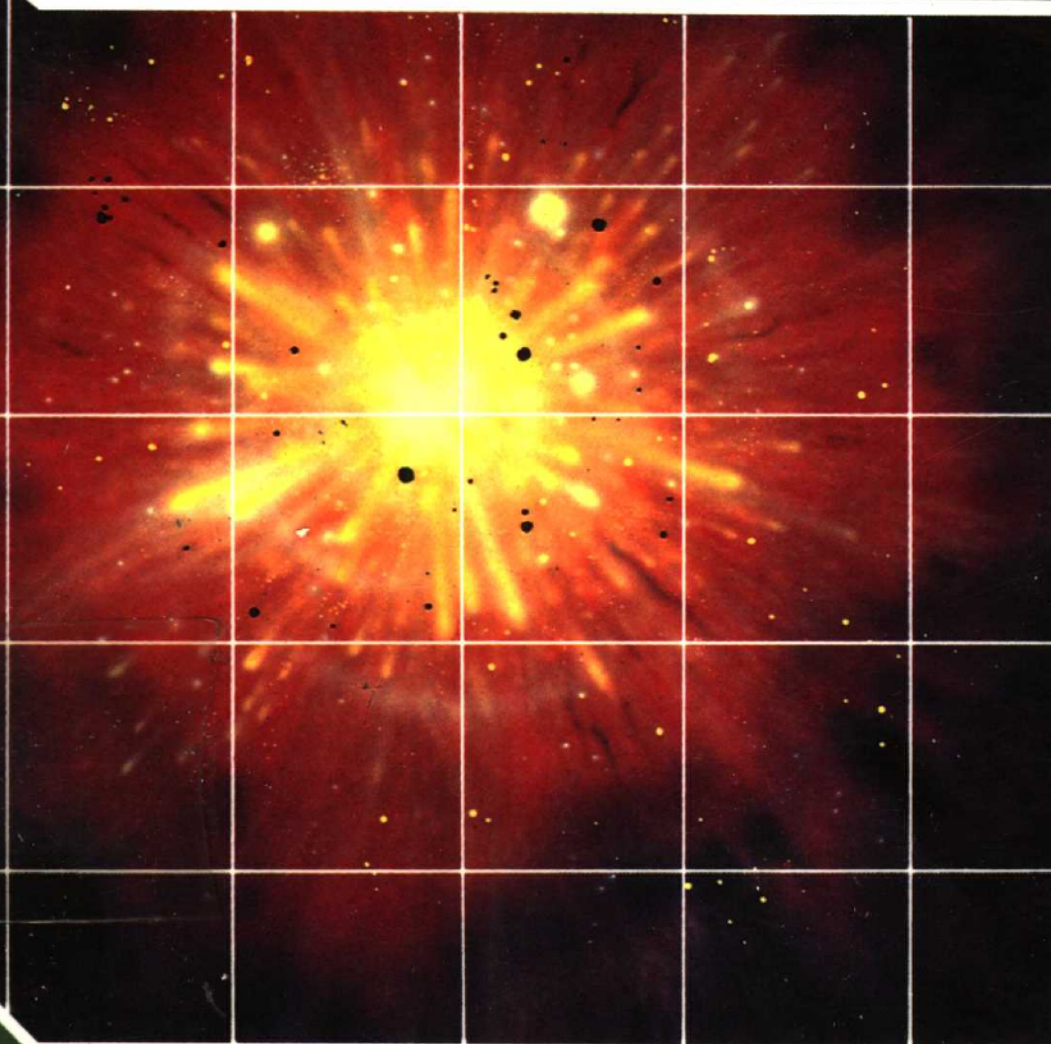


新世紀叢書

洞悉宇宙的生與死

宇宙大爆炸

譯者：王國銓 審定者：林雲海



銀禾文化事業有限公司

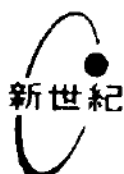


123

新世紀叢書

宇宙大爆炸

銀禾文化事業公司 印行



新世紀

123

新世紀叢書

宇宙大爆炸

主 編：新世紀編輯小組

審定者：林雲海

譯 者：王國銓

編 者：顏幸如

發行人：陳俊安

發行所：銀禾文化事業有限公司

地 址：永和市林森路88-1號1樓

電 話：9230041 · 9230051

傳 真：9230051

郵 撥：0736622-3

定 價：新台幣 110 元

