

## 到底是誰惹的禍？——通古斯卡百年懸案大解密

璀璨星空下，當流星劃過天際，亮出一道美麗的弧度，人們莫不心醉神迷，感嘆大自然之奧妙。因為對流星一無所知，敬畏轉化成信仰，遂認定它擁有無限魔力。然而，透過科技的進步與發展，人類日益了解那神祕面紗下令人畏懼的真實面貌……



外來天體撞擊地球示意圖

（圖片來源：<http://eblog.cersp.com/userlog17/39075/archives/2007/572114.shtml>）

2007年11月12日發生了一件令天文學家們神經緊繃的危急事件：國際天文學聯合會小行星中心發現，太空中有個不明飛行物體正在迅速接近地球！經過計算，這一不明物體將以距離地球不到一個地球半徑的5600公里飛臨地球上空，並有可能撞上地球！此事非同小可，天文學家們緊急擬稿，正準備對全球發出電子郵件警示這場災難，俄羅斯科學家達尼斯·傑尼先科卻發現，其實這個不明飛行物體不是別人，正是歐洲航空局在2004年發射的羅塞塔號彗星探測器！才結束這場烏龍事件。這可不能怪他們太緊張，因為地球的確是處在小天體橫飛亂竄的鎗林彈雨中。

### 宇宙靶場中的地球

在太陽系中，除了八大行星外，還有為數不少的小行星和彗星在其中。小行星是太陽系形成過程中沒有形成行星的殘留物質，約90%分佈於火星和木星之間的小行星帶，質量和體積都比行星小得多。彗星則是太陽系外圍行星形成後的剩餘物質，是由冰凍的氣體、冰塊和塵埃所組成的「髒雪球」，大多集中於太陽系邊緣，有時會以橢圓形軌道在太陽系裏漫遊。

夜路走多了，總會碰到鬼。這些外來的不速之客若飛到地球身邊，免不了也可能受地球引力吸引而墜入地球。若是質量大到無法在大氣層中燃燒完畢，直接高速衝撞地球，恐龍滅絕的歷史也不是不可能重演。下面就舉近年的例子，讓我們看看有哪些近地天體（NEO）曾來拜訪地球。

### 何謂近地天體（NEO）

NEO 是英文字 Near Earth Object 的縮寫，指的是軌道距離地球很近，大約小於 1.3 天文單位，並且有可能會撞擊地球產生危險的小行星、彗星及大型流星體。NEO 約有三十萬個，其中約有 2000 個直徑超過一公里。近地天體多數是小行星，彗星只佔了 30% 左右。小行星因受到木星和土星的引力，尚可用電腦模擬其軌道，彗星情況較複雜，因為其靠近太陽時會受熱噴發，產生強大的推進力，使其軌道更難預測。

2004 年 1 月 13 日，位於新墨西哥州的林肯近地小行星研究中心（LINEAR）發現編號 AL00667 的小行星，簡直就是顆瞄準北半球的太空飛彈！天文學家們緊盯著它以便作更精確的預測，偏偏又天候不佳影響觀測，最後經由美國業餘觀測者布萊恩耐心搜尋整個天空，才確定地球不在它的撞擊路徑，警報終於解除。

2004 年 3 月 18 日，一顆不知從哪冒出的小行星從地球上約 43000 公里處飛過，這個距離比月地距離近了 10 倍，而且天文學家在它飛臨前三天才發現它，編號為 2004 FH。其實早在 2002 年 6 月 14 日，長 100 公尺的 2002 MN 從距離地球不到 12 萬公里處掠過，天文學家也是三天後才發現。然而 2004 FH 離地球最近的記錄不到半個月就被打破了，同年同月 31 日小行星 2004FU162 刷新記錄，它從地球旁疾馳而過時，距離還不到 6500 公里，不禁令人捏把冷汗。

