

黑洞不黑「剪影」顯形

科學講堂

今年4月，一個由許多天文學家組成的研究團隊發表了他們令舉世震驚的成果：他們為「無影無蹤」的黑洞拍了一張照片。不過不知大家有沒有想過，假如黑洞是黑色的，我們又如何為它們拍照？這一次的「照片」，嚴格來說，可以叫作一張「剪影」：藉由黑洞附近氣體所發出的光芒，去顯示出黑洞的形狀，就像我們站在光源之前拍照一樣。縱然如此，各位有否聽說過黑洞可能並不是完全黑暗，而是會發出輻射？這個「黑洞非黑」的想法，源於著名英國物理學家霍金，而他亦在其科普著作《時間簡史》中談論過。

不確定定理 空無一物又有能量

每個黑洞不是都有一個叫作事件視界（event horizon）的邊界，而所有跨過了這個界限的東西都無法離開這個黑洞嗎？倘若如此，為什麼黑洞又能發出輻射？要理解這些從黑洞來的「霍金輻射」，我們可能先需要一些量子物理的概念。

量子物理中有一個很有名卻也很令人迷惘的定理：不確定定理。這個不確定定理，基本上是告訴我們，在極微小的世界裡，我們不能夠很準確地知道一件物件的所有特質：最常見的演繹，就是我們無法同時精確地知道一件物品的位置和它的移動速度。

這個定理的一個結果，就是我們以為十分寧靜的空間，其實並不寧靜：這個不確定定理，容許本來空無一物的空間，能夠多一丁點兒額外的能量，不過大前提是這樣的額外能量不能夠維持太久。因此空間能夠利用這些額外的能量產生一些粒子和它們的相反粒子；不過在短暫的時間內，

這些「憑空而來」的粒子和反粒子又會重新互相抵消，回復本來的「虛無」。

為此，在量子理論的角度之下，看似空空蕩蕩的空間之中，其實不停地有粒子和反粒子在生成及消失，一點兒也不寧靜。



■每個黑洞都有一個叫作事件視界的邊界，而所有跨過了這個界限的東西都無法離開這個黑洞。網上圖片



■今年4月，一個由許多天文學家組成的研究團隊發表了他們為黑洞拍攝的照片。網上圖片



■有溫度的物品，會發出輻射。圖為人類會發出的紅外線輻射。網上圖片

黑洞有溫度 最高仍極冷

量子理論之下如此活躍的空間，跟黑洞的輻射又有何關係？試想想在黑洞事件視界附近所生成的粒子及反粒子：它們其中的一些可能會跨過這個事件視界，掉進黑洞中不再回來了，因而無法跟本來一起生成的粒子再重聚而互相抵消。

在我們這些距離黑洞很遠的觀眾看

來，就會見到粒子從黑洞方向「飛」過來，也就是黑洞發出的輻射了。根據這個理論，霍金更預測黑洞的質量會因為這些輻射而慢慢下降，到最後整個黑洞更會完全蒸發掉，不再存在了。

霍金猜想的這種輻射，為什麼好像還未觀測到？有溫度的物品，會發出輻射；反過來說，會發出輻射的黑洞，我

們也可以想像它們擁有某種溫度。理論上來說，黑洞的質量愈大，它的這種溫度就愈低。較高的溫度自然較容易觀察，因此我們應該留意質量小的黑洞。不過就算是最小的黑洞，也跟太陽的質量差不多；這樣的黑洞的溫度，也只是絕對零度以上大約一千萬分之一度，自然極難量度。

■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。

塞瓦定理

奧數揭秘

中學幾何裡，有些定理是奧數裡會談到，但課程內沒有的，比如以下的塞瓦定理。

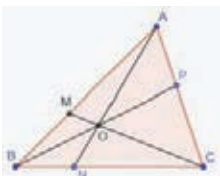
塞瓦定理：如圖一，設O為△ABC內任意一點，AO，BO及CO分別交對邊於N、P及M，則

$$\frac{AM}{MB} \cdot \frac{BN}{NC} \cdot \frac{CP}{PA} = 1$$

簡言之就是一個三角形裡，若是以三個頂點向對邊連線的話，若果三線共點，那樣由其中一個頂點開始，沿着周界繞一圈，那6條小線段是有一些比例的關係。

這條定理在奧數裡是挺出名的，事實上，雖然課程內不會提到，但部分的教科書裡，也會在一些附錄部分談到。證明方面，在網上也是容易找到的，就不在這裡詳述了。

出名的原因很容易理解，因為它是一個普遍的三角形內的線段比的關係，背景只需要是一個三角形及內部其中一點就行，情景很常見，很易知道它應用範圍很廣泛。以下分享一道關於塞瓦定理的問題。