印製所：大原彩色印製企業有限公司

1991年9月初版

行政院新聞局局版台業字第 3292 號

●版權所有 請勿翻印●

ISBN 957-568-055-3

序

在科學進步，知識爆發的現代世界中，一個國家民族的興衰取決於全體國民是否擁有現代化的知識。一個國家即使擁有很多進步的科學機器，但是人民的思想、觀念仍停留在幾十年前的舊巢中，那將是滿清時代所追求的「船堅礮利」翻版而已，完全無補於事，因此普及全民知識是一件刻不容緩之事。

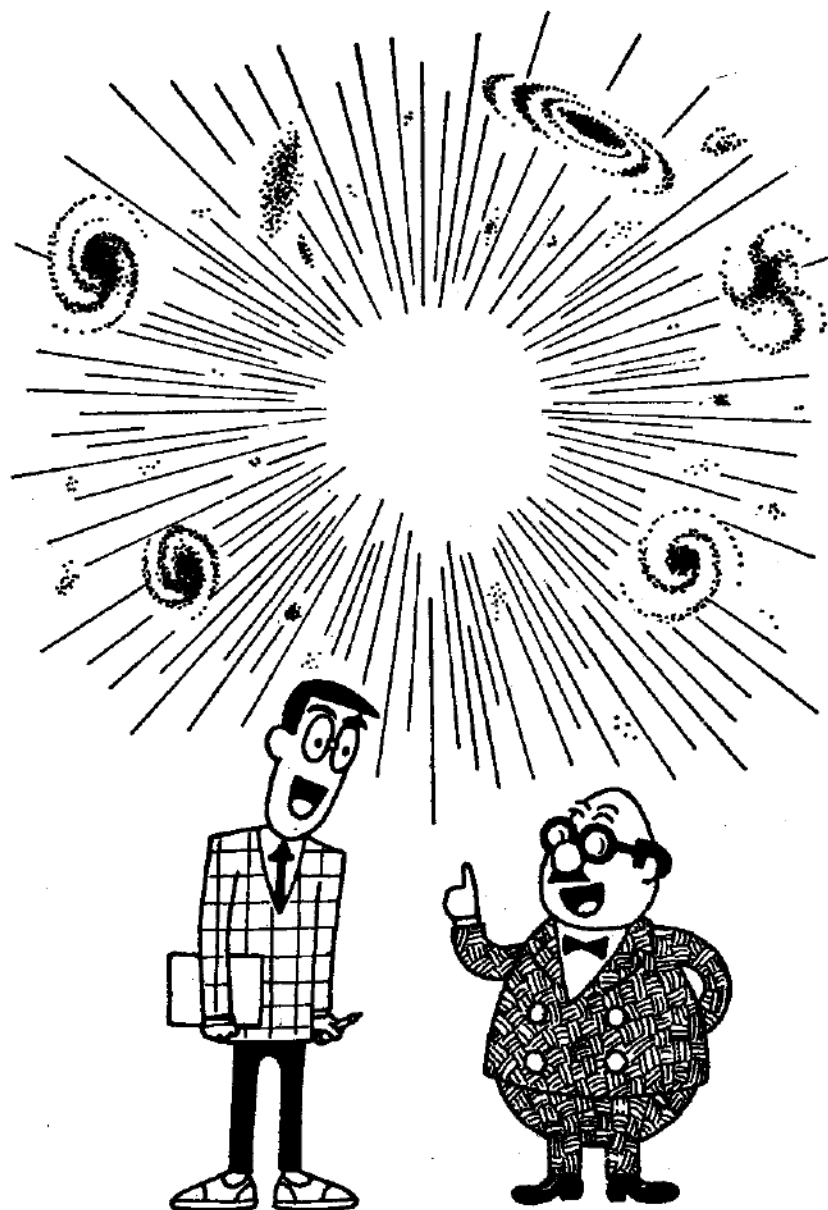
本公司有鑑於此，特成立新世紀編輯小組，無論就自然科學或社會科學，選定重要題目編輯成一系列叢書，逐冊推出，並且以普及版方式印製，希望這一系列的叢書能提供給國人一連串新的知識與觀念。

