

瞭解 PoC 同軸電纜供電系統設計工作原理和應用實例

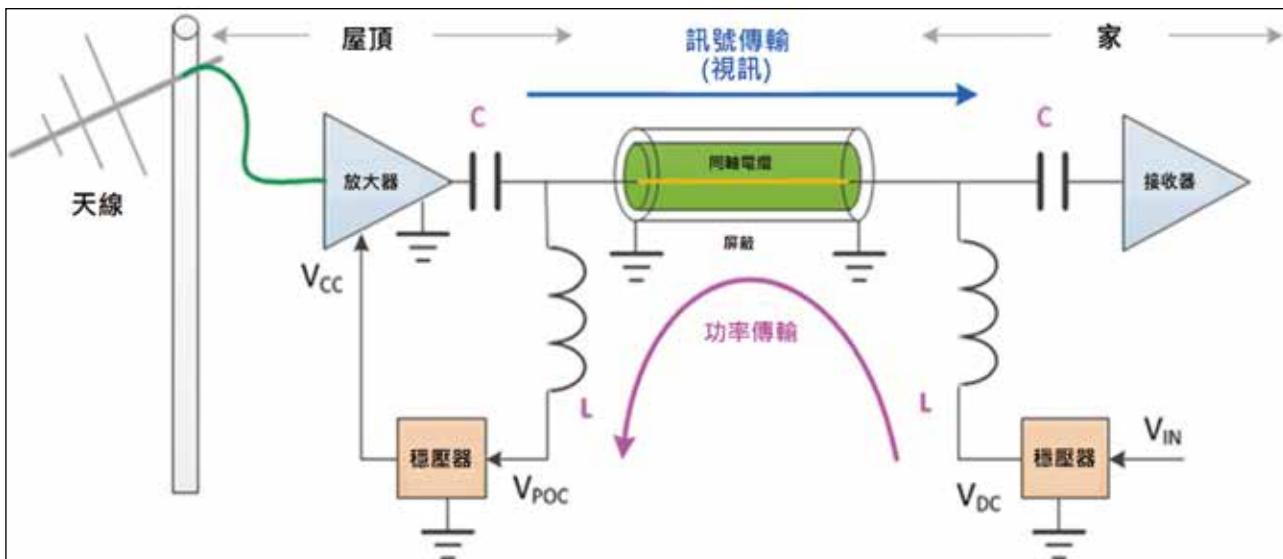
■作者：Alan Yang

PoC 同軸電纜供電是指在一根同軸電纜中疊加訊號和電源，以解決實際應用中的供電困難問題。其在工業、醫療和消費者系統中的無壓縮、低延遲的視訊資料連結中，有廣泛的行業應用場景。本文介紹了 PoC 的原理，並結合實例說明了 PoC 具體是如何現實的，並總結了 PoC 方案中關鍵零組件的選型要點。

PoC 方案廣泛應用於汽車、攝影機模組和其他類似的遠端設備。一些應用中，裝置可能會遇到供電困難的問題。而 PoC 允許在一根電纜中疊加訊號和電源，解決了供電困難問題。

