

Keysight Technologies

探討儀器接地的考量



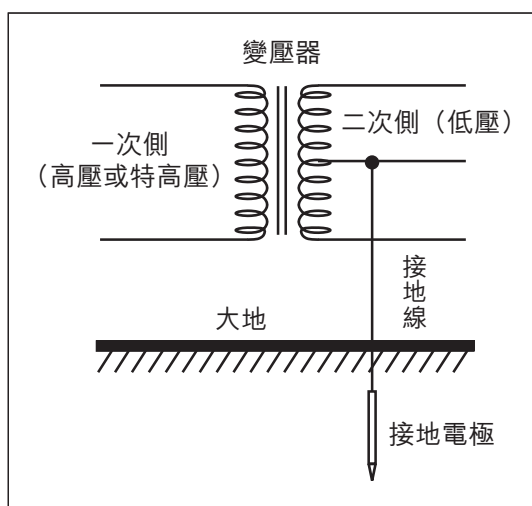
簡介

「接地」(Grounding) 這個名詞相信大部份的人都聽過，但是恐怕一般人並沒有完全瞭解其意義，就連有經驗的電氣技術人員在處理接地問題時，態度上普遍也相當馬虎。所以，小者在使用電氣設備或儀器時受到雜訊干擾，或有振盪、Hum 聲現象；大者感受到機殼漏電，危及人身安全，或造成儀器的輸出入電路毀損。接地工程是一個非常實際的問題，對於需經常操作電器儀表者，更應該充份了解接地的理論與應用，才能說是一流的技術人員。

十七世紀富蘭克林作了有名的風箏實驗，觀察到天空中的雷電被導引到大地。因此，開始推廣裝置避雷針，有效地防制雷災。藉此，人們逐漸瞭解到我們腳下的大地是一大片導體。雖然它不是最好的導體，但依然是個良好的導體。它的截面積非常寬，長度又長，能承載的電流無與倫比。因此，大地被視為零電位。法規要求將電氣設備的所有非帶電金屬部份保持在零或大地電位。

接地有多種目的，有為求安全的，有為求電路穩定的，例如：

1. 電力系統接地：如圖 1，為預防當電源二次側受到一次側高壓破壞時，能達到接地導流保護人體安全。
2. 設備接地：將設備或機殼接地，保護人體一旦在設備內有漏電的情形下不會遭受觸電傷害。
3. 電路訊號接地：建立一個零電壓基準點或一個回路路徑給整合在一起的各路訊號，以達成正常動作或量測之目的。
4. 屏蔽效果之接地：為防靜電累積而接地。為防雜訊、電磁干擾而作接地隔離或排導，遮蔽室 (Shielding Room) 接地，電纜、通訊線接地，儀器 Guard 端子之接地，變壓器、濾波器接地。

