

自然雜誌

雜志

1
1913

自然辩证法杂志

一九七三年第一期

总 第 一 期



统一书号：2171·42
定 价：0.50 元

自
由
社
雜
誌
社

杂 志

1
1973

上海人民出版社

自然辩证法

杂志

一九七三年第一期

上海人民出版社出版
(上海绍兴路5号)

新华书店上海发行所发行 上海新华印刷厂印刷

开本 850×1156 1/32 印张 7 字数 153,000
1973年6月第1版 1973年6月第1次印刷
印数 1—100,000

统一书号：2171·42 定价：0.50元

毛主席语录

人类的历史，就是一个不断地从必然王国向自由王国发展的历史。这个历史永远不会完结。在有阶级存在的社会内，阶级斗争不会完结。在无阶级存在的社会内，新与旧、正确与错误之间的斗争永远不会完结。在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。停止的论点，悲观的论点，无所作为和骄傲自满的论点，都是错误的。其所以是错误，因为这些论点，不符合大约一百万年以来人类社会发展的历史事实，也不符合迄今为止我们所知道的自然界（例如天体史，地球史，生物史，其他各种自然科学史所反映的自然界）的历史事实。

目 录

天体的来龙去脉 余衡泰 (1)

自然辩证法理论研究

宇宙是无限和有限的统一 卞思祖 (60)

3°K微波辐射的发现说明了什么?

——兼评“大爆炸宇宙学” 李 柯 (80)

天文学从社会实践中来

..... 中国科学院上海天文台 余 珊 (97)

从实践中学习自然辩证法

报风和乘风 中国人民解放军海军 吴玉远 (105)
东海舰队某部气象台

地下顶管 上海市政工程公司革命委员会 (112)

苏州河上巧运水泥管

..... 上海港驳船运输公司拖轮队 (118)

看鱼下网 上海市海洋渔业公司 张文振 张文彩 (123)
四五七、四五六号渔船

水上也能种花生 上海川沙县 (126)
药师四队科学实验小组

外论选译

论证等级式宇宙学 [法] G·德·伏古勒 (129)

大爆炸宇宙学的哲学 [英] W·H·麦克雷 (142)

自然辩证法史料

《天问》《天对》选注 (148)

布鲁诺《论无限、宇宙和世界》(节译) (171)

附：亚里士多德《天论》(节译)

科学动态和理论介绍

关于地壳结构的一种新理论

——板块构造假说 朱新轩等 (186)

天文学中的一些新发现 中国科学院
上海天文台 李中元 (198)

影 评

到自然界中去找辩证法

——科教片《无限风光在险峰》观后 朱 锋 (207)

小辞典 (212)

编者的话 (217)

天体的来龙去脉

余衡泰

〔编者按〕本文以唯物辩证法为指导，较通俗地阐述了天体的起源和演化问题。这是一个尝试，希望读者能提出意见。全文篇幅较长，下期继续刊登。

第一章 人们是怎样认识宇宙的？

一、我们是在地上，还是在天上？

我们是在地上，还是在天上？一般地说，我们是在地上。天和地是对立的。天在上面，地在下面。日月星辰在天上，草木鸟兽在地上。同时，天和地又是统一的。日月星辰是天体，地球也是一个天体，是我们人类所居住的天体。

现代自然科学告诉我们：地球上的元素约有一百零几种，其中已经在天体上发现的，达六十九种。氦的原义是“太阳元素”，就因为它是在太阳上发现的。这种元素在地球上也早已找到了，并且已经在工厂里大量生产了。根据化学分析，来自天外的陨石所包含的铁质，具有同地球上的铁完全相同的化学特性；从月球上采集来的矿物，也具有同地球上一样的结晶体。因此，天和地都是一样的物质世界，根本就不存在绝对的“天壤之别”。正如恩格斯所说的：“世界的真正的统一性是在于它的物质性”。（《反杜林论》）

天体是多种多样的。常见的天体有恒星、行星、卫星、流星、彗星和星云。每一种天体，都有自己的特点。恒星是在宇宙间普遍存在的一种天体。恒星一般都具有巨大的质量和很高的温度，自身能够发光，就象光明炽热的太阳一样。但是，除了太阳之外的恒星，由于距离地球极其遥远，看上去就成了闪闪发光的小星点。

不同类型的天体之间的主要差别，在于质量的大小。同恒星比较起来，行星的质量是很小的。同行星比较起来，卫星的质量是更加小的。质量的大小决定着互相间吸引力的大小。由于质量悬殊，总是行星围绕恒星公转，卫星围绕行星公转。甚至在不同恒星之间，也往往由于在质量上有巨大的差别而产生了相互绕转的现象。流星和彗星同所有这些天体比较起来，是质量非常小的天体。流星本是环绕太阳公转的小天体，广泛地分布在行星级空间。有些小天体在绕太阳公转的过程中，进入地球的大气层，同大气相摩擦而发生燃烧和发光的现象，成为流星，化为灰烬，或者坠落地面，成为陨石。彗星具有很扁的椭圆轨道。因此，它同太阳的距离有很大的变化。当它距离太阳很近的时候，它的核心部分即彗核，显得特别明亮，并且在太阳的强烈光辉照耀之下，产生彗发和彗尾。当它远离太阳的时候，彗尾和彗发就逐渐消失，最后连彗核本身也看不见了。至于星云，则是一种独特的天体。它们是由气体和尘埃物质组成的，具有云雾状的外表。同恒星比较起来，它们具有特别大的质量和体积、特别低的密度和温度。一个普通的星云至少有上千个太阳的质量。但是，它的平均密度一般不超过每立方厘米几百个质子和电子，温度是摄氏零下二百多度，接近绝对零度。一个普通星云的半径，大约是十光年。光行的速度是每秒三十万公里，光行一年的路程接近

十万万万公里。因此，普通星云的半径达到了一百万万万公里。所有这些情况，都证明了物质世界既具有统一性，又具有多样性。

关于物质运动的一些根本规律，对目前已知的一切天体，包括我们地球在内，基本上都是普遍适用的。在地球和月球之间，地球和太阳之间，以至于一切天体之间，都有着既相互排斥又相互吸引的关系。正因为有这样一种普遍联系，人们根据已知天体的运动情况，成功地预见到一些当时还看不见的天体。当地球上的人们发现天王星的运行有些“不规则”的时候，人们根据天体之间既吸引又排斥的规律性，断定在天王星的外边，一定还有一个什么行星在对它起作用。而且，在望远镜中看到这个行星以前，人们就根据它对于天王星的吸引和排斥的情况，具体推算出了它的质量和在天空中的位置。这就是后来发现的海王星。接着，人们根据同样的情况，又推算出了在海王星的外边还有一颗冥王星。后来的发现同样地证实了这个预测。天狼星，在天空中的运行轨迹呈波浪的形状。在一八三四年，有人就根据这个情况断定：在天狼星的附近，存在着跟天狼星相互排斥和相互吸引的伴星。过了二十八年，人们果然在望远镜中发现了这颗伴星。更加确切地说，人们所发现的，与其说是这个天体或那个天体，不如说是这样一条真理：有些适用于地球这个物质世界的规律，也适用于其他天体。地和天构成统一的物质世界。物质世界具有统一性。

地球上是有生命，特别是有人类。在这一点上，地球在太阳系中也许是独特的。但是，有无生命或人类的问题，绝不是天和地的界限。生命决不是地球所特有的。在恒星际空间，人们已经发现许多种有机化合物。在月球上，人们甚至已经发现了四至六种氨基酸。如果那里存在着生命发展所需要的各

种物质条件，那么，这些东西就会合乎规律地由低级向高级发展，并且演变为生命这种物质形式。可以想象，在某些恒星的某些行星上，各种形式的生命必然已经产生出来和发展起来。况且，这里的所谓条件也不是一成不变的。在地球上，空气特别是氧气的存在，似乎是生命发展的必要条件。在目前的地球上，氧气是高等生物所不可缺少的。缺少氧气供应，有机体就会因窒息而死亡。其实，地球上的原始生命是在大气中缺氧的条件之下产生的，也是在缺氧的条件之下发展起来的。只有在原始绿色植物出现之后，地球上的氧气才逐渐增加。游离氧的存在，有利于生物的发展。但是，游离氧本身是绿色植物光合作用的产物，而不是一切生命物质的生存条件。事实上，原始生命估计出现在距今四十亿年以前，原始低等绿色植物出现在距今二十亿年以前。但是，一直到六亿年以前，绿色植物才在海洋中占优势。从此以后，大气中的氧，才有大幅度的增加，一直增加到目前的水平。到四亿年以前，陆地上才有低等植物。这标志着大气中已经含有大量氧气，高层大气中已经出现了臭氧层。有了臭氧层，紫外线不致强烈地照射到地面上，这就保护了地面上各种生物迅速繁殖起来。这样看来，在生命发展史上，缺氧的时代比多氧的时代还要长得多。即使在目前这样多氧的时代，地球上也还存在着嫌气细菌。对于它们说来，游离氧气是一种强有力的因素。因此，生命对于氧气的依存关系也只是相对的。我们在讨论宇宙间生命现象的时候，固然应当从地球上的现实情况出发。但是，宇宙间的物质是多种多样的，宇宙间的生命也必然是多种多样的。如果把地球上的生命看成是宇宙间生命的唯一形式，我们势必把生命发展的条件局限于地球上的条件。只有跳出地球的框框，人们才能认识生命现象的一般条件。在目前，强烈紫外线

的长期照射是对于现存生命的威胁。但是，在高层大气中形成臭氧层以前，到达地面上的紫外线曾经一直是十分强烈的。正是在强烈的紫外线的促进之下，地球上的非生命物质才逐渐转化而成最原始的生命。有人认为：在一定的条件之下，水在生命活动中的作用可以由氨水代替；氧在光合作用中的职能可以由硫代替。考虑到所有这些可能性，人们就会理解到那种把生命现象看成天地之间的基本差别的想法，是多么的幼稚！再拿现在地球上的人类来说，也决不是生命发展的什么顶峰。尽管在地球这样一个狭窄的领域内，目前人类是生命发展的最高形式，但是，在宇宙之间，现代地球上的人类绝不会是什么“万物之灵”，在另外一些天体上完全可能存在着比地球上的人类处于更加高级阶段的生命形式。地球上的人类也必然要不断地向更高的阶段发展。

既然地和天都是统一的物质世界，那么，地和天又怎么可能有绝对的界限呢？正因为这一点，人们在日常生活中，经常根据不同的需要，使用着不同的有关“天”的概念。人们常说：“日月星辰在天上”，又说：“云层在天上”。人们还常说：“人造卫星在天上运行”，“飞机在天上飞行”，甚至说：“鸟儿在天上飞翔”。从字面看，所说的都是“天”。其实，日月星辰所在的天，和云层、飞机以及飞鸟所在的天，是大不相同的天。显然，很难给“天”下一个广泛适用的定义。一定要下的话，那只能说：离地即天。在地球上的海洋和陆地外面，一切都属于天的范围。人们在登高望远的时候，总是看到：天连地，地连天。在天和地之间，只有一条所谓地平线。

一般说来，地球的周围就是行星际空间。在二者之间，差别是存在的，而绝对的界限是不存在的。人们所讲的天，总是包括大气在内的；而大气又是地球的组成部分，是地球的外

部圈层。大气既属于天，又属于地。大气的密度随高度的增加而逐渐降低。因此，大气本身又是地球的一个界限不明确的圈层。百分之九十九点九的大气集中在五、六十公里厚的底层。在五、六十公里以上的高空，只有百分之零点一的大气，几乎是“真空”的。但是，即使在几万公里的高空，也仍然存在着极其稀薄的大气。就是到了星际空间，也决不是真正的真空。人造地球卫星是在地球上的工厂里被制造出来的，一直是地球上的物体。但是，一旦从地面上被发射出去，并且进入预定的轨道，它就被说成是上了“天”，成为人造“天”体了。在人造卫星所在的高度上，一般仍然有稀薄的大气。这样，人造地球卫星既是上了“天”，又是在“地”球的大气中运行。同一个人造卫星，既在天上，又在地上。其实，高层大气分子，如果得到较高的运动速度，就可能散逸到行星际空间，同时流星体和高能微粒也不断地由行星际空间进入地球大气。天和地之间的频繁的物质交换，也使得天和地的任何界限，只能是相对的。

我国古代有个“乘槎经月”的神话，说的是古代有个张骞，在探寻黄河源的时候，不知不觉乘星槎经过月宫到达了银河。神话中的月宫，有城郭，有房舍，妇女在窗下织布，男子在河边饮牛，真是一派人间景象。这样看来，在古人的幻想故事中，月宫也完全是物质世界。在这一点上，这个神话倒是有点朴素唯物主义思想。其实，我们就是不去登天，实际上也是在天上。坐地观天，我们总觉得地在天下。如果坐在其他星球上观天，我们的地球就在天上了。我们常说：天上一轮明月。在地球上看，明月确在天上。但是，如果在月球上观天，那么，夜晚天上最明亮的就不是月球，而是地球。在夏历每月初一的夜间，在月球上看起来，地球就成为天上的一轮明“月”，其圆

面大小是我们所见月亮的十五倍。如果在月球上进行长期的观察，人们还可以看到地球的圆缺变化。

可见，天和地既是对立的，又是统一的。但是，在古代，人们由于对天空世界的无知，曾经产生了许多迷信思想。剥削阶级为了维护自己的反动统治，更是进一步把天说成是神灵所居住的地方。他们宣扬天尊而地卑，天上统治人间。同时，他们又竭力同天拉关系，鼓吹“天人合一”，把他们自己说成是天才和天子，具有天资和天赋，是天的化身。中国历代封建皇帝都自称“受命于天”，欧洲的一些封建国王也宣扬什么“君权神授”。他们甚至连天上的星星也说成是他们的命星。什么帝星，什么太子星，什么文曲星、武曲星等等，都同他们相依为命，高高地居在天上，而劳动人民只有服服贴贴地当他们的顺民，接受他们的反动统治，谁也别想上天。因此，所谓天尊地卑，其实就是唯我独尊，万民皆卑。可是，世界上哪里来的什么真命天子？我们劳动人民就从来不信这一套。我们相信的是“卑贱者最聪明！高贵者最愚蠢”。正是千千万万的劳动人民，把反动统治者看成粪土，一次又一次地揭竿而起，使得一顶顶王冠落地，从而推动人类社会不断地向前发展，并将把人类社会建设成为物质世界的“天堂”——共产主义社会。

二、是地动，还是天动？

是地动，还是天动？应该说，天和地都在运动着。恩格斯说得好：“运动是物质的存在方式”，（《反杜林论》）是“物质的固有属性”。（《自然辩证法》）“无论何时何地，都没有也不可能有没有运动的物质。”（《反杜林论》）这里所讲的运动，不仅是微观世界的运动（分子、原子和“基本”粒子的运动），而且是宏观世界的运动。

地球是不是运动的？具体地说，究竟是太阳和行星围绕地球转，还是地球和其他行星围绕太阳转？这场争论曾经延续了十多个世纪。前者的代表是地心说，后者的代表是日心说。

地球上的人们并不直接感到地球本身的自转和公转，只是看到这样一些现象：日月星辰每天从东方升起，在西方落下；太阳、月亮和五大行星都在天空中的恒星之间运行。这样，地静日动的思想就自然而然地产生了。我国古代的盖天说认为地是静止不动的。稍后产生的浑天说，认为天象蛋壳，地象蛋黄，有了比较模糊的地圆概念，但在地球是不是运动的问题上仍然属于地静说。古希腊的亚里士多德（公元前384—322），尽管明确提出了地圆说，可是他仍然认为地球是宇宙的不动的中心，这就是地心说。

但是，宇宙间的一切事物总是可以认识的。透过事物的现象，人们总会找到现象背后的本质。公元前，我国《考灵曜》一书，就记录和总结了古代人们有关地球运动的朴素认识。作者写道：“地体虽静，而终日旋转，如人坐舟中，舟自行动，人不能知。”这是明确的地球自转概念。又说：“一年之中，地有四游。”这是比较模糊的地球公转概念。在公元前三世纪，古希腊哲学家亚里斯塔克，通过测量工作，知道日地距离远远大于月地距离，从而肯定太阳的体积远远大于地球。在这个基础上，他得出这样的结论：地球在自转着，同时又在环绕太阳公转。

随着对于天体运行的认识不断深入，人们还逐步发现了五大行星和月球在天空中的运行不是匀速的。其中最重要的一点就是：行星运行一般是自西向东的，有时却是自东向西的。前者叫顺行，后者叫逆行。如果认为地球是宇宙的不动的

中心，就无法解释这种现象。因此，在公元一世纪，又有人提出了地球转动的观点，并且确认这样的事实：“物质的自然界，携带着毫无所知的我们转动；天体的上升和下降，不是由于天的运动，而是由于我们本身在天空中同天体相对的位置时而上升、时而下降的缘故。”

就在这个时候，托勒密（约90—168）跳出来了。托勒密是公元二世纪的天文学家。他完全了解亚里斯塔克的地动学说。他也承认，如果地球是在自转着和公转着的，天体运动的解释就可以简单得多。但是，他不愿违反亚里士多德的见解，顽固地坚持了地心说。他提出：如果地球是转动的，那么，在空中飞翔的禽鸟很快就会落在转动着的地球的后面。托勒密以圆周运动来解释天体运动的不规则性。他把天体运动的轨道分为本轮和均轮。天体的均轮是以地球为中心的较大的圆，而本轮是各种较小的圆；其圆心位于均轮上。天体在本轮上作圆运动，而本轮的中心在均轮上作圆运动。他以此说明，天体的这种运动既有速度变化，也有顺行和逆行的变化。

到了公元四、五世纪，罗马帝国因为奴隶占有制的崩溃而逐渐趋于衰亡；古代希腊罗马的科学文化，亦随之趋于衰落。公元四世纪，基督教成为罗马帝国的统治势力。根据基督教的教义，宇宙和地球都是神创的。地球是不动的，居于宇宙的中心，而人类是神的骄子。宇宙间的万物都是神为了满足人的需要而创造出来的。上帝创造太阳是为了给人提供光和热。上帝创造月球是为了人在夜间照明之用。上帝创造行星是为了以它们的变幻莫测的运行给人们预示吉凶祸福。所有这些宗教教条都是同自然界的客观事实和客观规律背道而驰的。后来，随着生产事业的发展以及由之而来的科学技术的进展，基督教才不得不被迫取消了对于希腊科学的禁令。但是，

他们却把亚里士多德和托勒密吹捧成为绝对权威，并且阉割托勒密学说中比较合理的部分，一味地鼓吹他的地心学说。这是因为，以地球为中心的宇宙体系，是同以人为宇宙中心的宗教教条相一致的。

十五、六世纪以来，资本主义逐渐从封建社会内部发展起来。当时，观测资料的不断增加，使得托勒密的学说千疮百孔，越来越不能自圆其说。基督教的天文学家们为了迁就观测资料，随心所欲地在托勒密的地心说的基础上加上新的本轮。本轮和均轮的总数，一直被增加到八十个。这样一来，天体位置的推算工作，变得极其繁琐和复杂，而所得的结果却仍然不符合实际。这使得所有的天文学工作者都感到头痛不堪。当时，有人曾经公开发泄对于托勒密体系的轻蔑和厌恶，说：“如果上帝在创造世界时向我领教的话，那么，许多东西就会创造得好得多”。到了这时，托勒密体系再也维持不下去了。资产阶级的政治需要和资本主义的生产需要，都要求天文学来一个根本性的变革。

杰出的天文学家哥白尼(1473—1543)就是在这样的时代背景下出现的。哥白尼出生在波兰，曾经在意大利学习数学和天文学。他回国以后，花了将近四十年的时间，进行天文观测，并且提出了完整的日心说。他认为：地球和其他行星都在自转并且环绕太阳公转；太阳是静止的，位于宇宙的中心。他说：如果我们把太阳的周年运动看成地球公转的反映，把太阳看作静止的，那么，天体的东升西落的规律并不会受到破坏。行星的逆行和逆行，可以解释成不是起因于它们自身的运动，而是起因于它们所反映出来的地球公转。就这样，他以简单明了的道理，解释了天体的周日运动、太阳的周年运动和行星的逆行，并且以位相和距离解释了地心说所无

法解释的行星亮度的变化。

哥白尼的日心说以科学的论证粉碎了托勒密的地心说，证明了地球只是一个普通的行星，它同其他行星一样在环绕太阳公转。在这种理论面前，所谓“人是上帝的骄子”，所谓“天和地是完全不同的”等基督教的教义，都被剥去了画皮，露出了荒唐的原形。因此，正如恩格斯所说的，哥白尼的日心说是“向自然事物方面的教会权威挑战”，是“自然科学借以宣布其独立……的革命行为”。（《自然辩证法》）

哥白尼的《天体运行论》是在一五二九年前后完成的，但他没有立即出版他的书。他懂得他的日心说不但要推翻流行一千多年的地心说，而且要动摇中世纪神权统治的基础，必然会引起罗马教会的严酷的迫害。一直到一五四三年哥白尼临终的时候，《天体运行论》才在德国出版。教会一发觉哥白尼的学说里出现了一个新的世界观，便宣布哥白尼学说是“异端”，把《天体运行论》列为禁书，并且对相信和宣传哥白尼学说的人进行残酷的迫害。

在哥白尼以后，布鲁诺（1548—1600）发展了他的学说，伽利略（1564—1642）和开普勒（1571—1630）证实了他的学说。布鲁诺是意大利的哲学家。他认为，太阳只是一个普通的恒星，而所有的恒星都是太阳那样的巨大天体；宇宙间的一切天体，无论是包括地球在内的全部行星，或者是包括太阳在内的全部恒星，无不在运动之中。这就是说，宇宙间没有什么不动的东西。伽利略是意大利的科学家。他在历史上第一次使用望远镜观察天上的月球、行星、太阳和恒星。他看到木星有四个较大的卫星在绕着它公转，认为这是太阳系的缩影，从而生动地说明了较小的天体绕着较大天体公转是自然界的客观事实，进一步证明了哥白尼假说的正确性。开普勒是德国的

科学家。他根据前人关于行星运行的观测记录，总结出行星绕日运行的规律。这就表明，行星对于太阳的公转运动不是出于偶然的。正是在这些规律的基础上，英国科学家牛顿（1643—1727）发现了万有引力定律。从此，人们对天体的认识开拓了一个新的境界，认识到了不同的天体不但互相排斥，而且互相吸引。根据这样的相互关系，人们发现了海王星。这时候，人们不但证实了哥白尼的日心学说，而且逐步地弄懂了宇宙间的一切天体都在运动。具体地说，卫星都在环绕它们所属的行星运转；行星都在环绕它们所属的恒星运转；由大量的恒星构成的星系，也都在不停地旋转。总之，天是在变化着的，宇宙是在运动着的。没有物质的运动和没有运动的物质，都是不可思议的。

“坐地日行八万里，巡天遥看一千河。”由于地球的自转，赤道上的人们每天跟随地球在天空中运行八万里。由于太阳系运转，人们依次观察到千千万万个遥远的“银河系”（河外星系）。但承认这个客观存在不是很容易的。历史上，凡是进步的阶级和集团都敢于承认天是在变化着的。可是，一切没落的阶级和集团则相反。他们为了维持反动政权，生怕劳动人民起来造反，起来变天。他们在社会历史观上害怕变天，在自然观上就反对天变。为什么罗马教廷要把布鲁诺活活烧死？为什么要对伽利略实行终身软禁？还不是因为他们认为天变的观点不利于自己的统治吗？在我国历史上，汉武帝之所以重用董仲舒以及他所代表的儒家思想，无非是因为看中了他的“天不变，道亦不变”的论点。所谓“天不变，道亦不变”，说穿了，是以“天不变”论证“道不变”，即反动统治不变。正是由于这一点，这种形而上学的思想曾经在封建社会中长期地被奉为正统思想。在我国宋朝，王安石搞了点打击大地主阶级

利益的政治改革，即所谓王安石变法。这件事，就曾经引起统治集团的一次大争论。在这场争论中，以司马光为代表的大地主阶级主张因循守旧，认为“祖宗之法不可废”，搬出了“天不变，道亦不变”的儒家正统哲学。以王安石为代表的中小地主阶级，主张实行变法，认为“祖宗之法不足训”，大胆地肯定了“天变不足畏，祖宗不足法，人言不足恤”的观点。很明显，这场争论的焦点是怎样对待“祖宗之法”即传统的统治方式的问题。司马光搬用“天不变”，王安石坚持“天变不足畏”，其目的都是为了论证各自对于“祖宗之法”的态度。在实行变法期间，天空出现过彗星，地上发生过旱灾，华山也曾经发生山崩。顽固派借题发挥，乘机攻击新法，说什么这些天变都是变法的结果。王安石据理力争，认为“尚变者，天道也”，指出了“变”是自然界的规律。他针对顽固派的猖狂攻击说：如果山崩是对人事的警告，那么，那正是对于你们这班小人的警告。

人们的自然观和社会观，从来是有联系的。从我国宋代关于天变不变的一场争论，到罗马教廷对于日心学说的镇压，无不说明了这一点。在坚持“天不变”这个根本问题上，基督教的新教和旧教是完全一致的。新教头目马丁·路德在反对旧教的运动中，曾经有过焚毁教谕的英勇行为。但是，当哥白尼以他的地动学说从根本上动摇了神权统治的基础的时候，马丁·路德就原形毕露，剑拔弩张地跳了出来，对新的宇宙观进行疯狂的攻击。由此可见，反动的统治阶级历来是同唯心的和形而上学的宇宙观相依为命的。

三、宇宙是有限的，还是无限的？

在任何地方，天空都给人们以中间隆起、四周下垂的印象。这就是天穹。一切恒星似乎是镶嵌在天穹上的。太阳、

月球以及全部行星，似乎都是在天穹上运行的。不管观察者站在什么地方，天穹的最高点总是位于他的头顶上。

人们对于宇宙的看法，曾经长期同天穹的印象有关。无论是盖天说还是浑天说，无论是托勒密的地心说还是哥白尼的日心说，都把天看成是球形的，甚至把天看成坚硬的球体。盖天说者认为：天好象是张开的伞，即是半球形的；天只位于大地之上，而在不在大地之下，人们之所以不能在夜间看到太阳，是因为当时的太阳实在太遥远了，而不是因为当时的太阳位于地平线以下。浑天说者认为：天是一个浑圆的球，就象蛋壳那样，大地居于球心，就象蛋黄那样。根据这种理论，我国天文学家落下闳（公元一至二世纪）和张衡（78—139），在汉代先后制造了浑天仪，用来说明天体东升西落的现象。中国古代的浑天说明确地提出了大地是宇宙的中心。希腊古代的托勒密的地心说也认为地球是球形的。但他提出了九个同心天层的说法，把月球、太阳和五大行星安排在第一至第七天层，而把所有的恒星安排在第八天层，即恒星天。在第八天层的外面，是神灵所居住的最高天。一直到了哥白尼的日心说产生以后，人们才把宇宙的中心从地球搬到太阳，把人类所居住的地球降低到普通行星的地位，从而开始把自然科学从神学中解放出来，并且动摇了神权对于人类的统治。但是，哥白尼的宇宙体系是有缺陷的。他仍然相信宇宙间的运动都是圆周运动，因而不能完全摆脱托勒密的本轮、均轮体系。哥白尼由于受当时生产水平和实践条件的限制，把宇宙局限在很小的范围以内。他的所谓宇宙，就是我们今天的太阳系，即以太阳为中心天体的天体体系。太阳系的范围确实很广大，但如果认为太阳系就是全部宇宙，真是所见又何其小也。同时，哥白尼体系虽然除去了托勒密的最高天，却保留了他的恒星天。他

相信恒星天是宇宙的坚固的外壳，把宇宙看成是有限的，即有边界的。

难道宇宙间真的有着恒星天这个单一天层吗？难道宇宙真的有着这样的边界吗？不是的。在这个问题上，我国古代很早就有不同的意见。东汉的郑萌根据古代的宣夜说认为：天空并不是什么坚固球体；日月星辰并不是由什么东西固定在天穹上的。尸佼在《尸子》一书中说：“天地四方曰宇，往古来今曰宙”。他把空间和时间联系起来考虑，从而模糊地表示了宇宙在空间上和时间上无限的思想。《列子》一书的作者也具体地提出：大地仅仅是宇宙间一种很小的东西，而不是宇宙的中心；“上下八方”都是“无极无尽”的，而不是“有极有尽”的。他们都认为宇宙不是有限的。

在欧洲，哲学家布鲁诺曾经十分明确地提出宇宙无限的理论。他认为：在任何一个方向上，都展开着无穷无尽的空间。任何一种形状的天空都是不存在的。任何的宇宙中心都是不存在的。所有的恒星都是巨大的球体，就象太阳一样。恒星的周围，也有行星环绕着，就象地球环绕太阳那样。生命不仅存在于我们地球上，而且存在于我们所不能看见的遥远的行星上。哥白尼把地球从宇宙的中心天体降为太阳的一个普通行星，而布鲁诺把太阳从宇宙的中心天体降为一个普通恒星。这样，过去被认为是宇宙中心的地球，在宇宙间就成为比沧海之一粟还要渺小的东西。这在哲学上是一场天翻地覆的革命。它不但使罗马教廷感到恐慌万状，甚至那个因为发现行星运动三定律而被誉为“天空立法者”的开普勒，也承认他自己在阅读布鲁诺的著作的时候，感到一阵阵头晕目眩。

其实，所谓恒星天就是天穹。而天穹及其球形的外表，都不是真实地存在着的东西。天穹之所以会给人以球形的印

象，是因为人类的眼睛只能在比较小的范围内辨别物体的远近，而无法辨别不同天体在距离上的巨大差别。例如：云层只是地球大气中的东西，而月球距地球约三十八万公里。但是，我们常常感到月球在云层中穿过，并不感到从云层到月球会有那么远的路程。我们又知道：日地距离是月地距离的四百倍。但是，在人类的直接感觉上，太阳和月球似乎是同样地遥远，看不出距离上的差别。我们还知道：光线从太阳到地球，只需要八分钟的时间，而从比邻星到地球却需要四点三年的时间。二者相差达二十七万倍。但是，如果我们不将感觉材料加以改造制作，不把感性认识上升到理性认识，那么，我们将会认为太阳和比邻星似乎是同样远近的。其实，比邻星是除了太阳以外的距离地球最近的恒星，就好象是我们地球或太阳系的邻居。一般的恒星都要比比邻星遥远得多。但是，在直接感觉上，云层、月球、太阳、比邻星以及更加遥远的恒星和星系，似乎一样远近。这就是说，一切天体同观察者的关系，就象球面上不同的点同球心的关系。既然如此，所有的天体以及它们所在的天空，在观察者的心目中，就成为球面了。因此，所谓恒星天事实上并不是什么坚硬的镶嵌着恒星的球面，也不是什么宇宙的边界，而是无限广大的宇宙空间。

太阳系的范围可谓大矣！在太阳系中，距离太阳最远的行星是冥王星。如果以冥王星的轨道作为太阳系的范围，那么，太阳系的直径是一百二十万公里。同整个太阳系相比，地球只不过是沧海之一粟。

在天空中，除了太阳系的成员以外，肉眼所能看到的几乎全是恒星。在地球上看起来，只有为数不多的恒星是比较明亮的，象天狼星、牛郎星（河鼓二）和织女星。天空中绝大部分的恒星是十分暗淡的。这些恒星在天穹中聚集成一个白茫茫

的环形光带，称为银河。“天河夜转漂回星，银浦流云学水声。”我国古代，曾经长期把银河看作是天上的河流，并且流传出“牛郎织女鹊桥相会”的神话，说是牛郎星和织女星在每年夏历七月初七在银河的鹊桥上相会。其实，牛郎星距地球十五点七光年，织女星距地球二十七光年。牛郎、织女两星相距十六点三光年。从两地出发，即使乘的是现代最强大的火箭，几百年后也不能在中途相遇。牛郎织女相会是完全不可能的事，也是从来不曾有过的事。银河在天穹上是一个环形光带，早在十七世纪，人们就已经在望远镜中发现了，构成银河的是密密麻麻的遥远的恒星。以后，人们又进一步弄清楚：聚集在银河里的大量恒星，构成一个巨大的恒星体系，称为银河系。银河系拥有大约一千五百万万颗恒星和大量的星云。我们的太阳就是其中的一颗。如果观察者居住在一大片森林之中，那么，在他看起来，森林位于他的四面八方，并且构成一个圆圈，而不是一大片。同样，既然我们所立足的地球位于银河系之内，银河系就表现为环状的银河。银河系本身有旋转运动，并且在旋转运动中成为中间厚、四周薄的形状，亦即类似铁饼的形状。天穹中的银河，大体上可以代表银河系的赤道平面。银河系的直径，大约是十万光年；它的厚度大约是一万光年。太阳在银河系中运转一周大约需要二亿年。这样看来，太阳系并不算大，银河系才是极其巨大的。同银河系比较起来，我们的太阳系只是沧海之一粟。至于我们的地球，那就更不用说了。

可是，在宇宙之中，银河系还只是一颗“沙粒”。在银河系的范围以外，还存在着无数的恒星体系。在巨大的望远镜中，它们一般表现为模糊的光点，因而被称为星云。这种星云位于银河系以外，因而又被称为河外星云，以别于银河星云。从

表面上看，河外星云似乎是一种云雾状的天体。但是，巨大望远镜的照相工作已经证实：河外星云是由千千万万颗恒星所组成的，应该如实地称其为河外星系。每一个河外星系，在宇宙结构中，都相当于我们的银河系。到现在为止，人们所已经发现的河外星系，总数在十万万个以上。银河系和所有的已经发现的河外星系，合称总星系。这是迄今为止人类所已观测到的恒星世界。

在银河系中，离开我们太阳系最远的恒星，存在于大约八万光年的远方。这是极其遥远的。但是，在总星系中，我们所已经发现的最远的河外星系，有的说距离我们有几十万万光年，也有的说距离我们有一百万万光年。但不管是那种说法，总星系同银河系相比较，不知要巨大多少倍。前面已经说过，我们的地球只是太阳系的沧海之一粟。我们的太阳系只是银河系的沧海之一粟。在这里，为了说明总星系的巨大和银河系的相对渺小，我们又要使用“沧海之一粟”这个习惯用语。其实，任何一个在日常生活中产生和使用的词汇，都无法说明总星系会大到什么地步！

总星系虽然极其巨大，但是在宇宙之中，总星系仍然是很小的。这里，我们不能再使用“沧海之一粟”了，而应该直截了当地指出：宇宙是无限的。对于无限的宇宙来说，任何具体的天体或天体体系，都是非常渺小的。仅凭人们在日常生活中积累起来的经验，不足以在自己的头脑中构成宇宙无限的图画。

每一样具体的东西，都是有限的；每一次观察的视野，都是有限的。但是，人类视野的无限扩大，证明宇宙是无限的。人类对于宇宙的认识，总是从自己的周围开始的，然后不断地扩大：从自己的家乡扩大到一个地区，从一个地区扩大到地球整体，从地球扩大到太阳系，从太阳系扩大到银河系，从银河系

扩大到总星系。在十八世纪以前，人类心目中的“宇宙”，只是太阳系。同太阳系相比较，总星系所展示的天地不知要广阔多少倍！总星系是不是宇宙的极限呢？不是。今后，随着生产的发展和人眼的延长，我们的宇宙视野还将继续不断地扩大。

宇宙是无限的，是没有边界、没有形状、没有中心的。边界、形状和中心，都是对于宇宙的有限的组成部分如太阳系或银河系而说的。我国唐代的哲学家柳宗元（773—819）曾在《天对》中说过：宇宙是“无中无旁”，即没有中心和没有边界的。有中心，就必然有边界；有形状，也必然有边界。有了边界，就不是宇宙，而只是宇宙的一个组成部分。没有边界、中心和形状，也就无所谓收缩和膨胀。因此，那种所谓宇宙膨胀的说法，如果成立的话，也只能是局限于对宇宙的一个组成部分而说的。

宇宙在空间上的无限，是同时间上的无限相一致的。在宇宙之间，没有脱离时间的空间，也没有脱离空间的时间。时间和空间是不可分离的。河外星系距离我们如此遥远，以致那个具有难以想象的速度即每秒三十万公里的光也要行走几十万年甚至几十万万年。我们现在看见的河外星系的光，是地球上还没有人类甚至地球还没有形成之前发出来的。它们今天所发出的光将要在几十万年甚至几十万万年以后，才能到达我们的地球上。正如马克思所说：遥远星球的光芒要“在发出这种光芒的那个星球消逝了十万年以后，才达到我们地球上居民的眼中”。（《马克思恩格斯全集》第6卷，第126页）

宇宙在时间上的无限性，是同物质不灭的规律性相联系的。既然物质是不可能被创造的，宇宙就无所谓起点。既然物质是不可能被消灭的，宇宙就无所谓终结。物质只能不断地从一种运动形式转变成另一种运动形式。因此，宇宙在时

间上必然是无始无终的。起源和终结，年龄和寿命，都是对于天体物质的某一种特定运动形式而言的。但是，对于宇宙来说，根本谈不上什么起源和年龄。

宇宙是无限的。宇宙在时间上和空间上都是无穷无尽的。在太阳系外面还有千千万万个“太阳”，它们组成银河系。银河系以外呢？还有千千万万个“银河系”，组成了总星系。恩格斯说过：“时间上的永恒性、空间上的无限性，本来就是，而且按照简单的字义也是：没有一个方向是有终点的，不论是向前或向后，向上或向下，向左或向右。”（《反杜林论》）

宇宙无限的结论，是为哲学和自然科学的长期的持续的发展所证明了的。毛主席教导我们：“人民，只有人民，才是创造世界历史的动力。”无论是社会的发展史或者是对宇宙的认识史，都要受这条规律的支配。没有人民群众的三大革命运动——阶级斗争、生产斗争和科学实验，就没有日益扩大的宇宙视野。明亮的行星很早就引起牧民们的注意。地球上四季变化的规律，最初是应用于农业生产上的。没有劳动人民的辛勤劳动，就没有光学望远镜和射电望远镜，就无法窥测遥远的恒星世界。

宇宙在空间上和时间上无限的理论，是唯物主义的宇宙观。它同一切宗教教义都是针锋相对的。宗教把宇宙分为物质世界和神灵世界，即天上和人间，此岸和彼岸，宣传上帝创造世界。唯物主义者则认为：除了形形色色的物质世界以外，不存在什么上帝生活的世界。物质世界是无边无际的，根本不存在有任何神灵活动的任何场所。物质世界是无始无终的，根本不存在有任何神灵活动的任何机会。反之，如果承认宇宙有边际，就是承认现实世界之外有一个神灵世界。如果承认宇宙有起源，就是承认上帝创造世界。唯物主义者坚信

宇宙的无限性，就是坚持无神论，就是不承认超自然的神灵世界和神灵活动。正因为如此，宗教把布鲁诺和他的宇宙无限理论看成不共戴天的死敌，并且把他活活烧死。但是，近代自然科学的进展，完全证实了宇宙无限的理论。唯物主义的世界观越来越深入人心，迫使着一切反动的神权统治和唯心论的宇宙观撤退到日益缩小的阵地上去。

第二章 恒星从来不变

一、恒星的千差万别

在晴天的夜晚，我们仰望天空，总可以看到许多星星。如果当时天空中没有月亮，那么，我们能看到的星星就会更多。人们仰望这群星灿烂的天空，不禁想起了这样一首儿歌：“天上星，亮晶晶，数来数去数不清”。

这首儿歌说得对不对呢？又对，又不对。肉眼可见的星星，为数不多，只有六千左右，不但早已有人数过，而且已被逐一命名和登记，编成星表，绘成星图。我国就有世界上最古的星表和星图。因此，天上的星不能说“数不清”。但是，要说“数得清”，却也不见得，譬如银河就是一个例子。银河，我国古称天河。在肉眼看起来，只是白茫茫的银色的一片，分不清什么斑斑点点。此外，天空中的星星，不断地从东方上升，在西方下落，要数清这样的繁星很不容易。如果始终在同一地点进行观察，天空中总有些星星始终在地平线以下。在苏联，人们看不见老人星，在澳大利亚，人们看不见北极星，这当然也就无从数起。我们应当承认，由于望远镜的制造成功和不断改善，人们所能观察到的星星，在不断地增加。但是，星表

尽管不断地加以补充，仍然无法把每一个星星登记编目。目前用望远镜所能观察到的恒星，总数已经在一百万万个以上。俗语说，“天上一个星，地上一个丁”。实际上，天上的星星远远多于地上的人丁。谁也难于数清这么多的星。即使数清了这一百万万个星，也仍然还有更多的没有看见或没有数清的恒星。银河系有一千五百万万个恒星，总星系的恒星就更加无从数起。其中有的太远太暗，有的为其他天体所遮掩。宇宙是无限广大的，星星是无限众多的。同无限众多的星星相比较，已经数清的星星总是极其有限的。因此，天上星，数不清，这是绝对的。天上星，数得清，这是相对的。星星的总数是无限多的，是数不清的。但是，在一定的范围内，星星还是数得清的。而且，这个范围是在不断扩大之中的。

从表面现象看来，星星跟我们的距离似乎是完全相同的，没有什么远近之分。但是，近代天文学已经成功地测定了恒星的距离。测量结果表明，比邻星比天狼星近得多，而天狼星又比织女星近得多。这些肉眼所能看到的星，同绝大多数恒星比较起来，距离地球都是很近的。比邻星与地球的距离，只有四点三光年，而人类目前所已经探测到的最远的天体，位于几十万万光年的远方。其实，对于认识宇宙来说，几十万万光年以及任何巨大的天文数字，都还不足以表示我们地球同最近的天体之间的距离，只有无穷远才是它的最适当的表达方式。因此，星星之间的距离不是差不多，而是差得多。

乍看上去，星星似乎都是一些小光点，没有多大的亮暗之别。通常说，“一星半点”，那无非是指极其渺小的意思。在一星半点之中，再要区分亮的和暗的，大的和小的，那似乎多此一举。但是实际情况并不是那样。地球上人们所感到的亮暗程度，简称亮度。天体按亮度分成等级，叫做星等。肉眼所

能看到的星，最亮的大体上都是一等星，最暗的是六等星。一等星和六等星，亮度相差一百倍。其中最亮的星，即使在月亮最明亮的时候，或者是在早晨和黄昏，都是可见的。所谓“月明星稀”，所谓“寥若晨星”，指的都是在天空比较明亮的情况下仍然能看见的少数亮星。至于那些六等星，只有在天空中没有月亮而且没有云雾的夜晚，眼力比较敏锐的人才能勉强看得清楚。仅从这一点，我们也可以知道，恒星在亮度上的差别是不小的。目前世界上最强大的光学望远镜，可以通过照相的方法，发现二十三等的恒星。这种暗淡的恒星的亮度，仅及一等星的十六万万分之一。同它们比较起来，六等星就得算是天空中的亮星了。其实，二十三等星还不是宇宙间最暗的恒星。因为恒星的亮度，跟它们距离地球的远近有密切关系。宇宙在空间上是无限的，恒星在数量上也是无限的。我们此刻所能观测的恒星，包括二十三等星在内，同那些目前看不见的无限遥远的恒星比较起来，都是宇宙间最明亮的那一部分恒星。这样看来，恒星在亮度上的差别也是无限的。

亮度大的恒星是不是就一定具有大的发光本领？不一定。恒星的发光本领，用每秒钟从整个恒星的表面放出的能量来表示，叫做光度。光度和亮度是两个不同的概念。由于距离上的巨大差别，光度很大的恒星，未必十分明亮；看上去明亮的恒星，未必具有很大的光度。织女星看起来只是颗普通的亮星。它的亮度仅及太阳的五百万万分之一。但是，它的光度是太阳的四十八倍。天狼星是夜空中最明亮的恒星。它的亮度是织女星的四倍半。但是，它的光度仅及织女星的一半。为什么呢？原因是织女星离地球二十七光年，而天狼星离地球只有八点七光年。宇宙中有许多极其遥远的恒星，在巨大的望远镜中只是一个非常暗淡的光点，实际上却是光

度很大的恒星。因此，如果不是透过现象看本质，我们就会上当受骗。在恒星世界中，光度的差别也是极其巨大的。有的恒星光度是太阳的五十万倍，也有的恒星光度只及太阳的几十万分之一。恒星光度的大小，同它们的体积有很大的关系。考虑到这一点，人们把光度小的恒星叫矮星，把光度大的恒星叫巨星，把光度特别大的恒星叫超巨星。

