

衛星退役無人問 徘徊軌道變垃圾

科學講堂

晚上抬頭望向天空，我們可能會感嘆：天上的星星真的如恆河沙數。不過各位也要記得，天上的東西，不一定全都是星星：當中也有不少是人類送上去的人造衛星、火箭等等，而這些被我們送上太空的物品，近年好像愈來愈多，已經成為不容忽視的問題了。今次就和各位討論一下這個題目。

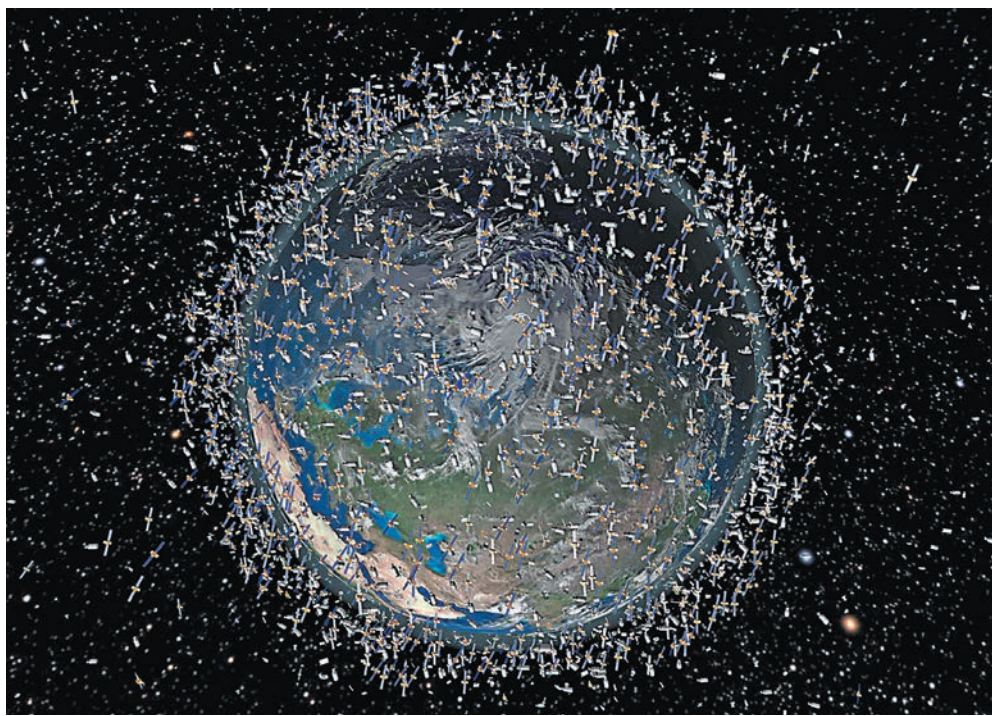
撞上其他衛星 太空變得危險

最早被人類送上太空的大型物品，可能要數蘇聯在1957年發射的人造衛星史普尼克1號(Sputnik 1)。自此以後，我們從不間斷地將衛星、火箭等送上太空：在1970年代，這些「太空物品」約有二千餘件；到了2000年左右，這個數字躍升到大約7,500；及至現在，這些「太空物品」已經多達兩萬餘件了。這林林總總的物品，早已令太空的空間變得擁擠與危險：在2009年，美國的商业衛星銀星(Iridium) 33號就與俄羅斯的宇宙2251衛星發生碰撞，產生了數以千計的碎片在太空中徘徊。這些碎片又進一步帶起了惡性循環，導致更多的太空碰撞，令問題愈加嚴重。



● 隨着愈來愈多衛星升空，報廢衛星問題也引起關注，有人提出可在升空時控制好軌道，令衛星可以自行毀滅。 資料圖片

這些「太空垃圾」，其實也充分展現了牛頓的第一運動定律：動者常動，靜者常靜，除非有外來的力量介入。外太空中連空氣也沒有，自然不會有太多的「外來力量」介入，因此這些人造衛星在完成任務以後，縱然不會再有我們的支援，但也可能會在軌道上再徘徊上數十年。正因如此，有用、無用的人造衛星就逐漸地在太空中累積了。