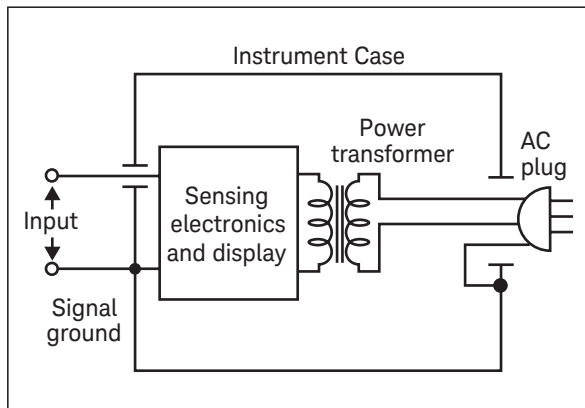


▲ 圖 1

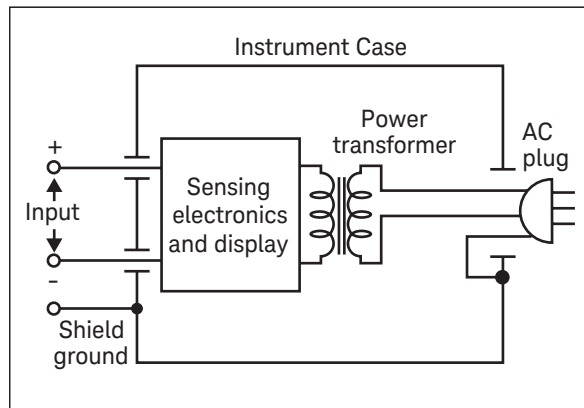


儀器接地的型式

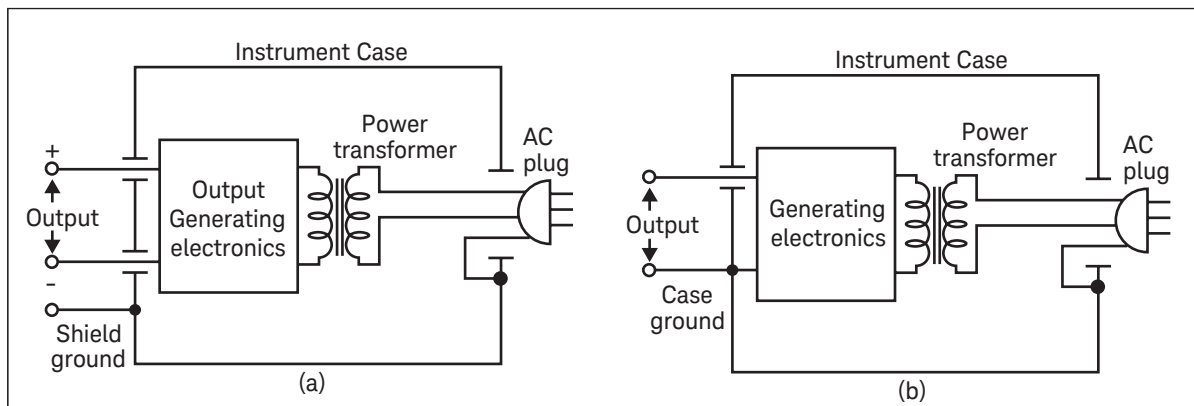
1. 一般常見的儀器輸入端及電源端皆有接地，如圖 2。在此例中，因為輸入訊號接地點（Signal Ground）是與電源接地（Power Ground）連結在一起的，所以，當我們在量測時，輸入端的訊號接地點不得與和大地有電壓差的點直接短路接上。這種情況常會發生在量測廉價的商用電路時遇到。因為商品成本的考量，往往這些電路沒有採用電源隔離變壓器，而直接將交流電源引進到電路，所以此一商品電路本身與大地形成迴路，與地之間形成某個電位。如果它的電源插座又反插，或中性線與大地間原本就存有高的電位差，那麼組合後的結果就會變得更難預期。因此要把被測點接上儀器輸入點量測前不能不慎重判斷。
2. 有些儀表為了避免上述效應，提供了浮接（floating）的輸入端〔如圖 3〕。其任一輸入端與大地是浮懸的。理想上，只要輸入兩端間的電壓差在可接受的範圍內，則它們的任一輸入端可以跨在任何電壓上。
3. 常見的儀器輸出端，如圖 4（a）及 4（b）。一般直流（DC）或低頻輸出器採 4（a）型式；而高頻（RF）產生器則設計成 4（b）型式。所以，在高頻量測時要特別注意可能有前項 1. 的問題發生，需避免造成不同電位相沖而損壞儀器的輸出、入電路。



▲ 圖 2



▲ 圖 3



▲ 圖 4

儀器系統接地的原則

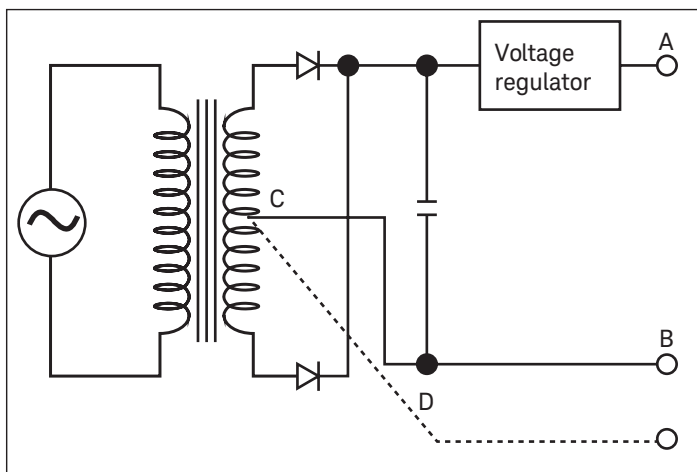
接地方式是有通則，但沒有固定的接法。實務上也難以滿足每項原則，需視環境與應用來決定。例如，量測人員須評估是否應採浮接方式量測。一般原則是：

1. 處理各種不同之接地時，例如屏蔽 (Shield) 接地、電源 (Power) 接地及信號 (Signal) 接地，三者要避免彼此間有交互作用，要引導它們各走各該走的路徑。
2. 接地線的阻抗要低，路徑宜短。避免有多重的地迴路，形成電流有亂串流的機會產生。
3. 將流量大的地電流迴路與小信號迴路分開。

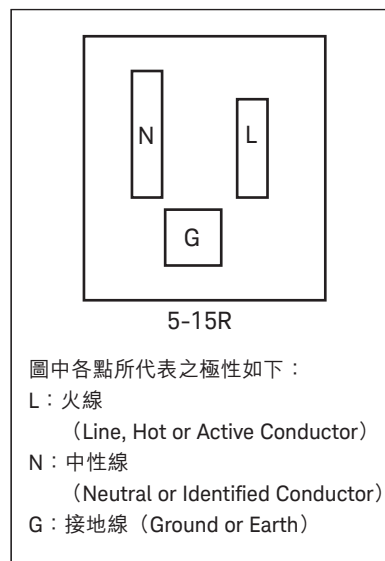
以圖 5 為例，一個設計良好的電源供應器，照理其輸出端 A、B 間的漣波很小。但，如果一旦意圖某種方便而放棄 D 點為地，改以 C 點作為訊號地參考點時，由於對電容作充放整流的瞬間電流一般不小，所以 C 點與 D 點間即使只有很小的電阻，依然會出現可觀的突波電壓降 (Pulse Voltage)，它就夾雜在電路上輸出！這樣往往在開機時，會瞬間中傷被連結上的電路或儀器。

