

# 宇宙大爆炸會重復發生嗎？

據國外媒體報道，自從羅杰·彭羅斯2020年獲得諾貝爾獎以來，許多人都對他提出的共形循環宇宙學(簡稱CCC)產生了興趣。雖然我們可能沒有資格質疑諾獎得主，但彭羅斯本人也公開表達過對弦理論和當代宇宙學的疑慮。所以我們對共形循環宇宙學發表幾點看法，應該也沒什麼問題。

首先，共形循環宇宙學究竟是什麼意思？我們對“宇宙學”這個詞應該都已經很熟悉了，這是一套研究整個宇宙歷史的理論。“循環”則意味着它會以某種方式重復發生。彭羅斯將每次循環稱為“永世”。每個永世都以大爆炸作為開始，但並不會以“大擠壓”作為結束。

宇宙從膨脹轉變為收縮後，所有物質最終都會擠壓到一起，俗稱“大擠壓”，相當於逆向的大爆炸。但在共形循環宇宙中，大擠壓並不會發生。相反，宇宙的歷史會逐漸消滅，物質也會變得越來越稀薄。接下來還要解釋什麼叫“共形”。有了共形，我們才能從物質變得極其稀薄的永世末端，跨越到下一個永世的開端。

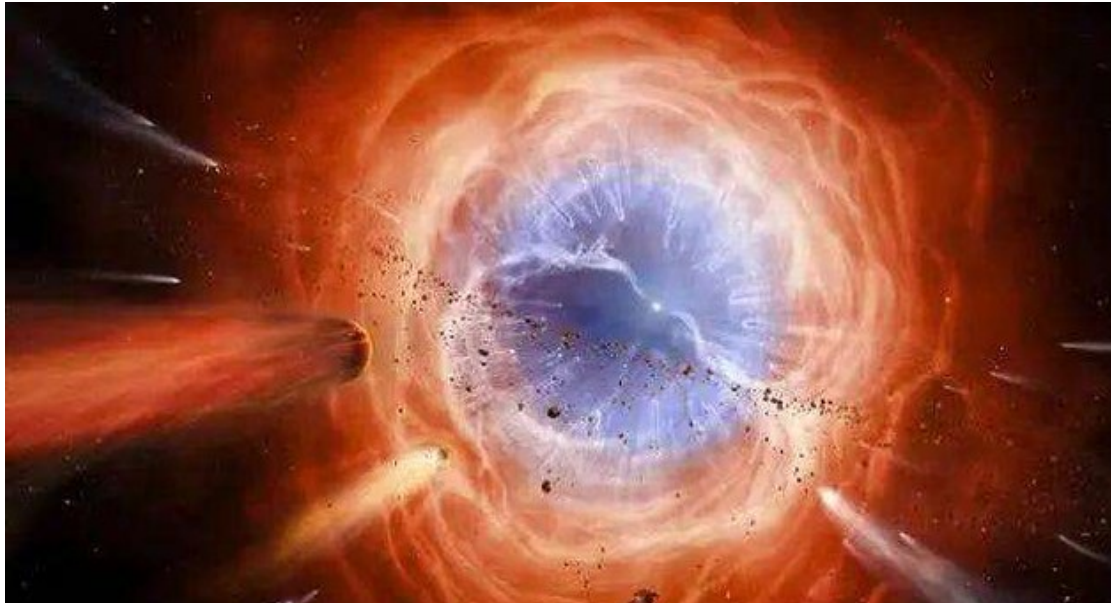
共形縮放是指在保持所有相對角不變的情況下發生收縮或擴張。利用共形縮放，可以將擁有無限體積的東西轉化為有限體積。

舉個簡單的例子。假設有一個無限大的二維平面和一個半球。從這個無限平面上的每一個點出發畫一條線，與球心相連。再將每條線與球體的相交點投射到下方的圓盤上。這樣一來，你就將該無限平面上的每一點都投射到了球體下方的圓盤上。

而在彭羅斯的假說中，進行縮放的不僅僅是空間，而是時空。時間和空間一同經歷縮放，一個宇宙的結束與下一個全新的開始首尾相接。從數學角度來看，這是完全可以做到的。但我們為什麼需要進行這種縮放呢？這和物理學又有什麼關係呢？