本文介紹 PoC 的原理，結合實例來看看 PoC 具體是如何現實：在一根纜線上同時直流供電和傳輸交流訊號。

圖 1：屋頂天線上的無線電放大器



圖片來源：TI

什麼是 PoC ？

PoC (Power Over Coaxial) 同軸供電技術。利用電源疊加技術，透過一根同軸電纜同時傳輸交流訊號與直流供電。

我們以安裝在屋頂天線上的無線電放大器舉例：

如圖 1，透過一根同軸電纜，連接屋頂的電線與家裡的接收器。天線的放大器部分，需要額外的供電。我們可以看到透過一根同軸電纜，即給放大器供電，又實現了訊號傳輸。

PoC 工作原理

在一根線纜上同時傳輸交流訊號和直流供電，

不會打架嗎？

我們可以透過簡單的電容、電感來分開直流通路與交流訊號通路，進而使得交流訊號和直流供電，透過一根線纜傳輸時互不干擾。

交流訊號通路

對於高頻交流訊號，電容的阻抗很低，電感的阻抗很高。

由於這一個特性，高速交流訊號能夠透過同軸電纜傳輸交流訊號。

電感的阻抗 Z_L 應足夠大，進而避免訊號透過電感流失，導致訊號衰減。

直流供電通路

對於直流供電，電容的阻抗很高，電感的阻抗很低。

因此，電源可以透過電感注入同軸電纜線，另一端透過電感提取。然後用它為本地放大器供電。

電感內阻和導線電阻

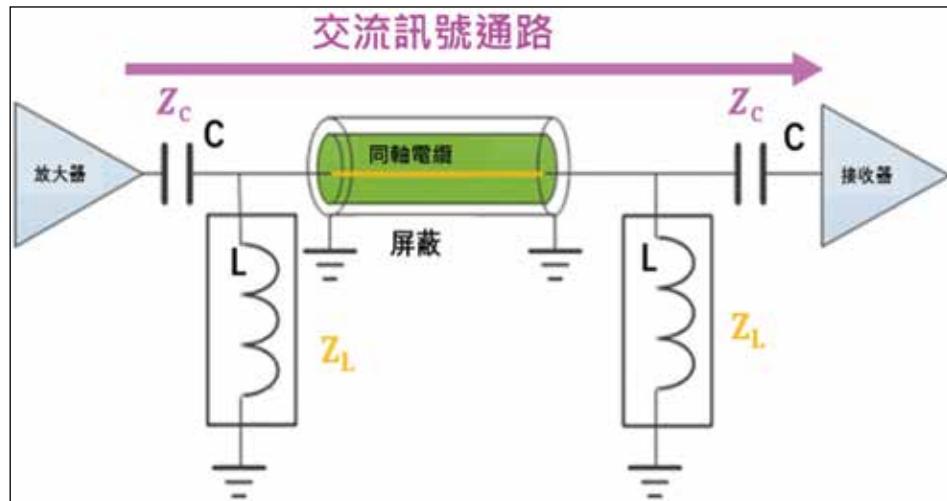
應足夠低，以便有效的供電。

隨著頻率的增加，電容的阻抗越來越小，電感的阻抗越來愈大，進而直通供電通路的增益越來越小，交流訊號通路的增益越來越大。

PoC 設計要點

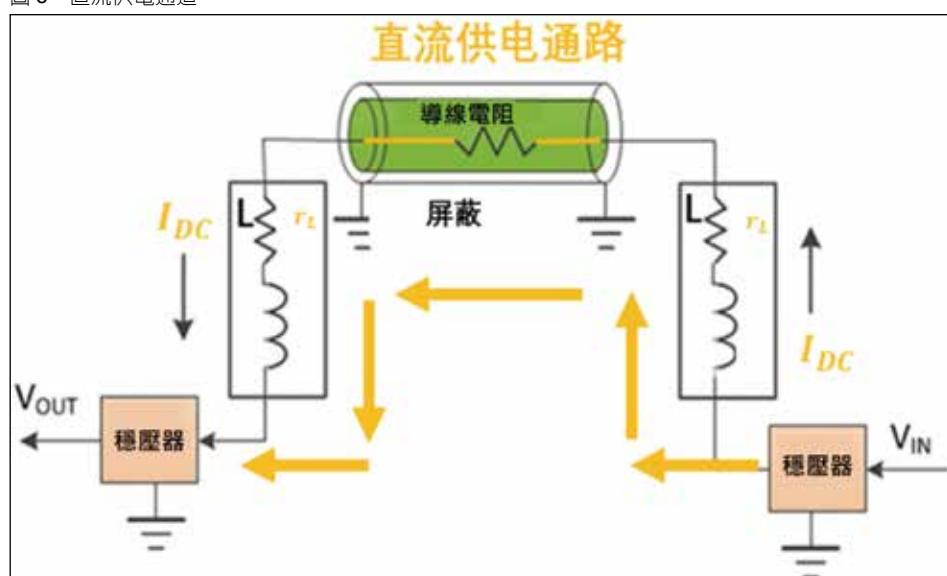
由以上的分析可以看出，設計的關鍵是：透過電感電容的選擇，儘量讓交流訊號通路和直流供電通路相互不受對方影響。