恒星一般都发射光。但是，如果我们以为凡是光亮的天体都是恒星，我们又会受骗。有的星尽管看起来很亮，其实它们只是如地球这样的行星，从来不曾发光。金、木、水、火、土这五个明亮的行星，曾经长期以假象迷惑人们，特别是金星和木星，常常比一般的一等星甚至天狼星还要明亮得多。其实它们所送来的光只是被它们所反射的太阳光。正因为这一点，金星在望远镜中有十分明显的圆缺变化，就象我们肉眼所看到的月亮那样。此外，即使用肉眼看起来，行星的光也不同于恒星。恒星有闪烁现象，而行星则不然。恒星在望远镜中看来是一个光点，而行星却是一个圆面。这些都是行星不同于恒星的地方。

光是恒星向我们通风报信的“无线电报”。它的“密码”就是星光的颜色。恒星光度的大小，同物体的温度有关；而物体的温度不同，所发出的光的颜色就不一样。在炼钢的时候，随着钢水温度的逐步升高，火光颜色会发生有规律的变化：开始是红色，以后依次变为橙、黄、白，乃至青白色。把这些原理应用到恒星上去，我们便可以根据星光的颜色来估计它们的表面温度。恒星的温度是大不相同的。即使我们用肉眼观察，也可以看出恒星有蓝、黄、红等不同颜色。

把恒星发射来的光，通过一个三角形的玻璃棱镜，分解成为一条红、橙、黄、绿、青、蓝、紫等不同颜色组成的彩带，这个

彩带就叫光谱。各种恒星光的光谱是不同的。光谱分析可以帮助我们更精确地确定恒星的颜色与温度的关系，并进而测知恒星的温度。不同的恒星，光谱不一样。例如，有的星以蓝色光为主，因而呈蓝色，被称为蓝星；有的星以红色光为主，因而呈红色，被称为红星。这就表明恒星的表面温度大不一样。蓝星表面温度很高，约为摄氏二万五千度到四万度；蓝白星和白星次之，黄白星、黄星和红橙星又次之。红星温度最低，约为二千六百度到三千六百度。近年来，人们应用红外线观测技术，又发现了不少主要辐射红外线的红外星。这类恒星的表面温度比一般恒星低得多，只有几百度。它们可算是迄今所知的温度最低的恒星。

在恒星与恒星之间，不仅光度、亮度上的差别很大，而且体积上的差别也很大。有的恒星比太阳大千百倍，甚至有的比太阳大十万万倍，可以把木星轨道装进它的肚子里。但是，也有一些恒星的体积比地球甚至比月亮还小。恒星的质量，虽然一般相差不大。但是，差别也还是存在的。质量特大的恒星，相当于几十个太阳；质量特小的恒星，仅及太阳的二十分之一。恒星平均密度的大小，主要地决定于它的体积的大小。体积大的恒星，平均密度一般比较小；体积小的恒星，平均密度一般比较大。密度小的，小到只有地面空气的几千分之一甚至万分之一；密度大的，大到一立方厘米的物质有几十至几千公斤，有的甚至有上千、上亿吨“重”。

恒星的千差万别还表现在它们的年龄和寿命上。太阳世世代代照耀我们。可想而知，它的年龄一定很大了。究竟有多大年纪呢？据估算，太阳从形成到现在已经历了大约六十亿年的发展史。这似乎是“高寿”了。可是，在恒星世界中，太阳的年龄也只能算是中间的。例如，球状星团是由几千个

到几十万个恒星密集而成的球形团体。它的成员星的年龄一般大于一百亿岁，都比太阳的年龄大。当然，也有好多恒星的年龄比太阳要轻得多。例如，质量大、表面温度高的蓝色和蓝白巨星，光度很大，能量的消耗十分迅速。根据它们能量消耗的速度，人们估算出这类恒星的年龄至多是几百万岁到几千万岁。还有一些不稳定星，它们十分猛烈地向外抛射物质。从物质抛射的猛烈程度看，它们的年龄不过一、二百万岁。上面提到过红外星，它们的特点，不只是表面温度很低，而且是体积很大。它们的直径是太阳的几百倍到几千倍。恒星是星云在体积不断收缩、温度不断增高的过程中形成的。因此，红外星中的一部分是从星云中刚形成的恒星。又如著名的昴星团是一个比较疏散的恒星集体，古称“七姐妹”（普通眼力的人可看到这星团中有六颗较亮星聚在一起，眼力好的人则可看见另外一颗较暗星，所以我国古代把它们叫做“七姐妹”），实际上至少有三百来个“姐妹”。它们象一群大雁那样“步伐整齐”地奔赴同一个方向。它们可能是从同一块星云中形成的恒星群。有人认为，这一群恒星是在不久以前从星云中脱胎出来的，只有二千万岁。自一九四七年起，人们还发现一些更为稀疏的恒星集团，它们是由蓝色和蓝白色的星或者是一些不稳定星所组成的，叫做星协。这种恒星系统的结构很不稳定，并在不断向外扩散。这种情况，不可能持续很久。这说明，它们寿命不会长，几百万年内便会瓦解。我们现在所能看到的一些尚未瓦解的星协中的成员星，年龄再老，也不过几百万岁。

大体相同的化学元素组成了不同类型的恒星。属于同一类型的恒星又有着各不相同的年龄。这就为我们研究恒星的发展史提供了方便。任何人都不能期望通过对某一恒星从生

到死的连续观测，去了解恒星发展的全过程。要看出恒星发展的全过程一般要经历几千万年甚至几十亿年的时间。这不但比我们人的寿命要长得多，而且也比人类的发展史要长得多。但是，我们完全可以抚今追昔，通过对大量的处在不同发展阶段的恒星进行研究，来了解恒星发展的大体轮廓，勾画出一幅恒星从产生到灭亡的粗略图景。

二、恒星的千变万化

星星，尽管千差万别，但有一点是共同的，那就是：绝大部分都是恒星。除了恒星以外，人们可以用肉眼观察到的星星，只有五个明亮的行星（水星、金星、火星、木星和土星）和偶尔掠过天空的流星。如果用望远镜，人们所能观测的星星，将会十倍、百倍、千倍、万倍地增加。但是，在它们之中，绝大部分仍然是恒星。当然，这里所讲的恒星，不仅是单个的恒星，而且是恒星的集团，即星团。不属于恒星范围的星星，除了行星和流星，还有卫星、彗星和星云。这些天体的数量，肯定是非常巨大的。但是，在望远镜的视野中，它们现在还是极少数，占绝大多数的，总是恒星。因此，通常所讲的星，一般是指恒星而言。双星是指成双的恒星；新星是指突然变得很亮的恒星；星团是指恒星的集团；星系是指由大量恒星组成的天体系统；变星是指亮度发生变化的恒星。太阳系里的行星的亮度也在经常变化，但因为行星是从属于恒星的，就不能称为变星。

“恒星”，顾名思义就是不变的星，永恒的星。人们在古时候认为，所有的恒星都是牢牢地固定在天穹上，天体的东升西落，只是天穹本身的运动，而每一个恒星在天穹中的位置是不变的，不同恒星在天空中的相对位置也是不变的。

从表面现象来看，恒星之间在天穹中的相对位置确实是固定不变的。天空中的主要恒星都可以用线条连结而成一定的几何图形。织女星附近的几个小星，构成了梭子的形状，被称为梭子星。牛郎星（河鼓二）和附近的两颗亮星，大体上位于一条直线上，犹如扁担的形状，被称为扁担星。古代的梭子星，到今天还象一具梭子；古代的扁担星，到今天还象一根扁担。扁担星又叫“三星”。我国几千年前写成的《诗经》中，就有“三星在户”的诗句。天空中比较明亮的“三星”，除了天鹰座的牛郎三星以外，还有天蝎座的商宿三星和猎户座的参宿三星。在夏天的夜晚，我们可以看到牛郎三星和商宿三星。在冬天的夜晚，我们可以看到参宿三星。从汉朝到唐朝，从宋朝到清朝，日复一日，年复一年，几千年过去了，所有这些三星的面貌却没有发生明显的变化。这样看来，恒星尽管不停地东升西落，但恒星之间的相对位置，却似乎是固定不变的。

恒星的相对位置难道真的是固定不变吗？当然不是的。恩格斯说：“运动是物质的存在方式”。（《反杜林论》）恒星无疑地也在不停地运动之中。那么，为什么恒星之间的相对位置似乎是固定不变的呢？这是因为恒星之间的距离极其巨大。麻雀在我们的窗口飞过，我们觉得它飞得很快。超音速的飞机在几十公里的高空中飞行，我们却觉得它飞得并不怎么快。其实，麻雀的飞行速度不过每秒几公尺。飞机的速度要比麻雀快上百倍。所有的恒星，都在飞快地运动着。但是，由于它们极其遥远，因此看上去它们在一年内的位移^①是很微小的。我们的肉眼不可能发觉那么微小的位移。假如某一恒星位于

① 这里以及下文所讲的位移，都是指视位移而言的。它的单位是弧秒，而不是公里。弧秒是角或弧的秒数，而不是表示时间的秒数。

一万光年的远方，以每秒二十公里的速度同时又是垂直于我们的视线的方向在运动着，那么，它在一年内的位移只有百分之一弧秒。在那么遥远的天空，恒星必须运动五千万万公里才能造成一个弧秒的位移，而那颗恒星在一年内只是运动五十万公里。再说，那颗恒星运动的方向未必会同我们的视线相垂直。这样，纵使有明察秋毫的眼睛，也觉察不出恒星的位移。

但是，恒星的位移只能逃出人类的肉眼，却逃不出人类所制造的测量仪器。随着科学技术的进步，目前，人们已经能够测定百分之一弧秒的角度。那些比较近的恒星的位移，相对地说总是比较大的，也是比较容易测定的。例如，巴纳德星每年在天空中移动十个弧秒。但大多数恒星一年内的位移在一个弧秒以下。既然单个的恒星有位移，而位移的方向与速度不可能完全一样，那么，由若干恒星所组成的图形，也必然是在变化着的。对于北斗七星的图形，北半球的人们是比较熟悉的。但是，这只是它现在的图形。这种图形，天天在变，年年在变，只要五万年的时间，北斗七星就会变得面目一新。五万年以前，北斗的“柄”比现在长得多，北斗的“斗”也不象斗，倒是象个斧头，那时的北斗星可以说是“北斧”星；五万年以后，北斗的“柄”要比现在弯一些。北斗的“斗”也会不成其为斗，而是变成一个汤匙，那时北斗星就会成为“北匙”星。从“北斧”到北斗，再到“北匙”，这中间的变化是很大的。如果把这样明显的变化叫做一次大变，又假定北斗七星的寿命是一百亿岁，那么，在它们的一生中，这样的大变要发生二十万次。这实在称得上是千变万化啊！

三、恒星的生死转化

毛主席教导我们：“新陈代谢是宇宙间普遍的永远不可抵抗的规律。”恒星是物质世界。物质可以从一种形态转化为另一种形态。恒星也会转化为非恒星的另一种物质形态，即会由生转化为死；然后再由另一种形态（如星云）转化为恒星，即由死再转化为生。恒星的生死转化是宇宙间物质无限循环、无限发展的重要一环。现代西方资产阶级学者胡说什么：“目前不可能形成恒星”，“恒星是从虚无中突然产生的”。这是彻头彻尾的唯心论。

恒星是从非恒星转化来的。早在十八世纪中叶，就有人考虑到在星云中形成恒星的可能性。到二十世纪三十年代，人们肯定了星际弥漫物质同恒星的关系，知道了那些为数众多而密度极稀的星际弥漫物质就是形成恒星的原材料。

星际弥漫物质的分布是不均匀的。有疏有密，有矛盾，密的吸引疏的。同时，又因为这些弥漫物质是同恒星混合在一起的。恒星的微粒辐射和光辐射对它附近的弥漫物质有一种压力，那是排斥的一种形式。这种对弥漫物质的排斥作用会促使弥漫物质集结成星云。星云和恒星是两种既互相区别，又互相联系的天体。星云的体积远大于恒星，而密度则远小于恒星。星云的温度很低，自身不能发光，而恒星的温度很高，自身能发光。可是星际物质和星云的化学成分，同恒星差不多。例如，氢不但是恒星中，而且也是星际物质中最丰富的元素。更值得注意的是，在恒星同星云和星际物质之间，存在着物质交换的现象。九百年前，在我国宋朝的时候，就有超新星爆发的观测记录。爆发后的残骸，就是现在被称为蟹状星云的奇异天体。恒星既依靠引力的作用吸收星际物质进来，

同时又以微粒辐射或爆发等方式把气体和尘埃物质还给星际空间，甚至直接形成星云。这种现象启示我们：恒星和星云、星际物质在一定的条件下能够互相转化。

这种转化是一个漫长的过程，中间要经过一个过渡阶段。我们现在已经发现了一些正处于星云和恒星的中间状态的天体。它们有些类似恒星，却又不是真正的恒星。它们有些类似星云，却又不是真正的星云。这种天体可以算做“星胚”，是从星云到恒星的过渡阶段。例如，球状体是一种出现在亮星云背景上的圆形暗斑点。它们的温度很低，在摄氏零下二百度左右，而且几乎是不透明的。它们的质量不大，大体上是太阳质量的十倍到十分之一左右。可是它们的体积小于星云，而大于恒星，直径大约是太阳直径（一百四十万公里）的几十万倍。密度也介于恒星和星云之间。这表明球状体是单个恒星的“胚胎”，即将转化为恒星。一九六七年在猎户座大星云里发现的一个红外星云也是这样。它的辐射光绝大部分是看不见的红外线。它的温度不仅远远低于一般恒星，而且低于新生的恒星——红外星。同时，它又不同于一般的星云，因为它已开始引力收缩。此外，红外星云的质量远远大于一般恒星，是太阳质量的一百倍到一千倍。而现有恒星的质量最大的也不过比太阳大几十倍。所以，人们认为红外星云不是单个恒星的胚胎，而是一小群恒星或者说一个星团的胚胎。

球状体的形成，大体上经历了这样的过程：星云在银河系运动的过程中，由于吸引周围的物质，体积不断增长，质量也达到太阳质量的一万倍以上。星云的中心部分承受外围的压力比其他部分大得多，发生显著的压缩。由于星云各部分的冷热不均和运动不一致，它们的密度便产生差异，并发生旋涡运动，这样，星云便会碎裂成许多块。碎裂后，如果每块物质

的质量足够大，它们就会在自身引力即同一块星云的各个部分相互吸引的作用下，各自形成一个气体球。这就在星云中部形成一群球状体。每个球状体就是一个恒星的胚胎。它们因内部物质运动方向的不一致而发生缓慢的旋转，并且在自身的引力作用下开始收缩，内部温度也不断上升。当球状体收缩到象太阳系那样大时，它还是一个暗冷的天体。随着收缩的加快，球状体内心的温度也就迅速上升。这是因为球状体的收缩使得它的每一部分接近中心，由于能量守恒和转化，在物质接近中心时，位能便会转化为动能，同时又转化为热能，从而使恒星内部温度升高。这正象地球上的瀑布在下坠时位能转化为动能一样。经过大约一千万年到一亿年的星胚阶段，恒星便诞生了。恒星的体积比星胚小得多，密度比星胚大得多。一般说来，星胚发展到了能向外辐射能量的时候，恒星就形成了。因为恒星由星云收缩而成，所以年青的恒星常和星云连在一起。在著名的昴星团里，有几颗年轻的恒星就是被气体星云所包围着。

我们银河系里的恒星，就是由星云经过这样的演变过程逐渐形成的。有的是单个地形成，有的是成批地诞生。有些恒星正处在这样的形成过程之中。

一切产生出来的东西，都一定要灭亡。恒星有生，必有死。从出生到死亡，是一个漫长而且复杂的过程。在这个演化过程中，特别是在恒星接近死亡的时候，组成恒星的物质又会通过物质转化的方式形成新的弥漫物质。在恒星一生的演化过程中，轻元素不断聚变而成重元素。所以，新的弥漫物质含有较多的重元素。它们同原有的星际物质一起，经过长时期的转化过程，又会逐步凝聚而成新一代恒星。这种新一代恒星在化学组成上与上一代恒星有所区别，绝不是上一

代恒星的简单重复。例如，银河系的第一代恒星几乎全由氢组成，而第二、三代恒星在形成初期便含有许多种重元素。太阳上有六十九种化学元素。根据这一事实，有人认为，它不会是银河系的第一代恒星。从前，康德曾把宇宙间的天体的生死成毁，比喻为神话里的“火凤凰”，它之所以自焚，就是想要从它的灰烬中恢复青春，得到重生。康德的这种坚持宇宙间物质和运动不灭的思想，反对宇宙走向灭亡的见解，是正确的。但是，决不能把天体的生死转化看成是自焚、再生、再自焚的千篇一律的简单循环，而是螺旋形地不断向前发展的。

在这里，存在这样一个问题：既然在恒星的演化过程中，氢原子核聚变而成氦原子核，轻元素聚变而成重元素，那么，宇宙间的氢和其他轻元素不是越来越少，而重元素不是越来越多吗？有人认为：氢原子可以从虚无中产生出来，因此宇宙中氢的含量不会愈来愈少。很明显，这种“物质不断创生说”是违背物质不灭定律的谬论，是新的创世说。现代物理学实验已经证实：在一定的条件之下，一对光子可以转变成电子对；反之，当正电子与电子相遇时，这对电子也可以转化为一对光子。所以，我们完全可以相信：在某种条件之下，其它粒子也可以转化而成氢原子。恩格斯早就指出：“放射到太空中去的热一定有可能通过某种途径（指明这一途径，将是以后自然科学的课题）转变为另一种运动形式，在这种运动形式中，它能够重新集结和活动起来。”（《自然辩证法》）

恒星是天体中普遍存在的一种形态。目前所能观测到的宇宙部分中，宇宙物质一部分聚集而成恒星，一部分弥漫而成星际物质。所以恒星的生死转化过程是构成宇宙间物质无限循环、无限发展的重要一环。恒星在星系里参加星系中的物质循环，又随着星系参加更高一级的天体系统（如总星系）里

的物质循环。宇宙是无限的，宇宙中的天体系统也是无限的。这样，宇宙间的物质循环也必然是无限的。

四、恒星的从幼到老

恒星的生死转化，是个质变。但它不是一蹴而就，一次完成的。从生到死中间要经过量变和部分质变，就是说要经过从幼到老的演化历程。恩格斯指出：“一切运动的基本形式都是接近和分离、收缩和膨胀，——一句话，是吸引和排斥这一古老的两极对立。”（《自然辩证法》）热是排斥的一种形式，引力收缩是吸引的一种形式。这也就是说，排斥占优势的时候是能量的逸散，而吸引占优势的时候是能量的集中。我们按照恒星内部吸引和排斥的斗争情况，以及在恒星一生中表现出来的收缩与膨胀的情况，可以把恒星的演化分为四个阶段：

（一）引力收缩阶段——这是恒星的“幼年期”。在这一阶段中，吸引胜过排斥，引力收缩成为恒星的主要能源。收缩使恒星体积变小。收缩产生的热能一部分向外辐射损耗掉，另一部分则使恒星内部的温度升高。开始，恒星的温度较低，只能辐射不可见的红外线，这就是前面提到的红外星。随着体积的不断缩小和密度的不断增大，红外星内部温度和压力也逐渐升高。当红外星收缩到直径大约为太阳直径的一百倍并且表面温度达到三、四千度时，开始发射可见光，主要是红光。当恒星内部的气体压力和因向外辐射而产生的压力顶住了恒星自身的引力的时候，恒星就停止收缩了。

恒星在引力收缩阶段度过的时间长短，主要依据它们的原始质量而定。恒星形成时，会有各种大小不等的质量。质量越大的恒星，引力收缩进行的速度越快，在引力收缩阶段停留的时间也越短。质量为太阳质量二十倍左右的恒星，引力收

缩期仅为三万年左右。质量比太阳质量大几倍的恒星，其引力收缩期约为二百万年左右。象太阳那样的恒星，引力收缩期是三、五千万年。质量小于太阳质量的恒星，其引力收缩期可长达几亿年以上。质量很小的星云，永远不会形成恒星。由此可见，恒星的原始质量的大小对它的演化进程有着很大影响。在引力收缩阶段后期，恒星也会发生向外抛射物质的现象。例如，金牛星座里的不稳定星，现在就正处于这个发展阶段。

(二) 主序星阶段——这是恒星的“中年期”。在这一时期里，恒星主要靠内部的氢燃料“燃烧”维持其生存和发展。经过引力收缩阶段，恒星的内部温度已达到几百万度。在这样的高温下，所发生的氢氦聚变的热核反应是它们的主要能量来源。恒星上最丰富的元素是氢。氢原子在恒星内部的高温与高压条件下，会失去外层的一个电子，剩下一个赤裸裸的氢原子核。氢原子核又称为质子。如果以碳的质量为 12，那么质子的质量就是 1.0079。而且质子在高温下以极大的速度运动。质子和质子之间就会克服静电斥力产生猛烈的碰撞，在碰撞过程中会发生四个质子即四个氢原子核相互作用，结合成一个氦原子核的核反应。因为这种核反应只有在几百万度甚至上千万度的高温下才能发生，所以叫做热核反应^①。

① 氢氦聚变的热核反应因温度的不同而有两种方式：一种是四个氢核直接聚变而成一个氦核，另一种是四个氢核以碳和氮为媒介逐步聚变而成一个氦核。第一种方式只需要几百万度的高温，而第二种方式要求有一千万度以上的高温。因此，在主序星阶段的初期，热核反应按第一种方式进行。由于热核反应的持续进行，恒星内部的温度迅速上升到一千万度以上，使热核反应按第二种方式进行，以更快的速度放出核能。在恒星的主序星阶段，热核反应主要是第二种方式，它是恒星的主要能源。

一个氮原子核的质量(4.0026)小于四个氢原子核的质量(4.0316)，二者之差为0.0290。所以氢氦聚变后放出了千分之七的质量和与它相联系的巨大能量。这就是热核反应所产生的核能。一克氢原子核聚变为氦原子核后可释放出相当于二千七百吨煤炭燃烧所放出的能量。其原理完全同氢弹爆炸一样。实际上，氢弹的制成便是从太阳和恒星的能源问题上得到启发的。所以第一颗氢弹在当时曾被称为“人造太阳”。这种类似氢弹又胜过氢弹的巨大能源，足以供给恒星发光几十亿年、几百亿年甚至更长时间。

恒星为什么在这一阶段停留的时间最长呢？原因是恒星主要由氢元素所组成，而氢氦聚变的过程，相对而言是比较缓慢的。在这个阶段中，恒星表面辐射出去的能量同内心所产生的能量大体相当，吸引和排斥大体平衡，所以恒星在这一时期里度过了它一生中最长的岁月。这比幼年期长一百到一千倍。在我们现在所看到的许多恒星中，有百分之九十正处于这个阶段。这也就是为什么把它们叫做“主”序星的道理。

恒星到达主序星阶段时的光度和表面温度同质量成正比。质量是太阳质量二十倍左右的恒星发展到主序星阶段时，成为光度很大、温度很高的蓝巨星和蓝白巨星；质量为太阳几倍的恒星就成为光度略大、温度略高的白星和黄白星；质量跟太阳大体相当的恒星便成为光度也和太阳差不多的黄矮星；而质量小于太阳质量的恒星则成为光度也小于太阳的红橙星和红星。总之，恒星的质量越小，到达主序星阶段时，它的光度越暗，表面温度也越低。

恒星停留在主序星这一阶段的时间，总的来说是长的，但是不同的恒星也不一样。停留时间的长短同它们的质量和光度成反比：质量和光度大的恒星，内心温度高，热核反应快，向

外辐射的能量多，于是恒星内氢燃料的消耗也就快。这样的恒星必然较早离开主序星阶段继续向前演化。这也是主序星中大质量的恒星比较少的原因。比如一颗质量相当于太阳二十倍的恒星，照理它的氢燃料储备也为太阳的二十倍，可是因为它光度很大，消耗能量的速度为太阳的三千倍。所以，它在主序星阶段停留的时间只有几百万到几千万年。这类星多属于光度很大的象蓝色和蓝白色的巨星。而质量和光度较小的白星和黄白色的星，则可停留十亿年左右。象太阳那样的黄矮星可停留上百亿年。我们的太阳现在就处于这个阶段，并且已经度过了一半左右的时间，今后还能以主序星的身份存在五、六十亿年以上。至于质量和光度比太阳小的恒星，在主序星阶段停留的时间就更长了。

(三) 红巨星阶段——这是恒星的“老年期”。由于恒星的温度和密度越向中心越大，因此由氢聚变为氦的热核反应在恒星的中心区进行得最快。中心区的氢用完以后，氢氦聚变反应停顿，而在它的外围，这样的反应继续进行。当氢氦聚变反应停顿区域所占有的质量超过恒星总质量的百分之四十时，恒星内部的矛盾又激化起来，排斥和吸引双方势均力敌的局面被破坏。于是，恒星又进入了另一个新的发展阶段。在这个阶段，恒星因中心区氢燃烧完，能量释放大为减少。在这时候，因辐射而产生的向外压力也变弱了。因此，恒星的中心部分因顶不住外层的重力，便又开始收缩。因收缩而释放出来的能量，则使恒星的外壳急剧膨胀，变成体积很大、密度很稀、表面温度很低而光度很大的红巨星。太阳将来演变成红巨星时，其直径将扩大为现在的二百五十倍。也就是说，它将会把地球的轨道也包括进去。在恒星外部膨胀的同时，恒星中心区的温度和密度则因收缩而继续升高。当中心温度高达

一亿度以上时，内部氮原子核在这样的高温高压下，将因迅速运动而猛烈碰撞，于是又会发生三个氮核聚变为一个碳核的新热核反应。这时氮燃料的“燃烧”成了恒星的主要的能量来源。但是它所产生的能量比氢氦聚变所产生的能量要少，只能维持几百万年。当恒星中心的氮差不多烧光时，核心区又收缩，使温度进一步升高。当中心温度超过三十亿度时，核心区的原子核又进一步聚变，产生更重的元素。总之，在这一时期里，恒星内部吸引和排斥、收缩与膨胀的矛盾斗争十分激烈，时起时伏。每次燃料烧完后，紧接着发生一次收缩，使内部温度继续升高，密度不断增大，又会引起一系列新的热核反应，逐步以较重元素作为燃料。重元素的产生，大大改变着恒星的化学组成和结构。

(四) 白矮星和中子星阶段——这是恒星的“临终期”。在这一时期里，恒星内部吸引和排斥的斗争更加激烈。因为，恒星发展到这个阶段，核能接近枯竭。但内部温度却已达到极高。高温所造成的大气体压和辐射压将冲破外壳，使恒星外部发生大爆发，大量向外抛射物质。例如，光度在短时间内突然增加几万甚至几亿倍的新星和超新星，就有以很高的速度向外大量抛射物质的现象。抛射使恒星丢掉巨大的外壳，只剩下一个密实的内核。于是，恒星便很快地收缩成了很小、很密的“白矮星”。“白矮星”表面积很小，光度也很小。到了这时，恒星内部热核反应停止，只能靠引力收缩来苟延残喘。天狼星的伴星就是一颗白矮星，它的显著特点是体积小、密度大。平均密度约为每立方厘米七百八十公斤。这颗白矮星的体积只是地球的一点七倍，可是质量却与太阳的质量差不多。假如地球的密度也变得这么大，那么，“重”达六十万亿亿吨的地球，就会缩小成直径只有一公里多的球体。

对于质量不及太阳质量一倍半的恒星，白矮星是它们的临终期。但对于质量为太阳质量一倍半到二倍的恒星，白矮星可能不是临终期。到达白矮星后，它还会演变下去。近年来发现了快速自转着的“中子星”。它们以短而精确的周期性的脉冲形式辐射无线电波。很多人认为：对于质量相当大的恒星说来，中子星才是它们的“临终阶段”。这种恒星在白矮星阶段能源接近枯竭，对外的压力不再随密度增加而迅速增高，所以恒星又急剧地收缩。于是恒星内部就产生了极大的压挤力，把差不多百分之九十的原子的外层电子都“挤进”原子核内。核内带正电荷的质子被电子所带的负电荷所中和了，然后，中子和中子之间的近距所产生的十分强大的斥力，阻止了恒星的进一步收缩。这样就形成了异常致密的中子结构的物质。这就是中子星。普通恒星如太阳其核心密度约为每立方厘米二百克。白矮星的密度，最小的也有每立方厘米几十公斤，甚至有达上千吨的。可是白矮星同中子星的密度比较，还小几十万倍呢！中子星的内心密度竟大到每立方厘米的物质重一亿吨。就是说，一个小胡桃那么大的中子星的物质，要一万艘万吨轮去拖才能拖得动。这种中子星的物理特征十分奇特：它们的直径只有二十到四十公里，质量却同太阳的质量相当，表面温度一千万度以上，内心温度高达六十亿度。最近又有人认为：对于质量大于太阳质量二倍的恒星来讲，到了中子星阶段还会继续收缩一阵子，可以一直收缩到密度高于中子星甚至高于原子核的时候。至此恒星崩坍，出现所谓“黑洞”。有人认为，“黑洞”有巨大的引力场，使它所发射的任何电磁波都无法向外传播，变成了看不见的、几乎是与外界完全隔开的孤立球体。只是因为它对其他天体有引力作用，人们才感觉到它的存在。“黑洞”的名字也是由此而来。恒星发展

成中子星以后只能维持几千年的时间，能源便会完全枯竭，留下暗冷的残骸或完全崩溃而向弥漫物质转化。

不但恒星有生有死，有少有老，星系也是有生有死、有少有老的。按照形状和内部结构的不同，星系基本上可分为不规则星系、旋涡星系和椭圆星系三大类。星系的形态差别，标志着它们处于不同的发展阶段，具有不同的年龄。星系是由庞大的弥漫星云凝聚而成的。以后，便开始了它的发展史。星系里的弥漫星云经过不断地吐故纳新，逐步形成一代代的恒星。同时星系本身也就由年轻向年老发展。不规则星系是最年轻的星系，其中包含许多年轻的热巨星以及大量弥漫物质。星系也有自转，不规则星系因自转渐趋对称和呈扁平状。自转速度加快，星系变得更加扁平。这样星系中心部分未形成恒星的弥漫物质，一边收缩，一边向赤道面集中，于是演变成一个扁平的圆盘体。圆盘体里的弥漫物质逐代形成恒星，弥漫物质减少。圆盘体的中央产生一个由较老恒星组成的小核心。附属在圆盘体边沿的弥漫物质，由于跟着圆盘体旋转就分裂成一条条由年轻的热巨星组成的旋涡臂。旋涡臂里的恒星最后形成，因此也最年轻。星系产生旋涡臂，标志它已演化到了中年的旋涡星系阶段。旋涡星系继续向前发展，就变成为椭圆状的、结构紧密的椭圆星系。这是老年星系。其中年老的恒星多，弥漫物质少，自转速度显著变慢。椭圆星系再发展下去，因物质的高度密集而处于不稳定状态，最终可能会发生一场大爆发。在大熊星座方向，有一个距离我们一千万光年的河外星系正在发生巨大的爆发，物质喷射的速度达每小时三千万公里。这是我们所知道的天上最大的一次爆发。这次爆发发生在大约一百五十万年以前，目前仍在进行中，喷射出的物质相当于五百万个太阳之多。星系爆发后的物质，又散布

到宇宙空间，参加到宇宙间物质发展的无限序列之中。星系是目前知道的最主要的天体系统。星系的形成有早晚，发展有快慢，这就有力地驳斥了关于星系是在所谓宇宙“演化初期”同时形成的唯心主义谬论。星系上面有更高一级的天体系统，它们也有不同的演化历程。宇宙中的物质无限循环，无始无终，怎么谈得上有宇宙的“演化初期”呢？

第三章 太阳系日新月异

一、万物生长靠太阳

太阳是距离我们人类居住的地球最近的恒星，跟我们人类的关系也最密切。因此，关于太阳和太阳系的情况，很早就引起人们的注意。早在我国战国时代，诗人屈原就曾在《天问》这篇作品中提出了一连串的疑问：“太阳还没有从地平线上升起的时候，藏在什么地方？”“太阳从出来到落下，每天要走多少里路？”屈原发出的疑问，不仅是对奴隶社会传统观念的怀疑和批判，也反映了古人对太阳系的关心和探索。

太阳系是个大家族。太阳是太阳系的质量中心和引力中心之所在。在太阳的周围，有许多较小的天体，这就是行星、小行星、流星和彗星，此外还有卫星。它们都在环绕太阳公转。其中卫星在绕太阳公转的同时，还在环绕一个行星公转。太阳和所有这些天体，构成一个以太阳为中心的天体系统，这就是太阳系。

“日月经天”。在很远的古代，人们就注意到这两个天体。在那时，人们把太阳和月亮相提并论，认为它们是一切天体之中两个最伟大的天体。他们把月亮称为太阴，以别于光芒万

丈的太阳。至于太阳和月亮以外的天体，则被古人统称为星星。

人们经过长期的观察和分析，逐渐明白了星星并不是一模一样的，而是有恒星和行星之分的。绝大多数的星星在天空中具有相对不变的位置，这就是恒星。极少数的星星，游荡在恒星之间，这就是行星。区别恒星和行星，在人类认识宇宙的历史上是一个巨大的进步。不过，当时的区分还不那么准，并没有把太阳当恒星，也没有把地球当行星。换句话说，仍然没有把太阳和地球放在应有的位置上。

大多数行星，都是相当明亮的。最早发现这些行星的是草原牧民。他们起早摸黑地放牧牛羊，同时也观察天空，终于在芸芸众星之中发现了行踪多变的行星。在发现行星的过程中，人们曾经特别注意到，有一颗明亮的星总是清晨出现在东方的天空，被称为启明星；另外还看见有一颗同样明亮的星，总是黄昏出现在西方的天空，被称为长庚星。特别令人奇怪的是，启明星和长庚星总是互相交替出现的。如果清晨有启明星，那么，黄昏就不会有长庚星。只有当启明星不在东方天空出现的时候，西方的天空才会出现长庚星。观察时间一长，人们就逐渐明白东边的启明星和西边的长庚星本是同一颗行星。这颗行星，就是现在的金星。它因为距离太阳较近，只能在清晨和黄昏出现。比金星离太阳更近的行星有颗水星。水星是最接近太阳的行星，非常不易观察。它在一年的大多数时间里，都被淹没在强烈的太阳光辉之中。只有在少数几天里，人们才能在晨光曦微或暮色苍茫中，隐约地看到这颗行星。后来，仍然是由于古代牧民的长期观察，人们才确定了这颗水星是行星。在水星轨道以内，是否还有行星，这是一个尚未解开的谜。不过，很可能还有一些小天体在那里环绕太阳

公转，问题在于人们很难发现它们。

在地球上用肉眼看起来，比较明亮的行星有五个。那就是水星、金星、火星、木星和土星。除了太阳和月球以外，最令人注目的就是这五个星。日月和五星，都比较明亮，在天空中都没有固定的位置。古人把它们合称“七曜”，即七个明亮的天体。

七曜在天空中没有象恒星那样有比较固定的位置。它们在东升西落的同时，还在恒星之间运行。运行的方向基本上都是自西向东。它们在天空中的运行路线，都在一个大体相同的平面上，作方向相同的运动。这就是所谓行星系的共向性和共面性。人们明确了这一点，就开始认识到日、月、五星大概是一家。

但是，日、月、五星之间到底是什么关系？当时人们还不真正了解。最早给人们以启示的是日食的现象。古人本来认为日食是天狗吃掉了太阳，后来人们通过一系列的观察才认识到了日食原来是月亮遮住了太阳。根据日食这一现象，人们肯定月亮是距离地球最近的。那么别的天体怎么样呢？月亮距离最近，运动的周期最短，只有一个月。周期愈长，天体的距离就愈远，运行路程也愈长。水星的周期大约是三个月，居第二位。以后依次是金星、太阳、火星、木星。周期最长的是土星。在这种认识的基础上，构成了七曜以地球为中心组成七重天的学说：最接近地球的是月亮天，以后依次是水星天、金星天、太阳天、火星天、木星天，最后是土星天。地球位于所有天层的中心。每一天体都在向东运行。每一天体的轨道都是正圆。

但是，客观实在的情况却并非是这样。在地球上看起来，太阳和月亮在恒星间的运行始终是自西向东的，而行星的运

行的方向一般虽然是向东的，有一段时间却是向西的。水星和金星就都有明显的顺行和逆行的现象。有时候，他们顺行到太阳的东面，成为在黄昏出现的昏星；有时候，他们逆行到太阳的西面，又成为在清晨出现的晨星。顺行和逆行的轮转，带来了昏星和晨星的交替。这生动地表明：原来水星和金星都在绕日公转。其他行星是不是绕太阳公转呢？由于当时人们还没有跳出地球中心说的框框，这个问题在很长时期中仍然得不到解决。

后来，伟大的天文学家哥白尼突破了地心学说。他根据行星顺行和逆行的现象，得出了人类是在运动着的天体上观察行星的运动的结论。行星的运行有点类似在环城大道上的汽车赛跑。两部汽车是以相同的方向在马路上飞驰的。当我们自己所乘的汽车对于另一汽车超车的时候，我们觉得那部汽车似乎是“倒退”了。这种超车现象大体上可以用来说明行星的逆行现象。既然地球在运动着，地球也不外是一个行星，应该如实地放在绕日公转的轨道上。当我们这样做的时候，就真正地认识了日、月、五星的庐山真面目。原来月球和五星都在围绕太阳公转。除了月球以外，什么星也不围绕地球公转。从此，天文学史上就出现了“太阳系”这个光辉的名称。

哥白尼的发现，标志着人类对于太阳系的认识进入了一个新的阶段，但认识永远不会停留在同一个水平上。在哥白尼以后，不动的中心天体，正圆的公转轨道，固定的恒星天层，都先后被突破了。人们根据这些新发现的事实，总结出了天体运动的理论。在这时候，太阳系的原有的边界也被突破了。原来，在哥白尼的时代，土星轨道曾经长期被认为是太阳系的边界。但是，太阳系的边界上，应该有一个质量逐渐减少的地带。那么，象土星那样的巨大行星，怎么又可能是太阳系的

边界呢？后来随着天文观测工作的进展，在土星轨道的外面，天王星、海王星和冥王星都一一被发现了。天王星的发现，把太阳系的半径增加一倍，即由十个天文单位扩大到二十个天文单位。海王星和冥王星的发现，又每次都把太阳系的半径再增加十个天文单位左右。回过头来，看看哥白尼时代所认识的太阳系，人们不免觉得那是一个十分狭窄的世界。冥王星轨道是不是太阳系的边界呢？不一定。围绕太阳转的，未必只有九大行星。在冥王星轨道以外，肯定还有大量的天体在缓慢地围绕太阳公转。有些目前已经研究清楚的彗星，就有规律地在冥王星的运行轨道上进进出出。冥王星距离太阳四十个天文单位，而最近的恒星（比邻星）距离太阳四点三光年，即约二十七万天文单位。这样看来，太阳的引力场远远超出冥王星的轨道。因此，如果我们有一天在冥王星轨道以外发现了新的行星，这也完全是合乎规律的事。

太阳是太阳系里唯一的恒星。在太阳系中，太阳拥有百分之九十九点八的质量，具有特别强大的引力，因而成为太阳系的转动中心。如果没有太阳，就形成不了太阳系的其他天体，形成不了我们所居住的地球。

太阳质量巨大，具有很高的温度。它的表面温度是六千度，中心温度是二千万度。在高温的条件之下，太阳内部进行着热核反应，从而放出大量的光和热能。太阳表面每平方厘米所发出的能量，能点燃六十瓦的电灯一百盏。因此，太阳不但是太阳系的质量中心和转动中心，而且是整个太阳系的光和热能的主要来源。无论古今中外，人们都把太阳看成光明和热力的象征，由衷地歌颂着：“万物生长靠太阳！”

二、太阳系是由同一星云形成的

太阳系是怎样形成的？我国古代有过混沌初开的传说。据说，宇宙之间，本来是一片混沌，无所谓天和地。以后，轻清者上升而为天，重浊者下沉而为地。这就是说，天和地之所以会分开，原因在于物质本身的分化。而分化之所以会发生，是因为物质本身有差异，轻和重、清和浊就是具体的差异。经过这番分化过程，天和地就形成了。这里不存在什么无中生有，也没有什么超自然的力在起作用。显然，这是古人朴素唯物主义自然观的表现。后来，混沌初开的传说，就变成了盘古开天辟地的神话，说什么盘古的神斧劈开了天和地，说什么盘古的两只眼睛分别变成了太阳和月亮。从此，混沌初开的传说就被涂上了迷信的色彩。

传说中的“混沌”是什么？这是古代人们所不理解的。随着千百年来生产的发展和科学的进步，特别是望远镜出现以后，人们才逐步认识到这种原始混沌不是别的东西，而是由气体和尘埃组成的“星云”。一七五五年，德国哲学家康德（1724—1804）在他的《宇宙发展史概论》一书中，第一个提出了科学的太阳系起源的假说。一七九六年，法国数学家拉普拉斯在《宇宙系统论》的附录中，也提出了他对太阳系起源问题的看法。康德的假说和拉普拉斯的假说，在细节上有许多差别。但是，他们的基本观点是一致的。他们都认为：太阳和它的行星系都是由同一个星云形成的。他们都用星云内部吸引和排斥之间的矛盾来说明太阳系的形成。所以，后来人们把康德和拉普拉斯的假说，统称作“星云说”。

在康德以前，人们往往把自然界看成是僵硬的，一成不变的，或者是一下子造成的。如果说天体有什么运动，也只能是

某种外力推动的结果。因此，康德的星云说，是对这种传统的形而上学的宇宙观的巨大冲击，使“整个太阳系表现为某种在时间的进程中逐渐生成的东西”。（《自然辩证法》）恩格斯给予康德的星云说以很高的评价，赞扬康德“在这个僵化的自然观上打开第一个缺口”，（《自然辩证法》）而他的星云说则是“从哥白尼以来天文学取得的最大进步”。（《反杜林论》）

康德的《宇宙发展史概论》是他的早期著作。当时，他是站在朴素唯物论立场上的。所以，星云说的主要方面，是对当时形而上学的传统观念的批判。可是，这种批判又是不彻底的，他仍然把宇宙间原始的混沌物质看成是上帝创造的，并且把物质发展的客观规律看成是上帝的意志。

什么是星云？过去人们往往把天空中一切云雾状的天体都说是星云。其实，离我们非常遥远的位于银河系以外的云雾状天体，并不是星云，而是与银河系类似的庞大的恒星系统。根据它们的外貌，人们有时也称其为河外星云，即银河系以外的星云。不过，实际上还是应当如实地把它们称为河外星系。河外星系的发现使我们知道，在天文学史上早期所发现的“星云”中，只有一部分是真正的星云。星云不但应当看起来是云雾状的，而且应当是真正由气体和尘埃组成的云雾状物质。这样的星云广泛地存在于银河系和河外星系之中。而我们现在所能看到的只局限于银河系的星云，即所谓银河星云。它有不同的类型，形状不一，大小不等。其中有一种叫弥漫星云，具有不规则的形状，一般没有明确的边界。我们的太阳系就是在弥漫星云中形成的。但是，直接形成太阳系的，并不是整个的弥漫星云，而是由弥漫星云分解而成的星云块，即上章所述的球状体。形成太阳系的那个球状体，我们称它为太阳星云。

太阳星云的直径约有几个天文单位，比目前太阳系的直径大几十倍，而体积则比目前的太阳系大十几万倍。但是，它同一般的弥漫星云比较起来，却又是非常渺小的。太阳星云的直径只有弥漫星云直径（弥漫星云的平均直径是二十光年，即一百二十多万个天文单位）的几百分之一，如果从体积上看，它就显得更小了。太阳星云的体积只有弥漫星云体积的几千万甚至几万万分之一。从质量上看，也是一样。太阳星云虽然是弥漫星云中质点相对集中因而密度相当大的星云球，但是它的质量只有整个弥漫星云质量的几千甚至万分之一。由此我们可以推想：太阳星云处于从弥漫星云到太阳系的初期阶段。我国古代有所谓“羿射九日”的神话，说的是在尧的时候，天上有十个太阳。后来出了个英雄叫羿，用箭去射十个太阳，射中了九个，只留下一个太阳在天空中照耀。这个故事体现了古代劳动人民勇于向自然界斗争的精神，也是对太阳系起源的一种猜测。其实，太阳系只是银河星云不断一分为二的结果，既不是上帝创造出来的，也决不会是什么人射日时留下来的。

太阳系是同一星云分化出来的这一观点是在斗争中形成的，这个问题一直存在着剧烈的争论。有人认为，形成太阳的物质是一个星云，而形成行星的物质是太阳从另一个星云俘获的。这就是所谓“俘获说”。在俘获说者看来，太阳早在行星形成之前就已经存在了，它孤零零地在银河系中运行，当遇到一个庞大的星云时，它就从那里俘获一部分星云物质，组成了围绕太阳运转的行星云。当然，我们并不否认在银河系中存在着大量的星云。太阳既然在银河系中运转，就有可能遇到和穿过这种星云，并从中俘获一些弥漫物质。但是，无论如何，太阳外面的行星系决不是由俘获的物质形成的。因为，太