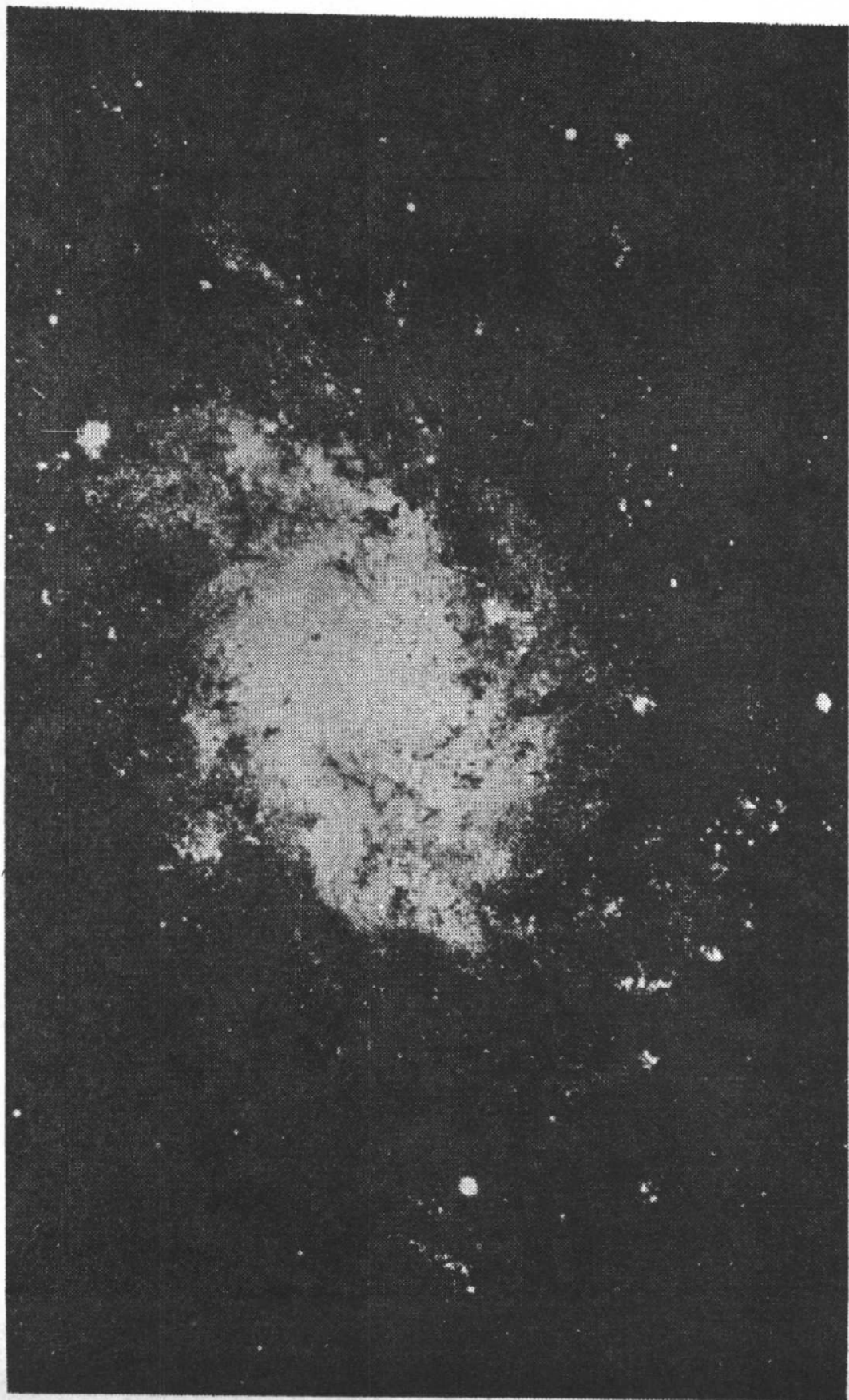
一件事物的成功，固然是要在事前有妥善規劃與謹慎的執行，而一套叢書發行的成功除了要有上述的要件外，更需要有廣大讀者的支持和批評。希望讀者們能在閱讀本書後給我們寶貴的意見，做為我們編列這套書的參考，謝謝！