圖 2：交流訊號通路



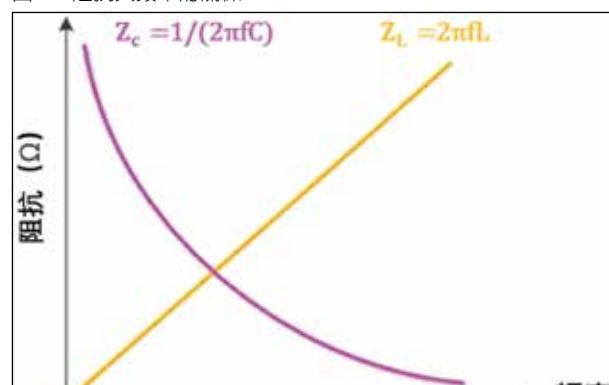
圖片來源：TI

圖 3：直流供電通道



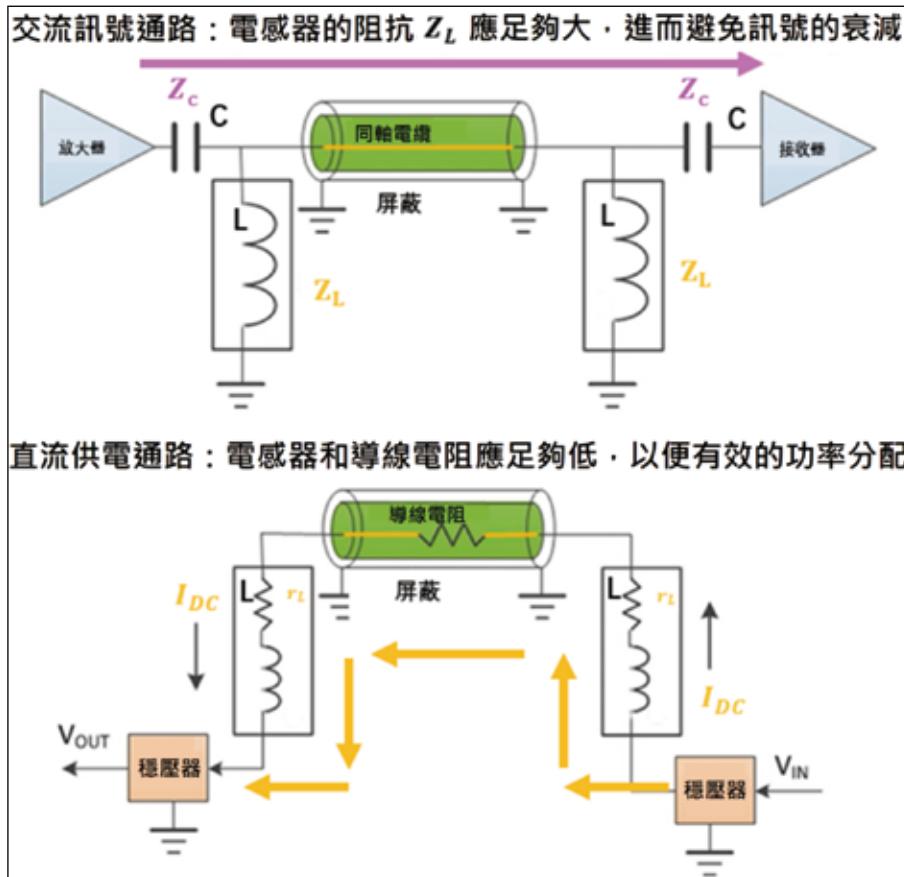
圖片來源：TI

圖 4：阻抗與頻率的關係



圖片來源：TI

圖 5：交流訊號通路 vs. 直流供電通路



圖片來源：TI

交流訊號通路：

電感提供足夠高的阻抗，以避免降低交流訊號。

電感應該具有高飽和電流，以便能夠支持滿載時的直流電流。

透過電感的雜訊或干擾訊號必須保持足夠低，以避免降低訊號品質。

直流供電通路：

電感內阻與導線電阻必須保持足夠低，避免損耗過多能量，以便有效的供電。

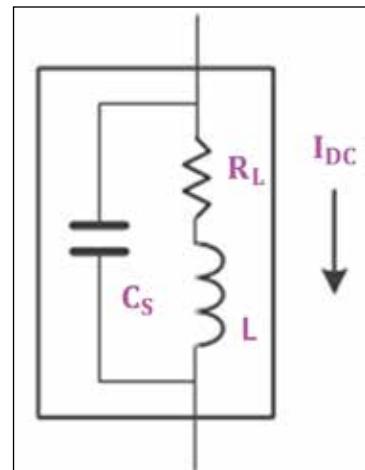
為了供電效率提高，通常使用更高的供電電壓。而當使用更高的供電電壓時，交流耦合電容必須具有相應的高壓額定值，以承受高壓。

