

太 空 氣 象

劉懷智譯

Space meteorology

自從人類開始駕駛飛行以來就遭遇到氣象問題。而今就現代有人駕駛的太空飛行來說，亦與氣象問題息息相關。

但是太空氣象却是另一種新的「氣象」，這種氣象也是培養新氣象人員必須與之抗衡順應的問題。

然而，不幸，直至現在太空氣象人員所遭遇的問題與過去一般氣象人員所遭遇的問題彷彿並無什麼分別。但預計在一九六七年至一九七〇年期間，任何飛往月球的太空人所遭遇氣象問題的機曾將更多。

就太空氣象的型式言，與地球大氣氣象並不相同。在近乎高度真空太空內，太空載具不會受到任何壓力或震撼的作用所影響，太空內每立方呎僅有一些正負電荷質或少許原子。每一個與地球大小的太空體積中，約有八磅質點或原子存在。這些游動或固定的質點成份，造成太空氣象，這種氣象是當前一種已知而沒有辦法解釋的問題，但無可否認，這些物質對有人駕駛的太空飛行是有危害的。

關於質點及原子危害的嚴重性，有許多不同的見解出現。看法較為悲觀者相信，將來從地球飛向太空數千哩遠的時候人類無法逃避質點的危害。因此一個太空人離開地球週圍的范愛倫帶(Van Allen Belt)電離子放射性以外的飛行時間內，每人需要數百至數千磅的安全防護裝備。

其他太空氣象人員較為樂觀。他們認為數年後，當太空祇有一些高能量質點及人類能够極安全的旅行太空時，可以準確預測「無風」發生的空域。他們並預測說，一個太空載具的結構及裝備能够作各種安排，以備人類所需的防護，除非他們遭遇到太空內最壞而又極少發生的一種風暴。

就當前太空氣象科學立場言，對這些觀點既不予以證明亦不加以反駁。任何人以信心談述太空質點對生物危害情形之前，均須有充份的資料——這種資料不論在太空或地球上一。美國太空方案主要的目標在未來數年內，準備從衛星及地球上提供數千次空前的詳細觀察。這種觀察希望在一九六七年阿普羅式(Apollo)載人太空船開始其月球旅行以前儘早將目前所存在的各種懷疑情況予以澄清消除。

現在，阿普羅太空船正依樂觀的方面從事設計中，除載具本身所準備的結構及其內部裝備外，對人員

的防護設備很少。如果阿普羅的設計前提證明錯誤，則太空指揮艙可能要增加許多載運乘員所需防護設備之重量。但對太空載具增加重量却是一件很嚴重的問題。如此可以使整個阿普羅的設計推翻。對阿普羅太空指揮艙所增加之每一磅重量——可重入太空返回地球之載具——就等於整個載具從地面起飛時必須增加總重量三〇〇至六〇〇磅。而所增加的重量要視飛行計劃的類型而決定，即地面之集合，及月球上之集合等。一種具有大量防護需求的太空載具，能迫使其採用較大之推動器，或採用多種載具之集合計劃。

因此，從事準確檢討太空氣象及對乘員所需的防護努力，應列為最高優先。

實際，那些欲恃才幹想成爲第一個太空氣象家而作賭注的物理學家，天體物理學家及數學家們一致關心到一個相當新的磁電流體動力科學問題，這種科學係用以處理電子的運動藉茲使各種液體及氣體得以傳導。太空內質點均可導電的電荷，即使這些質點形成一種非常稀薄的氣體，他們仍將導出大小適當的電流。此等電流通過氣體後產生磁場，如同電流通過電線一樣。創造氣體的電荷質點。能由其中一個磁場使氣體偏向，並迫使其採取一個新動向及電路。因爲各質點均已偏向，故局部氣體之密度亦改變，這種密度也將導電的傳導性有所改變，由於傳導性的改變，磁場也隨之改變。這種磁場改變各質點的運動及其他變化將導致一連串永無止境的改變。