阳形成后穿过另一片星云的可能性非常小。至于说，又穿过星云，又俘获到足以形成行星系的物质，这种可能性就更小了。再说，如果恒星周围的行星系是由俘获的物质形成的话，那么在银河系中象太阳周围有行星伴随的天体系统只能为数极少。事实上，近几年来在太阳系的近邻中，先后发现了二十个遥远的“太阳系”。其中距离太阳五点九光年的巴纳德星，就有两个暗伴星。它们的质量和木星是属于同一数量级的，它们显然是巴纳德星的行星。所有这些都说明：宇宙空间象太阳系这样带有行星系的恒星，不是个别的，而是很多的。有人估计，这样的恒星在银河系中可能有几十亿个。它们的行星都在围绕恒星作有规则的运动。这种必然的规律怎么能由“俘获”这样一个偶然的原因去解释呢？

三、太阳系是在运动中诞生的

太阳星云中的物质，是在运动中演变而成太阳系的。一切物质都在运动。太阳系是在运动中诞生的。人们根据目前所能观察的行星系的运动情况，进行了分析，发展了科学的太阳系的起源学说。

所有的行星都在围绕太阳公转。但是，每一个行星的公转情况都是不同的。例如，轨道的形状和大小不同，公转的周期和速度不同，公转的平面和公转的方向也不完全相同。但是，我们要在千差万别之中，看到事物的共性。例如，各行星公转运动都遵循着相同的规律。它们在轨道平面和公转方向这两方面都十分接近，具有共面性和共向性。行星轨道平面都十分接近地球的轨道平面，其间的交角除了冥王星以外，都在八度以下。如果以所有行星的平均轨道平面为标准，这个差角就更小了。这就是行星轨道的共面性。所有行星的公转

方向，在北方的天空看起来，都是逆时针方向的。这就是行星公转的共向性。

根据行星轨道的共面性，我们可以想见：组成行星的物质曾经是以原始太阳为中心的又圆又扁的东西，就象土星周围的光环那样，这叫做圆环体。根据行星公转的共向性，我们可以想见：构成圆环体的物质对于太阳的公转，有一个占优势的方向。根据这两点，可以推知：在太阳星云中形成太阳系的过程，首先是从太阳星云中分化出圆环体的过程，然后是圆环体分解而成行星系的过程。

太阳周围的圆环体是怎样形成的？圆环体是太阳星云在引力收缩过程中形成的。

太阳星云刚从银河星云中分化出来时，就是一个转动着的球体。后来，太阳星云在自身引力作用下，不断收缩。收缩时，同一般的恒星一样，它的位能转化为动能。其中一部分动能转化为热能；另一部分动能使星云旋转加速。随着太阳星云的不断收缩，旋转越来越快。随着运动速度的变快，太阳星云的形状也发生改变，从球形变成为扁球形。当它收缩到近于现在太阳系这么大的范围时，太阳星云就因进一步收缩，开始在它的赤道面上形成圆环体。

在旋转着的太阳星云中，每一质点都受到两种方向相反的力，即作为一个整体的太阳星云的引力和旋转运动所产生的惯性离心力。在太阳星云的收缩过程中，引力一直大于惯性离心力。但是，到了某一阶段，在太阳星云的赤道上，出现了二者正好相等的情况。如果继续收缩下去，那里的惯性离心力就会大于引力。在那样的情况之下，那里的质点就会停留在原来的轨道上，继续环绕太阳星云的中心旋转，而不再向星云本体接近，也就脱离了继续收缩着的星云本体，即在太阳

星云的赤道上，形成一个环形的东西。随着太阳星云的继续收缩，赤道上就继续出现惯性离心力大于引力的情况，以致不断地有另一部分质点脱离了正在收缩着的星云本体。这就使得已经形成的环形的东西，不断地发展和壮大。当原始太阳终于形成的时候，在它的赤道面上，就形成了一个类似土星光环的东西。这就是上述的圆环体。

圆环体是怎样分解成行星系的？圆环体中的质点是在凝聚的过程中分解而成行星系的。

所谓凝聚，就是物质从分散到集中的过程。凝聚过程是在圆环体中进行的。组成行星系的物质，就是原先存在于圆环体的物质。对于太阳系的整体来说，这是很少的一部分。现在，行星系的总质量仅占太阳系总质量的七百五十分之一。在行星系的形成过程中，这一部分物质的比重可能要大一些。圆环体中有固体质点和气体质点。质点的凝聚是通过质点的相互撞碰来实现的。在凝聚过程的开始阶段，质量很小，质点间的引力是微不足道的。在这时候，质点间的互相粘合，是比较重要的。因此，在碰撞中，总是固体质点吃掉气体质点，固体质点成为凝聚的核心，气体质点附着在固体质点上面。随着物体因凝聚过程的持续进行而日益壮大，引力作用就日益显著。在引力足够大的时候，互相碰撞的物体总是大的吃掉小的，一个吃掉一个，一个综合一个，多次吃掉，反复综合，犹如滚雪球一样愈滚愈大，终于形成团块。当然，碰撞并不一定会使团块越来越大。如果两个团块大小相差比较悬殊，碰撞时大的会吸引小的，使小团块并入大团块，壮大大团块。如果两个团块的大小差不多，那么互相碰撞的结果会两败俱伤，分裂成碎片。这种现象本身似乎对原始行星的形成不利。但是，坏事可以变好事。团块破碎了，没有破碎的大团块，就更

容易把它们吃掉，碰碎了的小碎片更容易被大团块综合进去。经过团块的分裂和综合的反复进行，团块的质量必然愈来愈大，数量愈来愈少。这样，在同一环带上，最后就形成了相当大的团块，这就是现在行星的前身——原始行星。

原始行星形成的道路是曲折的。这里除了有团块与团块之间的矛盾外，还有行星与太阳的矛盾。从行星的形成上讲，总是质量越大越好。可是质量大了，体积也大了，太阳对它的引潮力也会大起来。上面讲过，太阳对太阳系中所有天体都有较大的引力。当一个正在形成中的原始行星具有一定的体积时，它的向日面和背日面所受的太阳引力会有显著的差别。同这个原始行星所受太阳引力的平均值比较起来，向日面所受的引力偏大，而背日面所受的引力偏小。二者对于平均值的差值就是引潮力。如果取太阳引力的方向为正，那么，向日面的引潮力是正值，使向日面的质点有接近太阳而脱离行星的倾向；背日面的引潮力是负值，使背日面的质点有远离太阳并脱离行星的倾向。这两个方向相反的力，就象两只手拉橡皮球一样，轻则会将原始行星拉成长球形，重则把它拉成两半，甚至拉成碎片。有人认为，火星和木星轨道之间的小行星区域的物质之所以不能形成大行星，就是因为这里的星云物质密度小，团块的壮大不够迅速，所以不能形成自身引力很大而足以抵抗太阳引潮力破坏的大行星。也有人认为，这里原来有一个质量很小的大行星，后来被太阳引潮力拉碎了，便形成了许多小行星。当然，这些不过是小行星形成的假说而已。不过，类似的现象在太阳系中确实曾经被人们亲眼看到过。一八四六年，当比拉彗星通过近日点时，在太阳和木星引潮力的同时作用下，几天之内就分裂成两个差不多同样形状的小彗星。以后，这两个小彗星又被分裂成许多碎片，小彗星

变成了流星群，并且造成一年一度的流星雨。

在原始行星形成的过程中，随着它的体积的增大，太阳对它的引潮力也就增大，换句话说，对行星的破坏力在增大。如果仅从这一点来看，行星就形成不了。可是现在我们所看到的九大行星，都是明显的球体。这又是什么原因呢？事物总是相反而又相成的。太阳的引潮力对行星来说，是问题的一面；问题还有另一面，这就是随着质量的日益增大，原行星自身的引力也越来越大，结构也日益紧密。这是行星的内因。内因是根据，是决定的因素。当行星在自身的引力的作用之下变得十分紧密因而足以抵抗太阳的引潮力时，行星就最后摆脱了被拉碎的危险。而且，在比较大的自身引力的作用之下，行星就成为球形。试看：质量大的九大行星，一般都是球体，而小行星的质量很小，它的形状一般都很不规则。

行星的形状，说是球体，实际上大多是扁球体。太阳系中两颗最大的行星，也就是最扁的行星（木星的扁率为 $1/15.4$ ，土星的扁率为 $1/9.5$ ）。这两颗行星自转的周期很短，只有十小时左右，自转的线速度很快，因此，所产生的与中心吸引力相反的离心力也就很大。惯性离心力在行星的赤道上最大，所以使行星变成了两极扁平、赤道凸出的扁球体。严格地说，地球也是一个扁球体。但地球的扁率比较小，只有二百九十八分之一，更近似于球体。

行星系是在太阳的直接作用之下形成的。太阳自从成为恒星并且开始发光以后，不断地辐射出大量的热。这必然要对周围的圆环体起作用。圆环体的各个部分由于距离太阳的远近不同，受辐射热的作用也不一样。星云主要是由氢组成。离太阳近的区域，接受太阳的热量多。在那里，沸点低的氢元素大部分被挥发掉了，被驱逐到离太阳较远的地方，而在原区

域只剩下少量的重元素。所以，靠近太阳的水星、金星、地球和火星，主要是由硅、镁、铁等重元素组成。它们体积小、质量小，可是密度很大，有点类似地球，被称作类地行星。金星的体积和质量接近于地球。水星与火星的体积和质量都远远小于地球。其中水星最小，体积和质量只有地球的百分之六。但是它们的平均密度都比较大。火星的平均密度约为水的四倍，水星、金星、地球的平均密度都为水的五倍以上。那些距离太阳比较远的区域，接受太阳的热量少，以氢为主的大量轻元素不容易挥发掉。所以在那里形成的行星，主要是由以氢为主的轻元素组成。如木星的总质量中，氢占百分之八十，土星的总质量中，氢占百分之六十，在天王星和海王星中，氢与氧、氮、碳化合成水、氨、甲烷，以冰块的形式存在着。木星、土星、天王星、海王星的体积和质量都比较大，而平均密度则比较小，有点类似木星，因此称类木行星。木星的体积和质量都是行星中最大的。它的体积为地球的一千三百多倍，质量为地球的三百多倍，平均密度只比水的密度稍微大一些。土星的体积是地球的七百六十多倍，质量是地球的九十五倍，平均密度比水的密度还要小。假如有一个巨大的水体能够容纳土星的话，那么带着一个美丽光环的土星一定会象一个巨大的套着救生圈的皮球一样浮在它上面。天王星和海王星的体积是地球的四、五十倍，质量是地球的十几倍，平均密度是水的一、二倍。为什么天王星和海王星在体积和质量上会比木星和土星小，在平均密度上又比木星和土星大呢？这是因为这两个行星距离太阳太远了。星云圆环体在这个区域里物质本来就比较少，所以，形成的行星质量也比较小。质量小的行星引力也小，捉不住象氢那样特别轻的元素。氢只有同氧、氮、碳化合形成水、氨、甲烷才能被保留了下来。氧、氮、碳在这两个行

星上一多，就使得这两个行星的平均密度比木星和土星要大一些。

四、太阳系是在斗争中发展的

在九大行星形成以后，太阳系大体上就具有今天的模样。太阳拥有太阳系的绝大部分质量，进行着热核反应，坐镇在太阳系的中心；九大行星以各自的轨道和周期，围绕着太阳公转。但是，在细节上，当时的太阳系毕竟不同于今天的太阳系，因为自然界总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。今天的行星，决不是当年的行星。今天的太阳，也不是当年的太阳。

自从太阳系形成以后，太阳大约已经经历了六十亿年的岁月。在这期间，太阳内部一直进行着四个氢原子核结合而成一个氦原子核的热核反应。由于热核反应的持续进行，太阳每天消耗大量的氢，每天产生大量的氦，每天放出大量的能。目前的太阳正处于它的中年期。中年期的特点是：尽管热核反应在持续进行，而它的温度却并没有大幅度的变化。但是，既然氢的燃料在减少，氦的灰烬在增加，太阳必然存在着一系列的变化。正是这一系列的变化，推动着太阳在它漫长的中年期间一步一步地向前发展。只是因为目前的变化是量变，这才给人们以相对稳定的印象。但正是漫长时期的量变，孕育着遥远的未来的质变。不看到这一点，而片面强调中年期恒星的稳定性，那就等于否定自然界的发展变化。

自转和公转，是天体的存在方式。太阳一直在自转着，太阳系的行星在自转的同时，又都在围绕太阳公转。那么，在过去的漫长岁月中，太阳系特别是太阳的转动情况曾经有过怎样的变化呢？这就必须从太阳系的转动的现状说起。

在太阳系里，行星的公转周期大体上决定于行星同太阳的距离。距离愈近，公转就愈快。因此，距离太阳最近的水星应该是转得最快的。目前，水星的公转周期是八十八天，而太阳的自转周期是二十五天。太阳的自转比水星的公转要快三倍多。这一点是可以理解的，因为太阳和行星都是太阳星云不断收缩的产物。前面讲过，恒星在收缩的过程中，要不断加快其自转。既然太阳是星云最后收缩而成的，那么，它的自转当然要比其他行星的公转来得快。但是，问题还不在于太阳的自转比水星的公转要快，而在于太阳的自转似乎还是太慢了。为了说明这个问题，我们得先说明转动是怎样度量的。

在物理学上，量度物体转动状态的物理量叫做角动量。任何一个质点的角动量就是它的质量、转动速度和转动半径（质点对于转动轴的距离）的连乘积。单位质量的角动量就是转动速度和转动半径的相乘积。一个物体的角动量是组成这个物体的一切质点的角动量的总和。那么，太阳在太阳系里有多大的角动量呢？据推算，在太阳系的角动量之中，太阳仅占百分之零点七三。不是太少了吗？是的，我们正是因为这点才认为太阳似乎转得太慢了。其实，显得少的不但是百分比，更加突出的是单位质量的角动量。太阳在太阳系中占有百分之九十九点八七的质量，却只有百分之零点七三的角动量。而行星却以百分之零点一三的质量占有百分之九十九点二七的角动量。因此，太阳和行星系在单位质量的角动量方面成一与十万之比。差别是够大的了。这就是所谓太阳系角动量分布异常的问题。

太阳和太阳系是同一个星云形成的。既然如此，怎么会有角动量分布异常的问题呢？在这里，有太阳自转的减速问题，也有太阳星云的角动量分布问题。我们将要讲到：太阳自

从形成以来，一直在降低它的自转速度。这就必然减少太阳的角动量，从而改变太阳系的角动量分布情况。这是完全可以理解的。但是，仅仅看到这一点，太阳系的角动量分布仍然显得不大正常。我们必须同时看到：在当年的太阳星云中，角动量的分布情况本来就是不均匀的。在它的外部，角动量较多，在它的内部，角动量较少。当然，太阳星云并不是刚体，质点的角动量不一定同转动半径成正比。但是，一般说来，球体外部单位质量的角动量，总是较大的。太阳的行星系正是太阳星云的外部物质形成的。因此，行星具有较大的角动量是可以理解的。总之，太阳在自转减速以前，角动量分布的不均匀性一直是存在的。自从太阳自转开始减速以后，这个矛盾就更加突出了。

那么，太阳究竟为什么会发生自转减速呢？前面提到，在太阳的形成过程中，有过一个引力收缩阶段。在那个阶段，太阳星云的转动一直在加速，温度一直在升高，并且最后地达到热核反应所需要的温度。物极必反。也就在这时候，自转加速的阶段便告结束，自转的减速阶段随之开始。从自转加速转化为自转减速的转折点，就是太阳达到高温和热核反应开始的时候。

为什么太阳的高温和热核反应会造成太阳自转的减速呢？这是因为，在高温和热核反应的条件之下，太阳进行着强烈的光辐射和物质抛射。在太阳形成的早期，物质抛射是十分强烈的。直到今天，物质抛射仍然以“太阳风”的形式不断地在进行。在这种过程中；太阳既损失了能量，又损失了质量，能量的转移伴随着质量的转移。我们知道，运动是既不能创造也不能消灭的。但是，它的存在形式却是可以转化的。因此，周期和角动量的变化不能不伴随着动能的增减，而动能的

增减也不能不影响到周期和角动量。尽管太阳在热核反应中所得到的能量似乎是取之不尽的，但是，能量的长期大量消耗是不可能不影响到太阳的自转周期和角动量的。

太阳自转周期的问题和太阳系的角动量的分布问题，是一个复杂的问题。除了上面所说的因素以外，可能还有一些其他的因素。例如，在强烈太阳辐射的影响下，太阳周围的气体发生了电离现象。这种电离气体在太阳的磁场中不能通过太阳的磁力线。在太阳自转周期短于周围物质的公转周期的情况下，太阳及其磁场的自转，就把周围物质带动起来，因而把太阳的一部分角动量转移给周围的物质。又如，月球的引潮力在地球上造成潮汐摩擦，因而把地球的自转减慢了。同样的情况，也必然会存在于太阳和行星之间。行星的引潮力在太阳上所造成的潮汐摩擦，也必然使太阳的自转发生不断减慢的现象。当然，潮汐摩擦是十分微小的，所造成的自转减慢是十分缓慢的，但毕竟也还是起了一定的作用的。

总之，太阳在光辐射和微粒辐射的过程中，失去了大量的质量和能量，而行星得到其中的一部分质量和能量。在太阳及其磁场的自转过程中，太阳的一部分角动量又直接转移给周围的电离气体，而这种气体的某些部分以后形成了行星。在潮汐摩擦的过程中，也存在着类似的情况。这些就是太阳自转周期变慢和造成太阳系角动量分布异常的种种因素。从这里，我们可以看到，在斗争的两个方面中，总是此消彼长，一个方面有所失，一个方面就有所得。在一得一失之间，彼此都向前发展了。毛主席教导我们：“按照唯物辩证法的观点，自然界的变化，主要地是由于自然界内部矛盾的发展。”太阳系的情形也正是这样。在太阳系内部矛盾发展的推动下，太阳在斗争中不断地向前发展，各个行星也在斗争中不断地向前发

展。

关于太阳在自转方面的演变规律，我们的认识还是很不全面、很不深刻的。我们对于以上几个因素的解析和评价，未必完全正确。除了上述的因素，还可能有其他因素，甚至是更加重要的因素。但是，我们完全可以肯定：太阳的自转周期绝非从来如此，太阳系的角动量也从来不是平均分布的。只要我们承认事物在变化，承认事物有差异，并且坚持要从事物内部矛盾的发展去寻找原因，那么，对任何复杂事物都可以取得不断深化和日益正确的认识。正如列宁所指出的：“遵循着马克思的理论的道路前进，我们将愈来愈接近客观真理（但决不会穷尽它）；而遵循着任何其他的道路前进，除了混乱和谬误之外，我们什么也得不到。”（《唯物主义和经验批判主义》）

·自然辩证法理论研究·

宇宙是无限和有限的统一

卞思祖

对“宇宙”的总观点

“宇宙”是什么？“宇宙”就是普遍的、永恒的物质世界。从空间上说，宇宙在大的方面，太阳系外头有千千万万个太阳，银河系外头有千千万万个银河系，它是无边无际的；宇宙在小的方面，分子里头有原子，原子里头有基本粒子，基本粒子也有复杂的结构，它是无穷无尽的。从时间上说，宇宙不管向过去追溯多远，还有无限的过去，不管向未来探索多远，还有无限的未来，它是无始无终的。无论什么样的物质，什么样的运动，举凡一切客观存在，莫不包举于宇宙之内，无逃乎宇宙之间。

宇宙之外还有没有什么呢？没有了。宇宙就是一切，宇宙就是万有，宇宙就是总体。有些西方学者曾提出，在我们这个宇宙之外还可能存在着一个由“反物质”所组成的“反宇宙”。其实，他们所说的“反物质”，不过是指的物质的一种特殊结构形式。如果宇宙间确实存在这种物质形态的话，那只能进一步证明物质的无限多样性。它们仍然是物质，是我们今天还没有认识的某种物质形态。因此，由它们组成的天体仍然是宇宙的一部分，即使不同于我们目前所认识的宇宙，也根本谈不

上什么宇宙以外的“反宇宙”。

宇宙作为无所不包的总体，根本的特点就是普遍性和永恒性。就是说，宇宙在空间上是无限伸张的，在时间上是无限发展的。我国早在战国时代就有人提出：“四方上下曰宇，往古来今曰宙。”“宇”指无限的空间，“宙”指无限的时间，宇宙就是无限空间和无限时间的统一。这是一个很深刻的宇宙概念。

人们对“宇宙”的认识 宇宙本质上是无限的，但是表现出来的宇宙，即人们所认识到的宇宙，又总是有限的。“这样人们就处于矛盾之中：一方面，要毫无遗漏地从所有的联系中去认识世界体系；另一方面，无论是从人们的本性或世界体系的本性来说，这个任务都是永远不能完全解决的。”（《反杜林论》）

人们认识宇宙的历史，是一个永无穷尽地从有限扩大到无限的过程。人们总是力图认识整个宇宙，但是任何时候，人们对宇宙的认识又只能是有限的，只能达到宇宙的有限部分。每一次，当人们的认识扩大到一定的范围，达到一定的阶段，都有人中途停顿下来，跑出来对“整个宇宙”勾画什么“宇宙图景”，宣称对宇宙的认识已经到了顶，得出了形而上学的宇宙有限的结论。但是，随着人们认识的进一步发展，他们的一幅又一幅“宇宙图景”统统相继地幻灭了。

最初，在人们的视野中，“宇宙”是一个天圆地方的大帐篷。这其实只是地球表面上一个有限的范围。后来，人们的视野扩大了，逐渐发现大地不是平面，而是球形，出现了地球中心说。这个时候的“宇宙”是地球，日月星辰不过是地球周围的装饰品。到了十六世纪，哥白尼总结了前人对宇宙的认识，提出了太阳中心说，把“宇宙”扩大到了以太阳为中心的整

一个太阳系。到了十八世纪，人们借着光学望远镜的帮助，视线越出了太阳系，扩展到银河系。那时的银河系，用当时赫歇尔的话说，就是“宇宙结构”。到现代，由于生产实践的发展，由于射电望远镜的运用，人们眼里的“宇宙”又冲破了银河系的界限而扩大到由千千万万个银河系所组成的星系团、超星系团以至于总星系。例如，本超星系团的半径可能大到一亿光年，自转一周可能需要一百亿年之久。这大体上就是我们今天所能观测到的空间范围。但是，不管这个总星系多么巨大，它仍然只能是宇宙的某一具体表现，也可以说是某一具体宇宙，而决不是整个宇宙。地球、太阳系、银河系、星系团、总星系……都是物质世界的不同层次，是一定时候人们所认识到的具体宇宙，也是自然科学所反映的宇宙。这个宇宙，如果昨天没有超过太阳系、银河系，今天没有超过超星系团、总星系，明天也一定暂时没有超过某一级天体结构。“日益发展的人类科学在认识自然界的这一切里程碑都具有暂时的、相对的、近似的性质。”（《唯物主义和经验批判主义》）这个自然科学的宇宙概念，即对于某一具体宇宙的结构和特性的认识，是相对的、有限的。

但是，物质世界的层次又是无穷无尽的，永远也不会终结。人们在这个比普通的宏观世界更高的“宇观世界”里，永远也不能达到“宇宙的终极”，永远也不能穷尽对整个宇宙的认识，正如人们在微观世界里永远也不能找到“物质的始原”，永远也不能穷尽对哪怕一个小小的基本粒子的认识。因此，在认识论上，宇宙是标志普遍的、永恒的客观自然界的哲学范畴，这个自然界通过人类认识的不断发展，从小到大，日益深化、日益全面地反映到人的意识中。

自然科学的宇宙概念和哲学的宇宙概念是相互区别又相

互联系的。哲学上对宇宙的总观点，总是自然科学对宇宙认识的某种总结，因而自然科学的宇宙概念，也总是处于一定哲学宇宙观的支配之下。辩证唯物论的宇宙观是总结了全部自然科学的发展成果而形成的。它认为：宇宙是无限的，宇宙的具体表现则是有限的；宇宙的无限性是绝对的，宇宙的有限性是相对的；宇宙是绝对的无限性和相对的有限性的统一。

两种“宇宙”观的根源 人们由于认识的局限而产生的宇宙有限论，在阶级社会中，往往会导致到有神论，引导到形形色色的唯心论。

如果宇宙是一个大帐篷，那么帐篷以外是什么呢？如果有人把头伸到帐篷外头，他将看到什么呢？只要宇宙有边界，就有宇宙以外的“彼岸世界”，就有上帝的栖身之地。于是，反动统治阶级就可以用来论证上帝的存在，论证他们的统治是上天所规定的，不可改变的。人们对宇宙的认识每扩展一步，都会遭到反动派拼命的抵抗。最初，地圆说被视为异端邪说。后来，太阳中心说又遭到疯狂的迫害。十七、八世纪当新兴资产阶级直接用宇宙无限论去反对宗教时，他们仍然必须披着神学的外衣。象斯宾诺莎这样的唯物论者，也只能羞羞答答地把上帝叫做“无限者”，用上帝作为无限宇宙的代号，去反对一个有形的上帝。

宇宙是无限的，但是在每一具体时刻人们又只能认识有限的东西。无限存在于有限之中，因而人们总是“从有限中找到无限，从暂时中找到永久”。（《自然辩证法》）在哲学史上，有些人不懂辩证法，把无限和有限绝对地割裂开来。他们虽然也承认宇宙的无限性，但又离开了宇宙的具体表现，而去寻求纯粹抽象的无限。结果，他们只好离开现实的宇宙，而跑到精

神世界中去找，跑到神的世界或者人的主观思维中去找。于是，在他们眼里，无限的宇宙就成了“绝对精神”，或者成了人们的主观精神：“宇宙即是吾心，吾心即是宇宙。”这是唯心论的先验论的宇宙观。

在自然科学领域中，有些人则习惯于用人们认识到的有限的宇宙取代无限的宇宙。今天，射电望远镜把人的眼睛延伸到一百亿光年范围的宇宙空间。但是，不管人的眼睛延伸多么远，总有视野以外的无限的未知领域，宇宙有限论总可以利用人的认识在每一历史发展阶段上的局限性而以不同的形式重新出现，总可以把自然科学的宇宙概念同哲学的宇宙观对立起来，用自然科学上的具体宇宙代替哲学上普遍的、永恒的客观自然界。这是实证主义，是把主观感觉直接归结为事物本质的唯心论的经验论。二十世纪以来建立的“宇宙学”，就是在这种思潮影响下产生的。“宇宙学”的定义是：“人们为了把世界作为一个整体，把自己作为这个整体的一部分，对这个世界作有条理的描述的目的而建立起来的各种概念和关系的体系”^①。这是一个永远不能达到的侈望。恩格斯说得好：“如果在人类发展的某一时期，这种包括世界所有联系……的最终完成的体系建立起来了，那末，人的认识的领域就从此完结”，“这是荒唐的想法，是纯粹的胡说”。（《反杜林论》）最近半个世纪以来，许多学者提出了一种又一种“宇宙结构”，建立了一个又一个“宇宙模型”，其中有的虽也从某一个侧面反映了人们对某一具体宇宙的认识，对于科学的发展曾经起过或正在起着一定的作用，但对整个宇宙的认识说来，这些五花八门的“结构”、“模型”，统统是硬把无限的宇宙圈了起来，硬把某

① 《英国百科全书》第6卷，1964年版，第582页。

些局部范围的规律性强加给整个宇宙。用资产阶级的前辈培根的话说，他们都是“把自己在科学上的无能拿来诬蔑宇宙”。

无产阶级也要研究宇宙问题，要根据生产实践和科学实验的发展总结人们对宇宙的认识，为社会实践的需要服务。但是我们清醒地知道，这样的认识只能是局部的、相对的。人对宇宙的认识是一个无限的过程，永远没有穷尽，永远不会达到什么“顶峰”。所谓“宇宙学”，在唯心论和形而上学的世界观影响下，从根本上说，只能是自然科学这株大树的枝桠上生长出来的一朵盛开的却又不结果实的花朵。

宇宙在空间上的无限性

宇宙无限论和宇宙有限论的斗争，首先表现在“宇”即空间的无限和有限的问题上。这个斗争是很复杂的。形而上学者并不都一律地绝对地排斥无限，相反地，在一定程度上有时也会承认宇宙无限。但是，他们用形而上学的无限观去反对宇宙有限论，尽管也起了一定的历史作用，归根到底这种无限观又是错误的，最后还是要跑到唯心论一边去。因此，宇宙无限论和宇宙有限论的斗争，在一定时候又表现为辩证的无限观和形而上学的无限观之间的斗争。在现代，在对待所谓“宇宙结构”问题上的这个斗争，则具体表现为“等级式”宇宙结构和“均匀式”宇宙结构这两种学说之间的斗争。

有限转化为无限 形而上学的无限观是从有限转化为无限的这种可能性来看待无限的。它看到了有限组成了无限，无限包含着有限。这是对的。形而上学无限观，确实看到了无限和有限相互关系中的一个侧面。

古代的朴素唯物论者对于宇宙无限性的猜测，就是建立在这种无限观上。古希腊有人论证过：宇宙没有边界，因为，如果宇宙有边界，一个人站在边界上把手杖伸到边界以外，就可以扩展这个边界；然后他站到新的边界上，再进一步扩展这个边界——如此不断重复，以至无穷。

到十七世纪，牛顿第一次在自然科学基础上描绘了一幅无限宇宙的图景。他认为，宇宙是一个没有边界的大箱子，天体均匀地分布在无限虚空之中。这就是均匀式宇宙结构。天体借助于“宇宙力”即万有引力而进行着机械运动。“宇宙力”可以沿着直线传播到无穷远处，天体单单由于这种力的作用，也可以进行永无止境的直线运动。正如整数的无限系列 1, 2, 3, 4 …… 可以无穷无尽地数下去，永无止境。这幅“宇宙图景”，本质上还是古希腊人的那幅图景，不过用机械力学定律代替了手杖。这样的无限，就是十七世纪在数学中所发展的“潜在的无限”（潜无限）或“可能的无限”的概念。

这个宇宙结构是唯物论的。它看到了有限扩展到无限的可能性，从一个方面表明了宇宙的无限性是客观存在的。因此，这种无限观在反对宇宙有限论、反对宗教的斗争中是有积极意义的。正是这个潜无限的概念，把无限变化的思想带进了数学，使辩证法进入了数学。

但是，这样的宇宙无限观又是片面的。它把无限理解为有限的简单扩展，有限的单纯量上的连续，没有间断性，没有质变，结果必然引起了一系列不可克服的矛盾。如果宇宙真是那样一口大箱子，其中装满了无穷多的又发光、又有引力的恒星，那么，正如十九世纪人们所提出的“悖理”所说，宇宙间任何一点所受到的光度应当是无限大的，所受引力的总和也应当是无限大的。这么一来，所有星球就要一下子都化为灰

烂，整个宇宙就要一下子缩作一团！这当然是荒谬的。这个形而上学的无限观碰到了致命的困难。

康德在当时已敏锐地感到了这个矛盾。他说，当人们的思想把宇宙间的联系“扩张到无限大，——联系到星辰以外的星辰，世界以外的世界，天体体系以外的天体体系……想象穷于这样不可测度的遥远的前进，思想也穷于这样不可测度的想象；象一个梦一样，一个人永远漫长地看不出还有多远地向前走，看不到尽头，尽头是摔了一跤或者晕倒下去。”^①真的，宇宙如果就是这样均匀地、千篇一律地扩展下去，何处是尽头呢？宇宙是无限的，不仅量上是无限的，质上也同样是无限的，怎么可能就是这样只有单纯的量的扩大而不引起质的变化呢？宇宙怎么可能就是这样一口盛满同样的星球的大箱子呢？而且，这种无限观尽管指出了有限转化为无限的可能性，这种可能性却又永远也实现不了，这只是一种抽象的、虚假的可能性。它先假定宇宙延伸到一定的边界，再取消这个边界，再假定一个新的边界，再取消……而任何时候都只能延伸到有限的边界，宇宙无论扩展到多么大，还是摆脱不掉那个象被有限的鬼魂缠住了的一样的边界。 $1, 2, 3, 4 \dots$ 的无穷系列无论增大到多么大，仍然是有限，无限永远遥遥在前，可望而不可即。因此，这种无限观虽然在一定程度上反映了有限转化为无限的辩证法，但又是片面的。如果把它绝对化了，实际上就把无限同有限绝对地割裂开来了，无限成了不可捉摸的、虚无飘渺的东西。黑格尔把这种无限叫做“坏无限”。如列宁所说，这种无限性“在质上和有限性对立，和有限性没有联系、和有限性隔绝，……似乎无限站在有限之上，在有限之外”。

^① 转引自黑格尔：《逻辑学》上卷，商务印书馆 1966 年北京版，第 246 页。

(《黑格尔〈逻辑学〉一书摘要》)这是假无限,不是真无限。

要全面认识宇宙在空间上的无限性,象均匀式宇宙结构那样,光看到有限转化为无限的可能还不够,还必须看到无限和有限的辩证关系中的另一个方面,即无限转化为有限这一面。

无限转化为有限 宇宙的均匀式结构在科学面前碰了壁,迫使一些资产阶级科学家和哲学家提出了另一种等级式宇宙结构。康德就认为,宇宙除了我们的太阳系所在的这个“恒星宇宙”(其实就是指银河系)以外,还有无数的“恒星宇宙”以及由它们所组成的“大宇宙”。许许多多这样的“大宇宙”,又组成更高一级的更大的宇宙。沿着这样的等级的阶梯不断上升,以至无穷。后来,又有人把宇宙结构等级明确分为:太阳系为第一级,由恒星组成的星团为第二级,银河系这样的星系为第三级,星系团为第四级,总星系为第五级……。到二十世纪初,有人就用这个宇宙结构来解决均匀宇宙结构中所出现的悖理:因为宇宙是一级一级地高上去,一个星球所受其他天体系统的光度和引力就会逐级减小,最后趋近于零。因此,宇宙间任何一点的光度和引力虽然是无限多的其他天体作用的结果,但它们的总和却是收敛的、有限的。

这说明,不但有限可以转化为无限,无限也可以转化为有限。“一尺之棰,日取其半,万世不竭”,在数学上就是 $\frac{1}{2}, \frac{1}{4}, \frac{1}{8} \dots \dots$ 的无穷系列。这个过程是无穷的,说明“一尺之棰”包含着无限的部分。但是, $\frac{1}{2} + \frac{1}{4} + \frac{1}{8} \dots \dots$ 的总和又趋向于1,即这些无限部分的总体又组成了有限的“一尺之棰”。杜林曾经宣扬康德所说“现实事物的无限聚集不能被看做一个确

定的整体”，但是事实上，不但银河系、太阳系是无限的，一座房子、一只杯子也是无限的，乃至于分子、原子、基本粒子也都同样地表现着一个复杂而无穷尽的世界。同那个牛皮博士杜林所吹嘘的恰好相反，每一个确定的有限的整体恰恰都是现实事物的无限聚集。

黑格尔把这个可以转化为有限的无限叫做“真实的无限”，即真无限。真无限是可以达到的、可以把握的无限。它看到了无限可以转化为有限，有限包含着无限，因而宇宙物质才可能组成为确定的团集，宇宙才可能有确定的等级结构。无限的物质成分组成为有限的基本粒子、原子、分子、宏观物体、生命、行星系、银河系、星系团……其中，每一个等级都是物质的不同聚集状态，它既是一个无穷无尽的“宇宙”，又是一个确定的有限的整体。这样，无限就不再是超越于有限的现实以外的虚无飘渺的东西，而是现实地存在于有限的具体事物之中。恩格斯说：“聚集状态——量变转化为质变的关节点。”（《自然辩证法》）有限转化为无限的过程，也不再是单纯的量的扩展，而有了间断性，有了质变。从基本粒子这样的“小宇宙”，到原子、分子……直到总星系这样的“大宇宙”，就是从有限过渡到无限的一个一个的转折点。

建立在真无限概念上的宇宙等级结构，有辩证法。它反对把宇宙看成是没有结构的、绝对均匀的一片混沌，说明了宇宙物质有一定的结构，是可分的。

但是，真无限中又掩盖着另一种倾向。真无限是完成了的无限，是把无限有限化。其实这只是有限转化为无限的过程中的一个环节，一种近似的处理方法。如果把它绝对化了，把这种无限看成是最终的无限，就取消了无限。黑格尔就是这样。他极力推崇真无限，把它当成对无限的超越。“超越”

了无限，岂不又回到了有限吗？于是，在黑格尔那里，如果坏无限象是一条永无终点的直线，真无限的“形象是一个圆，它是一条达到了自身的线，是封闭的，完全现在的，没有起点和终点。”^① 圆线上当然碰不到边界，但空间范围却有限。这样，为了解决坏无限中所出现的矛盾，他最后干脆放弃了无限，回到了有限。他的宇宙，其实就是他的“绝对精神”的圆圈。

二十世纪以来，在宇宙学中，坏无限碰到了困难，自然科学家们纷纷转向黑格尔式的真无限，同时又放弃了等级式宇宙结构，回到了均匀式宇宙结构，把无限的宇宙封闭起来。于是，随着资产阶级从上升时期到没落时期的转折，他们对宇宙的观点，也从唯物论的但又是形而上学的宇宙无限论转变到反对形而上学的但又是唯心论的宇宙有限论。在这一方面，爱因斯坦的“宇宙模型”是一个典型。和牛顿不同，他放弃了坏无限，回避那个伤脑筋的边界问题：“假如能够把宇宙看成是一个有限而闭合的连续体，我们就根本不需要任何边界条件了。”^② 同时，他又放弃了宇宙的等级结构，把宇宙最终圈成一个所谓“四度连续体”。这个连续体到处连续，没有间断，因而是没有边界但又是闭合的四度球形空间，同黑格尔的圆圈一模一样。从这个“无界有限”的宇宙模型出发，爱因斯坦甚至“算”出了宇宙“半径”是三十五亿光年。这就是把真无限推到极端时所得出的必然结果。

以爱因斯坦为首的科学家否定了形而上学的坏无限，反对把无限和有限绝对地割裂开来，这是一个进步。但是，他们不懂辩证法。沿着无限可以转化为有限这一个片面，他们又

① 《逻辑学》上卷，第149页。

② 《根据广义相对论所作的宇宙学考察》，《相对性原理》（论文集），1923年美国版，第184页。

走上了另一个片面，把无限和有限又绝对地等同起来，结果取消了无限，回到了有限。他们从反对形而上学出发，由于不敢也不愿承认辩证法，最后却又走向了形而上学。这是辩证法对他们的惩罚。

空间是无限和有限的统一 恩格斯说：“无限性是一个矛盾，而且充满种种矛盾。”“如果矛盾消灭了，那就是无限性的终结。”（《反杜林论》）我们说，宇宙是无所不包的总体，其实这句话的本身就包含了种种矛盾。既然“无所不包”，那么宇宙自身是不是也包括在内呢？如果不包括，它就不是“无所不包”；如果包括，那就有了囊括宇宙在内的更高的宇宙了，宇宙就成了一个不可穷尽的“宇宙”系列。

从辩证唯物论看来，这样的矛盾一点也不奇怪，它正好反映了无限和有限的矛盾。无限不可能是孤零零地单独存在，它总是处在同有限的辩证统一之中。宇宙虽然是无限的，但人们所能认识到的“宇宙”，又总是有限的。这个宇宙的无穷系列，构成了宇宙的无穷层次，构成了无限的宇宙。如果割裂这个统一，把“封闭系统”这一类只适用于有限事物的概念，硬套到无限的宇宙上去，就会得出荒谬的结论来。

均匀式宇宙结构把宇宙设想成为一个塞满同一种货物的大仓库，一个统一的无限空间。这是不对的。空间总是具体的。具体的物质空间统统是有限的。原子空间有限，分子空间有限，银河系、星系团、总星系的空间也同样有限。离开这些大大小小、形形色色的具体空间，没有什么“全宇宙”的独立于有限事物之外的抽象空间。寻求这样的统一空间，就一定陷入坏无限之中。宇宙在空间上的无限性，只能体现于无数有限的具体空间之中，而不能脱离这些具体空间。因此，宇宙

总是又有限、又无限，又有边界、又没有边界。任何具体宇宙都是有边有际的，从原子到总星系都是一样。超越了这个宇宙的边界，就要发生质变，进入更高一级的宇宙，又有新的宇宙边界。因而从宇宙总体来说，宇宙又是无边无际的，在空间上又是无限的。等级式宇宙结构的合理性因素也表现在这里：有了等级，就有了物质形式的多样性，不仅说明了宇宙在量上的无限性，还说明了宇宙在质上的无限性。

潜无限和真无限，从两个不同的侧面来解决无限和有限的矛盾，各自抓住了片面的真理。潜无限抓住了有限可以转化为无限这一面，但是推到极端，把无限同有限割裂开来，无限就成了可望而不可即的虚无缥渺的鬼魂。真无限抓住了无限可以转化为有限这一面，但是推到极端，把无限同有限等同起来，无限也成了有限。最后，就象井底的青蛙一样，睁着眼睛硬是说天只有井口那样大。这样绝对化的结果，坏无限就成了假无限，真无限也成了真有限，两者都取消了无限，回到了有限。科学家和哲学家如果不承认马克思主义的唯物辩证法，由于世界观上的局限，往往不是陷入这种片面性，就是陷入那种片面性，一个筋斗翻得再远，都逃脱不出宇宙有限论的如来佛掌心。

那么，干脆用取消无限性概念的办法来逃避矛盾行不行呢？不行，“任何消除这些矛盾的尝试都会引起新的更坏的矛盾”。（《反杜林论》）例如有个苏修的学者就曾扬言：“谈论宇宙的无限空间、宇宙的无限时间……正如同那些为了解宇宙是蓝色的还是黄色的，或者宇宙整体是否有颜色等问题所引起的讨论同样是没有意义的。”无限这个概念是“从宗教里取得”^①

① 柯尔曼：《宇宙论中关于空间、时间、物质和运动的概念》。

的。这么一来，宇宙究竟是无限还是有限这个对宇宙的根本观点问题，这个几千年来人类文化史中激烈争论的问题，竟完全成了瞎嚷嚷，成了宗教信仰问题。他想消除无限和有限的矛盾，结果却只好完全背弃了马克思主义的辩证唯物论的基本立场。资产阶级上升时期的代表培根、斯宾诺莎、牛顿、康德等，都以不同形式承认过宇宙无限论。现代修正主义的大倒退，只能说明他们是腐朽、反动的资产阶级末代子孙。

宇宙在时间上的无限性

宇宙无限论和宇宙有限论的斗争，还表现在“宙”即时间的无限和有限问题上，宇宙发展论和宇宙不变论的斗争上。

宇宙在空间上是无限的，必然包括无限多样的发展形态，具有无限发展的可能，因而在时间上也必然是无限的。恩格斯说：“无限时间内宇宙的永远重复的连续更替，不过是无限空间内无数宇宙同时并存的逻辑的补充”。（《自然辩证法》）辩证唯物论的宇宙无限论，坚定地认为宇宙是一个无限地不断发展的间断而又连续的过程。

宇宙万物不断发展 宇宙间的一切都在变，一切都是过程。宇宙万物，小至基本粒子，大至各种天体，都是作为过程而向前发展的，都经历着发生、发展和灭亡的过程。宇宙间一切具体事物在时间上都是有限的。它们的生存时间有久暂，寿命有长短，但无论是长久或短暂，说到底，都是一个有限的过程。

基本粒子可谓“变化无常”矣！除了电子、质子比较稳定，现在还搞不清楚它们能活多久以外，其他基本粒子都是短命的。中子算是长寿的，也只能活十七分钟左右。各种介子和

超子，一般则只能生存几亿分之一秒到几百亿、几千亿甚至几万亿分之一秒。但是，它们尽管这么短命，却也经历了出生、“衰变”或“湮灭”的一生，最后也要转化为别的物质。因此，基本粒子又“无常”又“有常”，又变化又稳定。没有相对稳定性，基本粒子就不成其为基本粒子，就没有它们的存在了。

天体的“寿命”则长得惊人。如果也用地球上的“年”来计算的话，银河系、太阳、地球的“年龄”就不是几十年、几百年，而是几十亿、上百亿年。拿太阳来说，估计已有五、六十亿年以上的历史了。地球要年青一些，也有四十多亿年。但是，不管它们的寿命多么长，仍然同人生一样，逃脱不了生老病死的过程。恒星开始由庞大稀薄的星际云通过引力收缩凝聚而成，后来温度升高，是为青年期。开始热核反应以后，就进入了中年。等到内部的氢全部聚合成氦，成了红巨星，就日趋衰老，进入了风烛残年。以后外壳消失，成了白矮星，直到能源枯竭，剩下一堆骸骨，转化为别的物质形态而去。因此，天体的变化尽管缓慢，生存的时间尽管长久，却也不能万古常存。

