

# 對本軍通資系統接地效果保持之研究

作者／劉建宏少校

## 提要

- 一、本軍通資電作業人員對接地觀念較薄弱，且即使人員完成接地工作，對後續地阻值改變時，應有相關處置作為，均無正確觀念，進而導致接地系統形同虛設，亦可能造成裝備損壞或人員觸電危險。
- 二、接地概略可分為外接地和內接地兩類：外接地是指電源、射頻、天線、避雷裝置等設備，以埋地導棒等與大地相接的方式。而內接地是指電子設施内部的類比和數位電路所共用的參考電位接點。
- 三、影響接地電阻的因素有很多，概分土壤種類係數、天候因素、接地導體種類等三項，改變其影響因素，以保持接地效果長久。

**關鍵詞：**接地方式、降阻劑、導電率。

## 前言

科技發展迅速，軍事裝備也隨之改變，由大到小、笨重到輕便，也由機械式到電子式，進而邁入了資訊化時代，然現代化戰爭在通資裝備上影響最大的，應屬耳熟能詳的電磁脈衝攻擊了。故為減少電磁脈衝的衝擊及降低戰損，通資裝備的運用上，除積極研發屏蔽與防護電磁脈衝的衝擊，也應該優先考量裝備接地問題，以防護中、低階電磁脈衝的衝擊。然除指向性的電磁攻擊，平時大自然的雷擊，也是我通資裝備應防護的首要對象，如電力系統、電氣設備及通資站台等，平時應建置良好接地，並維護保持其功能，才能有效發揮裝備特性，確保戰力完整。

因應各項通資系統開設後，接地設施雖有開設，卻常因人為疏失，未持續性澆注鹽水保持接地設施功能，可能因此產生人員觸電與設備之安全。本研究針對此問題，藉改變導電率材料或不同方式之接地工法，來測試對各通資系統的接地極，以達到保持接地導電率之目的。

## 何謂接地

### 一、接地之定義

接地(Grounding)是把各種電器、電子、通信等設備以金屬導體連接於大地之意，如圖一接地示意圖。一般分為強電(電力)接地與弱電(信號)接地，前者主要功能為安全防護、突波之

抑制與系統穩定為主要目的，後者以降低系統雜訊的干擾，維持信號之穩定與人員安全為訴求，<sup>1</sup>本軍通資裝備接地屬後者範疇。

圖一 接地示意圖



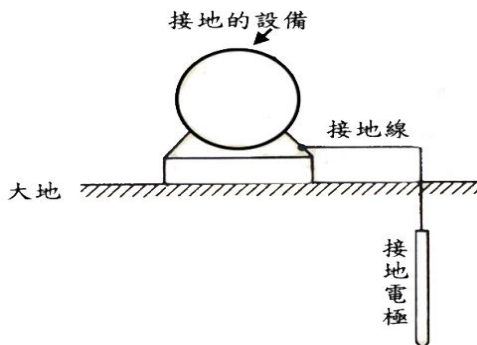
資料來源：林明昌，〈通資站台(機房)雷擊防護探討〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 114 期，陸軍通信電子資訊學校，2010 年 9 月 1 日，頁 8。

## 二、接地之目的

接地為各種設備與大地電氣性連結，接地的設備可分為電力設備、避雷設備、系統設備等以電源為主要的接地目的，另外還有針對雜訊對策用、電位基準用及廣播電台用等不同的特殊接地種類。<sup>2</sup>

接地主要目的，為保護裝備、避免人員遭漏電觸擊、減少雜訊使通信清晰之目的，而接地是電路內部的一個電位參考點，也可以被認為是電流的一個共同回歸路徑，或者與大地的一個直接有形的連接。接地需要電氣性端子，即需要裝置在接頭才可以。此種接頭的任務為接地電極，普通使用埋入地下的導體。接地的設備與電極連結的導線，稱為接地線，如圖二。

圖二 設備接地示意圖



資料來源：蘇奕肇，《接地系統入門》(臺北：全華科技圖書有限公司，2001 年 12 月)，頁 1-2。

<sup>1</sup> 邱博偉，〈探討本軍通資裝備接地技術運用之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 122 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2014 年 9 月 1 日，頁 89。

