



少用永恒化學物 讓大自然得永恒

科學講堂

汽車冷氣系統中的冷凍劑、車身外殼的表面，以及汽車機器中的液壓機油，三者之間有什麼關係？這三種物料，原來都含有被稱為「永恒化學物」的PFAS這種化學品。PFAS究竟是什麼？它們又為什麼被說成是「永恒」？今次就和各位分享一下。

化學物遍布生活

一直以來，都有不少討論指塑膠過於「耐用」，難以分解，以致造成環境污染。不難想像，塑膠不會是唯一一種「耐用」的物料；PFAS，全名 per-and poly-fluoroalkyl substances，中文叫作「全氟/多氟烷基物質」，就是另一種如此的化學物。PFAS是一類化學品的總稱，包括了超過1.2萬種的化合物，已經被廣泛地應用於冷氣系統、煮食器具、醫療儀器、電池、飛機引擎、微型晶片等等生活的各個方面。

PFAS主要有三種類型。第一種是含氟界面活性劑 (fluorosurfactant)，而汽車機器中的液壓機油就是一個例子。這些含氟界面活性劑的化學結構，和肥皂、洗潔精有點兒相似：中央有一條由碳原子組成的主要骨幹，而這條骨幹的一大部分則被氟原子包圍着。碳原子與氟原子之間的化學鍵十分牢固，因而這種化學物相當耐用，能夠抵禦油脂和水分，亦不容易被分解。不過這條碳骨幹一端並不排斥水分，使得這種化合物也可以溶於水中。這些含氟界面活性劑就經常被加進汽車機器的液壓機油中，用以防止腐蝕。

含氟聚合物 (fluoropolymer)，是第二大類的PFAS，而用作易潔廚具材料的特氟龍 (Teflon) 就是一個知名的例子。顧名思義，含氟聚合物跟構成塑膠的聚合物有相似的結構，都有一條很長的中央骨幹，不過含氟聚合物的中央骨幹卻被氟原子包圍着。跟含氟界面活性劑一樣，碳原子與氟原子之間

牢固的化學鍵，讓特氟龍這種含氟聚合物變得堅固耐用，令廚具不易沾上食物。

含氟聚合物更被用作各種醫療儀器的塗層，使得醫用導管可以容易地滑進人體，醫用植入物可以更耐用。盛載藥物的容器內側亦可塗上含氟聚合物，避免藥物跟容器的物料出現化學作用。

第三類的PFAS，則是由碳原子與氟原子組成的碳氟化合物 (fluorocarbon)。這些碳氟化合物的分子較小較短，因此大多是氣體和液體。汽車冷氣系統中的冷凍劑，就屬於這一類。敏感的儀器 (例如數據中心中的伺服器)，也可以放進碳氟化合物去穩定溫度，避免變得過熱。

如前所述，PFAS是一類不容易分解的化學物，因而會長時間留在大自然中。不幸的是，科學家們慢慢擔心它們對環境的影響，因此正在研究減少使用它們的方案。比如一些含氟界面活性劑，已被發現會對人體健康帶來負面影響；PFOS (PFAS的一種) 曾經是去污劑中的關鍵成分，但被發現跟慢性腎病的風險增加有關，PFOS的使用現在因此受到限制。含氟聚合物像塑膠一樣耐用，因此讓人擔心會對大自然有相似的負擔 (塑膠對環境的污染，現在已令我們憂心不已)。至於碳氟化合物，一些是溫室氣體 (例如常用於汽車冷氣系統冷凍劑的R-134a)；另一些碳氟化合物不會令全球暖化加劇，但科學家們卻擔心它們長期累積在自然生態系統中的影響。



◆塑膠過於「耐用」，難以分解，以致造成環境污染。大家也對PFAS有相同的擔憂。資料圖片



◆用作易潔廚具材料的特氟龍 (Teflon) 就是一種含氟聚合物。網上圖片



◆用作汽車冷氣系統冷凍劑的R-134a就是一種碳氟化合物。網上圖片

小結

PFAS的情況和塑膠有點相似：兩者耐用的特性，讓它們廣泛地被應用於生活的方方面面；要減少它們的用量，自然不是易事。希望在不遠的未來，全球人類能夠團結一致，共同努力解決環境的問題。

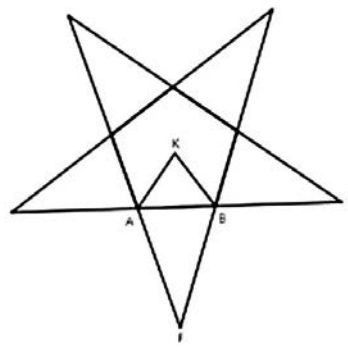
◆杜子航 教育工作者

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。

五邊形與五角星

奧數揭秘

這次談起一道面積比的問題，面積比的形式也有點特別。問題：將正五邊形各邊延長，得五角星。若五邊形與星形的面積之比為 $\sin \theta$ ，其中 $0 < \theta < 90^\circ$ ，求 θ 的值。



答案：設 K 為正五邊形的中心。

由對稱性，題目中的比 $\sin \theta$ 相等於 ΔKAB 和 $KAFB$ 的面積之比。在正五邊形中， $\angle KAB = \frac{(5-2) \times 180^\circ}{5} \times \frac{1}{2} = 54^\circ$ 。

