



弱電監控系統的 接地與避雷

張得福

前言

2023的夏天已進入盛夏之際；除了颱風之外在夏天所有的監控系統；不慣您是IP或是傳統影像監視系統都將開始面對夏天午後雷陣雨的棘手監控系統維護議題；那就是監控系統的接地與避雷工程問題。同時；隨著網路化監控的發展，更精密的網路前端監控設備，中間傳輸通訊設備及後端資料儲存及網路管理的電力與信號保安問題也更多元且更複雜。但因人為的輕忽及施工技術運用不良問題，在台灣每年因為雷擊及接地不良所造成的安防監控系統事件也越來越多，除造成設備故障損失外，更有發生因接地不良而使工程人員遭受電擊傷亡的事故，因此雖然接地與避雷並不是安防關鍵技術，但卻又是影響監控系統效果最大議題。

接地與避雷的重要性

在監控系統中，接地這個部份是用來保護人身及設備及供電安全的重要措施，是絕對必要的一種工程保安作為。而避雷則是視監控系統安裝環境的條件與需求來決定型式及內容，雖然並非監控系統中絕對的必要，但因接地與避雷本就是一件魚水共生的機制，因此在監控系統中的重要性是不容忽視的。我們在很多戶外監視或是城市交通監控系統中經常會看到在一陣午後大雷雨發生之後；監控中心的畫面突然就少了幾個，這些情況不見得是攝影機故障或因被雷擊而損壞，通常這個結果有二種；第一種為透過接地與避雷措施的保護作用，使得保護機制發生作用，畫面只是因為保護措施而跳電中斷只要復歸系統就可以恢復正常。第二種是畫面中斷，現場電力也跳脫，設備上無明顯外部損傷

，只看到外殼上一個微小的黑點加上放射狀線條，但設備內部PCB板上電子零件爆裂，電路板上銅箔線熔斷，甚至一片焦黑或纜線燒焦纏捲在一起。這二種結果在事後工程商的分析上80%以上都是因為接地與避雷措施的缺乏或施作不良所致，因此可以看出接地與避雷在監控系統本身保安上的重要。同時這些措施對現階段的遠距監控而言更是重要，如果接地與避雷措施做得好，設備不但不會損耗，系統更不會輕易的因為下雨打雷或是線路絕緣問題而中斷訊號，那就會減少系統再重開機率，這樣對工程商的服務成本相對降低。如此看來接地與避雷的重要性對監控系統來說是不用懷疑的。

監控系統接地與避雷的錯誤概念及應用誤區

另外在一些接地與避雷的須不須要？做不做？怎樣做？長久以來在監控工程上都存在一些誤區觀念，其實監控系統的接地與避雷一直在一般的監控系統中是被忽略的，但這也不是意味著所有監控系統案就都要如公共工程一樣把所有UL、IEC、CNS等法規標準及規定都套到監控系統上來用，除了公共工程會嚴謹要求外，其它系統如果真的也能如

公共工程一樣做到那當然最好，但恐怕這樣要求下工程商大概因此會倒閉一半，另一半則是根本都做不到或做不好。

這做不到做不好的原因就在於對監控系統的接地與避雷有很多地方錯誤認知，誤區一多當然就無法將接地與避雷這二個保安工作做好，我們在監控系統上最常看到或聽到工程商在這方面的錯誤概念及作為有下列：

1. 最常見就是攝影機電力110V常常只接L火線及N中性線而已，而沒有接G地線，這可能是業主提供的電力源就只有二線式電力本來就沒接地線，這是第一個最常見的誤區問題。
2. 街道上比建築物低的攝影機不用裝避雷針，且室外空曠地區攝影機才須要接地與避雷，室內攝影機不須要，這是最多見的錯誤觀念。
3. 在監控安裝地點地面或牆面打個膨脹螺栓接到設備接地線即可算接地，這也是最多見的錯誤之一。
4. 避雷針只要比設備高就可以，不須考慮涵概角度及與設備或固定鋼柱隔離或絕緣，接地線採用全裸銅線及沒有加套絕緣套。
5. 避雷針頭直接焊接在監控固定金屬立柱上端，這最大錯誤用法。



