

臺灣地區高空測風氣球觀測之初探

陳世嵐¹ 李育棋² 游志淇³
花蓮氣象站¹ 第二組² 臺北氣象站³
中央氣象局

摘要

目前探空作業使用 GPS 系統，大家都已相當瞭解，對其精確度、便利性亦都持正面的評價；若再往前回顧，二次大戰後期發展成功的無線電探空，從雷送儀(Radiosonde)進化到雷文送(Rawinsonde)，這是較為眾人知悉的，也有許多學者、專家曾進行研究探討，成果報告散見於各種氣象期刊；但是在無線電探空、GPS 探空之前，臺灣地區從日治時期就已開始高空測風觀測，而且幾乎與當時歐洲同步，高空測風觀測資料，雖有其精確度之不足，然而還是相當珍貴的；在航空事業逐漸起飛之際，更是確保飛航安全重要的依據，在戰場上砲兵射擊能力之發揮，扮演關鍵性的因素，甚至施放毒氣彈，或進行空投運補、傘兵空降奇襲…，更具有決定性的角色。

當西元 1895 年甲午戰役後，日人據臺之際，即行從事氣象建設，亦包含高空測風氣球觀測，本文嘗試利用目前各氣象站，所保存各測候所沿革、文獻…等，及往昔學者研究報告，以年表方式，製作臺灣地區高空測風觀測簡史，期能對過去氣球測風作業有完整的認識，此項觀測中央氣象局於民國 58 年 1 月 1 日停止，空軍各地機場於民國 88 年停止。

關鍵字：無線電探空、雷送儀、雷文送、高空測風、甲午戰役

一、前言

二次大戰後，氣象科技突飛猛進，無線電、雷達、衛星再加上電腦運算速度提升，讓氣象事業進入新的紀元；氣象整體的水平，攸關民眾的福祉，甚至響影國家長遠的發展。回首臺灣氣象事業的進步，奠基於日治時期，開展於近代，這是大家有目共睹的；地面氣象觀測方面的軌跡，較為眾人知悉，而高空氣象觀測的發展，似乎較為人所忘，但近 30 年之探空觀測已有多人論述，從日治時期到民國 57 年(1968 年)止，在臺灣各地進行的高空測風氣球觀測鮮有人談論，吾等本文利用目前各氣象站，所保存各測候所沿革、文獻、省氣象所簡訊…等，及往昔學者研究報告，以年表方式，製作臺灣地區高風測風觀測簡史，期能對過去氣球測風作業有完整的認識。

由臺灣省氣象所創刊於民國 42 年簡訊，其連載編纂的氣象學發展年表，有關測風氣球部份，知人類除更早年代利用風箏昇空進行活動外，在西元 1783 年法國人 Charles 製成氫氣氣球昇空，Montgolfier 以加熱空氣製成氣球上昇；西元 1784 年英國人 Jeffies 製作氫氣氣球上昇，開啟高空氣象觀測的先河；法國人 Gay-Lussac 與 Siot，在西元 1804 年，以自由氣球上昇達 7300 公尺，觀測高空的氣溫、地磁、大氣成份；英國人 Glaisher 在西元 1862 年至 1866 年間，飄昇 28 次自由氣球，從事高空氣象觀測，1862 年 9 月 5 日高達 11200 公尺；西元 1890 年德國 Kremser

，論述測風氣球；西元 1901 年德國人 Suring 與 Berson 上昇氣球達 10800 公尺；美國陸軍在西元 1923 年，開始研究無線電測風，H.Clayton 發表世界氣象；三年後，德國林登堡高層氣象臺，開始研究雷送；一年後，英國人 Gray 以氣球攜帶氧氣上昇達 13700 公尺；法國特拉伯氣象臺，開始研究雷送；西元 1931 年，比利時人 A.Picard 以氣球攜帶密閉吊籃，昇達高 15871 公尺；西元 1935 年美國人 Anderson 與 Stevenson 以自由氣球昇達平流層。上述這些發展程中，幾乎都比西元 1903 年 12 月美國萊特兄弟，首次飛機飛行來得早；根據曾令毅先生，2008 年研究指出：「不論戰前及戰後的研究成果，都忽略一個航空史發展的重點，即當時每一個國家的航空發展，都是先由氣球及其他航空器開始，隨後因飛機的發明與相關技術的進步，才造成了以飛機為主軸的航空發展。而飛機的出現，也並沒有立即使氣球相關技的沒落，反而使得其功能重新定位，並創造不同於飛機的使用價值。」，運用氣球收集氣象資料一開始就是非常重要的功能，其後再演化成觀測高空風，一方滿足氣象的需求，另一方面也提升飛航安全，同時也達到軍事的目標。雖然前述的「氣象學發展年表」中，並未提及日、俄此兩國在高空氣球的作為，但在一次大戰前此兩國，已深刻體認氣球在戰場上的價值；根據相關研究與記載，日本在西元 1870 年歐洲「普法戰爭」時，曾派遣觀察團赴歐洲戰場，直接吸取氣球在戰場的運用之經驗；這樣的經驗，在日本「西南戰爭」時曾迅速完

