

# 銀河系如「飚飚轉」 暗物質是「拉環」

## 科學講堂

宇宙中的物質，原來大部分都不是我們日常所見的物料，而是所謂的「黑暗物質」。這些「黑暗物質」究竟是什麼？它們會否是「原初黑洞」？今天就和大家探討一下。

### 黑洞是暗物質嗎？

先簡單介紹一下「暗物質」(dark matter)。我們身處的銀河系中有無數星體，都在圍繞中心旋轉，想像我們身處一個很快的「飚飚轉」之中，為了不因為太高的速度而飛離這個「飚飚轉」，必需有足夠的力量把我們拉向中心。銀河系、宇宙的場景中沒有實質的拉環拉住星體，只能夠依賴物質之間的萬有引力。如此一來問題就出現了：我們可觀測到的物質，似乎並不足以維持整個銀河系以如此高的速度自轉。

不過，銀河系的旋轉是不可否認的事實，科學家就唯有推斷，銀河系、宇宙中還有許多不會發光、我們看不見的「暗物質」發揮着拉環的作用。

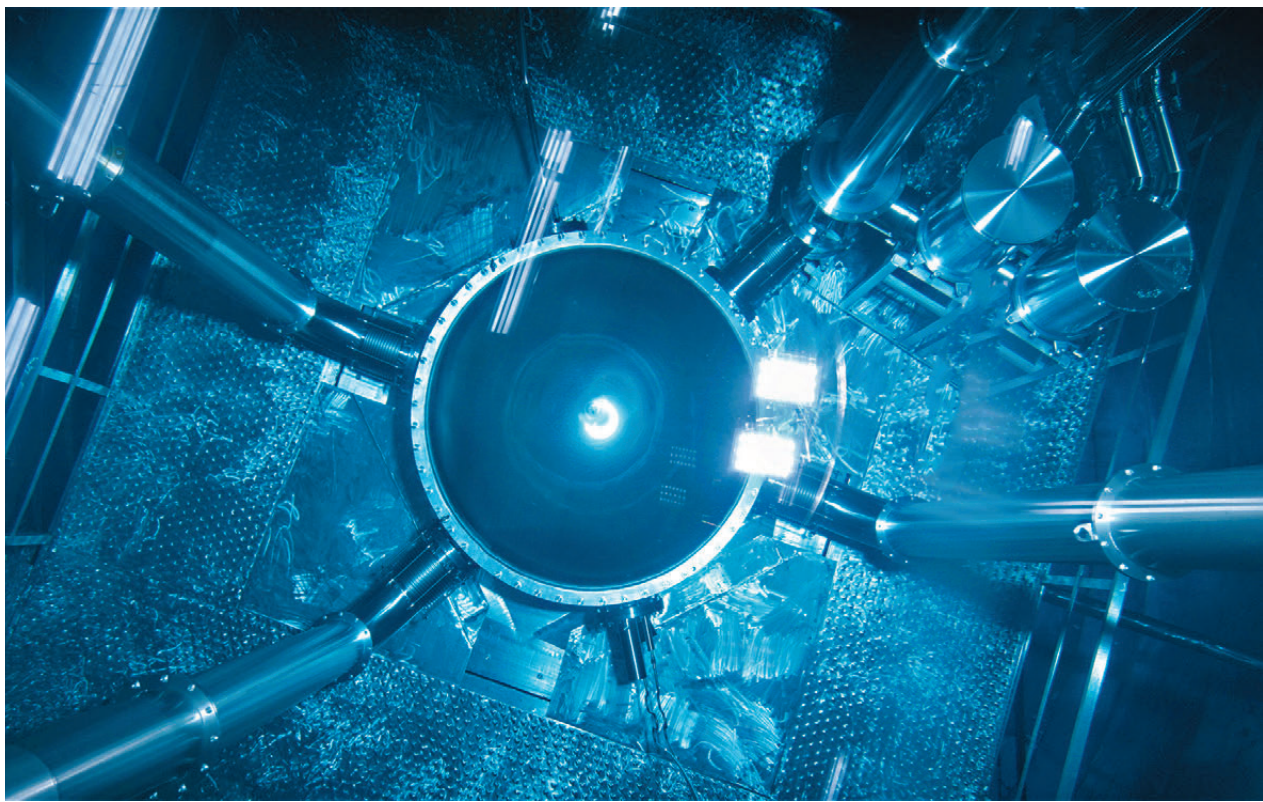
我們也許聽說過，天文學中的另一種與黑暗有關的物體：黑洞。黑洞是質量大的星體的最後階段，當它們內部的氫氣用完，便無法繼續進行核聚變以產生能量來支撐星體的重量，因而就會向中心崩塌，成為黑洞。黑洞之所以「黑」，是因為它的密度極高，相關的萬有引力場極大，以致光線也無法「逃脫」。黑洞因此顯得黑暗，難以直接觀察。