<sup>2</sup> 蘇奕肇，《接地系統入門》(臺北：全華科技圖書股份有限公司，2001 年 12 月)，頁 1-2。

### 三、接地之方式

概分為工作接地、屏蔽接地、設備接地、防雷接地、電源接地及防靜電接地等六類：

#### (一)工作接地

此如同一塊電路板，將一個最穩定沒有浮動的電壓當作地，以供電路中各個元件作為參考，確保電路元件在信號處理上有共同準位正常動作，不致於浮動而引起訊號誤差。

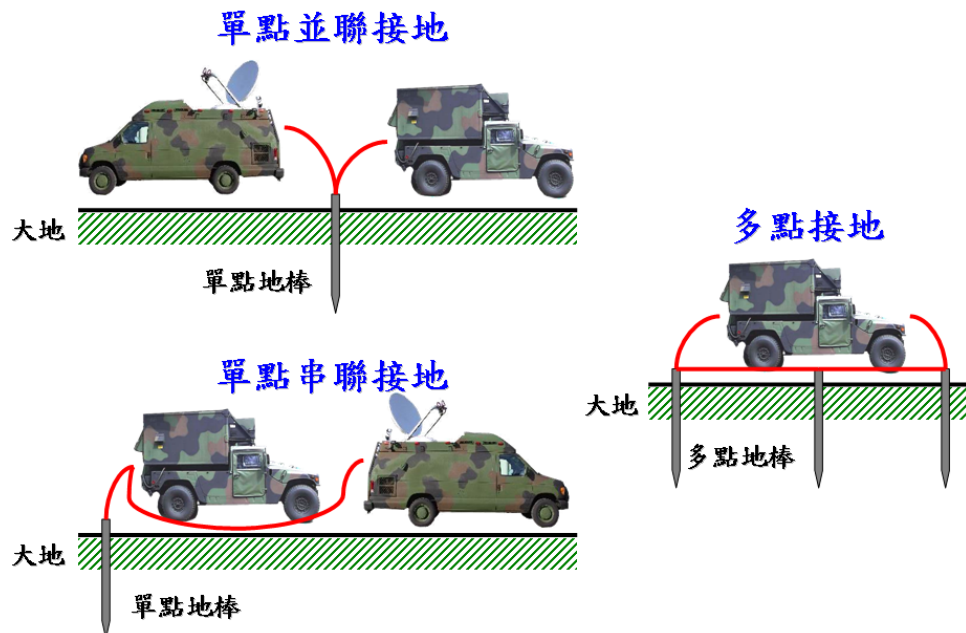
#### (二)屏蔽接地<sup>3</sup>

由外來之雜訊侵入，將使電子裝置產生錯誤動作，或使通信品質降低，為防止此種現象則需施行接地。另外，為防止由於電子裝置產生高頻能量洩漏至外部，而對其他設備造成干擾，亦需施行接地，而這些接地具有多種型式。例如遮蔽室(Shieldroom)之接地、各種遮蔽電纜之接地、變壓器靜電之接地、精密測定裝置保護(Guard)電極之接地、變壓器或抗流器(Choke)鐵蕊之接地等均屬之。

#### (三)設備接地(又稱信號接地)

主要當設備漏電時，防止人接觸設備時產生觸電之危險。另將通資設備的金屬外殼接至大地，以防外來輻射波對內部電子元件之干擾，本軍通信裝備之接地均屬之。信號接地可分為兩種做法，即「單點接地」與「多點接地」(如圖三)，說明如下：

圖三 設備接地示意圖



資料來源：邱博偉，〈探討本軍通資裝備接地技術運用之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第122期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2014年9月1日，頁89。

1.單點接地：分為「單點串聯接地」及「單點並聯接地」，單點串聯接地是一種最容易造成雜訊耦合的接法，也是最經濟的接法，又稱作「共同接地系統」；而單點並聯接地稱為「分

<sup>3</sup> 同註 1，頁 92。

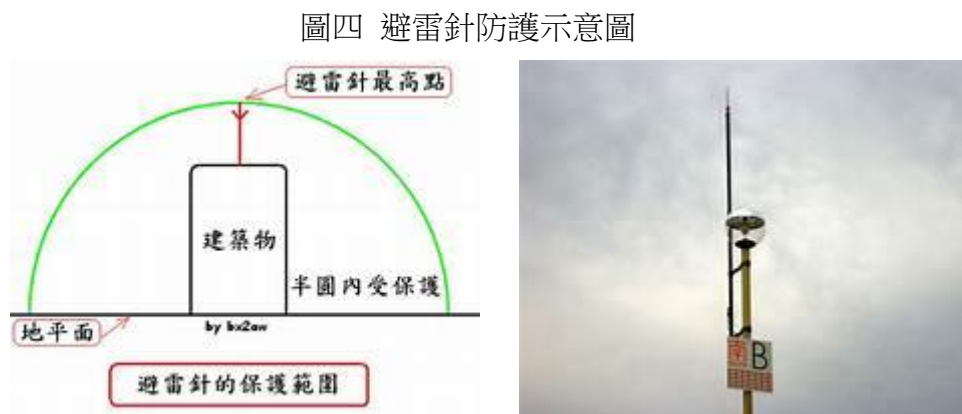
離接地系統」。

2.多點接地：適用於高頻操作的電路裝置，「多點接地法」有別於前述之「單點串聯接地法」僅施工於一處共同地端，而是施工多處的共同地端。

就成本觀點來看，多點接地法耗費最多；而單點串聯接地法最經濟。但從接地阻抗的觀點來看，多點接地法的阻抗最低(由於並聯效應及每個接地迴路路徑較短)，單點接地法所造成的接地阻抗最大。

#### (四)防雷接地

就是防止雷電打到建築物而產生火災或損害家電用品而設計，最具代表性的應該是避雷針<sup>4</sup>(如圖四)。大地是一個不良的導電物體，雖然大地之電阻率很高，但電流一進入大地之後，因大地之廣大斷面而使其電阻近似於零。總而言之，接地效果要好其電阻必須相當小，其接地電阻應保持在 10 歐姆以下為理想原則。此外，不可與電力系統的地接在一起，要有段距離，避免回流。



資料來源：〈避雷針保護範圍〉《隨意窩》，<http://blog.xuite.net/bx2aw/wretch/100632707>，(檢索日期 2018 年 5 月 26 日)。

#### (五)電源接地

是為防止設備裝置的機殼，因火線短路而發生意外，最常見的電源接地是避雷針的裝置。一個沒有安全的接地系統，會在機殼上造成一個危及安全的漏電。安全接地就像大樓的避雷針一樣，機殼上連接一個低阻抗(近似短路)路徑到大地，以提供一個旁路路徑給洩漏到機殼上的電流，如電腦之三孔接頭電線之中間接地線，其功用就在避免漏電。此處所謂的地就是指真正打到地球的地，您可以做個實驗，將燈座的一端插至電源插頭的火線，另一端接至找個大約二十公分的金屬棒插入泥土地(越潮濕的越好)，此時燈泡會亮起，因為大地的地與插座上的火線形成一個迴路。