成製作載人氣球，最後雖未實際用於戰場上，卻開啟日本航空科技的研究與開發之路；因此山田豬三郎在西元 1897 年，散盡財產開始研究製造氣球，促成西元 1900 年日本首具民間製造氣球的出現(山田式吊式氣球)，及西元 1901 年首具純日本本土製「軍用氣球」(德永式吊式氣球)的生產〔Newton 量子科學雜誌 2010 年 7 月號〕。西元 1904 年 2 月在大陸東北爆發「日俄戰爭」，日本在同年 6 月由河野長敏工兵少佐成立「臨時氣球隊(山田式)」(圖 1)，同年 7 月 27 日從東京出發，8 月 3 日抵達大連，隨即在旅順港近北周家屯等地，多日升起氣球，對旅順要塞進行偵察觀測行動，立下不小的戰功；反觀俄軍在同年 8 月 30 日遼陽會戰時，也是充分運用氣球進行偵察(圖 2)；日、俄雙方在激烈的戰鬥中，都已將氣球技術充分運用，除了敵情偵察外，另外在砲兵彈著點修正、風方辨別氣球也提供相當重要的資料，這是無法否認的。日軍在此次戰爭中，對氣球的技術與認知，獲得相當珍貴的經驗及效果，所以日俄戰爭後，展露對航空科技的決心，軍方將「臨時氣球隊」，編入陸軍電信教導大隊，並改稱「氣球研究班」，到了西元 1907 年 10 月將此研究班廢止，於近衛師團交通兵旅團下，新增設氣球隊(工兵科)，成為日本第一個常設的航空部隊，有濃厚的技術性色彩，在當時被認為是先進的部隊〔曾令毅 2008 年〕。明治 8 年(西元 1875 年) 6 月 1 日，在日本東京赤坂葵町成立的東京氣象臺，於此氣球引進與發展的過程中，是否發揮積極的作用，無明確的資料可佐證，但氣球從出現之初就被運用於氣象觀測，所以可合理推斷氣球引進時，亦被廣泛使用於氣象觀測作業。

二、臺灣高空測風氣球之調查

高空測風觀測，除了經緯儀外，首先面臨氣球的製作及氫氣的產製：熱氣球加熱是另一種方式，但不符合氣象觀測的目標；在前言提到的日本山田豬三郎及當時德國都是氣球製作的佼佼者，以絹布或木綿布併織成氣囊形、風箏形，在其外表上塗抹生橡膠，製成氣球載人升空，進行偵察或攜帶儀器觀測這是可行的，若要以經緯儀進行高空測風，如此的氣球就不可行，因此氣球的改進，決定了高空測風觀測的成敗，另外氫氣的產製也是重要的一環，日俄戰爭日軍製氫過程辛苦可見一斑(圖 3)，由以軍事偵察的氣球都數百立方公尺，不若氣象觀測氣球 2 至 3 立方公尺，因此產製氫氣的過程充滿危險性；一般摩擦的靜電尚不足點燃氫氣，而電器所生之火花就能使氫氣燃燒爆炸，這在日、德在開始使用氣球之初，都曾發生過此類的危險事件。

為了探究日人西元 1895 年據臺後，從事高空測風觀測的足跡，吾人最直接的資料來，就是臺灣地區五個超過百年的氣象站，所遺留在站上的測候所沿革史、大事紀，以及國史館所藏的日總督府檔案文獻、省氣象所的簡訊…等資料，吾等嘗試編寫「臺灣地區高空測風觀測年表」(附表 1)，由表一中知，西元 1899 年 4 月當時臺灣的軍司令部工兵會議，曾委託恆春測候所以棉布作為材質的輕氣球，試驗其效果，目的是提供砲兵使用觀測高空風；輕氣球是否為氫氣球，在恆春測候所沿革史記載的是輕氣