其他所涉及的複雜事實，爲地球係位於太陽大氣的熱氣體外圍邊緣，這些熱氣體延展至火星以外，但還未及木星。地球不僅從太陽中接受大量的熱輻射，且經常被雲層內之低能量的太陽質點所浸。地球也在太陽焰光或爆發射程範圍內，這種焰光之放射遠達太空一萬萬哩以上處。廣大範圍的原形質雲塊以外(包含正負電荷質點之氣體。)在接近地球處太陽造成近地球大氣太空之氣象支配。

研究行星間太空有關係的四個主要電荷質點類型爲：

太陽風(The Solar Wind)：太陽風係太陽不斷放射出的低能量質點。在正常情況下，以每立方公寸一〇〇質點的密度而形成接近地球氣體背景。這些質點保持了一個磁場，其強度約爲地球磁場萬分之

一左右。太陽風通常係太陽向外移動，而產生並扭歪地球遠方磁場。所以太陽風之移動逐漸減慢並改變了質點而將取太陽系外面到達地球之質點運動的方向。現時對太陽風力量的估計，較過去幾年內的估計為低，所以有些科學家稱為太陽「微風」。太陽風對人類沒有危害。

銀河宇宙輻射 (Galactic Cosmic Radiation) : 這種輻射常指主要宇宙線 (Cosmic ray)。包括主要的質子 (氫原子核) 這種元素由太陽系外面未知的機構作用加強至超高能量並予以加速，而從各種方向到達地球附近。這種輻射因為大氣具有相當於三〇呎厚的水量防護，故對海平面之人類影響不足重視。在深入之太空內，因為經過行星間太空的質點相當稀少，故不論其能量如何，人類仍不致感受銀河輻射的影響。根據國家航空太空總署的資料判斷，如果人類均能忍受銀河輻射，縱使沒有防護也能够在太空逗留一年。但為作火星的遠程太空旅行打算，對某種程度的銀河輻射防護仍可能需要。

范愛倫帶放射性 (Van Allan Belt Radiation) : 高能量及強度甚大的質點在一〇、〇〇〇哩以上圍繞地球磁場及其他行星運行。原有概念認為地球上有一兩個主要放射性帶，似乎有點不確，一般相信外帶的大部份質點，係來自太陽，而內帶的質子及電子則主要係由外大氣中宇宙線相互作用而產生。人們對於這些放射性帶充份瞭解，並確定人類縱使在放射性帶內旅行一小時，也要有大量的防護設施才可以確保安全。因此，低高度的有人駕駛衛星必須在內帶之高度下飛行，這個高度在正常情況下約在赤道區三百哩以下之高度。最近已證明人類能够將放射性帶，帶至較低的高度，如將巨型核子彈在太空爆炸。

當有人駕駛的太空載具，飛到月球內或極高的地球軌跡時，將可在接近兩極時以快速通過更脆弱部份而避免放射性帶的損害。

太陽焰光放射 (Solar Flare Radiation) : 太陽焰光是危害人類最重要的放射體。如果阿普羅太空船必須增加防護時，這些防護將可抵抗由太陽所射出之大量太陽焰光之高能量質子的危害。今天，關於在太空所存在而又未經確定的放射性危險，因為現存的各種焰光資料不够充份，而且已蒐集的資料其頻率發生均具有廣泛改變，有關其強度，大小及時間等特殊要素一時至難確定。

焰光與太陽黑子間之相互關係已有所顯示。所有焰光均與太陽黑子羣聯結，但所有太陽黑子羣均不致

產生焰光。地球附近之質子僅有百分之四焰光能够作光學上的目視觀察。這種導致焰光可從太陽送出一道長舌或波束型火焰，並反映太空內之已有物體，而地球僅為位於舌狀物中的一個小比率而已。