也有一些近地天體是毫無預警地撞上來，例如 2007 年 9 月 15 日一顆和太陽系同齡的隕石，它帶著火燄從天而降，擊中祕魯南部普諾省一個村莊外的荒原，在地面撞出一個 20 米長及 4.5 米深的大坑洞，如圖一，引發當地居民一陣恐慌，以這個坑的面積來估算，若是落在台灣，差不多可以瞬間夷平兩棟透天厝。



圖一：2007 年 9 月 15 日在祕魯的隕石坑，圖中標示 66FT 是英制單位，換算約為 20 公尺  
(圖片來源：[http://tianwen.lamost.org/tianwen\\_article/5f/958.html](http://tianwen.lamost.org/tianwen_article/5f/958.html))

人們第一次成功預報小行星撞擊地球發生在 2008 年 10 月 6 日。當天史密松天體物理中心發佈預測，編號 2008TC3 的小行星有接近 100% 的機率會在 7 日撞上地球。19 個小時後它果然一頭撞入地球，由蘇丹北部上空進入大氣層，並在努比亞沙漠上空約 37 公里處爆炸，有目擊者看到天空中的火球，也有人用手機錄下它燃燒的軌跡，如圖二。事後天文學家彼得·詹尼斯肯斯與穆阿維亞·沙達德帶領一群志工，在努比亞沙漠一條縱貫約 29 公里的地帶找到了總重 3.95 公斤的 47 塊隕石碎片，如圖三。



圖二：2008TC3 在大氣層中燃燒的軌跡，是手機拍攝影片中的擷圖  
(圖片來源：<http://www.phys.ncku.edu.tw/~astrolab/mirrors/apod/ap081108.html>)



圖三：2008 年 12 月 8 日，詹尼斯肯斯在努比亞沙漠發現了 2008 TC3 小行星的一大塊隕石。  
(圖片來源：[http://en.wikipedia.org/wiki/2008\\_TC3](http://en.wikipedia.org/wiki/2008_TC3))

今年也頗熱鬧，2009年2月1日小行星 2009 BD 以 644000 公里近身與地球擦肩而過，不到地月距離的兩倍。2009年3月2日小行星 2009DD45 以 7 萬 2000 公里距離劃過地球，更只有地球與月亮之間距離的五分之一。這顆小行星約十層樓建築物的大小，爆炸威力足以媲美 1908 年通古斯卡大爆炸所放出的能量。

發生這些驚險事件，地球似乎都能倖免於難，但一百多年前的地球可就沒這麼幸運了。一個外來天體穿越大氣層，轟地一聲除了將一片廣達 2000 多平方公里的森林炸成焦黑土地，也炸出一件令科學家們百思莫得其解的歷史懸案。

### 通古斯卡大爆炸之百年懸案

事情發生在 1908 年 6 月 30 日早上約 7:17 的西伯利亞森林通古斯河畔。當地人觀察到一個巨大的火球劃過天空，幾分鐘後一道強烈閃光伴隨連續而巨大的爆炸聲，高溫火燄瞬間把撞擊地區的草木全部燒焦，如圖四，強烈空氣壓力變化所引發的衝擊波把 650 公里外的玻璃都被震碎。接下來好幾天，歐洲的夜空有如白晝，亮到晚上不必開燈讀書。據當地人民回憶，爆炸形成的衝擊波將房子和動物掀到半空中。後來估算這次爆炸放出的能量，約相當於 1000 顆廣島原子彈！如果這件事情晚八小時發生，那麼英國倫敦的整個城市將瞬間化為灰燼。

當時人們大多猜測是小行星或彗星撞擊所造成，但由於帝俄統治之封閉以及通古斯卡地區之偏遠，一直到 1927 年才由俄國地質學家庫列克帶領考察隊深入該地區調查。他們宣稱爆炸是由一顆隕石所造成，但出乎意料之外的是，他們居然遍尋不到隕石撞擊的坑洞或撞擊物的碎片！



