



認談屋內PE-PVC 電纜審驗檢測

交通部中華技術服務社 顧問 劉時森老師
兼台灣區電信工程工業同業公會 技術諮詢顧問

依NCC3600建築物屋內電信設備設置技術規範第14章「保安接地」，14.1.1規定：建築物內設置對電信管線，應附設電信保安“接地”設備。另在14.3.2又規定：電信接地導線僅能在總接地箱或總接地箱至接地網之間與等電信共同接地系統“搭接”，…。

接地與搭接看起來是同一件事，然而從電信網路的角度觀之，其意義相同，功能卻不盡相同。電信設備(箱體、線架…)固接於建築物的接地系連接是為了維持電氣安全，但是單純的接地仍然不足以構成通信安全。因為電信網路還有大量的設備及元件自外於建築物接地系統，這些設備也會遭到和屋內線路設備一樣的電氣惡劣環境，他們必須“搭上”建築物的接地便車，才能維護通信系統安全又良好的通信品質。

另外，線路必須有足夠的絕緣電阻才能維持足夠的信號功率在電路上運作。絕緣電阻越高越好，接地電阻越小越好。兩者看起來相互矛盾，卻必須在系統上共存。

電纜動則上百對芯線，彼此對接或分接，若未經對照，任誰都不敢保證每一條芯線都正確的彼此對接，所以要做“芯線對照”。

一、接地

把通信電纜金屬外被或終端設備金屬體用實線導體連接在大地上，就是接地。接地提供一條額外的電流通路把外來的大電流，如雷擊、線路突波、或無意間碰觸高壓電，導引到大地。

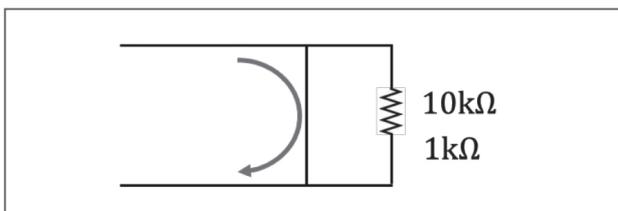
如果線路設備的內部絕緣損壞，高電壓可能出現在設備的金屬部位，把金屬部位連接到大地，等於直接把電力引到大地，不會影響設備內的電路運作。所有的電氣系統外圍都必須接地。接地也可以消除累積的靜電，避免在易燃物或對靜電敏感的設備引起火災。接地的作用如下面連環圖畫所示，紅線為電流路徑最右圖的設備接地後，人站在大地，和大地同電位所以不會受到電擊。



圖(一) 保安接地示意圖

依EL3600-10第14.1.1規定，一般建築物接地電阻，設置電信室之建築物接地電阻。為什麼不規定電阻為0？

因為接地線或接地棒本身有少許的電阻，而導線和接地端子的連接點也有電阻，故不可能為零。人體也有電阻，從到不等，此數字是或的百倍到仟倍。高中物理有教過，電流喜歡阻礙小的路，一定選擇電阻較小的路通過，只有微乎其微的電流通過大電阻，如下圖：



圖(二) 電流流向與電阻大小的關係

電信箱、電信室、總配線架、纜線架、EMT管、電桿、人孔、手孔，這些非直接傳導通信信號的設備都直接嵌裝於建築體內或埋在大地，是建築物接地系統延伸。而電纜內的鋁被和接地線亦非用來傳導通信信號，於電纜裝設後，必須連接到建築物的接地端子才能達到保安目的，此動作稱為“搭接”。