#### (六)防靜電接地

靜電的危害是眾所周知的，在乾燥的季節，當人手觸摸電子裝備時，人體靜電可達幾千

<sup>4</sup> 〈避雷針〉《維基百科》，<http://zh.wikipedia.org/wiki>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

伏，甚至幾萬伏靜電電壓，會對設備中的電子器件發生放電，雖然靜電的能量不高，但產生的瞬間電流足夠大，有可能造成電子器件的損壞。

人體產生的高電壓靜電通過沒有接好大地的單板上安裝的金屬拉手條，會產生放電現象，如果單板上的電子器件絕緣處理的不好，瞬態「大電流」足以破壞絕緣造成單板上器件的永久性損壞。如果在機箱上裝了防靜電手腕，在人體觸摸設備之前，通過防靜電手腕把靜電洩放到大地，以使人體和設備之間的電位相等，從而達到保護的目的。

由於防靜電接地大多針對人和設備，因此在人體和設備之間增加保護電阻(如防靜電手腕的電阻)防止機櫃帶電對人身造成的可能傷害，當然也可限制人體對地產生的靜電泄放電流，從而起到保護設備的作用。

## 本軍通資系統接地方式及接地效果保持時間

### 一、本軍通資系統接地方式及種類

(一)依接地作法，區分為單點接地、多點接地兩大類：

1.單點接地：包含無線電、多波道、衛星系統、陸區交換機(舊)、陸區多波道(舊)、機動數位微波。

2.多點接地：包含有線電交換機、陸區交換機(新)、陸區多波道(新)。

(二)依接地方式，區分為設備接地與電力接地等兩類：

1.設備接地：包含有線電、機動數位微波、無線電、多波道、陸區交換機、陸區多波道、衛星系統。

2.電源接地：包含陸區交換機、陸區多波道、機動數位微波、衛星系統。

(三)依目前市售接地極(地棒)材質，區分為銅包鋼、鋅包鋼；純銅、不銹鋼與電解離子接地棒等四類：

1.銅包鋼接地棒：具防腐佳、穩定性好、成本低、電氣性能優及廣泛實用性等特性(如圖五)；有線電 KY-32 屬之。

圖五 銅包鋼接地棒



資料來源：〈銅包鋼接地棒〉，泊頭市天藝防雷器材有限公司，<http://hbtyfl.com/tyfl-1611.html>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

2. 鋅包鋼接地棒：具防腐強、散熱效果好、強度高、熱穩定性佳、保證接地泄流功能等特性(如圖六)；無線電均屬之。

圖六 鋅包鋼接地棒



資料來源：〈銅包鋼接地棒〉，泊頭市天藝防雷器材有限公司，<http://hbtyfl.com/tyfl-1611.html>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

3. 不銹鋼接地棒：耐腐性高、成本高等特性(如圖七)；陸區、衛星及數位微波系統均屬之。

4. 電解離子接地棒：自動調節功能、可不斷改善周圍土壤電阻率、防腐效果極佳、壽限 30 年以上、不受天候影響、成本高等特性(如圖八)；目前僅用於地網工程。

圖七 不銹鋼接地棒



資料來源：〈不銹鋼接地棒〉《中國製造網》，<http://cn.made-in-china.com/gongying/Ground-rod-cMyEdFrCLTpV.html>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

圖八 電解離子接地棒



資料來源：〈離子接地極〉，河北正派電力器具有限公司，<http://zpbl.com.cn/lzjdj/3.html>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

## 二、接地效果保持時間

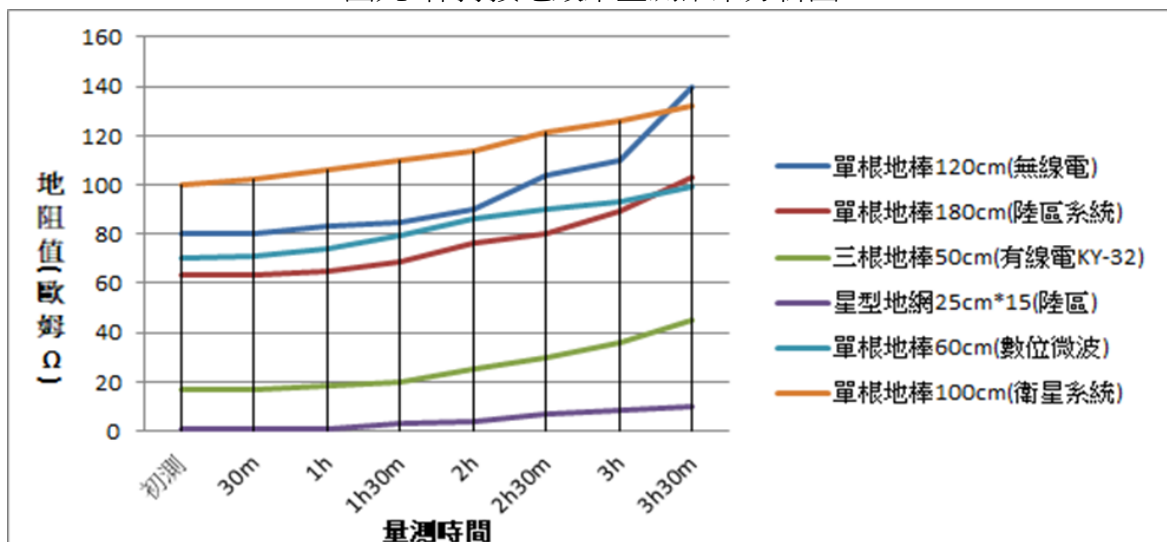
針對各式通資裝備接地效果能保持多久時間，本次研究量測方式僅依各式裝備接地架設種類不同來進行研究量測，不考慮裝備本身的影響，以利後續量測方便可行，而量測時間係配合 107 年官理管軍官分科甲、乙班期末操演期間執行，按地棒架設類型區分 6 種來分項分時方式實施量測，相關數據如表一及圖九。