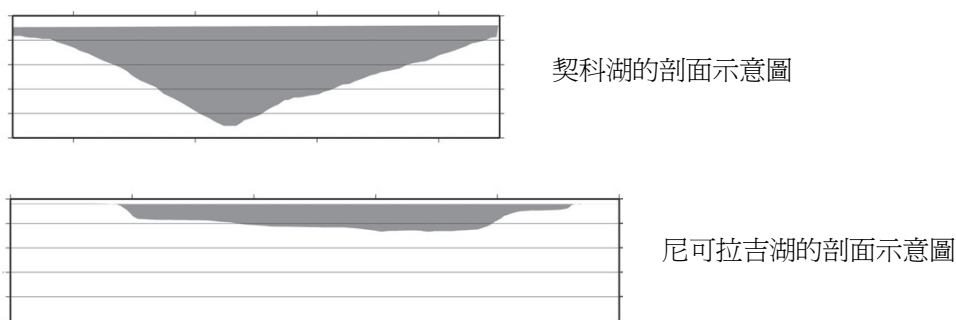
圖四：庫列克在 1927 年考察大爆炸地點時所拍攝的照片，可看出整片森林皆被燒得焦黑  
(圖片來源：[http://zh.wikipedia.org/zh-tw/File:Tunguska\\_event\\_fallen\\_trees.jpg](http://zh.wikipedia.org/zh-tw/File:Tunguska_event_fallen_trees.jpg))

消息一出，大家就更好奇了！由於缺乏現場的直接證據，於是人們對大爆炸發

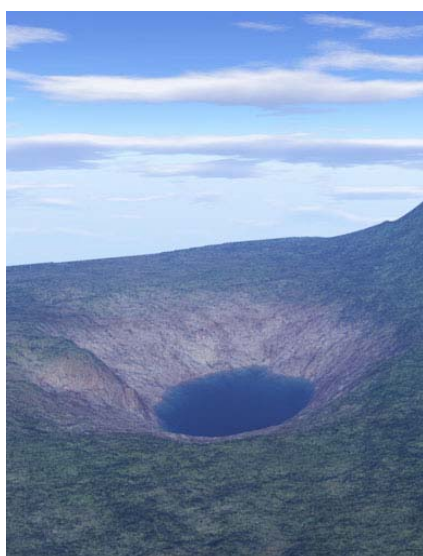


生的原因的各種說法傾巢而出。認為小行星撞擊是大爆炸元凶的一派，主張小行星在地面上 5 到 10 公里就已經解體了，故現場找不到殘骸。另一派認定彗星是原因的人，則解釋為：因為塵埃和冰塊在燃燒蒸發後不會留下殘骸。除了這兩種說法外，有人認為是外星人駕駛的核動力太空船爆炸，因故障迫降時爆炸，繪聲繪影猶如小說情節。另一種說法則是沼澤地釋放出來的沼氣——也就是甲烷，因閃電引發爆炸的結果。還有人則提出爆炸是因為小型黑洞通過地球而引起，甚至還有人認為大爆炸是由一個從太空墜落的一種反物質所造成。

2008 年義大利一組科學家加斯裴里尼、波納提和隆格發表了他們的研究，他們進入距離通古斯卡撞擊中心點約 8 公里的契科湖湖畔，以儀器測量得到數據，並帶回國分析，驚喜地發現這個湖有可能是在 1908 年撞擊產生的坑洞！因為他們發現該湖呈現漏斗型尖銳湖底，上面僅有一層薄薄的沈積物。這和其它沈積湖的特徵非常不同，因為沈積湖泊應該有個平坦的湖底。如圖五，是契科湖和尼可拉吉圖的剖面圖的比較。其中尼可拉吉湖是當地的一般的沈積湖泊。圖六是電腦 3D 重建水面下降後契科湖的模擬圖。他們並且發現湖中心下方數公尺處有個很強的聲波反射源，似乎有個堅硬的物體在湖底。他們計畫重返契科湖繼續探測，希望能找到更多的證據。



圖五：契科湖和尼可拉吉湖的剖面比較（圖片來源：Terra Nova, Vol 19, No. 4, 245-251）



圖六：電腦重建的圖，顯示若契科湖水面下降 40 公尺後將呈現的景象  
(圖片來源：Terra Nova, Vol 19, No. 4, 245-251)