时间的长短是相对的。“尔来四万八千岁”，算是长的了，但比起天体几十亿年的寿命来，只不过是一瞬间；一瞬间算是短的了，但比起中性派介子(π^0)只能存在十亿亿分之几秒的生命来，又简直是无限长了。时间的长短是相比较而存在的。不管多么长，每一具体事物的存在时间总是有限的。宇宙之间根本没有什么永恒不变、万古常存的东西。

当然，同人的生命相比较，天体的生命毕竟是十分悠久的。不但一个人的一生很难看到天体的发展变化，就是自有历史以来也很少看到这种变化。人们看到，太阳总是东升西落，月亮总是望盈朔晦，北斗七星总是围着北极星转。由

于认识上的这个局限性，人们很容易把天体的有常的一面夸大起来，得出宇宙不变或天不变的认识。一切反动阶级总是利用人们的这种错误认识，宣扬“天不变，道亦不变”的宇宙不变论。显然，如果他们也承认天是变的，社会是发展的，无异于宣布他们自己阶级的死刑。因此，宇宙发展论和宇宙不变论的斗争，历来总是反映着先进势力和反动势力之间的阶级斗争。古代奴隶主阶级的代言人亚里士多德宣称天体完美无缺、永不朽坏，反映了奴隶主阶级的“万世一统”的梦想。十七、八世纪牛顿认为恒星永远固定在原位上，地球永远沿固有轨道运行，则反映了资产阶级取得政权以后维持自己的既得利益的阶级愿望。

宇宙间任何具体事物都有生有灭、有始有终，总是从量变到质变，不断地走向反面。它们都是“封闭体系”，空间上封闭在有限范围内，时间上也封闭在有限时期中。一切产生出来的东西，都要灭亡。基本粒子要转化，人要死亡，银河系、太阳、地球最后也要衰老、灭亡。天长地久，终有尽时。就是人类本身也要变，也要灭亡。但是，太阳灭亡，地球灭亡，人类灭亡，决不是什么“宇宙末日”。地球灭亡了，会有更高级的天体来代替，到那时，人们将开会庆祝辩证法的胜利，迎接新星球的诞生。人类灭亡了，也会有更高级的物种出现，全部人类的积极创造会由他们继承下去。从这一点说，人类的活动也是为更高级物种的出现创造条件。旧的不去，新的不来。旧东西的死亡，正是新东西产生的必要条件。“世界上总是这样以新的代替旧的，总是这样新陈代谢、除旧布新或推陈出新的。”

有限转化为无限。正由于宇宙万物不断变化，不断发展，才构成了整个宇宙的永无止境的发展。正因为万事万物都有生有灭，有始有终，整个宇宙才能不生不灭，无始无终。各种

事物千川万流，汇成了无穷无尽的宇宙长河。从具体事物来说，发展是有限的，时间是有限的，但是从一种事物过渡到另一种事物，从一种质态过渡到另一种质态，也就是从一种具体时间过渡到另一种具体时间，则是无限的。正是具体事物在时间上的有限性，才构成了宇宙整体在时间上的无限性，宇宙的发展永远不会完结，永远到不了顶。宇宙在时间上同在空间上一样，是有限的，又是无限的，无限也纯粹是由有限组成，由有限转化来的。

宇宙总体无始无终 我们说宇宙也是发展的，这不是说，宇宙总体本身象宇宙间的具体事物一样，也在变化发展呢？这个问题提得不对。宇宙的发展，就表现于宇宙万物的发展之中。离开具体事物的发展，就无所谓宇宙本身的发展。

近几十年来，资产阶级宇宙学中有一派“演化态宇宙学”，就宣扬宇宙本身的“演化”。他们认为，宇宙有起源。西方从三十年代以来，就有人根据“红移”和“宇宙背景辐射”等现象宣扬，宇宙最初起源于一个“原始原子”或“原始火球”的大爆炸。爆炸的结果，这些原始物质的碎片向四面八方飞散，因而宇宙就象一个气球一样不断地膨胀着。宇宙本身在“膨胀”，不管它膨胀得多么大，也不管它能够怎样无限地膨胀下去，但是在每一确定的时刻，宇宙总是有限的。只有有限的东西才谈得上膨胀，无限的宇宙怎么可能膨胀呢？它向哪里膨胀呢？因此，这里的“演化”是骗人的。谈宇宙总体的演化，暗中已经规定了一个有限的宇宙，这个宇宙不但有开始，也必然有终结，有末日。

从十九世纪末开始，一直有人企图论证宇宙末日。他们利用热力学第二定律提出所谓“宇宙热死论”，就是说，既然热

量只能自发地从较热物体转移到较冷物体上，即封闭系统只能愈来愈趋向于热平衡（熵愈来愈大），那么，宇宙有一天也会达到热平衡状态，成了一潭死水，失去了一切运动变化的能力。这就是宇宙的末日。

宇宙总体不能有什么起源和末日，因为宇宙总体不是具体事物，不是封闭体系。具体事物有始有终，有自己的时间。基本粒子有基本粒子的时间，人有人的时间，太阳系有太阳系的时间。这些时间统统是有限的。这些具体时间的总和，构成了宇宙时间；宇宙时间，也就存在于这些具体时间之中。离开了具体时间，还有没有一种独立于这些具体时间之外的一般时间呢？没有。离开具体形态的时间，“作为时间的时间”（《反杜林论》）只是我们思维中的一种抽象，正象房子、桌子等概念都是思维的抽象一样。形而上学者总是设想一种全宇宙的统一的时间之流，好象真有那么一条永远流不尽的宇宙长河，它不存在于具体物质过程之中，而是独立于物质过程之外，万事万物都在这条河流里，在这条全宇宙唯一的时间的轴线上发生、发展和灭亡。这是完全错误的。如果有这么一条唯一的包罗万象的时间之流，那它一定超越于物质世界之外，一定成为凌驾于物质之上的绝对存在，这只能是上帝的同义语。因此，如果把时间比作河流，宇宙间就不是一条唯一的河流，而是千源竞发，万壑争流。宇宙的时间长河，只能存在于千源万壑之中，而不在它们之外。

时间的无限和有限的统一 毛主席教导我们，凡绝对的东西都只存在于相对的东西之中。时间是无限的，又是有限的。时间的无限性是绝对的，时间的有限性是相对的。时间的无限性就存在于有限时间之中，无数有限时间的总和，就

表现着时间的无限性。这就是时间的无限和有限的辩证统一。

资产阶级学者不明此理，就陷入不可解决的矛盾之中。康德是一个典型。他认为，说时间有限、时间有开始，同说时间无限、时间没有开始一样，都说得通。这就自相矛盾了。如果说世界在时间上有开始，那么在这以前呢？必须有一个什么也不会发生的“空虚的时间”，即不算时间的时间，这是不可想象的。反过来，如果说时间没有开始，那么，“达到每一已知的时间点，一定都已经过了一个永恒时间，因而在世界中已经流过了事物彼此继续状态的无限系列。但一个系列之所以是无限，又恰恰在于它永远不能由继续的综合来完成。”^①就是说，在达到每一个确定的时刻以前，宇宙都经历了无限的时间。但所谓无限，正在于它永远不能达到。无限的时间之流，必然使宇宙发展到无限的高度，怎么又能发展到当前的有限的发展水平呢？

康德的矛盾的根源，来自他不懂无限和有限的辩证法。有限转化为无限，无限也转化为有限。无限的时间系列，恰好可能而且必然达到当前确定的发展水平。比方说，一个人四十岁，他经历了四十年的有限时间系列，达到了四十岁这样的确定的发展水平。这个人以前呢？又是整个人类历史一千万年发展的结果，又经历了一百万年的有限时间系列。人类以前呢？又有整个生物界几十亿年的发展历史，又有太阳系的发展历史、银河系的发展历史……这些有限时间系列的总和，就构成了无限的时间系列。

根本没有什么统一的宇宙时间。宇宙有没有开始和终结呢？或者说，时间有没有开始和终结呢？我们说：有开始，又没有开始；有终结，又没有终结。时间，总是具体事物的时间，

^① 转引自黑格尔：《逻辑学》上卷，第252—253页。

是具体时间。这样的时间有始也有终。一个人有始有终，人类有始有终，太阳系有始有终，因而我们所经验的这种时间，即按照年、月、日、时计算的时间，也有始有终。这个时间是同太阳系的存在相联系的。在这种时间的以前呢？肯定还有另外的时间，它同另外的物质过程相联系，有另外的时间尺度以及另外的我们还不知道的时间性质。现代的宇宙热死论者把时间说成是熵的增长过程（趋向于热平衡的过程）。如果这个热力学过程也具有自己的特殊时间形式的话，那么，这仍然只是一种特殊时间。即使某一种物质系统达到了熵的最大值，那也只能是这一种具体时间的终结，以后还会有新的时间的开始。它决不是宇宙间唯一的时间之流，而只能是无限多的具体时间中的一种时间。一种时间终结了，另一种时间又开始了。就是说，一个“宇宙”结束了，另一个“宇宙”又诞生了。宇宙就是这样不断地从量变到质变，从一种物质形态，过渡到另一种物质形态，永无终结，永无止境。因此，时间，“作为时间的时间”，即一般意义上的时间，是物质存在的普遍形式，是永恒的，无限的。但作为具体的时间，却总是具体事物的存在形式，总是短暂的，有限的。

归根结蒂，时间和空间一样，只是物质的存在形式。物质既有统一性，又有多样性。物质在本质上是统一的，物质的具体表现则是丰富多采的，多样的。一般只能存在于个别之中，统一性也只能存在于多样性之中。物质的这个特点，同样地要反映于物质的存在形式——时间和空间之中。这就是我们的结论。

3°K微波辐射的发现说明了什么？

——兼评“大爆炸宇宙学”

李 柯

〔编者按〕 星际和星系际空间的 3°K 微波辐射，是近年来天文学中的一个重大发现。怎样从哲学上去认识和总结这个新的观测事实，科学界有不同的看法。本刊发表这篇文章，希望能引起进一步讨论。

六十年代中期发现了星际和星系际空间中的 3°K 微波辐射。^① 这是天文学中一个重大的发现。原来，星系际并不象过去所想象的那样漆黑一团，空无一物，而是有“光”和“热”。“光”是不可见光，即波长属于微波波段的电磁波。“热”是绝对温度三度，相当于摄氏表零下 270 度。这个事实说明，在广阔的宇宙空间中，不但有主要表现为间断形式的天体，也有主要表现为连成一片的连续形式的辐射。这个发现，对于进一

① 1965 年美国贝尔电话公司的彭齐阿斯和威尔逊在改进同卫星通讯的过程中，发现在波长为 7.35 厘米处（属于微波波段——波长大约从 0.1 毫米到 100 厘米之间）有来历不明的 3.5°K 即绝对温度 3.5 度（注：绝对温度零度相当于摄氏表零下 273°）的辐射。以后，普林斯顿的研究人员在波长 3.2 厘米处，英国剑桥大学的研究人员在波长 20.7 厘米处也都找到了这种辐射。经校正后，他们认为，这种辐射的温度为 2.7°K（统称 3°K）。他们还发现，在不同季节从地球上不同方向观察所接收到的这种辐射，大致都一样。

步探索天体的起源和演化，对于论证辩证唯物论关于世界的物质性和物质形态的多样性，关于宇宙在空间和时间上的无限性，都有极其重要的意义。

列宁说：“反动的意向是科学的进步本身所产生的。”（《唯物主义和经验批判主义》）科学上的大发现，总要伴随着一阵唯心论和形而上学的喧嚣。这个 3°K 微波辐射的发现，使五十年代以来在西方流行的所谓“大爆炸宇宙学”更加活跃起来了。“大爆炸宇宙学”认为，宇宙的全部发展历史就是“原始火球”的大爆炸，火球从高密、高温状态分崩离析，愈来愈稀，也愈来愈冷，热辐射大部分凝聚成各种形式的天体，现在只剩下了一点残余，就是这个 3°K 微波辐射。当前，这种宇宙学盛行一时，可说已达到了“顶峰阶段”^①。

3°K 微波辐射的发现究竟说明了什么？它能不能给“大爆炸宇宙学”以支持呢？这个问题很值得研究。

宇宙有没有统一“背景”？

3°K 微波辐射布满在银河系内及星系际空间中，表现为连续性物质形态。这种辐射分布的范围很广。但是，这是不是如大爆炸宇宙学所说的宇宙有一个统一的“背景”，而这种辐射就是充满整个宇宙中的“宇宙背景辐射”呢？

不对。这是一种形而上学的观点。宇宙空间中确实存在着各种辐射。一切天体，不管是太阳、地球、月亮，也不管是脉冲星、射电源等新发现的特殊类型的天体，都要发出热辐射，即发出各种不同波长的电磁波。这只能说明，宇宙间物质的结构，总是表现为两种不同的形态，既表现为一个一个的间断

^① 勃布里奇：《真有一次大爆炸吗？》载英国《自然》，1971年第233卷第5314号第36页。

性的天体，也表现为连成一片的连续性的辐射。物质总是又间断又连续，又表现为实物，又表现为辐射场。

在天文学中，在较小的宇宙空间范围内，这个事实是明显的。例如在太阳系里，既有太阳、行星、卫星等以间断形式出现的天体，又有太阳光、太阳磁场、地磁场等以连续形式出现的辐射场。但是，在更广阔的空间范围里，特别是越出了银河系的范围，在星系际空间中，天体物质似乎主要只表现为间断的星系、类星体等，连续的辐射虽然也有，如类星体发出的无线电波，但数量很小，微不足道，不过是天体周围的一点点缀。有人就一定波长的电磁波，计算星系和星系团所产生的辐射，不足以使空间背景的温度上升绝对温度五千分之一度。恒星的辐射就更小了，不超过十亿分之一度。这么微弱的辐射不足以在广阔的宇宙空间中连成一片，不足以构成一定空间范围的背景。

因此，人们长期以来一直认为，广阔的宇宙中主要只有实物，没有辐射。牛顿最早描绘过一幅只有间断没有连续的宇宙图景。在他看来，“夜幕沉沉”，天空中除了点点繁星以外，就剩下一幅广漠无边的黑幕。这就是无边无际的绝对空间。但是，光是这样的一盘散沙，天体之间没有任何物质作为媒介，他的万有引力又怎么可能穿越无穷的虚空而发生神秘的“超距作用”呢？牛顿没有回答，也不可能作出回答。

二十世纪以来，爱因斯坦根据对电磁场等连续形式的物质的认识，开始描绘另一幅只有连续没有间断的宇宙图景，从一个极端跳到了另一个极端。他把宇宙看成是一个统一的“场”，连续不绝，无所不在，布满于整个宇宙之中，而一切间断性的天体都不过是这种连续的场的某种变形。这样一来，就

使物质结构的连续性湮没了间断性。这么一个囊括全宇宙的统一的场，本质上仍然是绝对空间。

大爆炸宇宙学与牛顿和爱因斯坦的理论不同，用高密度物质的大爆炸来说明宇宙的演化，强调宇宙是在强烈的热辐射中形成的。它从一开始就承认宇宙间除了主要表现为间断形式的物质以外，还有主要表现为连续形式的物质。这种连续形式的物质，既不是天体的可有可无的点缀，也不是空空洞洞的场。它比起传统的只承认间断性而不承认连续性或只承认连续性而不承认间断性的观点，无疑要具有更多合理的因素。 3°K 微波辐射的发现还进一步证实，物质结构无论是在微观世界的原子或基本粒子中，或者是在宏观世界的宇宙天体中，都是既有连续性又有间断性；既表现为连续形式的物质，又表现为间断形式的物质。这在天文学上是一个进步。

但是，大爆炸宇宙学错误地把这种分布在一定空间范围内的辐射推广到整个宇宙中去，用它构成了“宇宙背景”，成为全宇宙的物质基础。这就把物质结构的连续性绝对化了。

物质结构的连续性和间断性是对立的统一。连续性反映了物质各种成分之间联系的一面，统一性的一面。但是，世界上不可能存在着绝对的连续背景。从热辐射的微观结构来看，辐射场是由光子组成的，既表现为连续的光波，又表现为间断的光量子；从宏观结构来看，场也不可能无穷无尽地永远连续下去。如果把某一种连续性物质形态绝对化了，认为它绝无间断，永无止境，就必然陷入不可克服的矛盾之中。

在天文学史上，牛顿企图用万有引力串成一个连续的宇宙背景，结果因为宇宙无限，均匀分布的天体无限多，每一个天体所受到的引力总和就成了无限大。这当然是十分荒谬

的。爱因斯坦看到了这个矛盾，放弃了无限宇宙，用场把宇宙圈成一个“无界而有限”的四维连续体。宇宙既然有限，宇宙每一点上的场的强度当然也是有限的，这就解决了牛顿理论中出现的困难。但是在这里，矛盾只是被转移了，并没有得到解决，结果反而引出了宇宙有限这个更坏的矛盾。因此，只要把连续性绝对化，构成一个宇宙背景，就逃不出以下两种选择：如果宇宙无限，就会得出无限大的场强，产生自然科学上无法解决的困难；如果场强有限，就会得出有限宇宙，使上帝得到了藏身之所。二者必居其一。这是蔑视辩证法所得到的必然归宿。

大爆炸宇宙学既然把 3°K 微波辐射看成宇宙背景辐射，就必然要选择一个有限的宇宙。有人居然根据 3°K 计算出了宇宙半径为一百亿光年左右。^① 他们是怎样从这个 3°K 算出恰好这么大小的一个半径呢？这二者之间究竟有什么必然的因果联系呢？理由是宇宙最初是一个原始火球，现在余温犹存，它必然散布在整个宇宙之中，从而构成了现在我们所观测到的 3°K 微波辐射散布的范围。在这里，结论变成了前提。题目本来是从 3°K 计算宇宙半径，但是一转手之间，答案却成了把 3°K 填进现成的宇宙框架之中。这个宇宙框架实际上仍然只能是一个先验存在的、超越于一切物质存在之上的绝对空间。

其实，世界上根本没有什么绝对空间，也没有什么宇宙背景。空间是物质的存在形式。物质形态是无限多样的，空间也是无限多样的。有什么样的物质形态，就有什么样的空间。地球有地球的空间，太阳系有太阳系的空间，银河系、总星系

^① 参见佐藤等：《膨胀热宇宙的演化》，载日本《理论物理进展（增刊）》，1971年第49卷第36页。

也都各有自己的具体空间。这些具体空间，就是各种物质形态的背景。地球有地球的背景，太阳系有太阳系的背景，如此等等。宇宙空间的统一，就是无限多样的空间的统一。没有什么超然于具体空间以外的独立自在的统一空间，也没有什么超然于具体背景以外的独立自在的统一背景。说到“宇宙背景”，不管这个背景是绝对虚空也好，是引力场也好，是热辐射也好，统统只能是脱离具体背景而独立自在的抽象的统一背景，只能是从牛顿到爱因斯坦的绝对空间。归根到底，它只能存在于人的思维之中，而在客观世界中是根本不存在的。

宇宙是不是绝对均匀？

根据观测事实， 3°K 微波辐射“在观察的限度内”，“是各向同性的”。^① 这就是说，在地球上从各个不同方向所接收到的这种辐射，大体上都是绝对温度三度。这说明了，在半径达几十亿光年的星系际空间范围内，这种辐射物质有可能分布得浓淡平均，到处一样。但是，大爆炸宇宙学却把这种均匀性推广到全宇宙，从而证明整个宇宙背景也是均匀的，万物是齐一的。这就是错误的了。

物质结构是有均匀性的。在物质的微观结构中，原子分布、晶体排列都有某种均匀性。在天体分布中有一定均匀性。但是，均匀性总是有条件的。只有形成了一定的物质形态，具有相对独立的质的稳定性，才谈得上物质结构在一定程度上的均匀性。如果太阳系里头的行星分布没有任何稳定性，有的行星离太阳远到要以光年来计算，那它岂不就跑到别的恒

^① 彭齐阿斯、威尔逊：《在 4080MC/S 天线附加温度的测量》，载《天体物理学月刊》1965 年第 142 卷第 419 页。

星范围里去，根本不再是太阳系家族的成员了吗？正是有了这样的稳定性，才使食盐成为食盐，石墨成为石墨，太阳系成为太阳系，银河系成为银河系。物质结构的稳定性，反映了物质结构内部的统一性。而物质结构的均匀性正是以这种统一性和稳定性为前提的。

这种均匀性只能是局部的，相对的，有条件的。晶体结构只是对于一定具体物质形态来说的，例如对于食盐、石墨来说，是均匀的。天体分布也只是相对于天体结构的某种具体形态来说，才有局部的均匀性。离开了特定的空间范围和特定的天体形态，从单独一个行星来看，当然谈不到行星分布的均匀性。出了太阳系，从更大的星际空间看，也同样是不均匀的。这正好象，我们说教室里的桌子分布均匀，是就教室的一部分而言的。从每一张单独的桌子看，谈不到什么均匀，从整个学校看，看到了教室四周的空地，桌子的分布也不均匀。因此，均匀总是相对的，不均匀才是绝对的。有了这种绝对的不均匀性，才有天体物质的质的差别性，才有绝对的无限的多样性。“物之不齐，物之情也。”“齐”是相对的，不齐是绝对的。“齐物论”是错误的，物不齐论是正确的。

物质形态的多样性是绝对的，但这种多样性又是存在于统一之中的，否则物质世界岂不成了一锅大杂烩了吗？从物质结构说，间断性和连续性是互相渗透、互相贯通、互相依存、互相联结的，而不是互相割裂的，不能用一种形态取消另一种形态。

在历史上，牛顿把物质结构的间断形式绝对化，强调宇宙由各自孤立的天体组成，并且分布均匀，到处一样。爱因斯坦则恰恰相反，把物质结构的连续形式绝对化，把宇宙看成是一个绝对均匀的“连续体”。他提出了宇宙绝对均匀的“宇宙学

原理”，认为在绝对连续的宇宙中，物质的分布必须均匀，否则宇宙就会坍塌。大爆炸宇宙学虽然用热辐射代替了爱因斯坦的场，但从指导思想来看，仍然是企图用一种绝对连续的物质形态去“统一”全宇宙，取消物质的多样性，使宇宙成为一个单一化的绝对均匀的“无差别境界”。

间断存在于连续之中。从物质结构的整个系列看，间断形式的物质是连续的物质结构层次的无穷系列中的一个构成部分。物质结构的某一层次本身是连续的、均匀的，但和其他层次比较，又是间断的、不均匀的。正如恩格斯所说，“新的原子论……主张各个不同阶段的各个非连续的部分（以太原子、化学原子、物体、天体）是各种不同的关节点，这些关节点决定一般物质的各种不同的质的存在形式”。（《自然辩证法》）这就说明，宇宙这个具有连续的等级结构的整体，是由不同质的间断物质所组成的。各种不同质的间断物质，各有其各自不同的均匀性，这正决定了均匀是相对的，不均匀是绝对的。往小处说，宏观物质分为分子，分子分为原子，原子分为基本粒子。微观世界的这个等级系列是无限的。往大处说，太阳、行星、卫星等聚集成太阳系，形成一个层次。太阳系和其他一千五百亿颗以上的恒星聚集成银河系，又是一个层次。在更大的范围里，十几个或几十个星系组成的星系群或小星系团，几百个、上千个星系组成的大星系团，又形成了新的聚集状态，新的层次。宇观世界的这个等级系列也是无限的。物质结构的这种无穷系列，体现了物质结构的均匀性和不均匀性的统一。

连续之中也有间断。连续性物质作为一种具体物质形态，总是有边有际、有穷有尽的，不可能一直连续下去，直到均匀地布满整个宇宙。有些连续性的物质结构形态，例如引

力场、电磁场，具有所谓“长程力”的特征，作用比较广泛，可能作用于好几个物质层次，但也毕竟是有限的。在原子核内部、原子内部，引力场的作用就微乎其微。同样地，在星系以上的更高层次里，有些场的作用也可能会逐步衰减以至消失。因此，物质是无限可分的，不但实物是无限可分的，辐射场也是无限可分的。辐射同样是连续性和间断性的统一，同样有层次之分，同样体现了物质结构的均匀性和不均匀性的统一。

物质结构的层次，无非是物质一定的聚集状态。恩格斯曾经指出：“聚集状态——量变转化为质变的关节点。”（《自然辩证法》）不同层次的物质，总要带来某种质变或部分质变。“物以类聚”，这种聚集决不仅仅是一种机械的堆砌。它们所以能够聚在一起，一定有某种特殊的内在联系，有某种特殊的连续性，构成某种特殊的质态。中子和质子靠介子场聚集在一起，形成原子核；原子核和电子靠电磁场聚集在一起，形成原子；太阳和行星、卫星靠引力场聚集成为太阳系；星系靠引力场或其他连续性物质，聚集成为星系团、总星系。每一个层次，每一种聚集状态，都是间断性和连续性的统一，都是物质结构的无限层次中的一个个具有质的不同的关节点。宇宙间天外有天，“河”外有“河”，存在着物质形态的无限多样性。正因如此，宇宙不仅在量上，并且在质上，都同样地具有无限性。

大爆炸宇宙学所谓宇宙的均匀结构，把宇宙看成就是那么一层，那么茫茫一片，那还有什么物质形态的无限多样性呢？这个宇宙，即使在量上是无限的，但在质上却只能是有限的。对这样一个绝对均匀的宇宙，人类岂不是一下子就可穷尽对它的认识吗？人类对宇宙的认识岂不是就此到了顶吗？

宇宙会不会一直冷下去？

大爆炸宇宙学认为，原始火球在大爆炸的过程中，一面膨胀一面冷却，时至今天，辐射绝大部分凝聚为天体，只剩下了 3°K 这点余热。就象一个充满气体的密封汽缸，向四面八方膨胀，气体逐渐凝结为水滴，温度愈来愈低，凝结也愈来愈少了。

“宇宙膨胀”是老调子了。三十年代前后发现了河外星系的“红移”现象，六十年代又发现类星体有更大数量的红移。怎么解释这个现象？当时一般人都认为，这可能是由于这些距离我们非常遥远的星系正在以很高的速度离开我们向四面八方疾驰而去。于是，宇宙膨胀论开始盛行起来。它把遥远的河外星系看成是宇宙的边界，这个边界在扩展，就象一个不断被吹胀起来的洋泡泡。但是，这立即又引出了一个问题：是什么力量把这么一个其大无比的洋泡泡吹胀起来的呢？宇宙膨胀论者认为，“在寻常理论的框架上，我们不能了解宇宙物质的起源。”^①就是说，光是机械运动，回答不了这个问题。到了四十年代末，在发现了太阳巨大能源来自同氢弹爆炸一样的热核反应以后，加莫夫把天体的发展同基本粒子的运动联系起来，用这种新的运动形式来解释宇宙膨胀论，于是就有了大爆炸宇宙学。

但是，红移是不是所谓“宇宙学红移”，即是不是由天体退行的机械运动所引起的，或者全部都是由此所引起，还是个很大的问题。例如，按照大爆炸宇宙学的说法，处在相同距离中的不同星系，都是大爆炸中的落在同一处的碎片，它们的速度相同，红移量也应该相等。但是观测事实却发现，它们的红

^① 见狄克、皮勃尔、罗尔、威尔克逊：《宇宙黑体辐射》，载《天体物理月刊》，1965年第141期。

移量往往很不一样。^①甚至同一天体，红移量也有不同。^②有的天体红移量很大，用机械运动来解释，退行速度大得不合理。^③这都说明，红移现象的原因可能是多种多样的，并不一定都是天体相互分离的膨胀运动引起的。

退一步说，即使红移现象的确是由天体的退行运动所引起，那也只能是宇宙的某一部分、某一个层次的膨胀运动，而不可能是整个宇宙的膨胀。膨胀和收缩、分离和接近，都是排斥和吸引的两极对立。恩格斯说：“宇宙中有一个吸引运动，就一定有一个与之相当的排斥运动来补充，反过来也一样”。（《自然辩证法》）宇宙间事物是无限的，事物总是作为过程而向前发展的，因而宇宙包含着无限多的发展过程。在宇宙中，这里有膨胀，那里就会有收缩；这里分离开去，那里就会接近起来。我们说宇宙运动变化，实际上也总是指宇宙中万事万物的运动变化。宇宙万物是无限多样的，宇宙万物的运动形式

① 这种例子很多。如多重星系 NGC7603(NGC 是 1888 年法列耶所编“新总星表”的缩写，后面的数码是天体编号) 中的主星系的红移量是伴星系的两倍，但它们却组成统一的多重星系，和我们的距离差不多一样。NGC2403 刚好相反，伴星系的红移量比主星系大。这种情况，非但星系里有，类星体里也有，如在南银半球内一个很小的区域里出现的弱类星体群，四个类星体几乎成一直线，直线的一端是星系 NGC 520，远近差不多一样，但红移量分别是 0.007, 0.77, 0.67, 2.11 和 0.72，很不一样。

② 这种现象在天文学上叫作“多重红移”：同一天体的光谱里，不同谱线的红移量各有不同。这种多重红移现象，不能简单的用多普勒效应解释。

③ 不能简单地用多普勒效应解释的例子很多。如多重星系 NGC772 的两个弱伴星系和主星系之间，有纤维状物质相连接。它们相对于主星系的红移量，用多普勒效应解释，速度分别是 17300 公里/秒和 17800 公里/秒，这样高速的运动，一般不可能形成纤维状物质流。再如对红移最大的类星体 3C273 和 3C279，用多普勒效应解释，这两个射电源横向退行的速度竟达光速的十倍。

也是无限多样的，永远不可能统一于这样一种单一的机械的膨胀过程之中。

同样，弥漫和凝聚、发热和冷却也是对立的统一。宇宙这里冷下去，那里还会热起来；这里有凝聚，那里还会有弥散。 3°K 辐射是从哪里来的呢？有人说它来自星系际的炽热气体，或者星际尘埃的激发，也有人说是来自其他连续的物质，如混沌星云中弥散物质的能量。不管怎样，辐射作为一种具体的物质形态，不仅向别的物质形态转化而去，并且也总是从别的物质形态转化而来的，总是处于同其他物质结构形态相互转化之中。既有去处，就必有来源。既有结束，就必有开始，但不可能是宇宙的唯一开始。

间断性物质形态和连续性物质形态作为一对矛盾，既是对立的，又是可以相互转化的。连续性的辐射可以转化为间断性的实物，间断性的实物也可以转化为连续性的辐射。在宇宙中，一切天体都发出一定的热辐射，作为实物的一对正、负电子会“湮没”为一对光子，由间断形式转化为连续形式；反过来，一切辐射场又会被物质吸收掉，辐射场的光子对在一定条件下也会产生正、负电子对，由连续形式转化为间断形式。大爆炸宇宙学只承认连续性物质向间断性物质的转化，从而把宇宙描绘成一幅单一地不断由辐射冷凝为天体的图景，却不承认间断性物质也可以向连续性物质转化。这是半截子的辩证法。它虽然比起那种把连续性和间断性绝对孤立和割裂开来观点要高明一筹，但是，一爪落网，全身被缚，最后还是陷进了形而上学和唯心论的罗网之中。

在这种形而上学和唯心论的观点支配下，大爆炸宇宙学认为宇宙处于一直冷却下去的过程之中。时至今日，宇宙已经冷到了零下 270°C ，尸居余气，辐射也成了强弩之末，无力

再凝聚了。再下去呢？随着宇宙进一步膨胀，热能进一步消耗， 3°K 势必继续降低到 2°K 、 1°K ，最后，这种热辐射烟消雾散，只剩下一片冷冰冰、空荡荡的绝对虚空的宇宙。宇宙背景消失了，天幕落下了，宇宙也就此完蛋了。天体作为大爆炸的劫后余灰，点点滴滴、稀稀拉拉地分布在这个没有一丝温暖的冰窟中，没有光，没有热，没有场，成了飘荡在太虚之境中的游魂。这样一个宇宙，如果说还没有全部死亡，也是半死不活，奄奄一息了。

宇宙究竟有没有可能一直冷却下去直到寂灭呢？不能。从宇宙间的一切天体来看，都有生、老、病、死的过程，都有一定的年龄和寿命。但从宇宙整体来看，没有起源和结束，没有一个统一的演化过程，也没有年龄和寿命。要定出宇宙的年龄，必须先定出宇宙的统一时间尺度。然而，时间是物质的持续性，离开了具体的物质运动的节奏，就无法衡量时间的久暂。时间总是具体的。一年是地球绕太阳公转一圈的时间，一天是地球自转一圈的时间，都离不开具体的物质形态，具体的运动过程。离开了具体的时间，哪里还会有一个超越一切具体时间以上的全宇宙统一的绝对时间呢？不管靠上帝创造也好，靠人们主观约定也好，还是靠全宇宙的绝热膨胀也好，统统是绝对时间的翻版。大爆炸宇宙学用单一的宇宙冷却程度来衡量时间，于是，温标变成了时标，宇宙的体温计变成了宇宙大钟。但是，谁给这个宇宙大钟在开动前扭紧了发条呢？谁在大钟的发条松弛后又把它重新扭紧呢？加莫夫回答得最干脆：“某些人谈论上帝创造天地以前的情况，对那些胆敢追问这样高深道理的人，上帝为他准备好了地狱。”^①

^① 加莫夫：《现代宇宙论》，载穆尼兹编《宇宙理论》，美国自由出版社1957年版，第404页。

宇宙有“解”吗？

茫茫宇宙，人们能找到一个统一的解答吗？几千年来，有多少人仰首问青天，但他们又能得到了什么回答呢？

现代宇宙学从一开始就在寻求一个这样的“宇宙解”。宇宙学者们进行了不胜其烦的数学运算，企图找到一个一举而揭示一切宇宙奥秘的宇宙方程，建立起一个一下子穷尽宇宙全部真理的宇宙模型。他们搞了一个又一个的数学解、物理解，目的是为了找到一个一劳永逸的宇宙解。但是，都失败了。

3°K 微波辐射的发现，真能证实大爆炸宇宙学的宇宙解吗？即使在大爆炸宇宙学者中间，也有人对此表示怀疑。英国的麦克雷就认为，根本不能指望从这种观测材料推论出宇宙的起源究竟怎样。事实也正是这样。为什么这个 3°K 恰好说明它来自原始火球呢？难道从原始火球就可以证明现在宇宙空间中一定有 3°K 吗？即使他们自己也不能不承认：“对原始火球的物质密度没有任何认识，因而我们不能预言现代的辐射温度。”^① 如果这种辐射不是 3°K 而是 30°K 、 300°K ，也同样可以用原始火球来说明。反正对这个原始火球随你怎么说都行，只要把火球的密度、温度或者宇宙年龄加以调整就行了。甚至即使根本没有这样的微波辐射，也同样可以说，原始火球的余热已经散尽，因而现在的宇宙辐射是 0°K 了。

所谓宇宙解，其实根本不是什么数学解、物理解，而是一种哲学解，一种按照一定的宇宙观和方法论得到的关于宇宙的解答。宇宙学的一切“解”，本质上都是把宇宙看成是有限

① 狄克等：《宇宙黑体辐射》。

的宇宙，从某一狭隘的经验事实出发，然后无限外推到全宇宙；或是从“宇宙学原理”出发，附会某些观测事实，任意演绎出某种宇宙解。这也正是大爆炸宇宙学的全部哲学。用麦克雷的话说：论证大爆炸宇宙学的最重要武器，根本不是天文观察事实，而是这种宇宙学的“理论上的成果”，有了理论，就可以“补偿观察之不足”，可以克服实际情况的“不确定”。^①总之，先有概念，后有事实；先有原理，后有实际。这是一种什么样的宇宙观和方法论呢？这只能是唯心论的先验论。

科学要假说吗？当然要。假说是自然科学的发展形式。但是不要忘记，任何科学假说本身就是一定实践经验的总结。“一个新的事实被观察到了，它使得过去用来说明和它同类的事实的方式不中用了。从这一瞬间起，就需要新的说明方式了”。（《自然辩证法》）哥白尼的日心说是这样的假说，康德的星云说也是这样的假说。如果把假说看成是凭空臆想、架空立说的东西，热衷于搞什么“大胆假设，小心求证”，这只能是唯心论的先验论的公式。

恩格斯说：“世界表现作为一个统一的体系，即一个有联系的整体，这是显而易见的，但是要认识这个体系，必须先认识整个自然界和历史，这种认识人们永远不会达到。因此，谁要建立体系，他就只好用自己的臆造来填补那无数的空白，也就是说，只好不合理地幻想，玄想。”（《马克思恩格斯全集》第20卷，第662—663页）宇宙是无限发展的物质世界。任何时候，人们都不可能把整个宇宙，包括宇宙的过去、现在和未来，一古脑儿网罗在一个统一的数学方程式里或者一种统一的物理学定律里。二十世纪以来宇宙学的发展过程中，其中有一些严肃的

① 麦克雷：《大爆炸宇宙学的哲学》。

科学家，对某一具体“宇宙”即宇宙的某一层次的认识曾经有所前进，从一定侧面提出过一些有意义的问题和看法，对于以后科学的发展具有或可能具有一定的启发作用。但是，从哲学上看，宇宙学把整个宇宙作为一个有限的独一无二的封闭系统加以研究，并从而进行数学运算，根据已有物理定律进行推理，得出了确定的数学解、物理解，就无法摆脱宇宙有限论观点的束缚。

宇宙有“解”吗？具体宇宙、即宇宙的某一个层次，可以有数学解、物理解，但整个宇宙根本不可能计算、描绘，无论多么复杂的数学也算不出来，无论根据多么深奥的物理学定律也描绘不出来。谁要是去搞这一套，谁就一定要用主观唯心论的臆造填补空白，一定要陷入唯心论的先验论。

宇宙学妄想找到终极的宇宙，解决“科学的最终的任务，从而封闭了一切科学走向未来的道路”。（《反杜林论》）它的研究成果，包括那一大堆“宇宙半径”、“宇宙年龄”，本质上只能适应宗教的需要，适应反动势力从精神上麻痹人民的需要。毫不奇怪，罗马教皇要对这套东西大声喝采，说它“意味着对《创世纪》第一言的证实，使基督的使徒具有对圣经的崇敬”^①。资产阶级学者，包括爱因斯坦这样有创造性的科学家在内，都陷到这套东西里头去了。于事无补费精神。他们的宇宙观不对头，他们只能在曲折、动摇和倒退中发展自然科学。

宇宙解究竟有没有？又没有，又有。宇宙的总体没有什么数学解、物理解，但是有哲学解。所谓宇宙的数学解、物理解，实际上也是一种哲学解，是唯心论的先验论的哲学解。无

① 庇护十二世：《从现代自然科学来看上帝的证明》。

产阶级也有自己的宇宙观，有自己的“天对”。辩证唯物论认为，宇宙是客观存在的，是无限的，人们只能在同自然界的斗争中逐步认识宇宙，从局部逐步扩大到更大的范围，从片面逐步扩展到更多的方面，永远不会完结，永远达不到什么顶峰。

革命导师列宁曾经指出：“自然科学进步得那样快，正处于各个领域都发生那样深刻的革命变革的时期，以致自然科学无论如何离不了哲学结论。”（《论战斗唯物主义的意义》）我们革命的自然科学工作者，必须坚持唯物论的反映论，通过实践，通过大量的天文观测，对宇宙的一定层次、一定部分进行分析解剖和比较鉴别，从宇宙结构的较低层次逐步进入到更高的层次，只有这样，才能真正做到不断地向宇宙的深度和广度进军。

天文学从社会实践中来

中国科学院上海天文台 余 珊

天文学研究“天”。“悠悠天宇旷”。月亮是离地球最近的天体，也差不多有四十万公里远，太阳则达一亿五千万公里之遥。如果出了太阳系到最近的恒星——比邻星，就“不可以道里计”，只能以“光年”来计算了。

天体在空间上虽然离我们那么遥远，但是同我们的现实生活却又十分接近。天文学研究的是天上，目的却是为了地上，是要迫使“太阳等等服务于地球”，“我们只可能有以地球为中心的物理学、化学、生物学、气象学等等”。（《自然辩证法》）天文学也同一切自然科学一样，是在生产斗争中产生的，是为生产斗争和阶级斗争服务的，并且是在这种实际需要的推动下不断向前发展的。

古代天文学知识 是从生产实践中产生的

天文学是自然科学中最早发展起来的一个部门，它从一开始就是在人类与天奋斗的生产实践中产生出来的。恩格斯说：“首先是天文学——游牧民族和农业民族为了定季节，就已经绝对需要它。”（《自然辩证法》）

人类最早的生产活动主要是畜牧业和农业。要放牧牲畜、种植谷物，就要计算时间，掌握昼夜更替、季节转换和气候变化的规律性。这就要知道太阳、月亮同地球的相对位置。热带

的阿拉伯人由于白天天气炎热，只能在夜间放牧和迁移。这样的生产活动特别需要掌握月亮明晦盈亏的变化规律，因而积累了大量月亮运动的知识，总结出了以反映月亮运行规律为主的“太阴历”。我国古代以农业生产为主，同样地也积累了大量关于太阳同地球和其他恒星的相对运动的知识。例如借黄昏时北斗星的斗柄所指方向作为春、夏、秋、冬的标志；根据太阳同地球的相对位置的变化，定出了春分、秋分、夏至、冬至四个节气。后来又进一步找出了“清明下种，谷雨下秧”一类的规律性，总结出了二十四个节气。在这个基础上，我国很早就有了反映太阳和月亮运行规律的“阴阳合历”。在古代埃及，农业生产时间决定于尼罗河的洪水泛滥和雨季的到来。古代埃及人在长期生产实践中，从天上找到了洪水和雨季的征兆，即：洪水和雨季到来的两个月以前，天狼星在每天日出时出现在地平线上。这样，正如马克思所说的：“计算出尼罗河水位变动的必要，产生出了埃及的天文学”。（《资本论》第1卷）

古代计时、定季节，主要是根据太阳、月亮和其他行星对于地球的相对位置的变动来测定的。这就不能不涉及“宇宙”（实际上只是太阳系）的结构问题。当时由于生产规模的狭小，限制了人们的眼界，只能根据人们的直观感觉来描述各种天体在“天球”上的“视位置”和“视运动”（从地球上看起来的位置和运动）。在居住在平原上的人们的眼中，“天似穹庐，笼罩四野”，因而就产生了“天圆地方说”。后来，随着奴隶制度的兴起，出现了贸易和船舶，又有了简单的测角器。人们在航海中逐步发现，海船离岸时先隐去船身，最后才隐去桅杆，因此，大地不是平面，而是球形。中国的“浑天说”，西方的“地球中心说”，就都把地球看作是居于宇宙中心的球体，日月星辰都嵌在天球上绕地球转动。这个学说比起天圆地方说是一个

很大的进步，可以更准确地测定太阳年的长度，地球、月亮的大小，并由此发现了“岁差”（春分点沿黄道的移动）。根据这个学说所制定的新“星表”，对于当时的农业生产和航海业都起了很大的作用。

但是，无论是天圆地方说或者是地球中心说，都只是停留在表面现象的描述上，停留在感性认识阶段。这种认识片面地有时甚至是歪曲地反映了太阳系结构的客观实在。在那个时候，由于生产水平和生产规模的限制，“天”作为一种异己的、超自然的力量，对人类起着神秘的、强制的作用。风调雨顺兆丰年，水旱风虫成灾殃。人要“靠天吃饭”，不能掌握自己的命运。于是，“占星术”应时而起，企图以天象的变化来窥测人间的吉凶祸福。而那时的天文学，也只能以占星术之类的形式存在。天上的某些未知现象往往被反动阶级用来宣扬唯心论和形而上学。在中国，封建统治者宣扬“天尊地卑”，他们自己则“受命于天”，可以“代天牧民”。在西方，教会利用地球中心说，宣扬天界是上帝的住所，上帝创造了人作为天之骄子，被安放在宇宙中心的地球上；地球的最下层则是地狱，是罪恶的渊薮。这样，神、人、鬼各得其所，人们只好永远服从于上天的这种安排。

近代天体力学理论 是在社会实践中形成的

十五、六世纪以来，资本主义逐渐从封建社会内部发展起来了。由于新兴资产阶级的政治需要和发展资本主义生产的需要，天文学也逐步由感性认识阶段提高到理性认识阶段，从古代的天体测量学中产生了比较系统的天体力学理论。天体力学不仅要说明天体的位置移动，而且要说明这种运动的规

