

三角點是三角測量、三邊測量、導線測量的測站點標誌，台灣的土地測量作業開始於日治時期第四任總督兒玉源太郎任內，雖然領台才三年，山地尚未平定，但民政長官後藤新平即於 1898 年創立臨時土地調查局，並自任局長以示重視，開始了平原及淺山地區的地籍測量作業。登山者較熟悉的李棟山山頂古堡之門額『慎守其一』則為第五任總督佐久間馬太所題，其派遣軍隊去鎮壓原住民，推進隘勇線而山地稍控制後，為製作全島地圖，1909 年開始由日本參謀本部陸地測量部進行大規模的一等三角點大地測量作業，而於 1921 年完成，二等三角測量由 1919、1929 年分二階段開始，而於 1936 年全部完成，三等三角測量由 1921、1930 年分二階段開始，而於 1939 年全部完成。其測量程序大致是基線測量→一等三角測量→二等三角測量→三等三角測量→水準測量。

三角點設立後約經過半世紀，損壞、遺失、移位者極多，民國六十五時內政部為釐整地籍，增進土地開發利用，計劃測製基本圖，重測地籍圖，乃委託聯動測量署進行全省各等級基本控制點（三角點、水準點、圖根點）的全面檢測（以下簡稱本檢測），結果補設了甚多三角點，此即內補三角點的由來。

日治時期的基線測量共測設了埔里、宜蘭、鳳山三條基線，基線網圖形採用菱形擴大，故此三地區之一等三角點特別多，埔里基線網是計算一等三角網邊長之起始基線，實測基線是公田溝（基線北端）與埔里（基線南端）二顆一等三角點的連線，虎子山至牛相山者是第一次擴大之基線，小埔山至白葉山者是第二次擴大之基線，橫屏山至九份二山者是第三次擴大之基線，長 18.6 公里，已達本省一等三角網之邊長，可作為施測之起線。因邊長之計算隨著圖形推展後誤差會因累積而增加，故宜蘭與鳳山基線網是作邊長校核之用，計算與實測之誤差需在二萬五千分之一以內。宜蘭基線網的實測基線是錦草（基線東端）與溪底城（基線西端）的一等三角點連線，鳳山基線網的實測基線是溪寮（基線北端）與上寮（基線南端）的一等三角點連線。當時測量儀器尚不進步，基線測量必需使用鋼鋼製卷尺分好幾段量距離，再修正諸多誤差，故費時費力。本檢測時已有電子測距儀可直接測量長距離，並達到一等基線之精度，總共測設了七星山-土庫岳、浸水-樟普寮山、鳳山-中寮山、月眉山-美崙山等八條一等基線，而原日治時期之基線網已廢棄，其一等三角點亦大部分不用了，小埔山、牛相山、白葉山、橫屏山者被降級為二等三角點，但基石未換只是請石匠在『一』字上面多刻了一橫變為字，且背面加刻了號碼。

三角測量為面的佈設地面控制點之方法，主要為觀測三角網中各三角形之頂角及三角點間之垂直角或天頂距，三角形中有了三個角及一個邊長就可計算其餘二個邊長。因角度的量測作業較簡單，絕大部分的三角點是三角測量時埋設的，登山者對三角點最大的疑惑是『三角點的等級是怎麼分的』，依距離？依標石大小？正確說法應是依精確度，如一（二）等三角測量時，使用之經緯儀需可讀至 0.2（1）秒，觀測對回數是 16（8），三角形閉合差不超過 3（5）秒，長度閉合差小於二萬五千（一萬）分之一。因一等三角網最精確，又需於夜間施測，以免光線受熱空氣影響而折射偏向，故三角點間之距離可以較遠，一般可達四十五公里，但本省因幅員較小，平均距離只有約二十三公里，而海岸山脈第一、三高峰新港山與成廣澳山之一等三角點距離只有六公里，與三仙台構成本省最小的一等三角網。因三角形的邊長是由已知的相鄰三角形共用邊長計算得來，誤差會越來越大，故常以高級控制低級，如本檢測時雪山山脈北部地區二等三角網之起始邊

