

白皮書- 介紹

為您的重要設備創造一個安全的環境

在現代世界，我們使用很多微型處理器來使生活更具快速便利。

然而隨著微型處理器的時代來臨，我們的環境還是充滿著許多舊技術 (比如說: 真空管)，這是無法隨著新科技來改變它的實用性的。



新的科技更容易受到各種瞬息萬變的事物傷害，尤其是電子設備。您可能因為不清楚的錯誤造成龐大的損害。隨著設備的發展更快速，造成的傷害越大。因為不可能讓電力傳送得更快，而將電力系統路徑設計得更精密微小。當距離和間隙減少時，受到的影響也就加劇了。

當開發一個系統的時候，首先考慮到的就是效率達到特殊的目標或產能。您並不會考慮到它會在某種環境下操作。

我們 Lightning Master 公司採用不同的思考方式，我們並不特別考慮您的設備是做什麼用的；而是考慮它在哪裡使用，可能是廢水處理廠、核電廠或煉油廠，這才是我們關注的重點。

但是將世界上最先進的設備安裝在一個危險的環境裡其實並不明智，裝設在有危險的環境裡，就可能對設備造成損害、資料遺失、或縮短使用壽命。因此我們為您的環境量身訂做可靠的保護措施，使您的設備更耐用、長壽。

Lightning Master 公司的目標:

為此，Lightning Master 公司為了使保護設備更符合環境的客製化需求。我們會做以下工作:

- 調查和分析您現在的環境
- 提供一份評估報告和建議
- 設計您的保護系統
- 記錄環境特性
- 製造所有需要使用的元件和設備
- 提供一個系統的安裝或是由其他公司人員監造
- 保固期內提供一個持續性的安全升級或更換

我們在美國境內雷擊機率最的地方提供了最高等級的人員安全保護、減少停機安裝時間、客製化設備，透過多變的防雷保護措施最大化安全防護，才是我們考量的重點。

閃電現象

當雷雲產生時，附帶地各樣的機制產生了層層累積的電荷在雲層底部。從我們所熟知的雲層到地面形成閃電，發現剛開始雲層底部接近地表的部分會產生一個「電荷堆積」。

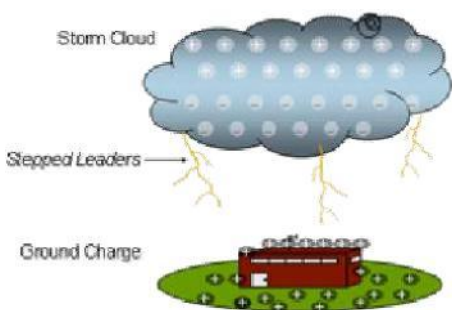
當雷雲要產生閃電的時候，雷雲的底部也會充斥負電荷。電荷在同性相斥、異性相吸的情況下，會誘導地表相反的電荷更靠近它。它將地表同性質的電荷驅離，露出相異的正電荷。正是這樣的趨勢會轉變成我們熟知的閃電現象。

當雷雲經過地表時，它會將地表的正電荷拉向自己。地面的正電荷接觸到您的設備時，雲層的負電荷也會將正電荷往上拉。當雲層的負電荷和設備上的正電荷到達臨界時，空氣的屏障被打破而產生一個通道，也就是電弧的產生，也是所謂的雷擊。

我們注意到，雷擊裡有 95% 是從雲層負電荷傳到地表的負雷擊，只有少部分是屬於雲層的正電荷到地面的正雷擊，因此我們這次討論的也是以雲層到地表的負雷擊為主。

當空氣屏障破除的時候，雷雲本身會產生一個稱為「階梯導電」的電位勢移動，它會帶著雷雲的電荷往地面跳躍。每次跳躍約 150 米，平均速率為 15 公里 / 秒，這就是相片裡面常常看到形狀彎曲的閃電。

一般我們仔細看閃電時會發現有兩個粗細不同閃電。事實上階梯導電也是有寬度的，因此我們首先看到的是階梯導電往地面效移動。當階梯導電靠近地面約 500 英尺的時候，也會吸引地面的正電荷靠近。兩股相吸的力量會越來越強，地面的正電荷會從最靠近階梯導電的物體表面移動，一般來講可能是：電線杆、鐵塔、天線或是建築物...等等。



當地面的正電流和階梯導電碰觸到時，空氣會被離子化。形成一個快速通道，是閃電放電現象最主要的路徑，地面上的正電荷就會循著通道連接到雲層，這個過程又稱為「回擊」。此時其他的階梯導電通常還未成熟。偶爾會有兩個或以上的階梯導電同時碰觸到正電流，產生叉形或是扭曲形狀的閃電

