





防雷第一線

全台唯一落雷監測系統

今年7月，台北木柵的貓空纜車在眾人期待下開始營運，營運初期發生了許多意料之外的狀況，其中，7月9日，IC電路板因雷害故障，纜車停止運轉5個小時。事件引發了人們對雷擊事故的重視，同時也發現台灣唯一的一套落雷監測系統竟為台電所擁有。

究竟貓空是不是台灣落雷密度最高的地區？落雷監測系統又能發揮什麼作用？

全台唯一的落雷監測系統。►

▼台電綜合研究所廖順安先生。



「貓空纜車落雷事故一發生，第2天九族文化村就打電話給我，他們也要新建纜車。」台電綜合研究所廖順安先生接受訪問時說。

民國89年，台電第一代落雷監測系統準備除役，廖順安受命建置新一代的落雷監測系統。這位擁有電機和企管雙料碩士的研究人員，對氣象其實很陌生，接到任務之後，他蒐集資料、研究資料就花了半年多，最後放棄舊的北美系統，改採歐洲系統，找上位於芬蘭的防雷監測公司，期間耗時二年，在民國92年1月新系統才投入運作。

貓纜非直接雷擊損害

「雲層和雲層間的閃電很多，雲層對地面的落雷，大概只有雲和雲之間閃電的六十分之一。」廖先生談落雷監測系統之前，先談起閃電的特性。他表示，貓空纜車事故之後，許多媒體報導貓空是台灣落雷最密集的區域，這樣的報導是過於簡化，而且未必是正確的說法。從落雷監測的結果來看，貓空地區雲對雲之間閃電情況確實很頻繁，但雲對地的落雷卻不見得特別多。

「如果貓空真的落雷很多，為什麼很少聽到民眾或者民宅被雷擊的事件發生？」廖先生接著說：

「即使是貓空纜車發生事故，並不見得是直接被雷擊損壞的。」他表示，現代的自動控制設備越來越精密，設備運轉之工作電壓越來越小，即使是天空中雲對雲的放電，如果頻率夠高，產生的能量也足以造成自動化設備的誤動作。貓空纜車的IC電路板故障，可能是非直接雷擊所造成的損壞。

「建置這套系統時，廠商的工程師說，這是協和號等級的設備。」廖先生笑著說：「剛開始不覺得，真正運作下去才感覺到那種震撼，真是嘆為觀止。」他表示，第一代的落雷監測系統只能偵測到雲對地的放電，應該稱為雲對地偵測系統，第二代的監測系統還能偵測到雲對雲之間的放電，稱為全閃電偵測系統，或稱整合型閃電落雷偵測系統。

落雷監測系統建置不易

建置這套精密的偵測系統，除了在辦公室內有一套電腦和顯示設備，還必需在全台適當地點，



▲綜合研究所高壓實驗室內可以模擬雷擊的衝擊電壓產生系統。

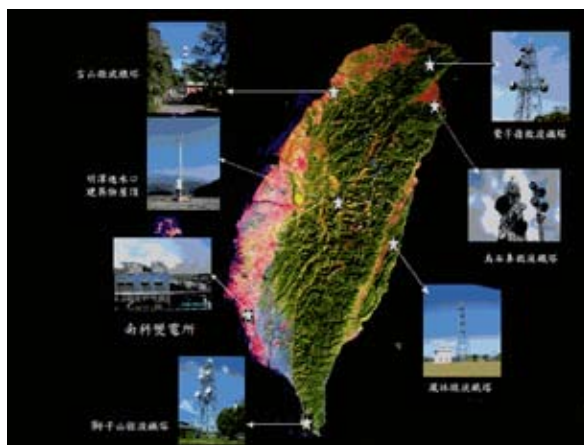


▲高壓研究室內的測試設施，台電的許多設備都得在這裡通過考驗才能上場擔當重任。

建置7座外部偵測站。民國89年時就必需投入7,000多萬台幣，這還不包含內外站土地取得，以及後續的維護費用。當時負責規劃建置的廖順安先生覺得這樣的設備不一定要台電興建，於是和氣象局及軍方洽商，但是考慮用地、維護，以及建置技術之後，軍方和氣象局還是認為由台電建站比較適合。而民國92年運轉之後，氣象局和空軍氣象聯隊就向台電購買落雷觀測資料，台電於是擔負起落雷觀測的任務。

「我最高紀錄，開車，兩天全台灣繞一圈，前後繞了五次。」廖順安回憶7座外站選址的過程表示，新的系統複雜而且精密，對建站環境的要求非常嚴苛，只要附近有工程施工或遮蔽物阻擋就會影響偵測的精密度。廖先生於是儘往荒郊野外跑，把台灣繞了一遍又一遍。就算找到適合的地點，電力和通訊的問題也得一併解決，最後他想到台電本身擁有的微波站，土地、電力、通訊都沒問題，於是又一站看過一站，尋找適合設置的地點。終於選定鴛子嶺等7個足以涵蓋全台的偵測站。〈見附圖〉