律性和原因。这就要求首先解决究竟是太阳绕地球转还是地球绕太阳转这个根本问题。

封建统治者用地球中心说作为神权的精神支柱。资产阶级要推翻“政教合一”的封建统治，就需要自然科学的帮助，从思想文化领域中摧毁这个精神支柱。哥白尼的太阳中心说就是这样应运而生的。哥白尼提出，太阳是宇宙的中心，地球不过是绕太阳运行的一颗普通的行星。由此，天尊地卑、人是天之骄子等邪说谬论，便受到了毁灭性的打击。

太阳中心说的出现，也是生产斗争的需要。“不断扩大产品销路的需要，驱使资产阶级奔走于全球各地。它必须到处落户，到处创业，到处建立联系”，从而“使一切国家的生产和消费都成为世界性的了”。（《共产党宣言》）资本主义生产扩大到了全世界，远洋航行事业得到了空前的发展。在茫茫大海上，差之毫厘，谬以千里。为了精确地校正航向，要求更准确地确定星体的方位。但是，根据地球中心说所制定的天体运行表却矛盾重重，错误百出。生产实践的发展，要求把天体测量学建立在科学的理论基础上，要求用太阳中心说代替地球中心说。

同时，资本主义农牧业的发展，也需要更精确的历法。当时欧洲以地球中心说为基础的历法长期混乱不堪。大部分地区仍然沿用公元前一世纪制定的太阳历，每年长 $365\frac{1}{4}$ 日，比地球绕太阳公转一周的实际时间约长十一分钟。这个差数日积月累，到十六世纪已经比实际时间提早了好几天，大大影响了农牧业生产。因此，改革历法成为当时一个十分迫切的实际问题。哥白尼在《天体运行论》中说，他所以“敢于想到地球运动”，就是因为地球中心说“不能解释或正确测算回归年（365.2422 日）的固定长度”。他在书中还专门论述了太阳的

运动和“岁差”问题。后来，到一五八二年罗马教皇改历时，就根据哥白尼的数据扣去十天，把十月四日的翌日改为十月十五日，并规定每四百年减去三闰。这就是一直沿用至今的现代的阳历。以后开普勒又根据这个理论编制了“卢多耳夫星表”，可以更准确地预测行星位置，校正航向。四百年以前的太阳中心说和行星运行理论，就是在当时这样的生产需要下产生，又在当时的生产实践中得到应用。

在太阳中心说的基础上，天体力学理论体系逐步形成了。哥白尼以后，伽利略第一次把望远镜指向天上，开普勒概括了行星绕太阳运行的规律，到了牛顿，进一步系统提出了万有引力定律。“牛顿由于发明了万有引力定律而创立了科学的天文学”。（《马克思恩格斯全集》第1卷，第657页）这个定律使天文学不再局限于测量天体的方位，而进一步揭示了天体运动的内在规律性。这个定律说，天体由于本身具有“万有引力”而产生相对运动，把月亮的下落和一块石头的下落归结为同一原因，天上同地上都服从于同一规律的作用，这就进一步打破了天与人之间的界限。

天体力学的这个形成过程，直接受到了生产实践需要的促进。欧洲航海业的进一步发展，提出了编制更完善的星表以及测定经纬度、绘制精密地图的要求。当时西班牙、荷兰、英、法等国家甚至重金悬赏，征求测定经度的简便方法。十七世纪下半叶法国为了编制地图而设立巴黎天文台，英国为了航海需要测定经纬度而设立格林威治天文台。牛顿的天体力学以更高的精确度计算了地球、月亮、行星、彗星的运动，通过观测月亮和木星周期性地掩遮其卫星的现象来测时定位，确定经度，以满足社会实践的需要。

不用说，这个发展是离不开资本主义大工业发展所提供的

的实验手段的。“真正有系统的实验科学，这时候才第一次成为可能。”（《自然辩证法》）十六世纪的哥白尼只有简单的象限仪（比较精确的量角器），就看不到恒星的视差动（因地球公转而引起恒星的位移），发现不了行星的椭圆形轨道和运动的不均匀性。因而他不可能建立系统的天体力学理论。只有到了十七世纪初，望远镜用于天文观测，才大大延长了人们的视线，扩大了人们的视野，使人们可以在直接生产过程以外独立地观测和研究天文现象，使天文学开始成为相对独立于生产过程的以科学实验为基础的科学。

现代天体物理学 是在社会实践需要的推动下发展的

十九世纪下半叶以来，西欧资本主义工业生产迅速发展，一些主要资本主义国家也逐步开始从资本主义向帝国主义过渡，资本主义世界的阶级矛盾日益尖锐化起来。军事需要对天文学不断提出了新的要求。同时，十九世纪以来先后制成了大型的折射式和反射式光学望远镜，把光谱分析和照相术成功地应用于天文观测。二十世纪以来又有了射电望远镜和人造天体等新的观测手段。从此，天文学逐步冲破了天体测量学和天体力学的范围：从研究太阳、月亮和行星扩大到研究恒星和星系，从描述天体的机械运动，深入到探索天体内部的物理、化学性质，由此产生了标志着现代天文学新的发展水平的、具有更大相对独立性的学科——天体物理学。它更多地依靠各种最新观测手段从天文台的观测中取得资料，而不是象以前那样，主要依靠直接从生产过程中用肉眼进行观察。它同生产过程的联系较之以前更间接一些。

但是，现代天文学表面上独立于生产过程的这个特点，丝

毫也掩盖不了它为社会实践需要所制约并服务于这种需要的本质。

天体物理学最早是从研究太阳物理开始的。十九世纪末发现了物质的放射性现象，开始出现了找到一种比所有已知的能量形式巨大得多的新的能源的可能性。这就是原子能。到了二十世纪三十年代，弄清了太阳的光和热来自热核反应，太阳的能源就是原子能。到了五十年代初，在军事需要的推动下，终于在地球上实现了恒星上经常进行着的热核反应过程。在这以后，从天文观测中愈来愈多地发现各种天体上高密、高压、高温等现象，特别是最近十年来所发现的“类星体”，体积只有银河系的百分之一，而辐射的能量却比银河系大几千倍。这是任何已知的能量形式都解释不了的。这些新现象开始展示着更深一层的物质结构，展示着原子能以外的更强大的能源。帝国主义和社会帝国主义竞相投入了大量的人力、物力，争先寻找这种新能源。当然，人们目前还说不出这种能源的具体应用，但是这个目标与军事需要的关系，却是十分明确、十分现实的。

研究恒星物理需要新的观测技术。这种技术上的需要推动了射电天文学的发展。恩格斯说：“社会一旦有技术上的需要，则这种需要就会比十所大学更能把科学推向前进。”（《马克思恩格斯选集》第4卷，1966年版，第487页）射电天文学利用天体辐射电磁波的射电现象，通过射电望远镜进行研究。早在三十年代，有人就发现了天空中的射电源，当时并没有引起重视。第二次世界大战中雷达技术发展了，又发现了太阳射电对雷达的干扰，射电天文学才开始逐步建立起来。六十年代由于发射人造卫星和宇宙航行的需要，射电天文学也就得到了进一步的发展。射电望远镜从它极为广阔的视野里，发现

了密度极高的“脉冲星”，能量极大的“类星体”，星际之间含有有机分子的“生物云”，以及星际和星系际空间具有绝对温度三度的微波辐射等奇特现象，为寻求新的能源、探索天体起源和生命起源的奥秘提供了一些重要的新线索。而研究太阳系和地球的起源、演化问题，又同解决地震、探矿、宇宙航行等实际问题有一定的联系。

如果没有这种社会需要，没有现代工业生产所提供的实验手段，这样的发展是完全不可能的。在天文学的历史上，历代都观测到一些新现象，激动着人们的好奇心，但是，许多新发现却只能在历史的画面上一闪而过，并没有留下更深的印迹。太阳中有黑子，我国早在公元前就发现了，西方也早在十七世纪注意到了这一现象。但是直到十九世纪初，法国一个天文学家仍然认为，“太阳黑子只能引起人们的好奇，但是并没有真正的用处。”我国早在宋代就发现了一颗超新星的爆发（它的残骸形成蟹状星云），几十年前也有人推测过中子星（脉冲星就是其中的一种）的存在。为什么那时候都没有展开对于这些新现象的研究呢？因为没有这样的社会需要，也没有进行这种研究的技术条件。

研究天上，从来就是为了地上，为了地上的阶级斗争、生产斗争和科学实验。我们革命的科学工作者研究天文学，应当更自觉地遵循实践和认识相统一的客观规律，更好地用天文学为社会主义革命和社会主义建设服务。

• 从实践中学习自然辩证法 •

报风和乘风

中国人民解放军海军东海舰队某部气象台 吴玉远

我们气象台的主要任务是提供气象情报。过去我们曾经认为，只要气象报得准，就算完成了任务。如果人家问：“明天天气怎样？”我们就答：“明天有八级以上大风。”可是这么一来，抗风力弱的舰艇就不能出海演习，正在海上执行任务的舰艇也要回港避风。但是，人家正在执行任务的那个地方和那一段时间里，却明明没有什么八级以上的风。我们讲报对了，人家讲报错了。使用单位要乘风、避风，而我们却离开了斗争实践的具体需要来分析风、预报风。两家谈不到一块去。

后来，我们在反复实践的过程中，学了毛主席的哲学思想，才逐步认识到，风是一个运动过程，不能把风看成是孤立的、静止的东西。

风是在时间和空间中 作为运动过程展开的

风是空气的一种运动形式。这种运动形式不同于其他的运动形式。这是风的矛盾特殊性的表现。我们以前常常笼统地报一个今天有几级到几级的风，就是只看到了事物运动的矛盾普遍性的一面，而没有看到事物运动的矛盾特殊性的一面。部队在海上练兵、打仗，一般要求在较短时间内完成。这

个“短”的特点，为我们利用大风的空隙提供了可能。如果我们结合风在时间和空间中的运动过程来研究，就有可能做到成功地运用大风空隙。

有一次，陆海空三军组织联合演习。其中，海军舰艇编队训练有一个科目，气象保障条件要求在四级风、三级浪以下。我们领受任务以后，查阅了附近海域数十年的历史资料，要在北方冷空气活动频繁的季节，找到这样的气象条件，就只有争取找到两次大风之间的空隙。我们根据气象情况，发现未来两天以后将有短时间的西南风四到五级的过程，而在西南风过后，紧接着将有新的冷空气南下，要出现七到八级的北向大风。能不能利用这个空隙时间突击完成训练呢？能。这种型号的舰艇，体积小，速度快，善于突击，只要有较短的时间就可完成训练；预报的又是西南风，从陆地吹向海洋，在沿岸不会有大浪。因此，完全可以利用大风之前的空隙来完成这次训练任务。部队领导考虑了我们的建议以后，决定按预定计划进行，结果比大风到来的时间抢前两小时结束了演习，胜利地完成了任务。而在这之后很长的一段时间里，就再也没有出现过这么理想的气象条件。

矛盾的特殊性，不仅表现在这一运动过程同另一运动过程相区别，而且还表现在同一运动过程中的各个阶段上的差别。根据这一观点来分析风在时间和空间中的运动过程，可以把每一次风分为风“头”和风“尾”两段。风头上其势方张，气焰万丈；风尾则是强弩之末，趋向消散。因此，我们可以针锋相对地来个“避其锐气，击其惰归”。风是运动的，我们的舰艇也是运动的。既然都在运动，我们就可以在二者的相对运动之中找到空隙。风头，要躲开；风尾，要利用。为此，我们在预报气象时，不但预报风的本身，还预报风头和风尾。譬如，

船由上海港航行至青岛港，需要四十个小时，如果上海沿海有某级以上大风，又是风尾，那我们就答复：虽有大风，仍可启航。因为等舰艇从码头航行到海上原来的大风区时，风头已经过去，风力已经减弱了。还有，即使预报青岛港在三、四十小时后有大风，有时船也还是可以照样启航。这是估计到船临近青岛港的时候，遇上的是刚起的大风，风乍起，浪还不大，船距港口又不远，顶一顶就可以开进港。反之，如果预报舰艇在离港和进港时，虽然均无大风，但在舰艇航行途中的海面上，却有遇上大风的可能，舰艇就不能冒险出航。这样，就结合风在时间和空间中展开的运动过程，交了风头和风尾的“底”，从而达到了善观风色，巧择时机，乘风破浪，风为我用的目的。

风的运动是处在 互相联系的过程中的

某种事物或某种现象的出现或消灭，都有一定的原因。自然界的各种现象是相互联系着的，并且有时是互为因果的。报风，不但要看目前本地区的风力，还要从各地区气象互相联系的过程中去观察和分析。只有这样，才能准确地预报风的发展趋势，有利于乘风。

有一年，春季大风侵袭了我沿海某渔场。在我渔民作业的海区有十级大风，阵风达十二级。数百条渔船和数千名渔民受到了大风的威胁，急待人民海军前往抢救。可是，当时有的气象台预报说风力将继续维持，舰艇不能出航。

这个对未来风势的预报对不对呢？不对。仔细分析这一天的天气图，这个地区天气系统的主要矛盾表现为高压与低压之间的矛盾。矛盾的一方是处在辽东半岛的一个高压系统，

中心强度达 1021 毫巴^①；矛盾的另一方是位于杭州以西的一个低压系统，中心强度有 1000 毫巴。一个高压与一个低压碰头，气压差又大，矛盾就十分尖锐。同时，这个低压又正在向长江口附近移动。高压同低压不仅靠得很近，而且运动的趋势是越来越近。

要预报未来风势是增强还是减弱，取决于高压与低压之间的矛盾斗争。空气同水一样，总是向低处流动的。高低压之间的差别越大，相隔距离越近，流势就越“陡”，风力也就越大。因此，从现象上去推断，这次大风的未来风势确实将越来越大。但是，正如毛主席所说的，“一切客观事物本来是互相联系的”，必须要研究“矛盾在其总体上，在其相互联结上的特殊性”，才能正确地认识和解决矛盾。我们根据这一教导，先分析了高压所处的形势：在它的前方即库页岛以东的洋面上，有另外一个大低压起着牵制的作用，从“头”部来影响它；在它的后方即蒙古境内，也有一个大低压，从“尾”部来削弱它。因此，这个高压的处境是背腹受“敌”，前后无援，缺乏新的能量来补充。它的趋势是减弱、东移，以至于最终消失。再从长江口那个低压的变化趋向来看：这个低压的上面，高空是空气很“密集”的“辐合区”，就象一顶厚厚的帽子扣在这个低压上头，使它不能进一步发展；这个低压的北方就是那个蒙古的大低压，力量十分强大，对长江口的低压起着挖墙脚的作用，这是又一个有力的抑制因素。

我们经过这样一番研究，认为由于高压和低压的气压差在减小，两者距离在拉开，尽管目前风力在十级以上，但已处于高峰，接着来临的是下坡路。因此，我们建议：舰艇可以

^① 气象学上衡量气压高低的一个常用单位。一个标准大气压，即水银气压表上 760 毫米高的水银柱，大约相当于 1013 毫巴。

出动。指挥机关和部队首长，根据这一可靠的气象预报，下定了正确的决心，进行了周密的部署，加上全体指战员的英勇奋战，终于较好地完成了这次抢救渔民阶级兄弟的任务。

台风是可以通过 掌握风的运动过程而利用的

台风具有很大的能量。根据一些资料的推算，一个较强的台风，如果采用人工办法炸毁，大约需要二百颗一百万吨级的氢弹。但是，我们只要掌握它的运动过程，就可以避免它的破坏作用，使它为我所用。

去年夏天，有一艘新建造的船打算出海试航，要求的风力是七级。风力大了，怕船吃不消；小了，又达不到试验的要求，不能充分检验航船的各种性能。而试航的地点，又不是在远海，而是在长江口。在夏天，长江口除了台风之外，很少有达到七级风这么大的风力的机会。

怎么办呢？只有去摸台风这个“老虎屁股”。我们的战备和生产，要同帝、修、反抢时间。工人群众把船造好了，我们就应当提供气象保障，早试航，早使用。不入虎穴，焉得虎子。我们决定利用台风进行试航。

不摸不知道，一摸开了窍。台风的能否利用，主要取决于台风的前进路径。如果台风是登陆的路径，而登陆点又在长江口附近，那么，就不能利用它来试航；如果台风是转向的路径，并不直接正面袭击华东沿海，则有可能来利用它进行试航。当时到达我国台湾省以东洋面上的这次台风，正是属于转向的类型，这就为我们提供了利用它的边缘风力进行试航的可能性。但是，要利用台风，还得看它在何处转向？如果转向点靠近沿海，台风虽不登陆，但长江口仍在台风强烈风区以

内，势必超过七级风，试航会发生危险。我们根据台风中心的强度和它前进的速度、角度，以及台风周围天气系统的相互作用等因素，细致地计算和预报了这次台风的转向点是在东经一百二十五度以东的海面上。再根据这次台风的大风半径进行推算，预计当台风转向之时，在长江口会有七级大风出现，是进行试航的好机会。我们把预报结论和所根据的理由，提前告诉了试航单位，请他们及时作好一切试航准备。当台风即将转向的时候，这条新船立即向长江口出发行驶，一路上乘风破浪，顺利地征服了咆哮的海涛，成功地达到了试航的预期目的。

风的变化是依存于具体条件的

唯物辩证法认为：一切事物的发展变化，都是以时间、地点、条件为转移的。古人说：“枳句来巢，空穴来风。”风所依据的具体条件不同，风力及其变化也就不一样。

有一年，一个秋天的傍晚，在一个无人居住的小荒岛上，有几十名社员在劳动，突然遇上台风的袭击，回不去了。当时，岛的附近已出现十级大风，预计还要出现十二级阵风。情况万分紧急。领导上决定出动舰艇抢救，要求我们准确地作出风力、风向和海浪情况的预报。

按照过去的惯例，我们只要预报这里有十级大风就行了。但是，革命军人的责任感激励着我们，如果死扣条文报不出航，这怎么对得起党和毛主席对我们的谆谆教导？又怎么对得起被困在海岛上的阶级弟兄？

事实上，台风的风力，不仅取决于它本身能量的大小，还取决于外界条件对它的损耗。我们经过诸葛亮会的讨论，在地图上发现这个小荒岛的南面，还有一个更大的岛，不仅面积

大，而且也比较高，是小岛在南面的一个屏障。再看风向，正好遇上吹东南风，南面的大岛这时恰好成了“一堵挡风的墙”。从大范围来看，这里是大风区；从小岛的局部看，这里的风并不大。

不仅如此。按常理来说，风大浪大，十级的狂风，会有十级风的狂涛。但是，狂风转化为狂涛，要有一定的具体条件。一是要时间，风的能量转化为海浪的能量，有一个传递的过程，从这一点考虑，海浪不可能一下子增大到狂涛；二是要潮汐，风助潮势，潮借风威，才能掀起狂涛，而那一天小岛附近的高潮恰好已在傍晚过去，如果军舰立即出发，等军舰到达抢救地点，正好逢上低潮，因此，涌浪不会太大。何况，海浪的高低与海水的深度密切相关。这个小岛地处长江口，平均水深较浅，即使浪高达到水深的一半，也不过是中浪到大浪，决不可能掀起更大的浪。

根据以上分析，我们认为：在这次台风的袭击范围内，大风区里头有小风区，狂涛之中有一般的海浪，有机可乘，有空子可钻。结果，部队根据这一气象预报进行了部署，经过几个小时的奋战，终于完成了上级交给我们的这项政治任务。

革命导师马克思指出：“哲学家们只是用不同的方式解释世界，而问题在于改变世界。”（《关于费尔巴哈的提纲》）我们气象台报风，可以说是认识世界；使用单位乘风，则可以说是改造世界。这两件事是密切联系着的。报风是手段，乘风才是目的。报风是为了乘风。只有明确了乘风这个目的性，报风才能有的放矢，发挥人的主观能动性，努力报得准确、具体、及时。我们坚决遵循党的教导，认真读马列的书，进一步学习毛主席的哲学著作，使报风更好地为乘风服务！

地下顶管

上海市政工程公司革命委员会

从开槽埋管到地下顶管

在城市的地面下，管道纵横交错，其中有一种就是下水道。过去，我们在排设下水道的时候，先在平整的路面上挖一条槽，然后将管子埋入，再修复路面。这种“开槽埋管”的做法，排土量大，施工进度慢，影响了交通要道的车辆行驶。

实践出真知。在毛主席哲学思想的指引下，我们在实践中革了“地面开槽”的命，逐步掌握了“地下顶管”的新工艺。这种工艺不需要对路面“动大手术”，只要开一个或几个顶管基坑，将管子放在坑里，然后一边挖土，一边用千斤顶把管子一只一只从坑内向前顶进，就能让管子在地底下连成一线。原来的“地面作业”一变为“地下作业”，不仅节省了大量的人力、物力，还不影响车辆行驶，即使碰上了铁路、河流，管子也能在地下穿越而过，一路通行无阻。

从“开槽埋管”到“地下顶管”，这说明我们对顶管的认识是有一个从必然到自由的发展过程的，顶管的“自由”是在生产实践中逐步掌握的。

地下水是怎样制服的？

我们刚开始在地下顶管的时候，由于上海地下水位高，工作基坑一挖开，水便噗噗地溢出来，不一会儿，就变成了个小

池塘，施工常常被迫停止。为了使顶管顺利进行，我们采取了“井点降水”的措施，在基坑周围和管道沿线打上一排井点，装上排水管道，利用真空泵抽水，请水从这些管道中乖乖地出来，使这一局部的地下水位降得比坑底还低。这样，水就不会打扰顶管施工了。

可是，这种措施有时候也会“失效”。我们在西区工地施工中，在曹阳路工地采用“井点降水”的办法，一个顶程可以顶四十多米；当转到国庆路的时候，同样搞“井点降水”，基坑里的水却始终不断，不仅顶力增大，顶管进度也慢了下来，费了好大劲才顶进了十几米。同时，管子碎裂现象很严重，管前方的土大块大块地塌落下来，使施工无法进行。

为什么同样的方法有灵有不灵呢？一调查研究，才知道是我们没有摸透水和土的脾气，不了解水和土质的关系。一般说来，上海地区的土壤有砂质土和粘质土的区别。砂质土内的空隙大，透水性好，采用井点降水，能使工程周围的地下水位降低；而粘质土本身粘结力大，透水性差，如果同样采用降水措施，不仅抽不了多少水，并且抽水后会使管子周围的土变成象浆糊一样，阻力反而增大。相反，让水留在土里，倒还能起点润滑作用。曹阳路是砂质土，国庆路是粘质土。我们不顾两地不同的土质条件，对不同性质的矛盾不作具体分析，当然难免要碰壁了。

吃一堑，长一智。从这以后，我们在顶管前，一定做到先了解土质情况，然后根据不同土质采取不同的施工方法。这样一来，顶管的工效就大大提高。但是，水的脾气是否都掌握了呢？没有。一次，我们在紧靠苏州河边进行顶管沉井施工（即把一钢筋混凝土井沉入地下作为顶管基坑）的时候，按常规采用了井点降水，打了一组井点。看看不行，又在外面打了

两组。沉井外密密麻布满了井点，满以为这下总该把水给降服了。谁知当沉井下沉到一定深度时，苏州河水从井底大量涌进了沉井，出现了基坑倒塌、路面开裂、自来水管断裂、防洪墙走动的严重局面。这是什么原因呢？我们学习了毛主席关于“离开具体的分析，就不能认识任何矛盾的特性”的教导，具体分析了这次施工特点。原来在苏州河边沉井，河水的压力本来就很大，再加打井点时破坏了原来的土质结构，河水当然要大量涌进来了。如果企图用降水来对抗苏州河水，不仅是“胳膊扭不过大腿”，而且还有百害而无一利。

原因找到了，我们就来个“以水攻水”。从原来大量降水改为向沉井里放进足量的水。打一个比方，苏州河好比茶壶的壶身，沉井好比壶嘴。沉井内放进水，就象茶壶的壶嘴和壶身的水平面保持一致一样，抵消了苏州河水对沉井的压力。等到沉井下沉到规定的深度，采用水下封底的方法，把壶嘴和壶身隔离，再把壶嘴中的水抽光，使顶管工程能照常进行。就这样，地下水终于乖乖地听我们的使唤了。

管子是怎样在地下听“指挥”的？

用地下顶管的方法排下水道，有时在完成后没使用多久，管道接口处就发生了渗水、漏水现象。这时，有的同志泄气地说：“地下顶管，看不见，摸不着，还不是听天由命！”

问题究竟在哪里呢？原来我们在顶管的时候没把好方向，发生了偏差，管道就顶成了曲线形。管道一弯曲，管子与管子之间不是一环扣一环，出现了有紧有松的现象，接缝处不牢，一经污水冲击，渗水、漏水也就产生了。

我们根据进一步的观察，发现管子有“吃软不吃硬，爱往空处钻”的特点。比如：我们在井点降水的时候，靠近井点的

一面土质比较硬，离开点远的一面土质比较软，这时，管子就容易朝软的一面偏。又如：顶管时，在管子的顶端要一边挖土，一边将管子顶进，如果挖土不符合管型，管子就容易朝多挖的一面（即空处）偏。同时，这种方向偏差也不是一下子造成的，而是由这只管子偏一点、那只管子偏一点，一步一步地延伸开来的。既然方向偏差是从小变大、逐步发展的，我们就针锋相对地来上个防微杜渐，纠小防大。在以后的操作上，大家认真做到了挖土量小一些，次数多一些，使它尽量和管型“对起口”来；同时，顶进的距离短一些，不贪快，不厌烦，经常测量，发现偏差，及时纠正，把事故消灭在萌芽状态。

但是，这么长的一条“长龙”，光靠“龙身”来把好方向，还是非常被动的。能不能搞一个“龙头”在前面把“龙身”带直呢？我们从巨型电车和公共汽车的身上得到了启发。巨型电车和公共汽车是由两节车厢连接而成的，连接部分好象一个“风箱”。当前车身向左转弯时，“风箱”的左面就收缩起来，右面就伸张开来。我们想，一面收缩，一面伸张，后车厢就会跟着转弯。那么，把收缩的一面伸张开来，把伸张的一面收缩起来，这个弯不是就转不成了吗？不学不干不开窍，一学一干就明了。根据这个原理，我们搞了个“龙头”，叫工具管。工具管上有几只螺丝拧在管子上，假如方向朝左偏了，我们就把左面的螺丝放松，把右面的螺丝拧紧。这样一来，“龙头”灵活主动，可以随时调节方向，就能带好“长龙”长驱直入，使管子在地下乖乖地听我们的“指挥”，按我们规定的方向前进。

“后座力”是怎样从阻力变为动力的？

地下顶管的时候，要用很大的顶力把管子推向前进，这时候就产生了一股后座力，使千斤顶自身向后运动。我们为了

不使千斤顶向后跑，在工作坑后面开了一个后座坑，坑的四周打好钢板桩，里面摆满了大石头，就象“用肩膀顶住枪托”一样，专门用来对付后座力。但是，随着城市建设的不断发展，管子口径不断增大，顶力越来越大，后座坑也越开越大。有时遇到比较狭窄的马路，这样大的后座坑根本无法开挖。

怎么办呢？抵制后座力和受力面积的大小有关。根据这个原理，我们用后座墙来代替后座坑，在千斤顶的后面象搭积木一样摆好铁板、方木，使受力面积得到了扩大。就这样，我们把后座坑的“命”给革掉了。

但是，这毕竟是“头痛医头脚痛医脚”式的消极防御。随着顶管工艺的逐步推广，管子口径越来越大，顶一次管子需要的铁板、方木也越来越多。当时有人说开了：“管子还未顶，排场倒不小，还是开开槽，包袱早点抛。”

其实，把后座力看成包袱，恰好是反映了我们思想上的形而上学观点。毛主席教导我们：“一切对立的成份都是这样，因一定的条件，一面互相对立，一面又互相联结、互相贯通、互相渗透、互相依赖”。从辩证法的观点来看，顶力和后座力是一对矛盾。两者既有对立的一面，又有联系的一面。有作用力必有反作用力，顶力和后座力完全存在着互相转化的可能。工人同志说得好：“后座力是一股力，我们为什么不让‘后座力’也出把力，反而弄一股力去与它拚呢？”

对立面的转化需要有一定的条件。为了使后座力从阻力转化成动力，我们把单向顶管改为双向顶管。原来一个坑内每次只顶一只管子，现在改为顶两只，一只在千斤顶前面，一只在千斤顶后面。当千斤顶去顶前面一节管子时，它产生的后座力正好作用在后面一节管子上。这样，方向相反的两股后座力，就互相转化为顶力，使两节管子可以同时向相反方向

前进。

但是，在双向顶管的时候，有时会出现一头顶得慢、一头顶得快的现象，使质量受到影响。怎样使它们齐速前进呢？毛主席教导我们：“每一事物的运动都和它的周围其他事物互相联系着和互相影响着”。两头顶进速度不一样，与顶力不同有关，也同土质不同有关。针对这个特点，我们在砂质土地区，根据井点降水后土质比较干、顶进时阻力小的道理，在顶进速度慢的一头多打些井点，在快的一头把井点排水管的开关关小，使地下水位增高。这样一来，慢的一头减轻了负担，快的一头压上了担子，两头速度就平衡了。在粘质土地区，我们在前进得慢的管子的前端多挖去一些土，为它开辟道路。这样，就变不平衡为相对平衡，解决了“一头快、一头慢”的问题。

“客观现实世界的变化运动永远没有完结，人们在实践中对于真理的认识也就永远没有完结。”我们虽然在地下顶管方面初步摸索了一些规律，但认识还很不完善，还有许多新的课题有待于我们去进一步解决。我们决心认真学习毛主席哲学思想，不断总结经验，使下水道排设工艺跟上社会主义建设发展的步伐。

(本文由龚朴、章智明、沈逸珍整理)

苏州河上巧运水泥管

上海港驳船运输公司拖轮队

去年，我们在苏州河上浮运了九节巨型水泥管。其中，小的有一百来吨重、二十多米长、二米多见方（管口是方形的），最大的重三百六十吨，长三十六米，大三米多见方，连满载的小型卡车也能在里头通行无阻。

这么一些又重、又大、又高的管子，让它通过苏州河，问题就来了。苏州河河窄、桥矮、水浅、暗桩多，这且不谈。浮运，要浮了才能运。这样二、三百吨重的水泥管子，放到水里就沉下去了，得做一套专用的浮运设备。但是，这个办法不但成本高、化费大，时间上也根本不允许。施工单位已经在那等着用管子了，慢腾腾地要人家等到哪一天？

毛主席说：“矛盾着的对立的双方互相斗争的结果，无不
在一定条件下互相转化。”为什么不可以因陋就简，叫现有的
小设备浮运大物件呢？大家动脑筋的结果，用两只铁“排其”
(上头没有建筑物的活动码头)竖起来夹住管子，再用牵条葫
芦等把管子缚牢。这样，管子再重，也就乖乖地从苏州河里浮
了起来。同时，我们决定选择小潮汛涨潮时逆水起航，让拖轮
走得慢一些，便于控制，增加稳定性。

然而情况在不断地变化。领导上要我们立即把管子运到
工地上去。这时正当大潮汛时期，河里的水位高，水流急。中山路铁路桥却很低，管子只有在潮落水枯的时候才能勉强通
过。我们为了保证及时施工，就只能把原定涨潮时逆水起航

改为落潮时顺水起航。

这么重的管子，浮运设备又这么差，在大潮汛的急流中顺水拖运，很不容易控制。管子东倒西歪，忽左忽右，随时都会冲到浅滩上或撞到桥桩上，造成严重事故。但是，平衡和不平衡是一对矛盾，两者是可以相互转化的。管子航行不稳，主要是因为水流急了，拉力增大了，阻力减小了。拉力主要是由水流决定的，我们无法控制，这反映了管子在浮运中不平衡的一面。但是，可以从增加顶流的阻力一方面想办法，比如，劳动车下桥时只要有人从后面拉住，就可以抵消向前去的冲力，增加车子的稳定性。根据这个道理，我们在管子的后面加上一条拖轮，来一个“倒拔河”，向相反方向拖。这样一来，我们就使管子在不平衡的浮运中求得了相对平衡，乖乖地听我们的话，不再横冲直撞了。

为了增加拖力和保障浮运中的稳定性，我们还在管子两侧各用两条拖轮夹住，形成一个方形棋盘阵。这就又带来了一个新的矛盾。管子本身有二、三米宽，加上两边的铁排共五、六米，拖轮九、十米，总共有十八米之宽，横在河上，几乎占满了整个河面，怎么能在船只川流不息的苏州河上通过呢？起初，我们打算在浮运的四、五小时内要求封港。但是再一想，这条河是上海的一条经济动脉，切断这么长的时间，不但经济上的损失不得了，还会影响别的兄弟部门的生产。怎么办？辩证法告诉我们，全局和局部是对立的统一。我们在全局上虽然是被动的，但在局部上却完全可以取得主动；而局部的主动如果利用得好，又可以进而转化为全局的主动。全面封港不行，为什么不可以跟着管子的行进来个局部封港、逐段封港呢？我们在拖运的过程中，先由一只港监巡逻船在前头沿路布置，使船只预先做好准备，暂停航行。这样做的结果，全局

不封局部封，长久不封暂时封，既保证了安全，又使这次浮运对水上运输的不利影响缩小到了最低限度。

旧的矛盾刚解决，新的矛盾又来了。这个棋盘阵过了铁路桥，来到曹家渡桥，就碰上了新问题。曹家渡桥是一座木制旧桥，年深日久，经不起一碰。主桥洞又只有九米宽，根本通不过这个十八米宽的大家伙。要穿过这座桥，就得去掉两侧的拖轮，减小拖件的宽度，把“推轮”恢复为拖轮。

但是，管子两旁的拖轮刚一松开，管子立即就象脱缰的野马，向左侧桥墩方向冲去。但这个情况是早就在我预料之中的。我们让两条已经穿过副桥洞的拖轮到管子前头，帮助领头的拖轮拖，另外两条拖轮暂时不过桥，留在管子两侧密切监视。当管子出现了向左侧偏过去的情况时，我们立即命令左前方的拖轮出动。驾驶员同志选择了一个最有利的角度，开足马力从管子身旁擦肩而过，从侧面轻轻给了它一巴掌，使管子慢慢地掉转过头来，在领头拖轮的高速牵引下走上正路，安全地穿过了曹家渡桥的主桥洞。

在我们航线上的最后一座桥，叫昌化路桥。当我们拖着那根三百六十吨的最高、最大的管子过这座桥的那一天，正碰上涨潮，又是风雨交加，瓢泼大雨使河水涨得特别快。我们刚到桥边，水面到桥底的高度已经只有八尺六寸了，而我们的拖件在水面以上的部分却高达九尺。管高桥矮，根本过不去。

就地停靠吗？那一带河底暗桩很多，管子搁上去会被顶穿，这根大水泥管子就要报销。而且，那天已是四月二十八日，施工现场为了确保五月通水，正等着用管子呢！

现场指挥老陈同志凭着几十年驾驶的经验，同大家一起分析了具体条件。管子在水面以上九尺的高度，是相对的，不是绝对的。给管子增加点压力，叫它再下沉几寸，不就减少了

这个高度吗？于是，我们把船上的压舱铁搬到管子上，果然下沉了四、五寸，似乎可以通过八尺六寸的空隙了。

但是，这时河水的水位正在迅速上升，空隙已经低于八尺六寸，管子下沉四、五寸已经无济于事了。

怎么办呢？老陈决定利用“牵沉力”来进一步降低管子的高度。究竟能下沉多少呢？大家心中没有数。既要保桥，又要保管子，责任非同小可，不作试验是不行的。我们让拖轮停车，等管子停稳后，突然开快车，结果管子在牵沉力的作用下，足足下沉了七、八寸之多。再加上管子负重后减少的高度，水面以上的高度可以降低到八尺以下，笃定可以过得去了。

时间一分一分地过去，潮水在一寸一寸地上升。水涨桥更矮，眼见空隙愈来愈小，已接近八尺了。管子在水面以上的部分是八尺五寸左右，余地太小了。万一差那么半寸甚至几分，还是要出事故。大家经过仔细的观察，进一步发现桥面底下是一排排的横梁，横梁之间的空隙可以容纳管子最上端的牵条葫芦通过。只要方向对得准，叫葫芦刚好从横梁的夹缝中通过，又可以使水面与桥底的空隙相应增加几寸。有了这个双重的保险系数，我们心中就更加有把握了。这时，老陈当机立断，决定抢潮过桥！

我们按照原定计划，先把船位摆正，等前进到管子离桥十米左右的地方时全部停车，只靠惯性力前进。这时，桥墩旁边的水尺只有八尺了。就在这千钧一发的时刻，老陈坚定果敢地发出全速前进的命令，五条拖轮同时开快车，管子立即一头栽到水里，用尺一量，足足沉下去八寸。又因为航向准确，管子上头的铁葫芦正好贴着桥底横梁间隙下端擦过去。一过桥，拖轮放慢，管子又象皮球一样从水里一跃而上，恢复了原来的高度。通过了最后这场激烈的战斗，管子轻快地扬起白色的

浪花，欢乐地发出了有节奏的歌啸，犹如一头骏马在草原上昂首奔驰。这时，施工现场已经遥遥在望了。

革命辩证法指明了我们的航向。我们决心进一步认真读马列的书，读毛主席的书，在毛主席哲学思想的指引下，永远沿着毛主席所开辟的革命航道，战胜一切艰难险阻，使我们的革命航船永远向前！

（本文由唐天林执笔）

看 鱼 下 网

上海市海洋渔业公司四五七、四五六号渔船

张文振 张文彩

这几年来，我们在捕鱼的生产实践中有一个体会：捕什么样的鱼，下什么样的网。不根据捕捞对象的特点下网，就非碰钉子不可。

过去，我们在东海外围捕鱼，主要是捕带鱼。带鱼在成群结队地洄游产卵时，“队伍”稀稀拉拉，分布面积很广，有时可达四、五百平方浬（一浬约等于1.835公里），鱼层很薄，只有几米。根据这个特点，我们相应地采取了“连续下网”的捕捞方法，把渔船开进带鱼群中，一网接一网地进行捕捞，可以连续捕好几天。

后来，我们在这个海区里又找到了大黄鱼，初步摸到了它的洄游规律。每年春夏，它要从深海洄游到浅海产卵，形成了鱼汛。这正是捕捞的大好时机。我们头一回捕大黄鱼，一网就捕到一万多斤，大家都很高兴。于是，我们照此办理，又迅速地下了第二网，心想这一网也准少不了。谁知事与愿违，渔网在水里拖航两个多钟点，扫海路程有七、八浬，把网起来，空荡荡地只有二、三条鱼。再下几网看，还是一样。大黄鱼跑到什么地方去呢？鱼儿总离不开水，不会插翅而飞呀！我们继续在捕捞过程中观察分析，终于逐步发现，原来大黄鱼群在洄游中十分密集，不象带鱼那么分散，鱼群有时可以厚到二十多米，分布面积则小到一百平方米左右，简直象座三、四层的

楼房。这么高度密集的鱼群，确实一、二网就可以打个差不多，以后连续下网当然捕不到什么了。针对大黄鱼群的这个特点，就要力求一、二网解决问题。

但是，这决定性的头一网怎么下呢？起初，我们对大黄鱼高度密集的特点，理解得不深，还是用捕捞带鱼的老办法，测到鱼群，就把网下到鱼群里头捕捞。带鱼群面积大，这个方法可以。大黄鱼群面积小，行动灵活得多，加上大黄鱼本身听觉特别灵敏，一听到渔轮的声音，就逃之夭夭。因此，我们这一网就捕了个空。后来，我们作了改进，等渔轮靠近鱼群的边缘时再下网。但还是不行，鱼群听到了声音，还是四散逃去。这一网本来可以捕到两万斤，结果却只捕到两千多斤。

我们进一步摸索怎样下好这一网。通过实践，我们逐步总结出一套针对大黄鱼的特点的捕捞技术，即在鱼群前进方向上一定距离的地方朝着鱼群迅速下网（只用六、七分钟），把网张大到六百米以上，布置成一个“口袋”，迎头捕捞。鱼群在这六、七分钟的时间内最快也游不到三百米。它猝不及防，等发现渔网时已经进入了口袋的包围圈，不管向哪个方向逃都逃不出这个天罗地网。这样瞄准这个密集的鱼群，有“的”下网，可以基本上一网打个差不多，漏网的再补上一、二网就可以了。去年春天大黄鱼汛，我们在东海外围测到三次鱼群，用这个办法下网，网网丰收，最大的一网捕获六万多斤。

下网方法不同，下网以后拖网时间又怎样掌握呢？还是要考虑大黄鱼群高度密集的特点。带鱼分布面积广，拖网时间也要长到二、三个钟点。起初对大黄鱼我们也一律对待，但是拖得时间很久，捕鱼量却没有什么增加，白白浪费了时间。后来，我们就一面拖网，一面用探鱼器观测还有没有鱼群。有鱼继续拖网，无鱼立即起网，速战速决，不予纠缠。这样，拖网

时间从二、三个钟点一下子缩短到十分钟到半个钟点，减少了无效劳动，增加了捕鱼时间，大大提高了劳动生产率。去年，我们这一对兄弟渔船差不多只用了九个月的时间，就完成了全年的生产任务。

毛主席教导我们：“‘看菜吃饭，量体裁衣。’我们无论做什么事都要看情形办理”。带鱼和大黄鱼都是中下层海鱼，都有一定的洄游规律，而且洄游的时间和路径也差不多。这是它们的共性。但是它们又是不同的鱼，在洄游中有不同的集结情况，有“个性”。要向大海索取更多的鱼，就要知己知彼，根据它们的“个性”，采取相应的战略战术。只有这样，我们才能在同自然界的斗争中不断地取得更大的胜利。

水上也能种花生

上海川沙县药师四队科学实验小组

花生，历来是一种旱作物。它喜欢比较干燥、疏松的砂质土壤。在它的生长期中，水多了，前期会烂种，后期会烂果。它的“脾气”，一般地说是喜干不喜水。

花生的这种脾气，决定了种花生只能在旱地里种，不能在水田里种；只适合在高地上种，不适合在低洼田里种。江南水网地区，到处是河湖港汊，适合种花生的田块很少。我们要提高花生的产量，就受到很大的限制。

一九七一年，在无产阶级革命精神的鼓舞下，我们小组开始进行一项科学实验：在水上试种花生，叫花生也受点“劳动锻炼”，看看究竟能不能使它也适应多水的生活环境？两年来，我们的实验取得了一些初步的成果。收获的一些花生，长势茂盛，颗粒饱满，含油量也不低。当我们从水里捞起一串串又肥又大的花生果时，贫下中农喜笑颜开地说：还是我们劳动人民的力量大，只要我们努力去创造一定的条件，就能叫自然界听我们的！

为什么花生也能在一定条件下改变自己的脾气呢？我们作了一些初步的分析。

要改造花生，首先得满足花生长的基本条件。花生这东西和别的植物不同。人家都是枝上开花，枝上结果；它却枝上开花，果针伸到地下黑暗的环境中结果。它在地上长苗开花，进行光合作用需要阳光；在地下结荚成果，却又见不得阳

光。为了给它创造这样的生活条件，我们用芦苇编成有缝隙的帘子浮在水面上。芦苇上铺杂草、砻糠，花生籽放在砻糠中间。这样，花生可以在芦苇上面长苗开花，吸收阳光空气。杂草、砻糠中含有丰富的养分，再浇一些人粪和猪粪，完全可以满足花生对肥料的需要。砻糠质地疏松，有利于通气保暖保肥，果针既易于扎入砻糠，更易于在水中延伸果针，发展根系。而芦苇帘子下面黑暗、潮湿的环境，正好适合于花生结荚。

但是，花生毕竟是怕水的，为什么又能在水里头结荚成果呢？我们也作了一些分析。花生喜干不喜水，这是事实，但并不是绝对不要水。花生的一生可以分作前期、中期、后期三个生长阶段。前期需要一定量的水分，才能发芽长苗；中期开花结荚需要更多的水分；后期荚果发育也要一定量的水分。否则产量就低，含油量就下降。因此，花生有怕水的一面，可也有喜水的一面。它也同一切农作物一样，怕水、喜水都是相对的，不是绝对的。

它怕水，主要是怕前期烂种，后期烂果。前期花生籽发芽需要空气，如果长期浸在水里，呼吸不通畅，就会闷死和腐烂掉。现在，我们并不是把花生籽直接种到水里，而是播种在露出水面而又接近水面的砻糠层里，既保湿又透气，种籽就烂不了。这样，花生前期怕水的问题就解决了。

问题是在后期。花生到成果的时候，如果土壤里积水，干干湿湿，冷冷热热，湿度、温度变化太大，微生物容易繁殖，造成腐烂。现在，我们干脆叫它在浸水的砻糠里和河水里结果，湿度虽然大，温度也虽然低一些，但是变化幅度小，反而不容易受到微生物的侵蚀，避免了腐烂，因而花生也能够象在土里一样地结荚成果。