目 錄

- 第一章 宇宙的誕生…………… 1**
- 第二章 從內部看大爆炸…………… 21**
- 第三章 將大爆炸和黑洞作比較 53**
- 第四章 規範理論和對稱性
的破壞…………… 79**
- 第五章 重子數和單極子…………… 109**
- 第六章 地平線和膨脹…………… 131**
- 第七章 宇宙大構造和微中子… 161**
- 第八章 時空的開始和終止…………… 191**
-

第一章 宇宙的誕生





宇宙論對答

「聽說你在研究宇宙論，是不是？」

「是，今天的宇宙論與宇宙觀測以及基本粒子物理學都有密切關係，物理學家都在研究。」

「真的嗎？我們這些門外漢完全不知道這到底是怎麼一回事。宇宙論的研究是不是已有很大的進展呢？」

「有呀，和一二十年前謬論連篇的情形完全不一樣。已經很科學化了。」

「一聽到科學兩個字，我的頭就開始痛。不過，我還想請教您一個問題，宇宙究竟是有限的，還是無限的？」

「關於這一點嘛……，還有銀河集團失落的質量或哈勃膨脹係數等問題的觀測值等著解決，所以……」

「請不要扯得那麼遠，請告訴我簡單明瞭的結論吧！究竟是有限還是無限？」

「這個問題很不簡單，門外漢都喜歡這樣問。最近研究的方向是有關宇宙初期的情形……」

4 宇宙大爆炸

「很抱歉，我實在什麼也不懂。這麼說，宇宙是有開始的囉！」

「不，若說有『開始』，就會有『開始之前是什麼？』的問題。事情並不那麼簡單。其實都是有關大爆炸的問題，你應該也聽過大爆炸這件事吧？宇宙的膨脹就是大爆炸引起的。」

「那麼大爆炸是在什麼地方發生的呢？」

「門外漢就是門外漢，才會問這種問題。大爆炸是指整個宇宙的爆炸。」

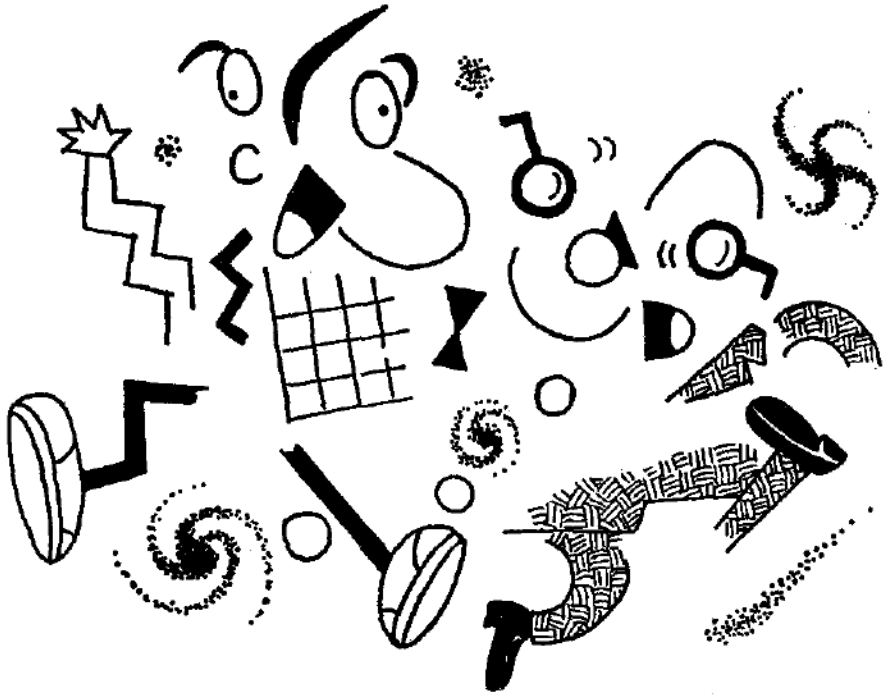
「問了等於白問。爲什麼會爆炸呢？」

「我們不知道爆炸的原因，只能研究爆炸後所發生的重子數或單極子等的問題。根據規範理論及以相對性自動破壞爲基礎的大統一理論，就是……」

「對不起，我聽不懂你在說什麼。我想知道的是結論，爲什麼會爆炸？」

「我們還不曉得，我們目前只想用科學方法來解釋宇宙的一切。」

「我就是想從你說的科學方法來解答『宇宙有限或無限？』、『宇宙的膨脹究竟是什麼？』這些問題。」



1-1 宇宙論對答

「你問這種最根本的問題，要我怎麼回答？我說過我們只是想用科學方法……」

「照你說，科學還找不出答案囉？」

「不！並不是這樣。只是不能回答像你這種門外漢的質問罷了。」

「我這種門外漢所問的，不就是宇宙論的問題嗎？」

