

淺談雷擊、避雷設備 及數位式電驛

❖ 何兆榮、張瑞荷

台電公司輸變電工程處

壹、前言

雷，大自然中最令人驚悚的現象，極短暫的時間內，放電電流最高可達200KA。由於大氣層的壓力與溫度之變動，帶電荷的雲與雲之間，以及雲對大地的電位梯度亦隨著在變化。當電位梯度達到當時空氣絕緣強度的臨界值時，該空氣因離子化或絕緣被破壞而產生放電。

雷又分為正雷與負雷，正極性雷對電力設備的危害較為嚴重。臺灣地區的正極性雷多發生在春季，地點以北部、中央山脈居多，放電電流平均約在20KA至30KA之間。對台電電力系統而言，北部用電需求與日劇增，系統趨於飽和，且一些重要之高科技精密工業，又極須仰賴穩定的電力，來提高生產效率與品質。因此，避雷設備與性能優越可靠的數位式保護電驛，在電力系統中扮演著相當重要的角色。

避雷方法自西元1760年富蘭克林的避雷針沿革至今，經歷過金屬棒間隙、線性電阻分壓多間隙式避雷器、電解式避雷

器、多間隙碳矽避雷器、限流間隙碳矽避雷器及氧化金屬避雷器等等。裝設避雷器的主要目的是用來吸收雷擊波，以及一些開關操作時所近產生的開關突波，以保護電力設備免受這些異常電壓損害並確保電力系統的穩定。

70年代台電公司及各大用戶對高壓電力設備之保護均使用電磁式電驛。最近數年來，資訊科技一日千里，數位式電驛倍受台電公司及各大用戶的垂愛、引用。將來順應世界潮流，數位式電驛挾其精準、穩定及多種功能之特性，勢必成為保護電驛的主流。

貳、雷的生成

雷係由帶電荷的雲所引起，隨著大氣層的壓力與溫度的變動，空氣中較小的微粒，在流動的大氣中容易取得正電荷，而較重的粗大質粒則取得負電荷。使得雲的下端多帶負電，上端帶正電。在移動時感應其它的雲，且對大地感應相反的電荷。

當雲端接近大地時，若地面上高聳的部份與雲端之間的電位梯度，達到當時空氣絕緣強度的臨界值時，該空氣離子化或絕緣被破壞。此時，可見到雲中微弱發亮的先導通道迅速向大地前進，亦即下層雲端帶負電荷的離子不斷向下方擴展。當先導接近大地時，電場迅速升高，使地層表面被感應的正電荷導出向上移動的正電流，兩者銜接上後，放電電流便流向大地。

雷擊時，附近電力線路上感應之電壓，會以行進波沿線路行進，因被避雷器吸收部份能量，以及本身的能量在傳遞中慢慢衰減，漸漸消失。

電力線路受到直接雷擊時，在雷擊的地方，電壓迅速升高，此時若電壓超過線路對地的絕緣耐壓時，除非有裝設避雷設備，否則將引起絕緣破壞。

雷分為正雷與負雷。正雷是從大地對帶正電荷的雲端放電，能量較大，且破壞力較強，正極性雷電的電流以 5~20KA 的範圍最多。負雷是由雲底端之負電荷對大地放電，是較普遍的雷，負極性雷電電流以 20~40KA 範圍較普遍。

台灣的夏季常出現鋒面型雷雨，六至九月的雷擊次數比其它季節高出許多；而夏季又是供電最吃緊的季節，任何一回輸電線路跳脫（受雷擊而停電），都可能導致區域性甚至大規模的停電。因此，有效的避免雷擊，實不容忽視。

參、避雷設備

避雷設備概分為兩種，一為普通建築物用的避雷針，皆置於建築物的頂端，以有效吸引雷，並將放電電流導入大地而不致產生側向跳火。另一則為保護線路及電力設備用的避雷器，不但具有截斷雷擊產生的雷擊突波，並能有效避免一些開關操作時所產生的暫態開關突波。

一、避雷針

1. 電避雷針

電避雷針的原理是利用雷產生之前，大氣的流動會使電位升高，該設備係藉一長形高壓產生匣尖端體，在電磁場中截獲電流之能量，並產生一與雷雲極性相反的脈衝高壓，促使上方空氣離子化，達到誘雷之目地，使之容易放電，藉以保護建築物的安全。

其保護半徑較傳統式廣，可達 100m 以上，因電離高度可達 54m 以上，且保護角度 60 度，比起傳統沒有電離高度，僅能在尖端體作 60 度角的保護，必須多架設許多支才能達到此效果；又因電避雷針只需一支，接地線也僅需一只，比起傳統式需多處接地，可節省成本。

2. TRIAX 避雷針

此項設備主要分為三部份：空氣端子、下導體及接地系統。空氣端子是藉由

一動態元件，本身與建築物是完全絕緣，在雷電的先導接近時，將電場集中釋放自由電子。當建築物範圍較大時，端子數亦須增加，以期優先將雷吸引過來。下導體由多條屏蔽式電纜組成，能減少側向跳火之危險，且能防止建築物感電。因為電纜和建築物之間沒有電位差，即使雷電放電電流流經建築物中的靈敏設備或絕緣設備附近，亦不會產生過高的電壓感應。接地系統是由低動態阻抗元件所構成，藉此將電流迅速導入大地。

