

天塌下來， 誰來頂？

「小行星撞地球」不只是電影情節，它真的會發生！為了保護地球生物與棲境，歐美先進國家都嚴陣以待，台灣當然也不能落人後。中央大學陳文屏教授肩負科學家的強烈使命感，不僅要盡一份保衛家園的責任，更要為台灣在國際天文學術領域掙一席之地。——編輯部

撰文／陳文屏

早年人們不了解彗星本質，認為其出沒無常，而視為不祥之兆。隨著科學發達，後來我們明白，原來彗星只是太空中「刨冰加泥石」般的天體罷了。如今，科學更發達了，我們卻開始思索如何化解彗星撞地球的危機，彗星一下又讓人敬畏起來。歷史輪迴真有趣。

最近參加一場研討會，我談到人類星際旅行以及太空資源的課題。過了幾天，一位醫學院學生來信，談到一直想研究太空無重力狀態下

某種細菌活動感染的情形，但指導教授反對，不想聽到任何有關太空、宇宙旅行方面的事情，因為這些東西一輩子都碰不到，太不實際。學生詢問我的意見，我說，事情的確有緩急輕重，面對人間當下的饑荒、戰爭、污染、疾病等種種問題，絕對應該先著手尋求解決之道。對一些人來說，太空旅行若非歸類於幻想，也不過屬於形而上的哲學清談罷了。

但是我也告訴他，如果我們決定不做一件事，必須釐清是了解後做

出的判斷，是沒有興趣，還是像我不炒股票一樣，是因為我根本不懂股票。地球的能源、糧食、資源快用完了嗎？SARS今年冬天還會再度流行嗎？太空移民是百年還是千萬年以後的事情？小行星會撞地球嗎？如果是，怎麼辦？到底誰應該擔心這些事情呢？

天體的誕生

太陽與周圍行星誕生於一團收縮的星際雲氣。雲氣由於萬有引力收縮而溫度升高，同時轉動加快成為

扁平形狀，中央部份的溫度一旦達到數百萬度，便點燃核反應，成為自行發光的恆星。而在盤狀雲氣中的灰塵彼此凝聚，逐漸堆積成越來越大的小行星，其萬有引力在軌道上吸引更多塵塊，終於在原來的塵埃盤中造就出幾個行星及它們旁邊的衛星，繼續繞著太陽轉動。剩下的塵塊、冰體充斥在太空中，不斷撞擊剛形成的行星與衛星，對這些天體的地質、大氣、海洋甚至生命的早期演化，具有重大影響。

這些小型天體的數量隨著時間減

少，時至今日雖然撞擊次數不如早年頻繁，但每天仍有上億個殘渣碎塊墜入地球大氣。與其說是墜向地球，不如說是大家都在太空裡跑來跑去，彼此互撞。

距離太陽近的天體，只有熔點高、耐高溫的成份（也就是岩石、金屬等）能存在，這些我們慣稱為「小行星」；而距離遙遠者可能多由冰體組成，也就是「彗星」。但這樣的分類並非絕對，因為彗星的冰體核心只有在靠近太陽時，受了光與熱才衍發出絢爛的彗星景象，否

則冰體在低溫環境中，與小行星一樣也屬於堅硬實體。有的天體長久來都被認為是小行星，某天卻冒出彗尾；而彗星經長期消耗，也可能只剩下中央堅硬核心成為小行星。

本質為冰體的流星體，即使尺寸大些，也有可能到到達地面之前耗盡，或許西伯利亞通古斯卡地區的爆炸事件就是類似這樣天體撞擊的結果，只造成一股震波，有如武俠小說裡的掌風，躺了滿地屍體（樹木），但沒有留下凶器（隕石坑）。小的流星體數量多，它們通過地球