選擇合適的電感

選擇合適的電感，是設計 PoC 的關鍵點。對於

高頻訊號傳輸，電感已經不再是一個簡單的電感，我們還要考慮電感的寄生電容電阻，下面是電感的等效模型：

圖 6：電感等效模型



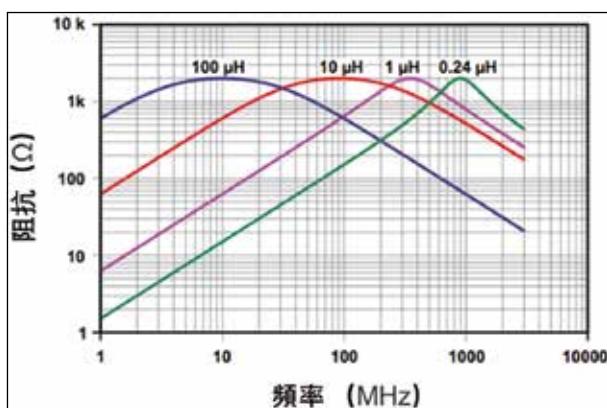
圖片來源：TI

以下是選擇電感時需要考慮的關鍵參數：

L：電感值

理想的電感阻抗會與頻率成比例增加，但實際的電感卻並非如此。阻抗曲線呈拋物線形。在電感值的選擇中，我們要保證在較寬的訊號傳輸頻率範圍內都要保持高阻抗。

圖 7：頻率與電感值

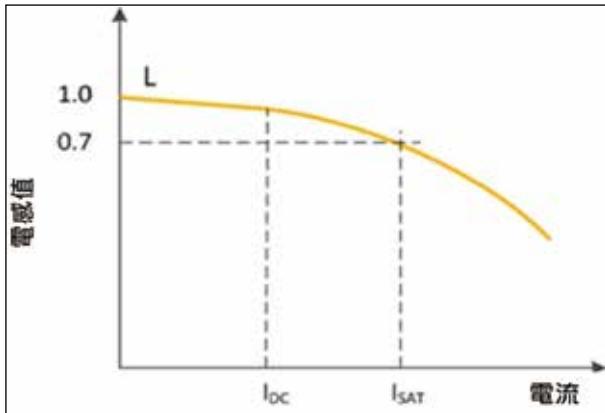


圖片來源：TI

I_{SAT} ：電感磁芯飽和電流

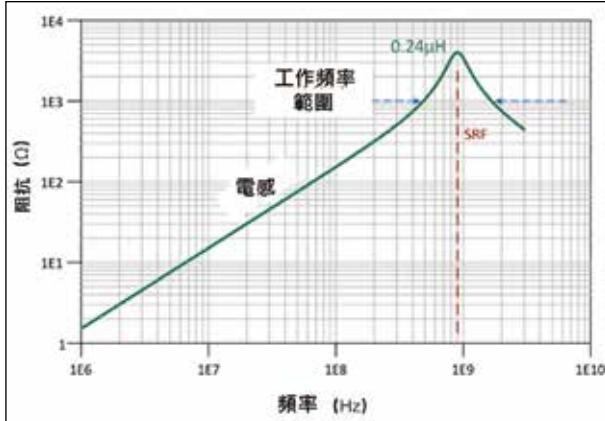
磁芯飽和時，電感值顯著下降，進而無法再支

圖 8：磁芯飽和時，電感值顯著下降



圖片來源：TI

圖 9：自諧振頻率與工作頻率範圍



圖片來源：TI

圖 10：Digi-Key 網站，快速篩選飽和電流、自諧振頻率

固定電感

电流 - 饱和 (Isat)	频率 - 自谐振
0.15mA	8kHz
0.16mA	10kHz
0.18mA	13kHz
0.20mA	15kHz
0.22mA	16kHz
0.23mA	21kHz
0.28mA	30kHz
0.30mA	35kHz
0.33mA	40kHz