那麼，黑洞會否是暗物質的主要成分？答案基本是否定的，除了一個例外：科學家一直在密切研究較輕的元素(例如氫、鋰)如何在宇宙的初期形成，又監察來自大爆炸的輻射如何在宇宙中擴散。這些過程都受暗物質影響，最終幫助科學家反推出宇宙中暗物質的密度，發現其是我們日常所見物料密度的5倍！這也代表由正常物質組成的黑洞，不太可能是暗物質。不過，這當中有一個盲點，有一些黑洞被稱為「原初黑洞 (primordial black hole)」，它們在宇宙初期、各種元素還未組成的時候就已存在，因此不受剛剛提到的規範所限，有可能是暗物質的「真正面目」。

這個猜想可以通過測試驗證嗎？根據愛因斯坦的廣義相對論，光線會受萬有引力影響而以彎曲的路徑行進，因此當一個原初黑洞在我們和星體之間經過，這個黑洞就好像一片放大鏡，把原來不會被我們看到的星光也聚焦到我們的視野之中，因而在感覺上，這顆星體好像突然變亮了。

光學重力透鏡實驗 (Optical Gravitational Lensing Experiment, 簡稱 OGLE)，就是這樣的一個實驗。實驗團隊在過去20年觀察了大麥哲倫星系 (Large Magellanic Cloud) 中數千萬顆星星，共記錄到13次星體突然變亮的現象。

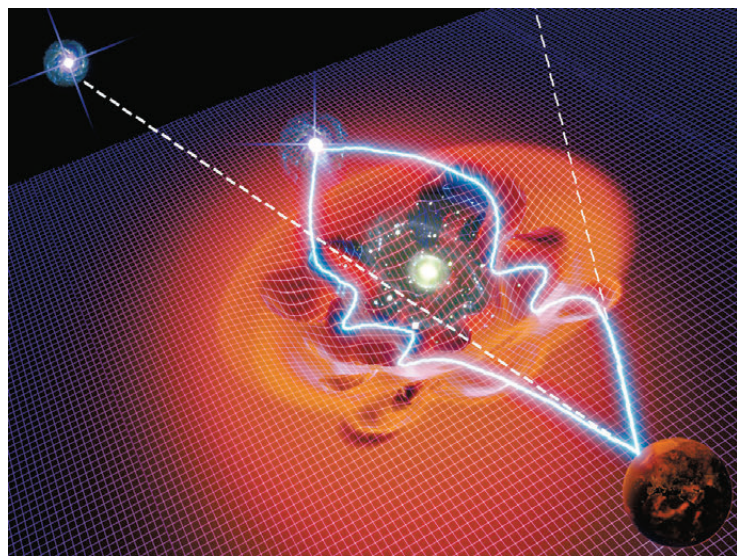
根據這些數據，可以進一步推算出原初黑洞在宇宙中的數量，假設個別原初黑洞的質量各有不同(可能小至太陽質量的萬分之一，大至太陽質量的八百多倍)，縱然把如此廣闊質量範圍的原初黑洞加起來，它們也只能是所有暗物質的十分之一。