「當然是。若沒有那個根本的問題，就只有天體物理學或基本粒子物理學，問題就簡單多啦！」

「可是你剛才不是說，宇宙論已有了很大的發展嗎？」

「我的意思是說，發展到以前沒有人想到的——宇宙初期的研究。」

「那就是說，關於宇宙初期的研究才剛起步。所以無法回答像我這種門外漢的問題，是不是？假如這樣，那不就是沒有進步嗎？想想看，這些問題早在希臘時代就有人開始思索，想了兩千多年還沒有想出所以然來。這樣和希臘時代又有什麼兩樣？」

「你呀！不應該這樣短視。一和一千萬差距很大，但如果拿無限大相比，它們的差距和零又有什麼差別？你的觀點就是這樣的啦！」

哲學門外漢

碰到以上有關宇宙論的對答，真會讓人傷透腦筋。聽科學方面的演講時，聽眾若不具備相當程度的有關知識，大多是無法發問的。可是若扯上宇宙論，即使從頭到尾睡大覺，也能不停地問：「宇宙

有限沒有限？」、「宇宙起源是怎樣的情形？」、「起源之前是怎樣的？」、「更以前是如何？」這些問題往往使演講者招架不住。

平素對宇宙論沒有興趣的人，一般都只關心與自己有關的事情。可是一旦聽到宇宙論，他們都會搖身一變，成為哲學家，問起最根本的問題。所以對無法給他們「○」或「×」答案的「科學的宇宙論」，會覺得好像在立法院聽官員答非所問那般的彆扭。好不容易接觸到與現實有關的宇宙論，當然不願聽那套令人頭痛的「科學的」鬼話，應該要好好幻想一番才是。相信只要對宇宙論有興趣的人，都會這樣想吧！老實說，今天的宇宙論的確缺乏浪漫氣氛，有一點太過追根究底的感覺。不過它沒有像遺傳工學般具有損害人類尊嚴的危險性，所以我們大可放心。

被物理學抓住的宇宙論

近來宇宙論研究的進步，與其說是由於對宇宙論的興趣特別濃，不如說是肇因於物理學，尤其是研究基本粒子的必然結果，致使宇宙論成為物理學

者的研究對象，這些事在後文會逐一說明。也就是說，宇宙的誕生、膨脹這些事，對於以發現新定律為主的物理學，已成為不可或缺的一部門。既然如此，我們就不應該只討論宇宙論，應該同時討論「物質」的定義才對。因為「物質」和宇宙分不開。同時，「物質」的定律也就是在宇宙內所發生的各種現象。因此，本書的主題不限於宇宙，有關物質的各事也一併說明。

「開始」有其必要

爲了不讓大家焦急過度，在這裡先以「宇宙有其開始」這個假設來討論吧！其實，我們還不能確定宇宙是怎樣誕生的，所以需要稍微界定「宇宙」的定義。先把充滿著銀河星系的宇宙稱爲「天體宇宙」，這個天體宇宙的確有其誕生過程，我們可以大膽的說：「不管怎樣，天體宇宙是目前這種有恆星、有銀河形態的宇宙。」因此，可以用「科學的」立場斷言它的確有一個開始的過程。

