THE UNIVERSE IS EVOLVING

《时间简史》阐释了宇宙是怎样诞生的
本书将告诉读者宇宙往何处去

进化中的宇宙

陶同 / 著

宇宙为何一直在进化?
从宇宙的第一代到第五代，宇宙进化引发了什么?
人类在宇宙进化中起着怎样的作用?
人类后代的未来是悲惨无望的，还是令人激动和心醉的?

经济日报出版社

图书在版编目（CIP）数据

进化中的宇宙 / 陶同著. —2 版. —北京：经济日报出版社，2021.12

ISBN 978-7-5196-0803-3

Ⅰ. ①进… Ⅱ. ①陶… Ⅲ. ①宇宙-普及读物 Ⅳ. ①P159-49

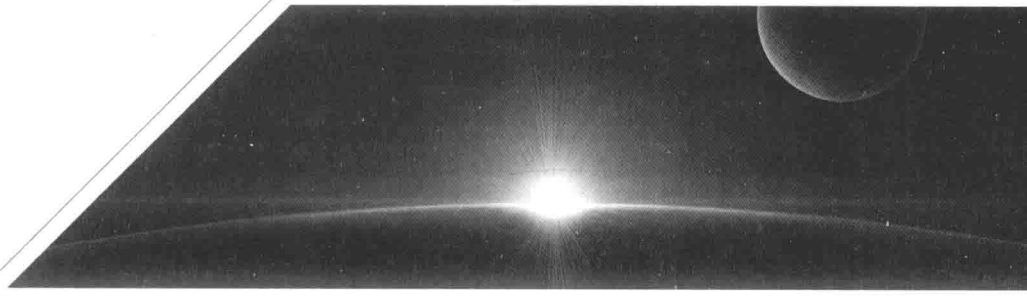
中国版本图书馆 CIP 数据核字（2021）第 166223 号

进化中的宇宙

作　　者	陶　同
责任编辑	黄芳芳
助理编辑	王浩宇
责任校对	朱　微
出版发行	经济日报出版社
地　　址	北京市西城区白纸坊东街 2 号 A 座综合楼 710（邮政编码：100054）
电　　话	010-63567684（总编室）
	010-63584556（财经编辑部）
	010-63567687（企业与企业家史编辑部）
	010-63567683（经济与管理学术编辑部）
	010-63538621　63567692（发行部）
网　　址	www.edpbook.com.cn
E-mail	edpbook@126.com
经　　销	全国新华书店
印　　刷	北京荣泰印刷有限公司
开　　本	787mm×1092mm　1/16
印　　张	24.75
字　　数	400 千字
版　　次	2022 年 1 月第 2 版
印　　次	2022 年 1 月第 6 次印刷
书　　号	ISBN 978-7-5196-0803-3
定　　价	68.00 元

版权所有　盗版必究　印装有误　负责调换

出版前言



近年来，宇宙热方兴未艾，越来越热。人们为什么对宇宙这么感兴趣呢？一方面是由于宇宙包罗万象、奥妙莫测、令人神往；更进一层的缘故是人们总是想了解自己生活在其中的宇宙究竟是什么样的，它从何而来，将来又会向何处去，人在宇宙中的作用是什么等，这些都是与自己生存和子孙万代命运有关的重大命题。这也是为什么古往今来研究宇宙是科学最高的使命，重于一切的课题。当代新宇宙学在这方面不断取得一个又一个令人惊喜的成果，这也是引起宇宙热的另一个原因。