6. 接地線採用粗細不一不考慮線路阻抗或隨便的電纜線就拿來當接地線使用。
7. 採用結構角鋼材代替避雷針來引接往下接地線，接地線與避雷針底座鍍鋅焊接破壞鍍鋅層卻不補刷鍍鋅及防銹漆。
8. 避雷針接地引下線、銅質壓接環、避雷接地線的連接焊接不飽滿，使電流通過阻抗過大。
9. 只用漏電斷路器做為突波保護及避雷措施，這在監控系統很常見到。
10. 接地線跨越建築物穿牆體時未加保護管。
11. 機架線槽未做接地處理。
12. 電源箱內電源接地匯流銅排未接接地線。
13. 攝影機附掛路燈的燈桿時未做接地線接地或室外攝影機獨立金屬立桿未打接地棒接地。
14. 接地棒安裝埋設深度不夠，距地面深度小於0.6 m，地面太乾燥在阻抗值過大。
15. 屋頂攝影機貪圖方便將接地線與建築物避雷針接地線共用並接。
16. 屋內室內監控設備因配線問題未將接地線接於同一個接地端子箱內。
17. 將接地線接於建築物的瓦斯管線鋼管上或消防供水管上。
18. 為求接地阻抗測試驗收可以過關在接地點土地上灌入大量鹽水使對地阻抗短期內都低過一般不同規定要求的5-10Ω的不當做法。
19. 室外攝影機也要跟室內一樣的要求同電位接地方式的錯誤觀念。
20. 每個監控設備接頭都一定要接上避雷器或突波吸收器的錯誤想法。

以上是大致在過去安防監控系統上；我們看到或本身經驗上累積的一些監控系統接地

與避雷的錯悟概念及應用誤區，提出來讓工程師可以參考不要犯同樣的錯誤及認知。

雷擊與接地的類型與對監控系統的危害

在瞭解過去我們在監控鯨意與避雷的錯誤概念與應用後，我們要來討一下接地不良與雷擊的危害種類與危害的內容有那些？因為我們必需要先知道接地不良與雷擊所產生的問題有那些才能在工程施作上做好工作。

我們先來看接地部份；接地可以分為信號設備接地（又稱工作接地）、電源接地（又稱保安接地）及避雷接地（也稱防雷接地）和管線接地（又稱保護接地），這幾種接地的作用差異不大，信號接地是針對纜線傳送的信號地端與設備本體上的地端接地兒言，主要為讓信號被線路或機殼雜訊或對地雜訊



干擾的情況降低或消除，這個部份做的好就能避免信號在畫面交織網狀干擾或斜紋干擾狀況。電源接地部份則主要作用在消除避免電源的水平上下跑的諧波干擾。避雷接地則是透過這種大點流的接地方式將雷擊的瞬間電流引入大地以免對設備及人員生危害。最後在管線上上的基地作為則主要是避免金屬管線上有電流通過時所產生的電磁干擾，這幾種接地形式從目的上看是沒有區別的，都是通過接地導體將過監控設備工作電壓產生的過電流通過接地裝置導入大地，進而達到保護監控設備的目的。這些接的種類及危害其實都在每個監控系統中或多或少的存在，由時候可能只是因為接地上地環境無對地雜訊所以看起來似乎效果沒有什麼差異但其實這種接地不良的問題會產生很多令監控工程師抓狂無法處理的畫面干擾。



再過來我們來看避雷處理問題及擊種類與危害在那裡？避雷這個問題主要其實是關係建築物及人身生命安全的部份較多，因為雷要打中那裡，並沒有辦法預測或預防，當雷擊發生時會有強大電流通過，會對線路設備本體甚至鋼構產生機械應力和電熱效應，會造成結構破壞和電氣零件設備的高電流爆裂。但這種情況無人可以親身經歷，所以當下的結果只能從雷擊後的情況來理解，偏偏很多工程商或是工程師都沒經歷也不相信會那麼倒楣被雷擊，因此在許多安防監控監理過程中，經常看到施工或相關專業人員對避雷接地重視不夠，甚至認知及技術性不強，避雷工藝做得非常簡單又渺小，加上業主往往在施工中不會規範要求或且雷擊紕漏卻實也沒馬上發生，因此就未能引起大家的注意警覺，等到看到一個被燒的又黑又焦的設備及纜線出現在工程商面前時才開使懊悔。

雷擊危害分為外部和內部來源兩個，外部部份是由防避雷針所引下進入大地時的危害因素，其可能是監控設備體受到擊雷的侵襲，這比較直接也容意判別損壞原因，另外一個則是內部因雷擊所產生的突波及感應雷的衝擊，這種叫感應雷的是發生在雷擊時，接地線引下時周圍產生很大的瞬間電磁場，這種電磁場會在低壓電纜線路及影像信號線路上分別產生高過100KV及50KV的電壓。這種現象叫靜電磁感應的感應雷，又有國家稱它叫二次雷。它對設備的損害沒有直接雷擊來的電壓電流大，但卻比直擊雷擊發生的機率高得多，很多監控設備在一聲轟巨響後失去影像大部份都是這種類型的感應雷所造成。