一旦離子通道完成了，放電現象就會發生。儘管閃電看起來只是單一道閃光，它事實上卻是由好幾道閃電所組成。更貼切來說一道閃電是在約需 70 微秒的時間產生，約為光速的三分之一至十分之一，在短時間內產生多道放電現象。一直到雷雲和地表的電位差平衡之後，雷擊就結束了。

閃電傷害

閃電基本上會造成四種不同的傷害：物理性傷害、二次效應傷害、電磁效應傷害和地表的參考電位改變所造成的傷害。

物理性傷害是由於電流和熱所造成的。在美國，一個典型的雷擊約為 2 萬 5 至 4 萬 5 安培，在美國南部的閃電電流通常更大。閃電在越短的時間結束所產生的電流越強。

閃電通道核心處的溫度接近攝氏 5 萬度，換算約為太陽表面溫度的 5 倍。在雷擊期間，溫度從室溫上升至 5 萬度只需要非常短的時間。這麼高的熱度能夠將被雷擊的樹木瞬間蒸發並且膨脹撕裂樹木本身。以混凝土來說，混凝土並不是完全乾燥的，因為內部是透過水分子的氫鍵連結。當混凝土被雷擊時，內部的水分被加熱成蒸氣，膨脹並且從混凝土內部爆炸開來。當周遭空氣被高熱瞬間加熱時，會迅速地膨脹並產生一個衝擊波並破壞周邊的物品。這就是為什麼避雷針必須要在建築物的至高點，以保護建築物不被衝擊波破壞。

二次效應傷害是由電弧和誘導電流所導致的，電擊可以產生電弧及誘導電流的發生。在被雷擊的部分通常充滿著地面電荷，這個被雷擊的周邊區域仍然會殘留著相當高的電位，會導致周邊產生一個具梯度的電場，吸引周邊的電荷靠近。形成一股往雷擊區域的電流，電流甚至在可以變成電弧跨越任何的間隔。當電弧通過可燃性材料的時候就會導致火災或爆炸、通過廢水處理廠的幫浦時會導致幫浦的軸承刻痕磨損、通過主機板的時候會燒壞內部的電容元件。

電磁場效應就跟核爆的電磁脈衝相同，可以使附近的電路或導體產生誘導電流。因為閃電是一秒內發生數次的雷擊，因此產生開-關-開-關的電場效應。電場效應會使附近所有的電力設備或是線路內部產生極高的瞬間電壓。

舊型的真空管設備因為是透過較高的電壓作業，因此真空管受到幾百伏特的電壓時並不會受到什麼損傷。但是微型處理器就會受到嚴重的影響，事實上即使只有插頭連接電源而沒有開機仍然會受到誘導電流的傷害。

這個效應就可以解釋，為什麼距離雷擊幾百英尺外的電話系統會因為雷擊而癱瘓。為什麼呢？很明顯地，即使閃電的能量並沒有進入到電話系統中，但是雷擊引起的電磁脈衝卻進入了電話線路裡，並且侵入建築物內部破壞任何具有微型處理器的系統。

當**地表參考電位改變**橫跨一個地區時，它導致接地系統之間的電流。假設 AC 交流電電源進入一棟建築物的時候必須做一個接地系統，當電話線路進入同樣一棟建築物卻在別的地方做接地系統。兩條線路都連結著電腦，AC 電源的部分是連接著主機板、電話線則連接著數據機，此時電流會傾向通過任何可能導電的線路。若是在某處發生雷擊時，兩地的電位差勢必產生一股電流。雖然大部分的電流都會在建築物底下的土壤傳遞，但某些情況下是有可能會穿越數據機和電腦之前的聯結，對電腦造成重大的損害。

閃電保護：三管齊下的多重防護

整合式系統三部曲：

根據我們以往的經驗，我們發展出符合任何的設備或是製程，因地制宜的整合式系統。Lightning Master 公司的系統整合由以下三個部分組成：

連結及接地系統 突波電壓抑制 建築物的閃電保護

如果您閱讀完各個章節，您會注意到所有的保護都是基於三步驟的整合公式。為了使保護等級更符合我們的標準，我們會有專業人員為您評估設備、提供您評估書面報告、設計並建議您適合的防護系統、提供您希望的保護標準，最後提供安裝我們所建議的設備。

另外我們也會幫助您紀錄各種設備的特點，以便設計更有效率的配置或製造需要的特殊元件。我們能提供重點、經濟的解決方案，配合您的各項需求。

在您了解了各項閃電保護的資訊以後，有任何保護措施的疑問或想法請和我們聯絡。我們會非常榮幸能和您討論我們的想法和計畫，若是時間上方便，我們會為您安排一個簡短報告。

連結及接地系統

連結系統是一個非常簡單的概念，在於描述各設備之前連接導體，使得它們都具有一樣的電位勢。第一個做連結系統的理由就是人員的安全，這樣可以避免有人同時碰觸到兩件設備時被電擊。