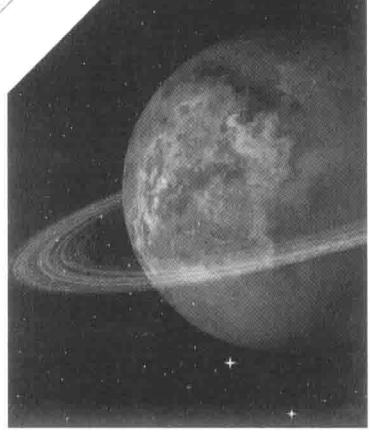
我们之所以出版这部著作，并非出于赶浪潮，而是由于它不仅从当代自然科学前沿的高度对宇宙的演化提出了新的一家之言，而且把宇宙、原子、星系、生物、人类以及遥远的未来按其本来的面貌联系为一个动态的整体，将自然科学与哲学社会科学按其属性和需要融合交叉，打破了当代还原论等的壁垒，突破了被认为是毋庸置疑的种种流行的认识，提出了新的宇宙系统和框架。今天流行的认识是，宇宙从一开始就在走向无序和退化，而本书却揭示今天的宇宙是其全部子孙包括质子、原子等进化的

结果；流行的看法是，生物的进化是由于物竞天择、优胜劣汰，而本书却揭示宇宙的子孙包括生物的进化是多维协同、天促物进的结果；流行的看法是，进化是性状的改变，而本书揭示进化是进化的进化，即进化的对象、对象性、进化的方式、进化的功能和机制、进化的效果等发生了进化；流行的看法是，人也是生物，而本书却揭示人是宇宙的第四代，是通过自知的创造与创造对象结合为新系统而进化的，从人类起宇宙翻开了自知创造的史页；流行的看法是，信息时代之后是知识时代，本书则认为是创造时代，创造才是力量；流行的认识是，潜意识只能在梦中出现，而本书却揭示，潜意识是脑中贮存的所有的暂未显现的意识，它们时时都在与显意识配合而起作用……科学著作即使是一些科普读物，常常也是难懂而乏味的，而这部著作，与同类著作相比，却较通俗而饶有趣味。在这部著作出版前，作者在其他论著中已谈及一些宇宙进化的内容，便引起了广泛的瞩目和反响，《光明日报》《博览群书》《新华文摘》《文摘报》等十几家报刊都作了评介和摘载。

我们希望这部著作能打开一个新的视野，使生活在这个宇宙中的人能进一步认识宇宙，了解人在宇宙中的地位，更好地实现人生价值。

当然，作为一家之言，加之又是探讨自然科学之种种前沿问题，本论著或许也会存有疏漏、不足乃至失误之处，但科学的发展、真理的发现不也正是在这样一种探索的过程中得以实现的吗？

编者



再版前言

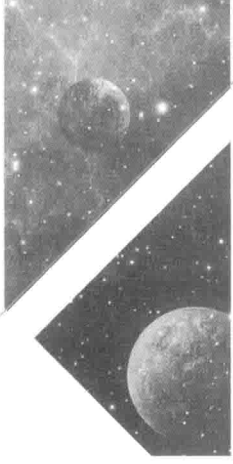
人类对宇宙的求知总是充满着无限的渴望，古老的神话、神秘的宗教、梦般的科幻都表达着人类试图对宇宙做出的某种解释，可是没有谁能够告诉我们宇宙的全部。于是，便有了牛顿、达尔文、爱因斯坦、霍金等这些人类的智者，他们试图为人类找到一点认识宇宙的思路和方法。他们做到了，正是因为他们，我们人类才能在今天更多更好地了解宇宙。

《时间简史》的作者霍金阐释了宇宙是怎样诞生的，但还没见到一本像《进化中的宇宙》这样激动人心地全方位描述宇宙往何处去的著作。也正因为这样，这本书才能在我们没有任何宣传的情况下发行得令人满意。

近些年来，中国人对宇宙的探知欲从来没有像今天这样强烈，只要刊登着宇航知识，只要发表着太空探索，只要描述着宇宙奥秘，无论是报纸还是杂志，无论是画刊还是图书，都会深深吸引着人们的目光。为了能让更多的读者看到这本《进化中的宇宙》，我们将从一个出版者变成一个推荐者，告诉您：这是一本好书，一本读后便觉得眼界大开、心界豁朗的“天”书。