花生能够做到这一点，更重要的，是它同自然界、同新的

环境积极斗争的结果。把花生种到水上，它被迫向水里扎根。温度低，它会不习惯；氧气少，根部呼吸会感觉困难；虽然有一定的养分，但也会难于吸收。这一些，都会使它一时不能适应。但是，生物都有一定的同环境作斗争的能力，都能在一定限度内经过斗争后，使自己适应于新的环境。在水里长出来的花生，就由于它同环境的斗争而改变了自己的某些特点。例如，旱地花生的主根入土很深，在干燥疏松的土壤中根条能够扎到地下一米多深。但是水上花生主根却扎得很浅。为了吸收帘子上面杂草和箬糠里的养分，它须根横生，不是向深处而是向四面发展起来。这说明，只要我们创造一定的条件，改变花生的生活环境，就有可能逐步改变花生的某些性能，培植出一种新的不怕水的花生品种来。

毛主席教导我们：“一成不变的东西是没有的。”事物总是在一定条件下走向自己的反面。凡生物都能在斗争中改造自己。平日走路少的人让他多锻炼，就能练出一双铁脚板来，由不能走长路转化为能走长路。苹果本来生长在寒冷的北方，怕热不怕冷，现在不是也能在炎热的江南安家落户，由怕热转化为不怕热吗？至于水，本来就是一切生物的命根子。几万万年以前的生物本来统统都是生活在水里的，后来只是由于斗争的需要，一部分水生植物才逐渐进化成为陆生植物。我们同自然界作斗争，不应当只是消极地迁就自然界原来的样子，而应当积极地创造一定的条件，促成自然界的变化，改造自然界，以达到革命的目的。只有这样，才能不断地从必然王国走向自由王国。

（本文由佟林清、张燕整理）

• 外 论 选 译 •

论证等级式宇宙学

〔法〕 G·德·伏古勒

〔编者按〕 这一篇和下一篇关于宇宙理论的文章，代表了西方宇宙理论中两派不同的观点，反映了这个领域中两种宇宙观的斗争。

伏古勒(*Gérard de Vaucouleurs*)在文章中坚持宇宙的等级式结构的观点。这是物质无限可分性思想在宇观世界(巨大的天体范围)中的体现。他尖锐地批判了现代西方天文学界流行的所谓“正统宇宙学”即“宇宙膨胀论”，指出它不但违反观测事实，在研究方法上也类似于中世纪的经院哲学。

这篇文章发表后，在西方天文学界引起很大的反响。有人用新的观测事实支持他，也有人反对他。麦克雷(*W. H. McCrea*)的文章就是后者之中比较有代表性的一篇。他公然宣称，“大爆炸宇宙学”就是建筑在主观“指望”上的，并不一定需要事实的验证，而物理定律也不是自然界客观规律的反映，只是“思维必须遵循的法则”和“有用的方法”，充分暴露了唯心论的先验论实质。

伏古勒是法国著名天文学家，现任美国德克萨斯大学天文学教授。他主要研究河外星系，一九五三年曾发现本超星系团(即我们的银河系所在的超星系团)。麦克雷是英国苏塞克斯大学天文学研究中心的理论“权威”，

比利时卢万大学勒梅特讲座教授，积极宣扬“宇宙膨胀论”。

译文中的注释都是译者加的。

从前，哲学家和宇宙学家们坚持行星的运动必然是圆周的和匀速的运动。这个长期错误的根源是毫不相干的美学上“完善”概念和比较正确的数学上简化需要。现在，理论宇宙学家坚决主张，星系在大尺度范围内的分布必然是均匀的和各向同性^①的，而且大多数天文学家相信，宇宙的膨胀是线性的^②和各向同性的，是按哈勃常数 H^③ 测出的均匀速率膨胀的。

某些历史的考察

近代的理论宇宙学，是在五十年前随同广义相对论一起诞生的。几年后，哈勃最后证实了星云是“岛宇宙”这个古老概念，从而确定了近代宇宙学的对象。其第一次观测上的验证，是哈勃刚好于四十年前从遥远星系的光谱里所发现的普遍红移现象。它的第二个具有潜力的验证，是运用三十多年来已有的星系计数，但到目前为止，由于种种技术上的原因，却惨重地失败了，尽管这个原理仍然有效，而且观测的进一步发展将会重新确定它的价值。第三个而且现在最令人兴奋的验证，是几年前才发现的 3°K 宇宙背景辐射（实际上，这个发现

① 在宇宙学里，各向同性指的是在宇宙间的某一点，向各个方向看去，物理情况相同。星系分布的各向同性，指在宇宙某个大范围里各个方向上所分布的星系数目相等。

② 指宇宙膨胀速度与距离成正比。

③ 这是表征宇宙膨胀速度的一个常数。

很新，它和宇宙学的关系还有待时间的考验）。其他资料也可能和宇宙学问题有关——其实，假如宇宙是“唯一的和不可分的”，几乎每个物理、化学和天文学的基本定律或原理，都必然具有某种宇宙学含义。但是过去四十年间被强调与宇宙学特别有关的少数事实和数据，仍然了解得太少，而且常常很不确定，或者刚刚发现，不足以成为“最后”解决宇宙学问题的坚实基础。再者，我们可能还很缺乏在大尺度（宇宙）上或小尺度（粒子）上，或这两方面的物理定律的某些基本知识，以致不能期望在目前得到一个现实的解决。我们现在关于宇宙整体（不管这是什么意思）的结构和演化的宇宙论思想，在二十一世纪的天文学家看来，会不会是，并且很可能是极其幼稚粗浅的呢？在我们欣然称为“近代宇宙论”产生后的不到五十年中，只有很少经验事实勉强确定下来，而且有这么多过于简化的宇宙模型仍在争相引人注意；在这样的情况下，我们可以问，难道我们真有信心宣称，甚至有理由期望，现在已接近真正解决宇宙学问题的时候了吗？

那些爱作肯定答复的太乐观的人，主要出于哲学的、美学的或其他外加的理由，事实上已经在一大堆广义相对论的各种可能的均匀和各向同性宇宙中作了选择；这样解决宇宙学问题，就成了凑上几个经验常数的小事情；有些人还认为不要几年就可以完成。

我不能同意这种观点：首先，其他宇宙论的倡导者不会服服贴贴地“放弃、驳斥和厌恶”他们的错误。例如，最近那些反对稳恒态理论的人很肯定地宣布这种宇宙概念的破灭，据说它不符合射电源的某些计数和 3°K 背景辐射的存在。可是，至少有一位这种宇宙概念的维护者最近还声称他坚持原来观点。

第二个理由是，即使是正统的“原始原子”或“爆炸”理论体系，在过去四十年间我们已看到，它的基本“常数”屡次发生剧烈改变。例如，哈勃常数的估值从一九三一年 $H = 560$ 公里/秒/百万秒差距，减小到现今的 $50 < H < 110$ 公里/秒/百万秒差距。就所谓减速速度参数来说，情况就更糟了，它逐年作大幅度的起伏变化，而且变化的趋向一点看不出来。因此要说我们在一九六九年就能跨进真正和唯一的宇宙论的“向往之地”，看来是令人不能置信的。

举个例说，让我们看看“宇宙年龄”在过去三个世纪里的逐次估计值，从十七世纪乌索尔主教的荒唐考证^①，到十九世纪中叶赫尔姆霍茨—开尔文的引力收缩理论所算出的年龄^②，再到二十世纪初根据放射性蜕变周期算出的年龄^③，再到二十世纪中期由宇宙膨胀算出的年龄^④，一直到现在根据球状星团里的恒星演化所估算出的年龄^⑤。在这整整三个世

① 1658年英国主教乌索尔宣称，世界是在纪元前4004年10月23日一个星期日上午被上帝创造出来的。

② 1854年德国赫尔姆霍茨和英国开尔文提出太阳能源的引力收缩假说，认为太阳因自身的引力作用而逐渐收缩，位能转化为热能，使太阳发光、发热，由此算出太阳的年龄是几千万年。

③ 放射性元素如铀的原子在天然条件下会不断分裂，经一系列变化后变成铅，而且这种放射性蜕变的周期和速度很稳定。一百万克的铀在一年中有 $1/7400$ 克蜕变成铅。因此根据地球上岩石现在所含有铀和铅的比率就可算出地球的年龄约四十五亿年。

④ 1935年英国米尔恩根据哈勃常数测出的宇宙膨胀速率，推算出宇宙是在二十亿年前诞生的。此后，根据哈勃常数的新数值，演化态宇宙学求出宇宙的年龄是一百亿年。

⑤ 球状星团是由几万颗以上恒星所组成的球形集团。星团的成员很可能是一起形成的，具有同样的年龄。而且现在认为是星系里最老的恒星，年龄估算为一百亿年左右。

纪中，宇宙年龄的估值以指数方式增长，如以对数尺度计，增长的速率非常均匀，每个世纪为 1.9（或每 16 年增加一倍，恰好同天文学一般进展的增长率相合）。诚然，这根代表“宇宙年龄”增长的曲线，可能在一九六九年以后突然停止上升而开始向水平延伸。真是这样的话，我们便生活在一个很了不起的时期，即宇宙年龄将得到最后确定的时期，但是这就忽略了这样一个事实：若不先给“宇宙”和宇宙的时间尺度下个定义，或者不知道宇宙演化的轮廓和宇宙论问题的真正解决，那么“宇宙年龄”的说法就没有确定意义。这段历史的记录对于过分乐观的人，至少可以说是一个警告。

正统宇宙论的靠不住的假设

除少数例外，近代宇宙学理论大多根据广义相对论建立各种均匀的和各向同性的宇宙模型。其他理论则常常被认为是非正统的，这可能是为了警告学生们不要受异端邪说的影响。如果竟有人考虑到非均匀性，人们就会把这些非均匀性当作一阶变化处理中的不重要起伏对待。数学上的复杂性是可以理解的，而简化假说也是科学方法论的一个有效原则，但是一切假说都必须通过经验证据的检验，更是一条不可违背的科学定律。观测到的事实不能漫无限制地加以忽视，或者认为不重要而弃置不顾。在开普勒的丰富而正确的观点看来，第谷对火星的经度观测和圆形本轮体系的最精密计算之间所存在的八弧分偏差，导致了“一次天文学的完全革命”。当然，科学史上充满着顽固、“丑陋”的细微事实破坏“美好”理论的例子，但多数科学家不但懂得应当生活在这种现实里，而且热诚地探求这类偏差，这常常会导致科学进一步的发展，改进科学理论，有时还会获得崭新的思想。

不幸的是，我们研究了一下近代宇宙学的历史，发现它与中世纪的经院哲学具有令人不安的相似性，经常处于周密思考与诡辩、计数与迷信数据的两可之间。我特别关切的是，某些理论家不但明显脱离经验证据和观测事实，更坏的是，假如有些结果同目前过于简化因而在理智上吸引人的某些宇宙论发生抵触，他们就坚决拒绝。不仅如此，正如奥托·斯特鲁维^①曾指出的：“在某种意义上，观测者知道的事实太多了，反而不满足于任何理论”，这是出于对学说基本上抱一种不信任态度，因为这些学说总好象比较关心理想的（因而是不存在的）宇宙的虚假属性，而不关心观测所揭示的真实世界。

如果认为这个批判太严厉，那么，让我们看一看现代宇宙学会议上惯常提到甚至惯常“回答”的几个问题：例如宇宙的平均密度 ρ 是什么？即使我们同意给宇宙下一个定义（例如，可计数的？可观测的？有界限的？），我们也很少听到有人提出如下的先验问题：平均密度的确切含义是什么？支持可以定义平均密度这个观念的证据又是什么？总之，我们怎么知道宇宙是均匀的和各向同性的？事实上，既然 ρ 显然不是与我们邻近的空间坐标系无关的常数，我们究竟需要考虑一个怎样大的空间体积，才可以把这个体积内的平均密度当作 ρ 的一个有效估算？而且在另一个体积相等但不相交的空间里，或在体积更大的空间内，我们又怎样证明会求得 ρ 的相同数值呢？还有另外一个近代宇宙论的中心问题：哈勃常数 H 究竟是怎样一个数值？就算我们同意把星系的谱线红移解释为经典的多普勒位移，我们却很少讨论这个先验问题：究竟有什么具体证据可以支持膨胀系数是一个普遍适用常数的假设

① 美籍俄国著名天文学家。

呢？为什么它必然是一个与地点和方向无关的常数？总之，我们怎样知道膨胀是线性的和各向同性的？而且既然事实上 ρ 在我们邻近不是常数，那么 H 又怎么能是个常数呢？还是 H 有可能是一个随 ρ 起伏的随机变数^①，如果是这样，我们应该考虑在怎样远的一个距离，才能使 H 出现一个稳定的统计的平均数值而不计及空间的方向呢？再谈第三个标准论题：宇宙年龄究竟有多大？这个问题需要选定一类特殊的意义。

诸如此类的问题，不是靠美学上的偏见或数学上的简化考虑所能回答的；正确的答案只能通过对经验证据作探索的、批判的研究之后，才能发现。

但是，如果自然界拒绝和我们合作或者暂时保持沉默，那么经常重复那些实质上只是先验的假设（不管这些假设如何合理，如何动听，或如何值得赞美），便会出现一种严重的危险，即这些假设迟早将会变成公认的教条，人们稍不留心就会把它们当作既成事实，或者当作不可避免的逻辑要求，而无批判地加以接受。这些公认的教条本身还带来一个危险：即遇着相反的意见和证据时，总是千方百计加以反对。

在一千万至一亿光年 范围内的团集和超团集化

让我们再来看看一些特殊事实和数值，这些会使我们警惕到不能过早地相信现今的那些“正统”模型，特别是这些模型里关于均匀性、各向同性与一定的平均密度等基本假设。首先让我们回忆一下，三十年代对暗弱星系进行早期探测以来，关于宇宙大尺度上的物质分布所得到的观测证据出现的几个

① 指由于各种偶然因素的影响， H 和 ρ 的数值有起伏变化的情况。

急剧变化。在一九三五年前后，用小视野的反射望远镜所做的抽样考查^①，显示出一幅星系或多或少地“随机”分布的所谓“普遍场”^②的图景，难得在一个地方偶而出现庞大的球状星系团，有几百万秒差距的直径，离我们最近而且最著名的一个例子，就在后发星座^③内。这些很遥远但易于观测到的大星系团，曾经（现在也仍然）被用作研究速度—距离关系的合适标本，以证明宇宙膨胀。星系数目的密度 N 至少对于半边天穹而言，大体上似乎和方向无关，其结果当然鼓励理论宇宙学家采用均匀的、各向同性的模型作为物质宇宙的真实近似。这样，星系就扮演了气体里分子的角色，而且根据星系的计数、距离的估算、以及由少数邻近星系的自转所推算出来的平均质量，推算出相应空间体积内的平均密度在原则上应是很简单的事情，而且显然这就是所求的 ρ 值。

然而，天文学家不久便看出，星系随机分布的普遍场概念是蹩脚统计造成的结果：首先，对于比密度起伏的角尺度^④小得多的视野进行随机抽样，将会掩盖大尺度的团集现象；其次，哈勃所观测到的 $\log N$ 的高斯分布^⑤，正如几位作者很快就指出的，实在是指 N 是传染分布的，也就是团集化的。约在同一时候，即第二次世界大战前不久，用大视野望远镜照相观测，证明团集和成群的现象是常规，而不是例外；显然大多

① 当所研究的对象数量很大时，往往只能从总体中取出部分个体作为资料，用数理统计方法进行分析，这个方法叫做“抽样考查”。

② 宇宙间到处无规则地分布着星系，不同地方有不同的星系数目，于是在空间中便形成了一个关于星系随机分布的“普遍场”。

③ 后发座星系团是一个大星系团，包含有二千多个星系。

④ 即角度大小。

⑤ 高斯分布也叫“正态分布”，是描述随机现象的一种最常见的分布。

数星系，即使不是全部星系，都是某些星系群或星系团的成员，成员的典型数目可能有 10 到 100 个。五十年代提供的大量证据表明，在线尺度从几百万秒差距直到至少五千万秒差距的广阔范围内，星系的团集现象是普遍存在的；团集的尺度相当于所谓“超星系团”。

有利于这个假说的证据不断增加。近来对于最近的 55 个星系群（位于一千六百万秒差距之内）所作系统而彻底的考查，发现其中只有极少数星系不能归属于某个星系群或星系团。位于星系团之间的孤立的星系显然非常稀少，这是一个在物理学和宇宙学中显然有重要意义的事实，尽管这种意义还没有被发觉。典型的星系群直径一般是在 1—3 百万秒差距之间，星系团直径在 2—5 百万秒差距之间；而且，现在已有很好的证据表明，还有更大尺度上的，譬如直径 3—6 千万秒差距的团集现象，即所谓“超星系团”（比直径不超过几百万秒差距的典型星系群或星系团还大得多的尺度上的星系聚集）。每一个超星系团包含有五到十个大星系团（当然，同时还包含更多的小星系群）。一九五三年以来我曾几次指出，越来越多的证据证明有本超星系团的存在，它包含大多数附近星系和星系群，其中心大约在室女座星系团^① 内或其附近。我们的银河系在本星系群的边缘位置上，靠近本超星系团的南缘。本超星系团的长径，按照所采用的距离尺度标准，是 3—6 千万秒差距的数量级。由本超星系团的自转算出它的总质量，约为 10^{16} 太阳质量的数量级。由于银河系和本超星系团的自转而引起的总的太阳运动，在 3°K 背景辐射的强度上，造成一

① 位在室女星座里的星系团，是离我们最近的一个星系团，它包含有一千个左右星系。

个约为 0.1% 数量级的微小的不对称性，这种不对称性最近可能已由精密观测辨别出来。深切研究过这个问题的大多数天文学家都相信这个证据，因而现在都承认在五千万秒差距数量级的尺度上超团集化的真实性。江泽和沙斯劳根据阿贝尔星系表所做的统计分析得出结论说：在一切可能的尺度上，从小星系群到最大的超星系团，都存在着团集现象。我想，对人类群居生活的统计研究，也会表现出类似的城镇大小的连续景象：从一幢幢农家住宅、小村庄和乡镇，到大城市以至于大都会。

在一亿至十亿光年范围内更高阶的团集现象

这样很自然会产生一个问题：在比典型的超星系团还大得多的尺度上，是否还存在更大的组织，或者说更高阶的团集化。现在还没有确定的数量上的证据，主要是因为没有人去努力探测这样巨大尺度上的密度起伏现象，另一方面也由于缺乏资料。可是我却相信有非随机的密度起伏迹象。

但是，如果对暗弱星系的最深广的搜索，还是不能接近所要求的统计均匀性，如果在几亿秒差距的尺度上团集力仍然起着强烈作用，那么，什么是宇宙大尺度范围内的均匀性和各向同性的证据呢？我们还要前进多远，才能找到一个具有所谓平均密度 ρ 的、大到可以当作宇宙适当标本的空间范围呢？我们过去谈论这个“平均”密度谈得太久了，几乎相信它是存在的，有许多作者曾用大到视星等 $m = 18$ （甚至 $m = 13$ ）的星系计数，试图估算这个平均密度；他们竟“难得糊涂”地干脆不知道还有在较大尺度上等级式团集化这种压倒一切和无所不在的影响，这已为现有星系计数的具体证据所证实了。我们只能得出这样的结论：如果在宇宙里真有一个确定的平均密度

(关于正常星系的),那么,它只能作为这个全计数区的平均密度来估算,而这个全计数区的体积要大得足以构成一个真正的“适当标本”。可是,便是拿现今计数区域的整个体积来说,也没法证明它是一个“适当标本”,因为要检验这个假设,就需要对一个完全位于现在这个体积之外的大致相等的体积进行计数,以便校核这两个不相交的体积是否具有大致相等的密度。但要能做到这样,也就是越出现今的距离限度两倍以上,我们就要(在原则上)对比现今计数范围几乎大一个数量级的空间范围进行充分地计数。

团块宇宙的宇宙论

因此,如果我们承认,宇宙中物质分布的团块性对宇宙论而言是极其重要的基本性质,而不象把宇宙搞光滑的观点那样,看作是局部麻烦事故,我们就必须对这种情况的可能后果给以更大的注意。

在我们能为不同宇宙模型估量出这种等级概念的各种后果之前,显然还有许多具体工作要做,可是我们不妨把现存均匀的、各向同性的模型,看成类似一个彗星轨道的瞬时抛物线轨道要素^①。一个既定的均匀模型的曲率、膨胀率及减速度,可以大致符合某个已知其局部平均密度的距离范围(体积)的情况,但是不能把它外推到过去和现在的整个宇宙,正如不能把抛物线轨道在空间和时间上外推到无穷一样。现在已有明显证据,哈勃膨胀率在本超星系团内因引力而缩减,在本星系

① 彗星绕太阳公转的真实轨道,因受太阳系里其他天体的引力影响,是很复杂的。但可近似地看作随时变化的抛物线。抛物线轨道可由五个参数来确定,这五个参数叫做轨道要素。彗星在不同的时候具有不同的轨道要素,对应于某一时刻的轨道要素则叫做该时刻的瞬时轨道要素。

群内可能几乎被引力抵消，而在个别星系内当然完全被引力压倒了。这就使得我们把哈勃参数看成是一个随机的变数，在等级式方案中受一切尺度上的局部密度起伏影响的支配。一个瞬时均匀的模型可以在任何尺度上确定下来，但它不应被外推到大(或小)得多的尺度上去。在这种意义上，如果流行的均匀-各向同性的模型似乎是在导致或指向一个关于宇宙学问题的确定答案的话，还不如说它可能只是关于红移、星系计数及射电源计数等有限范围内现代资料的一种反映。所以，我们也许又一次把地平线误认为世界的尽头了。

结语

我们不得不在两组可能性之间作出选择。第一组：(i) 关于宇宙年龄的估计(这种估计在过去三个世纪是按指数增大的)，将在公元一九六九年以后几年内一下子达到一个最终的不变的水平——显然是可能的，但有点使人吃惊；(ii) 只要我们想到宇宙内有体积等于或大于目前星系计数的总体积，那种在各种尺度上直到最深探测的极限，支配星系分布的显然非随机的团集现象将立即消失，并表现出统计的均匀性——这也是可能的，但根据现有的证据，是不大会出现的；(iii) 我们愈是考察较大的空间体积，则在空间半径二十个数量级以上和物质密度四十五个数量级以上这样一个范围内、所表明的密度的极大值和半径之间的相关性，在最近观测到的点之外就突然不再适用，而接近于流行的均匀模型所假定的平均密度值——这也并非完全不可能，然而根据现在掌握到的证据看来，确是一个高度虚构的假说(有什么其他物理学或天文学定律在一个较大的范围上被核对过呢)。

为了接受当前的正统宇宙论说法，我们必须假定上述三

个假设都将被证实。这三个假设同时得到肯定答案这种组合的几率似乎太小，因为每一个假设都需要对最近的资料来一个突破，但在目前观测的范围内并没有任何迹象。

第二组可能性仅仅涉及到如实地承认经验的证据：(i)“宇宙年龄”这个概念根据悠久的历史记录有过急剧的变化，并且除了在不可能建立的特殊模型中，无论怎样说都是不确定的；(ii)星系的团集现象，甚至可能是物质的一切形式的团集现象，在一切可观测到的尺度上，都是宇宙结构的主要特征，而无任何趋于均匀性的迹象；(iii)物质的平均密度随所考虑的空间体积的增大而平稳地递减，一直递减到计数区域的极限，而且没有任何观测根据可以假定这个趋势不延续到大得多的距离和低得多的密度。

看来，在传统的相对论宇宙学的框架内（如果做得到的话），或者在显然与这里讨论的种种大尺度上的性质相一致的稳恒态理论范围内，认真考虑一个等级式模型的时刻已经到来了。

向这个方向发展已经有了一个开端：霍伊尔和纳里卡尔就是这样地根据一种等级式稳恒态模型，考察了随着模型中的原来局部密度而变化的某种物质创生率的效应，而黎斯和赛亚玛则讨论了在演化态相对论模型中大尺度不均匀性的可能效应。韦尔茨对等级方案上的各种可能变异作了一个初步的综合考察，从最简单的均匀各向同性等级式宇宙模型开始，然后分别包括到等级式均匀以及不均匀的各向异性模型，有限的和无限的，甚至包括有着均匀背景和基本（即星系的）质量不同的不均匀模型的等级式图案。显然，对一切可能的等级式模型进行有系统的形态学分析，和均匀模型所提供的大范围内的选择比起来，将会揭示这个概念的无比丰富性。右

这一大堆等级式系统的框架内，发展内部符合的理论模型，并根据已观测到的宇宙特性来严格检验每个模型，这个任务似乎相当惊人的。有把握地说，宇宙论问题的真正最后解决，在相当长的时间内还会使我们捉摸不定！

（何妙福摘译自美国《科学》1970年2月167卷
第3922号，周煦良、徐孝通校）

大爆炸宇宙学的哲学

〔英〕W·H·麦克雷

现代光学的和射电的河外星系天文学的努力方向大多着眼于选出一个特殊的弗里德曼—勒梅特的宇宙模型，这个模型将满意地使宇宙在大尺度上主要观测到的特征再现出来。尽管大多数的宇宙学家或许对这个模型所作的特殊解释多少有点不同意，但他们都把这件事视为一种有意义的研究。自从弗里德曼和勒梅特提出他们的宇宙模型以来，虽已经历了将近半个世纪，但为了与观测相比较的目的，还没有出现比这个模型更有用的东西；它们从来没有象现在这样被人们更加认真对待过。

我写这篇文章的一个理由是由于我比以往愈加认识到弗里德曼和勒梅特的精辟的见解，并试图对他们的见解进一步作出某些论证。另一个理由是德·伏古勒最近发表了对于现代爆炸宇宙学的一种广泛而深刻的批评。从表面看来，大爆炸理论确实暴露了如他那样无情揭露的所有明显的缺点。然而，直到目前为止，由爆炸理论推出的宇宙的历史在很多没有预料到的方面都是自我一贯的，它不可能是虚幻的。如果本文的讨论是正确的话，它可能反驳掉德·伏古勒所提出的许多批评。

几个一般性问题

我们首先要问，宇宙学怎么能成为一种科学的研究，因为科学的研

究是运用物理定律的。从物理定律这个概念来说，它能使我们把要研究的一个系统当作许多事例中的一个特殊事例来对待。然而，宇宙是个独一无二的系统，因此当我们试图把一个物理定律应用到宇宙时，物理定律在这方面就失去一切意义。而且，一个“特殊事例”通常是由初始的状态所规定的，而这对于整个宇宙说来，好象是没有多大意义的。

然而有一种想法或许使宇宙在大尺度上的情况不同于物理学中所有其他的系统。因为，假如整个宇宙正在演化着，那么，当然我们观测到它的任何一部分愈遥远，我们在时间上也可以看得更早些。这样，我们就真正在观测宇宙的演化。还有，如果在某种适当的意义上，宇宙的一部分和它的另一部分相似，那么我们或许可以论证说，为了使物理定律的运用具有意义，各个不同的部分就组成所需要的许多事例。这样我们看到的较远，因而在时间上较早的部分就可以为研究较近的部分提供初始条件。

无论如何，这种想法使得试图应用通常的科学方法去研究大宇宙成为合理的。这是否会成功地得出有意义的结果来，只能通过尝试才能知道。事实上，宇宙学家在这方面已经尝试了五十多年了。

然而，我们非得注意一种可能的普遍困难不可。显然，我们观测到的宇宙部分愈遥远（因而在时间上是愈早的部分），我们能够得到有关它的信息愈少。而且我们肯定不能观测到大爆炸本身。因此，我们在时间上愈是回溯上去，我们所得到的信息就愈少，以致不能作为任何预测的根据，而当我们碰到我们指望可当作的初始状态时，我们则一点儿信息也没有了。

看来只有一个方法使我们有可能指望取得进步。这就是，如果我们能够发现，根据某些原因我们为了作出所希望作的预测，确实不需要我们所想象那么多的信息。我们将看到自然界似乎的确运用着有利于宇宙学家的一个补偿原理，而这个题目的研究使我们获得许多新的见识。

最近理论上的成果

让我们回顾一下宇宙学研究的某些一般成果，大多数是最近的成果。

(a) 霍金、彭罗斯和他的同事们已经证明了广义相对论的某些重要

的原理。根据物质运动状态的某些很一般的假定，他们表明了任何宇宙模型要符合相对论，至少要具有一个奇异点①。任何这种奇异点，我们一般地应把它视为一次爆炸，如果只有一次，我们应把它解释为“这次”爆炸。

(b) 米斯纳曾经表明，如果在一个均匀的宇宙里有一次爆炸，那么即使这次爆炸的情况是高度各向异性的，但不久以后这个模型必然成为高度各向同性的。这是为米斯纳在工作过程中发现的中微子粘滞性现象所引起的。卡斯韦尔曾经指出任何模型如不遵守米斯纳的结果是很困难建立的。

(c) 如果一个模型宇宙到处是各向同性的，它就必然是均匀的。与此相反的说法是不正确的，否则米斯纳的结果就没有什么意义了。而且，米斯纳的结果也不允许他不用均匀性的假定去推论各向同性，否则均匀性就会被推论出来。但可以根据物理学来论证，即一个倾向于产生各向同性的机制，必然也倾向于产生均匀性。米斯纳曾经探讨了这个问题的问题。

(d) 瓦戈纳、福勒和霍伊尔研究了一个热爆炸宇宙早期各个阶段中作用着的核过程。他们的研究首先表明原始化学组成这种说法是没有意义的。它只意味着有一个以热的程度和重子密度为转移的单一参数。而且这些在早期阶段发生的核过程为后来星系的形成产生原料。这个原料的化学组成就是宇宙里有意义的化学组成。第二个杰出的推论是这些化学组成的主要特征对我们刚刚提到的单一参数的值是不敏感的：特别是在这个参数值的十的六次方的变动范围内，氦的丰富度（用质量表示）大约只有百分之二十五到百分之三十五的变化。

(e) 米尔恩很久以前就指出，如果在通常空间里有一群粒子云，只要它们不是严格地处于相对静止状态，在相当长的时间以后任何一个粒子将看到所有其余的粒子以与它们的距离成正比的速度离去。这一束一个必然的最终膨胀的时间方向就会指着我们所说的将来，而哈勃

① 这里是指广义相对论的引力场方程的解中那些具有特殊性质（不适合通常意义）的点。爆炸宇宙论者把这种数学上的“奇异点”解释为宇宙的爆炸。

关于这个膨胀的定律本身也是必然的。关于这个特性，相对论的处理方式只不过是给予它一个更加精致的几何形式而已。

几 点 结 论

我们可以把这些研究成果得出的结论综述如下：

(A) 宇宙必然以一次爆炸(或多次爆炸)开始，而且它必然有一个特殊的化学组成，它必然显示一种哈勃式的膨胀；如果它是均匀的话，而且我们的确指望它是均匀的，那么，它必然是各向同性的；这几乎和任何初始状态无关。

(B) 我们能得到的信息愈少，我们用观测来证实预测时所需要的信息也愈少。这同(A)所肯定的一样，即某种结果的产生几乎与特殊的初始状态无关。

(C) 我们根据观测到的宇宙现状的特性，去推论宇宙以前的情况，时间愈早，能推得的情况愈少，而且关于我们指望叫做的初始状态则几乎什么也推不出来了。

(D) 我们有很大把握知道宇宙现在的状态，至于它是怎样开始的我们却毫无把握。

(E) 物理学的理论表明了大宇宙必须具有某些特性，而且我们观测到它确实具有这些特性。

(F) 只要物理学理论能应用到大宇宙的动态上，它作的预测就必须是可以观测到的。

结论或许可以讲得比较简单些：我们并不因为广义相对论的说法，而相信宇宙具有一个(或几个)奇异点；我们也并不因为中微子粘滞性的理论而相信宇宙是各向同性的，等等。毋宁说，我们相信这些理论是认为它们对于思考大宇宙是有用的方法，因为它们导致这些可以接受的推论。

定 律 和 宇 宙

这里揭出的思想可能遇到另外两种反对整个爆炸宇宙学概念的意

见。第一，人们好象总认为物理定律和物质宇宙这两方面是相互依赖的。任何关于物质宇宙是根据一定的物理定律而产生的观点——也就是说，物理定律期待物质宇宙去遵循它——看来都是不能接受的。结论(C)所讲的我们现有的那些物理定律几乎都没有讲到宇宙的“起始”问题，这肯定与这个观点相一致的。

第二，一个变化着的宇宙根据不变定律演化着的观点看来几乎是同样难以接受的概念。同时，变化着的定律观念是无用的。如果定律真在变化的话，我们就不能认识它们。因为，如果我们的确对它们有所认识的话，那就必须依靠一个关于定律变化的定律；这个超级定律应是不变的，这就产生了矛盾。

这种新评价的趋势，是把定律明确地当作我们用来研究宇宙的定律。这些定律的用处并不是告诉我们宇宙在几十亿年前做了些什么，而是告诉我们在这一方面能够知道些什么，当然也包括“几十亿年以前”应具有什么意义。这一观点显然和我们知识的确实性以目前为最大这一事实相一致的。

人们忍不住要说，我们仍然可以对过去的几十亿年进行相应的理论研究，从而确定一个观测者当时确实会知道些什么。但我们假如这样做，我们仍必须弄清楚那个观测者能把他的知识传给我们多少。这也同我们只能“预测”可用观测来检验的现象这个要求是一致的。我们不能检验过去的观测者会观测到什么；我们只能检验我们对那时候宇宙是什么样子能观测到什么，这也就是我们对一个正在演化中的宇宙的过去能有所洞察的结果。这应当同过去观测者所传给我们的相同。照这种方式说，我们就摆脱掉物理定律是宇宙必须遵循的法则这个概念。物理定律只是我们对宇宙进行思维时必须遵循的法则。

今 后 的 发 展

如果有理由认为新的观点提高了目前研究的意义，我们就不免要问这些研究应当如何发展下去。

在天文学方面，继续探讨一个尽量适合观测的弗里德曼—勒梅特模

型，看来还是合式的。如果找到一个相当适合的模型，那么它至少可以提供一个关于大宇宙的经验知识的适当表述。而且我们从目前的研究工作中知道，不考虑演化效应就不能得到一个适合的模型，因此我们指望附带获得关于星系演化等等的知识；我们没有其他方法可以获得这些知识。

在天体物理学方面，我们应当探讨其他一些特性，例如 氦的丰富度，这些特性对初始状态是不太灵敏的，而且就第一级近似而言是和“宇宙年龄”无关的。大概由于不很多的缘故，这些特性很难想象。可能一个星系团里的星系的最大质量是一个恰当的例子，还有宇宙里的磁性也可以加以考虑。有意思的是，正如已经讨论过的一些实例显然把选择范围缩小到弗里德曼—勒梅特模型那样，更多的实例可能更进一步缩小选择的范围。

（傅季重摘译自英国《自然》1970年10月

第228卷，周煦良、徐孝通校）

• 自然辩证法史料 •

《天问》《天对》选注

〔编者按〕《天问》是战国时期楚国大诗人屈原（约公元前340—278）的作品。有人认为这是屈原被流放后所作，也有人说这是屈原出使齐国时收集稷下学派提出的问题综合而成。《天对》是唐代思想家柳宗元（公元773—819）的作品。这两篇作品在中国的哲学史和科学史上，居有很重要的地位。

屈原在《天问》中，对于奴隶主阶级关于宇宙、自然和历史的传统观念提出了怀疑和质问，热情地抒发了诗人的爱国思想和积极的浪漫精神。怀疑是批判的起点，怀疑本身包含着回答。正如鲁迅所说：屈原“怀疑自遂古之初，直至百物之琐末，放言无惮，为前人所不敢言。”（《摩罗诗力说》）

从屈原《天问》产生以来，在中国历史上对屈原所提问题作出回答的，只有一篇作品，这就是柳宗元的《天对》。柳宗元在《天对》中，明确提出“元气”是天地的本源，把宇宙看成是物质的。他又认为宇宙没有边际，没有中心，没有角落，这就是说宇宙是无限的。他还认为，不是太阳在升起、落下，而是我们自己跟太阳的方位在起变化，这里有着明显的地动思想。

《天问》、《天对》是姊妹篇。《天对》批判地继承了《天问》的思想，又发展了《天问》的思想。因此，我们选择了

这两篇作品中有关宇宙、自然的部分，归并起来按一问一对的形式编排，并加上了注释。

【問】曰遂古之初，誰傳道之〔1〕？上下未形，何由考之〔2〕？冥昭瞢闇，誰能極之〔3〕？馮翼惟像，何以識之〔4〕？

- 〔1〕 遂古，遠古。傳道，傳說（關於開天闢地的傳說，在《莊子》等書裏都有記載。說是有個神靈叫混沌，無耳、無鼻、無口。他的兩個朋友倏和忽，給他開了“七竅”，結果混沌死了，變成了宇宙、世界）。兩句意為：關於遠古開頭的情況，是誰傳說下來的？
- 〔2〕 上下，指天地。兩句意為：天地還未成形時的情況，根據甚麼來考究呢？
- 〔3〕 冥，幽暗，指黑夜。昭，明亮，指白天。瞢(mēng 蒙)闇，渾沌暗昧。極，窮究。兩句意為：晝夜未分，渾沌一片，誰能弄得清楚？
- 〔4〕 馮(píng 憑)翼，充滿着氣體。惟，語助詞。像，輪廓不明，無形之貌（近代天文學把瀰漫於廣大恒星際空間的氣體和塵埃物質，稱為星際瀰漫物質）。兩句意為：天地未成、晝夜未分時，到處充滿着無形的氣體，這種無形的東西是怎麼認識的呢？

【對】本始之茫，誕者傳焉〔1〕。鴻靈幽紛，曷可言焉〔2〕！

- 〔1〕 本始，天地形成以前。茫，通“恍”，恍惚。誕，荒誕。兩句意為：天地形成、晝夜分明以前的恍惚情況，都是那些荒誕的人們傳說下來的。
- 〔2〕 鴻，巨大。靈，神靈。古代傳說，天地是神靈開闢的（關於盤古氏開天闢地的傳說很多，有的說，天地未分之前，混沌如大鷄蛋，盤古生其中，天日高一丈，地日厚一丈，盤古日長一丈，經過一萬八千年而天地開闢，輕清的東西變成天，重濁的東西變成了地）。幽，昏暗不明。紛，

紊亂。曷，何。兩句意爲：那些關於神靈開天闢地的傳說，都是混亂不清的，那有甚麼可講的呢！

【問】明明闔闔，惟時何爲〔1〕？陰陽三合，何本何化〔2〕？

- 〔1〕明，指白晝。闔，指黑夜。時，同“是”。兩句意爲：晝夜交替，這是爲了甚麼？
- 〔2〕三，同“參”。三合，即“參合”，指陰陽的結合。王逸以爲三合是天、地、人三者的結合，柳宗元則以爲是陰、陽、天三者的結合。本，根源。化，變化。兩句意爲：這陰陽二者的結合，甚麼是本源，又如何變化？

【對】智黑晰眇，往來屯屯〔1〕，厖昧革化，惟元氣存，而何爲焉〔2〕！合焉者三，一以統同〔3〕。吁炎吹冷，交錯而功〔4〕。

- 〔1〕智(hū 忽)黑，黑暗，指黑夜。晰(zhé 折)眇，日光遠照，指白天。往來，指晝夜交替。屯屯，不停息的樣子。兩句意爲：黑夜和白晝，在不停地交替着。
- 〔2〕厖昧，即蒙昧，指上文的“鴻翼惟像”的東西。革，變革。化，變化發展。元氣，古代樸素唯物主義認爲宇宙是“元氣”構成的。三句意爲：萬物從蒙昧狀態變化發展，這一切都是“元氣”在自然而然地起作用，哪裏是甚麼有意的作用呢！
- 〔3〕合焉者三，柳宗元自註：“《穀梁子傳》：‘獨陰不生，獨陽不生，獨天不生，三合然後生。’王逸以爲天、地、人，非也。”一，指“元氣”。統，統率。同，指陰、陽、天三者的結合。兩句意爲：陰、陽、天的結合，是受“元氣”支配的。
- 〔4〕吁(xū 虛)，緩慢地呼氣。吹，迅疾地呼氣。冷(líng 零)，清涼。功，指促使萬物“厖昧革化”的作用。兩句意爲：“元氣”緩慢地吹動，造成炎熱的天氣，迅疾地吹動，造成寒冷的天氣，冷熱交替而發生作用。

【問】圜則九重，孰營度之〔1〕？惟茲何功，孰初作之〔2〕？

- 〔1〕圜，同“圓”，指天。古人認爲天是圓的。九重，九層，古

代傳說天有九重。孰，誰。營度(duó 鐸)，經營度量。兩句意爲：天分爲九重(層)，那是誰幹的呢？

- (2) 茲，此。功，功績。兩句意爲：這是何等樣的功績，是誰最初創建的？

【對】無營以成，沓陽而九⁽¹⁾。轉轢渾淪，蒙以圜號⁽²⁾。冥凝玄釐，無功無作⁽³⁾。

- (1) 淏(tà 踏)，積聚。陽，陽氣。九，古人以一、三、五、七、九爲陽數，九爲最大的陽數，表示很多，不是指確定的數目。兩句意爲：天根本不是誰經營創造的，所謂“天有九重”，實際是陽氣積聚的結果。
- (2) 轉轢(huǎn 火)，車輪轉動。渾淪，廣大而不分明的樣子。兩句意爲：渾淪一片的陽氣像車輪般地轉動着，因此被加上“圜”的稱號。
- (3) 冥、玄，指自然而然。凝，凝聚。釐，整治。兩句意爲：天是由陽氣按照它本身的規律自然凝聚而成，沒有誰爲此建過甚麼功績，做過甚麼工作。

【問】斡維焉繫？天極焉加⁽¹⁾？八柱何當？東南何虧⁽²⁾？

- (1) 斡(guǎn 管)，樞紐。維，繩。古人認爲像大傘一樣撐着的天在不停地轉動，樞紐上還有繩縛住，不致下墜(這是蓋天說的觀點，認爲地是平的，天像罩在地上的大傘或者大帳篷，中間高、四周低，像扣在桌子上的半個皮球，最後同地連在一起了。這個有限的宇宙論，符合奴隸主貴族階級的“天尊地卑”觀念)。焉，何。極，際極，這裏有邊緣的意思。兩句意爲：縛在斡上的繩子，另一頭繫在哪裏？天的邊際是怎樣加上去的呢？
- (2) 八柱，古代傳說有八座山爲擎天柱。何當，何在。虧，缺損，指東南地勢低下，多江河湖海。兩句意爲：八柱撐在甚麼地方？東南爲甚麼虧損？

【對】烏筭繫維，乃靡身位⁽¹⁾！無極之極，漭瀾非垠⁽²⁾。

或形之加，孰取大焉〔3〕！皇熙亹亹，胡棟胡宇〔4〕！宏離不屬，焉恃夫八柱〔5〕！

- 〔1〕 烏，何。筭(xī 奚)，等候。縻，束縛、固定。身位，指天本身的所在。兩句意爲：哪裏要等到繫上繩子才能使天不墜呢！天就在它本來的所在之處。
- 〔2〕 無極，沒有盡頭。无極之極，指天的際極沒有盡頭。漭(mǎng 莽)瀾(mí 迷)，廣大。垠(yín 銀)，邊際。兩句意爲：天沒有邊界的，它廣大無邊。
- 〔3〕 或，某種。孰，何。兩句意爲：假如有某種形體可以加到天上去作爲邊極，天又怎麼算得上大呢！
- 〔4〕 皇，大。熙，廣。亹(wěi 尾)亹，運動不息。胡，何。棟，棟樑。宇，邊沿。兩句意爲：天廣大無邊，運動不息，哪裏有甚麼棟樑，有甚麼邊緣！
- 〔5〕 離，分。屬，連。兩句意爲：天是宏大的，構成天的陽氣又分散而不黏連，哪裏需要依靠八柱呢！

【問】九天之際，安放安屬〔1〕？隅隈多有，誰知其數〔2〕？

- 〔1〕 九天，指天的中央和八方。王逸註：“九天：東方皞天，東南方陽天，南方赤天，西南方朱天，西方成天，西北方幽天，北方玄天，東北方變天，中央鈞天。”際，邊界。安，何。放，至。屬，附。兩句意爲：九天之間的邊界安放在何處？九天之間又是怎樣連屬的？
- 〔2〕 隅(yú 娱)，角落。隈(wēi 偎)，彎曲處。《淮南子》載：九天之野，共有九千九百九十九隅。兩句意爲：天的角落彎曲處很多，誰知道它的數目？

【對】無青無黃，無赤無黑，無中無旁，烏際乎天則〔1〕！巧欺淫誑，幽陽以別〔2〕。無隈無隅，曷懵厥列〔3〕！

- 〔1〕 則，平均劃分。《說文》：“則，等分物也。”以上四句意爲：天既沒有青天黃天和赤天黑天之分，也沒有所謂天的中心和邊緣之別，怎麼能把天劃分並加上邊際呢！

- (2) 幽陽，指王逸註所說的“幽天”和“陽天”。兩句意爲：只是在巧妙的欺騙和瀟天大謊中，才有幽天和陽天之類的區別。
- (3) 懵(mēng 蒙)，糊塗、無知。厥，其。列，指數字的序列。兩句意爲：天根本沒有角落和彎曲之處，爲甚麼要被其隅隈的數字問題弄糊塗！

【問】天何所沓？十二焉分⁽¹⁾？日月安屬？列星安陳⁽²⁾？

- (1) 淐(tà 踏)，會合。古代傳說天是蓋在地上的，所以有天地會合之處。十二，十二辰，即子、丑、寅、卯、辰、巳、午、未、申、酉、戌、亥；這裏指黃道周天的十二等分。古人從現象上觀察，認爲太陽在天空中運行的路線是一個圓圈，稱爲黃道。古人便把黃道周天分爲十二等分，以十二地支分別代表它們，總稱爲十二辰。兩句意爲：天在哪兒同地會合？十二辰是怎樣劃分的？
- (2) 安屬，何所寄託。列星，衆星。陳，陳列。兩句意爲：日月寄託在甚麼上面？衆星又陳列在甚麼上面？

【對】折尊剗筵，午施旁豎⁽¹⁾，鞠明究曛，自取十二⁽²⁾。非余之爲，焉以告汝⁽³⁾！規燬魄淵，太虛是屬⁽⁴⁾。綦布萬熒，咸是焉託⁽⁵⁾。

- (1) 尊(zhuān 專)，古代楚地方言，結草折竹用來占卜稱“尊”。剗(yǎn 琐)，削。筵(tǐng 廷)，占卜用的小竹片。午施旁豎，縱橫交錯，這裏指占卜時小竹片被投擲成的各種樣子。
- (2) 鞠，尋根究底。曛，太陽落山時的餘光。鞠明究曛，研究太陽的出沒。自，自己，指“折尊剗筵”和“鞠明究曛”的人。以上四句意爲：十二辰是從事占卜和研究天文的人規定的。
- (3) 余，我。這裏是假託“天”的口氣來回答的，“余”就是指天。焉，何。兩句意爲：十二辰並不是我(天)所規定的，

我(天)又怎麼能回答你呢!