球，填充的是水素瓦斯(氫氣)，此輕氣球的體積，相較當時載人升空偵察山田型要小很多；此次試驗，也比其他文獻及研究報告所載述的還早，如西元 1906 年 3 月 28 日「漢文台灣日日新報」占領馬武督溪要地，記述日人已使用「輕氣球」威嚇新竹一帶的馬武督社〔曾令毅 2008〕。另由表一知，明治 43 年(西元 1910 年)3 月 5 日至 17 日，當時臺灣總督府測候所所長近藤久次郎，會同日本東京中央氣象臺技師大石和三郎，前往恆春測候所氣象事務視察，為期近兩週，氣象事務視察、儀器調校不需那麼久，合理的推測應是進行高空測風觀測；日俄戰爭後，日本積極發展航空事業，如西元 1909 年 7 月 30 日，陸、海軍及民間共同成立「臨時軍用氣球研究會」，表面上看是對軍用氣球進行研究調查，其實對當時歐美發展新式氣球與飛機之趨勢，加以蒐集和掌握，並且派軍官到歐洲學習飛行技術及購買新式飛機，這過程中航空氣象、高空測風的技術，勢必也會引進日本；中央氣象臺技師大石和三郎西元 1910 年 3 月來恆春測候所後，翌年被派往德國林登貝格高層氣象臺及波茨坦氣象臺留學，歸國後大正 9 年(西元 1920 年)，日本成立高層氣象臺，其擔任初代臺長〔高層氣象臺 1923 年〕，亦是噴射氣流世界著名的發現者；由此知當時，不僅是軍事單位，政府氣象單位也全面積極從事高空觀測，原因不外是歐美飛機發展，航空方面對氣象需求所致；在表一中，發現臺灣地區全面性實施高空測風氣球觀測，是昭和 8 年(西元 1933 年)以後，此與西元 1985 年喬等人之「臺灣地區氣象資料目錄之編纂」，所列花蓮測風氣球觀測紀錄始以西元 1931 年，晚了二年；而花蓮氣象站保存花蓮測候所沿革，記載西元 1934 年 01 月 01 日開始上層氣流觀測；此時間之落差，原因不外航空需求與軍事機密，前者屏東飛行場西元 1919 年 5 月動工興工，翌年 8 月竣工，同年 11 月 21 日啟用，台東著陸場、花蓮著陸場分別於西元 1922 年、1923 年動工興工，航空的發展，對飛航安全要求也隨之提高，氣象資料、高空風蒐集就愈迫切；另日本大正後期，南進政策逐漸形成，臺灣成了日本前進南洋的第一線基地，許多資料都被列為軍事機密；因此施放高空測風氣球觀測的開始時間，有可能早以西元 1931 年，其觀測資料難以尋覓；從花蓮測候所沿革所載，西元 1937 年 10 月 18 日起，每日上層氣流觀測結果，即時以軍事氣象電報發送至臺灣軍司令部(氣象班)，轉呈軍事參謀長，知臨戰爭之際，一切資料被管制列為機密。根據臺南測候所大事記，昭和 11 年(1936 年) 7 月 1 日臺南測候所本日開始高空測風氣球觀測；澎湖測候所也在同年施行上層氣流觀測；又依據臺灣總督府民政事務成績提要氣象事務篇〔曾健洲 2001 年〕，所列昭和 14 年(西元 1939 年)至昭和 17 年(西元 1942 年)，「氣象臺測候所 臺灣總督府氣象臺為統轄…其附屬單位有新竹、臺中、臺南、臺東、恆春、花蓮港、澎湖島及高雄、阿里山、宜蘭、彭佳嶼等氣象觀測所。氣象臺附屬測候所因航空氣象上的需要另設置氣象臺出張所或測候所出張所九個所除一般氣象觀測外其兼負必要的上層氣流、航空氣象…等的觀測調查…」所以上述九個所即是阿里山(高山)、高雄(海洋觀測)除外，都進行高空測風氣球觀測，航空氣象上的需要是表面說詞，因此時期已進入二次大戰

，日軍大舉攻占南洋、中南半島，軍事上對氣象的需求更勝以往，尤其是高空風的資料。上述民政事務成績提要氣象事務篇，還有一段記載，昭和 13 年(1938 年)臺中測候所臺中飛行場出張所廳舍其他新築工事，建造水素儲藏室 58.8 坪，水素就是氫氣，臺中飛行場出張位於臺中州大甲郡沙鹿街；這段記錄，可說明為何西元 1985 年喬等人，認為花蓮測風汽球觀測始西元 1931 年，而花蓮港測候所沿革所載，始於西元 1934 年 1 月 1 日，合理推斷西元 1931 年施放測風汽球在花蓮港著陸場(加禮宛-北埔)，觀測的是軍方單位，或許因人員、器材等因素，才於西元 1934 年移到花蓮港測候所觀測。昭和 8 年(西元 1933 年)6 月 21 日，恆春測候所開始使用經緯儀，進行高空測風觀測，施放氫氣(水素瓦斯)球，上升達 5 千公尺；同年同月 23 日下午 2 時施放氫氣球，進行高空測風未成功；同年 11 月 7 日奉交代高空測風觀測，實施時間定為上午 5 時。昭和 15 年(西元 1940 年)日月潭測候所成立，其實是為了航空戰略上之需求，每日進行高空測風觀測；同年 7 月 19 日臺北測候所派該所雇員奧田玉藏，前往恆春測候所，協助測風氣球作業，在同年 8 月 1 日恆春測候所，因開始進行颱風特別調查，即日起每天 6 時、12 時、18 時 3 次施放測風氣球；臺北測候所則是西元 1939 年開始測風氣球觀測，若依其他文件，顯示臺北測候所，早在西元 1933 年就開始測風氣球，其資料可能因屬機密未留存。昭和 17 年(1942 年)1 月 13 日，臺北庶務課長稻富出差高雄、屏東、臺南，順道到恆春測候所，向屏東小林部隊接洽借用水素瓦斯(氫氣)；依據大正 12 年(西元 1923 年)3 月，由日本高層氣象臺發行「高層氣象臺一覽」，所述最初氫氣來源，都是用「酸素(氧)水素(氫)發生機」，電解水而取得；雖然當時日本橫濱化學工業株式會社，已能從煉製中副產物取得氫氣，但價格高，也不比電解水取得氫氣方便；又根據昭和 5 年(西元 1930 年)，臺灣軍司令部出版「氣象學參考書」(油印)，第三章高層氣象觀測，當時氫氣以「水素罐」(現代的鋼瓶)貯藏，每瓶約 3~6 立方公尺，以單經緯儀進行觀測(圖 4)，所需要場地較小也較方便；當時日本在茨城縣筑波郡小野川村館野附近，新建的高層氣象臺，從大正 10 年 4 月開始，每日 6 時、10 時、14 時，都以單經緯儀進行觀測，但在當年 12 月以後，改以基線一千公尺之雙經緯儀進行觀測，以提高資料精確度；館野高層氣象臺當時用地達五十二萬八千零九十五平方公尺，視野廣闊無遮蔽，海拔 25 公尺，東北-西南向長約一千四百公尺，西北-東南向狹約四百公尺，適合雙經緯儀的觀測。日治時期臺灣地區，不論在飛行場、測候所都是以單經緯儀進行高空測風觀測，另氫氣製造、氣球供給尚稱容易，但到了二次大戰末期就顯困難；所以昭和 20 年(1945 年)3 月宜蘭測候所，因戰事緊急而停止觀測；此停止應是全面性的。