这次再版有两点变化：一是作者增补了一些新内容，二是版本、封面、装帧彻底变化。宇宙都在进化，还有什么不在进化？自然，《进化中的宇宙》比前一版“进化”了很多。

经济日报出版社



自序

“超越”这个词曾一度流行，例如，超越古人、超越他人。细细品之，似属狭隘的竞争观，且是面对既有。而“超前”这个词则不然，走在前沿，是从整个人类出发的，从时代出发的。人说的每句话、做的每件事都是为了以后、明天，人类所做的一切，也是为了未来。“超前”，正是为了这个目标。笔者不想去“超越”，而总是努力去“超前”，在著作中不去重复既有的。

人类正面临科技突飞猛进的时代，不仅创造了目不暇接、日新月异的种种工具，而且将像“上帝”一样（运用纳米技术）创造新的物质材料，（用生物工程）创造新物种、新人类。几乎所有的学科和理论都在发生大变革。本书便是在这样的背景下写出的。传统认为宇宙在不断走向熵增、退化，本书论证了在宇宙未失控膨胀或坍塌前的数以千百亿年计的岁月里，一直在走向递序和进化；传统认为进化的法则是物竞天择、优胜劣汰，本书论证了宇宙包括生物的进化的法则是多维协同、天促物进；传统认为进化是偶然的、随机的，本书论证了进化是自组织系统具有进化的对象性，在“天”创造的进化大环境中主动活动的结果……

本书一共只有40多万字，却是从最初草拟140多万字，几易其稿，反复增删、修改、提炼出来的。每回写完一本书总觉得言犹未了，这次为了弥补这一遗憾，从筛下去的大量的草稿和备忘资料里，也略选一二附在各节的后面，它们之间可能不连贯，仅供

了解和参考，如有出入，以正文为准。

对进化论，因受益于此而叛离耶稣会的神父、哲学家、古生物学家德日进讲过一段有切身感受的话："进化是理论、体系或假设吗？全都是。它更是基本原则，一切理论，一切假设，一切体系今后都该向它屈服，满足于它然后才是真实而可理解的。进化是一道光，照明一切事实；是一个轨道，一切思想都该依循。这便是进化。"

达尔文进化论是人类认识进程的一个里程碑，他提出了人类是由单细胞生物进化而来的，物种千万并非上帝创造，从而打击了神创论，宣扬了科学精神，在人类史上功不可没。但因受150年前时代的限制，他连宇宙是动态的和遗传基因等都不知道，许多问题是凭直观推想的。进化论也需要进化。人类的起源不是单细胞生物，而应推前到140亿年前宇宙诞生的那一刹那，即大爆炸。先有宇宙的诞生，然后才有质子、原子、星球、星系、生物、人类，这是一个时空质连续统进化的过程。生物是宇宙的第三代，它的诞生和进化，只不过是宇宙进化了100多亿年后的事了。

本书分八章，绪论对全书的内容做了概述，有利于读者了解和把握全书的内容。另有六章是论述何谓进化？为什么说宇宙是进化的？宇宙的进化已经历了几代？宇宙为什么会进化？动力何在？规律是什么？人是宇宙的第几代？在宇宙中的地位和作用是什么？宇宙的进化有尽头吗？它向何处去？以及宇宙进化引起的宇宙观、哲学观、人观、真善美观、终极关怀观等的大变革。有句话叫"不破不立"，但，大凡科学，都是"不立不破"，不立新哪能真正破旧。[①] 本书在建立新理论的基础上，用了一章的篇幅对达尔文的天定论、还原论、竞争论、偶然论、不可知论等八个方面，做了必要的剖析。人类到任何时候的认识都是对象性的、有限的，本书也不例外，只是笔者在