常見不良接地的狀況

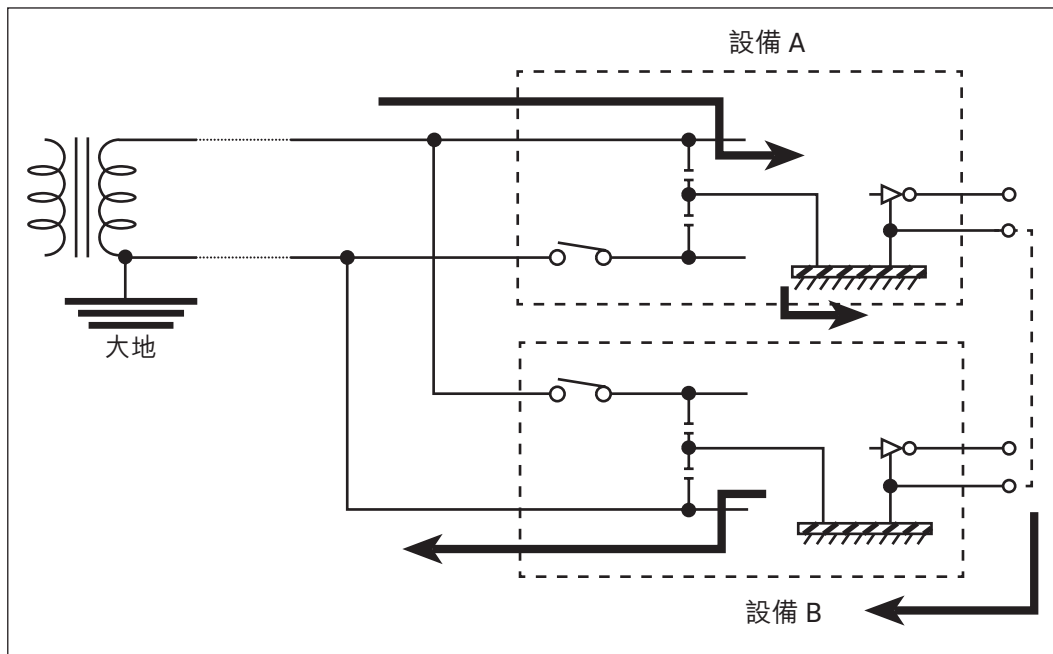
1. 交流電源插座 (例如 110V) 端，根本沒有提供接地線 (綠色)，參考圖 6。一般電源插頭的接地插梢最長，以使它在插入過程中能最先完整接到地。
2. 實際接地的阻抗過高，不符合電工法規的要求 (詳請參閱台電屋內線路裝置規則)。以第三種接地為例，對地電壓 300V 以上時，要求施工的接地電阻值在 10 Ω 以下。若對地電壓在 150V 以下時，則接地電阻要在 100 Ω 以內。儀器與通訊設備接地電阻一般則要求在 1 Ω 內。
3. 誤把中性線當接地線使用，在插座端將它們短路。正常狀況下，電源插座上之中性線與地線間的電壓必需在 1.0V 內，但不是靠短路取巧的方式來達成。這種情形下，得到 0V 是不正確的。
4. 任意將火線與中性線對調使用。以圖 7 為例，設備 A 送出信號，設備 B 接收信號。假設設備 A 與 B 電源插座均沒有接地線，且其中一台的火線與中性線對調。由於設備 A 與 B 中，裝有防止雜訊專用的濾波電容器，結果反而偶然下形成了一個 110V 伏特交流迴路，即使目前設備 A 與 B 的開關並沒有接上！



▲ 圖 5



▲ 圖 6



▲ 圖 7

總結

1. 在大樓施工及安裝儀器設備時，務必請電工或機電人員確認接地電阻狀況及接地裝置是否符合電工法規標準。儀器接地線徑至少為 8AWG 號線。
2. 儀器電源插座採三插孔式，火線與中性線極性必需正確（如圖 6）。中性線與地線間的電壓需小於 1V。電源插座中性線與接地線間阻抗低於 1 Ω。
3. 儀器的輸出、輸入端要判斷是否應接地或採浮接作量測。
4. 檢查交流電源是否穩定（在 120V + 5%、- 10% 內），有無不特定的突波脈沖串入，它會導致量測不正常，甚至造成破壞。一般瞬間變動電壓，不得超過 120V 15%，且必需在 0.5 秒內恢復至 120V。總諧波成分不得高於 5%。
5. 注意各設備或待測物的接地是否確實徹底。彼此間原先若存在不該有的電位差時，一旦接上，就會對沖。或是設備可能在接上電源時，會瞬間傳遞出去脈沖，導致損害到較脆弱的模組。如果有上述之可能時，則各設備與待測物需在上電之前先分離其間的連結，俟各別開機穩定後，方才一一連接上，如此可降低損壞的機率。不過，這畢竟不是根治的方式，也影響工作效率。應該找出禍源，予以根除。
6. 對於靜電、干擾、雜訊等不想要的，均需以良好接地的處置方式，將其排解匯出。