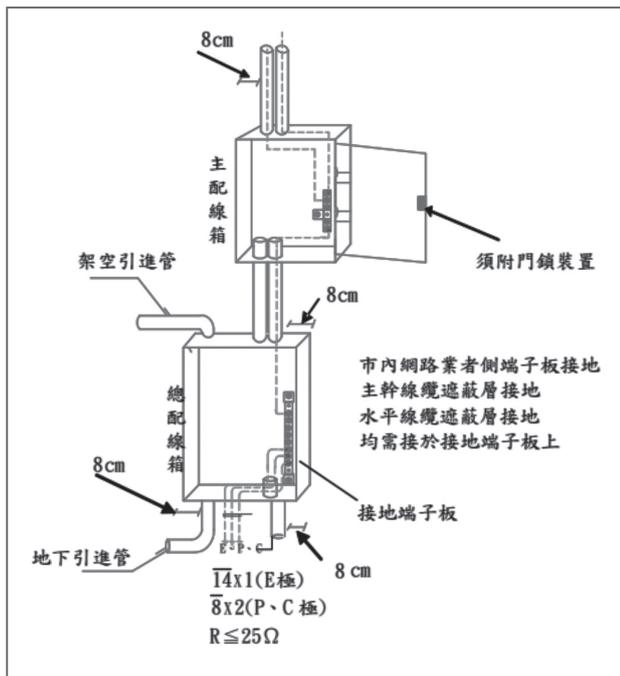
二、搭接

電信線路設備除了芯線之外，還有通信設備的機殼、光纖機架、纜線內支持線、電纜遮蔽層、光纜接續盒、電纜接頭…等，這些設備本身不是用來導通電流，是用來定線路或電路板流。其金屬部位必須用螺絲或導線搭接在接地端子上，建構一條電流通路，可以把大電流導入大地。因為所有的設備都搭上接地系統，工作人員萬一同時碰觸兩個設備時，不會產生電位差，所以不會被電擊。即使，遠端的接地失效，也很安全。

過去電報利用大地當迴路，系統本身就已經接地。但是現在電話用兩條線，而且在電纜內兩條線都加上絕緣，等於完全與大地絕緣。但現實上難保絕緣不會破損、接點不會脫落、被重機器扯斷…而碰觸高壓電，因此收容電纜芯線的設備外殼或維持芯線相對位置的金屬帶必須接地，以保護通話電路及使用者安全。電腦系統用的線路更多，接地更是不可或缺。

電纜內，除了芯線之外還有不少的金屬，如支持線、鋁帶、鋼帶。線路架設後這些金屬都是張開成一直線，有如天線，為了安全

必須搭接。屋內PEPVC有鋁被，也有一條接地線。依3600-10圖14-9的規定鋁被必須搭接在電信箱內的接地端子，但是此圖卻未提到電纜的接地線。



圖(三) EL3600-10 圖14-9箱體保安接地

依接地的觀念，PE-PVC內的接地線在垂直電纜的起點與終點、分接點、水平電纜終點，應該全都搭在複合式端子板的鐵架上構成導通，利用箱體的金屬底盤或電纜兩終端的接地端子接地。

三、同電位

「電位」是指不同電壓之間的落差。家裡的水龍頭上方有水塔，水塔的水位必高於家裡水龍頭的水位，之間產生水位差，水才能在水管裡流動。但家裡的水位只是「相對的低水位」，並不是最低水位，因為下方還排水溝水位。廢水必須經過流理台或馬桶才能排入下水道，但廢水處理的器具不能堵塞。

把水位的「水」改成「電」，電位的概念就很清楚，和排水溝“同等位差”的水位即等同於保安接地裡的「同電位」。理論上，電路的接地就像家裡的流理台和馬桶，把無限的廢水排到下水道。

相對於其他電氣系統的電位，大地的電位處於低電位且非常穩定，是所有電機系統或電器設備保安接地電位的參考。但前面提到，接地系統的接地電阻不可能做到“零電阻”和大地完全同電位，就算良好的接地，仍多多少少會受離散電壓(Stray Voltage)或是大地電位產生變化(如921大地震)的影響，仍可能導致電擊或產生雜訊，就像排水管老化。

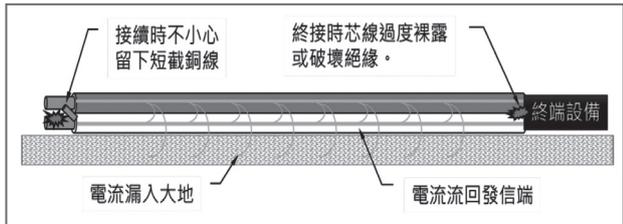
四、絕緣電阻

依3600-10第18.5.3章第2項(a)，PE-PVC電纜施工完後，需做L1-L2、L1對地、及L2對地絕緣電阻測試，測試值為5M歐姆以下。

電阻反過來看就是“電導”。芯線電阻與線路長度成正比，而電導與線路長度成反比。絕緣電阻來自電纜芯線的絕緣，電導來自絕緣不良。量測絕緣電阻的目的是確保芯線內信號電流不會在到達終端之前就大量開小差流回發信起點，或流入大地，造成交流聲或電路信號雜訊比太小。

