

# 通訊「雜音」暗藏宇宙洪荒密碼

## 科學講堂 逢星期三見報

「天地玄黃，宇宙洪荒。」宇宙初始的時候，究竟是什麼樣子的呢？這真不是一個容易回答的問題。不過很久以前跟大家分享過宇宙大爆炸理論，反映出我們對宇宙初始狀態其實是有一定認識的。今天就和大家介紹「宇宙微波背景輻射 (Cosmic Microwave Background Radiation)」：這些充斥於天空各個角落、已經被我們精準量度的輻射，經常被科學家們戲稱為最接近宇宙初開的面貌。

### 雜音充斥各角落

不知道大家有沒有聽過這個「宇宙微波背景輻射」是如何被發現的呢？在上世紀60年代，美國貝爾實驗室 (Bell Laboratories) 的彭齊亞斯 (Arno Penzias) 和威爾遜 (Robert Wilson) 一直致力開發準確的通訊系統，但是不管他們如何努力，當利用他們的系統通訊的時候，天線總是會收到一些不明的「雜音」。

理論上來說，鴿子的排泄物也會影響電波通訊，因此彭齊亞斯及威爾遜甚至不厭其煩地派人將天線上的排泄物清理乾淨。儘管如此，這些「雜音」還是「抹之不去」，而且這些「雜音」不會因為他們將天線指向天空的哪一個方向而特別變強或變弱，因此，看來也不是來自於某一個星體或者其他人造的來源。這些「雜音」究竟是怎麼來的呢？

普林斯頓大學的幾位科學家，包括迪克 (Robert Dicke)、皮布爾斯 (Jim Peebles)、威爾金森 (David Wilkinson)，正好在尋找這種充斥於天空各個角落的電波。早在上世紀40年代，科學家們已經在預測宇宙大爆炸的其中一個後果，就是這種高度平均地佈滿天空的電波。彭齊亞斯、威爾遜及普林斯頓大學的幾位科學家在討論過後，一致認同他們測度到的這種電波，就是宇宙大爆炸的結果。

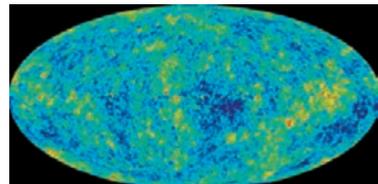
彭齊亞斯及威爾遜開發的通訊系統並不是有問題；反而是這個系統十分精確，再加上他們努力地將其他的雜音來源掃除，因而最終能夠把這個「宇宙微波背景輻射」找出來。因為這個發現，彭齊亞斯和威爾遜得到了1978年的諾貝爾物理獎。



水到了冰點就會凝結成冰；同樣道理，隨着宇宙在慢慢冷卻，物質也會逐漸變回我們比較熟悉的形態。



彭齊亞斯和威爾遜用來發現宇宙微波背景輻射的天線。



宇宙微波背景輻射。

### 由不透光變透明

這個「宇宙微波背景輻射」，跟宇宙大爆炸究竟有什麼關係呢？大家想像在宇宙大爆炸的一刻，整個宇宙的物質都是集中在極小的空間中，因此溫度極高，高得足以把物質都熔化掉，不再是它們一貫的形態了：物質不單不是以原子的形態而存在，甚至連原子核中的質子和中子也早已被熔化掉了。

不過，不用擔心，宇宙其後一直在膨脹，也就是說能量被分散到越來越大的空間中，因此宇宙的溫度會逐漸下降。正如水到了冰點就會凝結成冰一樣，隨着宇宙在慢慢冷卻，物質也會逐漸變回我們比較熟悉的形態：質子和中子會慢慢形成，再

組成原子核；然後帶正電荷的原子核會和帶負電荷的電子「重聚」，變回原子。這個重新組成原子的步驟其實至為重要，當帶正電荷的原子核和帶負電荷的電子分開的時候，它們各自的電荷會嚴重阻礙電波通過，因此我們可以說，這個時候的宇宙是不透光的。

然而，當原子核與電子「重聚」以後，他們所組成的原子不再帶電荷，因此電波能夠暢通無阻了。我們可以說，宇宙在相對短時間內由不透光變成透明：從這個宇宙初始時刻出發，一直跑過透明的宇宙，到現在被我們測度到的電波，就是「宇宙微波背景輻射」了。

### 小結

「宇宙微波背景輻射」的發現，聽起來好像有點「無插柳」。不過「幸運女神總是眷顧有準備的人」：如果沒有彭齊亞斯和威爾遜對準確量度的堅持，以及多位學者在理論層面的理解，這樣重大的發現，也只會是和我們擦身而過。