是德科技電子儀器修護中心多年來一貫提供完整暨精密的維修及校驗服務，始終秉持追求品質，超越技術，及誠信熱忱的精神來服務顧客。

本短文之經驗分享希望能夠有助於您儀器量測的精準及壽命的延長。

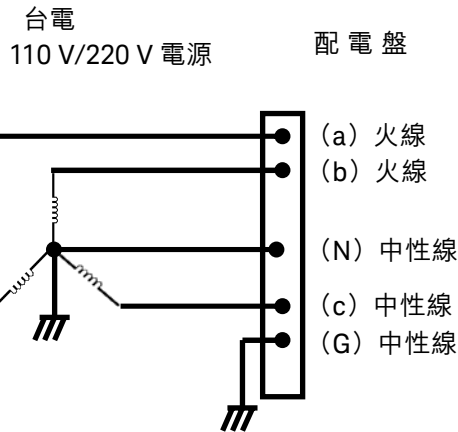
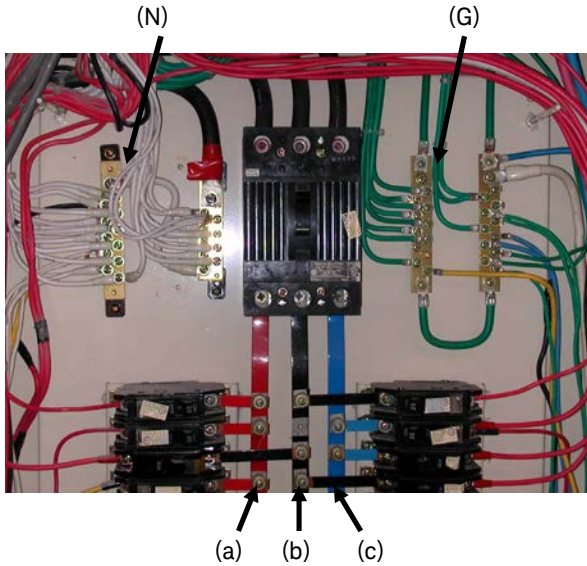
歡迎大家參觀網址：<http://www.keysight.com.tw/find/services>

附錄一：配電盤接線說明 (AC Power Control Panel Description)

一般電力公司輸配至客戶端的電源，採 Y 型配電（參考圖 1），有三條火線（a）、（b）、（c）及一條白色的中性線（N），俗稱三相四線制。任一條火線至中性線的電壓在 108 V - 126 V 間，火線至火線的電壓在 187 V - 218 V 間。變電箱裡的中性線會被接至大地，有保護意外發生時，避免延伸波及用戶端，同時，可發揮穩定三相彼此間電位的意義。最後，在建築物施工時，必須另外拉一條綠色獨立的接地線（G）至配電箱，理想上其地阻近於 1 Ω。電力公司不負責提供這條地線，所以，往往用戶疏於此點，胡亂以中性線（N）替代地線（G）來使用或不接地。

中性線不能拿來當地線使用的原因在於，它上面有動態負載電流在流動，所以（N）對大地實際上會有壓降產生，如果電流負載大，其壓降就大。反之，地線（G）在平常情況下，並沒有任何負載電流存在，與大地間的壓降為零，當我們將儀器的機殼接在此一標準地線上時，可以取得極佳又安全的參考基準面。同時，當有靜電或漏電發生時，亦可藉它迅速排放至大地，達到保護的作用。通常中性線與地線間電壓要求在 1 VAC 內，但不可能為 0V，對精密量測儀器而言，如果地線是浮懸的，或是將其短接至中性線，即沒有真正作到獨立接地，那是無法取得一個理想的接地效果。當儀器機殼上帶電並與大地間的電壓過高時，可能會在量測過程中，造成對儀器或待測物的損壞！

電氣功率控制面板



中性線（N）：上面有動態電流在流動，所以如果電線阻抗過大，就會產生壓降，與大地間會有壓差出現。（即 N 與 G 之間有壓差）

地線（G）：在平常的情況下，沒有電流在上面，它與大地之間壓差為零。地線被接至機殼上，有保護人體及排放靜電等效果。

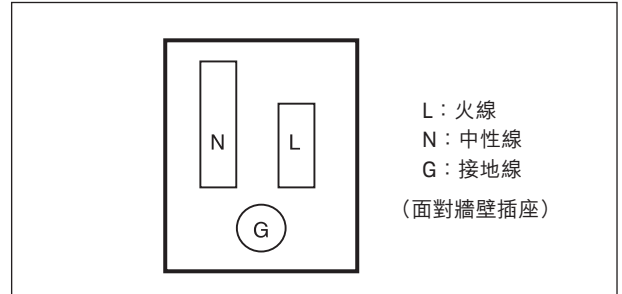
▲ 圖 1

附錄二：測電說明

再一次提醒您，當您使用儀器前，請務必先檢查 AC 交流電（以 120 V 為例）及接地狀況，如果沒有達到以下的基本要求，請千萬不要接上電源，否則儀器極易受損，甚至造成人體危險。