綜觀臺灣地區開始進行測風氣球觀測的時間，並未落後當時鄰近大陸、日本等地；如上海徐家匯西元 1920 年，運用觀測雲的移動，推算高空風，西元 1931 年 1 月才開始氣球測風觀測；香港天文臺則是在西元 1921 年開始測風氣球作業，1930 年起每日兩次，1950 年起依世界氣象組織建議，增為每天 4 次；西元 1927 年 9 月 28 日大陸西北科學考察團，德

國氣象學家赫德(W.Haude)在額濟納河沿途，進行地面觀測與測風氣球觀測。

民國 34 年 10 月臺灣光復，接收成立臺灣省氣象局，戰後百廢待舉，器材缺損，高空測氣球觀測難以恢復，唯一例外花蓮測候所，可能尚存有氣球等器材，能斷斷續續施放到民國 36 年(西元 1947 年)5 月 1 日才停止；接收時，日本臺灣總督府氣象臺設有高空觀測課；故民國 34 年 12 月 10 日臺灣省氣象局，呈報臺灣省行政官署的組織規程，第三條列各科室分掌各項事務，就明確列出高空科：掌理航空氣象測報、豫報及高空氣象之觀測調查報告及研究等事項；到了民國 36 年高空科下設兩股，一為無線電風信股，一為無線電探測股；此說明臺灣地區測風氣球觀測，沒有因戰爭後，掌理國別而終止；又從附表 1 知，臺灣光復後，省氣象局經費困難，仍設法維持高空風觀測，此困境一直到民國 42 年才逐漸改善；民國 42 年第 3 期簡訊刊載：高空氣象探測儀…本所過去所用者係週波變化方式，係使週波隨氣象要素之變化而變化，…唯是項儀器已甚陳舊，原製造廠商已不製造，今年(民國 42 年)8 月初，本所購進日本明星電器會社製造之 S50L 型探測儀及 R52-S 型接收機，800 公克汽球、降落傘、電池等一批後，現已積極準備裝配天線，一俟就緒，即可啟用此新型儀器觀測。臺灣省氣象所從民國 35 年，以單經緯儀進行氣球測風觀測至民國 60 年；臺中測候所民國 36 年每日施放高空測風汽球 1 次至民國 39 年 5 月 31 日止。花蓮測候所民國 38 年花蓮北埔飛行場出張所撤銷，因航空事業需要，高空觀測每日施放汽球一次。臺中測候所從民國 42 年起每日施放高空測風汽球 1 次，至民國 58 年 1 月 1 日止(民國 43 年 4 月該所遷移至臺中公園北側)。臺東測候所民國 42 年 4 月 1 日起，每日高空觀測施放測風汽球一次；民國 43 年 8 月 16 日第 23 期簡訊：…經常舉行高空探測，施放氫氣球，球下並附有超短波無線電探測儀乙架，…唯本省其他氣象機構(空軍氣象)所放之 AN / ANT-2 探測儀時，是項儀器均未附有降落傘，由高空落至地面後，損害過甚每不堪修復，與本所所用探測儀，構造上略有不同…，這說明當時空軍氣象單位施放的 AN / ANT-2 探測儀，是美軍軍援的裝備，而臺灣省氣象所施放的探測儀為日本製，兩者有差異。