與閉合邊爲一等三角點之雪山-南湖大山與獅頭山-烘爐地山連線。

三角測量後爲保持測站點之固定性，便需埋設永久性的標誌，有木樁、塑膠樁、水泥樁、銅標、石頭等，標誌爲石頭者謂之標石，是我們最常見到的三角點，其石質需堅硬不易風化，日治時期者爲瀨戶內海小豆島之花崗岩，內政部補設者爲陽明山、觀音山地區之安山岩或金門之花崗岩。而一些大樓的屋頂只能埋設銅標，貓蘭山山頂的三角點標石因被日月潭測候所擋住測線而不能使用（但仍在），另在貯藏室屋頂平台補設銅標。

日治時期的三角點標石可分爲柱石及盤石兩部分，柱石的長度一等者爲 82 公分，二、三等者爲 79 公分，約有半個人高，但露出地面部分僅 15 公分，柱石頂面呈正方形，其邊長於二、三等者爲 15 公分，一等者爲 18 公分，故特別大也最吸引人。爲了萬一柱石被破壞後仍可找出測站點，柱石之下方緊接著是盤石，一等三角點之盤石下方約三十公分處還有下方盤石，盤石呈正方形，其邊長於一等者爲 41 公分，二、三等者爲 36 公分，但僅中央與柱石同寬部分爲花崗岩，周圍則是礫石拌混凝土，正中央刻有『+』字，與柱石上端之『+』字，不但方向一致，且中心線亦在同一鉛垂線上，故柱石遺失後就可找出盤石，再補設柱石，但二料山者就直接以盤石來當做標石了，盤石厚 11、12 公分，故俗稱『石板』，深埋地下六十餘公分，即使柱石被連根拔起盤石出土機會亦極少，許多人不知其存在。

謎樣般的埤頭山一等三角點列於台灣三角點一覽表中，但沒人見過，它到底在那座山？一覽表正確嗎？63 年作者曾在三汀山陸補三角點附近見過一等三角點盤石而掀開謎底，原來高度僅相差一公尺的三汀山與埤頭山是同一座山，而一等三角點柱石已遺失了。後來得知其柱石在日治後期即已遺失，因而未列入一等三角網中。

依據日本之測量法施行規則，可知其三角點埋設時之原則：一、標石埋設時，其四側務與東、西、南、北方向符合，東方爲基本字樣，西方爲測量計劃機關全稱或簡稱，南方爲標石種類，北方爲標石號碼。二、標石之埋設，其上端距地面 15 公分。三、標石及盤石之材料，通常乃採用花崗岩或其他堅硬石材。四、爲保護標石免致損壞計，應於其周圍埋設二至四個石柱，或用水泥將標石固定。但檢視本省所埋設之三角點，『+』字並未與東西南北之方向一致，刻標石種類面未朝向南方，大部分一等三角點標石之周圍都用水泥固植，或四周再置保護石，但有的僅有保護石，有的全都沒有，二、三等三角點都不用水泥固植，保護石亦極少見，但橫嶺山的三等三角點 6581 號，四周卻以四個大石頭保護，大概因爲其位於大雪山山脈的尾端，西側隔著水長流斷層就是阿里山山脈，高差約一千公尺，地位較重要吧！而內政部補設的三角點則多刻了測量年月。

本檢測首次應用一等精密導線於基本控制點測量中，其係將虎子山原點座標延伸至樟普寮山一等三角點，以供全省三角網推算之依據，導線自虎子山出發，經九份二山-尖子頂山-樟普寮山-頭料山-頭拒山返回至虎子山，構成二方位角條件，並加測虎子山至頭拒山及樟普寮山至浸水之一等天文方位角，以增強方位之控制。此導線之原計劃並未經過尖子頂山，但因爲九份二山與樟普寮山之間不能通視，故向南多出尖子頂山來穿導線，所以尖子頂山之內補一等三角點是於導線測量時增設的，本檢測增設的一等三角點尚有頭料山者，它是因爲頭拒山與部分西部平原、台地上之一等三角點不能通視，而在三角測量中增設的。