▼落雷監測系統七座外部監測站分布情形：



另外，工程進行的時候也是困難重重。由於設備精密，又要吊高40米，廠商提心吊膽，深怕一個不小心機器毀損、工程延誤。所幸在同仁和包商的努力之下，如期完成，交由台電綜合研究所高壓研究室負責運轉維護。

貓纜也需要台電的落雷資訊

「有了這套系統就可以更正確的判斷事故發生的原因。」高壓研究室彭士開主任笑著說：「沒有這套系統的時候，很多事故報告就只能歸咎於天然災害。」另外，他還表示，從



▲高壓研究室彭士開主任。



▲高壓研究室陳健賢研究專員。

積極面而言，利用落雷資訊，建置新的設施時，也能避開落雷密集的区域。

事故報告往往是改善作業流程或者更新設備的重要依據，有了這套落雷監測系統，一旦事故發生，即可調出事故當時的落雷狀況，判斷是否由落雷造成。監測系統運作後，果然發現輸配電設施受雷害的比例頗高。於是高壓研究室又得接受各單位委託研究對策。

彭主任表示，最近幾年研究室與防雷有關的研究大體上有消雷器效果研究、線路避雷器經濟效益研究，以及和中央大學大氣物理研究所合作，利用落雷偵測系統預測雷雨的研究。前兩項研究主要是台電公司內部營運所需，後一項則牽涉氣象預報準確度問題。研究結果發現落雷偵測系統在預測降雨分布和劇烈降雨的移動過程，準確度和速度都相當高，這項研究足以轉化成台灣地區雷雨預測的應用系統，讓氣象局的氣象預報有更多的參考資訊。

在彭主任和新接任負責落雷觀測系統的研究專員陳健賢帶領下，我們進入「整合型閃電落雷偵測系統控制中心」，同樣是得換上室內拖鞋，同樣是大片投影幕，但這裡的人氣少得多，氣氛也不像中央調度室凝重。兩位先生並且熱心的介紹投影幕上的資訊，自豪地說明這套全台唯一的系統是如何受到氣象局、空軍，

以及台電公司所倚重。就連最近遭雷害的貓空纜車，也正和台電洽商取得落雷監測資訊。

建構防雷的天羅地網

除此之外，高壓研究室還有許多全台罕見的設備。陳研究專員帶領我們參觀實驗室，這裡有一套模擬雷擊的衝擊電壓產生系統。設備高達15層樓，由兩具像外星飛行器的巨大器械組成，足以發出400萬伏特的高壓，輸配電線路上的那些避雷器、礙子，都曾經在這裡接受過考驗，才能上場擔當重任。另外，還有交流、直流的高壓產生設備，也都是針對電力設施的可靠度進行試驗的巨大儀器。

我們從高壓研究室發現，台電從監測、研究、設備測試、輸變電設施防雷，到雷害發生時的電力調度、搶修，已形成防雷的天羅地網。

「台電目前的控制系統越來越精密，也要注意防護雲對雲之間的放電。」廖順安以貓空纜車的經驗提醒台電，以目前的防雷避雷措施，對電力系統確實有保護的作用，但是雲層和雲層間放電產生的能量，對於控制設備的影響仍需防護。

附註 受訪時任職於台電綜合研究所高壓研究室的廖順安先生，已於民國96年9月1日退休。



閃電發生過程



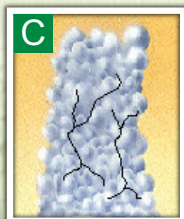
■ A、對流形成初期

雲層因對流而開始帶電。



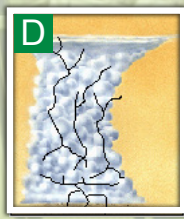
■ B、雷雲形成初期

對流區域內開始有放電現象。對地放電之前數十分鐘時間內，對流區域內放電逐漸增強雷雲開始形成。



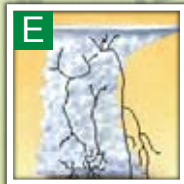
■ C、雷雲發展期

隨著雷雲的發展，雷雲內部放電密度趨向激烈，雷雲發展激烈的區域開始發生尖端放電現象。全部落雷閃電過程中，雲層內放電與雷雲對其他雷雲放電的數量，約佔全部雷雲放電過程中90-100%，依此特質可對雷雲移動、雷雨進行追蹤。



■ D、雷雲成熟期

雷雲內部放電，隨著雷雨胞之發展到最高潮時，而達到最高值。開始出現有效的雲層對地放電，開始發生雷雲對地放電現象。



■ E、雷雲衰退期

- 1、雷雲對地放電活動進入最高潮。
- 2、先前雷雲內部放電情形快速衰減，激烈的降雨情況將發生。



■ F、雷雲消散期

僅殘存極少量的雷雲內部放電。

資料提供：台電綜合研究所