然而支持彗星撞擊的人也不少。第一位提出彗星撞擊說的，是前蘇聯科學院的彼得洛夫，他認為通古斯卡大爆炸的元凶是一顆來自於太陽系邊緣的彗星。當它以每小時 4 萬公里的速度衝進大氣層，因摩擦產生高熱氣體，當其一接觸地面，就產生相當於好幾顆原子彈的破壞力，由於彗星很快蒸發完畢，所以地球上沒有留下任何撞擊的坑洞或殘骸。

物理學家根納吉-貝賓也表示，在通古斯卡大爆炸後 20 年，有人在該地區發現了大量被壓得很實的冰塊，其中還封存了一些燃燒後產生的氣體，這很明顯不是當地凍土層的產物，而是彗星的殘留物。他認為庫列克當年曾找到一些被泥碳所包裹著的冰塊，但由於當時預設尋找的對象是固體隕石，因此他並未意識到這些冰塊具有的重要意義。一直到今年，出現一項更有力的新證據支持彗星撞擊說。

### 通古斯卡事件的最新證據——夜光雲 (noctilucent clouds)



圖七：2007 年八月太空梭發射後所觀察到的夜光雲  
(圖片來源：<http://www.news.cornell.edu/stories/June09/TunguskaComet.html>)

2009 年 6 月 24 日出版的地球物理研究文獻 (Geophysical Research Letters, 簡稱 GRL) 指出，美國最新研究顯示，導致通古斯卡大爆炸的原因是彗星撞地球！帶領整個研究團隊的美國康乃爾大學的工程學教授邁克爾·凱立 (Michael Kelley) 說：「這就像一道百年凶殺案被破解了，確鑿的證據顯示 1908 年一顆彗星墜落在通古斯卡地區造成當年的大爆炸。」到底證據是什麼呢？答案就是夜光雲。

研究人員發現當彗核噴發出來的大量水氣進入大氣中，會被一道巨大的能量形成叫做二維渦流的旋轉氣流所捕捉，然後急速上升至大氣層中，最終在高緯度的地區凝結成冰晶，形成夜光雲。這就解釋為什麼夜光雲總是在事件發生後晚一些，才會在數千英里外的地區被發現。最佳例證就是 1908 年通古斯卡爆炸後的歐洲，尤其是 3000 英里外的英國，連續好幾天夜晚天空都十分明亮耀眼。

這項推論得到了有力支持，因為美國科學家發現太空梭發射後，也會出現夜光雲，例如 2007 年 8 月 8 日奮進號發射後，凱立和他的同事們就看到了夜光雲，而類似的觀測也曾在 1997 年和 2003 年作過。哥倫比亞號太空梭在那次變成災難的發射後不久，科學家也在南極洲發現高空雲。太空梭發射後將近 300 公噸的水蒸氣被噴射至大氣中，當水分子被氣流輸送至北極和南極，就會在極地形成獨特的夜光雲。其實早在 1885 年就曾出現夜光雲，據美國科羅拉多大學教授加裡·托馬斯說，印尼的喀拉喀托火山爆發兩年後，他們第一次看到這種雲。

但是水蒸氣如何能跑得那麼遠呢？凱立說：「必定有種方法可在很短時間裡把水氣運送到好幾萬英里以外，但目前沒有模型可以預測和說明，對我們來說，這是全新的物理。」他們表示，現在需要一種上層大氣物理學新模式，這可能是一種超高能反向旋轉氣旋，使得水蒸氣一旦被這種氣旋捕獲，就會隨其運行，速度大約可達每秒 300 英尺。

### 下次輪到誰？

恐龍已經從地球消失，通古斯卡爆炸事件也過了一百年了，而近地天體仍然活躍在太陽系中。眼光拉到整個宇宙，地球上不論哪個國家的人民，都是生命共同體，相信如人類這樣堅強的智慧生物一定會盡力延續種族生命。但是，免不了想問問老天爺：下次輪到誰？