影像來源：攝博員



鹿林天文台

緊鄰玉山國家公園的鹿林山天文台，天氣佳、光害小，適合天文觀測。右圖中，最前方的一座建築物內設有一座口徑一公尺的望遠鏡，建築物右方架設了兩座遮罩，置有執行「中美掩星計畫」的其中兩座小型望遠鏡。左下圖為位於鹿林山天文台用來監測掩星事件所使用的小型超廣角望遠鏡及自動化遮罩。



來有點尷尬，天文學家觀測的對象已經直逼宇宙最遙遠的天體，但對於太陽系內到底有多少小型天體，以至於哪些可能某一天與地球軌道交會，我們所知卻非常有限。這是因為太陽系中的眾多天體，除了太陽以外，都不會自己發光，像是行星、衛星等皆靠反射陽光而發亮，因此距離遠的小型天體亮度極暗，即使最大型的望遠鏡也不易偵測到，當然也就無法描繪出軌道，進而判斷是否可能與地球相撞。

如何避免撞擊？

另一層的問題就是前文〈趕走小行星〉所述，若能預知撞擊事件要如何解厄？採取爆破的方式，說不定使得原來只是小區域的破壞，現在卻成了「霰彈槍」，造成更大損傷。於是科學家有了深層的想法，例如前文談到利用火箭攀附在小行星表面長時間推進，讓原本會撞擊的天體改變軌道，避免與地球相撞，有如大禹治水的疏通法，而非使用蠻力。這牽扯到的物理觀念很簡單，但跟很多實際情況一樣，真

正要執行，在技術上卻極具挑戰。例如文中說到小行星會自轉，因此火箭光是攀附上去，或許只是改變小行星的自轉，卻無法達到推進效果而改變軌道。這讓我想起空手道與跆拳道硬碰硬，與太極拳的借力使力完全不同。用爆炸的手段真的無法預測後果，因為以目前對彗星或小行星內部結構的了解，我們連該放多少炸彈都不知道！人類過去專注於對大型行星、衛星的探測，如今比較受到矚目的，反而是前往彗星登陸、收集樣本的太空船。想像一下追逐如子彈般高速的彗星（或小行星），然後平穩地在幾乎沒有萬有引力的情況下登陸，這該是多艱難、刺激的任務。

我們該花多少資源來關心這樣的事情？即使不論天體撞擊對全世界的威脅，一旦地球資源用罄，人類需要移民別的星球時，我們是否等著先進國家給我們一些移民配額？美國航太總署為何要做這樣的研

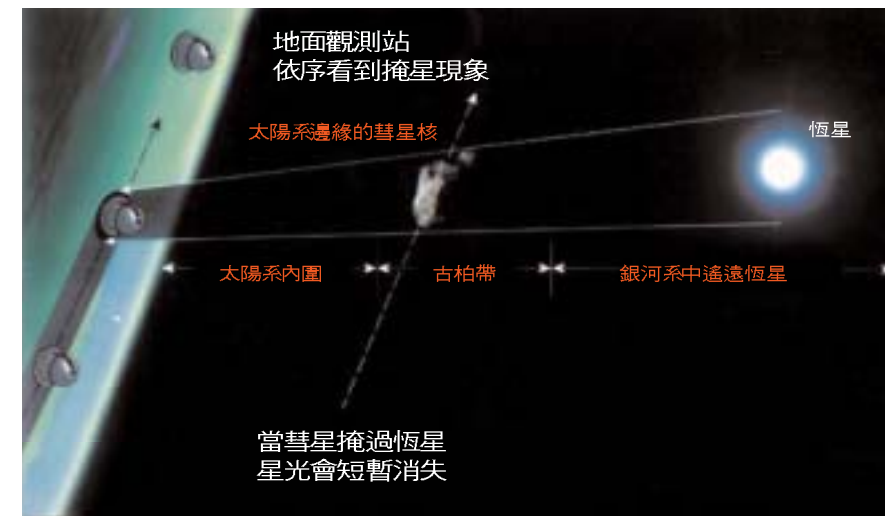
究？就算我們「國情不同」，但是我們允許自己落後多少？我們應該為後代子孫盡多少責任呢？萬分之