持高阻抗。因此， I_{SAT} 的選擇必須足夠高，以支援電路的全部直流電流。 I_{DC} 應該遠遠小於 I_{SAT} 。

 R_L ：電感的內部電阻

R_L 越低越好，這樣直接供電時，電感上就不會產生太多的壓降，進而影響功率傳輸。

SRF：自諧振頻率

當電感兩端頻率超過該自諧振頻率之後，電感表現的不像一個電感。這時，寄生電容 C_s 起到主導作用，進而隨著頻率增高，阻抗反而變低。

因此，SRF 必須選擇足夠高的頻率，以便支援電路的工作頻率。當工作頻率範圍在電感 SRF 附近時，電感阻抗最高，對交流訊號傳輸影響最小。電感必須具有足夠寬的頻寬，以便能夠支援訊號的工作頻率。

在 Digi-Key 網站上選擇電感

透過 Digi-Key 電感產品頁面可以快速篩選飽和電流，自諧振頻率等參數，找到合適的電感產品。

設計實例

下面這個設計實例中，使用了 TI 的 FPD Link

III 序列器與解序器，實現遠端攝影機模組的供電與訊號傳輸。

上面的示例中，可透過長達幾米的單根纜線實現以下功能：

圖 11：遠端攝影機模組的供電與訊號傳輸

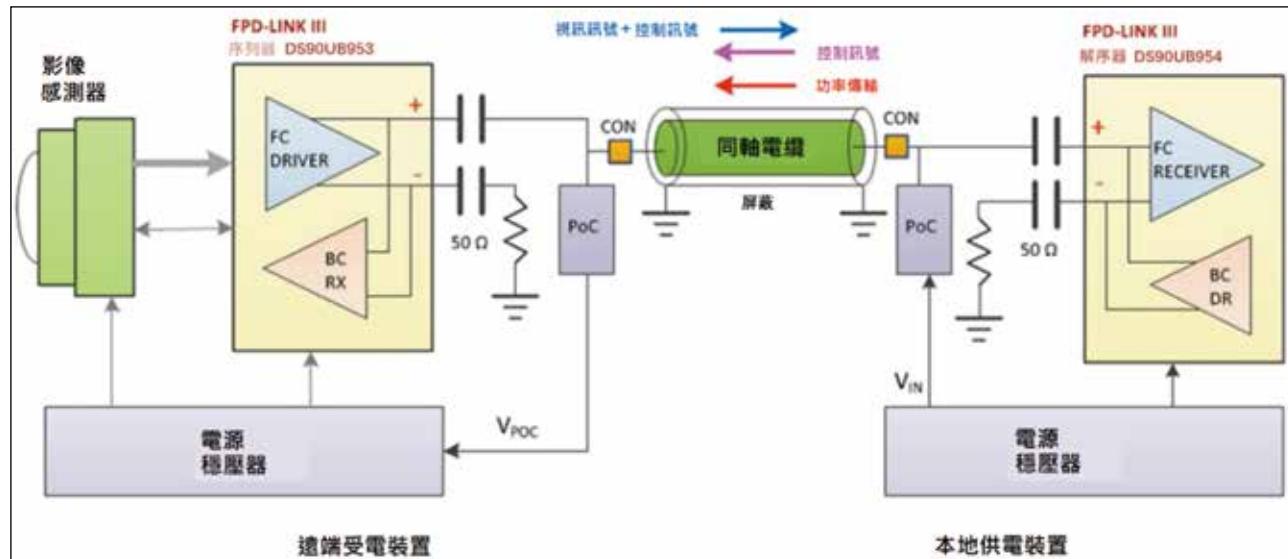
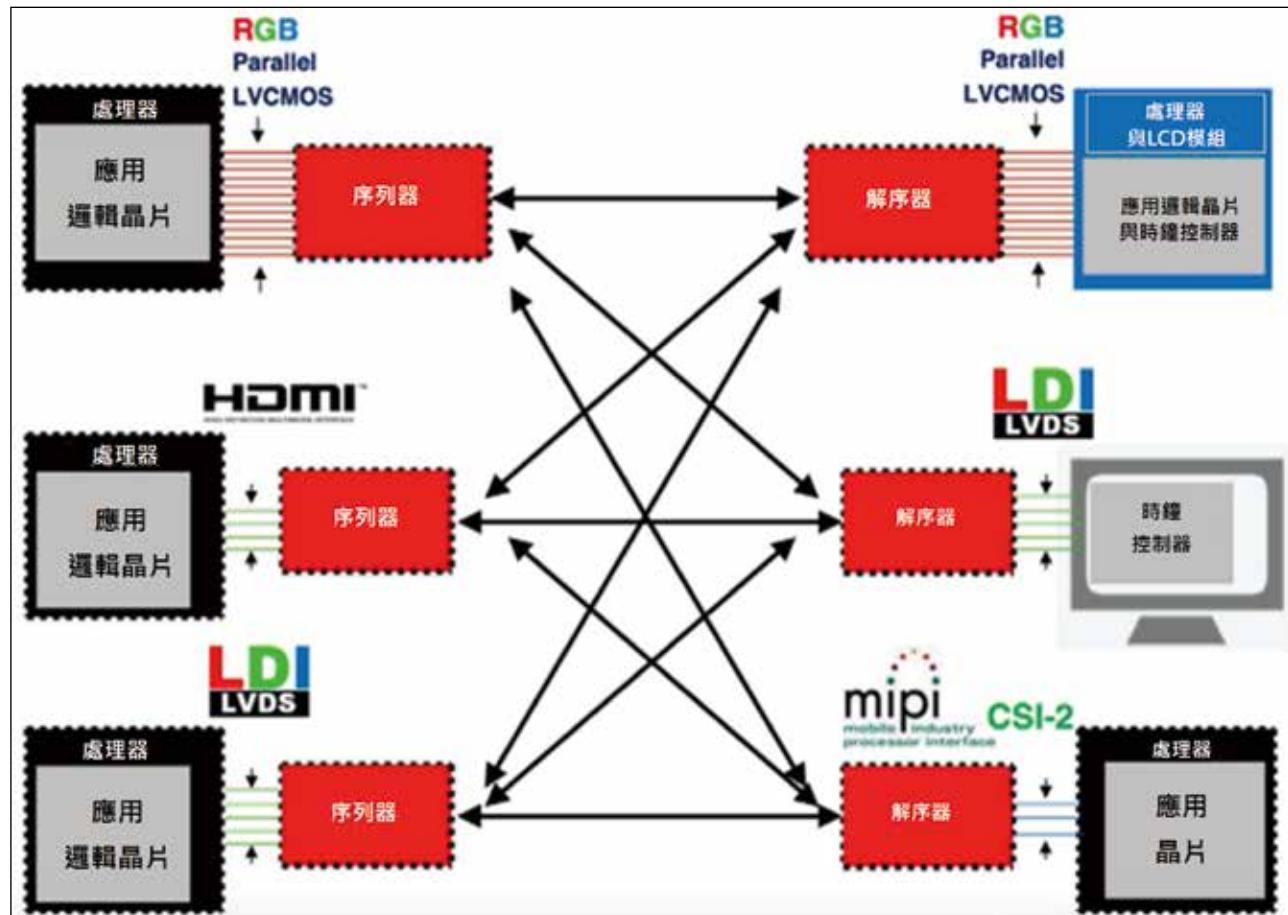


