

氣象探空火箭 曲克恭節譯

雖然研究大氣是一個三度空間的問題，但是過去我們能夠獲得的資料僅限於從地面至氣球的高度（約為二十哩），這當然是不夠的。二十年前就有氣象學者想得到高度更高的氣象資料，但由於缺乏適當的觀測技術而作罷。近十年來太空航行器的迅速發展，以及我們對近太空的研究，使我們相信將來一定會獲得很多一百哩高度以上的寶貴資料。那末，如果在二者之間有一層未經探測的大氣存在（指二十哩至一百哩間），會不會影響我們對整個情況的了解呢？這當然是事實。氣象探空火箭乃探測此中間層唯一可能而有效的工具。

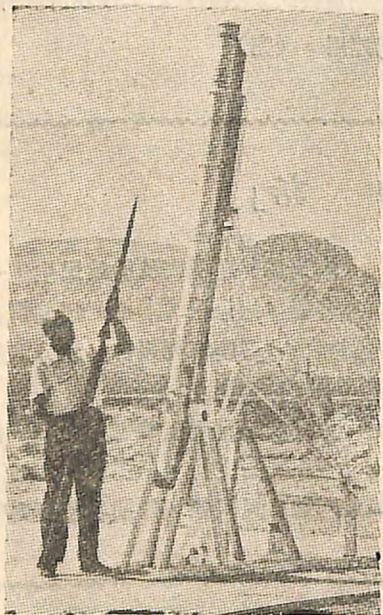
探空火箭的使用必須從經濟和易於處理兩方面着眼，從前也曾施放過火箭探測氣象，但都不合這兩個原則。美國從一九五〇年代的中期就開始試驗適合的氣象探空火箭，到現在為止，已經有了三種探空火箭：羅凱一號 (Loki I)，羅凱二號 (Loki II) 及亞爾卡斯 (Arcas-all purpose rocket for collection of atmospheric soundings)。羅凱一號與二號之不同為昇空高度之區別，前者可將探測儀推至十二萬呎之高空，而羅凱二號之高度為二十五萬呎。謹將此探空火箭簡介於後：

一、羅凱火箭

最初為一種戰術火箭，後來經過少許的改良而成

為氣象火箭（如圖一）。其缺點為加速度極大，不但對低層的氣象情況缺乏敏感性，而且不能保證百分之百的施放成功。同時其載荷量有限，使攜帶的儀器也受到很大的限制。

這種火箭使用固體燃料，但是火箭推進器燃燒的時



圖一：羅凱火箭包括鏢槍推進器及發射器三部份

間不到兩秒鐘。羅凱一號的秒速為四千四百呎，二號為五千七百呎。如何利用此有限的燃燒時間昇達高空，端賴火箭頂部的鏢槍。當燃料燒完之際，鏢槍與推進器間有一彈簧，自動使二者脫離，極端穩定的鏢槍立即循彈道軌跡繼續上昇，直到其動能等於零。

其載荷量為二磅，容積只有十六立方吋，鏢槍重六磅半。全部的重量，羅凱一號為二十四磅，二號為二十九磅。

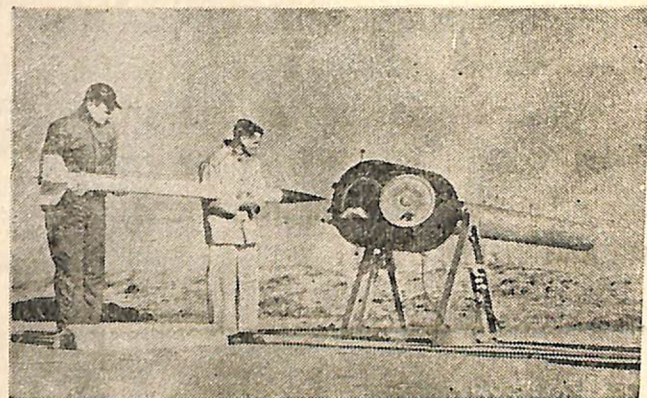
二、亞爾卡斯火箭

此火箭為一種經濟的高空大氣研究工具，加速度較小，而且頂端圓錐體內的空間相當大（圖二）。但羅凱火箭不受低層風之影響，而亞爾卡斯火箭因加速度小，對低層的風速特別敏感，在強風存在的情況下即不可能發射。不過因其優點較多，乃是目前成立氣象火箭探空網最適當的火箭。此火箭的載荷量為十二磅半，容積三百一十立方吋，重量七十七磅。