表一 接地效果保持時間量測結果

| 接地型式<br>(所用裝備)           | 每 30 分鐘量測值                                                                                                                                                                                                              |      |      |       |      |       |      |       |
|--------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|------|-------|------|-------|------|-------|
|                          | 初測                                                                                                                                                                                                                      | 30m  | 1h   | 1h30m | 2h   | 2h30m | 3h   | 3h30m |
| 單根地棒 120cm<br>(無線電)      | 80Ω                                                                                                                                                                                                                     | 80Ω  | 83Ω  | 84Ω   | 90Ω  | 104Ω  | 110Ω | 140Ω  |
| 單根地棒 180cm<br>(陸區系統)     | 63Ω                                                                                                                                                                                                                     | 63Ω  | 65Ω  | 69Ω   | 76Ω  | 80Ω   | 89Ω  | 103Ω  |
| 三根地棒 50cm<br>(有線電 KY-32) | 17Ω                                                                                                                                                                                                                     | 17Ω  | 18Ω  | 20Ω   | 25Ω  | 30Ω   | 36Ω  | 45Ω   |
| 星型地網<br>25cm*15(陸區)      | 1Ω                                                                                                                                                                                                                      | 1Ω   | 1Ω   | 3Ω    | 4Ω   | 7Ω    | 8Ω   | 10Ω   |
| 單根地棒 60cm<br>(數位微波)      | 70Ω                                                                                                                                                                                                                     | 71Ω  | 74Ω  | 79Ω   | 86Ω  | 90Ω   | 93Ω  | 99Ω   |
| 單根地棒 100cm<br>(衛星系統)     | 100Ω                                                                                                                                                                                                                    | 102Ω | 106Ω | 110Ω  | 114Ω | 121Ω  | 126Ω | 132Ω  |
| 量測分析                     | 1.量測儀表統一使用 ST-1520 地阻表，避免型式不同造成量測落差；而初測後每 30 分鐘量測乙次(不持續加水)，故保持時間以 30 分鐘(m)為單位計算。<br>2.因配合期末操演開設至撤收時間，持續量測觀察時間不超過 4 小時(h)；量測日均為晴天狀況才測試，以求量測條件均等同。<br>3.量測結果分析：大部分地棒在不持續注水的狀況下，於 30 分鐘後至 1 小時 30 分鐘內，地阻值開始上升，故此為接地效果保持時間。 |      |      |       |      |       |      |       |

資料來源：作者繪製。

圖九 保持接地效果量測結果分析圖



資料來源：作者繪製。

## 接地效果保持方法之探討與分析

### 一、降低接地阻抗之方法探討

為了有效降低接地電阻<sup>5</sup>，主要有兩種途徑，一種是增大接地體的幾何尺寸，以增大接地體的電容；另一種則是改善地質的介電係數，以減小地質的電阻率，以下分別探討：

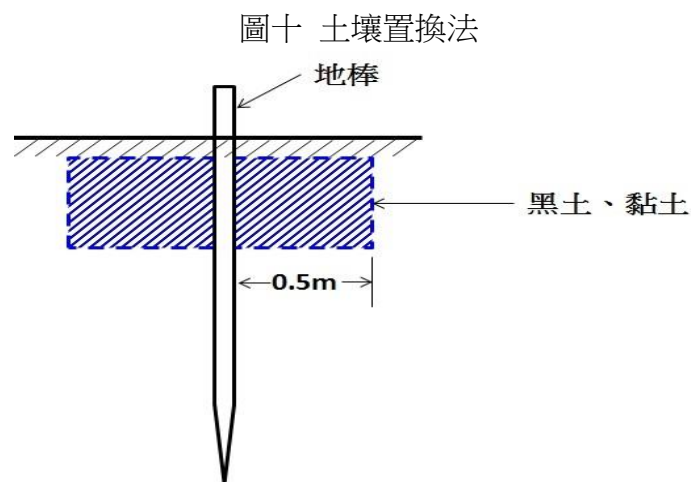
#### (一)增大接地網<sup>6</sup>

加大接地的尺寸與面積，從理論上分析，接地電阻  $R$  與接地網所產生的電容  $C$  成反比，而接地網的電容主要由接地網面積的尺寸決定，所以接地網面積與接地網電容成正比，與接地電阻成反比。

但由於環境當中，需要達到一定的接地電阻值，就必須要有相當大的接地網範圍，且有些設備必須考慮到獨立性接地問題，在運用上，需將接地網的面積大小與地形及環境一起考量。

#### (二)土壤置換法

即是將原有的土壤置換成有較低電阻率的土壤，如黏土、黑土及沙質黏土等低電阻率的土壤。其置換的半徑是接地體周圍 0.5m 以內，置換深度是接地體長  $1/3$  處<sup>7</sup>，如圖十。在通資系統野戰開設時，運用此法對人力和工時耗費較大。