除上述的感應雷之外其它還有一些會對監控系統設備造成影響雷擊類型有以下二種，



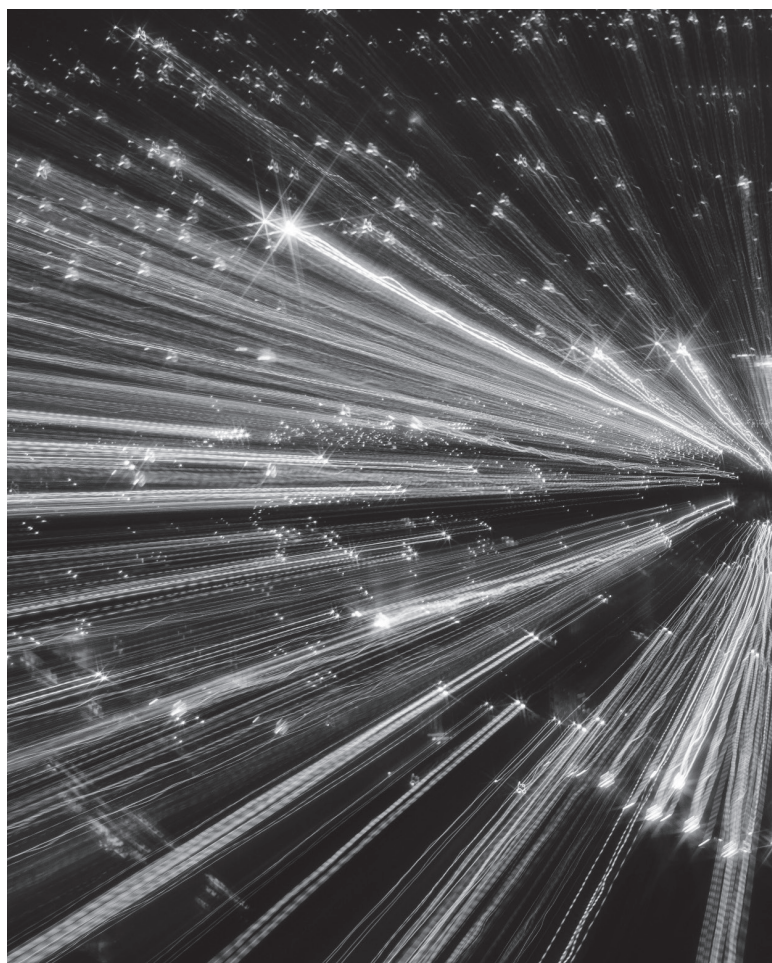
包含直擊雷：就是雷電直接擊中結構，雷電的不到一半的能量將會從接地線洩放到大地，但其中另外接近一半的能量將通過監控設備的鋼構或建築結構中的電力系統分流，只有5%左右的能量會通過監控系統的通訊網路線或影像纜線分流，但這5%就足夠損毀監控設備了，還有一種稱為傳導雷（雷擊電流擴散波方式）：可以透過外部架空線路擴散雷擊電流，尤其是無自持線接地的線路，可以在線導上傳輸到最大幾十公里的範圍，再入侵沿著纜線的所有監控設備，這種危害與特徵呈現都是使設備電壓一直上昇到一片焦黑燒毀的特性。瞭解上述的危害後；我們可以確定避雷系統是可以保護任何結構內監控系統設備及人員的安全的。只有透過監控設備及纜線前端安裝合適的避雷系統才能使設備線路對大地有一個有效地的同電位。將可能進入的電流阻絕洩放入大地才能確保監控系統設備的安全。

如何做好監控系統接地與避雷工作？

要做好監控系統的接地與避雷工作實非常簡單，很多弱電工程人員也許在擔心太多專業性的計算與設備架設知識需要花時間去學習，但其實以工程經驗只要熟記以下幾處監控接地與避雷措施的施工及架設原則就夠了，太多複雜的電流電阻計算只會讓工程師陷入錯誤中，現在就來了解一下在接地與避雷上監控系統該如何做？

A.在監控設備前端部份的接地與避雷

1. 室外前端攝影機部份室外應架設避雷針，採用獨立接地管線以隔離監控設備的電力



與影像訊號線，避免干擾及電流感應損及線路，避雷針架設應高於攝影機設備，由避雷針尖往下擴散涵蓋45-60度立體圓椎體內應該將攝影機給涵蓋於虛擬椎體範圍內才能有效保護，避雷針的安裝時應與固定攝影機的鋼構絕緣隔離。