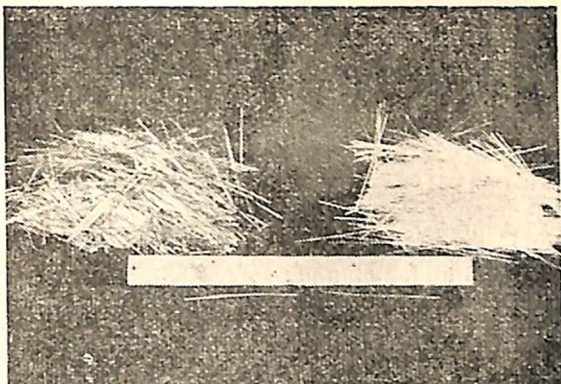
探空火箭之三個主要部份除上述的火箭以外，還應該有測量氣象因子的儀器與發射和接收氣象報告的設置。

探測高空風不外使用無線電測風儀的原理，現在最理想的方法是使用在羅凱火箭上的細條物質 (Chaff)，散佈於十五萬呎以上的高空，然後用雷達觀測。此種細條物質可用者甚多，如圖三所示即為其中之一。選用細條物質之唯一限制為其下降速率必需小於每秒二百呎。

從火箭上施放細條物質，然後用雷達觀測其動向和水平速度即可獲知各高度之風速，其優點為不受機



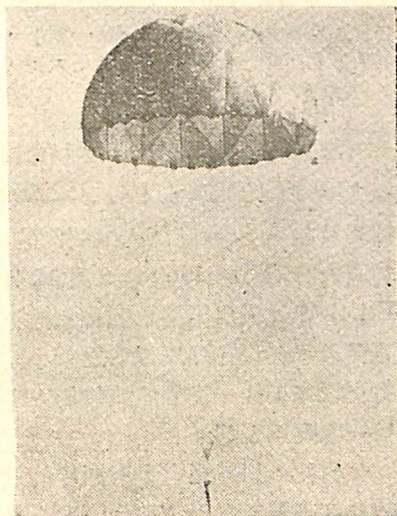
圖二：亞爾卡斯火箭及其發射器



圖三：現用之細條物質圖左為鋁質細片圖右為直徑0.012吋的尼龍細條

械，化學與電子成分的影響，但亦有其壞處，即此種細條物質被射出以後常常越飄越分散，所以觀測的資料也隨時間之延長，越久越不正確。有時許多細條也會結在一起，變成一個鳥巢，改變了下降速度，對風速的反應當然也就遲緩。

另外一種雷達的目標物為帶金屬性的降落傘，探測十五萬呎高度以下的風，羅凱火箭使用直徑八呎的降落傘，亞爾卡斯火箭使用直徑十五呎的降落傘（圖四），後者之性能更佳，從火箭彈出後二十秒鐘內即可隨風飄行，而且有時在二十萬呎高度以上亦有百分之九十成功的希望。



圖四：直徑15呎帶金屬性的細傘傘下吊着溫度探測儀

綽號叫做「羅賓」(Robin) (Rocket Ballon Instrument) 的氣球（如圖五），不但能測風，而且能測空氣的密度，不久將被美國火箭網部份採用。此氣球直徑一呎，內部懸一多角形的金屬片，做為雷達反射之用。當「羅賓」被射出火箭以後，由於其下降速度之變化以及水平方向之移動，即可計算出該層空氣之密度與風向風速。

測量氣溫的儀器為一珠狀的溫度計，其敏感性特強，否則降落傘在高空下降速度甚巨，二者不相配合，將會使大部份之紀錄失真。

發射高空氣象資料的儀器，目前美國使用改製的無線電探空發射機 (1680mc Radiosonde Transmitter) (如圖六)。

追蹤目標之雷達以狹幅度 (Narrow Beam) 的 FPS-16 及 MOD II 為最理想。此外更需要自動追蹤



圖五：羅賓氣球



圖六：亞爾卡斯火箭所帶無線電發射機

及紀錄，自動紀錄與測風使用的計算板相似，不過計算板上不斷的紀錄雷達天線的運動，並且換算成高空的位置而已。計算板上有兩條軌跡，一條是目標水平面的，另一條是表示垂直位置的，另外還有時間參考線。

美國已經開始成立探空火箭網，並於一九五九年十月七日創設氣象火箭網委員會，主辦有關火箭效能，接收資料之研究，裝備擴充以及資料傳播等事宜。雖然美國已有八個地方設有探空火箭發射器，而且從該委員會成立以後，舉行了數次有系統的集體施放，獲得許多寶貴的資料。但是火箭網的普及尚有待繼續努力，因為有些問題還得解決。

第一、經費問題。

第二、安全問題，此類火箭非導向者，且無地面引發火箭爆炸之裝置，一旦火箭進入危險軌道即無法控制。故火箭施放區局限於某些地區。

第三、追蹤雷達之性能尚有待繼續改進。

不過，火箭網的普及並非完全絕望，只要將來能夠研究出廉價的追蹤設備與需要安全範圍較小的火箭，則火箭發射站的地理分佈和施放的程序皆可趨於理想。