民國 43 年克服經費困難，向日本購高空探測發信器一批、汽球一批、夜間高空氣流觀測用電池一批、經緯儀一批(簡訊第 36 期徐明同科長工作報告)；澎湖測候所亦在同年恢復高空氣球觀測；同年臺北測候所面臨，施放測風汽球之氫氣，向來由新竹石油研究所供應，近因該所停工中止供應；另函向臺灣碱業公司洽購，該公司函覆同意協助，供應其高雄廠所產之氫氣，每立方米 6.5 元，可予八折優待計價只有 5.3 元，唯須自備容器，在高雄交貨，該廠可協助代運，運什費由本所負擔，每桶氫氣(約 4 至 5 立方米)，所需運費約 48 元；由此可知維持正常施放是非常不易的。臺南測候所高空氣流觀測，原為每日 11 時觀測 1 次，民國 43 年 4 月起增加為 2 次為每日 11 時及 23 時觀測；過去夜間觀測係用自製紙燈繫在氣球下部上升，因高空風速較大，故易吹滅或燃燒；改用小型電池後，但光度較紙燈強，且無吹滅或燃燒之虞，效果良好。民國 43 年 11 月 8 日將向美新購到高空探測儀乙部，設

置在臺南永康觀測站。同時並派觀測科徐科長明同，及研究室設計股長湯捷喜前往裝置，並指導觀測。開始每星期一次的無線電高空氣象探測，擬在本年下半年正式開始隔日觀測一次。民國 44 年臺北測候所每日 2 次(時間 11 時、23 時；天氣惡劣時停測)高空氣流觀測，另配合國際高空觀測需要，同年 1 月起高空無線電探測每日一次；此時臺北測候所與上述永康觀測站的高空無線電探測，都僅能探測氣壓、氣溫、濕度 3 項要素，風向、風速須另以測風經緯儀配合之；又根據湯捷喜赴日實習報告：「本人與呂新民於民國 44 年赴日本東京，實習、研究…與高空探測有關單位計：明星電氣公司、明星電氣公司日黑研究所及伊勢崎工廠、中央氣象臺、館野高層氣象臺。館野高層氣象臺高空觀測每天施放雷文儀(Rawin)2 次，測風氣球觀測工作每班 4 人，以三班輪流工作。現用雷文探測器，天線仰角至 15 度以下，即受地面輻射電波干擾，致使觀測誤差甚大，為解決此問題美國已經改用發射頻率 1600MC 的自動追蹤式雷文探測器，聞日本得美軍援助獲得該式儀器 3 部，自本年起開始使用，至明年度可再得 4 部，全日本九站之中七站改用此式儀器。…改進意見：本省高空探測工作已克難完成，正走上軌，曾向日本訂購之雷文探空儀 久亦將運到，一俟該儀器到所展開工作，則本所之探空設備可稱完備，倘財力有餘，宜採購或洽商美援供給 GMD-1 式探空儀以提高工作效能為更佳…」。綜覽以上誠如湯捷喜先生所言，當時臺灣地區高空氣象觀測作業，已逐漸完備，是相當可貴。民國 44 年 11 月 6 日恆春測候所奉令，開始施放氣球，觀測高空氣象；同年 12 月 1 日調派大武測候所技術生鄭志堅前往支援，氣球測風作業；民國 46 年 4 月 1 日施放氣球時間改為上午八時；另民國 51 年臺灣省氣象所業務簡介：高空風氣流觀測站 7 處，作為大氣上層各高度氣流之風速觀測，臺北、臺中、臺東、臺南、花蓮等 5 處，每天測量 2 次，澎湖、恆春二處每天測量 1 次；到了民國 58 年 1 月 1 日測風氣球，奉令自今日起停止觀測；此停觀測原因不外氣球、氫氣等器材取得不易所致；加上空軍於民國 39 年至 88 年間在臺中(水湳)、嘉義、臺南、屏東、花蓮、金門、馬祖等地機場實施單經緯儀高空風觀測，相對美軍軍援氣球(見附表 2)、氫氣供給順暢(圖 5、6)，能維持正常的觀測。

三、結語

每項的氣象觀測項目，都有其不可替代的義意與作用，由於科技發展與學術理論進步，給予新的認知及新的量測方式；高空測風從雲的移動，簡略得知高空氣流方向，這也就是日治時期觀測月總簿有雲向的記載由來；利用氣球攜帶自記儀器昇空測量，或是氣球攜帶自記儀器繫留天空再予收回判讀，此觀測方法的氣球須較大些；施放氣球，使用經緯儀觀測高空風，相對氣球較小精確度提升；雷送儀、雷文送儀出現，再次提升高空氣象觀測精確度，同時不再受限惡劣天氣；當然目前以 GPS 系統觀測高空氣象，是最精準且便利；但在每個年代的當下，其使用的觀測技術都是最好的；例如明治 45 年 6 月(西元 1912 年)，臺灣總督府發行的「臺灣

教科用書國民讀本」，就介紹「輕氣球」；其用以高空風觀測就是當時尖端的科技，由此知與歐美科技發展同步；從附表 1 知臺灣地區日治時期高空氣球測風的技術，與當時世界水平看齊；二次大戰後臺灣光復，受戰爭破壞，當時省氣象局、省氣象所克服萬難維持高空測風觀測，甚至突破經費困境，採購美、日探空設備，短短的幾年，就讓臺灣地區高空氣象觀測作業，達到完備；此其間所蒐集的高空資料，就愈顯彌足珍貴，我等須善待運用。