① 危房改造，要"先破后立"，但这并不是什么创造。大凡创造，都是进化所需，世上尚无，如，创造蒸汽机、电脑，并不先要"破"，特别是理论创造，更须立新才能真正破旧。

科学前沿成果的激励和支持下，在宇宙认识变革方面的对象性的求索，是已有的和可能有的诸种认识中的一种，是人类认识长河中一个力争前沿的浪花。

一本书如果 90% 都是过去大家已知的，当然好懂，但如果 90% 是新的内容，就会感到难懂。宇宙进化论[①]虽然广泛地涉及宇宙学、物理学、生物学、人类学、思维科学、未来学、横断科学、数学、哲学等多种学科，但由于都是围绕同一主题协同运作，也就不那么专业化了，而具有普遍性。如能静心读之，不只是不难懂，还可能有一种新鲜的感觉。宇宙学家卡尔·萨根说得好："理解宇宙是一种享乐。我每每看到人们，一些普通的人们，当懂得了一些他们从前一无所知的自然知识，他们是多么地兴奋。"正因为不知道才要去知道。求知欲和好奇心，不仅使科学家总是去探索尚不知道和难于知道的命题，也使广大的群众兴致盎然地去了解尚不知道和难于知道的自然奥秘。了解和探索宇宙不仅乐趣无穷，也是进化之必然。

撰写前几本书，我用了十多年的时间，而这一本书竟花了五年多的时间。其实还不止于此，我在撰写 1996 年出版的拙著《对象学——大爆炸与哲学的振兴》时就开始酝酿，书中已谈到宇宙进化已历四代，以及进化的历程和各代的特点。《光明日报》《新华文摘》和《文摘报》等报刊分别作了评介和摘载。那书一脱稿我便打开电脑敲打此书，本以为两三年就能完成，但实际中碰到的艰辛和难题是无以计数的，时间一延再延。

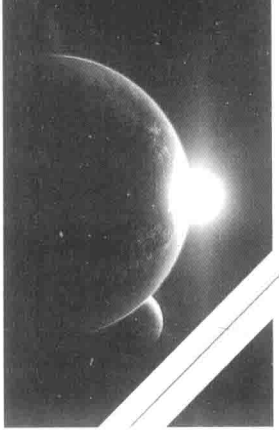
在研究和写作中，笔者得到许多朋友真挚的帮助，在此要特别感谢中国科学院宋家树院士、吴新智院士，北京师范大学刘辽教授，中国科学院刘武研究员。

谢谢一切关心我的朋友，包括一些最普通最真挚的鼓励："你可要把它写出来啊！我等着读呢。"

多谢了！

陶同

① 本书又名《宇宙进化论》。



再版序

书将再版，借此对书做了些修订，并增加了一节："热力学第二定律不宜用于宇宙——宇宙热寂说剖析"。许多内容在上版里也谈到，增加这节，是想集中来谈。

书去年出版后看到一些评介，接到许多读者、朋友的来信、电话和E-mail，给予好评和称赞，在此一并表示感谢。

《Newton——科学世界》评介说：书的一些观点"具有思辨性"。对思辨性我想说几句，科学要依靠实验和实证，这是自培根提出以来普遍重视的。但不能因此认为分析和综合没有意义和必要。没有分析和综合，科学的实验和实证只是零散的、孤立的，只有通过分析和综合，才能揭示分散的、孤立的实验和实证的内部联系，发现新的规律和定理，扬弃旧的。

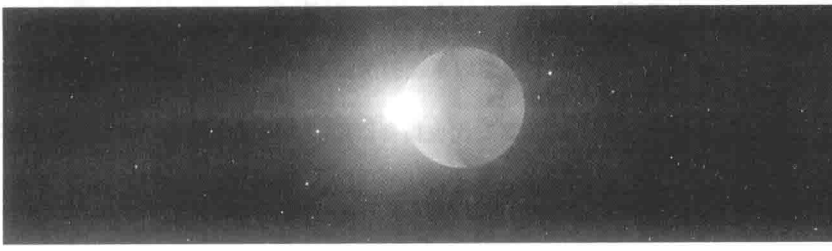
有的读者来电话说："此书非常超前，若干年后也不过时。"旧理论肯定会被新理论突破，科学是个过程。随着科学的加速发展，超越不仅不可避免，而且会越来越快。

有的朋友说："写这样创新的书，要担风险。"马克思曾经说过："学术研究之门就是地狱的入口。"分析起来确实如此，但我真实的感受是，心身都进入这个入口时，也就忘了它是地狱，反倒像是在追寻天堂。