■ 步驟一：

確定電源插座有三孔，即火線、中性線及接地線，沒有三孔就不插上。（如圖 1）

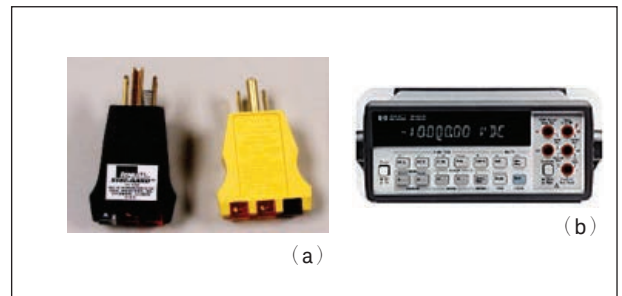


▲ 圖 1

■ 步驟二：

確定三孔電源插座（圖 1）的極性正確：可用圖 2

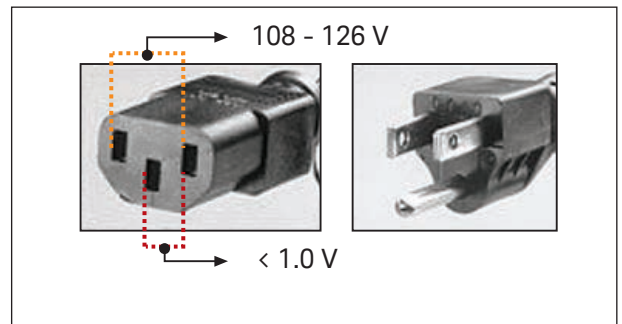
- (a)：電源極性測試器，經由紅、白、黃三個燈之組合來判別極性正確否。
- (b)：三用電錶，並參考步驟三之量測。



▲ 圖 2

■ 步驟三：

用電錶測試火線與中性線間的電壓在 108 - 126 V 之間，瞬間變動電壓不能超過 $120\text{ V} \pm 15\%$ ，中性線與接地線間電壓小於 1.0 V，同時，無論儀器是否啟用，其變化量亦不超過 1.0 V。（如圖 3）



▲ 圖 3

附錄三：重創來自錯誤的 AC 3-Wire 極地及接地

問題：儀器接地為什麼很重要？

問題：AC 電源的極性及接地為什麼很重要？

問題：待測物上的 AC 電源對儀器形成什麼威脅？

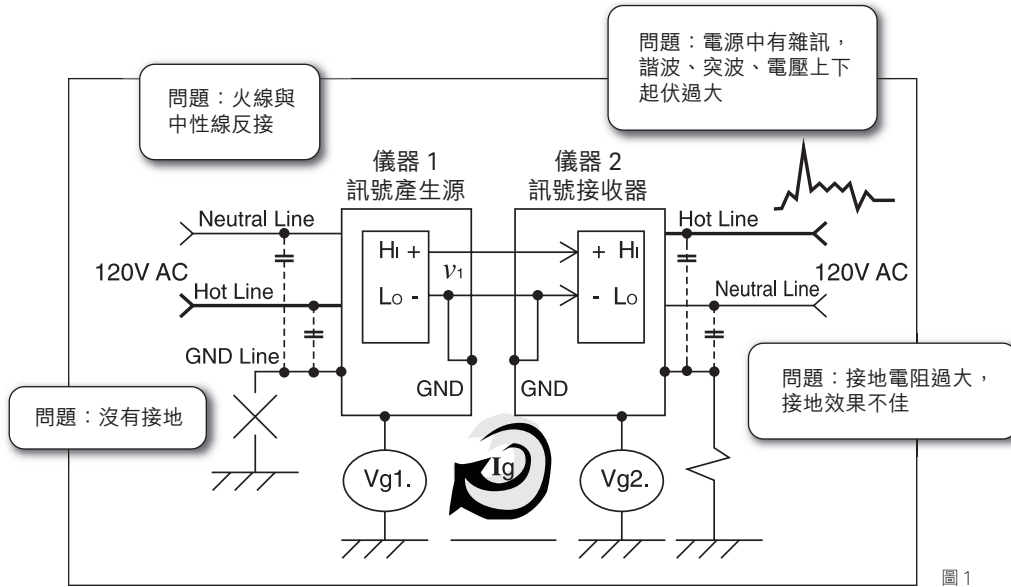


圖 1

圖 1：假設我們只用到 AC 120 V 的火線及中性線，而沒有確實接上「接地線」，由於電源線上的接地線或變壓器初級端與中性線間仍存有雜散電容，或抑制雜訊的旁路電容，所以接地線（及機殼）與大地間是存在電壓的！如圖為 V_{g1} 或 V_{g2} ，它可能高達 20 V - 60 V！如果其中一台儀器的火線與中性線又發生有錯誤的反接情況時， $V_{g1} \neq V_{g2}$ ，只要當這兩個不等電位的東西接在一起時，想想看會怎麼樣？