資料來源：作者繪製。

#### (三)化學處理法

該方法在本軍通資系統接地時，是最常運用及立即且普遍的方法。因為使用的是在接地極周圍土壤中加入食鹽、煤渣、木炭等，以提升接地體周遭土壤的導電性，降低土壤電阻率。而食鹽對改善土壤電阻率的效果很明顯，對於天候或季節變化小<sup>8</sup>。但對於不同的土壤其效果

<sup>5</sup> 〈原理、測試方法與應用〉，敏盛企業有限公司，<http://www.mme-user.net.tw>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

<sup>6</sup> 同註 1，頁 103。

<sup>7</sup> 〈在高土壤電阻率的地區怎樣降低接地電阻〉《艾特貿易網》，<http://www.aitmy.com>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

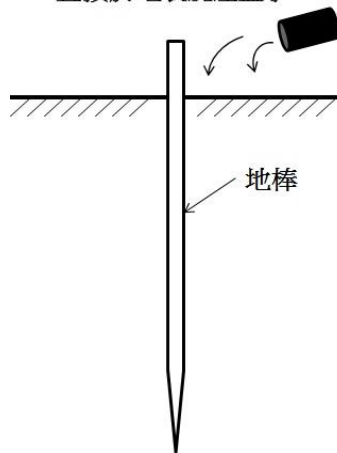
<sup>8</sup> 同註 7。

也不同，如砂質黏土用食鹽處理後，土壤電阻率可減小  $1/3 \sim 1/2$ ，砂土的電阻率減小  $3/5 \sim 3/4$ ，砂的電阻率減小  $7/9 \sim 7/8$ ；對多岩土壤，用 1% 食鹽溶液浸漬後，其導電率可增加 70%<sup>9</sup>，如圖十一。此方法雖然施工價格較低且效果明顯，但其缺點是產生接地極的加速腐蝕，且電阻率的不穩定性、也減少了接地極的使用壽限，故不建議使用。而本軍卻經常性運用，也使通資裝備接地極劣化速度加劇。

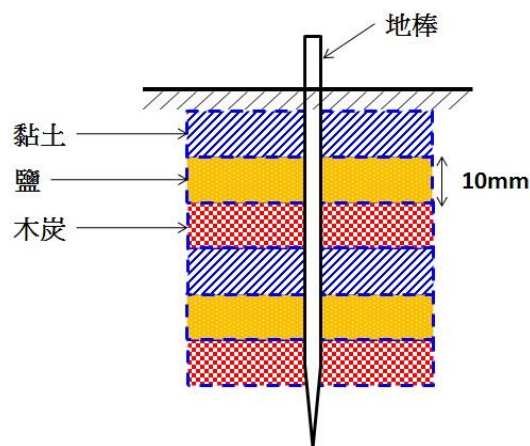
另外此法保持功效不佳，而要長期的具體作法是將鹽、木炭和土壤等三種元素，依次一層一層填入土中，其鹽層的厚度約 10mm，並於鋪設時用水濕潤。每一根接地極的耗鹽量約為 30~40kg，木炭為 10kg 左右，<sup>10</sup>如圖十二。木炭因為不會被溶解、滲透和腐蝕，並可減緩食鹽流失的速度，因此有效期較長。

圖十一 化學處理法(緊急)

直接於地表澆注鹽水



圖十二 化學處理法(長效)



資料來源：作者繪製。

#### (四)降阻劑法

降阻劑是一種利用碳粉和生石灰等低電阻率且沒有電介質的物質，使用在土壤中不會因地下水而流失，利用此特性能得到長期且穩定的低電阻值。而降阻劑的主要成分種類依各家廠商而不同，但其中應包含石墨、生石灰或導電水泥等，一般為灰黑色。而降阻劑主要能使接地極和土壤之間有緊密接觸，能形成最大面積的電流流通面，另外也能對周遭土壤滲透，形成一個變化平緩的低電阻範圍。通常對於土壤電阻率高的地方，採用埋設接地線(極)和降阻劑併用的方法，可以相當有效的降低電阻率。這種方法只要在接地線(極)的坑內撒上粉狀降阻劑，再植入接地極即可，非常方便又經濟，如圖十三。目前市售降阻劑的有效使用期應可達 5 年以上。

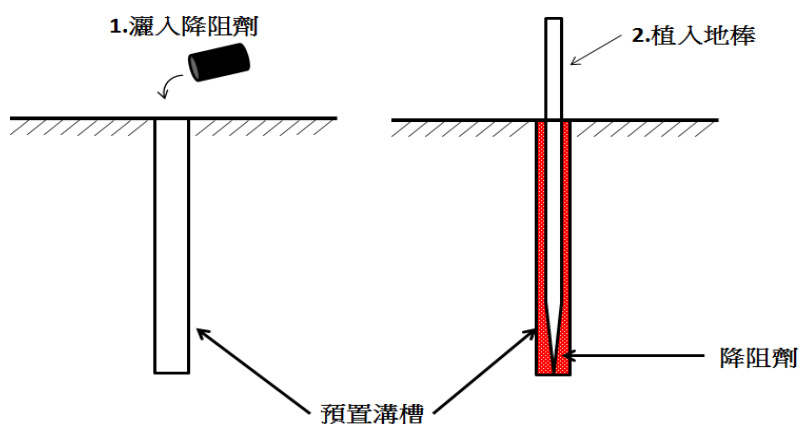
#### (五)導電混凝土法

<sup>9</sup> 〈降低接地電阻的幾種方法〉《百度經驗》，<http://jingyan.baidu.com>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