- (4) 規燬，太陽。魄淵，月亮。太虛，天。兩句意爲：太陽和月亮都寄託於天。
- (5) 梅布，像棋子一樣排列。萬熒，衆星。咸，都。是，此，指天。焉，是。兩句意爲：衆星也都寄託於天。

【問】出自湯谷，次于蒙汜⁽¹⁾。自明及晦，所行幾里？

- (1) 湯谷，古代神話傳說中太陽升起的地方。蒙汜(sì似)，古代神話傳說中太陽止息的地方。次，止息。四句意爲：太陽每天從湯谷出來，到蒙汜下去，從早到晚要走多少里路呢？

【對】輻旋南畫，軸奠于北⁽¹⁾。孰彼有出次，惟汝方之側⁽²⁾！平施旁運，惡有谷汜⁽³⁾！當焉爲明，不逮爲晦⁽⁴⁾。度引久窮，不可以里⁽⁵⁾。

- (1) 輻，車輪中湊集於中心轂上的直木，猶如自行車輪上的鋼絲。畫，直，這裏作指向解。軸，輪軸。奠，定、放置。這裏以輻和軸的關係作爲比喻。兩句意爲：當車輪中的某一根輻指向南方時，車軸就處於它的北方了；人所在地跟太陽之間的方位，也跟輻和軸的關係一樣，在不斷變換。
- (2) 彼，指太陽。側，偏斜，指人跟太陽之間的方位不斷變化。兩句意爲：哪裏是太陽有升起和止息，是你跟太陽的方位在改變罷了！（這含有地動的思想。）
- (3) 施，移。平施，指大地圍着太陽運轉。旁運，指大地本身的運行。柳宗元在這裏進一步發揮了地動的思想。兩句意爲：是大地本身在運行，哪有甚麼湯谷和蒙汜！
- (4) 當，對。不逮，不及，指太陽照不到。兩句意爲：在天的旋轉和太陽的運行的過程中，對着太陽的地方就是白天，背着太陽的地方就是黑夜。
- (5) 引，測量。窮，盡頭。兩句意爲：度量太陽一天走幾里的

工作，早就搞不下去了，這是不能用里數來計算的。（今天看來，這是可以計算的。因為周日運動是地球自轉的反映，周年運動是地球公轉的反映，而地球的自轉和公轉都是可以量度的。）

【問】夜光何德，死則又育〔1〕？厥利維何，而顧菟在腹〔2〕？

- 〔1〕夜光，月亮的別名。德，本領。死則又育，死了又生。這裏是指月相的變化，即月亮圓面的變化。因為月亮本身不發光，只是反射太陽的光輝，向日背日就不同，所以月面總是分為明亮部份和陰暗部份。古人把明亮部份稱為光或明，把陰暗部份稱為霸或魄。月亮的死生，就是指明亮部份的擴大和縮小。縮到最小又擴大，就是“死則又育”。這就是夏曆每月從“晦”到“朔”的情況。兩句意為：月亮有甚麼本領，居然能夠死而復生？
- 〔2〕利，好處。菟，即“兔”，古代神話說月中有兔。兔性多疑，行走時常返顧，所以稱“顧兔”。一說，顧菟，即蟾蜍。腹，指月亮的肚腹。以上四句意為：月亮有甚麼本領，能死而復生？兔子在它的腹中，對它有甚麼好處？

【對】燬炎莫儻，淵迫而魄〔1〕，遐違乃專，何以死育〔2〕！玄陰多缺，爰感厥兔〔3〕。不形之形，惟神是類〔4〕。

- 〔1〕燬炎，太陽的強烈光輝。儻，並、偶。莫儻，無雙，無比。淵，月亮。迫，近。這裏指月亮在天空中距太陽最近，即日月相合。魄，即霸，泛指月面上的陰暗部份。這裏指新月，即夏曆月初（朔）或月底（晦）的月亮。古人知道月亮距太陽最近時，月亮的明亮部份最小，而陰暗部份最大。
- 〔2〕遐違，遠離。這裏指月亮距太陽最遠，即日月相衝，日月在天空中相距一百八十度。專，滿，指月光盈滿，即月亮幾乎全部是明亮的，是滿月，亦即夏曆每月十五日的月面。以上四句意為：太陽光輝強烈無比，月亮逼近它時

人們看不到月光，遠離它時人們就能看到月光盈滿，哪裏有甚麼死和生！

- (3) 玄陰，指月亮。缺，缺損。這裏指月亮上比較陰暗的部份（月亮上高低不平，反光也不同。因此，月亮上的低陷部份就比較陰暗。月面上的這些區域被稱為“海”區）。爰，於是。感，感覺。兩句意為：月亮有許多明暗的部份，它使人看起來感到像兔子。
- (4) 類，類似。兩句意為：那不是真正的兔子的形狀，只是它的神態類似兔子。

【問】女歧無合，夫焉取九子〔1〕？伯強何處？惠氣安在〔2〕？

- (1) 女歧，神話傳說中女神名，無夫而生九子。合，匹配。
- (2) 伯強，傳說中疫鬼名。惠氣，祥和之氣。

【對】陽健陰淫，降施蒸摩，歧靈而子，焉以夫爲〔1〕！怪塗冥更，伯強乃陽〔2〕，順和調度，惠氣出行〔3〕；時屆時縮，何有處鄉〔4〕！

- (1) 陽，陽氣。陰，陰氣。淫，大。施，展開。蒸，氣上升。以上四句意為：所謂歧神生子，其實是剛健的陽氣下降展開、盛大的陰氣上升摩擦相互作用而產生的現象，哪裏要甚麼丈夫呢！
- (2) 涂(tiān添)，即“滲”，有害的癟氣。冥更，盛大、瀰漫。陽，生。兩句意為：癟氣盛大，就產生所謂伯強，並不是疫鬼。
- (3) 調，協調。度，適度。兩句意為：陰陽二氣和順而又適度，惠氣就出現了。
- (4) 屆，來臨。縮，收斂。兩句意為：伯強、惠氣時而出現，時而收斂，哪有固定的地方呢！

【問】何闔而晦？何開而明〔1〕？角宿未旦，曜靈安藏〔2〕？

- (1) 闔，關門。晦，暗，指天黑。兩句意為：天上哪裏的門關上天就黑？哪裏的門打開天就亮？

- (2) 角宿(xìù 秀)，二十八宿之一，東方蒼龍七宿的第一宿。這裏是指屬於角宿的天門二星。古代傳說，這二星之間爲天門。旦，明。曜靈，太陽。兩句意爲：天門尚未透露亮光的時候，太陽究竟藏在何處？（這是對關於天門傳說的懷疑和批判。）

【對】明焉非闢，晦焉非藏〔1〕。孰旦孰幽，繆躰于經〔2〕。蒼龍之寓，而迂彼角亢〔3〕。

- (1) 闢，開。兩句意爲：天亮並不是天門打開來的結果，天黑也不是因爲太陽隱藏起來了。
- (2) 幽，暗。繆躰(chán 蟬)，天體的運行。于，以。經，法度。這裏指天體運行的軌道。兩句意爲：天所以有晝夜，那是天體按照一定規律在軌道上運行的結果。
- (3) 蒼龍，角、亢、氐、房、心、尾、箕七宿的總稱，它們在晚間出現於天的東方。古代傳說，蒼龍七宿是太陽的東宮，亢是廟廷。迂(kuáng 狂)，欺誑。兩句意爲：把蒼龍作爲東宮本是寓言，以其角、亢之類作爲天門、廟廷，更是欺誑。

【問】不任汨鴻，師何以尚之〔1〕？僉曰“何憂”，何不課而行之〔2〕？

- (1) 任，勝任。汨(gǔ 骨)，治理。鴻，通“洪”，指洪水。師，衆人。尚，推舉、薦舉。這是講鯀(gǔn 滾)的故事。鯀(亦作鯀)，禹父，堯時被推舉擔任治水，後因無功，遭到誅罰。兩句意爲：鯀不能勝任治水的任務，衆人爲甚麼推舉他呢？（這裏表現了屈原的批判精神，他反儒家貶鯀的傳統，站在鯀的一邊，認爲治水沒有成功的責任並不在他。）
- (2) 僉，皆。課，試。《尚書》載：堯曾表示不同意用鯀治水，因衆人推舉，才派他去。兩句意爲：大家都說“何必擔憂”，爲甚麼不試驗一下再讓他去做呢？

【對】惟鯀譊譊，隣聖而孽⁽¹⁾。恒師厖蒙，乃尚其圮⁽²⁾。后惟師之難，曠頰使試⁽³⁾。

(1) 譊(náo 搶)譊，爭吵聲。隣，親近。聖，指堯。《史記》載：

堯父帝嚳是黃帝曾孫，鯀也是黃帝曾孫，所以鯀和堯是叔侄。“隣聖”即指鯀與堯的這一關係。孽，凶惡。兩句意為：鯀經常與人爭吵，雖跟聖人關係親近，而他自己却是凶惡的。

(2) 恒，久。厖蒙，不明白。圮(pǐ 痞)，毀壞。《尚書》載，堯曾說鯀“方命圮族”，意即違反命令，敗壞善類。兩句意為：長期以來，衆人不明白鯀的實際情況，於是推舉了他這種敗壞善類的人。

(3) 后，君主，這裏指堯。曠，通“顰”。頰(è 過)，鼻樑。曠頰，蹙額皺眉的意思。使，派遣。試，指堯派鯀治水本是對他的試驗。兩句意為：堯因為衆人的意見難於拒絕，勉強派鯀試着去治水。

【問】鴟龜曳銜，鯀何聽焉⁽¹⁾？順欲成功，帝何刑焉⁽²⁾？永遏在羽山，夫何三年不施⁽³⁾？

(1) 鴟(chī 癡)，鳥名，貓頭鷹之類。曳，搖尾而行。聽，聽從。兩句意為：鴟鳥啄銜，大龜爬行，鯀為甚麼聽任他們去破壞治水工程呢？王逸以為這裏是說鯀死後被鴟龜所食，非。

(2) 順欲，順着人們的期望。帝，指帝堯。刑，誅罰。《史記》載：鯀治水無功，舜請示堯後，加以誅罰。（當時堯為帝，舜攝政。）兩句意為：鯀是想把洪水制服，帝堯為什麼加以誅罰呢？

(3) 永，長期。遏，禁閉。羽山，神話傳說中山名。施，釋放。兩句意為：把鯀監禁在羽山，為甚麼三年不放呢？

【對】盜堙息壤，招帝震怒。賦刑在下，而投棄于羽⁽¹⁾。方陟元子，以胤功定地⁽²⁾。胡離厥考，而鴟龜肆喙⁽³⁾！

- (1) 堙，堵塞。息壤，《山海經》載：“鯀竊帝之息壤以堙洪水。”舊說息壤是一種能自己增長的神土，柳宗元認為息壤雖能增長，那是自然現象，並非神土。見《永州龍興寺息壤記》。在下，指鯀。鯀是堯臣，故稱“在下”。以上四句意為：鯀盜竊息壤以堵塞洪水，以致帝堯震怒。堯對鯀施予刑罰，並把他投棄于羽山。
- (2) 方，正。陟，提升、任用。元子，嫡妻所生的長子，這裏指鯀子禹。鯀被處刑後，舜舉用鯀子禹繼續治理洪水。胤，繼續。功，工程，這裏指治理洪水的工程。定地，確定疆域。相傳禹在治理洪水後，確定了九州（當時把全國分為九州）的疆域。
- (3) 離，陳列。考，父親。喙(huì 惠)，嘴。以上四句意為：當時正任用鯀的長子禹繼續治理洪水、確定九州疆域，怎麼會讓他父親的遺體棄在荒野，給鵠龜任意吞食呢！

【問】伯禹腹鯀，夫何以變化〔1〕？纂就前緒，遂成考功〔2〕。何續初繼業，而厥謀不同〔3〕？

- (1) 伯禹，即禹。禹稱帝前曾封夏伯，所以稱為伯禹。腹鯀，從鯀腹生出。《山海經》郭璞註：鯀死於羽山，他的屍體三年不腐朽，後來有人用刀把他的腹部剖開，得到禹。兩句意為：伯禹從鯀腹中生出來，為甚麼跟鯀有不同的表現？
- (2) 纂就，繼續。兩句意為：禹繼續鯀的事業，完成了鯀開始的工作。（這裏也是站在鯀的一邊說話的。鯀治水失敗了，失敗是成功之母，禹總結了失敗的教訓，才取得治水的成功。這不能不說也有鯀的作用啊！）
- (3) 初，先前。謀，計劃、方法。相傳鯀和禹治水方法不同，鯀主張築堤擋水，禹主張疏通河道以導水。兩句意為：為甚麼禹繼續鯀的事業，而做法不一樣呢？

【對】氣孽宜害，而嗣續得聖〔1〕，汙塗而藻，夫固不可以

類〔2〕。脰躬躉步，橋樞勸踣〔3〕。厥十有三載，乃蓋考醜〔4〕。宜儀刑九疇，受是玄寶〔5〕。昏成厥孽，昭生于德〔6〕，惟氏之繼，夫孰謀之式〔7〕！

- 〔1〕氣，氣質。嗣續，後嗣。兩句意爲：鯀氣質凶惡，該遭災禍，而他的兒子却很聖明。
- 〔2〕汙，即“污”。塗，泥。蕖，芙蕖，即荷花。兩句意爲：污泥裏生長荷花，本來就不能把兩者等同起來。
- 〔3〕脰(dǐ 底)，即“胝”，老繭。躬，身。躉(bí 必)步，跛行。相傳禹治水時，跋涉于山川之間，腿腳受傷而成爲跛足。橋(qiāo 橋)，一種走山路的工具。樞，一種走泥路的工具。勸(yè 曳)，勞苦。踣(bó 簟)，跌仆。兩句意爲：禹在治水過程中，皮膚上長出了老繭，足也跛了；他依靠橋和樞在山路和泥路上奔波，由於勞苦而跌仆。（柳宗元沒有理解屈原的原意，但他強調禹的成功是他深入實踐的結果，這也是正確的。）
- 〔4〕十有三載，《史記》載：禹治水共經過十三年。兩句意爲：禹辛苦了十三年，才平定洪水，掩蓋了他父親的醜名。（這是針對“纂就前緒，遂成考功”而說，意謂禹不是成父功，而是“蓋考醜”。）
- 〔5〕儀刑，法式。疇，類。相傳禹在平定洪水後，制定了關於治理天下的各種法制，一共分爲九類，即“九疇”。是，此。玄寶，玄圭；圭，上圓下方的玉。《史記》載：禹治水成功後，舜賜禹玄圭。兩句意爲：由於禹的功績，由他來制定各種制度作爲法式，並接受玄圭，都是很適當的。
- 〔6〕昭，明哲。
- 〔7〕氏，姓氏。式，效法。以上四句意爲：鯀的昏愚使他凶孽，禹的好品德產生了他的明哲；禹只是繼承了鯀的姓氏，爲甚麼要效法鯀的謀劃呢！

【問】洪泉極深，何以窶之〔1〕？地方九則，何以墳之〔2〕？

- (1) 洪泉，大的淵泉。寘，同“填”，填塞。兩句意爲：很深的水泉，是用甚麼填塞的呢？
- (2) 九則，九等、九品。墳，區分。相傳禹分九州的土地爲九等。兩句意爲：禹把全國的土地列爲九等，是用甚麼標準區分的呢？

【對】行鴻下墳，厥丘乃降⁽¹⁾。焉填絕淵，然後夷于土⁽²⁾！從民之宜，乃九于野⁽³⁾，墳厥貢藝，而有上中下⁽⁴⁾。

- (1) 行鴻，疏通水道，使洪水得以排洩。墳(tuī 頽)，自高下墜，這裏指水從高處流向低處。丘，山丘，這裏指水勢盛大時的洪峰。降，減損、削弱。兩句意爲：疏通水道，使洪水向下游低處流去，水勢就減弱了。
- (2) 淵，深水。夷，平。兩句意爲：哪用填平極深的水淵，才能使土地平整呢！
- (3) 宜，指宜於從事何種生產。九于野，指禹把全國的土地分爲九等。
- (4) 貢，賦稅。藝，種植，這裏指農業生產。上中下，《尚書》、《史記》載：禹根據各地的生產條件，把九州的土地和田賦分爲九等，即上上、上中、上下，中上、中中、中下，下上、下中、下下。以上四句意爲：禹根據農業生產情況，把全國的土地和賦稅分爲九等。

【問】應龍何畫？河海何歷⁽¹⁾？

- (1) 應龍，傳說中有翼的龍。《山海經》載：禹治洪水，有應龍來幫助，用尾劃地，指出疏導洪水的線路，禹就根據它來治水。歷，經行。兩句意爲：應龍怎樣用尾劃地？河海怎樣隨着應龍所劃而流通？

【對】胡聖爲不足，反謀龍智⁽¹⁾？畚鍤究勤，而欺畫厥尾⁽²⁾！

- (1) 聖，指禹。謀，謀求。兩句意爲：難道像禹這樣的聖人還不足以治理洪水，反而要靠龍的智慧嗎？（這裏表現了柳

宗元勇敢的無神論精神。)

- (2) 畚(běn 本),盛土器。鍤(chā 插),挖土工具。究,極盡。
兩句意爲:治好洪水是人們用畚鍤極盡勤勞的結果,應龍劃地的傳說是欺人之談!

【問】鯀何所營? 禹何所成(1)? 康回馮怒,墜何故以東南傾(2)?

- (1) 营,經營。成,成就。兩句意爲:鯀做了甚麼? 禹有何成就?
(2) 康回,即共工氏,古代神話傳說中人物。《淮南子》載:
“昔者共工與顓頊爭爲帝,怒而觸不周之山,天柱折,地
維絕。天傾西北,故日月星辰移焉;地不滿東南,故水潦
塵埃歸焉。”共工是勝利的英雄。馮(píng 憑),大、盛。
墜,古“地”字。兩句意爲:共工發怒,地爲何就向東南傾
斜?

【對】圜燾廓大,厥立不植(1)。地之東南,亦已西北(2)。
彼回小子,胡顛隕爾力(3)! 夫誰駭汝爲此,而以懸天極(4)?

- (1) 圜,同“圓”;圜燾(dào 道),指天。廓,廣。植,依靠。兩
句意爲:天是很廣大的,它的存在並不依靠甚麼東西。
(2) 已,相似。兩句意爲:東南雖地勢較低,但跟西北一樣,
都沒有傾陷。
(3) 顛隕,墜下,此處指天傾地陷。兩句意爲: 康回那個小
子,哪有這樣的氣力使天傾地陷呢!
(4) 駭,驚駭。汝,你,指屈原。懸(hún 混),擾。極,高遠。
兩句意爲:是誰嚇得你提出這個問題來打擾高遠的天?

【問】九州安錯? 川谷何洿(1)? 東流不溢,孰知其故(2)?

- (1) 错,交錯。洿(wū 烏),深。兩句意爲:九州地勢交錯,禹
怎樣劃定? 川谷爲何那麼深?
(2) 溢,滿。兩句意爲:百川都向東流,而海水不會滿出來,
誰知道其中的原因?

【對】州錯富媯，爰定于趾〔1〕。躁川靜谷，形有高庳〔2〕。東窮歸墟，又環西盈〔3〕。脈穴土區，而濁濁清清〔4〕。墳壘燥疏，滲渴而升〔5〕。充融有餘，泄漏復行〔6〕。器運漱漱，又何溢爲〔7〕！

- (1) 富媯(ào 奥)，土地，漢《郊祀歌》稱地爲“富媯”。定，指確定九州。于，以。趾，足。相傳禹治洪水，曾親歷全國各地，從而確定了九州的疆域。兩句意爲：交錯地分布在大地上的九州，是禹跑到各地去考察後確定的。
- (2) 躍，急疾。在一般情況下，川的水勢比谷大，流得也較迅疾，故稱爲“躁川”；谷則水勢較小而緩，故稱“靜谷”。庳(bēi 卑)，低。兩句意爲：川谷的洿深，是因爲地形有高低。
- (3) 窮，盡。歸墟，《列子》載：在渤海東面“不知幾億萬里”之處，有一個名爲歸墟的大壑，所有的水都流注其中，但歸墟內的水却始終不增不減。環，環行。盈，充滿。兩句意爲：水向東流到歸墟，於是又環行回來，充盈於西方。
- (4) 脈，這裏指土地中水流行的孔道，作動詞用。穴，孔穴。土區，泥土的縫隙。濁，濁水。清，清水。兩句意爲：水通過孔穴和泥縫，從東方流回西方，變得或清或濁。
- (5) 墳，高地。壘，黑而硬的土。燥疏，指土質乾燥疏鬆。渴，形容這種泥土極其需要水份。兩句意爲：那些高起的、黑而硬的土是乾燥的，土質又疏鬆。水滲入這種土壤後，就被不斷吸收而逐漸升向高處。
- (6) 充，充實。融，長。兩句意爲：西北高處的水因此充足有餘，即使在流行途中泄漏若干，仍舊不斷流向東南。
- (7) 器，容器，這裏把江河百川比作水的容器。漱(yōu 攝)漱，水流動的樣子。兩句意爲：水就這樣循環流行着，怎麼會滿起來呢！(柳宗元猜測到了水份的循環，但他所提出的具體循環途徑是錯的。河水流入海洋，海水蒸發而

成水氣，部份水氣又回到陸地上空，形成降水，落到陸地上，又成為河流的水源。）

【問】東西南北，其脩孰多〔1〕？南北順墮，其衍幾何〔2〕？

- 〔1〕 脩，長。孰多，哪個多。兩句意為：地的東西和南北哪個長？
- 〔2〕 墟(tuǒ 妥)，狹長。古時曆算認為南北距離較東西稍短。衍，多餘，這裏指差值。兩句意為：南北比東西短些，其間的差值是多少？

【對】東西南北，其極無方〔1〕。夫何鴻洞，而課校脩長〔2〕！茫忽不準，孰衍孰窮〔3〕！

- 〔1〕 極，盡頭。方，處所。其極無方，意即沒有止境。兩句意為：東西南北各個方向上都沒有邊界，也沒有止境。
- 〔2〕 鴻洞，無邊無際，這裏指天地。課，考核。校，計量。兩句意為：天地無邊無際，量甚麼長度呢！（柳宗元認為宇宙無邊無際，這是對的；但他還沒有認識到地球是有限的，可以量度。）
- 〔3〕 茫，廣大。忽，迅疾，這裏指天地在迅速變動。準，度量。衍，差距。窮，盡頭。兩句意為：廣大的天地在急速變動，不可度量，哪裏有甚麼差距和盡頭！

【問】崑崙縣圃，其尻安在〔1〕？增城九重，其高幾里〔2〕？

- 〔1〕 崑崙，山名。縣圃，古代神話傳說中崑崙山頂與天相通的地方。尻，古“居”字，指居處。一說，“尻”當作“尻”(kāo)，指尾巴。
- 〔2〕 增城，《淮南子》載：崑崙山上有增城九重，其高一萬一千里餘。王逸註引《淮南子》作一萬五千里。

【對】積高于乾，崑崙攸居〔1〕。蓬首虎齒，爰穴爰都〔2〕。增城之高，萬有五千〔3〕。

- 〔1〕 乾，西北方。攸居，所在。兩句意為：西北堆積得很高的地方，就是崑崙所在。

- (2) 蓬首虎齒，指古代傳說中的西王母。《山海經》載：西王母蓬首虎齒，穴居于崑崙山。爰，乃。都，居處。柳宗元把西王母看作獸類。兩句意為：蓬頭虎齒的動物，就居住在這裏的山穴中。
- (3) 五千，通行本柳宗元文集作“三千”，此據楊萬里《天問》〈天對〉解改。

【問】四方之門，其誰從焉(1)？西北辟啓，何氣通焉(2)？

- (1) 四方之門，古代傳說天的四方各有大門，起調節寒暑的作用。一說，四方之門，指崑崙山旁四面的門。從，指進出。兩句意為：天有東南西北四門，誰在這些門裏進出呢？
- (2) 西北，指西北方的天門。辟，同“闢”，開放。一說，“西北”指崑崙山西北方的門，不周風從這門通過，見《淮南子》。

【對】清溫燠寒，迭出于時(1)。時之丕革，由是而門(2)。辟啓以通，茲氣之元(3)。

- (1) 清(jīng 净)，冷。燠(yù 郁)，熱。迭，交替。時，這裏指季節。兩句意為：寒冷溫熱，在不同季節中交替出現。
- (2) �丕革，大變革。是，此。門，這裏作動詞用，設置門的意思。兩句意為：由於四個季節的氣候變化，產生了“四方之門”的設想。
- (3) 氣之元，指元氣。兩句意為：開啓了“門”並從“門”裏進出的，就是這個元氣。

【問】日安不到？燭龍何照(1)？羲和之未揚，若華何光(2)？

- (1) 燭龍，神話傳說中神龍名。《山海經》、《淮南子》載：燭龍，人面蛇身，赤色，身長千里，目發巨光。西北方有太陽照不到的地方，燭龍把那裏照亮了。有人說燭龍即盤古。兩句意為：哪裏太陽照不到，燭龍又怎樣來照耀？王逸說，燭龍是口中銜燭的龍。
- (2) 羲和，神話傳說中替太陽駕車的神。揚，舉鞭。若華，若

木花。若木是神話中一種神樹，其花光照大地。兩句意爲：羲和還未舉鞭把載着太陽的車子開動，若木花爲甚麼能放光芒？

【對】脩龍口燎，爰北其首，九陰極冥，厥朔以炳〔1〕。惟若之華，稟羲以耀〔2〕。

- (1) 脩，長。燎，明亮。口燎，指口中本身發光，並非銜燭。爰，乃。首(shòu狩)，方向。九陰，陰氣極盛。冥，暗，指照不到太陽。朔，北方。炳，光亮。以上四句意爲：長龍口中發光，它居於北方，使極其陰暗的北方因此有了光亮。
- (2) 稟，受。羲，即羲和，這裏指太陽。兩句意爲：若木花在太陽照射下發光。

【問】何所冬暖？何所夏寒〔1〕？

- (1) 所，處。兩句意爲：甚麼地方冬天也是暖的？甚麼地方夏天也是寒的？

【對】狂山凝凝，冰于北至〔1〕。爰有炎洲，司寒不得以試〔2〕。

- (1) 狂山，《山海經》載：狂山不生草木，冬夏有雪。凝凝，冰多而厚。北至，夏至。兩句意爲：狂山到處是冰，夏至時也結冰。
- (2) 炎洲，《十洲記》載：南海中有炎洲。司寒，相傳是掌管寒冷的北方之神，這裏指寒氣。試，用。兩句意爲：有個炎洲，寒氣不可能在那裏發揮作用。

【問】焉有石林？何獸能言〔1〕？焉有虬龍，負熊以遊〔2〕？

- (1) 焉有，哪裏有。石林，石樹成林。能言，會講話。
- (2) 虬(qiú求)，傳說中沒有角的龍。負，揜在背上。兩句意爲：哪裏有馱着熊的虬龍在玩耍？

【對】石胡不林？往視西極〔1〕！獸言嚙嚙，人名是達〔2〕。

有虬螭蛇，不角不鱗，嬉夫玄熊，相待以神(3)。

- (1) 西極，西方邊遠之地。兩句意爲：石爲甚麼不成林？你到西極去看罷！（柳宗元把石林解釋爲怪石林立，因西方多高山，所以肯定西極有石林。）
- (2) 嘻(jiāo 膠)嘻，本指鳥鳴聲，這裏形容猩猩的叫聲。人名是達，《山海經》載：猩猩能够知道人的姓名。達，通曉。兩句意爲：猩猩能嚙嚙地講話，它知道人的姓名。
- (3) 蜈蛇(yí 移)，龍蛇遊動的樣子。嬉，遊戲。待，共、拼湊。以上四句意爲：無角無鱗的虬龍在蜈蚣遊動，黑熊在遊戲，人們把這兩件事情牽強附會地聯繫起來，而當作神怪。

【問】雄虺九首，儻忽焉在(1)？何所不死？長人何守(2)？

- (1) 滅(huǐ 毀)，一種毒蛇。九首，九個頭。儻(shù 述)忽，往來飄忽；王逸以爲是電光。
- (2) 不死，長生不死。長人，指防風氏。相傳防風氏身長數丈。《國語》載：夏禹時諸侯防風氏守封嶧二山。四句意爲：九個頭的毒蛇在甚麼地方跑來跑去？甚麼東西是長生不死的？長人在守衛甚麼？

【對】南有怪虺，羅首以噬(1)。倏忽之居，帝南北海(2)。員丘之國，身民後死(3)。封嶧之守，其橫九里(4)。

- (1) 羅，排列。羅首，指怪虺排列着九個頭。《楚辭·招魂》：“南方之害，雄虺九首，往來儻忽，吞人以益其心些。”
- (2) 倏，同“儻”。柳宗元自註：“倏忽在《莊子》甚明，王逸以爲電，非也。”《莊子》載：南海之帝名倏，北海之帝名忽。兩句意爲：倏、忽住在他們稱帝的南海和北海。（《天問》“儻忽”二字當與《招魂》中的“儻忽”相同，作飄忽迅疾解。柳說不確。）
- (3) 員丘，《山海經》載：員丘在交胫國東，有不死之民。郭璞註：因當地有員丘，上有不死樹，人食其果實，能長壽。

後死，指長壽。

- (4) 封、嵎，封山和嵎山。橫，指橫臥。九里，《春秋穀梁傳》載：防風氏後裔長狄“身橫九畝”，柳宗元改為“九里”，作了進一步的誇張。兩句意為：身橫九里的長人，守衛着封、嵎二山。

【問】靡蓀九衢，枲華安居〔1〕？一蛇吞象，厥大何如〔2〕？

- (1) 靡，蔓延。蓀，萍。九衢，有九個分叉。王逸認為指“九交之道”（即九叉路），恐非。枲（xī 希），麻的別名。華，花。兩句意為：蔓延縈繞、叉頭縱橫的浮萍和枲麻之花，在哪兒能夠找到？
- (2) 一蛇，指巴蛇，傳說中的一種巨蛇。《山海經》載：南方有巴蛇，長八百尺，吃象，三年才排泄出骨頭。

【對】有萍九歧，厥圖以詭〔1〕。浮山孰產？赤華伊枲〔2〕。巴蛇腹象，足覲厥大〔3〕。三歲遺骨，其脩已號〔4〕。

- (1) 九歧，柳宗元自註：“《山海經》多言‘其枝五衢’，又云‘四衢’。衢，歧也。王逸以為生九衢中，恐謬。”圖，圖畫。據王逸說，屈原是根據他看到的圖畫寫《天問》的，所以柳宗元認為屈原時代曾有過“有萍九歧”的圖畫。詭，欺騙。兩句意為：長有九個分叉的萍，這是圖畫在騙人。
- (2) 浮山，柳宗元自註：“又，《山海經》言浮山有草焉，其葉如麻，赤華，即枲華也。”伊，是。兩句意為：浮山出甚麼？開着赤花的枲。
- (3) 腹，這裏作動詞用，指吞入腹中。足，足以。覲(dī 敵)，見。
- (4) 遺，排泄。號，稱號，這裏有說明的意思。兩句意為：三年才排泄出象骨，這就足以說明它的長了。

【問】黑水玄趾，三危安在〔1〕？延年不死，壽何所止？

- (1) 黑水，水名。玄趾，山名。三危，古代傳說中的山名。《尚書》載：“導黑水至於三危，入於南海。”兩句意為：黑水、

玄趾、三危這些荒遠的地方究竟在哪兒？

【對】黑水涇涇，窮于不姜⁽¹⁾。玄趾則北，三危則南。僊者幽幽，壽焉孰慕⁽²⁾！短長不齊，咸各有止⁽³⁾。胡紛華漫汗，而僭謂不死⁽⁴⁾！

- (1) 涇涇，水向遠處流。窮，盡。不姜，古代傳說中的水名，據《山海經》，它是黑水的盡頭。
- (2) 僊，即“仙”。幽幽，渺茫。兩句意為：仙人本來是渺茫無憑的，即使長壽，又哪裏值得羨慕！
- (3) 咸，都。止，指壽命終止。兩句意為：各人的壽命雖長短不同，但都是要死的。
- (4) 紛華，衆多的樣子。漫汗，無邊際，這裏指講話任意誇張，不着邊際。僭，虛假。兩句意為：爲甚麼紛然誇張，瞎說有不死的仙人呢！

【問】鯀魚何所？虯堆焉處⁽¹⁾？羿焉彈日？烏焉解羽⁽²⁾？

- (1) 鯀(líng 陵)魚，即陵魚，古代傳說中的一種怪魚。《山海經》載：陵魚，人面人手人足，魚身，在海中。虯(qí 祈)堆，即虯雀，古代傳說中的一種怪鳥。《山海經》載：其狀如雞，白頭，鼠足，虎爪，吃人。王逸說虯堆是一種怪獸。
- (2) 羿(yì 藝)，古代傳說中的人名，善射。彈(bì 畢)，射。烏，烏鵲。羽，羽翼、翅膀。解羽，指翅膀墮地不能飛。《山海經》、《淮南子》載：堯時有十日，每一日中有一烏，曬得地上草木焦枯。堯命羿仰射，命中九日，日中九烏都死去。後來只留下一日。兩句意為：羿怎樣射日？太陽中的烏鵲怎麼會掉下來？

【對】鯀魚人貌，邇列姑射⁽¹⁾。虯雀峙北號，惟人是食⁽²⁾。焉有十日，其火百物⁽³⁾！羿宜炭赫厥體，胡庸以枝屈⁽⁴⁾！大澤千里，羣鳥是解⁽⁵⁾。

- (1) 邇(ér 爾)，近。列姑射(yì 譯)，古代傳說中的山名。

- (2) 鮫雀，柳宗元自註：“《山海經》：鯀魚在海中，近列姑射。
‘堆’當爲‘雀’。鮫雀在號山，如雞，虎爪，食人。王逸註
誤。”峙，站立。北號，即號山。
- (3) 其，它，指十日。火，燃燒。兩句意爲：哪有十個太陽把
百物燒焦！
- (4) 炭赫，火赤的炭。庸，用。枝，同“肢”。屈，彎曲。射箭
時上肢要彎曲，此處“枝屈”即指射箭。兩句意爲：假如
真有十個太陽把百物燒焦，羿的身體應該像火赤的炭一
樣了，哪裏還能射箭呢！
- (5) 羣鳥，柳宗元自註：“《山海經》曰：‘大澤千里，羣鳥之所
解。’《天問》作‘烏’字，當爲‘鳥’；後人不知，因配上句，
改爲‘烏’也。”意思是說：《天問》中的“烏”原是“鳥”字，
後人因聯繫上句“羿焉彈日”，根據日中有鳥的傳說而把
“鳥”字誤改爲“烏”。解，指羽毛脱落。

（王运熙、李庆甲、徐鹏、顾易生、章培恒注释，
谭其骧、杨宽、蒋天枢等校。）

布鲁诺《论无限、宇宙和世界》(节译)

乔尔丹诺·布鲁诺(Giordano Bruno, 1548—1600)是意大利的哲学家、自然科学家、文学家。他出身贫苦，在青年时代接受了哥白尼学说，成了教会的叛逆，被革除教籍，驱逐出境。在以后几十年颠沛流离的生活中，他到处宣传无神论，宣传新兴资产阶级的自由思想。他的宇宙论，否认宇宙有限、有中心，击中了“政教合一”反动统治的要害，激起了当时罗马教会的恐惧和仇恨。最后，布鲁诺作为革命的科学殉道者，被送进了宗教裁判所的火刑场上，焚身而死。

下面节译的《论无限、宇宙和世界》一文，是布鲁诺的代表作。它尖锐地反对了亚里士多德的宇宙有限论(见附录)，充分体现了布鲁诺反潮流、反传统的战斗精神。

——译者

第一次对话

发言者：埃尔比诺

菲罗西奥(有时也叫西奥菲罗)^①

弗拉卡斯托罗

勃基奥

① 在这个对话中，菲罗西奥(Philotheo，有时也叫西奥菲罗 Theophilo)，实际上就是布鲁诺思想的代表。Philo 即爱，Theo 即神。布鲁诺采用这个名称，表示他的唯物论思想是披着泛神论(主张神即自然界)的外衣的。——中译者注，下同。

埃：宇宙怎么可能无限的呢？

菲：宇宙怎么可能有限的呢？

埃：你不是说你能够证明这种无限性吗？

菲：你不是说你能够证明这种有限性吗？

埃：这种向外扩展是怎么一回事？

菲：这种界限是怎么一回事？

弗：请你们明确地讲吧，明确地讲吧。你们叫我们在迷惑中呆得太久了。

勃：快讲出你的论据吧，菲罗西奥，你这种神话或幻想，我听了会很感兴趣的。

弗：谦虚点，勃基奥。如果真理最后说服了你，你又怎么说呢？

勃：老实说，我也希望菲罗西奥是对的。但是，即使这是真理，我也不愿意相信，因为这种无限我的头脑理解不了，我的肠胃也忍受不了。如果不幸从这个世界跌下去，我宁愿掉到结实的地面上。

埃：西奥菲罗啊，真的，假如我们愿意根据感官、也即根据我们主要的知识源泉进行判断，我们也许更难于得出你所说的结论，更易于采取相反的观点。就请你来开导我们吧。

菲：无限不是肉体的感官所能感知的。不能指望我们的任何感官提供这样的结论；因为无限不可能是感官知觉的对象。谁要想通过感官得到这种知识，就象希望用肉眼看到实体又看到本质一样。谁要是因为感官不能理解也不能看到一个事物就否认它的存在，他必然也要否定他自己的存在。因此，要求感官知觉提供证据，一定要有个限度，这就是只有对可以感觉的对象才能这样要求。即使这样，也不是完全没有

疑似的，还必须经过正确的判断。判断是智力的作用，它要适当考虑到那些未看到的、被时间上的差距和空间上的间隔所分开的因素。但就在这一点上，我们的感官知觉倒确实能够满足我们的要求，给我们提供适当的见证，因为感官知觉不能否定我们的意见。再者，感官知觉给我们以地平线是有限的这一印象，而这一印象又是在不断改变之中，这就表明感官知觉是软弱的，不适当的。既然我们从经验中知道，感官知觉使我们对我们所居住的地球表面产生了错觉，那末它所给予我们的星空有边界的印象，就更值得怀疑了。

埃：那末感官对我们有什么用处呢？请告诉我。

菲：仅仅是用来刺激我们的理智，进行揭露，作出指示。它不能提出全部的而只能提出部分的见证，更不能帮助我们进行判断或进行谴责。我们的感官不管怎样完善，总不免受到某种干扰。因此，真理仅仅在很小程度上是从感觉得来的，它是一个微弱的源泉，真理决不存在于感觉之中。

埃：那末真理是在哪里呢？

菲：在可感知的对象中，就象在镜子里一样。在理智中，它是通过争辩和讨论的过程而得来的。在智力中，它是通过了解事物的原因或通过对它的结论而得来的。真理还存在于正常而生气勃勃的心灵里面。

埃：讲下去，并拿出理由来。

菲：我要拿出来的。假如世界是有限的，外面什么也没有，那末我要问：世界在哪里？宇宙在哪里？亚里士多德回答说：在它本身之中。第一天层亦即天球最外面的天层的凸面就是宇宙空间，由于宇宙空间本来就是一个容器，所以它不能包容在任何东西之中。这是因为空间位置无非就是包容体的表面和界限，所以没有包容体也就没有空间位置。亚里士

多德啊，你说“空间在它本身之中”这句话是什么意思？关于世界之外的东西，你的结论又是什么呢？如果说那里没有什么东西，那末当然任何地方都没有天和世界了。

弗：那末什么地方都没有世界，什么地方都没有东西在其中了。

菲：整个世界是什么，是无法探求的。假如你说（在我看来，你一定是为了躲开“虚空”和“虚无”，所以想找点什么东西来说说）世界之外是神智，以致上帝变成了一切东西的空间位置，那末你自己也会感到难于解释：无形而又可以理解的、没有大小的东西，怎么能够成为一个有大小的物体所占的空间位置呢？假使你说这个无形的空间仿佛包容了一个什么形体，犹如灵魂包容了身体一样，那末你并没有回答外面有什么，也没有探究宇宙以外的东西是什么。假使你要为自己辩解说，在那一无所有、什么也不存在的地方，就谈不到空间中的位置，也谈不到在它之外或在它外面的东西，对此我还是一点也不能满意。这都不过是一些空话和辩解，不可能构成我们思想的一部分。因为无论根据哪一种意义或幻想（即使可能真有各种意义和各种幻想的话），也就是说从任何真正的意义来说，都完全不可能存在这样一种外面既没有物体又没有虚空的表面、界限或边界，即使有上帝在那里也是如此。因为神并不以填补空间为其目的，神也不会是一个物体的边界，这决不是神的本性。任何可称之为起限制作用的物体，要末是事物的外形，要末是一个包容体。这种性质，无论你怎么说，都是同崇高的神性和宇宙本性不相容的。

勃：我认为对这样的人只能这样回答：假使一个人把手伸到天球的凸面以外，他的手就不会占据空间的位置，也不会占据任何地方，因而也就不存在了。

菲：我要补充一句，谁都看得出逍遥学派^①这种说法里面所包含的矛盾。根据亚里士多德所下的定义，物体所占的位置不是指包容体本身，也不是指某一空间[的部分]^②，而是指包容体表面。然后他又断言，那首要的、主要的和最大的空间是一种与这一定义完全不相符合的空间，也就是第一天层[最外面的天层]的凸面。这是一种特殊物体的表面，这种物体只能包容，而不能被包容。作为空间位置的表面，并不需要它属于一个被包容体，它必须属于一个包容体。假使它是一个包容体的表面，而又不跟被包容体接合并连在一起，那末它就是一个没有位置的空间了。因为第一天层[最外面的天层]如果不是由于它的凹面而同下面一个天层的凸面相连接，就不可能成为一个空间。因此，我们认识到这个定义是无用的，混乱的，不能自圆其说的；而混乱是由天穹之外什么也不存在这种不适当的说法所引起的。