陶同

目录

CONTENTS



出版前言 |

再版前言 |

自序 |

再版序 |

第一章　绪论：宇宙的进化及其意蕴

一、宇宙从诞生起一直在进化，而非熵增、退化 /004

二、宇宙的进化已历四代，并正在产生第五代 /009

三、宇宙为何会进化 /016

四、宇宙进化的意蕴 /022

第二章　宇宙的第一代：自组织系统之母

一、宇宙进化的认识之一：从静态到膨胀——兼述爱因斯坦对宇宙认识的重大失误 /037

二、宇宙进化的认识之二：从大爆炸到进化——宇宙有序膨胀期 /042

三、热力学第二定律不宜套用于宇宙——热寂说剖析 /049

四、宇宙是一个进化的时空质连续统 /055

五、宇宙进化之美 /064

第三章　从质子到星系：宇宙第二代物能自组织系统的进化

一、自组织系统的两重奏——物能自组织系统为何能进化的剖析之一 /075

二、第二代也具有识别能力和进化基因——物能自组织系统为何能进化的剖析之二 /082

三、第二代自组织系统进化的层次 /087

第四章　宇宙的第三代非知自组织系统生物的进化

一、生命之谜——宇宙的一次革命 /095

二、生物对象性的进化：以本能为指向，以信息为前导 /102

三、生物是怎样以本能为指向、以信息为前导而生存和繁衍的 /108

四、生物的 DNA 是通过反馈而进化 /112

五、生物的诞生和进化的历程 /135

第五章　达尔文进化论的剖析

一、只见物能不见信息——物能论剖析 /157

二、听天由命的哲学——天定论剖析 /161

三、进化不是赌博——偶然论剖析 /169

四、多 2% 是猿进化为人的沸点——渐进论剖析 /176

五、基因不会吃、睡、交配、思维——还原论剖析 /182

六、造就希特勒的理论——竞争论剖析 /194

七、达尔文的疑虑和却步——不可知论剖析 /209

八、进化怎仅限于生物，人≠动物——唯生论剖析 /213

第六章　万物之灵的第四代的进化及其创造的第五代

一、人类与动物相比为何是发生了进化的进化的新一代 /223

二、宇宙第四代自知自组织系统的诞生 /233

三、自知创造：人类的标志 /242

四、人是怎样通过自知的创造而进化的 /251

五、人类性的解放：宇宙第五代人球自组织系统诞生的前提 /259

六、宇宙辉煌的未来——5 万年后人类的后代将遍及 1250 亿个星系 /270

第七章　宇宙进化的动力系统

一、宇宙赋予其后代进化“基因”——对象性组合 /284

二、组因之和的飞跃——系统调控 /289

三、宇宙之所以是系统——多维协同 /295

四、缺一不可的动力——天促物进 /302

第八章　宇宙进化的哲学和人文意蕴

一、对象：哲学研究的新对象 /312

二、传统哲学的几个命题 /319

三、观念大变革 /336

四、关于宗教和对人类的终极关怀 /358

主要概念术语释注 /368

后　记 /378



第一章

绪论：宇宙的进化及其意蕴

宇宙也能进化吗？它是怎样进化的？

怎样理解宇宙熵增和进化这两个相反的概念？

为什么说人能进行超进化？

宇宙的进化有何哲学和人文意蕴？



绪论：宇宙的进化及其意蕴

晴朗的夜晚，凝望星空，人们不禁会产生一种无限博大、崇高、优美的神奇感。

600 万年来[①]，随着历史的进步，人类逐步跨出了本土、国度、大洋，直到走上月球，并且正在向着更遥远的星际出发。

人们的思维也随之不断地延展，特别是近些年来人们的兴趣开始指向深邃莫测、奥妙无穷的宇宙太空，提出种种疑问，希求打开未知的大门。

宇宙、星球、生物、人是什么？他们是怎样形成和发展的？他们的未来会怎样？……诸如此类广泛地涉及科学和哲学的重要命题，已越来越成为人们关心的热点。如果把地球比喻为一艘航行的船，那么生活在其上的人当然想知道，自己乘的是艘什么船？动力是什么？在什么上面航行？往何处去？是否还有其他船只？它们都是怎样来的？人在船上的地位和作用是什么？等等。以此类比的诸种有关宇宙、地球、生命、人等问题，古往今来的科学家和哲学家为寻找其答案，呕心沥血，付出了无数的辛勤劳动。