如此，還是不能把上述的情形和「宇宙的誕生」視爲同樣一件事。因爲宇宙本身的誕生是另外

一回事。雖然沒有人能夠斷言存在本身的開始如何，但今天的宇宙論不但談論天體的誕生，也談論基本粒子「真空」以及閔柯夫斯基時空……等的起源。已經發展到這種程度的物理學仍不能告訴我們「宇宙確有其開始」，真令人感到不耐煩了。

品質不好的能量——「熵」增加

「開始」和「終結」的問題有密切的關係，十九世紀可以說是由使用蒸氣機時代開始，到利用電氣為終結的世紀。提高蒸氣機效率的研究促使熱力學發展，而發現熱力學的第二定律——熵的增加。

這個第二定律和第一定律，與包括熱能、動能等能量全部的「能量守恆定律」不同，表示能量的品質只會向劣化的方向移，能量的效率只會變壞不會變好。電能量會使我們的生活更加舒適。可是一旦在電熱器變成熱之後，就不能再續用於電視機，讓我們看那些無聊的綜藝節目或劇情矛盾、演技粗俗的連續劇了。熱是品質不好的能量，所有的能量都會品質轉壞，這種現象叫做「熵」增加的定律。

宇宙的終結——熱死

宇宙的能量也一樣。現在的宇宙，天體、密度、溫度的分佈都非常不均勻，有溫度非常高的恆星內部或銀河中心，也有溫度非常低的星體空間。所以熱在其間流動，成爲動力源，如果宇宙內的密度和溫度完全均勻散佈的話，宇宙內將毫無動靜，這種狀態叫做宇宙的「熱死」。假若有重力參與，熱死就會更複雜。我們在第八章「時空的開始和終結」再談吧。

反正宇宙的能量只會不可抑止地劣化下去。會不停地一直增加下去。直到熱死爲止。十九世紀的科學家將宇宙的終結方式告訴了一般人，使得宇宙不再是人們心目中的恆久動力。它和達爾文的進化論一樣，打破了人們希求永存的願望。

宇宙爲何年輕

如果只向一個方向移的話，只要不理會它，應該早就達到終點才對，可是我們的宇宙還沒有熱死，以目前的情形來說，宇宙的確走向熵增加的方向。

向，只是還沒有達到那種地步而已。

就是說自從開始走向那個方向到現在，只過了些有限的時間而已，能推論到這一點已經很了不起。熱死終結論告訴我們，現在宇宙還年輕，離熱死也很遠，我們不能否認宇宙一步一步地走向老化，但至少現在還算年輕。

渣滓和粗大垃圾

任何東西，時間一久必定會老舊。今天的地球也一樣，由於人類的自私自利，環境被污染，綠色加快腳步消失，地球快變成一個不適合人類生存的行星了。一樣樣的小改變，積存多了就會成為大變化，宇宙也一樣，恆星的誕生、進化、老死一直演變的結果，不可置疑的，它也在老化。

恆星是星間氣體凝結而誕生的，燃燒原子核以維持其生命的結果，會積下重元素的渣滓。燃料燒了差不多之後，恆星會變成白色矮星、中子星、黑洞等巨大垃圾，積存於宇宙空間。結果，星間氣體會缺乏，恆星不再誕生，而成爲到處都是再產生能量的星星死屍宇宙。以目前的情況來說，宇宙的命

運很可能就是這樣。

兩種說法

所以我們要知道，有無數星辰妝點天空的宇宙景觀是無法永遠存在的。因為有星星存在，宇宙的命運註定失去活性而變成一片黑暗的世界。不過請放心，那個時期的來臨在極遙遠的未來，宇宙還年輕。關於宇宙為什麼還年輕，有兩種說法——

①認為會一直老化下去的想法錯誤。

②認為會一直老化下去，只是從「開始」到現在，還沒有經過多大時間。

②就是前面提到的那種情形，①的一個例證就是後文會談到的恆常宇宙論。假若想使②的說法成立，必須回答星星的誕生、死滅為什麼從某時期才開始？以及究竟是什麼東西或事情妨害了它？這些疑問才行。關於這個問題，我們可以用大爆炸來說明星星是在什麼時候開始誕生，今天宇宙還如此年輕的秘密就是在大爆炸。

有無數星星發光的這個宇宙，假若是在有限的過去某時期誕生，同時也可以解決奧伯斯提出的那