圖 1：當 V_{g1} 、 V_{g2} 存在時，儀器 1 送出的信號（對地而言）不再是小 v_1 而已，而是 $(v_1 + V_{g1})$ ，這個信號強度就足以嚴重損害儀器 2 的輸入電路。信號迴路不再只是在儀器 1 及儀器 2 的輸出 / 輸入端上行進， I_g 會竄流在不等位的接地線上，過強的迴流就會造成永久性的損壞！所以，解決之道只有徹底要求做到等電位的接地， $V_{g1} = V_{g2} = V_{g3} = 0$ ，使 $I_g = 0$ 。

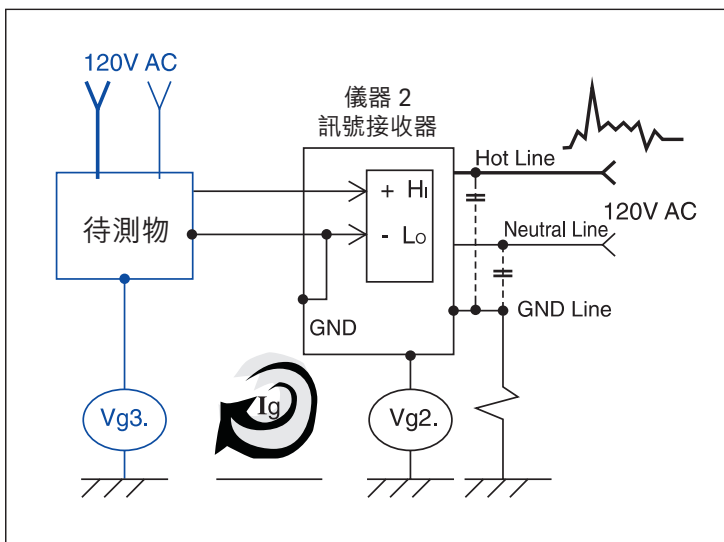


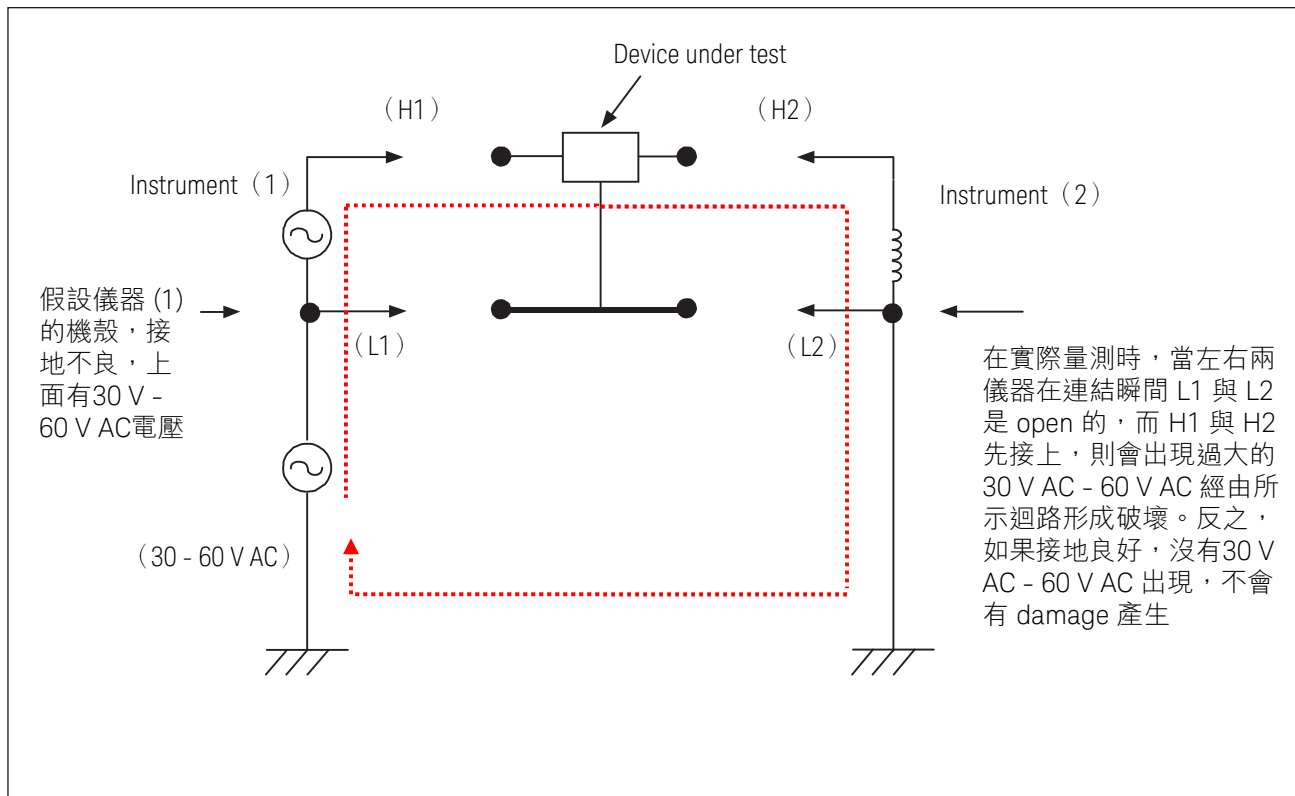
圖 2

圖 2：當待測物是主動元件或電路時，有時候其電源也是取自 120V AC（而不是靠乾電池提供電源的），但往往在考量成本及商用環境因素下，這些待測體的電源僅用兩線（火線及中性線），並沒有接地。甚至電路裡也沒有隔離變壓器。因此被測試點對地而言，可能存在一個意外的 V_{g3} 電壓，這類情形，常見於 LNB，CATV Amplifier 測試應用中，一不小心 I_g 就會造成傷害。

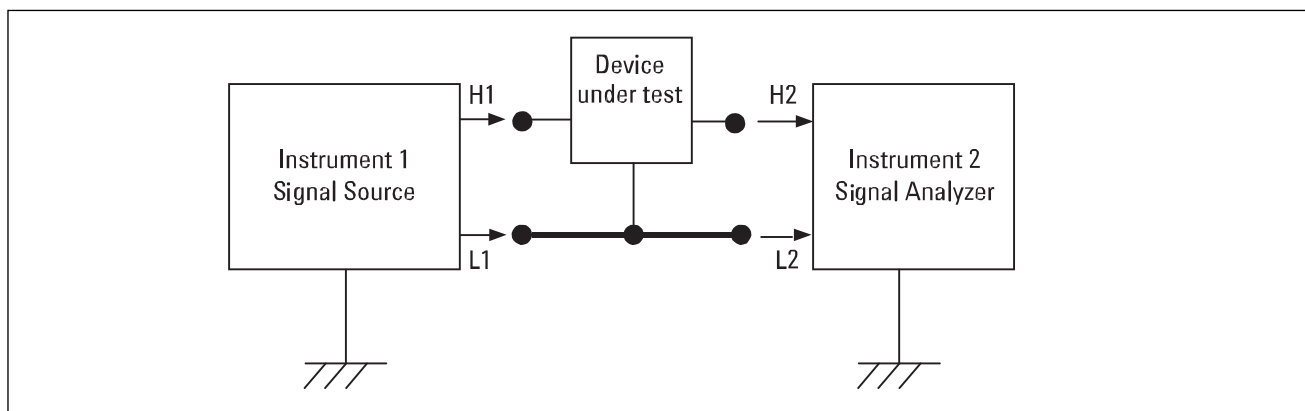
圖 3：當儀器機殼不接地，它上面有存在 AC 電壓時（有時接觸的人都有感電知覺），是如何破壞儀器的？

事實是，

1. 如果儀器機殼有正確接地，應該儀器（1）與（2）的機殼應該皆不會存在電壓（對地）。
