



極光之旅

今年全球天候真的是相當異常，通常只有在極圈附近才看的到，但上個月在美國中西部，大家竟然看到了美麗的極光，夜空裡抬頭仰望一片姍紫嫣紅，灑滿星光的天空，像是被火燃燒一樣，暈染上跳動的鮮紅，甚至是橘黃，還有像是流星一樣的飛機，一架又一架的畫過天際，出現這個極光美景的地方，並不是靠近北極地帶。CNN 主播：「科學家說這叫做日冕噴射，我們大部分稱之為極光，非常美麗的綠色、紅色、橘色光線，舞動跨越天際。」究竟極光是什麼呢？

在古代的中國人、日本人、希臘人、羅馬人都有文字描述。從前愛斯基摩人以為是鬼神引導死者靈魂上天堂的火炬，許多民族也有他們不同的極光傳說。長期以來，極光的成因一直未能得到滿意的解釋。在相當長一段時間內，人們一直認為極光可能是由以下三種原因形成的。一種看法認為，極光是地球外面燃起的大火，因為北極區臨近地球的邊緣，所以能看到這種大火。另一種看法認為，極光是夕日西沉以後，透射反照出來的輝光。還有一種看法認為，極地冰雪豐富，它們在白天吸收陽光，貯存起來，到了夜晚釋放出來，便成了極光。總之，眾說紛紜，沒有定論。直到本世紀 60 年代，將地面觀測結果與衛星、火箭探測到的資料結合起來研究，才逐步形成了極光的物理性描述。

現在人們認識到，極光一方面與地球高層大氣和地球磁場的大規模相互作用有關，另一方面又與太陽噴發出來的高速帶電粒子流有關，這種粒子流通常稱為太陽風 (solar wind)。由此可見，形成極光必不可少的條件是大氣、磁場和太陽風，缺一不可。

地球磁場分布在地球周圍，受太陽風的吹拂而被包裹著，形成一個棒槌狀的腔體，它的科學名稱叫做磁層 (magnetosphere)。為了更具體一點起見，我們可以把磁層看成是一個巨大無比的電視映像管，它將進入高空大氣的太陽風粒子流匯聚成束，聚焦到地磁的極區，極區大氣就是映像管的螢光幕，極光就是電視螢幕上移動的圖像。但是，這裡的電視螢幕卻不是 20 吋或是 29 吋，而是直徑為 40000 公里的極區高空大氣。通常，地面上的觀眾在某個地方只能見到畫面的五十分之一。在電視映像管中，電子束擊中電視螢幕，因為螢幕上塗有發光物質，會發射出光，顯示成圖像。同樣，來自空間的電子束，打入極區高空大氣層時，會激發大氣中的分子與原子，導致發光，人們便見到了極光的圖像顯示。在電視映像管中，是一對電極和一個電磁鐵作用於電子束，產生並形成一種活動的圖像。在極光發生時，極光的顯示和運動則是由於粒子束受到磁層中電場和磁場變化的作用所造成的。

極光不僅是個光學現象，而且是無線電現象，可以用雷達進行探測研究，它還會輻射出某些無線電波。有人還說，極光能發出各種各樣的聲音。極光不僅是科學研究的重要課題，它還直接影響到無線電通訊、長電纜通訊，以及長的管道和電力傳送線等許多實用工程項目。極光還可以影響到氣候，影響生物學過程。當然，極光也還有許許多多沒有解開的謎。

極光光譜可由紫外線到紅外線。在可見光範圍的極光的成因，可由打入之電子能量及大氣成分（重的沈在下，輕的浮在上）而得。當打入之電子能量不太高時，可將高層氧原子打成激發態氧原子 $O(1S)$ 。此激發態氧原子 $O(1S)$ 回到基礎態氧原子 $O(3P)$ 便發出白綠色的光（波長 5577Å），此即最常見的白綠色彩帶般的極光。



當一般強度的磁層副暴發生時，打入電離層的電子能量較高，可將較下層氮分子打至不穩定的游離態氮分子離子。當此激發態氮分子離子回到基礎態氮分子離子便放出青藍色的光，波長 4278Å。因此在一般強度的磁層副暴時，可見北極光如青龍般在極區（約北緯 70-80 度左右）夜空盤旋飛舞。



當打入的電子能量非常高時（少有之超強磁副暴），電子得以深入低層電離層，將下層之氧分子打成兩個激態的氧原子，其中一個 $O(1D)$ 可放出紅光 6300Å 而另一激態的氧原子可為 $O(1D)$ 或 $O(1S)$ ，故可放出紅光或綠光。因此在超強磁副暴時，可能見到血紅色的極光或紅綠相間的極光。



極光形體的亮度變化也是很大的。從能看得見的銀河星雲般的亮度，一直亮到滿月時的月球亮度。在強極光出現時，地面上物體的輪廓都能被照清楚，甚至會照出物體的影子來。最為動人的當然是極光運動所造成的瞬息萬變的奇妙景象。有些人形容事物變化得快時常說：「眼睛一眨，老母雞變成鴨。」極光可真是這個樣子。名符其實的翻手為雲，覆手為雨，變化莫測，而這一切又往往發生在幾秒鐘或數分鐘之內。極光的運動變化，是自然界這個魔術大師，以天空為舞台演出的一齣光的話劇，上下縱橫成百上千公里，甚至還存在近萬公里長的極光帶。這種宏偉壯觀的自然景象，好像沾了仙氣似的，頗具神秘氣氛。令人嘆為觀止的則是極光的色彩，早已不足以用五顏六色去描繪。說到底，它的本色不外乎紅、綠、紫、藍、白、黃，可是大自然這一超級畫家用出神入化的手法，將深淺濃淡、隱顯明暗搭配組合，一下子變成天際的萬花筒啦！這些色彩完全掌控在高層大氣的氣體成份，氧和氮是最重要的主角。根據非正式的統計，目前能清楚分辨的極光色調已達一百六十餘種。