<sup>10</sup> 同註 7。

導電混凝土又稱碳纖維混凝土(Carbon Fiber Reinforced Concrete, CFRC<sup>11</sup>)。此方法是在混凝土中混入碳纖維作為接地體使用，目前用於工業防靜電及接地工程等。此法比較適用於長期固定式設備接地上，對於本軍野戰通資系統架設與機動轉移的機制下，較不適用。

圖十三 降阻劑法

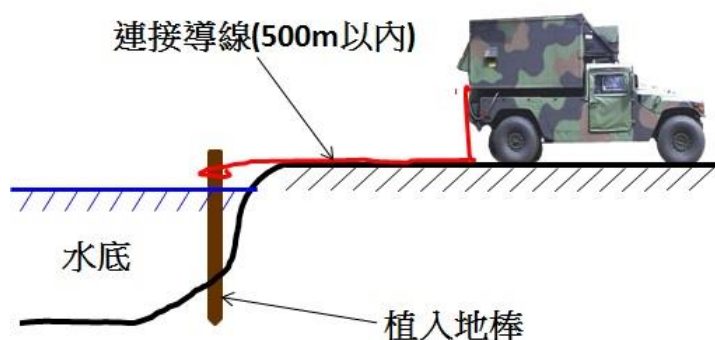


資料來源：作者繪製。

#### (六)外引式接地法

在不利直接接地或電阻值高的地區，週邊環境能尋得有水源或電阻率小的土壤可利用時，運用外引式接地法是十分有效的方法之一。採用此法時，引接長度(外引接地體中心至接地點的距離)不宜超過 500m，否則引線本身電阻太大會使外引接地體的利用率降低，對降低接地電阻也不利。在有水源的地區，接地體可做成水下接地網形式，<sup>12</sup>如圖十四。此法對於本軍通資系統開設於山野、河川附近時，可納入運用考量。

圖十四 外引式接地法



資料來源：作者繪製。

#### (七)深埋接地體

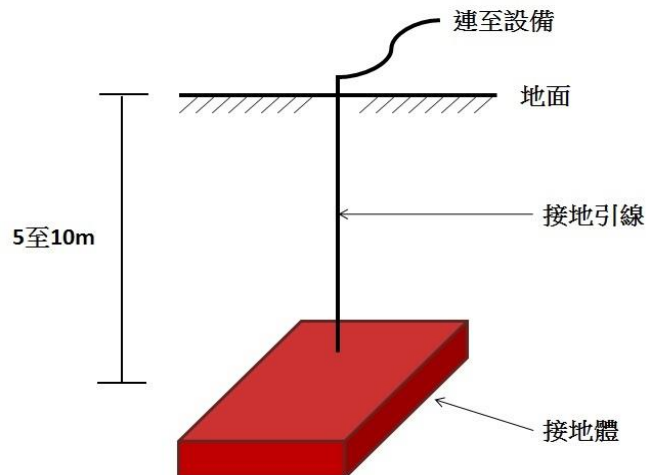
此方法即是對接地體的深埋，因土壤愈深愈緊實的狀況下，土壤電阻係數愈低，透過此特性將接地體往下深埋，以獲得良好的接地效果。這種方法對含砂土壤最有效果，在 3m 深

<sup>11</sup> 〈碳纖維混凝土〉《華人百科》，<http://www.itsfun.com.tw>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

<sup>12</sup> 同註 7。

處的土壤電阻係數為 100%，4m 深處為 75%，5m 深處為 60%，6m 深處為 60%，6.5m 深處為 50%，9m 深處為 20%。<sup>13</sup>通常深埋的深度為 5m 至 10m 上下，如圖十五。此法適用於地表電阻率高或是接地施工較狹窄的場所，由於施工時較困難且需要挖土機，故施工費用較高，在堅硬的土層地帶困難度更大。故此法只適合本軍固定式通資系統的長期接地。

圖十五 深埋接地體



資料來源：作者繪製。

為利於瞭解上述七項降低阻抗之方法優劣，在此綜整下表(如表二)依操作工時、作業成本及降阻效果保持實施綜合分析，以符合研究之需。就操作工時及作業成本而言，均以化學處理法(鹽水)最快又便宜的達到降阻效果，降阻劑法則次之。就降阻效果保持而言以降阻劑法及深埋接地體 2 項最好，增大接地網及導電混凝土法與外引式接地法等 3 項則次之。

表二 降低阻抗之方法綜合分析比較表

| 方法名稱      | 操作工時 |   |    |   |    | 作業成本 |   |    |   |    | 降阻效果保持 |   |    |   |    |
|-----------|------|---|----|---|----|------|---|----|---|----|--------|---|----|---|----|
|           | 最快   | 快 | 尚可 | 慢 | 費時 | 便宜   | 少 | 尚可 | 多 | 昂貴 | 最好     | 好 | 尚可 | 差 | 很差 |
| 增大接地網     |      |   |    |   |    |      |   |    |   |    |        |   |    |   |    |
| 土壤置換法     |      |   |    |   |    |      |   |    |   |    |        |   |    |   |    |
| 化學處理法(鹽水) |      |   |    |   |    |      |   |    |   |    |        |   |    |   |    |
| 降阻劑法      |      |   |    |   |    |      |   |    |   |    |        |   |    |   |    |
| 導電混凝土法    |      |   |    |   |    |      |   |    |   |    |        |   |    |   |    |
| 外引式接地法    |      |   |    |   |    |      |   |    |   |    |        |   |    |   |    |
| 深埋接地體     |      |   |    |   |    |      |   |    |   |    |        |   |    |   |    |