彭羅斯試圖解決的是當代宇宙理論中的一大未解之謎，即熱力學第二定律——熵增。我們都知道熵會增加，但既然它會增加，就意味着過去的熵比現在的要小。的確，宇宙剛開始時的熵一定很小，否則就無法解釋我們現在看到的現象了。“早期宇宙熵值較小”一般被稱作“過去假說”，由哲學家戴維·阿爾伯特提出。

目前的理論與“過去假說”非



常匹配。但如果這不是假說，而是可以直接從某個理論中推演出這一結論，那就更好了。

為了解決這一問題，彭羅斯首先找到了一種對引力場中的熵進行量化的方法。他早在上世紀70年代就已提出過，熵隱含在威爾曲率張量之中。簡單來說，威爾曲率張量是全部時空曲率張量的一部分。彭羅斯指出，威爾曲率張量在宇宙起初應該很小。這樣一來，宇宙之初的熵也就會很小，“過去假說”也就說得通了。他將此稱為“威爾曲率假說”。

所以與模糊籠統的“過去假說”相比，如今我們有了在數學上更加精確的“威爾曲率假說”。和熵一樣，威爾曲率剛開始也很小，之後隨着宇宙年齡的增長逐漸增加，與恆星、星系等大型天體結構的形成同步進行。

還有一個問題：怎樣讓威爾曲率變小。這裏就是共形縮放發揮作用的時候了。在一個宇宙結束的時候，威爾曲率必然很大，需要通過縮放將其變小，才能為新宇宙的開始做好準備。

這樣就回答了“為什麼要縮放”的問題。接下來還要弄清物理學在其中的作用。縮放在數學上之所以能成立，是因為在一個共形不變的宇宙中，討論時間是沒有意義的。這就像討論科赫雪花是大是小一樣，其中的分形會無限重復下去，因此無從判斷其大小。在共形循環宇宙中，到每個宇宙結束時，時間也是同樣的情況。

但祇有當宇宙即將結束時能夠達到共形不變性，才能實現放縮和首尾相接。然而這一點並不確定。宇宙中含有許多大質量粒子，而大質量粒子並不具有共形不變性，因為粒子同時也是波，大質量粒子則是有特定波長的波，其波長名叫康普頓波長，與質量成反比。這些粒子的尺度比較特殊，因此在對宇宙的尺度進行縮放時，它們並不會保持共形了。

不過，基本粒子的質量全都來自于希格斯場。所以如果我們能在宇宙結束時設法擺脫掉希格斯場，這些粒子就能獲得共形不變性，一切也就都能成立了。或者還有其它方法可以去掉這些大質量粒子。不過，既然我們都不知道宇宙結束時會發生什麼，說不定車到山前必有路，這些糾結到時自然都能迎刃而解。

但我們無法驗證一千億年後會發生什麼事情，所以如何才能驗證彭羅斯的循環宇宙學呢？有趣的是，這種共形縮放並不會抹去前一個“永世”的所有細節。引力波就可以保存下來，因為其尺度與威爾曲率不同。前一個永世的引力波會影響下一個永世大爆炸發生後物質的運動方式，從而構成宇宙微波背景輻射，留下十分特別的“圖案”。

彭羅斯一開始提出，我們應該尋找環形圖案。這些環形圖案來自上一個永世中發生的超大質量黑洞相撞，而超大質量黑洞相撞又是我們能想象到的最激烈的事件，因此應當能產生大量引力波。不過，對這些信號的搜索至今仍一無

所獲。

他後來又找到了一種更好的觀察依據，稱之為“霍金點”。上一個永世中的超大質量黑洞會逐漸蒸發，留下一團霍金輻射，逐漸擴展到宇宙各處。但在這個永世結束時，這些霍金輻射又可以通過縮放重新聚攏成一團，隨後延續到下一個永世，在宇宙微波背景中變成一個小範圍的點，周圍圍繞着若幹個圓環。

這些霍金點是的確確存在的。除了彭羅斯和同事之外，還有其他人也在宇宙微波背景中找到了它們的身影。不過有些宇宙學家提出，霍金點在最流行的早期宇宙模型——暴脹模型中同樣存在。所以這一預測雖算不上錯，但不能視為彭羅斯的模型不同于其它模型的獨到之處。