另有 $\angle BAF = 180^\circ - 108^\circ = 72^\circ$ 。

留意到 $AF = \frac{1}{2} AB \times \frac{1}{\cos 72^\circ} = \frac{AB}{2 \cos 72^\circ}$ ，則有

$$\sin \theta = \frac{\frac{1}{2} AK \times AB \sin 54^\circ}{2 \times \frac{1}{2} AK \times AF \sin (54^\circ + 72^\circ)} = \frac{\sin 54^\circ \cos 72^\circ}{\sin 126^\circ} = \frac{\sin 54^\circ \sin 18^\circ}{\sin 54^\circ} = \sin 18^\circ$$

因此 $\theta = 18^\circ$

解題過程中，先把五邊形和五角星面積之比，化成一部分的三角形與四邊形之比，之後用上了面積公式，當中也要找找那些夾角，而計算中各邊的長度又約去了，然後在三角函數的化簡中，就找到了相關的角。

開始時可能有個疑惑，就是那個究竟是圖中哪個角？若果思路就糾纏在這裏，設這個那個角是，可能就用了些時間，走不出來。

又若果沒用上三角形與四邊形的比，而是整個五邊形和星形的面積來找公式的話，那樣可能會設了其他未知數，或者用上了各式各樣的邊做計算，那樣約簡起來，未必那麼方便。

這裏用上了對稱性，然後用上了兩個小部分的面積比，是故意的，因為預見到用上面積公式 $A = \frac{1}{2} ab \sin C$ 時，至少那個 AK 是重複了，在取比例之中會約去，變得簡單些。之後又見到 AB 跟 AF 可連上關係，也容易約去了。

最後用上了公式，配合一些繁分數的運算技巧，以及三角函數的基本性質，就找到了 θ 。

題目一開始談起面積比，看來結果有個三角函數，好像是複雜的，要是純粹要求計個數出來，會不會更簡單？這也不見得，若果沒提起那個比，可以最終只剩一個三角函數的樣子，可能解題起來，不知設了什麼長度角度作未知數，解出了一大串的算式，三五個項，也不知道原來相等於一個簡單的三角函數。原本以為是麻煩的東西，竟然相反是個好提示來，初時未必看得到。

這題解起來，若果對於面積相關的結果比較熟悉，解起來大致有點方向感，知道找一小部分做起比較易，那就挺快做到的。數學競賽題有時也在訓練這些，也就是在一些看來有點陌生的問題中，表面上做法有許多可能，但解起來時，若果經驗夠豐富，往往可以有些模糊的方向，大概知道怎樣簡單一點。

在課內的數學裏，讀到可以考試拿個八九十分，想再做好些，心態也多少要有點成長。比如要知道，考試最後那十多分，要拿起來，付出的時間和心思要比較多，分數提升起來，同樣是多十分，由六十升到七十，跟由九十升到一百，是兩回事。到了學數學競賽題，付出的心思和時間，又更不成比例。

有時學生成績開始進步了，心態上還是想找公式，找題型，找個技巧用幾下，成績就會好，那只是足夠考試合格的讀書方法。面對競賽題，做起來，還是先下了功夫，多做題目，別要太早求速效或很快就有成績，那才是個比較好的心態。

「科技之眼」破「盲點」 視障人士路路通



◆各類無障礙基礎設施的應用與普及，對於視障人士的出行具重要意義。圖為視障人士出行。資料圖片

智為未來

眼睛是人類最重要的感知器官之一，可惜有許多人因為先天或後天等各種原因導致失明。各類無障礙基礎設施的應用與普及，對於提升視障人士日常生活的便利性和舒適度具有重要意義。然而，視障人士出行的細節問題仍是一大難題。

以導盲杖和導盲犬為例，其探測範圍僅局限於視障人士腳下的情況，無法對周邊障礙物進行全方位的探測。不論是居家環境中各類的易碎物品和懸空式儲物櫃，戶外的欄杆和樹枝，抑或是在商場的擺設等，均為視障人士的出行帶來很大的安全隱患，甚至生命危險。因此愈來愈多的科技公司都加入研發智能避障設備，讓視障人士更易融入日常社會生活。

電腦視覺作為人工智能 (AI) 技術的一個領域，在此類避障設備的研發中發

揮重要作用。首先，透過標記大量物品和人類的照片作為數據訓練集，並使用深度學習演算法訓練電腦視覺模型，以識別不同物品和場景。在實際應用中，透過視障人士佩戴的可穿戴設備，模型能夠根據視障人士行走時捕捉的圖像進行物體識別，當接近潛在障礙物和威脅時作出提醒，如指示牌、信號指示燈、特殊狀況 (道路施工作業) 等。設備會將識別信號上傳至雲端供模型處理，並將處理後的信息回傳至避障設備，協助視障人士進行路線導航，從而實現全方位避障。隨著活動場所和物體類型的複雜性以及參與社會活動的多樣性，此項技術也對電腦視覺的模型算法有更高的要求。

面對龐大的視障群體，人們將繼續推進無障礙基礎設施的普及，利用AI促進社會裨益。相信隨著AI技術的迭代發展，導盲產品的智能避障效能能進一步提高，並降低開發成本，透過「科技之眼」幫助他們迎接光明。

聯合主辦：香港中文大學 The Chinese University of Hong Kong 工程學院及教育學院

捐助機構：香港賽馬會 慈善信託基金

◆中大賽馬會「智」為未來計劃 <https://cuhkjc-aifortfuture.hk/> 由香港賽馬會慈善信託基金捐助，香港中文大學工程學院及教育學院聯合主辦，旨在透過建構可持續的AI教育生態系統將AI帶入主流教育。通過獨有且內容全面的AI課程、創新AI學習套件、建立教師網絡並提供AI教學增值，計劃將為香港的科技教育寫下新一頁。

香港數學奧林匹克學校 Hong Kong Mathematical Olympiad School

◆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。