太陽黑子及焰光的頻率變化，係十一年為一週期，在週期內最低時每年日射焰光可作十五至十二次觀測，但在最高時日射活動期間則每年可以觀測到三千次日射焰光。焰光可由概略的系統予以分類，第一級焰光相當小，第二級焰光是一種大日射汽暴，第三級以上焰光是一種強烈而巨大的汽暴。在一年之內縱使為日射最活動期間亦從未超過七次三級以上焰光的紀錄，通常約百分之八十五焰光為第一級。

直至今日止，在最高日射年內，具有實質的質子波束直接向地球放射焰光還不曾超過十五次紀錄。在平靜狀態年代常沒有質子的陣雨下降。太陽汽暴期間最徹底的研究計包括兩個主要焰光，第一個係從一九六〇年三月三十日至四月一日發生。在發生時先驅式 V 號 (Pioneer V) 及探險家式衛星 VII 號 (Explorer VII) 等太空載具正在軌跡中，其飛行路徑彼此分離極大，所以它們能够紀錄接近地球及地球外三百萬哩以外的太空氣氛。當風暴開始時可觀測太陽內的巨焰，約一天後，漫天光束以每秒鐘約一、〇〇〇哩的速度向地球移動到達地球—在地球表面進行的觀測最為典型—是以地球上產生一種磁性的汽暴，由於地球的磁場受到壓縮，而產生高空大氣及磁性之干擾諸如極光及通信斷絕的現象。

第二個主要焰光在同年四月一日測知，與以前的焰光一樣射出漫天光束。這種焰光也產生一種極高能量的分裂質點幾乎與宇宙射線的速度一樣進行。此等質點約在焰光開始噴出一小時後到達地球。在理論上，此等太陽宇宙質點係沿地球磁場磁力線從第一道由太陽至地球伸展而已凝結成原形質塊雲之焰光進行。焰光除形成太陽質點之快速波道外，原形質塊雲及其強有力的磁場能防護地球不致受到最高能量太陽質子及銀河宇宙線放射的影響。

今天很少機會由先驅 V 號及探險家 VII 號觀測太空地球表面太陽汽暴的影響情形。未來機會將較樂觀。美國已發射第一個具有高度複雜的四百磅以上之軌跡太陽觀察衛星 (OSO)。但第一個太陽觀察衛星尚未觀察到任何從太陽中產生的質子陣雨，國家航空太空總署 (NASA) 之陵特錫博士 (John Lindsey) 對這種觀察之重要曾提出表示。太空觀察衛星對太陽活動會作 60,000 分鐘以上之觀察記錄。而過去使用同

樣的裝備僅會作十五分鐘的觀察。

太陽研究最主要的一個目標為尋求準確的預測方法，以預測質子直接在地上爆炸的時間及爆炸之強烈程度如何。國家航空太空總署之安德生 (K.A. Anderson) 已發展了一種在兩天或三天前事先預測質子情形的觀察方法。該方法係以詳細觀察太陽黑子的生長為基礎，威信有百分之九十的準確。這種方法比阿普曼太空船及其推動器之各種目標的主要系統要低得多，但與大氣層之氣象預測比較之下又好得多。美國氣象局預測二十四小時以後之下雨通常約百分之八十五至百分之八十七的準確性，三天前預測下雨其準確性則祇有百分之六十五。

另外幾種質子陣雨預測計劃均在發展階段中，但此質子陣雨既非此等計劃亦非安德生方法所能精密試驗，除非太陽之活動在三四年內再度探出。

深入太空旅行 (阿普羅太空船及其他太空載具之設計人員目前正面對下列三個主要問題。第一個問題為在設計充份的防護以前，對地球附近所預期的總放射能量及其變化時間必須獲知，並須有充份的資料。第二個問題為所產生之放射。當質點以各種不同的強度，能量，及時間轟擊時，對太空乘具內人員所產生的放射量必須加以計算。解決這種問題不僅要視第一個問題之獲得解決，而且受到次一問題質子反應對太空船的結構與材料所產生之放射性極大影響。關於第二個從質子轟擊所產生的放射作用，仍有許多待答覆的問題。這就是阿普羅太空船的主要工作。