跟保護人員的概念相同，對於保護設備也是一樣的。也可以避免兩件設備帶有不同的電位勢，導致產生一道電流經過電源或是資料傳輸線。

接地系統一個和連結系統相同的想法，如果設備都安裝接地以後。設備和地表呈現相同的電位勢就不會產生電流。又一次地，主要的理由還是保護人員的安全，第二就是能夠保護設備的安全。當談到接地系統的時候，我們就需要考慮兩種接地裝置：低阻抗接地結構、單點接地結構。

低阻抗接地結構



是一個設計來引導雷擊能量的結構，多條低阻抗路徑能夠有效分散雷擊能量。在雷擊頻率很高的時候，低阻抗的路徑並不是唯一要件，更重要的是路徑的配置。當電流經過越高阻抗的路徑、相對地電壓也會越高，當電壓越高的時候，越容易產生電弧或穿越我們不期望的路徑到地面。

因此，設置幾個好的幾何形狀路徑到接地系統是致關重要的。

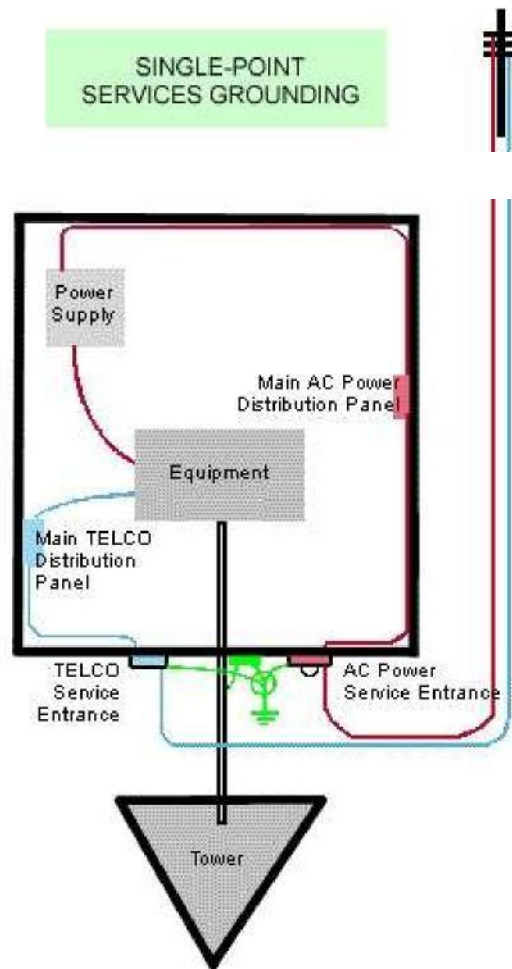
單點器材以及設備的接地電位參考點

爲什麼兩個同樣設施被直接雷擊時，一個完好無損，而另一個幾乎全毀？

在所有有關系統設計的變量，我們發現了有效防雷的唯一最重要的因素不是僅僅設備和器材的接合與接地，而是器材和設備將子系統接合到接地系統的正确連接。

就電位本身的變化而言，並不損害設備。它是一個在您整個設備的電位差，這是一個會造成您的設備損害的電流。如果整個系統的電位在同時間和以相同速度變化，且設備不具有任何其他接地電位參考點的來源時，就不會沒有電流的流動，所以不會發生損壞。

電流會分開，並行近所有路徑。流動在任一個路徑的電流與該路徑浪湧阻抗，相對於所有路徑的浪湧阻抗總和，比例成正比。即使在接地之間提供了重型接合帶作爲平衡的主要預期路徑，一些電流還是會通過非預期的路徑，通過其它導體和設備。



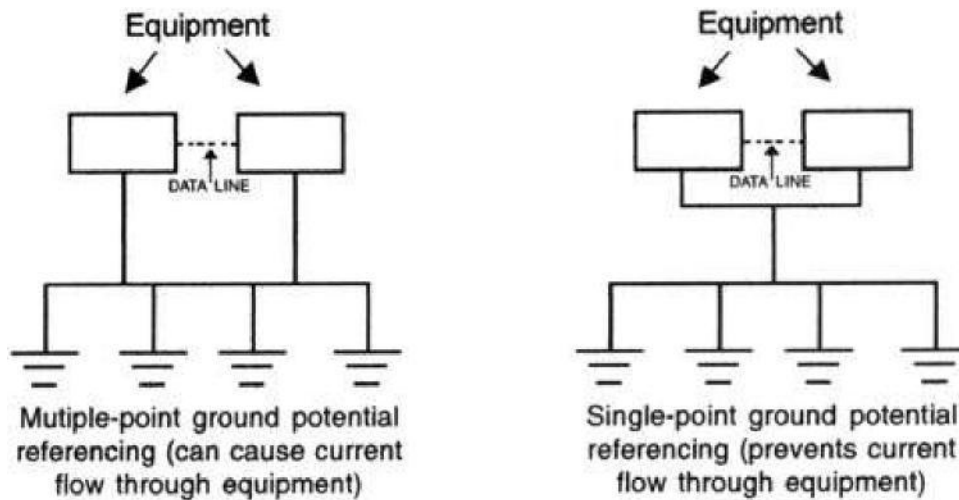
因此，將設備連接到接地系統之前，必須先讓所有的設備都帶有相同的電位勢是非常重要的一點。這樣做能有效免除可能產生的電流問題。