致謝

拙文能完稿，感謝李育棋組長的鞭策，亦感謝游志淇主任協助，更感謝陳建明…等主任及南區氣象中心提供各測候所沿革資料，以完成年表編纂。

參考文獻

- 喬鳳倫等 1985 臺灣地區氣象資料目錄之編纂 國科會 NSC74-0414-P052-02 研究報告 p26、p27
曾健洲 2001 臺灣日治時期測候所建築之研究 國立成功大學建築研究所 碩士論文 附錄 1-1
明治 29 年度至昭和 17 年度 氣象事務 臺灣總督府民政事務成績提要 曾健洲 2001 臺灣日治時期測候所建築之研究 附錄 1-1
蕭長庚 2007 1986-2006 臺北與花蓮上空對流層頂之氣候分析 天氣分析與預報研討會論文彙編 p1
曾令毅 2008 日治時期臺灣航空發展之研究 淡江大學 歷史系碩士論文 p2、p9、p17
秦新龍等 2011 臺灣氣象百年回顧之初探 天氣分析與預報研討會論文彙編
渡邊錠太郎 1930(昭和 5 年) 軍用氣象に就て 臺灣氣象研究會誌 第二號 臺灣史研究所藏書
高層氣象臺 1923(大正 12 年) 高層氣象臺一覽 p2 臺灣史研究所藏書
臺灣軍司令部 1930(昭和 5 年) 氣象學參考書 第三章高層氣象觀測 p198~p223 臺灣史研究所藏書
Newton 量子科學雜誌 33 號(2010 年 7 月) 日本熱氣球肇始(6)-日本飛行船的創始者 山田豬三郎 p106
民國 46、2、25、空軍訓練司令部編印(空氣訓 103 號) 氣象儀器教程 p120-p132
臺灣省氣象所 簡訊第 1 期(民國 42 年 9 月 16 日)~ 第 271 期(民國 53 年 12 月 16 日)

附表 1:臺灣地區高空測風觀測年表

年 號/西元/月、日	場 所	記 事	備 註
明治 32 年/1899 年 04.	恆春測候所	臺灣軍司令部工兵會議,委託以棉布作為材質的輕汽球,試驗其效果。	目的提供炮兵使用於觀測高空風。
明治 43 年/1910 年 03.05.-17.	恆春測候所	近藤久次郎會同東京中央氣象臺技師大石和二郎, ^{註01} 前往該所氣象事務視察,達兩星期之久,應是不公開從事高層氣流觀測。	
大正 14 年/1925 年~昭和 11 年/1936 年	臺南測候所	此期間本所先後開始高空測風汽球、康氏日照計、銀盤日射計等觀測。	民國 42.11.01. 省氣象所簡訊第 4 期
昭和 5 年/1931 年	花蓮測候所	22.5 公克紅色氣球,填充氫氣,昇騰力 180 公克,上升速度每分鐘 100 公尺,觀測及計算內容:施放時地面氣溫、雲量雲狀、能見度;氣球升空後各時間方位角、高度角、水平距離、風向、風速。	民國 74 年喬等人「台灣地區氣象資料目錄之編纂」
昭和 8 年/1933 年	臺北測候所	臺北利用氣球進行高空氣球觀測。	未見觀測資料
昭和 8 年/1933 年 06.21.	恆春測候所	開始使用經緯儀,進行高空測風觀測,施放氫氣(水素瓦斯)球,上升達 5 千公尺。	
昭和 8 年/1933 年 06.23.	恆春測候所	下午 2 時施放氫氣球,進行高空測風未成功。	
昭和 8 年/1933 年 11.07.	恆春測候所	奉交代高空測風觀測,實施時間定為上午 5 時。	
昭和 9 年/1934 年 01.01.	花蓮測候所	上層(高空)氣流觀測開始(單經緯儀法)。 ^{註02}	站存花蓮測候所沿革
昭和 10 年/1935 年	宜蘭測候所	設立之初,即實施測風氣球觀測,至民國 34 年(西元 1945 年)3 月,因戰事緊急而停止觀測。	
昭和 11 年/1936 年	澎湖測候所	本年上層(高空)氣流觀測開始至民國 58 年 1 月 1 日止	
昭和 11 年/1936 年 07.01.	臺南測候所	本日開始高空測風氣球觀測	臺南測候所大事記
昭和 12 年/1937 年 10.18.	花蓮測候所	每日上層氣流觀測結果,即時以軍事氣象電報發送臺灣軍司令部(氣象班),轉呈軍事參謀長。	站存花蓮測候所沿革
昭和 13 年/1938 年	臺中測候所	臺中飛行場出張所廳舍其他新築工事,建造水素儲藏室 58.8 坪。	臺灣總督府民政事務成績提要氣象事務篇
昭和 13 年/1938 年 08.	新竹測候所	本年 1 月新建廳舍竣工,8 月改稱新竹測候所,業務計有氣象觀測、高空氣流觀測、地震觀測等。	省氣象所簡訊第 4 期
昭和 14 年/1939 年	臺北測候所	開始測風氣球觀測	民國 74 年喬等人「台灣地區氣象資料目錄之編纂」
昭和 15 年/1940 年	日月潭測候所	日軍為空軍戰略上之需求,創立本所每日進行高空測風觀測。	民國 42.11.01. 省氣象所簡訊第 4 期
昭和 15 年/1940 年 07.19.	恆春測候所	為援助測風汽球作業,派臺北測候所雇員奧田玉藏前來支援。	
昭和 15 年/1940 年 08.01.	恆春測候所	本日開始颱風特別調查,測風汽球 06 時、12 時、18 時施放 3 次。	
昭和 17 年/1942 年 01.13.	恆春測候所	臺北庶務課長稻富出差高雄、屏東、臺南,順道到本所,向屏東小林部隊接洽借用水素瓦斯(氫氣)。	
民國 35 年/1946	臺灣省氣象所	在五樓頂以單經緯儀進行氣球測風觀測至民國 60 年	
民國 36 年/1947 年 05.01.	花蓮測候所	本日起高空測風汽球觀測停止。	
民國 36 年/1947 年	臺中測候所	每日施放高空測風汽球 1 次至民國 39 年 5 月 31 日止。	
民國 38 年/1949 年	花蓮測候所	花蓮北埔飛行場出張所撤銷,因航空事業需要,高空觀測每日施放汽球一次。	
民國 42 年/1953 年	臺中測候所	每日施放高空測風汽球 1 次至民國 58 年 01 月 01 日止。	
民國 42 年/1953 年 04.01.	臺東測候所	每日高空觀測施放測風汽球一次。	民國 42.11.01. 省氣象所簡訊第 4 期
民國 43 年/1954 年	臺灣省氣象所	本年向日本購高空探測發信器一批、汽球一批、夜間高空氣流觀測用電池一批、經緯儀一批。	簡訊第 36 期徐明同工作報告
民國 43 年/1954 年	澎湖測候所	本年度恢復高空氣球觀測	簡訊第 4 期