● 現在已有大量衛星圍繞地球，太空變得擠迫起來。圖為藝術家根據數據製成的地球上空想像圖。

資料圖片

改變升空軌道 自動下降燃燒

為了解決這些過多的太空衛星，一些研究人員就提議我們善用大氣層和摩擦力：在人造衛星快將退役的時候，可以利用衛星之上的推進器將衛星的軌跡下降到大氣層之中，再依賴衛星與大氣層的摩擦，令衛星好像流星一般在大氣層中燃燒殆盡。不過，一些衛星公司可能在衛星退役以前就已經停止運作了。在這種情況之下，自然不能再期望有人有心思去修改這些衛星的軌道。為此，又有研究人員提出另一個主意：地球、月亮，以及各種物件之間

以萬有引力互相影響，當中的情況相對複雜；其實稍為修改一下衛星啟航的時間(例如延遲15分鐘)，就可自然地令衛星的軌跡有明顯的改變，比如由長期追隨穩定的軌道改變為不太穩定、會令衛星在一段時間後墜入大氣層的軌跡。如能更好地掌握這個技巧，或許就能在衛星、火箭升空的時候已經處理好它們的「未來」了。

這個有趣的提議，運用了萬有引力的一個特質：當3個或以上的物件經由萬有引

力相互影響的時候，每個物件的軌跡可以極其複雜，而且對每個物件的起始位置十分敏感。衛星升空的時間、位置、速度稍有不同，其後的軌跡就已經會有極大的轉變。這種名為「混亂」的特質，正好與「差之毫釐，謬以千里」這句說話不謀而合。

垃圾問題，其實並不是地球的「專利」。人類的存在，也會影響到太空的潔淨。看來我們真的需要好好檢視自己對環境的影響了。

● 杜子航 教育工作者

早年學習理工科目，一直致力推動科學教育與科普工作，近年開始關注電腦發展對社會的影響。

整除的問題

奧數揭秘

由小學開始，就會談到整除的問題，比如28458能否被9整除。有些判斷整除性的方法，就是各個數字相加， $2 + 8 + 4 + 5 + 8 = 27$ ，結果是9的倍數，那麼原數就是9的倍數，可記為 $9 | 28458$ 。以下是一道關於整除的問題，條件看來挺多的，讀者也可以仔細思考一下。

問題：求大於2的最小正整數 n ，使得 $2 | n, 3 | n+1, 4 | n+2, \dots, 10 | n+8$ 。

答案：留意到由3開始， n 加上的數字只要加上2，就剛好和整除它的數字一樣，比如 $n+8, 8+2=10$ ，而 $10 | n+8$ 。那麼設 $n=m+2$ ，則有 $2 | m+2$ ，即 $2 | m$ ，又有 $3 | m+3$ ，即 $3 | m$ ，如此類推，直至 $10 | m+10$ ，即 $10 | m$ 。故此 m 是2, 3, 4, ..., 10的公倍數，那樣先求2, 3, 4, ..., 10的最小公倍數，就得2520。而 n 最小的情況，就是 m 為這個最小公倍數的情況，因此得 n 為2522。

上邊解題中的關鍵，都是要注意到被整除的數加上2之後，情況會大幅化簡。之後把 n 換成了 $m+2$ ，也順道用上了這個特性，從而發現 m 最小的時候，是2, 3, 4, ...之類的最小公倍數，然後就找到了最小的 n 。

也簡單提一提找最小公倍數的步驟，那些數由2至10，看來有9個數，但分解後質因數只有2、3、5和7，最大的次方分別為 3^2 、 2^1 和 1^1 ，這些都容易看到的，於是求最小公倍數就是 $2^3 \times 3^2 \times 5 \times 7 = 2520$ 。

看到這題解得那麼快，就要想一想，要是數字沒那麼好，加2之後沒什麼類似的情況，那又怎樣呢？那樣就麻煩了，會變出一大組同餘問題來。舉個簡單例子，求最小的正整數 n 使得 $6 | n+1, 5 | n+2, 4 | n+3$ ，那樣 n 就要除6餘5、除5餘3、除4餘1。

先找6和4的最小公倍數12， n 除以6餘5，則除以12時，餘數可以是5或11，而只有餘5的情況，符合除4餘1。再考慮 n 如何可以除12餘5、除5餘3，那可以由 $12+5=17$ 開始，看看