在一個典型的設備裡，我們必須評估好幾種不同的地面電位勢的可能。

首先，第一個可能帶有電位勢的地方。例如：AC 交流電源、電話系統、數據或無線電傳輸的線路一直到天線。如果設備之間同時連結到資料傳輸線和電源線，而兩地的電位勢不同。電位勢就會趨向平衡而經過任何有可能的線路。

第二個電位勢可能存在於兩台設備之前，而設備機殼本身是接地的。當兩台設備用資料傳輸線連結的時候，兩地產生不同的電位勢。就可能產生電流，並且從傳輸線流向另一台設備。(請看以下的左圖所示)

當我們在建立設備之間的接地時，並不是只有建立電位之間的傳遞，不是連接門框或空調管路、更不是隨便找一個能感電的地方。



或許一個很簡單的概念能夠解釋，想像所有的設備是一個平面圖。所有的設備都該妥當的連結在這個平面上，所有的接地系統也只透過一個接點到設備，那麼電位勢就不會透過資料傳輸線平衡。兩地的電位勢也能直接透過接地平衡，設備與地面之間的電位勢也能平衡。如此一來，所有的設備既能接地，又不會因為兩地的電位勢透過您的設備產生破壞性的電流。這個觀念一般廣泛地稱為「單點接地」，更正確的說應該是「單點電位勢平衡」。

突波電壓的抑制

閃電雷擊所蘊藏的能量及原始力量是相當驚人的，也可以非常輕易地想像如果直接擊中您的設備時會產生怎樣的浩劫。然而閃電最主要造成的傷害卻不是直接由閃電產生，而是由電源的突波電壓及湧升電流造成。電話系統及或無線電設備被雷擊產生的電磁場效應燒壞。還有一些平凡無奇的事情造成影響，像是停電、電車癱瘓、交通幹道的號誌失靈、車禍等等。

這些突波電壓可以透過金屬導體傳到好幾哩遠，並且最終傳到您的設備上。若是您不採取任何的防護措施，電壓將會破壞或傷害您的任何電子設備。

這些突波的問題在早期的真空管上並不明顯，畢竟真空管是透過內部的高電壓運作的。然而這些微型處理器是透過內部相當低的電壓運作，這就變成了很嚴重的問題。

每天，突波都在撕裂破壞您的設備。改用更快速地數位化設備以後，這些問題會變得越來越無法忽視也越來越昂貴。因為不可能讓電力傳送得更快，而將電力系統路徑設計得更精密微小。當距離和間隙減少時，電弧電壓也越低，因此必須在突波進入到您的設備以前攔截它。

突波電壓抑制 (TVSS) 裝置可以很簡單地限制超過常值的電壓通過，然而卻會使低於操作電壓的過低電流通過。Lightning Master 公司提供全系列的突波抑制(TVSS) 裝置，能夠經濟有效地保護設備遠離突波問題。

全模式保護

突波共有兩種：縱向模態、橫向模態

讓我們簡單地說明一個系統裡，有條兩線式 120 伏特迴路。其中一條是 120 伏特 (相對高於中性線 120 伏特)，另一條則是中性線或稱地線 (通常是 0 伏特)。如果電壓越長時間保持 120 伏特，對於電子設備的操作環境就越佳。

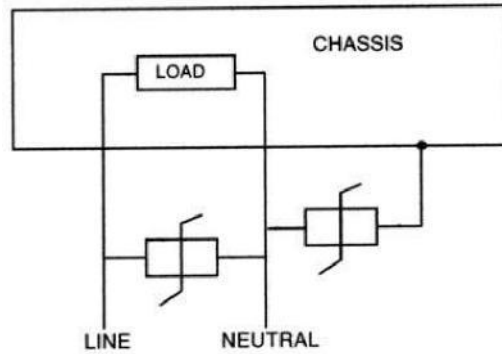
然而，這種線路上常出現兩種突波。第一種突波，就是線路內電壓在瞬間從 120 伏特升高到 2120 伏特，於是產生一個 2000 伏特的突波。如果 120 伏特的設備迴路間突然跨越到 2120 伏特，它可能就遭受損害了。

第二種突波是同時發生在兩條線路上，兩條線路同時承受了 2000 伏特的突波電壓。雖然它不在兩條線路間產生壓差，但是如此高的電壓仍會使它產生電弧，跳躍到設備的機殼或是任何屬於中性電或是接地的設備上。