台灣與澎湖列島的三角點，由於邊長至少在一百公里以上，過去傳統的三角測量方法殊不可能通視而觀測角度，故舊三角點成果各自依據其基準點起算。本檢測乃採用三邊測量方法，選擇台灣本島之一等三角點大尖山、大棟山、廓亭山與澎湖之三等三角點上瓦碇、虎頭山、紗帽山構成一

多邊圖形，利用長程紅外線測距儀威特 DI-50 量測其邊長，經過多次嘗試與改進，而終於聯測成功，使台澎三角點之經緯度得以聯合平差計算，將澎湖三角點歸算為虎子山原點起算之同一系統，且因該三邊測量達一等精度，澎湖之上瓦硯、虎頭山、紗帽山等三個三等三角點也升級為一等三角點，澎湖縣也有了一等三角點。

日治時期台灣各級三角點共約八千點，其成果之計算分別為二個系統：地籍、水利、農林成果包括二千號以下三等三角點、圖根點等均以台中公園砲台山之三等八九號為原點，用平面直角座標法擴及全省。陸地測量部（軍方）施測者包括一、二等三角點及四千號以上之三等三角點以虎子山之天文一等三角點為原點，計算各級三角點之大地位置-經緯度、方位角，此二系統之原點與計算不同，施測時間亦有前有後，雖然具備二種座標之共同點遍及台灣各地（如二等三角點之標石卻為二千號以下之三等三角點者），但換算手續繁複，本檢測特地從虎子山經頭拒山、頭料山、大坑觀音山、台中市內三等三角點內導 802 號大樓頂的銅標等測到台中公園砲台山，完成此二系統原點之聯測，使本省之地籍、水利、農林三角點成果（含澎湖地區）均以虎子山原點為起算點，全部納入同一座標系統。

一等水準測量係以基隆港驗潮站之平均潮位面為起點，此亦為台灣本島高程基準面，其水準測量路線分佈於全省主要公路網，設置有一等水準點，水準點原點則在基隆港邊『海門天險』古蹟入口對面之民族英雄墓園內，本檢測並選擇了觀音、土庫岳、廣興、王田山、美崙山、前東港山、魁斗山、馬蘭社、塹子、大山母山等十個一等三角點，以一等水準測量方法與一等水準點聯測，連同既有之三角點間的垂直角或天頂距，即可算出各三角點之高程。

以一等三角點高程半世紀以來之新舊成果相較顯示，升高者占 71.6%，降低者占 23.5%，該等資料對地盤下陷、島嶼受板塊擠壓而隆升等學術專題研究分析，頗具價值。加上本檢測之八條一等天文方位角，經計算比較結果顯示，台灣之輿地座標與原來位置稍有差異，對研討台灣地震及島嶼滑動、板塊運動等具重大參考價值，而比較半世紀以來海岸山脈之三角點相對於中央山脈之三角點的位移方向與位移量，亦為研究板塊碰撞的重要依據。瞭解了三角點在測量上的意義及在地質構造上的價值，以後登山摸三角點時將更具知性了。

參考文獻

1. 測量工程，中國工程師學會會刊，民國七十年六月。
2. 台灣地區三角點成果表，內政部，民國六十九年二月。
3. 一等三角點專欄（完結篇），林淳義，中華民國健行登山會會刊第 22 期，民國六十五年七月。
4. 漫談三角點（二），林淳義，中華民國健行登山會會刊第 46 期，民國七十一年六月。
5. 本篇文章發表於『第二屆全國大專院校登山運動研討會專文集』。