一？百萬分之一？還是零？1994年彗星撞木星時，全球有自尊心的天文台都在觀測該事件，並且隨著地球自轉，不同的國家依序報告看到的情形，以彙整出完整的記錄。但是，當時台灣沒有適當的儀器，放在良好的地點，記得大家當時壯志難伸，鬱卒極了。

台灣有了自己的天文台

經過10年努力，屬於台灣自己的鹿林天文台終於在去年底完成，成為國內天文研究與教育之重要設施。記得今年初SARS肆虐，我和同仁談起醫護人員堅守崗位，深深體會每個人都該有戰場，而當輪到我們時，也要確定我們已經做好萬全準備，奮力一擊。以全球天文台分佈而言，從歐洲、美國之後，廣闊太平洋除了夏威夷外，接著在東亞的經度便只有我國、韓國、日本與澳洲。這當中台灣緯度低，全年能觀測較大天區，天氣狀況也比較良好，加上境內高山林立，使我國居於全球觀測網重要位置。天文台完成後，幾次全球聯合接力觀測，以及與太空望遠鏡同步觀測，皆扮演關鍵角色。今年8月，地球遇到火星大接近，雖然當時鹿林望遠鏡正在進行其他研究計畫，但感於責無旁貸而提供了第一手鹿林天文台所拍攝的火星影像，在戰場上沒有缺席，算是爭得些許自尊！

事實上，鹿林天文台的觀測對象除了一般恆星、星團、星系外，也正進行「中美掩星計畫」(Taiwan America Occultation Survey)，應用統計方法來估計小型天體的數量。由於小型天體反光亮度微弱，因此利用它們遮住遠方恆星，造成



鹿林天文台正進行「中美掩星計畫」，利用掩星估計太陽系小型天體數量(示意圖)。

恆星亮度短暫消失的原理，據以估計小型天體的數量，有如「晚上襯著公園燈光估計蚊子的數量」。有關小型天體的數量，以及它們的分佈、成份、演化歷史等數據，不僅讓我們可以估計撞擊的機會有多大，還能夠對行星系統的形成與演化提供重要資料。

「中美掩星計畫」構想新穎，試圖針對大型望遠鏡都看不到的小型天體進行盤點，甚受國際矚目，也是少數我們與國外合作，卻在台灣執行的科學計畫。目前已經安裝完成三座望遠鏡系統，第四座也將上線，預計在2004年初正式開始觀測後，在幾年內得到統計結果。

我們常說「天塌下來有大人頂著」，但要是真的地球將與小行星或彗星碰撞，也就是天真的要塌下來了，那麼「大人」在哪？憑什麼總是歐、美、日等先進國家的科學家可以充當「大人」？我們國家「未來的主人翁」在哪裡？天體撞擊事件隨時都發生，幾年前的彗星撞木星，再看月球斑斑表面，都是活生生的證據。撞擊所造成環境

巨大變遷，甚至生物大量滅絕，我們絕對不該掉以輕心。這種危機雖然不像颱風、地震或流行性感冒般耳熟能詳，但威脅的規模卻是全球性的。那麼到底誰該負責找出可能與我們相撞的小行星或彗星？天文學家嗎？國外的天文學家嗎？找到以後誰來擔心如何拯救世界？但願我們的科學家與工程師也勉勵自己，有「玩真的」本事，而非在自己領域的茶壺裡興風作浪。

1950年代，美國國家地理學會主導利用廣角望遠鏡拍攝全天空照片，後來更估計星系距離，繪製出宇宙的立體地圖。地理學會顯然認為「認識我們所在之處」並不止於地面，還包括太空。1960年代，美國空軍以當時最先進的儀器，在紅外波段研究宇宙天體。美國空軍顯然不只要高飛，眼光向下，同時也把眼界朝上，把領空延伸到太空。這些例子給了我很大的啟發，這是國力的全面展示，也是多元社會支持科學研究的最大縱深。

陳文屏 中央大學天文所、物理系教授