●四川的錦屏大設施位於地下2,400米處，總容積33萬立方米，是我國開展暗物質研究的絕佳場所。資料圖片



▲圖為科學家繪製出的銀河系結構圖。資料圖片



▶圖為星系周圍不同形式的暗物質產生的光滑時空與褶皺時空的圖示。資料圖片

### 小結

我們原本猜測，原初黑洞很可能就是暗物質的真正面目，現在看來卻是不太可能了。不過，科學家還沒有完全排除這個可能性：極重或較輕的原初黑洞，仍有可能是暗物質的主要成分。在揭開暗物質神秘面紗這個課題上，我們還有很長的路要走。

●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。

## 數學算式之美 在於內外兼備

### 奧數揭秘

問題：已知 $a > b > c > 0$ ，其中 $a, b$ 和 $c$ 皆為雙數，滿足 $a^3 + b^3 + c^3 = 2248$ 。求 $a + b + c$ 。

答案：由於三數皆是雙數，把 $a, b$ 和 $c$ 分別設為 $2m, 2n$ 和 $2p$ ，其中 $m, n$ 和 $p$ 皆為正整數。然後代入算式，得 $(2m)^3 + (2n)^3 + (2p)^3 = 2248$ ，化簡得 $m^3 + n^3 + p^3 = 281$ 。由於 $m$ 最大，而剛好小於281的立方數是 $216 = 6^3$ ，等號兩方減去216，得 $n^3 + p^3 = 65$ ，又看到剛好小於65的立方數是 $64 = 4^3$ ，那就看出 $m, n$ 和 $p$ ，分別是6、4和1，從而 $a, b$ 和 $c$ 分別為12、8和2，故此 $a + b + c = 12 + 8 + 2 = 22$ 。留意這裏沒有其他解，因為若果 $m$ 為6時， $n^3 + p^3 = 65$ ，易驗算得只有一組解。若果 $m$ 不是6，立方和最大為 $5^3 + 4^3 + 3^3 = 216 < 281$ 。

解題時先利用未知數為雙數的特性，將未知數全新表示後化簡，得到數字較小的方程。之後由剛好小於等號右方的數開始檢查，依次找到三個數，最後考慮到若最大數取較小的值時，其立方和無法等於右方的數，故此答案唯一。

開始做題後若果沒有先去化簡至較小的形式，在開始的立方和為2248的情境下，想要試算各個立方和，得出的各個數就大得多了，討論情況較為複雜；而把立方和變為281，試算就變得容易了，但還是要確定答案是否唯一。

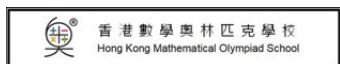
大致而言，確定唯一性是有跡可尋的，因為未知數都是由大至小的順序排列，最大數變小時，立方和也會變得很小，而且立方和只是281，這個數以下的立方數是很少的，即使全部試出來也較為容易。

以競賽題目的水平來說，這道題在一些較高層次的競賽上也可以作為入門題目，不過要附加證明才算是比較高層次，不然若只是計算題的話，說不定剛巧試對了數字就當作答案了，可能會忽略了答案唯一性的考慮。

題解裏的最後一行算式其實很優美， $3^3 + 4^3 + 5^3 = 6^3$ ，剛好是四個連續數，而且各數的次方相同，這個看來很有數學的美感。類似的情況還有畢氏定理時，經常看到的 $3^2 + 4^2 = 5^2$ 。等號兩邊有各個項相加，而各項的次方相同，這個是等冪和的問題，其中冪就是次方意思。等冪和問題是數論裏一個有趣的問題，有興趣的讀者可以在網上找些資料看。

在做數學題的過程中，一方面要在學習上要鍛煉嚴格的推論方式；另一方面，見到一些優美的算式，也可以停下來欣賞一下。由於各樣的計算，數字本身可以很複雜，所以平常難以看出其中的關係。若果突然發現，有些數字之間竟然有這麼簡潔明瞭的聯繫，頗有美感。