民國 43 年/1954 年 03.16.	臺北測候所	施放測風汽球之氫氣向來由新竹石油研究所供應,近因該所停工中止供應;另函向臺灣碱業公司洽購,該公司函覆同意協助,供應其高雄廠所產之氫氣,每立方米 6.5 元,可予八折優待計價只有 5.3 元,唯須自備容器,在高雄交貨,該廠可協助代運,運什費由本所負擔,每筒氫氣(約 4 至 5 立方米),所需運費約 48 元。	民國 43.03.16. 省氣象所簡訊第 13 期
民國 43 年/1954 年 04.	臺南測候所	高空氣流觀測:原為每日 11 時觀測 1 次,民國 43 年 4 月起增加為 2 次為每日 11 時及 23 時觀測。過去夜間觀測係用自製紙燈繫在氣球下部上升,因高空風速較大,故易吹滅或燃燒;改用小型電池後,但光度較紙燈強,且無吹滅或燃燒之虞,效果良好。另無線電高空氣象探測:民國 43 年冬,省所派員在永康建立觀測站,開始每星期一次的無線電高空氣象探測,擬在本年下半年正式開始隔日觀測一次。	民國 44.09.16. 省氣象所簡訊第 49 期
民國 43 年/1954 年 11.08.	永康觀測站	本所向美新購到高空探測儀乙部,經所長決定設置在臺南永康觀測站。此探測儀業於本月 8 日由臺北運往永康,同時並派觀測科徐科長明同,及研究室設計股長湯捷喜前往裝置,並指導觀測。	民國 43.11.16. 簡訊第 29 期
民國 44 年/1955 年 09.16.	臺北測候所	每日 2 次(時間 11 時、23 時;天氣惡劣時停測)高空氣流觀測,另配合國際高空觀測需要,本年 01 月起高空無線電探測每日一次。	民國 44.09.16. 省氣象所簡訊第 49 期
民國 44 年/1955 年 11.06.	恆春測候所	本所奉令開始施放氣球,觀測高空氣象。	恆春站大事記
民國 44 年/1955 年 12.01.	恆春測候所	本所增加氣球測風作業,請求增派人員,已准調大武測候所技術生鄭志堅前往服務。	民國 44.12.01. 省氣象所簡訊第 54 期
民國 46 年/1957 年 04.01.	恆春測候所	高空觀測(施放氣球)時間改為上午八時。	恆春站大事記
民國 51 年/1962 年	臺灣省氣象所	臺灣省氣象所業務簡介:高空風觀測:高空風氣流觀測站 7 處,作為大氣上層各高度氣流之風速觀測,臺北、臺中、臺東、臺南、花蓮等 5 處,每天測量 2 次,澎湖、恆春二處每天測量 1 次。	民國 51.06.16. 省氣象所簡訊第 211 期
民國 54 年/1965 年 10.04.	恆春測候所	由本所員工以克難方式興建高空觀測用氫氣儲藏室。	
民國 57 年/1968 年 05.07.	花蓮測候所	局發送高空觀測汽球 100 個;同年 7 月 16 日及 8 月 29 日請撥氫氣。	
民國 57 年/1968 年 05.07.	花蓮測候所	本日呈報恢復高空測風汽球觀測。民國 58 年 01 月 01 日,奉令自今日起停止觀測。	
民國 58 年/1969 年 01.01.	恆春測候所	測風氣球奉令自今日起停止觀測。	恆春站大事記
		空軍於 1950-1999 年間在臺中(水湳)、嘉義、臺南、屏東、花蓮、金門、馬祖等地機場實施單經緯儀高空風觀測。	