如下圖，一對通信線接一個終端設備。在正常情狀下，電流從綠線進入，經過終端設備再流回來。如果絕緣電阻太低，則一小部份會開小差流回來，或漏到大地。之所以會有這種現象，有三個原因：1.天下沒有100%的絕緣。2.線路接續時剝除外被可能破壞絕緣，或剪線動作留下短截線造成絕緣降低。3.絕緣材質的介電係數太高，電磁波很容易穿越感應。

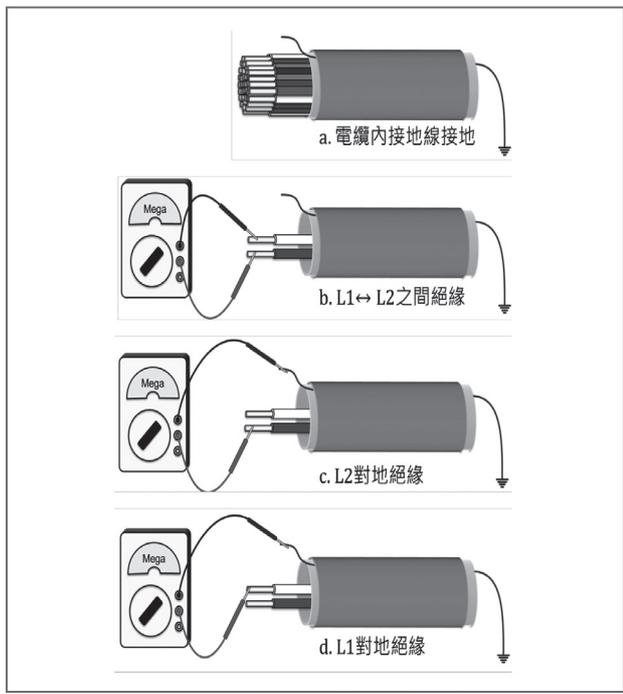
5M歐姆算大嗎？不算，但在建築物內已可以達到維持通信品質的要求。外線因長期浸在水裡或常受雨淋，電纜絕緣電阻至少20M歐姆以上。



圖(四) 絕緣電阻過低的現象

絕緣電阻發生在電纜芯線的兩線間(L1L2)、L1對地、與L2對地。施工完後的電纜，每一對芯線都要做測試。測試時，PE-PVC電纜裡的接地線必須接地。亦有利用鋁被做絕緣測試者，因為鋁被也被要求接地。但不建議這樣做，鋁被主要是用來遮蔽外來的電磁波非導電，且其導電能力不及接地線。