2. 監控攝影機前端設備的接地在終端部份要集中在一個接地匯流排上，使整個監控前端設備的接地達到無對地電位差的要求，不然可能因為造成電為差而使對地環路產生電位差而使設備燒毀，這個情況過去有做過同軸傳輸的工程師相信都有被影像BNC接頭因電位差問題產生電流累積時因接頭碰觸放電而電擊工程



人員或機殼接頭碰觸爆出火花的經驗。

3. 在前端設備的電源頭端加裝容量適合的無熔絲斷路器及漏電斷路開關，同時在經費許可下加裝可耐3000KV的避雷子以避免被感應雷或傳導雷所損及設備。
4. 室外的攝影機部份接地應有良好的處理，完工後測試接地電阻小於5-10 Ω 以內，接地棒安裝應按標準進行三點式阻抗測試。
5. 室內前端攝影機部份應佈置接地線室內共用端的接地端子上，加裝容量適合的無熔絲斷路器及漏電斷路開關，同時在經費許可下加裝可耐3000KV的避雷子以避免被感應雷或傳導雷所損及設備。

B. 在監控設備前端部份的接地與避雷

1. 由於監控信號線傳輸距離有時距離很長，耐電壓性低，容易被感應雷及傳導雷電流入侵而損壞設備，為了將雷電流從信號傳輸線傳導入地，電力及影像信號電纜都應該加裝突波保護器，在設計影像信號傳輸線必須考慮信號的傳輸速率及電壓的平衡與接地，避免感應雷入侵。
2. 室外傳輸及纜線應有良好的接地，接地電阻必須小於較高合理的5-10 Ω 。
3. 架空自持信號或電力纜線應該將自持鋼纜部份在固定段以接地線引接入大地。
4. 控制信號傳輸線採用具有隔離遮蔽的纜線。
5. 傳輸部分的纜線在線路架設盡量採用埋敷設方式。環境條件不許可時，可採用最短間距架設方式以免耐壓性降低導致感應雷入侵。





C. 監控系統終端部份的接地與避雷

1. 在安防監控系統中，監控端的避雷措施應慎重，要考慮各種可能類型的雷擊入侵、對地環路電位差現象及電力供應突波等保護措施。
2. 監控終端所在建築物內應有避雷系統、接地網及接地端以子箱等配置。
3. 監控終端的各種金屬管線應做管線接地處理並共同接地裝置上。電纜線進入終端機房時，應將線纜金屬外護層及自持電纜鋼纜部份接到接地端子上。
4. 室內終端傳輸及纜線應有更好的接地，接地電阻必須小於較高合理的 $5-10\Omega$ ，但對地阻抗值最好越低越好。

以上是監控系統在接地與避雷的基本有效做法；這個部份不會像國家規範或標準那麼嚴苛，但若謹慎的處理接地與避雷的工法及阻抗值，以筆者過去的眾多道路監控經驗來看，這些措施並沒有讓我們工程師在雷擊與接地不良上疲於奔命，算是有效的應用方式。

如何做好監控系統接地與避雷工程品質管？

在知道如何做好初淺而有效的監控系統接地與避雷措施之後，我們也該知道要如何去做好接地與避雷的工程品質管制，這樣在監控系統的運作中才能應付可能隨時發生的雷擊天候狀況及接地不良的預防。要做好接地與避雷的品質維護工有幾個工程人員該知道的要點；

- 第一、嚴格要求避雷針及接地銅線的材料品質及可靠度。
- 第二、要仔細規劃避雷針架設的結構及建築以免發生架設錯誤無法發揮效用。
- 第三、對地阻抗要定期定時量測並記錄以供維護保養汰換依據參考。

雖然只是短短三個方法，但對監控系統接地與避雷就是這樣的直接單純，不須太多的考慮。在很多監控法規內都沒有明確規範要有接地與避雷接地的要求，避雷的目地很單純就是洩放與隔離，而接地則是引導與保護，在工程品質上只要做好這二個監控系統保安原則的部份就可以將監控系統置於萬無一事的安全境界。藉由這種因勢利導的保安做為，以提高監控系統抵抗雷擊破壞的能力，將接地與避雷兩者恰當的結合使用，靈活運用不同設備措施，就可以保證監控系統的全天候運作目的。同時；接地與避雷的施工內容在監控系統施工中至關重要，其施工結果品質將直接影響整個系統的使用周期、使用效能及操作安全。