二、避雷器

避雷器主要功用為限制過電壓，使電壓降至一安全範圍內而不致危害到電力設備。避雷器在動作時必須不引起停電，同時將過電壓導入大地，然後恢復原狀，等待下一次動作。避雷器應具備堅固、動作可靠，避雷器絕緣特性良好及方便連接到電力系統的裝置。

利用間隙的放電電壓以限制雷擊時加到設備上的電壓，從西元 1892 年線路與大地間裝置簡單的棒狀間隙開始，經過不斷地改革，歷經金屬棒間隙、線性電阻分壓多間隙式避雷器、電解式避雷器、多間隙碳矽避雷器、限流間隙碳矽避雷器以至今日的氧化金屬避雷器。避雷器主要用來吸收雷擊波，以及一些開關操作時所產生的開關突波，以保護電力設備並確保電力系統的穩定。

氧化金屬避雷器，主要由氧化金屬閘元件所構成，有附間隙與無間隙兩種，目前被廣泛使用的為有間隙的氧化金屬避雷器，間隙主要能提高熱穩定度及增加暫態過電壓能力；此型避雷器金屬主要成份為鋅，故又名為氧化鋅避雷器 (Zinc-oxide Arrester) 目前本地區電力系統中多採用此型避雷器。

氧化鋅避雷器無續流，只有數十毫安的洩漏電流，其非直線性電阻特性極優良，可處理多重雷擊波及開關突波；且可並聯多個氧化鋅避雷器，以增加其能量釋放能力。

氧化鋅避雷器適當額定電壓之選取時，須考慮最大連續運轉電壓 (MCOV) 及暫時過電壓能力，MCOV 係指避雷器在運轉時，可連續施加之最高低頻電壓；暫時過電壓，是指避雷器在週溫 60 度時，所容許超過的最大連續運轉電壓之範圍與時間。

台電公司之避雷器規範依 ANSI 標準訂定，附表為台電公司屋外廠用級 (Station Class) 氧化鋅避雷器之額定值。

肆、保護電驛

目前台電公司 RTU 突波保護規範，係依 ANSI/IEEE C37.90a 標準訂定，目前自動化二期工程 RTU 突波保護規範，已提升至 ANSI/IEEE C37.90.1 1989 年版本，或 IEC255-4. 基本要求如下：

1. 保護電驛必須適用於交流 115v, 直流 125v, 60Hz 的系統。
2. 電驛輸入在比壓器二次側為 115v(相對相), 115v/√3(相對地), 60Hz。在比流器二次側為 5A, 60Hz。
3. 保護電驛須能適用於亞熱帶相對溼度 90% 之區域, 和頻繁的地震帶。
4. 最高平均溫度不可超過 50 度。
5. 該設備應能在海平面 1000 公尺以下運作。

另外, 保護電驛採購規範之衝擊耐壓試驗標準, 必須符合 ANSI C37.90a 或 IEC 255-6, 但目前包括 SIEMENS、ABB、GE 等十家國外製造廠, 其電驛突波保護能力均維持在 IEC 255-4, 5 之標準, 耐壓為 5KV(peak)。

雷擊所衍生之突波、突壓, 會不會使電驛誤動作而造成高壓設備損害或斷路器跳脫, 尚待求證。但數位式電驛係集合電子、資訊之高科技產品, 仍須考慮是否會因雷擊之突波產生誤動作, 造成電力設備的損害。因此, 數位式電驛規範之要求, 必須較為嚴謹。

附表：

系統電壓 Kv rms	系統特性 (★)	避雷器額定電壓		礙管絕緣耐壓		避雷器保護特性值									避雷器之能量釋放能力 kj/kv mcov	
		責任週期電壓 Kv rms	最大額定連續運轉電壓 Kv rms	全波耐壓 12*50 μs kv Crest	60 Hz 低頻耐壓 kv, rms		前波突波保護 基準 Kv, crest	全波突波保護 基準 Kv, crest	開關突波保護 基準 Kv, crest	80*20μs 電流波之最大放電電壓						
					一分鐘乾試	十秒鐘濕試				1.5 ka	3.0 ka	5.0 ka	10 ka	20 ka		40 ka
11.95	(1)	9	7	95	35	30	30	27		23	24	25	27	30	35	4.0
11	(2)	12	9	110	50	45	40	35		30	31	33	35	40	48	4.0
23.8	(1)	21	16	150	70	60	65	60		50	52	55	60	66	77	4.0
24	(2)	24	18	150	70	60	85	75		60	65	70	75	80	95	4.0
33	(2)	36	27	200	95	80	113	97		83	87	91	97	112	132	4.0
69	(3)	72	55	350	175	145	190	165	145	140	150	155	165	180	210	7.2
161	(1)	144	110	650	335	275	380	330	285	280	300	310	330	365	420	7.2
345	(1)	288	224	1300	680	565	760	665	570	560	590	620	665	720	835	7.2

★(1)：Y,有效接地 (2)：Δ,無效接地 (3)：Y,無效接地