2. 因為儀器接上三孔電源線，電源線中的地線（綠色）包夾在火線與中性線之間，此三條線彼此間存在雜散電容，有耦合作用，故浮懸沒有真正接地的接地線（綠線）對中性線，出現約 30 V - 60 V 不等的 AC 電壓，當它被接到機殼之上，就形成可能破壞任何接觸它的東西（包括人）。
3. 當任何另外一台儀表（或待測物）接觸到機殼上面有問題電壓的儀器時，這 30 V - 60 V AC 電壓找到一條迴路洩放，形成可能過大的瞬間電流，破壞迴路上承受度較弱之儀表或待測物，但是若兩台機殼能完全事先「領先」連接起來，形成等電位的話，則破壞了迴路無從形成，不會造成破壞，這就是使用人不解為何不接地的情況下，未必 100% 發生損壞，即 L1 與 L2 須先連接，使雙方能建立完整的參考基準，再連上 H1 與 H2。



▲ 圖 3

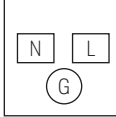


電子儀器場地檢查報告（簡式）

顧客資料表	Keysight 支援資料
客戶名稱：	業務工程師：
聯絡人：	技術工程師：
公司地址：	應用工程師：
公司電話：	Sales Order
行動電話：	Number：Onsite
Email：	檢查日期：

註：詳細的場地規劃要求，請參考「台灣是德科技電子測量儀器場地規劃要求手冊」（5989-0074ZHA），可下載自網址：www.keysight.com/find/AvoidRepairs