我們思考時容易對複雜的現象厭煩，喜歡簡明的事理。只是太過簡單的話，就容易變得乏善可陳，沒什麼新意。就像今天介紹得題目，通過複雜的計算得到深刻的數字關係，最終表達式又簡潔，看起來就內外兼備，而數學裏算式的美感，許多時就在於這一點。



●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。

## 科技暢想

在數字經濟高速發展的今天，數據已成為推動經濟社會發展的關鍵要素之一。為了優化資源配置、縮小地域經濟差異、促進綠色可持續發展，中國提出了「東數西算」這一重大工程。

### 東數西算的起源

你也許聽說過「東數西算」，其起源要追溯到中國對數字經濟基礎設施建設的持續關注和布局。2020年12月，國家發展改革委、中央網信辦、工業和信息化部、國家能源局聯合印發了《關於加快構建全國一體化數據中心協同創新體系指導意見》，標誌着全國一體化數據中心協同創新體系的正式啟動；次年5月，四部委再次聯合發布《全國一體化數據中心協同創新體系算力樞紐實施方案》，明確提出布局建設全國一體化算力網絡國家樞紐節點，並加快實施「東數西算」工程。這一系列政策文件的出台，為「東數西算」工程的實施奠定了堅實基礎。

「東數西算」的字面意思是將東部產生的數據放到西部去計算，計算完成後再將結果返回給東部使用。這一戰略構想旨在解決東部地區數據處理需求旺盛但資源相對稀缺，而西部地區資源豐富但需求不足的問題，實現數據要素的市場化配置和區域經濟的均衡發展。

「東數西算」工程不僅僅是數據的物理遷移，更是科技元素的深度融合與創新應用。以下是幾個關鍵科技元素在東數西算中的體現：

#### 1. 算力調度與智能協同

算力調度是「東數西算」工程的核心技術之一。通過構建雲網邊一體化智能調度的算網大腦，系統能夠智能分析客戶的算力需求，自主查詢算力的分布情況，並綜合考慮位置、狀態、容量、負載、網路連接成本等多種因素，在時限內將合適的算力資源匹配到算力需求端，實現網路和計算一體化的服務供給。這種智能協同的算力調度機制，不僅提高了算力資源的利用效率，還降低了數據傳輸和處理的成本。

#### 2. IPv6+與算網一體調度

●洪文正 (香港新興科技教育協會)

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。



●圖為寧夏中衛市的西部雲基地。資料圖片

在「東數西算」工程中，IPv6+技術成為實現算網一體調度的關鍵。IPv6+作為下一代互聯網協議，具有更大的地址空間、更好的安全性和更高效的傳輸性能。通過IPv6+技術，更好地滿足雲網融合的靈活組網、業務快速開通、確定性傳輸、優化用戶體驗等需求。

#### 3. 人工智能與多級調度體系

人工智能技術的引入，進一步提升了「東數西算」工程的智能協同能力。將人工智能嵌入面向「東數西算」的多級調度體系，可以提高雲網邊一體化能力的智能協同編排效率，促進數據要素流通應用。

#### 4. 節能降碳與綠色生態鏈

在「東數西算」數據中心集群布局和建設中，節能降碳技術、可再生能源應用以及碳排放管理成為重要的研究創新點。西部地區擁有豐富的清潔能源，如風電、太陽能等，這為數據中心的綠色運行提供了有利條件。

通過採用先進的節能技術和可再生能源應用，可以降低數據中心的能耗和碳排放，加快構建「東數西算」綠色生態鏈，形成綠色、高效、可靠、安全的可持續發展模式。

「東數西算」工程的實施，不僅推動了數字基礎設施的完善和優化，還對經濟社會發展產生了深遠影響。通過數據要素的市場化配置，有效緩解了東部地區算力資源緊張的問題，同時帶動了西部地區的數據中心建設和相關產業發展。這不僅為西部地區提供了新的經濟增長點，還促進了區域經濟的均衡發展。

