

天文物理

黑洞電梯

未來的人類可能會想利用黑洞能量來拯救文明，而現今的我們能透過物理原理來進行想像實驗，以勸告他們這個點子行不通。

撰文／布朗（Adam Brown）

翻譯／高涌泉

重點提要

■太陽將在數十億年後死亡，為了生存，人類必須找到新能源；黑洞可能是一個能量來源。

■「想像實驗」利用太空電梯，以纜繩把電梯廂懸吊至黑洞事件視界附近，來擷取黑洞釋出的輻射。

■然而即使我們使用世界上最堅固的材料——弦，也製造不出足以抵抗黑洞事件視界附近強大重力的纜繩。

有一天太陽將會死亡，因為用於核融合反應的燃料會燒完，太陽系因而變冷。屆時即便地球還能倖存，人類也將陷於無止境的寒冬中。為了生存，我們的後代必須想出備案。首先，他們會消耗地球的資源，接著是太陽系的資源，最後用完可見宇宙一切星系中所有恆星的資源。當一切都耗盡了之後，他們一定會盯上最後剩下的能量儲存處所：黑洞。他們能不能夠從黑洞擷取能量來拯救文明呢？

我在這裡要報告壞消息：這個想法行不通。理由和一些奇異物體的物理性質有關，例如量子弦與太空電梯（科幻小說喜愛的題材）。

虛幻的期待

就表面上來看，從黑洞擷取能量（或其他事物）是不可能的事。黑洞畢竟是被包裹在所謂的「事件視界」（event horizon）內，這是一個只能進不能出的球面，重力場會變成無窮大，任何進入這個球面的事物都無法脫身。於是用來在黑洞上敲出一個洞、然後抽取能量的重球錘，會遭受撕裂，並且被黑洞吞噬；操縱這個重球錘的操作員也一樣不幸。若把炸彈拋進黑洞裡，不但無法摧毀黑洞，反而使黑洞的質量變得更大，因為加入了炸彈的質量。進入黑洞的事物不可能再出來：小行星不行、火箭不行、甚至光也不行。

以上是大家過去的認知。但是霍金（Stephen Hawking）於 1974 年發表了一篇我認為是有史以來最令人震驚、最可喜的物理學文章，他在這篇文章中證明大家都錯了。霍金以柏肯斯坦（Jacob D. Bekenstein，現任於以色列耶路撒冷希伯來大學）

的點子為基礎，證明了黑洞會釋出少量的輻射。若落入黑洞中，你還是會死；儘管不能活著出來，你所蘊涵的能量終究還是可以逃離。這個結論對於想從黑洞擷取能量的人來說是好消息：能量可以逃離黑洞！

能量可以逃離的理由在於奇妙的量子力學：量子力學的特徵之一即是粒子可以穿透本來通過不了的障礙。滾向很高屏障的一個粒子，有時能夠出現於屏障的另一邊。千萬不要在家裡嘗試這件事，不要以為你若撞向一面牆，就有機會毫髮無傷地出現在牆的另一面；只有微觀粒子才比較容易穿透障礙。

量子穿隧效應讓  $\alpha$  粒子（氦原子核）逃脫放射性鈾原子核的束縛，這也正是「霍金輻射」能從黑洞釋出的效應。粒子是藉由量子穿隧效應，而不是以激烈碰撞來逃離事件視界無窮大的重力場。（當然，還沒有人看過黑洞輻射，但是由於這現象來自把量子力學應用於彎曲時空，其中的數學推導相當嚴謹，所以沒有人懷疑其正確性。）

因為黑洞會輻射，所以我們或許會期盼從黑洞獲取能量。不過魔鬼藏在細節裡；無論我們如何想盡辦法去擷取這種能量，終究還是會遭遇麻煩。