張文彥博士 香港大學理學院講師  
短暫任職見習土木工程師後，決定追隨對科學的興趣，在加拿大多倫多大學取得理學士及哲學博士學位，修讀理論粒子物理。現任香港大學理學院講師，教授基礎科學及通識課程，不時參與科學普及與知識交流活動。

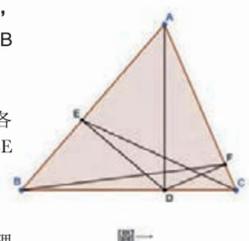
## 幾何與猜想

### 奧數揭秘

逢星期三見報

近來計數的時候，發現有道題目有點難，在電腦用上幾何畫板，去猜想一番，才做到了。今天也分享一下，當中主要的部分，大概就是這個問題。

問題 在銳角 $\triangle ABC$ 中， $AD$ 是 $BC$ 上的高，且 $D$ 在 $BC$ 上，過 $D$ 點分別作垂直線 $DE$ 及 $DF$ ，其中 $E$ 和 $F$ 分別在 $AB$ 及 $AC$ 之上（如圖一）。已知 $\angle ABF=40^\circ$ ，求 $\angle ACE$ 。



答案 由 $AD$ 、 $DE$ 和 $DF$ 都是垂直線，得知 $AD$ 左右兩邊各有一組相似三角形，也就是 $\triangle ABD \sim \triangle ADE \sim \triangle DBE$ 及 $\triangle ACD \sim \triangle ADF \sim \triangle DCF$ 。  
以下嘗試證明 $\triangle ABF \sim \triangle ACE$ 。  
考慮對應邊，則有 $\frac{AB}{AD} = \frac{AD}{AE}$ 及 $\frac{AC}{AD} = \frac{AD}{AF}$ 。兩式整理後，得 $AB \cdot AE = AD^2 = AC \cdot AF$ ，即 $\frac{AB}{AC} = \frac{AF}{AE}$ 。再由 $\angle A$ 為公共角，得知 $\triangle ABF \sim \triangle ACE$ 。  
由對應角得知 $\angle ABF = \angle ACE$ ，因此 $\angle ACE = 40^\circ$ 。

原本的問題是求角度，不過在探索的過程中，發現了 $\triangle ABF \sim \triangle ACE$ 這個比較普遍的結果，當中的關係也頗隱秘，用上了 $AD$ 兩邊的相似三角形，再要在對應邊的比上，組織一下才看得到。

幾何的問題，一旦出現了數字，問題可能會難了一截，因為那個結論可能是建基於一些數字上的關係，那就隱秘了很多。要是純粹幾何的關係，推論時用上定理和各樣定義，也就能探索出好些資料。

做這道題目時我是在電腦上做，用上幾何畫板當然是方便的，不過沒有電腦時怎樣呢？用紙和筆不可以幫助處理一些猜想呢？也可以的，不過多少要有點方法，也要有點文具才行，例如三角尺和量角器。要是題目裡，想考慮一下兩角的大小關係，或者是兩邊相等，那麼畫一幅正常的圖，和另一幅比較特殊的圖，互相比較一下，也會有一點線索。

例如好像圖二那樣，將 $D$ 和 $F$ 不斷逼近 $C$ 點，那麼 $\triangle ABC$ 就越來越接近一個直角三角形。而 $\triangle ABF$ 就越來越像 $\triangle$

$ABC$ ，另外 $D$ 和 $C$ 又接近重合，於是 $CE$ 就越來越似會垂直於 $AB$ 。那樣由極端情況看來， $\triangle ABF$ 會看來相似於 $\triangle ACE$ 。

當然猜想歸猜想，還得要證明的，只是用上了極端情況，猜想出來的結論還是顯得合理，那繼續嘗試證明這個猜想，也會多了動力。

關於作圖，簡言之是若果按着題意，按比例作兩三個不同的圖的話，那麼猜想起什麼相似三角形，線段比之類的，也多了參考。若是兩個三角形本身不相似，那麼不難在幾個圖之間，看出例外，沒那麼容易有巧合的情況。

為什麼不斷講猜想呢？因為做幾何題，其中一個重點就是要有一些較合理的猜想。事實上面對一道幾何題，就是有豐富經驗的人，看着也不會一看就通，一看就知答案。在嘗試和猜想之間，之所以能嘗試下去，除了是毅力的表現外，能作出較合理的猜想是很重要的。太荒謬的猜想花了時間，也就太可惜了，比起多作一兩個圖，花的時間是不能比較的。

幾何的難，在課程內的數學裡，若是做着關於圓形的難題，也多少會感受到。到了奧數，開始要作兩三條輔助線，就看到了另一層的難處。難度是有不少，不過趣味也在其中。

張志基

簡介：香港首間提供奧數培訓之教育機構，每年舉辦奧數比賽，並積極開辦不同類型的奧數培訓課程。學員有機會獲選拔成為香港代表隊，參加海內外重要大賽。詳情可瀏覽：[www.hkmos.org](http://www.hkmos.org)。