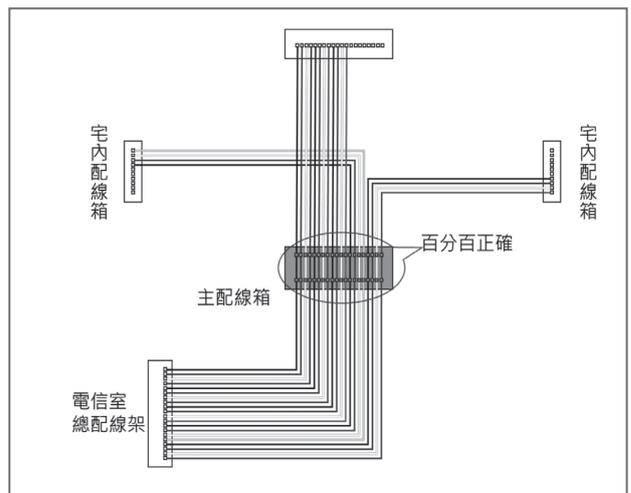
測試架構如下圖所示：



圖(五) 絕緣電阻量測

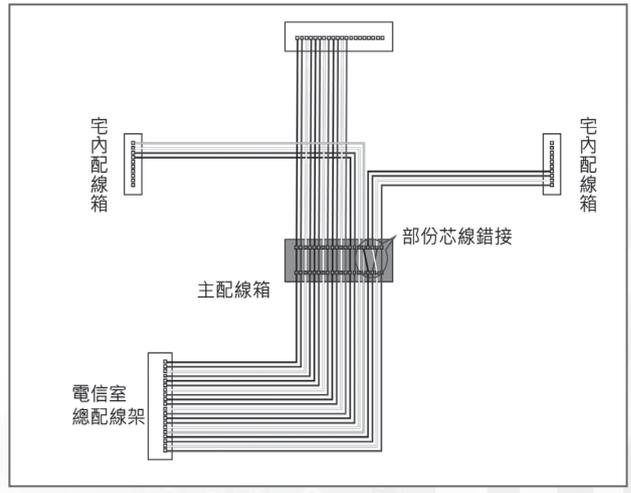
五、芯線對照

PEPVC電纜共有11種不同對數。施工時會遇到接續、分歧、終接等連接種類。施工完後，每一對芯線從電信室總配線架或總箱內端子到所配接的宅內配線箱內端子，必須正確接通，如圖(六)所示：



圖(六) 正確的芯線接續

某一工班施工疏忽，結果芯線配成如圖(七)所示：



圖(七) 部份芯線配錯

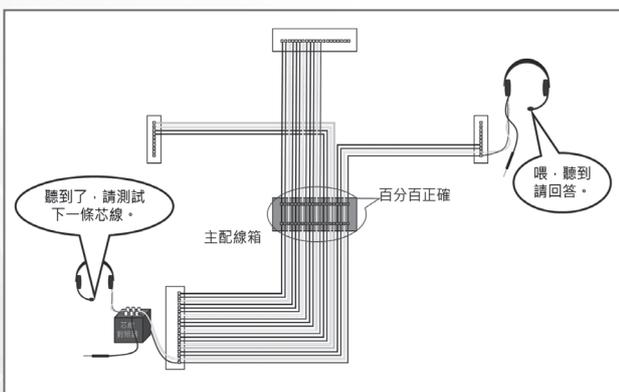
假使圖(七)的錯誤不予以糾正，則這兩戶的通信一定產生下列問題：右邊戶只有藍色芯線通，其他三條都不通；左邊戶四條芯線皆通，但黃白對芯線有他混，通信品質一定不好。錯接問題只能靠「芯線對照」解決。

芯線對照必須利用芯線對照器(如圖八)。對照器本身含耳機就是一組有線對講機，兩端利用一對芯線通話。在測試前先測試對照機，若功能正常，兩根探針相碰觸就會產生鳴音。



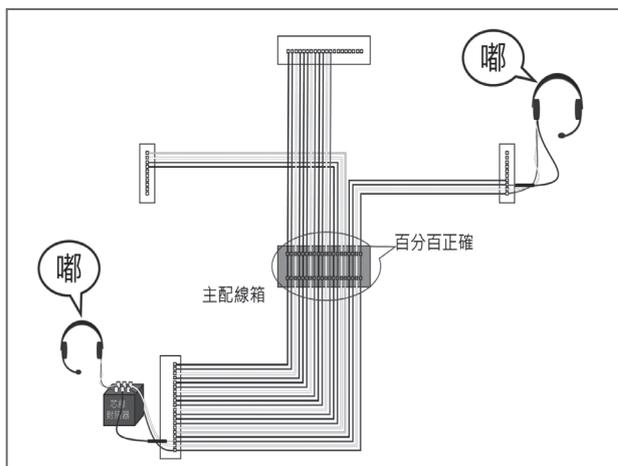
圖(八) 芯線對照機示意圖

測通後拆開。主機和連接的耳機留在總配線架，另一支耳機含探針移到線路末端，如圖(九)。就位後，先用一對芯線再做溝通測試(通常是對簇的第一對藍、白線)，若接線正確且接續良好，則可以兩端相互講話溝通，如下圖：



圖(九) 芯線對照通話對溝通示意圖

接下來，兩端講好，將探針同時移到同一組(Quad)的綜線、黑線、再另一組的黃線、白線、綜線、黑線、綠線…若中間任一條芯線碰觸後無法發出鳴音，一定是錯接，當場糾錯予以改接回來。直到總配線架上的每一條芯線都有鳴音後，才算大功告成。



圖(十) 順利的測試

萬一，錯接就像圖(七)所示，第一對藍白就已經接錯，兩端當然無法通話，必須再換一對，必要時要到隔壁戶去找，直到能聽到對方的講話才可能進行下一步驟的對照。