因此，在這種兩線式的系統就需要兩種模式的突波電壓抑制。一種是在火線和地線之間，另一種則是在於地線和設備的接地之間。對多線式的系統其實也是一樣的概念，當越多的線路存在時就需要越多的突波抑制。

交流電源

高電壓、高安培突波可能透過交流電供應源進入到您的設備。因此在交流電源的供應端應該安裝強力的並列型突波消除 TVSS 裝置。Lightning Master 公司為您提供高品質的外部突波保護，然而根據電力公司的經驗通常由電力公司輸送的電力不是最主要的突波來源，而是工廠自備的發電機或其他電路。

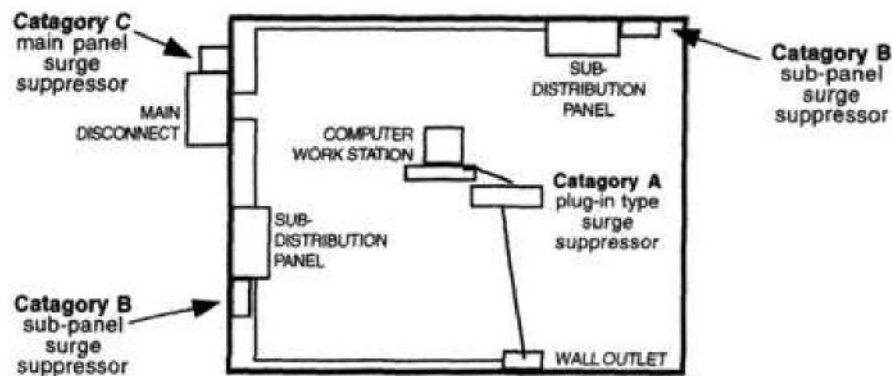


Lightning Master 公司也提供全系列的副通道 TVSS 裝置，限制突波在各設備之間的「分享」。這項裝置是安裝於您的廠房電路內，如此當有設備產生突波從設備流回到迴路，甚至是供應您精密儀器的迴路時；也能夠被妥當地攔截。這種安裝多個 TVSS 的做法稱為「階段性保護」，對於外部電源和內部發電機產生的突波都相當有效。

電話和資料傳輸

電話和資料傳輸線上的突波也許電壓會很高，但是電流很低。這是因為電流大小會受制於線路粗細，然而電話和資料傳輸對於突波的干擾相當敏感。

因此，應該要安裝高速的而窄箝位值的 TVSS 裝置在電話或資料線的輸入端。Lightning Master 公司提供全系列電話和資料 TVSS 裝置，包括 POT、T-1 和電腦網路皆在保護範圍。



射頻傳輸系統

通常無線電天線都是位於地勢最高的區域，它們最有可能傳遞高電壓、高電流的突波到您的設備。應用於直流電源提供天線附近的供電時，TVSS 裝置必須設計成直流電流通暢無阻。連接在您設備上的無線電傳輸線路和氣體管線時是無法提供應有的保護地。

目前全球最先進的科技是，能使設備到接地成線低電阻；線路到設備呈高電阻。爲了達到最高等級的保護，Lightning Master 公司提供全系列的陶瓷放電管和 1/4”波長並聯穩壓器。

安裝考量：當設計系統布局時，安裝突波抑制保護既有成本是非常重要的事情。

在安裝的時候，要避免路由器未受保護和地線過近或是平行。因爲突波很有可能從未受保護的線路或地線跳到受保護的抑制器後端。並且在路由器到伺服器端也是相同的，特別是低電壓伺服器裝置例如：和交流電源或無線電同軸電纜過近的電話線或資料傳輸線。我們常常看到電路板上直接裝有所謂的突波抑制器，但那卻不是最佳安裝位置。一旦突波到達電路板上，一切就爲時已晚。

一般抑制器元件接收到突波時爲了抵銷能量，當收到突波的時它會發出電磁脈衝波，如果突波抑制器和受保護的裝置是同種材質的話。因爲靜電屏蔽效應，附件上會帶有產生的電磁脈衝波，並傳給任何可能的導體。所以突波抑制器應該要安裝於受保護設備的機殼外部，以避免靜電屏蔽效應影響。

一個平行 TVSS 裝置之間的長形或是彎曲的導體，例如交流電突波抑制器和其保護的電路都會影響突波抑制的表現。以 3 kA，8 X 20 毫秒*波 (IEEE 標準波形) 來說，每 1 英尺導體長度都會使鉗位電流上升約 150 到 200 伏特。假設突波抑制器連接三英尺長的導體，就可以使突波抑制器 (突波抑制器和線路三呎之間) 的鉗位電壓升高到 900 到 1200 伏特。而且行進的距離太長會延遲突波抑制的反應時間。