## 紅閃威脅大 地勤避一避

### 氣象萬千

星期三見報

機場平均每年有近五十次紅色閃電警告，就是說地面工作均要暫停，也不能運送行李。

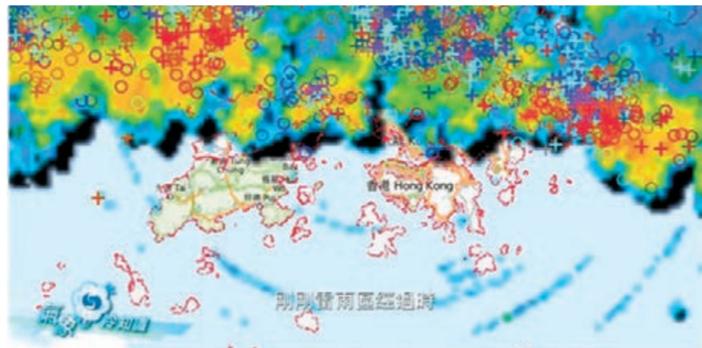
雷達圖顯示，赤鱘角上空剛好有雷雨區，範圍還不小，雨區行動很緩慢。閃電定位系統得出的數據顯示，雷雨區經過時，過去一小時，廣東省錄得超過二百次閃電，這片雷雨區一直往南移，到達赤鱘角上空，這裡便不斷閃電。

為了保障地勤工作安全，只要天文台的閃電探測系統記錄到或臨近預報系統預測到機場一公里範圍內有電對地閃電，天文台就會通知機管局，發出紅色閃電警告。

不單行車，入油、裝卸貨物、餐飲均要停止，連停在客運大樓外的飛機，也不能起飛，因為飛機不能後退，停泊在停機坪時，要靠別的車輛推動。

紅閃時，停機坪既空曠，機尾又尖又高，還是金屬外殼，若地勤人員繼續工作，就有風險會被閃電擊中。

黃色閃電警告代表機場範圍十公里內記



機場一公里範圍內有電對地閃電，天文台便會發出紅色閃電警告。

錄到或五公里範圍內預測有雲對地閃電，雷雨區逐漸離開，應該很快就會轉為黃閃。

黃色閃電警告生效期間，機場非必要工作一樣要暫停，例如不可以維修飛機，不過行李運輸應該還可以。

紅閃警告時間平均為15分鐘，但也曾試過維持一個多小時。

簡介：本欄以天文台的網上氣象節目《氣象冷知識》向讀者簡介有趣的天氣現象。詳情可瀏覽天文台YouTube專頁：<https://www.youtube.com/user/hkweather>。



## 反覆加熱過的油為什麼不宜食用？

反覆加熱過的油會產生飽和與不飽和醛酮類、多環芳烴、反式脂肪酸等，影響身體健康。

### 有問有答

隔星期三見報

諸如炸油條、炸薯條的油鍋裡的油，如果不及時更換，那就成了醬油般顏色的老油。老油不宜食用，是因為食用油



在反覆加熱的過程中，發生了一系列的化學變化，產生了許多不利於人體健康的化合物。

食用油的化學成分，主要就是甘油三酯。甘油三酯水解後變成甘油（約10%）和脂肪酸（約90%）。

在油炸時，食用油的溫度升到 $180^\circ\text{C}$ ~ $200^\circ\text{C}$ ，在高溫之下，食用油就會發生「劣變」：

- 發生氧化反應**  
產生許多揮發性物質，包括飽和與不飽和醛酮類、多環芳烴等，其中很多是揮發性有毒物質。特別是丙烯醛，是油煙中最危險的導致肺癌的誘發物。
- 發生水解反應**  
被煎炸食品在高溫中釋放出水，促使食用油水解，產生脂肪酸，使食用油很快就酸敗變質。
- 發生異構化反應**  
在高溫下，食用油中順式脂肪酸異構化為反式脂肪酸。反式脂肪酸進入人體，會導致肥胖、心臟病、糖尿病、老

年痴呆等慢性病。正因為這樣，反覆加熱過的老油不宜再用，更不能食用。

### 用地溝油飛上天

荷蘭皇家航空公司採用「加氣可再生飛行燃料」技術加工地溝油，使地溝油變成航空燃油。從2011年9月開始，荷蘭皇家航空公司在阿姆斯特丹至巴黎航線上使用地溝油燃油，形成一條「綠色飛行通道」。荷蘭皇家航空公司稱，航空公司無須對飛機引擎做任何改動，就可以使用地溝油燃油。

2012年3月，中國民用航空局宣佈，正式受理中國石化研發地溝油航空燃油的申請。

《十萬個為甚麼 (新視野版) 化學I》