場地檢查結論（註明受檢查地點及時間）：

檢查項目		要求規格	工具	實測結果
電源品質：				
1	三孔插座極性	 面對插座（左圖）： N-G 間電壓小於 2 V （但 N-G 間不得在插座上短路）， N-L 間電壓為 120 V	<input type="checkbox"/> 三用電錶 <input type="checkbox"/> PGT-602 <input checked="" type="checkbox"/> Receptacle Tester1933 <input checked="" type="checkbox"/> GAM-2A	
2	中性線與接地線間之電壓（Full Load 下）及阻抗	壓差應小於 2 V，接地線線徑為 8AWG 號線，有獨立的設備接地線	<input type="checkbox"/> PGT-602 <input checked="" type="checkbox"/> Dranetz658	
3	穩態電壓，單相 120 V	120 V，+ 5% / - 10% 須保持長時間穩定於（108 V - 126 V）		
4	頻率	60 (Hz) ± 0.5		_____ (Hz)
5	瞬間衝擊電壓（Impulse, Transient Voltage）	瞬間衝擊電壓若大於 100 V（高達 200 μ s）時，將使設備產生問題。一般 150% - 200% 持續時間最長 0.2 秒		
環境控管：				
6	溫度	20 °C - 25 °C，最佳為 23 °C	<input checked="" type="checkbox"/> Testo 615	_____ °C
7	相對溼度	40% - 60%，最佳為 50%	<input checked="" type="checkbox"/> Testo 615	_____ %
靜電防制措施：				
8	ESD 防護控管流程	包括 ESD 訓練課程，認證，定期稽核及其紀錄	<input type="checkbox"/> 是 / 否	
9	防靜電地板、桌子、椅子、桌墊、衣帽、鞋子、腕帶、袋、盒等	地板絕緣電阻大於 150 k Ω ，小於 20,000 m Ω 。依各產品規格，其表面阻抗一般介於 10 ³ - 10 ¹⁰ Ω ，請參考型錄	<input type="checkbox"/> 是 / 否	
10	ESD 工具	靜電電錶 靜電離子風扇	<input checked="" type="checkbox"/> ME-282A <input type="checkbox"/> 是 / 否	
11	ESD 接地線		<input type="checkbox"/> 是 / 否	
12	ESD 靜電防護每日自我檢查 10 步驟及紀錄	詳細自我檢查步驟及動作如附表		

確認	步驟	靜電防護自我檢查	正確動作
	1	工作檯面：檯面上不得放置易生靜電的材料或工具，如塑膠袋、磁帶、絕緣體等，並要適當裝置靜電消除風扇。	隔離不當物品或放入抽屜
	2	工作四周：對靜電敏感的東西，在其一公尺內，不得放置易生靜電之物品。	清除易生靜電之物品
	3	使用工具：工具要使用防靜電非塑膠製品？ (如吸錫器、剪刀、刷子等)	請靜電防護負責人確認合格工具
	4	地線：檢視是否鬆脫或斷線？ 尤其是在搬動設備、桌椅之後。	請靜電防護負責人檢測
	5	衣著：有沒有套上防靜電手環、腳環及外袍？ 是否測試過？	請靜電防護負責人檢測
	6	觸摸零件：嚴禁旁人或訪客隨意觸摸任何電子零件。	所有人員須先消除靜電或接地
	7	零件：對靜電敏感的元件是否都裝入無瑕疵的 導電袋內？	請使用導電袋來裝元件
	8	標籤：所有導電袋子是否貼有防靜電標籤？	請靜電防護負責人確認
	9	噴劑：只能使用靜電防護負責人確認合格的 清潔劑、溶劑、鍍劑、噴劑等。	由靜電防護負責人審核採購
	10	所有人員均須接地。未接地人員，須距離一公尺以上。	所有人員配戴靜電手環 及靜電衣

myKeysight

myKeysight

www.keysight.com/find/mykeysight

透過個人化頁面查看與您息息相關的資訊

AXIe

www.axiestandard.org

AdvancedTCA[®] Extensions for Instrumentation and Test (AXIe) 是基於 AdvancedTCA 標準的開放標準，將 AdvancedTCA 標準延伸到通用測試和半導體測試領域。是德科技為 AXI 聯盟的創始會員。ATCA[®]、AdvancedTCA[®] 和 ATCA 商標為 PCI 工業電腦製造商協會在美國的註冊商標。

LXI

www.lxistandard.org

LXI 是繼 GPIB 之後推出的區域網路 (LAN) 標準，可提供更快速、更有效率的網路連結方式。是德科技為 LXI 聯盟的創始會員。

PXI

www.pxisa.org

PCI eXtensions for Instrumentation (PXI) 模組化儀器提供堅固耐用的 PC 式高效能量測儀器與自動化系統。



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。



www.keysight.com/quality

是德科技—DEKRA Certified ISO 9001:2008 品質管理系統。

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。

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