对宇宙的探讨经历了一个漫长过程，20 世纪以前，人们对宇宙的探讨只是凭猜想和思辨，被称为旧宇宙学。那时人们认为宇宙是静止的，虽然不断发现和证实宇宙的星辰在不停地变化，但认为这种变化只不过是发生在一个不变的静态宇宙背景上。20

① 2000 年底，法国国家自然历史博物馆的 Pickford 和 Senut 宣布，当年 10 月他们在肯尼亚图根山区发现 600 万年前人类的部分化石。他们对三件股骨的分析表明，这些化石的成员已能直立行走，从而被认为是将原来认为人类诞生的时间向前推移了 150 万年。“原始人图根种”的发现是在 2000 年底，有关论文发表于 2001 年初，故亦称“千禧人”。

世纪初，以爱因斯坦广义相对论为分界，人类开始以科学的理论为指导，以观测和试验为依据来探讨宇宙，揭示了宇宙是动态的，是在一次大爆炸中诞生的，并在不断地膨胀。于是开始了一个崭新的探索历程，被称作新宇宙学。如今大爆炸说得到进一步发展，获得越来越多的科学实证以及实验和数学推算的依据，被列为20世纪十大科技成果之一，成为家喻户晓的科学知识。

新宇宙学似乎是很难懂的学问，它涉及深奥的现代物理学、数学等。但人类的探索自来就是从简到繁、从低到高不断发展的。中世纪时，四则运算非常深奥，西欧有的国家的学子要到外国去留学才能学会，而今天已成为小学生的作业。深奥的新宇宙学同样已逐渐走向群众，据《新华文摘》一篇文章介绍，在一次科学知识普及状况的调查中，问及“你相信宇宙是在大爆炸中产生的吗”？我国农民的调查问卷中有51%回答是“相信”。宇宙学家卡尔·萨根说得好：“理解宇宙是一种享乐。我每每看到人们，一些普通的人们，当懂得了一些他们从前一无所知的自然知识，他们是多么地兴奋，这兴奋一是由于知识本身的乐趣，二是由于这给予他们某种才智上的鼓励。”求知欲和好奇心，不仅使科学家总是去探索尚不知道和难于知道的学问，也使广大的群众兴趣盎然地去了解尚不知道和难于知道的自然奥秘。了解和探索宇宙的奥秘不仅乐趣无穷，也是进化之必然。

虽然新宇宙学还有许多课题有待进一步解决和完善，例如宇宙大爆炸前是什么样子、未来的结局会怎样尚无定论，但宇宙大爆炸的揭示，却使人类对宇宙的认识发生了飞跃。

宇宙是进化的，这一命题的提出，是建立在当代新宇宙学、物理学、化学、生物学、人类学、生态学、未来学、横断科学、哲学等多种学科最新成果上的。达尔文的生物进化论首开进化论之先河，已广为世人所知，它把原始单细胞生物看成是人类的起源。但实际上人类的起源应推前到140亿年[①]前宇宙创生的那一刹那。先有宇宙的诞生，然后才有质子、原子、星球、星系、生物、人类，这是一个时空质连续统的进化过程。生物的进化，是宇宙进化了100多亿年后的事了。

① 2000年8月，英国剑桥大学天文学家通过比较美国和以色列科学家5种不同方法所获得的数据，确定宇宙已有140亿年的历史，前后差异不超过2亿年。

何谓进化？为什么说宇宙是进化的？宇宙的进化已经历了几代？宇宙为什么会进化？动力何在？人是宇宙的第几代？在宇宙中的地位和作用是什么？宇宙的进化有尽头吗？它向何处去？凡此种种有关的命题正是本书所要探讨的。再进一步询问探讨这些问题有什么意义和价值，有何哲学和人文意蕴等，也是本书又一命题和希冀达到的目标。