另一為生物學家的問題，這些生物學家，對主要及次要不同方式的各種放射對人類究有何影響仍在研究決定中，至於各種不同的質子對生物之滲入及影響程度如何仍無共同的協議。

今天，對太空人所作的各種放射計算，牽連一個相當龐大而繁雜的假設。此等假設必須有確實的資料予以證實。

第三個主要防護的設計問題是決定太空人究竟能够忍受放射影響的程度如何而定。這是政策上至高無上的問題。

我們必須有些人去從事決定太空人對太空氣象影

(上接第15頁)

度諸因素對當地午後雷陣雨可發生於穩定度有較低值之情形下，在太平洋氣團西來氣流下可不發生於有較高值時。如純依據穩定度預報則將導致或彼此之失敗。以上午無雨日午後雷陣雨預報之根據則又需視氣團而定。蓋赤道氣團雨多於午前即已開始，或有午前發生較高於午後發生之頻率。惟該圖之可用性需待更多之校驗，筆者曾實際分析探空資料多次，發現有

響之抵抗程度如何。關於太空人本身對各種危險發生的抵抗如果將這些問題列入考慮，將使阿普羅太空船增加兩倍的重量。

縱使阿普羅太空船是以一種公認的樂觀方法進行設計，但仍在進行作簡單的防護準備。例如，對太空人予以雙層的壓力衣之可能性正在列入考慮中。此種壓力衣能貯足太空人所需的水量，在遇到重大的質子現象發生時，這種水量是一種非常有效的防護。如果要作更佳的防護時則較大的「木乃伊盒」(Mummy-Case) 也正列入考慮中。可以摺疊的木乃伊盒所能貯滿之氧液較所含之水為更多，並可作更有效的質子防護。最後載具內可以增加固體防護材料，但此等材料可能破壞目前設計中阿普羅的各種任務計劃。

一些專家，對一般防護問題最終的解決。提出下列意見，以證明當前不定情況的性質。

一九六二年三月，國家航空太空總署的蘭里 (Langley) 試驗室賀爾史格 (Truty Foelsche) 記述：「在短時間的深入太空旅行時，這些「質子」遭遇的可能性，認為飛得太高無法知道，當時沒有可靠的預測標準發現，對若干的防護問題，一般建議為減少二至三種防護試驗，甚至將旅行太空的時間減至僅十日或十四日之久……根據此等初步估計，在太空所顯現之放射問題，比五年以前所推想的更為嚴重……如果補充防護係由裝備及補給品的適當安置而提供防護作用，則個人防護所必須增加的重量就難超過太空載具本身重量之百分之二十五……」

約一年前 RAND 公司的杜格史 (D.I. Dugas) 記載「在最高太陽活動之中間期 (一九六七—一九七一) 內，所計劃的有人駕駛的太空飛行，將由於額外防護裝備或因乘員較多的危險大為不利。」

一部份航空公司，使用同樣的資料作上述的試驗及檢查，並得到許多樂觀的結論。顯然，大部份阿普羅太空船計劃人員，對包商報告所表示的觀念均達到密切的協議：「……由於太陽焰光放射而遭遇之致命份量的機會很小，一星期中不過佔很少的百分比而已……」

譯自1962年10月份 Air Force & Space digest

時中間穩定層 (700mb或600mb) 為構成雷陣雨生成之障礙，此或可於蓋氏穩定值上不顯，諸如區域性之不穩定，雷陣雨下降擴展度、高空氣流之綜合操縱，日射量以及其他，一地雷陣雨之預報看似單純而實際複雜，故相信需待修正改善之處必甚多，用能循序漸進，一點一滴靠積累之經驗佐以可以信賴之理論分析研判，則客觀預報之成效必顯矣！(完)