結果能否除5餘3，然後再每次加12，依次為29、41、53，試到53就知道是答案了。

這個做法還只是個易懂的解法，比較有系統的解法，就要用到中國剩餘定理了。

這裏可以看出，題目本身是一些把 n 除以一些數，各自有些餘數之類，但這次是略為變化後的一個特殊情況，所以有特殊而簡單的解法。

奧數裏的問題，有時就是在難題中找出特殊情況，令到解起來時有捷徑可用，從而增加趣味。比如有時解三元一次方程之類，係數之間就不時有特殊關係，可以有更快的方法，而不是按着平常的思路去解。

做題目時，找捷徑是一種趣味，問背後有什麼大問題是另一種趣味。當然，能看到較大的問題，懂一些有系統的解決方法，長遠來說能力會變強一點。

不過，好的工具，未必是有趣的，說到底還是令人有興趣，才可以做得長久，能力才會強起來。

● 張志基

簡介：奧校於1995年成立，為香港首間提供奧數培訓之註冊慈善機構(編號：91/4924)，每年均舉辦「香港小學數學奧林匹克比賽」，旨在發掘在數學方面有潛質的學生。學員有機會選拔成為香港代表隊，獲免費培訓並參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：www.hkmos.org。



● 幾位「綠得開心推廣大使」經培訓後向校內同學分享減碳心得。 作者供圖

校內體驗無冷氣 網上推廣新知識

綠得開心@校園

疫情以來，我們一直用塑膠防疫，以免接觸病毒，從而產生大量塑膠廢物。為了讓更多人了解何謂環保，我校幾位同學有幸參加了「綠得開心推廣大使計劃」，希望透過此身份向大眾推廣環保帶來的好處。

學校推廣方面，我校設立的環保教育組透過社交平台Instagram，向師生推廣了不少活動，尤其自疫情爆發以來，同學們大部分時間留在家中，沒有機會停下來看學校環保組織的壁報。

為了讓同學能在娛樂同時，接收不同的環保知識，我們會定時更新網上環保系列的知識。

透過更新每一期的「環保懶人包」，不但能為同學帶來新知識，更提醒同學們愛護地球、保護瀕危動物的重要性。

在社交平台上推廣環保，能把環保議題融入他們的生活之中，一舉兩得。而製作文化及環保專題系列，則為同學介紹不同的環保議題，提升同學對這些議題的關注度和了解，讓他們在生活中身體力行地實踐環保。

例如透過討論為何電車等公共交通工具比較環保，呼籲同學多乘坐公共交通工具，節省用電、避免空氣污染、減少碳排放等。

除了網上推廣，我校亦於不同方面響應環保，例如「無冷氣周」，各班級可以自願參加計劃，於不同課堂上以風扇代替冷氣機，讓他們漸漸培養出好習慣，從而減少釋放溫室氣體，減低全球暖化速度，節約能源，保護地球。

另外，我校參與的紮染工作坊，以生態文化為主題，鼓勵同學把舊衣物紮染重用，不但成品美觀，更減少浪費。為同學帶來樂趣的同時，亦能向同學推廣廢物利用。

社區活動推廣方面，參與的大使都在不同方面宣傳環保，例如由世界自然基金會舉行的《地球一小時2021》活動，藉屋邨辦事處張貼的通知，把活動介紹給家人和鄰居，呼籲他們參與其中。當然，節約能源不應局限於那一個小時，因此大使也積極推廣了不少環保習慣，例如盡量多使用毛巾代替紙巾擦手、減少使用洗衣機的次數等。

成為綠得開心推廣大使，同學於不同程度上收穫良多，其中最大的收穫是成功「感染」身邊人一起過綠色生活，齊齊守護我們的地球。經過不斷宣傳和推廣，眼身邊的親友都開始回收廢物，同學都充滿成就感，親友也意識到原來自己一直生產很多垃圾，於是開始減少網上購物、外出自備水瓶。

推廣環保不能紙上談兵，而是要身體力行，使更多人知道綠色生活帶來的好處，我們的下一代才會有一個更美好的環境生活。

● 藍田聖保祿中學

(港燈「綠得開心計劃」「綠得開心學校」之一，四位同學於2020年參加「綠得開心推廣大使計劃」。其中，陳筱柔、吳翠華及譚文慧同學獲選為「最傑出大使」。) 港燈綠得開心計劃，致力透過多元化活動，協助年輕一代及公眾人士培養良好的用電習慣，多認識可再生能源和實踐低碳生活，目前已有近五百多間全港中小學校加入「綠得開心」學校網絡。如欲加入一同學習和推動環保，歡迎致電3143 3727或登入www.hkelectric.com/happygreencampaign。