爲了解決這些問題，Lightning Master 公司發明了玄關概念。正如其名，就是描述所有分散的附件 (交流電源、電話、資料傳輸線、無線電路等等) 都先進入一個遠程設備櫃。所有的線路都在此處做主要接地，安裝所有需要的保護裝置，連接任何建築物的閃電保護系統。每一個伺服器都在此處做接地，然後設備櫃再接地到一個適合的地方，並且連接需要的建築物閃電保護系統。在每一個伺服器之間安裝突波抑制器，然後連接到接地箱；也就是所有線路在接地和突波抑制之前都不會接觸到設備。目的就是將突波、接地問題、電磁脈衝波都隔絕在遠程設備櫃。

Lightning Master 公司會很樂意協助您規劃您的系統設備和突波抑制器配置。

建築物的防雷

第三步驟是確保有效的防雷，而我們通稱爲結構防雷；而這個名詞就是在描述傳統避雷針(接閃器)系統，與其相關的接合和接地系統。

要注意的是此結構防雷系統的目的是爲了保持保護的結構不引發火災，這是很重要的。這也就是爲什麼防雷系統必須要根據美國消防協會的標準。回到以前當穀倉裝滿糧草和馬的日子。閃電擊中穀倉上的避雷針而傳導到地面。穀倉並不會因此而燒毀，這使得大家都很開心，尤其是馬更開心。

然而現在，穀倉裡已經沒有的糧草和馬，取而代之的是電腦設備。

這時閃電若擊中穀倉，而這股能量傳達到地表。此時，穀倉並沒有燒毀，但，穀倉裡的電腦設備卻不能在工作了，這樣的結局沒有人會開心的。

既然我們不能用現有的技術來影響雲層電荷離子或階梯先導的組成。如果我們想試著去改變雲層到地表的電荷接觸，那我們就必須先改變地表電荷和地表電流。所以，影響電流延遲的技術因此而誕生。

在大原則下，有一個很好的例子是關於尖型避雷針和頓型避雷針的相對優點來進行討論。

請參考白皮書內容中閃電過程的閃電傳遞部分進行探討。假設我們有尖型避雷針和頓型避雷針，排成一排並垂直他們之間的軸上，並面對著，來迎接雷雲層到來。接著地表電荷和電位同時上升到兩支避雷針。尖型避雷針將分解電量相對低的電位，並洩漏一些地表電位到大氣中。而鈍頭避雷針將這些電荷保留住，這些離子會聚集在鈍頭避雷針的末端上。

作為同地表電位的建築物，電量圍繞在尖型避雷針周圍，鈍頭避雷針仍趨於保留電荷。當地表電位變得越來越高，而雲層的階梯先導經由他們的路徑往下延伸時，兩者將會在某處立即接觸，尖型避雷針附近構成電量並提升高度。當鈍頭避雷針最後突破，突破臨界點，此時鈍頭避雷針的累積電荷跳出電流並延伸向上朝階梯先導。

此時從地面上放出像上引導電流的物體是最容易被雷擊中的目標，鈍型避雷針比尖型避雷針更容易引來雷擊。有關電流-技術就是利用此原理來中只雷擊的可能性。如果你想要讓閃電直接打在我們選擇的點上，那我們可以選擇ESE避雷針。如果你想阻止閃電擊中要保護的建築物，請使用我們的消雷針。如果你只是想要截取近距離的閃電，請使用傳統型避雷針。基於客戶的要求，**Lightning Master** 公司提供3種產品供選擇。

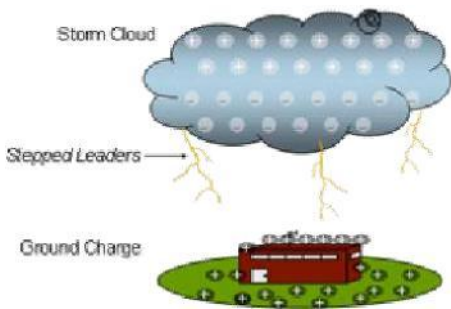
閃電現象

各種機制創造出雷雲內的電荷分布，雷雲底部的電荷吸引地表正電荷靠近它。(還記得小時候玩磁鐵嗎？電荷就像是正負極相吸一樣) 當雷雲產生時，雷雲底部和地表電荷都迅速增加並互相靠近。

當帶電的雷雲通過大氣時，它會一路挾持地表的電荷靠近。當地表電荷碰到建築物時，雲層端電荷的吸引力會將地表的電荷帶上建築物。如果在雲移動離開之前，電荷到達一定濃度時就會和地表的正電荷互相吸引靠近，穿過空氣形成電弧也就是閃電。

當空氣中的電介質突破臨界要打雷之前，會有一系列的過程發生。首先形成「階梯導電」的電位勢移動，它會帶著雷雲的電荷往地面跳躍。每次跳躍約 150 米，平均速率為 15 公里 / 秒。在下面圖片中看到這些捲鬚狀的彎曲閃電一直延伸到地表，雖然我們看到的雷擊有兩個直徑，但階梯導電有三個直徑，它也是具有寬度的。