一、宇宙从诞生起一直在进化，而非熵增、退化

新宇宙学揭示宇宙诞生后一直在膨胀，这样便引出了一个不可回避的命题，宇宙在向何处去？是在退化还是在进化？这个问题对人类和万物来说是至关重要的。它关系到我们生存于其上的宇宙究竟是什么样的，人类未来的命运如何，生存有何意义和价值等等一系列不能不考虑的大事情。

对此，流行有一种熵增说，认为宇宙是在不断地走向退化、无序、毁灭，最后熵值（无序的量度）增到最大的限度，那将是可怕的末日，一切都将归于死一般的寂静。简而言之，宇宙是在不断地增长无序，箭头是指向退化、熵增。这一论断的依据是：热力学第二定律揭示，一个封闭系统热量总是从高处向低处流动，最后必然达到什么活动也没有的热平衡状态的熵寂。他们认为宇宙也是一个封闭系统，同样也会遵循这一规律。

这种认识由于与我们接触到的实际相去甚远，引起了一些不同的看法。1977 年，因提出与热力学第二定律不相同的非平衡态学说而获得诺贝尔奖的普里戈金就是其中的一个代表，他认为宇宙存在双向箭头，一种是封闭系统，受热力学第二定律的支配，在不断地熵增；另一种则相反，是开放的非平衡态系统，在不断地增长负熵。例如，

生命就是这样。孤立地看，宇宙里的确有许多系统是在走向热平衡。例如恒星的后期，生命的后期。但实际上，能量从高处向低处流动，正是为能量由低处向高处聚集创造了条件和可能。太阳扩散热，却为地球上生命的诞生和进化创造了条件和可能；生命后期走向熵增，正为下一代的生存和进化提供了条件和可能。没有能量的扩散和消耗，就不会有更高的能量的聚集和系统的进化。越来越进化、有序和美丽是宇宙演化的方向和史实，而不是像热力学第二定律（后简称第二定律）所描述的那样冷酷、可怕，在不停地走向混乱和死寂。

科学史上常常出现一种奇怪的现象，人们不是提倡发现和揭示事物真相和规律的新理论，而是为既有的理论所束缚、控制、指挥。例如统治人类思维的地心说、牛顿三大定律、宇宙不变说等等，虽然一次次产生类似的禁锢而又被突破，但人们并未因此吸取教训。如今热力学第二定律的统治，仍旧遮蔽了人的视线，使人看不到真实。实际上，140 亿年来，整个宇宙正是一个由平衡向不平衡、由无结构向有结构、由混沌向递序、由低级向高级、由简单向复杂发展的过程，用两个字来概括，那就是：进化。

首先，宇宙的开始是平衡态而不是非平衡态。大爆炸后的宇宙，甚至 30 万年左右都处于极热状态，是温度均匀的火球。熵等于被传递的热能除以温度[①]。所以，这时宇宙才正是热力学第二定律所说的处于熵值最大的极度无序的热平衡状态。它的熵值已达到无以复加的地步。而后来，随着宇宙的膨胀，宇宙的平衡态打破了，与熵增相反，宇宙越来越走向有序、进化，不断地创造出越来越有序、越高级、越复杂的事物，质子、原子、分子、星云、星球、星系，越来越新奇、美丽、灿烂；而不是相反，受热力学第二定律支配，从非平衡走向平衡，从有序走向无序，惨淡、丑恶、可怕。

宇宙虽然是个自足系统，但并不能完全套用热力学第二定律来解释。这不仅因为宇宙的开始是一个极热的平衡态火球，而不是非平衡态系统，而且还在于不能把热能与其他能产生和聚集能量的因素割裂。正如普里戈金所说，应在爱因斯坦统一性方向上“再迈进一步，因为我们的宇宙不仅仅是一个完整的系统，在此我们发展了某种统一性，弱力、强力等等各种力之间的联系；而且，我们作为一个整体的水平上、在人

① [澳]保尔·戴维斯：《宇宙的最后三分钟》，第 8 页、第 19 页，博承启等译，上海科学技术出版社，1995 年。