資料來源：作者繪製。

## 二、保持接地效果之分析

影響接地電阻的因素有很多，概分土壤種類係數、天候因素、接地導體種類等三項，改

<sup>13</sup> 〈常用降低接地電阻的幾種方法〉《壹讀網》，<http://read01-com.cdn.ampproject.org>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

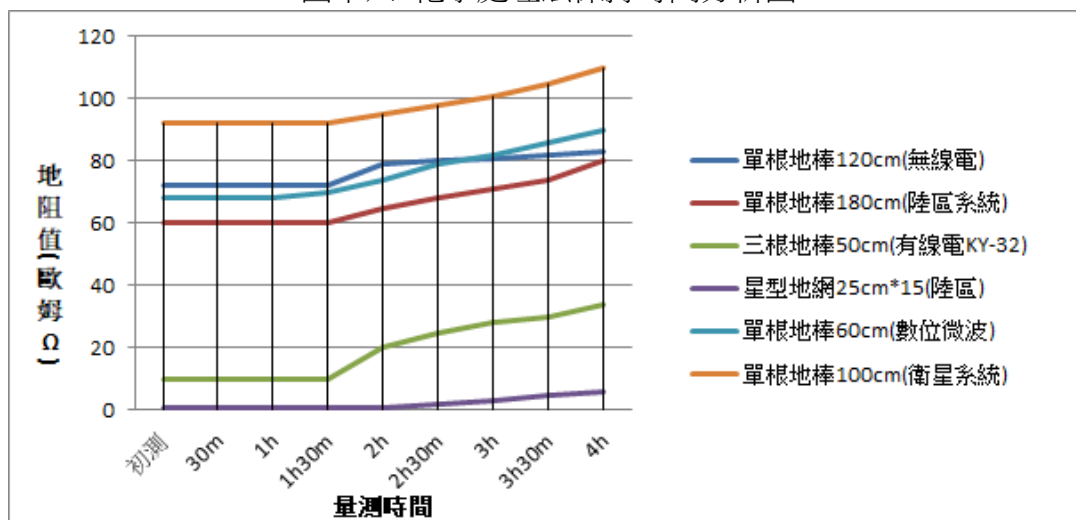
變其影響因素，以保持接地效果長久。而本研究依上述七項降低接地電阻的方法，結合本軍通資裝備野戰架設特性及場地土質限制等因素，僅化學處理法及降阻劑法可實際實施量測，故以下研究針對此二項實施分析。而為避免測量數值與現用通資裝備測量結果有所偏差，在不改變原裝備規定的接地方式、材質及植入地棒之深度下，僅針對各通資裝備接地端(地棒)量測保持地阻值的時間，以分析其優缺點，量測結果如表三及圖十六、圖十七。

表三 保持接地效果量測結果

| 接地型式<br>(所用裝備)           | 原測值                                                                                                                                                                                                                                                                                | 化學處理法(鹽水)   |       | 降阻劑法        |      |
|--------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|-------|-------------|------|
|                          |                                                                                                                                                                                                                                                                                    | 初測          | 保持時間  | 初測          | 保持時間 |
| 單根地棒 120cm<br>(無線電)      | 80 $\Omega$                                                                                                                                                                                                                                                                        | 72 $\Omega$ | 1h30m | 58 $\Omega$ | 4h   |
| 單根地棒 180cm<br>(陸區系統)     | 63 $\Omega$                                                                                                                                                                                                                                                                        | 60 $\Omega$ | 1h30m | 42 $\Omega$ | 4h   |
| 三根地棒 50cm<br>(有線電 KY-32) | 17 $\Omega$                                                                                                                                                                                                                                                                        | 10 $\Omega$ | 1h30m | 8 $\Omega$  | 4h   |
| 星型地網<br>25cm*15(陸區)      | 1 $\Omega$                                                                                                                                                                                                                                                                         | 1 $\Omega$  | 2h    | 1 $\Omega$  | 4h   |
| 單根地棒 60cm<br>(數位微波)      | 70 $\Omega$                                                                                                                                                                                                                                                                        | 68 $\Omega$ | 1h    | 50 $\Omega$ | 4h   |
| 單根地棒 100cm<br>(衛星系統)     | 100 $\Omega$                                                                                                                                                                                                                                                                       | 92 $\Omega$ | 1h30m | 65 $\Omega$ | 4h   |
| 量測分析                     | <p>1.量測儀表統一使用 ST-1520 地阻表，避免型式不同造成量測落差；原測值為各接地方式原始初測值，初測為地質處理後第一次測值。而初測每 30 分鐘量測乙次(不持續加水)，故保持時間以 30 分鐘(m)為單位計算。</p> <p>2.因配合期末操演開設至撤收時間，持續量測觀察時間不超過 4 小時(h)；量測日均為晴天狀況才測試，以求量測條件均等同。</p> <p>3.量測分析：依原測值及初測值差異上，不論何型接地方式均能比較出地質經過處理後，地阻率能有效降低。而保持時間也顯示出「降阻劑法」較「化學處理法」有絕對優異的保持效果。</p> |             |       |             |      |