當地面的正電流和階梯導電碰觸到時，空氣會被離子化。形成一個帶正電的氣體離子的噴流，接觸到階梯導電時接通成一個快速通道，是閃電放電現象最主要的路徑，地面上的正電荷就會循著通道連接到雲層，這個過程又稱為「回擊」。此時其他的階梯導電通常還未成熟。



要討論原理的部分，我們不著重在雲層底部電荷是正電還是負電，事實上它的方向性是可以整個反轉的，因此不是很重要。

在噴流形成初期，有個概念簡單地描述避雷針如何形成電荷噴流， ΔT 是時間變相，當比較傳統式避雷針產生的電噴流時， ΔL 是它們的長度變相，更重要的電噴流的高度是由 ΔT 影響，當越早開始噴流就越容易比同個區域的其他噴流接觸到階梯導電，完成攔截雷擊到避雷針上的過程。這個正數 ΔT 變相是與提前放電式避雷針設計來吸引雷擊的原理相關。相對地，SDAT 消雷針就是延遲噴流的形成或是展現負數的 ΔT 和 ΔL ，使雷擊本身不產生。

提前放電技術

提前放電式避雷針的設計是加快放出電荷噴流所需的時間，在其他物體放出噴流之前就提早放出，以形成階梯導電優先選擇的目標。

當要雷擊之前的地表電荷形成，提前放電式避雷針充滿了地表電荷。在雷擊的瞬間階梯導電靠近到地面，提前放電式避雷在其他物體放出噴流以前就已經放出，理論上就是搶在其他噴流接觸到階梯導電以前，就能提高被雷擊的機會。

總之充滿地表電荷或噴流的引發不單獨是因為避雷針的尖銳形狀，也只不是因為電活化提前放電 EASE 避雷針裡的擊發元件引發雷擊的。Lightning Master 公司的提供電活化的提前放電式避雷針，是符合 UL 標準美國製造的避雷針，加上法國 de Physique des Gaz 國家實驗室設計的擊發元件組裝而成。

延遲電流發射技術 Streamer Delaying Technology

Lightning Master 公司的建築物延遲被雷擊的防雷技術，本質上是一傳統防雷技術改良的產品。它採用基本的傳統系統，但修改了建築物直接被雷擊的避雷針。所有在此系統中所使用的零組件都經過美國 UL 認證合格，而且該系統的設計均按照 UL 96A 和 NFPA 780 的法規標準。因此，使用 Lightning Master 公司的防雷系統是經由美國 UL 合格並且品質保障的。

隨著微處理器的出現，保護設備減少被雷擊的發生率已成為必要的。

Lightning Master 公司的延遲電流發射技術就是利用尖端放電的工作原理（起暈電壓低、高頻率、小電流）將聚集在被保護物頂端的電荷迅速放散掉，延緩了電子流發射，從而最大幅度地降低直接雷發生的機率，減輕雷電危害。減少靜電聚集，就能避免閃電發生，從而保護建築物。

這項技術並不是新的。涉及此技術的專利可回溯至 1839 年，關於反映在 20 年代後期和 30 年代初期發佈的專利議題。Lightning Master 公司在 PP 系列產品中的專利就是飛機的靜電放電刷。靜電放電刷是飛機的航空電子設備（無線電）套裝其中一項選配，而且已經普遍使用了很多年。下一次當你登上飛機時，看看機翼和尾翼的後端，然後觀察並了解這項技術在航空業的應用。此建築物防雷應用的工作原理如下：

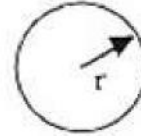
尖端放電

Lightning Master 公司的延遲電流發射技術的就是基於尖端放電的原則，簡單地說就是靜電發散元件的直徑越小，電場的密度越高。

關係不是直接正比的，而是呈反平方比關係的。如果有一個點是另一點的半徑的一半，電場強度不只是增加了一倍，而是四倍。這就是為什麼 Lightning Master 公司要使用較小半徑的發散元件，因為點半徑大小是產品表現的主因。

$$\epsilon = \frac{Q}{4\pi \epsilon r^2}$$

$$D = \frac{Q}{4\pi \epsilon r^2}$$



SPHERE

ϵ = electric field intensity

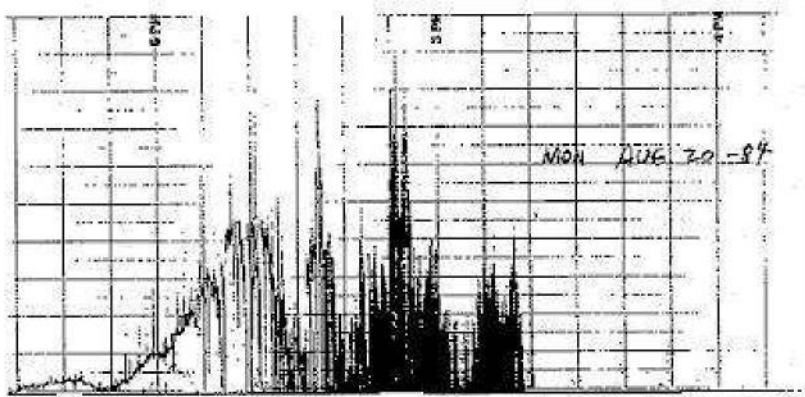
where: Q = charge (in coulombs)