圖一

問題 在圖二中，△ABC裡，D是BC的中點。AD交BG於F，延長CF交AB於E。求證：EG // BC。

答案 以下先嘗試證明△AEG ~ △ABC，方向是證明兩組對應邊比例一樣，而且夾角相等。

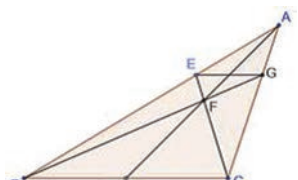
已知AD、BG與CE相交於F，由塞瓦定理得知 $\frac{AE}{EB} \cdot \frac{BD}{DC} \cdot \frac{CG}{GA} = 1$ 。因D為中點，即 $\frac{BD}{DC} = 1$ 。

$$\frac{BD}{DC} \cdot \frac{CG}{GA} = 1. \text{ 因D為中點，即 } \frac{BD}{DC} = 1.$$

故此 $\frac{CG}{GA} = \frac{EB}{AE}$ 。若等號兩邊加上1，則求得 $\frac{CA}{GA} = \frac{BA}{EA}$ ，即得到兩組對應邊比例一樣的結果。

由於∠A為公共角，因此△AEG ~ △ABC。

因為△AEG ~ △ABC，所以∠AEG = ∠ABC，故此EG // BC。



圖二

解題的關鍵，大概都是預見到△AEG和△ABC有相似關係，然後由相似關係可得出平行線的條件。

解幾何題的時候，初時會按着幾條定理，做一些較直接的應用，務求驗證自己的理解是否正確。然後在逐漸複雜的情景中，定理的應用就變得多元化一點，也開始有些奇特的用法。解多了，基本的題型也就有了基礎，然後就可以談解題策略。

比如剛才談到三角形相似的關係，在初學時，往往是逐個原因寫出來，去說明三角形如何相似。到了知道如何證明相似之後，在策略的層次上看來，就只需要說出想證明的兩個三角形，就指出了思路。當然，在考試或比賽時難免還是要寫上細

節，但思考和溝通的時候，談策略而忽略細節，就可以加快速度。

較有解題經驗的人，在解幾何題時，思考是一個一個策略地發展，而不是一行接一行，好像寫書那樣的。

當然每個策略要詳細寫出細節，還是做得到的，但思想上是一堆關係接着一堆關係，整個策略只有方向性，而不是那麼多具體細節。

當然，若果還在初學階段，多在書寫細節之中，培養出結實的基礎，是好的，否則談策略就真個空泛了。要是在大量解難經驗之後，知道基礎已經夠穩固，那樣在策略的層次上思考，就有益得多了。

■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。



氣象萬千

為什麼天氣預測到，地震又預測不到呢？

如果有人說可以「預測地震」，我們會期望他可以明確地預測到地震發生的時間、地點和震級，有人嘗試研究地震發生之前會不會有什麼先兆，例如生物的異常行為、地下水位變化等。

雖然有時的確會在地震發生前見到這些現象，但相反亦有很多時候這些現象發生後都沒有地震，亦不是每次地震發生前都會出現這些現象，有很多其他自然或是人為的原因，都有機會引起

這些現象。所以當觀測到這些現象時，其實沒有辦法確定是不是地震的先兆，以現今的科技，就算是專業機構，都難以準確預測地震。

任何科學理論都必須經得起重複印證，偶然所謂「成功」的案例，只可以作為個別例子，不可以作為科學理論。

世界大部分的強烈地震都發生在地殼板塊邊緣，香港位於歐亞板塊內，而並非處於板塊邊緣，著名的環太平洋地震帶位於歐亞、太平洋和菲律賓板塊的邊界，並貫穿日本、台灣和菲律賓。

香港距離這條活躍地震帶甚遠，發生大地震的機會很微。



■至今仍無法準確預測地震何時發生。視頻截圖

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>。



設備提升技能 分享培養態度

科技暢想

學界推動STEM兩年有多，不少學校本年考慮將校舍部分房間重新設計成STEM Lab或Maker Space（創客空間），從而配合學校的STEM發展。其中一個主要原因當然是政府於去年提出，透過優質教育基金的公帑資助計劃，可用作有關用途所致。

其實早於2003年至2004年，當學界推動電子學習及21世紀學習技能時，已有不少學校考慮到現時教室設計的限制，只適用於授課而不便於協作或創作性的活動，故落成了不少未來教室。

至2016年教育局提供STEM撥款後，也有學校率先重建部分教室為STEM Lab，並加入不少科技元素。

綜觀早期的STEM Lab設計，不少都是以製作為主題，並安裝很多如3D打印機及機械人等配備，硬件配套雖然新穎，卻忽略了學生學習及創作的整體需要。有效的學習空間除提供工具以外，應能提升學生的學習動機和創作空間，有些學校設計時刻意將房間劃分為創作區、協作討論區、製作區及測試區域等，並參考一些博物館或科學館的做



■不少學校本年已將校舍部分房間重新設計成STEM Lab或Maker Space。作者供圖

法，定期分享最新科技資訊，不單着重設備，更着重如何構建創新的氛圍，提升學生學習興趣。

教育局在推動STEM及創客教育時，都會提及要從知識、技能及態度三方面發展，安裝新穎設備固然能提升學生相關的技能，若能考慮整個環境，加入適當的創科主題內容及分享，便能更有效培養知識及態度方面的發展。

■梁子雲

簡介：本會培育科普人才，提高各界對科技創意應用的認識，為香港青年人提供更多機會參與國際性及大中華地區的科技創意活動，詳情可瀏覽www.hknetea.org。