彭羅斯還指出，為了實現共形縮放，還需要引入一個新的場，借此產生一種新的粒子。他將這種粒子稱為“erebon”，取自黑暗之神之名“厄瑞波斯”(erebos)。該粒子有可能構成暗物質。其質量和普朗克質量差不多，比天體物理學家通常設想的暗物質粒子重得多。但並沒有規定說暗物質粒子不能這麼重，而且此前也有其它天體物理學家提出過與之類似的暗物質“候選粒子”。

彭羅斯提出的這種粒子到最後會變得很不穩定。畢竟在永世臨近結束時，必須將所有質量都拋棄，才能達到共形不變性。因此彭羅斯預測，暗物質應當會緩慢地衰變，並且衰變速度慢到難以探測。

他還預言，在宇宙微波背景B模偏振中，霍金點周圍應當圍繞着一些圓環。“宇宙泛星系偏振背景成像”實驗正針對這一點展開搜尋，不過目前為止尚未做出任何發現。

對共形循環宇宙學的簡介就到這裏。接下來說說該學說面臨着哪些質疑。首先最明顯的一點：宇宙並不具備共形不變性，讓所有希格斯玻色子都消失也難免有些異想天開。但問題還遠不止這些。最令人迷惑的是，在數學上實現共形縮放是一回事，在物理上又完全是另一回事。我們也許可以將無限個“永世”首尾相連，但這並不意味着每個永世的長度是有限的。我們完全可以將無數個無限大的時空連接在一起。宣稱“時間沒有意義”似乎並不能很好地解釋縮放的作用。

另外還有一個哲學上的問題。假如上一個永世留下的信息印刻在了下一個永世中，那麼每一次循環顯然就不可能是一模一樣的。相反，這也許會造成越來越大的波動，而這些越來越大的波動又會延續到下一個永世中。這樣一來，彭羅斯就得好好解釋一下，為何我們所在的這個宇宙中並不存在這樣的劇烈波動了。

此外還有一個不太明顯的問題：這些宇宙在時間上可以朝着過去無限延伸。所謂的“永恒暴脹”也存在這個問題。但永恒暴脹祇會在未來的時間上達到永恒，過去則是有限的。這一點用幾何學就可以計算出來。布法羅大學的威廉·金尼和妮娜·斯坦在最近發表的一篇論文中指出，安妮·雅斯和保羅·斯坦哈特提出的循環宇宙學模型也存在這一問題。循環或許可以無限持續下去，但在時間上祇能向前、不能向後。目前還不清楚共形循環宇宙學是否也是如此。

最後，我們還不確定共形循環宇宙學是否真的能解決它應該解決的問題。別忘了，我們的初衷是想解釋“過去假說”，但解釋本身不應當比試圖解釋的問題更難理解。共形循環宇宙學還對共形不變性和erebons粒子做了大量假設，因此似乎并不比“過去假說”高明多少。

話雖如此，彭羅斯指出的“早期宇宙的威爾曲率一定很小”這一點還是很重要的，並且這種重要性被大大低估了。也許共形循環宇宙學并非最理想的結論，但作為一個數學謎團，這一點還是值得我們多加重視的。



## 川陝名吃

地址 (DC店和Rockville店)  
2700 New York Ave. NE,  
Washington, DC 20002  
316 N. Washington St.,  
Rockville, MD, 20850

營業時間  
周日至周四: 11am-10pm  
周五、周六: 11am-11pm

電話: (202)636-3588 (DC)  
(202)534-1620 (DC)  
(301)-875-5144 (MD)

\* 从马里兰大学沿1号路南行，从乔治城和乔治华盛顿大学沿New York Ave东行，均約15分鐘車程。店內有大型KTV包廂享受美食，縱情歡歌。

肉夾饃



涼皮



羊肉泡饃



夫妻肺片



長期誠聘英文好且業務熟練的收銀員和大堂經理，有意者請電洽。

地道陝西名吃，聘請原陝西文、湖園宾馆主廚省師傅和趙師傅及其團隊主理廚藝；同時聘有精通川菜、粵菜和各類家常菜的駐店廚師；新型的經營理念，為您提供一流的服務。店內設釣魚台豪華包廂（最多容納60人）及大型宴會廳（可容納300人以上），酒水齊全，卡拉OK助興。環境優雅，空間寬敞，自備上百停車位，可承接各類公司、社團和私人大型宴會。餐廳地處華盛頓近郊，交通便利，誠摯恭迎大華府地區各界人士前來品嘗指導。

董事長：柳奇 敬呈



釣魚台豪華包廂