ϵ = permittivity of space

r = radius

可以想像當正電荷充滿，並要形成噴流時 - 根據點放電原則，建築物適當地被 SDAT 避雷針覆蓋，以延遲噴流或使得噴流不從建築物產生，就能夠保護建築。

這張圖是顯示當電流通過 Lightning Master 公司 LS 系列發散元件，架設於喬治亞莎凡納的 WTOCTV 425' 自給式中繼站時的資料。發散器和鐵塔以絕緣體隔開，使用 12 號銅線通過 500 歐姆阻抗器接地。這張圖片攝於 1984 年 8 月 20 日，顯示從右到左下午 4 點到 6 點的電流 (範圍最大值 50mA)。



所有物件都有天然的發散點，在建築物上通常是在最高點的突出、或是邊緣及轉角。換句話說除了符合結構、重量、風速、成本、美觀等考量，最有效的噴流遲滯系統就是要安裝在這些電荷的聚集點。簡而言之就是要根據建築物的特性量身訂做，絕不可逆向操作。系統是如何增強電荷的發散呢？記住靜電接地電荷的特性。這也許是過度單純化，但是想像系統設計的一種方法是想像把建築物倒置，然後浸入糖漿。當顛倒的建築物是從糖漿中升起時，從糖漿滴下的該點即可以比擬電荷累積和電子流形成的點。這些正是電子流延緩元件應安裝的點。

多針式避雷針 Streamer Delaying Air Terminals

Lightning Master 公司根據 NFPA 780 和 UL 96A 法規做為安裝標準，並且產品是設計以簡單易安裝更換為原則。對應不同種類的建築物，可以很簡單設計出不同配置以最大化閃電保護的效應。我們也非常樂意替您要保護的建築物提出最適合的設計。

在建築物上最常見的閃電保護措施就是傳統式避雷針及接地系統，這也有利於我們可以利用現有的傳統避雷針設計來改裝 Lightning Master 公司的多針式避雷針。改裝後可以加強傳統避雷針的電荷發散，避免電荷累積而引發雷擊。

Lightning Master 公司 PP-30 系列多針式避雷針是符合美國 UL 標準，加上延遲電流發射的技術而成。

現在你可以同時享受兩項系統為你帶來的好處，一是 Lightning Master 公司所帶來的安全防護，二是降低您所需要繳交的維修費用 (降低風險)。

安裝多針式避雷針所保護的建築物，並不會讓周遭的其他物體提高被雷擊的機會。多針式避雷針是延遲受保護位置的噴流產生，而對其他建築物的噴流產生沒有影響。

事實上，我們所做的並不是要消除整個雷雲的電荷，也沒有辦法改變整個大環境的噴流產生。我們所做的就只是影響小部分地區的電荷噴流，消除或是延遲噴流產生。只要能比其他地方更慢產生噴流，就能成功使雷擊不會擊中保護區域。



混合系統

在了解延遲電流發射技術的同時也產生了許多可能性，其中包括了**混合系統**。許多年前，Lightning Master 公司被要求在美國佛羅里達州，卡納維拉爾角設計提前放電系統 (ALS) 的閃電保護措施。在那裏我們混合傳統避雷針系統和 SDAT 多針式避雷針的靜電消除系統，設計出很多套整體防雷措施。其中一個就是我們建議在比周圍地勢 (正電荷高度) 都高的位置周邊安裝提前放電式避雷針，藉由提早放出電荷引雷擊中周邊的提前放電式避雷針，而主要區域仍由 SDAT 多針式避雷針所保護。這整套系統，由兩種不同原理的避雷針合作無間地解決問題，也不影響提前放電系統的效能。這種方法強調了一種系統並不一定優於另一系統；它們各自有應用的時機，而最好的方案就是將它們整合起來，就像是混和系統一般。

閃電保護 - 結論

結構性防雷保護就如同一個有效的保護瞬變電流三腳架結構的第三支腳。藉由影響直接雷擊的發生來保護建築物，您就可以減少接合和接地系統，以及瞬變電流電壓突波抑制系統的危險。如此，使用了總系統中的三個保護步驟互補，您可以最大地保障工作人員的安全而且優化您設備所處之環境的運作。