附表 2：氣象測風使用之氣球分類表

種類	雲幕氣球	測風氣球(二種)		探空氣球
		約 30g 直徑 6.0 吋	約 100g 直徑 16 吋	
未充氣前重量	約 10g 直徑 3.5 吋	約 30g 直徑 6.0 吋	約 100g 直徑 16 吋	約 350g 直徑 2 - 3 呎
充氣後重量	約 39g 淨舉力 40g 總舉力 50g	約 132g 淨舉力 132g 總舉力 162g	約 575g 淨舉力 575g 總舉力 675g	
上升速率	每分鐘 360 呎	每分鐘 200 碼	每分鐘 330 碼	每分鐘 450 呎 - 600 呎
顏色	黑色、紅色	本色(或白色)、紅色、橙色、黃色	白色、黑色、紅色	白色
備註		高度可達 30000 呎	高度可達 30000 呎以上 ，或使用於風速較大時	高度可達 50000 呎以上

*此表依據民國 46 年 2 月 25 日 空軍訓練司令部編印(空氣訓 103 號)之氣象儀器教程 p120-p122 編纂

測風氣球夜間使用其照明器有二種：電池照明器與蠟燭燈籠

一般言天色愈暗則使用氣球的顏色應愈深



圖 1 日軍山田式軍用氣球升起，此地距離旅順約 3 英里 摘自騰訊新聞



圖 2 1904 年 8 月 30 日遼陽會戰俄國陸軍所使用的觀測汽球之氣囊 摘自維基百科



圖 3 日本陸軍在旅順周家屯氣球升空準備，其後如啤酒桶東西，製造氫氣的設備。摘自 2010 年 7 月 Newton 量子科學雜誌 p112

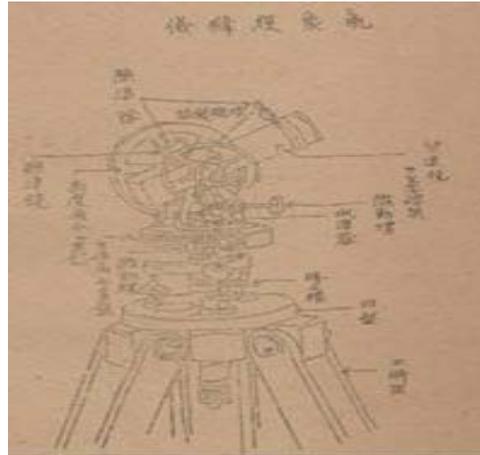


圖 4 氣象經緯儀 摘自臺灣軍司令部 1930(昭和 5 年) 氣象學參考書 第三章高層氣象觀測 p222

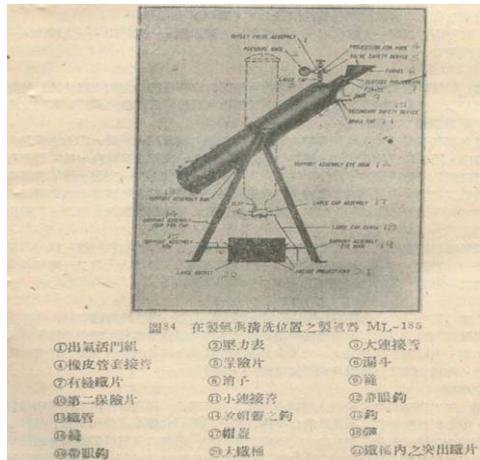


圖 5 美軍 ML-185 製氫器(矽砂與氫氧化鈉及水化學反應產生氫氣)摘自民國 46 年 2 月 25 日 空軍訓練司令部編印(空氣訓 103 號)之氣象儀器教程 p125

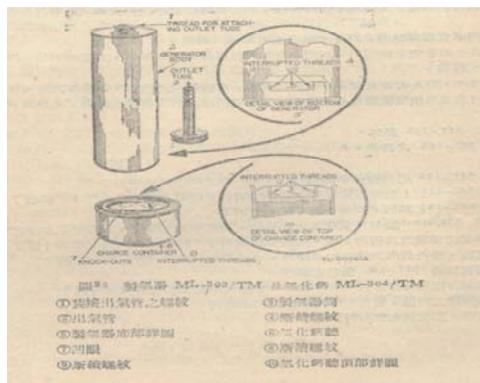


圖 6 美軍 ML-303/TM 製氫器(上部)及氯化鈣 ML-304/TM(下部罐頭狀) 摘自民國 46 年 2 月 25 日 空軍訓練司令部編印(空氣訓 103 號)之氣象儀器教程 p132