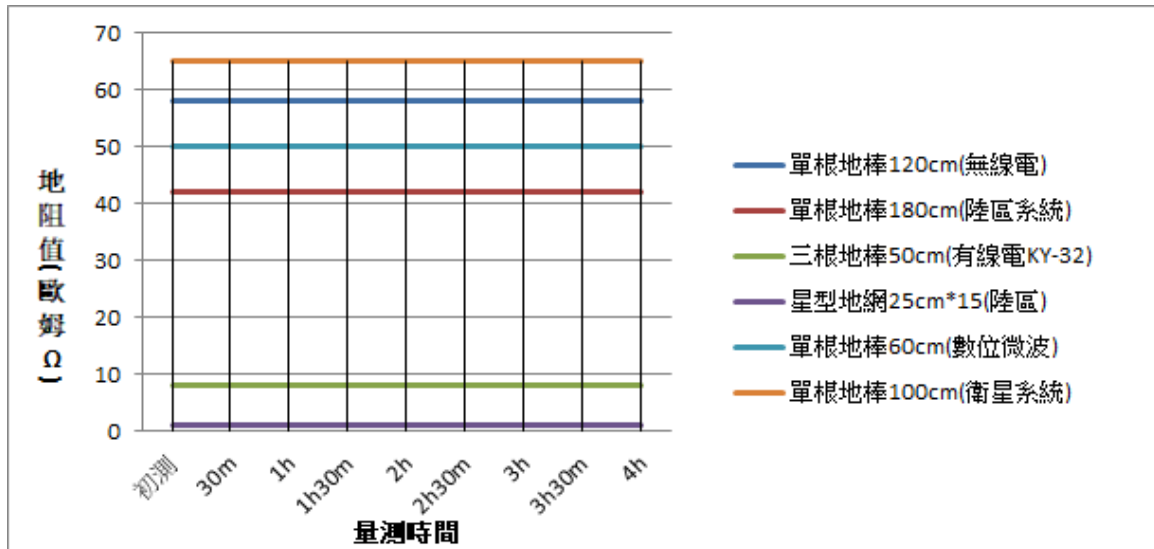
資料來源：作者繪製。

圖十六 化學處理法保持時間分析圖



資料來源：作者繪製。

圖十七 降阻劑法保持時間分析圖



資料來源：作者繪製。

以下針對上述二種降低地阻的方法，分述其優、缺點：(如表四)

(一)化學處理法：優點為操作方便、成本低；缺點為保持時間短、人員監控負擔高、食鹽長久腐蝕高。

(二)降阻劑法：優點為降阻保持時間長、人員監控負擔低、成份防腐、對環境無污染；缺點為成本較高、取得不便。

表四 保持接地效果優缺點比較表

| 方法 \ 優缺點  | 操作 | 防腐效果 | 人員監控負擔 | 降阻效果保持 | 成本 |
|-----------|----|------|--------|--------|----|
| 化學處理法(鹽水) | 方便 | 差    | 高      | 短      | 低  |
| 降阻劑法      | 尚可 | 佳    | 低      | 久      | 高  |

資料來源：作者繪製。

## 結論與建議

### 一、結論

本研究方法僅降阻劑能確實長效保持接地功效，減低人為因素造成人員或裝備損壞，但部隊使用上並不普遍或不瞭解有此法可用，或許是施作方法原本用於地網工程，較少使用於單一地棒，或者是成本較高及取得不便，造成實用性不高。總而言之，接地對裝備與人員操作影響甚鉅，如何持續建立各部隊正確的作業觀念，維護系統效能與人員安全，才是勢在必行的工作。

### 二、建議

為使各部隊逐步建立正確的作業觀念及確保系統效能，並能有效維護人員安全，以下有

幾點建議：

(一)推廣至各部隊、提升地網效能

除原先加注鹽水降低地阻值的基本概念，於授課中持續教育外，另外增加使用降地阻劑的方法與介紹其特性，以供訓員參考，並藉此推廣至部隊參考運用，期望能提升各單位地網使用效能及維管負擔。

(二)採購降地阻劑、納入教學訓練

降地阻劑目前市售每包(25KG)約 1,200 元至 2,000 元，平均用於 3 根地棒上，可運用 40 至 50 次(須依地網面積而定)，建議能運用訓練經費每年採購 2~3 包，供教學使用，以建立訓員運用概念。

(三)納入教案編修、按期修改準則

本研究之方法與結果，將配合今年度教案編修時機納入增修，以供明年度起教學之參據，並配合修改《陸軍電子通信訓練教範(第 1 版)》時機，納入其附件項次內，供各教官教學上及各部隊運用之參據。

## 參考文獻

- 一、蘇奕肇，《接地系統入門》(臺北：全華科技圖書有限公司，2001 年 12 月)。
- 二、林明昌，〈通資站台(機房)雷擊防護探討〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 114 期，陸軍通信電子資訊學校，2010 年 9 月 1 日。
- 三、邱博偉，〈探討本軍通資裝備接地技術運用之研究〉《陸軍通資半年刊》(桃園)，第 122 期，陸軍通信電子資訊訓練中心，2014 年 9 月 1 日。
- 四、《站台值勤訓練手冊》，國防部資電指揮部，2011 年 2 月 25 日。
- 五、〈原理、測試方法與應用〉，敏盛企業有限公司，<http://www.mme-user.net.tw>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。
- 六、〈避雷針〉《維基百科》，<http://zh.wikipedia.org/wiki>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。
- 七、〈避雷針保護範圍〉《隨意窩》，<http://blog.xuite.net/bx2aw/wretch/100632707>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。
- 八、〈銅包鋼接地棒〉，泊頭市天藝防雷器材有限公司，<http://hbtyfl.com/tyfl-1611.html>，(檢索日期：2018 年 5 月 26 日)。

## 作者簡介

劉建宏少校，通校官預 48 期、通資安全正規班 5 期，曾任排長、副連長、連長、通信訓練官、通信官、教官，現任陸軍通信電子資訊訓練中心綜合保修組教官。