圖 12：透過序列器與解序器，實現各模組的互聯



圖片來源：TI

1. 直流供電
2. 雙向的控制訊號傳輸
3. 高速視訊訊號非壓縮傳輸

TI FPD Link III 序列器／解序器

TI FPD Link III 設備還包括自我調整等化器技術，可在 2.1 GHz 下補償高達 21 dB 的損耗，進而能夠使用非常細的 AWG 28 至 AWG32 的纜線。AWG 編號越高，電纜越細，訊號損耗越高。

- 序列器：DS90UB953
- 解序器：DS90UB954

更多 TI 序列器與解序器

透過序列器與解序器的選擇，還可以實現多個各種模組之間的互聯。

圖 13：透過 Digi-Key 網站，快速篩選序列器和解序器

Digi-Key 網站中可以提供序列器和解序器的參數篩選功能，包括輸入輸出類型的匹配，數據速率等。

同軸電纜

同軸電纜經常用於 PoC 這種方案，同軸電纜的遮罩層可以有效的保護高速訊號傳輸，免受 EMI 干擾，同時遮罩層可以充當直流電流的返回路徑。

小結

PoC 用於在廣泛的工業、醫療和消費性應用中實現無壓縮、低延遲的視訊資料連結。特別是對於安裝電源困難的地方，PoC 能夠節約成本和空間，未來的前景會越來越好。

COMPOTECHAsia 驗書

每週一、三、五與您分享精彩內容

<https://www.facebook.com/lookcompotech>