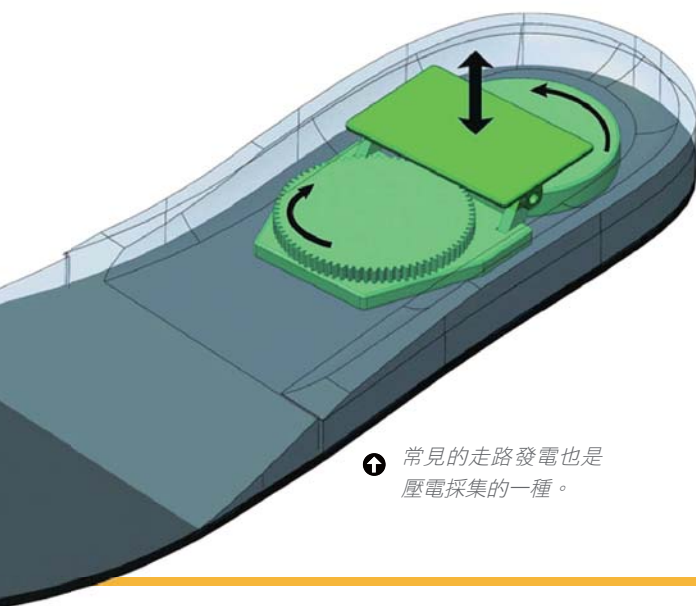
John A.Rogers使用一種軟性且可相容於生物體內，名為銻鈦酸鉛（PZT）的壓電材料，透過並連及串連的方式組成一組元件，他表示，心臟是人體非常適合作為壓電採集的地方，因為它不斷地在跳動，不過這也充滿挑戰，因為必須確保此裝置不會影響心臟的跳動，且不會導致各種不良反應。

此外，科學家對聚合物壓電纖維投入更多的研發，此材料具備彈性、結實、透氣性佳，並且可整合到紡織品，對於健康監測類的智慧衣物或其他相關應用產品將會有很大的發展潛力。研究小組目前已將此裝置用於牛、羊、豬的心臟、橫膈膜和肺測試，測試結果可產生最大電力 $0.18 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ ，並在同時使用五個裝置時得到 $1.2 \mu\text{W}/\text{cm}^2$ 的電力，John A.Rogers表示，此裝置產生的電力已足夠驅動一個人的心律調節器。

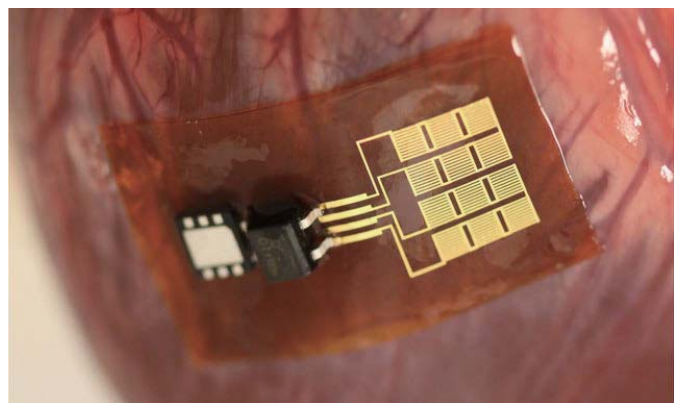
結論

想要讓穿戴式裝置或生活周遭各種設備都不再需要電池，而可以完全依賴能量採集技術來自己自足，以現有的技術來看，仍有很大的進步空間。除了能量採集之外，能量的儲存也是一大議題，目前以超級電容和石墨烯較具發展潛力。

展望未來，隨著技術不斷進步，將設備變得更小、功耗更低，能量採集將會成為產品供電設計上的首選。 ■



ⓘ 常見的走路發電也是壓電採集的一種。



ⓘ John A.Rogers的研發團隊已將研發的壓電能量採集裝置用於牛、羊、豬的心臟測試。