埃：逍遥学派会说，最外面的天层所以成为一个包容体，是由于它的凹面而不是由于它的凸面，由于这个凹面，它才是空间。

弗：那末我要接着说，如果是这样，那末包容体的表面就不一定是空间中的位置了。

菲：总之，直截了当地谈谈我的主张吧！我认为，说天外空无所有，说天包含在它自身之中，仅仅是由于偶然，即由于它的各个部分它才处于一定的地点，才具有一定位置，这种断言是可笑的。无论对亚里士多德的由于偶然一语作怎样的解释，他总不能摆脱这样一个困难，即一不能转化为二。因为包容体永远不同于被包容体，二者是这样的不同，连亚里士多

① 即亚里士多德学派。

② 方括弧里的话是英译者加上的，下同。

德自己也说：包容体是无形的，被包容体却是有形的；包容体是不动的，被包容体却是动的；包容体是一个数学概念，被包容体却具有有形的存在。

所以，不论这表面是什么，我总要提这样一个问题：外面是什么？假如回答是没有什么，那末我就称它为虚空或空无所有。这样一个“虚空”或“空无所有”，虽然有一个内部界限，却没有度量和外部界限；这比一个无限或无边的宇宙更加难以想象。因为要是我们坚持宇宙是有限的话，我们就摆脱不了这个虚空。现在让我们来看，究竟是否有这样一个空无所有的空间存在的可能，在这个无限空间中安放着我们的宇宙（我暂且不去考虑它是由于偶然，还是由于必然，或者由于天意）。现在我问：这个真正包容世界的空间是否比在它之外的另一个空间更适合于包容世界呢？

弗：我当然认为并不是这样。因为哪里空无所有，哪里就不可能有区分；哪里没有区分，哪里就没有质的差别；而且因为空无所有，也许更没有什么质可言了。

埃：那也就谈不上缺乏什么质了，这种说法比前面的那种主张更加肯定。

菲：你说得对。所以我说，逍遥学派认为必需的那种“虚空”或“空无所有”，并不适合于容纳世界[即没有吸引世界的力量]，更不能排斥世界。但是在这两种性能中，我们只看见一种在起作用，而另一种除非用理智的眼睛去看则不能完全看见。因此，既然这个（柏拉图学派称之为物质的）世界存在于这个其大小等于我们整个世界的空间里面，那末另一个世界也会存在于另一个空间里面[其他各个世界]，即存在于这类空间之外的无数空间里面。

弗：当然，作出同所看到和知道的情况相似的结论，比作

出同所看到和知道的情况相反的结论更有把握。既然我们的观察和经验证明宇宙是没有穷尽的，也不终止于我们确实毫无所知的“虚空”或“空无所有”之中，那末我们应该象你那样合理地作出结论说：即使所有其他的推理也同样重要，我们仍然应该看到，我们的经验否认有一种虚空，而不否认有一种充实体。既然如此，我们总是有理由承认这种充实体；否则就无法避免许许多多的指责和困惑。菲罗西奥呵，讲下去吧。

菲：至于无限空间，我们确实知道它适合于容纳物质，而且除物质之外再也不知道有别的什么东西了！然而对我来说，只要因为在空无一物的地方不会有强力，所以无限不会排斥对物质的容纳，这也就够了。现在的问题是要考虑，如果说所有的空间都是充实的，是否说得通呢？在这方面，如果我们既研究空间可能做什么，也研究空间可能是什么，那末还是会发现，充实体这种说法不仅是合理的，而且也是必然的。为了把这一点说清楚，我想问你：如果说我们这个世界是存在的，这是不是恰当的呢？

埃：很恰当。

菲：这样就可以恰当地说，这个空间和这个世界一样大小（我想把它叫做“空无一物的空间”，它类似于远在第一天层凸面以外的你所谓的虚无空间，而且与之毫无区别），而且我说，这个空间也应该是同样充实的。

埃：当然。

菲：我还要问你。你是否认为，正如我们这个空间中存在着这种我们称之为世界的结构一样，在这个广大的“空无所有”里面的另一个空间中，也许已经存在过、或者可能存在者同样的结构？

埃：我想是这样，尽管我想不出怎么能够在虚无和空的

空间中去分辨各个事物。

弗：你肯定知道，只是你不愿说出来，因为你知道讲出了会把你引到哪儿去。

埃：毫不犹豫地讲出来吧。我们应该说明并理解我们的世界是处于一个空间里面的，这个空间如果没有我们的世界，就会同超出你的原动力^①以外的那个空间一样了。

弗：说下去。

菲：这样说来，正象这个空间能够包容并已经包容了这个宇宙天体，而且必然象你曾说过是已完成了的空间一样，所有其余的空间也能以同样的方式完成而且已经完成。

埃：我承认这一点。那末由此可以推论出什么来呢？如果一个事物可能是或可能有，是否就因此可以说，它确实是或确实有呢？

菲：我来说明吧。只要你肯说实话，你就会说：它可能是，应该是，也确实是。正象说我们这个空间并不充实，也就是说我们的世界并不存在，这是讲不通的一样，由于各个空间无法互相区别，就说整个空间并不充实，这也是讲不通的。由此可见，宇宙是无限大的，其中的各个世界，是无数的。

埃：那末，为什么一定要有这么多的世界，而不是单独的一个世界呢？

菲：因为，如果说我们的世界并不存在，或者说这个充实体并不存在，是讲不通的，那末，说我们这个空间或类似的空间不存在，也同样是讲不通的。

埃：我认为，在我们这个空间中所讲不通的东西，在另一个同类的空间中却可能照样存在。

① *Primum mobile*，亚里士多德学说中推动所有天体运动的最外一层天，即所谓“恒星天”。

菲：如果你仔细考虑一下，就可知这都会得出一样的结果。因为这种有形物可能就是我们的空间，也可能是存在于另外一个与我们空间类似的空间中的东西，它的完善性确实反映了与它相同或相似而又同样广大的另一空间的完善性、适合性和完美性，并且是与之相关联的，但是与类似于我们空间的其他无数空间所具有的完善性却没有关系。如果说有限的完善和有止境的完善是合理的，那末，无限完善的观念就更加合理。因此，这个论据就更有说服力了。因为既然有限的完善在我们看来是合理而恰当的，无限的完善就更是必不可少的必然了。

埃：无限的完善当然存在，但它是无形的。

菲：这样说来，关于无形的无限性我们是一致的；但是为什么不能同样承认完善而有形的无限物呢？完全单纯而独特的“太初”所蕴涵的无限性，为什么不能表现在它自己无限的、无边无际而能包罗无数世界的形象中，而要表现在如此狭隘的范围之中呢？因此，在我们看来如此广阔的这个世界，在神的眼中不过是一个点，甚至等于零；不肯相信这一点，可真是不知羞耻了。

埃：但是，神的伟大决不在于有形体的大小（更不用说我们的世界不会为神增添什么东西），因此，我们也不应当认为它的映象的伟大只是在于它的尺度的大小。

西：说得好。但是你没有抓住问题的要害。我并不坚持无限的空间；大自然被赋予无限空间，并不是为了扩大有形体的大小或范围，而是为了提高有形体的性质和形象，因为无数的个别事物远比可数的有限事物更能体现出无限的完美。那无法认识的神的面貌确实必须有一个无限的映象，而且在这个映象中应该包括无限多的成员，也就是无数的世界，这些也

就是我们所假定的其他的世界。但是，既然必须通过有形的方式使无数级别的完美性展示出神的无形的完美，所以也就必须有无数的个体，或这样一些巨大的活物，在其中我们的地球就是一个，它是我们神圣的母亲，它生育我们，哺养我们，最后又把我们接了回去。为了包容这无数的物体，也就要有一个无限的空间。既然无数的同我们世界一样的世界能够存在，它们就应该合理地存在，就象我们的世界已经存在而且确实存在着，以及应该合理地存在下去一样。

埃：我们说，这个有限的世界和有限的星球一起，就包含了万物的完善性。

西：你可以这样说，但是你不能证明它。我们这个有限空间的世界确实包含了我们空间中一切有限体的完美性，但不包含无数其他空间中的那些无限潜在能力的完美性。

弗：让我们就此打住，不要学那些诡辩家吧，他们只是为了取胜而辩论，为了夺取桂冠，他们不让自己也不让别人理解真理。我相信，没有人会顽固地出尔反尔，不怕出丑，竟会否认：既然空间可以包含着无限性，既然包含在这空间中的无限个世界中的个体和集体也包含着完善性，那末其中每一个世界也象我们所知道的这个世界一样，就可以合理而恰当地存在下去。因为无限的空间赋有无限的质，存在的无限作用在其中受到颂扬，因此，我们认为无限的“第一原因”是充分的，它的无限的质也不是无益的。埃尔比诺啊，让我们满足于听取菲罗西奥的进一步论证吧，假使他在这方面还有什么要说的话。

埃：说实话，我也完全看到，说世界（你们是把宇宙叫做世界的）没有边际也没有什么不妥之处，实际上反而可以摆脱那些相反意见给我们带来的困难。尤其我认识到，假使追随

逍遥学派，我们就必须时常说出那些在我们思想中毫无根据的东西。例如，我们曾否认在宇宙之外或宇宙之内存在着空无一物的空间；当我们试图回答“宇宙在哪里”的问题时，为了怕说它根本不在任何地方，我们就必须宣称宇宙是在它本身的某些部分之中。这仿佛是说：*Nullibi, nusquam*（没有什么东西，没有什么地方）。但是不能否认，根据这样的论据，好象必须说，这些部分占有某种位置，而宇宙倒不占位置，并且也不在空间里面。这种说法（大家都会承认）是毫无意义的胡说八道，显然是一种顽固的逃避，想避免把真理直说出来，不肯承认世界和宇宙的无限性，或空间的无限性。这样的企图只能使他们陷入加倍的混乱。所以我们肯定说：假使宇宙是一个单一的球体，因为它具有形状和界限，那末它在无限的空间里必然是有穷尽的。假使我们要说无限空间里面什么也没有，那末就得承认有一个真正空无一物的空间。而如果真是存在这样的空间，那末我们不但有理由可以设想，我们所看到的能够包括我们世界在内的那部分空间是这样一个真正空无一物的空间，而且也同样有理由可以设想，整个空间也是这样空无一物的。但是假使不存在空洞的空间，那末整个空间就必须是一个充实体，因而这个宇宙也必须是无限的。当我们断定了世界以外什么也没有之后，还要说世界必须有一定位置，或者认为它存在于它自身的部分之中，那就真是太蠢了，蠢得就象是说：埃尔比诺必须有一定的位置，因为他的手在他的臂上，他的眼睛在他的脸上，他的脚在他的腿上，他的头在他的身上。为了得出一个结论，我不去学那些陷于明显困境中的诡辩论者在空谈中浪费我的时间，而宣布我所不能否认的是：在无限的空间中，要么存在着无限多的同我们世界一样的世界，要么这个宇宙扩大了它的容量，以便它能包容

许多我们称之为恒星的天体，或者要不论这些世界彼此之间是否相似，都有同样的理由可以存在。因为这一个的存在并不比另一个的存在更不合理，许多个的存在并不比这一个或那一个的存在更不合理，而无限个的存在也并不比大量的存在更不合理。因此，废除这个世界，使它不存在，这是罪恶；废除无数个其他世界，使它们都不存在，也同样是罪恶。……

[附] 亚里士多德《天论》(节译)

这个问题弄清楚以后，我们必须转而考虑其他问题。首先，是否象以往大多数哲学家所相信的那样，有一个无限的物体，或者这是不可能的。这样或者那样来解决这个问题，对于我们探索真理来说，差别不是很小，而实际非常之大。人们可以说，正是这种差别，曾经是而且可以预期将来也是自然科学中所有相反论断的根源，因为在真理的论证过程中，开始时如失之毫厘，就会差以千里。……

以下论证说明，所有作圆周运动的物体必然是有限的。如果这个旋转物体是无限的，那末从中心①发射出来的直线，也将是无限的。但是，如果这些直线是无限的，那末介于其间的空间也必定是无限的。所谓“介于其间的空间”，我把它定义为：越过它的范围就没有量值能同这些直线相接触的空间。这个空间必然是无限的。在这些直线是有限的情况下，这个空间始终是有限的，但是总可以取比任何既定数量更多的直线，因而当我们说数是无限的这个意义上，这个空间就是无限的，因为不存在什么最大的数。所以，如果不可能越过无限的空间，而且在一个无限的物体中各半径之间的空间又是无限的，那末，这个物体就不能作圆周运动。但是，我们亲眼看到天球在沿着圆周旋转，而且我们也已用论证说明，圆周运动是实在物体的运动。

还有，如果从有限时间减小一段有限时间，那末，所剩下的时间也

① 指旋转物体的圆形轨道的中心。

必然有限，而且还有一个起点。但是，如果一段行程在时间上有一个起点，那末，运动因而它所经过的距离，也必然有一个起点。这个道理同样适用于别的事情。设 A C E 是一条在 E 方向上无限的直线，而 B B 是一条在两端都是无限的直线。如果 A C E 线以 C 为中心作一个圆，那末我们就可以预期，A C E 线在旋转当中就会在某一有限时间内同 B B 相交（因为天球完成其旋转所需的全部时间是有限的，因而这段被减去的时间，也就是在其中一条 A C E 线在运动中同另一条线 B B 相交的时间，也是有限的）。因而，在时间上将有一个点，在这个时间点上，A C E 线最先与 B B 线相交。但这是不可能的。因此，无限的物体不可能作圆周运动。如果天是无限的，那末天也不可能如此。……

我们现在就来解释，为什么不可能有比一个世界更多的世界。这是一个我们已经看到要考虑的问题。因为以前的讨论只能应用于没有固定位置的那些物体，所以出现一种反对意见，说我们还没有对没有任何东西能存在于这个世界之外，提出一个普遍的证明。

所有物体都能自然地和受强制地静止或运动。一个物体可以自然地运动到它不受强制地静止的地方，也可以不受强制地静止在它所自然地运动到的地方。它还可以受强制地运动到它受强制地静止的地方，也可以受强制地静止在它所受强制地运动到的地方。而且，如果某种运动是强迫的，那末它的反面就是自然的。因此，如果土从无论哪里受强制地运动到这里的中心，那末它从这里到那里的运动就是自然的；而且在它从那里到了这里以后，如果不受强制地留在这里，那末它来到这里的运动也是自然的运动。各种物体的自然运动都是同一的。而且，所有世界由于其本性都相同，所以必然由同样的物体组成。但同时，每一个这种物体，也就是说，火和土以及介乎它们两者之间的各种物体，必须具有同样的潜能；因为，如果另一个世界的物体同我们这个世界的物体只是在名称上相同，而不是由于有相同的形式，那末，由它们组成的整体也只能在名称上被称为一个世界而已。由此可以清楚得出，这些物体中有一个将出于其本性要作离心运动，而另一个则作向心运动，因为所有的火必然同其他的火一样有相同的形式，正象在这个世界中火的不同部分有相同的形式一样；对于其他各种物体，同样也可以这

样说。至于所以一定要这样说，显然是由于我们对简单物体的运动所作的一些假定，这就是，它们在数目上是有限的，而且每一个元素都有一种给它们规定了的特殊运动。因此，只要运动相同，那末元素无论在哪里也必定相同。因而很自然，另一世界里的土的微粒也要向着这个世界的中心运动，而那个世界里的火则要向着这个世界的周围运动。但这是不可能的，因为如果是这样的话，土在它自己的世界里就一定要作向上运动，而火则要向其中心运动；同样，在我们的世界里，由于我们假定各个世界彼此间的位置是相对的，所以当土要趋向别的世界的中心时，它将很自然地作离心运动。事实上，或者我们必须否认各不同世界的简单物体有相同的本性，或者如果我们承认它们有相同的本性，那末象我已经说过的那样，我们就必须使所有世界有同一个中心和同一个周围，而这意味着，不可能有多于一个世界的世界。……

现在这个世界必须看作是由物质构成的许多特殊的物体中的一个。但是，如果这个世界不是由部分物质而是由所有物质构成的，那末我们可以同意，它可以称之为“世界”和称之为“这个世界”的主要本性是显明的。虽然如此，但不可能有另一个世界，也不可能有多于一个世界的世界，其理由就是因为所有物质都已被包含在这个世界里面。

所以要留待论证的是：我们自己这个世界是由整个自然界可感知的物体组成的。首先，让我们来确定“俄莱诺斯”^①这个词的意思，并且为了使我们能更清楚地了解我们研究的对象，来确定这个词有多少含义。（1）在一种意义上，我们用“俄莱诺斯”这个词指这个世界的最外层的实体，或者指这个世界的最外层的自然物体；因为我们通常特别是把最外层和最高层区域称为“俄莱诺斯”的，而且我们也相信，所有的神明是寄寓在这个区域里的。（2）我们用这个词指这个世界最外层下面的那个物体，其中有月亮、太阳和某些星球^②；因为我们说，这些天球是在“俄莱诺斯”里的。（3）我们还在另一种意义上用这个词来指最外层所

^① “俄莱诺斯”是 ouranos 的译音。按照亚里士多德，它的意思是“世界”、“宇宙”或“天空”。

^② 指行星。亚里士多德认为，恒星在最外层区域里。

包围的那个物体；因为我们通常也用“俄来诺斯”的名称来指整个世界。

“俄来诺斯”这个词就有这三种意义，而最外层所包围的整体，必然是由整个自然的可感知的物体构成的，其理由是，在天球之外没有也不可能有任何物体。因为，如果在最外层以外，还有什么自然物体，那末，这个自然物体必然是简单的或者是复合的；而且它在那里的位置也必然是自然的或者是不自然的。但是，它不可能是一种简单的物体。因为(a)我们已经指出，旋转着的物体不可能改变其位置；(b)也不可能是作离心运动的物体，或者是向中心趋于静止的物体。这种物体不可能自然地处在那里（因为它们的固有位置是在另外一些地方），而如果它们在那里是不自然的，那末这个外部区域自然是属于某个别的物体；因为，对一个物体不自然的地方，对另一种物体必定是自然的。但是我们已经看到，除了这三种物体外，再没有其他的物体。因而不可能有任何简单物体应能处于天球之外。而如果这对简单物体来说是正确的，那末它对复合物体来说也是正确的，因为复合物体所在的地方也必然是简单物体所在的地方。同样不可能的是，一个物体竟会跑到了那里去，因为，它来到那里，不是自然的，就是不自然的，同时，它不是简单的就是复合的，这样，事实上同样的论证又将重新浮现：不论我们问“它是否在那里？”或者“它是否能跑到那里？”都没有什么区别。

根据上面所说，可以清楚看到，在天球外面并没有而且事实上也不允许有任何物体。整个世界是由所有实存物质所组成的（因为，正如我们已经看到的，适用于整个世界的物质是自然界中可感的那些物体），因而可以得出结论说，现在不存在多个世界，过去也没有，而且将来也不会有。这个世界是唯一的，孤独的，完整的。此外也很清楚，在天球以外既没有地方，也没有虚空，没有时间；因为(a)所有地方都可能有物体存在；(b)按定义，虚空是虽然现在不含有物体，但是能够含有物体的地方；(c)时间是运动的计数，没有自然物体就不可能有运动。于是很显然，在天球以外，既没有地方，也没有虚空，没有时间；因为我们已经证明，在那里既没有也不可能有物体存在。……

（傅力译 王福山校）

• 科学动态和理论介绍 •

关于地壳结构的一种新理论 ——板块构造假说

地球的表面有一层很薄的硬壳，叫做地壳。它的厚度不一，海洋中最薄处只有五、六公里，陆地上最厚处达七、八十公里。整个地壳的平均厚度大约是三十三公里。如果拿它和地球的半径(6371 公里)相比，就好象一只鸡蛋的蛋壳一样，只不过是很薄的一层表皮。

从地质学的发展历史来看，关于地壳结构和地壳运动历来有两种不同的解释。一种是以垂直运动为主去解释地球上发生的一切地壳运动，称为垂直运动学派。一种是以水平运动为主去解释地球上发生的一切地壳运动，称为水平运动学派。各派内部又可细分为各种不同的学说。“板块构造说”就是在水平运动学派的“大陆漂移说”、“地幔对流说”、“海底扩张说”基础上发展起来的一种新假说。

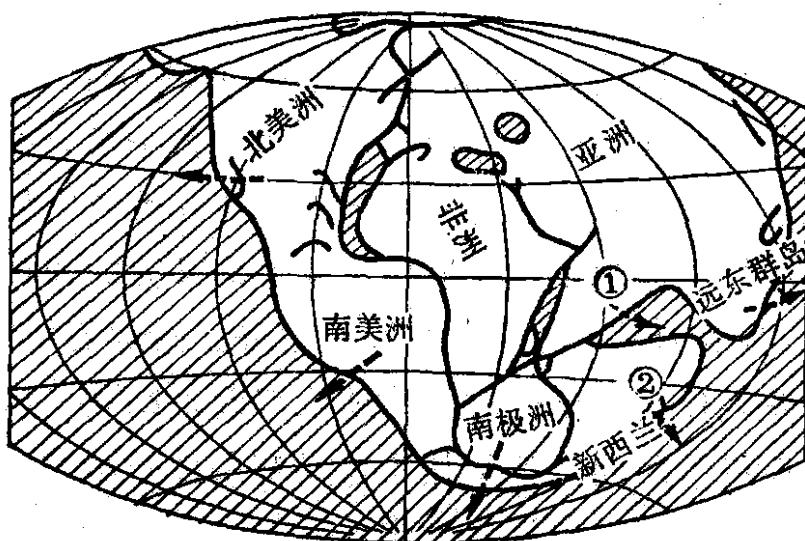
(一)

冷缩说 “冷缩说”(1852 年)是关于地壳运动的第一个假说，于一百多年前由法国人鲍蒙提出。他根据地球热起源的观点，认为地球最初是一个炽热的火球，由于辐射散热，渐渐冷却下来，外面冷却得比较快，先在地球的表面形成一层硬壳。而地球的内部却还在继续冷却收缩，结果就与已形成的硬壳脱离，造成一个“空间地带”。于是地壳便褶皱起来，

就象干瘪的红枣一样，在它的表面布满了“皱纹”。现在地球上的山脉就是这样褶皱而成的。但是鲍蒙的说法有一个漏洞。按照他的观点，地球的收缩应当使地壳上各个部分都出现褶皱。但事实上却是有的地方发生褶皱，有的地方则保持原来的状态。对此，奥地利学者休斯作了重要的补充。他认为地球的表面有“刚性地段”和“柔性地段”之分。当地壳收缩时，刚性地段不发生什么变化；对柔性地段来说，则象老虎钳一样起着箝制作用。因此，褶皱作用总是在柔性地段发生，而且褶皱带的轮廓、形态、位置是为刚性地段的形态和位置所制约的。冷缩说和许多地质现象（如长条状连续出现的波状褶皱）相符合，所以在十九世纪下半期至二十世纪初，在大地构造理论中一直占据着统治地位。

但是，由于放射性元素的发现，冷缩说受到了严重的打击。放射性元素蜕变所产生的热能，不断地烤热着地球，使地球不仅没有冷却收缩，而且还在增热膨胀。于是，地质学家们不得不对地壳运动的原因寻求新的解释。

大陆漂移说 冷缩说失败后，德国地球物理学家魏格纳提出了“大陆漂移”（1912年）的新假说。他根据非洲西海岸和南美洲东海岸在形状方面的相似性等资料，设想在古生代地球上只有一块陆地，称泛大陆，在它的周围是一片广阔的海洋（图一）。后来由于天体的引潮力和地球自转所产生的离心力，使原始大陆分裂成若干块，这些陆块就象冰块浮在水面上一样逐渐漂移、分开。美洲脱离了欧洲和非洲向西移动，越漂越远，在它们之间就形成了大西洋。非洲有一半脱离了亚洲，在漂移过程中，它的南端沿顺时针方向略有扭动，渐渐与印巴次大陆分离，中间形成了印度洋。南极洲、澳大利亚则脱离了亚洲、非洲向南移动，而后又彼此分开，这就是现



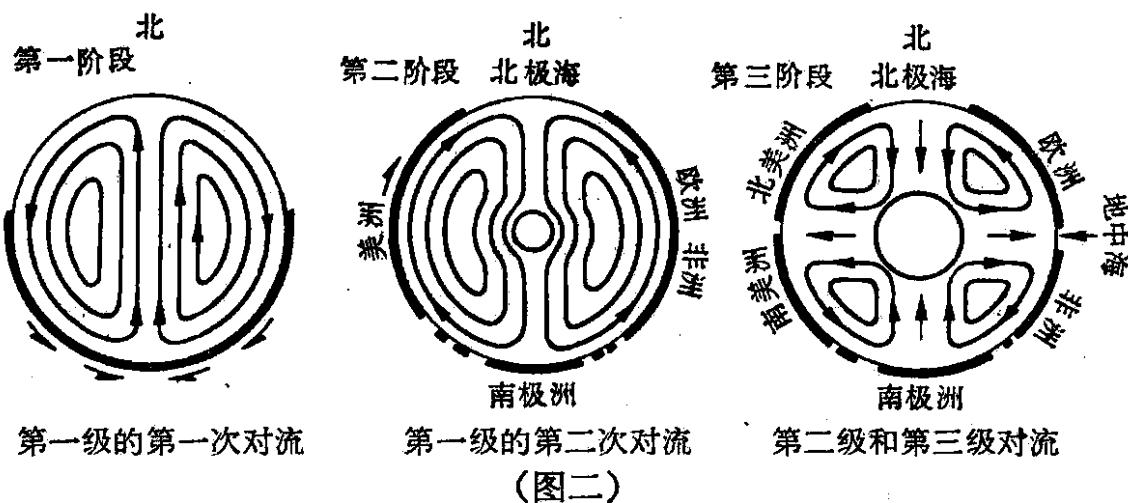
(图一) ①印巴次大陆 ②澳大利亚

在的澳大利亚和南极大陆。魏格纳认为地球上的山脉也是大陆漂移的产物。如纵贯南北美洲大陆西海岸的科迪勒拉和安第斯山脉，就是美洲大陆在向西漂移滑动过程中，受到太平洋玄武岩基底的阻挡，由大陆的前缘褶皱而成的。

大陆漂移说一提出，轰动了整个地质学界。不少资料证明了大陆的确曾经在水平方向上移动过。首先，世界大陆轮廓具有显著的相似性，如果现在我们把南美大陆和非洲大陆彼此相向移动拼合在一起，两者可以吻合得很好，几乎不留什么空隙。其次，在大洋两岸的地质构造也有不少相似之处，如果把非洲的开普山和南美的布宜诺斯艾利斯山连接起来，可以视为同一个地质构造的延续。此外，从古气候、古动物群和古植物群的分布来看，南美、非洲、印巴次大陆、澳大利亚等地在古生代和中生代初期都很相近，而中生代以后则有显著的不同，说明这些大陆原来曾经是连在一起的，后来才渐渐分开。最后，根据大地测量的结果，在最近二、三十年间美洲与欧洲之间的距离有所增加，说明这两个大陆至今还处在漂浮移动之中。

地幔对流说 促使大陆漂移的动力是从哪里来的呢？针对这个问题，英国的霍尔姆斯提出了“地幔对流说”（1928年）。

地幔对流说认为，在坚硬的地壳下面，是由硅镁物质组成地幔。由于温度很高，压力很大，它具有可塑性，物质可以上下对流，犹如一壶开水一样，在不断地翻腾着。当大陆深处的上升流到达地幔顶部的时候，就向相反的方向扩散，并携带着大陆块离开它们的“底座”，直到和另一个对流圈的反向流相遇，一起转入向下流动，最后被地幔吸收。以后又有人设想了各种各样的对流系统。如有人认为，在地球形成的初期，地球的内部还没有明显的区分出地核和地幔，地球内部可能存在第一级的对流系统，即沿地轴的对流。在这种对流系统的作用下，曾把地球上凝结的大大小小的硅铝质块体向南极集中，形成一个几乎可达赤道的大块（图二）。



后来又产生了一个反向对流，由南极向北极流动，把原来连为一体的大陸重新撕开，并驮着它向北漂移，直到它们的顶端相碰为止。地核形成后，阻碍了沿地轴的对流，于是对流系统就不得不分裂成若干较小的支流，结果把硅铝岩块撕成更小的

陆块，并驮着它移动。究竟地幔对流是否存在？它又以什么方式进行对流？由于目前人们对于地球内部的物质状况了解得还很不够，尚难肯定。但是，这种观点启发了人们从地球内部物质运动的规律寻求地壳运动的原因，不仅补充和发展了大陆漂移说，而且为板块构造说的诞生奠定了理论基础。

二十世纪中期，地球物理勘探的广泛应用，为地质科学积累了大量的新资料，特别是古地磁的研究成果。古地磁工作者发现古代岩石一般都有微弱的磁性，它是熔岩在过去地球磁场中冷却凝固成岩石时被保存下来的。因此，它的方向与熔岩冷却时所在的地磁场方向是一致的。我们可以根据岩石的剩余磁性测定当时地磁极的位置。如果把所测得的各个时代的磁极位置标在地图上，最后就可以得到一条从古到今的磁极迁移曲线。根据这一原理，古地磁工作者分别在亚洲、美洲、欧洲的许多地点进行古地磁测定，结果每一洲只有一条共同的磁极迁移曲线，所得出的这三条曲线却不相互重合。如果地壳各个部分没有发生大规模的水平移动的话，那么各洲的磁极曲线应该重合。现在既然磁极曲线并不重合，这就说明了大陆曾经发生过水平移动。这一发现为大陆漂移提供了新的证据，沉默已久的大洋漂移说又重新活跃起来。

从六十年代起，关于海洋方面的研究突飞猛进，为地质学提供了越来越多的资料。这就使人们对原来几乎处于空白状态的海洋底部有了更多的了解。一九六一年美国的赫斯根据海洋的地震记录，海洋基底岩石地磁异常和磁场反向，以及海洋地质、海底地貌、海底热流测量等方面的数据，提出了海底扩张说。他设想大洋中脊（海岭）是新地壳的诞生地，地幔中的物质不断从大洋中脊的裂缝中溢出形成海洋地壳。由于这一过程的不断进行，新的大洋地壳不断地产生，不断地向外扩

张。

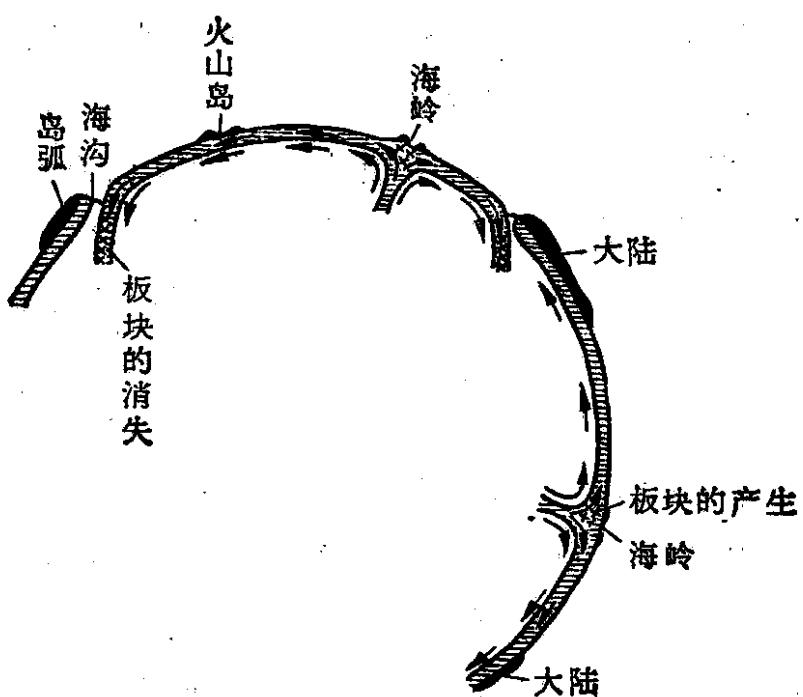
一九六五年加拿大的威尔逊提出了转换断层的概念，成为划分板块的重要依据。后来又有人把全球地壳划分为若干板块。至此，以大陆漂移说为代表的水平运动学派，历经曲折，经过地幔对流、海底扩张说的补充，现在又以板块构造说这一全新的姿态出现了。

(二)

根据板块构造这一理论，可以把地球的表面分成大大小小的地块，最基本的有六大块：太平洋板块、亚欧板块、印度洋板块、非洲板块、美洲板块、南极洲板块。板块划分不受海洋和陆地的限制，一个板块可以是大洋地壳或者大陆地壳，也可以兼有大海和大陆两种不同的地壳。例如在六大板块中，只有太平洋板块全为海洋，其余五个板块都是部分为海洋，部分为陆地。以后，又有人进一步在这些大板块中划分出许多小板块。如美洲大板块可以分为南北美两个小板块，亚欧板块中又分出东南亚板块，有的还把菲律宾、阿拉伯半岛、土耳其等作为独立的小板块。板块与板块之间通常以海岭(中脊)、海沟、转换断层和地缝合线(年轻山脉)等作为它们的分界线。亚欧板块与美洲板块之间有大西洋海岭相隔；非洲和印度洋板块之间为印度洋海岭；太平洋板块则为深达七、八千公尺甚至一万一千多公尺的海沟所环绕。与众不同的是亚欧大陆与印巴次大陆之间，不是为海岭或者海沟所分割，而是巍峨雄壮的喜马拉雅山耸立其间。原来这里是古地中海的一部分，由于印度洋板块向亚、欧大陆的南缘俯冲，两块大陆相撞，地壳受到挤压，古海槽褶皱成山，从而使原来分离的两块大陆粘合起来，就象我们身上穿的衣服的衣缝是用针缝合起来的一样，

所以把它称为“地缝合线”。一般说来，在每一个板块的内部，地壳都是比较稳定的。板块与板块交界的地方，则是地壳比较活动的地带。这里常有火山、地震活动，以及地壳的断裂、下沉和挤压褶皱等发生。如世界上地震最多的地方，就是太平洋板块与其他板块相交界的地方。

至于地壳生成和板块相互水平移动的原理，主要是按照赫斯的海底扩张说进行解释的。赫斯认为大洋中脊是地幔对流上升的地方，地幔物质不断从这里涌出，冷却固结成新的大洋地壳。以后新涌出的一股“热流”又把先前所形成的大洋地壳向外推移，一浪接一浪，后浪推前浪，自中脊向两旁每年以零点五到五厘米的速度扩展，不断为海洋地壳增添新的条带。新条带的产生，又推动着老的地壳不断向外扩散，结果越扩散越远。当移动的大洋地壳遇到大陆地壳时，就俯冲钻入地幔之中。在俯冲地带，由于拖曳作用，形成了很深的海沟（图三）。



（图三）

如西太平洋海沟(包括千岛海沟、小笠原海沟、菲律宾海沟、马里亚纳海沟、汤加海沟和克马德克海沟),深达一万多米,在海沟的旁边还分布着一连串的弧形岛屿(又称岛弧)。俯冲带实际上是一个面,它以四十五度左右的倾斜钻入大陆地壳下。因此,在大洋地壳向大陆地壳俯冲的地方,好象一个“漏斗”,岩石圈的物质随着俯冲地块进入这个“漏斗”之中,逐渐为地幔所吸收同化。所以,海洋地壳是由大洋中脊处诞生,到海沟岛弧带消失。因为它一面生长,一面消亡,不断更新,所以海底的岩石都很年青,没有比中生代更老的沉积岩和基岩。

按照板块构造假说的理论,这种对流作用不仅在海洋中发生,而且也在大陆的深处进行着。上升流涌出的地方,大陆将发生破裂,形成地沟,如东非大断裂谷。这是非洲大陆开始张裂的表现,正处于产生新地壳而两旁陆地将要外移的前夕,可把它视为大洋地壳发展史中的胚胎期。今后进一步发展,将迎进海水,由小到大,如象红海和亚丁湾那样。如果再继续扩张下去,裂开的大陆就象水上的船一样,越漂越远,在漂移离开的两部分之间就会形成为大洋。据霍尔姆斯估计,如果扩展速率以每年五厘米计算,最多经过一亿年即可造成一个新的“大西洋”。

太平洋是地球上最古老的大洋。根据太平洋底岩石标本的分析,最古老的沉积岩是侏罗纪(距今1—2亿年)沉积层。这表明在侏罗纪结束之前,西太平洋已经有一广阔的深海海底存在了。那时候大西洋可能还没有,或者只是处于大陆漂移与海底扩张之前的大陆裂口阶段。因此,板块学说认为,大西洋正处于大洋地壳发展的成年期,而太平洋则处在衰退期。

地中海可代表大洋地壳发展的终了期。它是宽阔的古地中海经过长期变化后残留下来的一部分。这里,由中脊产生

地壳并向外扩散的过程虽然早已停止，但在塞浦鲁斯岛上至今还留有大洋中脊的遗迹。

板块构造说的提出，得到了海洋地质、地球物理、深海钻探等方面的有力支持。特别是地震和古地磁被人们视为板块构造学说的两根支柱。现在大量的地震资料证明，无论是中脊、转换断层、海沟或者地缝合线，所有这些板块的分界处，都是地震活动频繁的地带。特别是在海沟附近，浅源（震源不超过70公里）、中源（震源在70—300公里之间）、深源（震源在300—700公里之间）一应俱全，而且其分布也有一定的规律，即在海沟和岛弧之间多为浅源地震，由海沟—岛弧向大陆方向震源逐渐加深，多为中、深源地震。它们构成一个连续面，以四十五度的坡度从海沟—岛弧开始向大陆的下面倾斜，恰与板块构造说的俯冲面一致。因此，有人认为板块构造说是目前解释地震带分布的最完美的理论。

古地磁的研究也为板块构造提供了有力的证据。有人在南太平洋地区进行详细的海底磁力测量，从所得大量资料中，发现在大洋中脊的两边，磁正异常区和负异常区呈条带状分布，它们与大洋中脊的走向平行，两侧对称。离中脊越远，年龄越老。大西洋、印度洋中脊两旁海底基岩也有类似的情况。这反映了海底在扩张过程中，地球磁场的变化在不断增长着的大洋地壳的岩石上记录下来了。因此，每一磁异常条带都代表海底扩张的一定时期。如果我们知道地球磁场变化的历史，根据磁异常条带的时代，就不难知道海底扩张的速度。

此外，深海钻探、海底火山和海底地热流的测定等，也都证明大洋地壳是由中脊向两侧不断扩张的。如从深海钻探取得的岩芯分析证明：离开中脊越远，海底基岩和沉积物的时代越老，而且两侧也是对称的。在对海底平顶山和死火山上

的沉积物和火山岩进行古生物和同位素年龄的测定中，又发现它们离中脊越近，时代越新；离中脊越远，时代越老。从这里可以推断，这些成排分布的平顶山和死火山，可能最初产生于中脊之上，后来随着海底的扩张向外推移，而逐渐熄灭和被海浪夷平了。还有，根据对地热流的测定，大洋中脊地带地热流平均值比较高，而从中脊向两侧的海底地热流的平均值则显著减小。这说明了大洋中脊是地热流上升和溢出的地方，是扩散的中心。

大量资料表明，以海底扩张为主体的板块构造说能够解释以前许多学说不能解释的一些现象。它虽也还有一些相互矛盾的地方，但基本上能言之成理。

(三)

板块学说提出以后，不仅受到了地球科学工作者的重视，还有力地促进了其他分支学科的发展。如以地震来说，一方面地震资料为板块学说的建立提供了证据；另一方面，板块学说又为地震的分布、地震成因和地震预报等提供了一定的理论依据。此外，也有人想把板块学说与矿产的普查勘探联系起来。现有大量资料证明，大陆边缘是蕴藏石油极丰富的地方，估计至少有二百亿吨，最高可能有一千三百五十亿吨。大陆边缘储藏如此丰富的石油，究竟和板块构造有什么关系，如能进一步从理论上阐明，这对今后海洋石油的勘探和开发具有一定的意义。

但是，也有人对板块学说表示反对，理由主要有以下几点：(1)板块学说关于地壳生长的机制主要是依据上部地幔的物质对流，然而这种对流是否可能存在，很值得怀疑；(2)板块学说强调了古地磁学的成果，而古地磁学本身还有许多问题

需要继续研究；(3)大洋地壳中脊两旁的地磁异常对称，在有的地方并非如此，如南大西洋和北印度洋情况就很糟糕；(4)板块学说虽然对中生代开始以来大洋地壳生长的情况作了说明，而中生代以前的情况却缺乏解释；(5)板块学说直到现在，注意力主要集中在海洋盆地和大陆边缘地带，但对大陆的内部状况却很少论及，有人说它是只顾海洋，而把大陆地质扔掉不管。凡此等等。

的确，板块构造学说还存在着不少问题。人们对地幔的认识，还属于推断的性质。地幔对流的设想，也并没有正面的、直接的证据。有人根据卫星遥测所得资料认为，要证明地幔对流是很困难的。如果对流真的不存在，板块运动的动力就没有根据了。又如，根据板块构造学说的理论，厚达数十公里的大陆地壳可以发生褶皱、挠曲等变型，而仅5—6公里厚的大洋地壳为什么不会发生褶皱，而只作刚体运动？此外，既然大洋中脊是地幔对流上升形成新大洋壳的地方，海沟—岛弧带是海洋地壳下沉、海底消失的地方，然而在某些地方（如东太平洋北部），两种情况却在一个地方同时出现，这又应作何解释？总之，板块构造学说还处在非常幼稚的阶段，存在着不少有争论的问题。

恩格斯指出：“只要自然科学在思维着，它的发展形式就是假说。一个新的事实被观察到了，它使得过去用来说明和它同类的事实的方式不中用了。从这一瞬间起，就需要新的说明方式了——它最初仅仅以有限数量的事实和观察为基础。进一步的观察材料会使这些假说纯化，取消一些，修正一些，直到最后纯粹地构成定律。”（《自然辩证法》）板块学说的建立，对地质学的发展无疑起了一定的进步作用。它使经典地质学中一些重要观点，如地槽说、造山说等，发生了动摇。特

别是它从大量海洋调查的实际材料出发，对大洋地壳的生长和发展历史作了详尽的论述，从另一个侧面丰富了地质学的理论。

大陆和大洋是地球表面两种不同的地貌形态，它们既有区别又有联系。现在人们已经知道，大洋底部的崎岖程度不亚于大陆，有隆起的海底山脉（海隆），也有深达一万多米的海底深沟，在海底还有火山和地震活动。过去，人们对陆地了解得比较具体，积累的资料也比较丰富。现在海洋地质学又有了新的飞跃，解释了许多陆地地质学所不能解释的问题。今后，如果陆地地质学和海洋地质学能够相互取长补短，必将会推动地质学更快发展，不断地取得新的成就。

（朱新轩 王慧中 郭蓄民 许世远）

天文学中的一些新发现

六十年代以来，天文学取得了较大的进展。在生产斗争和阶级斗争需要的推动下，天文观测手段和设备有了很大发展，不仅进一步深入到太阳系的内部，而且发现了许多新型天体和宇宙现象，更深刻、更生动地展示了一幅天体辩证发展的图景。

一 对太阳系的探索

太阳系是地球所在的天体系统，和我们人类的关系最密切。六十年代以来由于应用了宇宙航行等观测手段，对太阳系从地面观测到大气层外观测，从遥测到接近观测，以至于直接接触观测，获得了不少新的资料。

(1) 月球考察 基本上弄清了月面的结构和物理特性，对月球的重力、月震、月磁等现象也有了较精确的了解。新的资料证实，月球没有大气，没有水分，月面温差很大，中午最高达 127°C ，晚上最低是 -183°C （以前地面观测结果最高是 135°C ，最低是 -153°C ）。月球正反面情况有很大不同，正面（朝向地球的可见面）“海”（并没有水，实际上是宽广的平原）较多，高地和山系较少；背面高地和山系很多，“海”很少。月面上有几个“重力瘤”，那里重力比周围大得多，说明聚集了高密度的物质。另外还有温度比周围高的“热斑”。月球的物质分布与地球是有不同的，但未发现和地球上不同的新元素。月面覆盖着一层含有结晶岩（全部由结晶的矿物构成的岩石）碎

片的多孔的火山土壤，对月面岩石进行放射性蜕变法测得月球年龄约为四十六亿年，也和地球相仿。但是，月球没有磁场，也没有辐射带，月震经常发生，而且月球内部有二氧化碳气体释放出来。月球质量与地球质量之比值为 $1/81.3$ 。这些成果对月球起源的研究有重要意义。

(2) 水星和金星考察 水星由于很近太阳，表面又无显著的标志，过去无法直接测定其自转，人们认为它的自转周期与公转周期同为 88 天。一九六五年用雷达测出它的自转周期是 58.6 天，恰为公转周期的 $2/3$ ，自西向东顺转，而且自转轴几乎垂直于它的轨道平面。金星表面云层很厚，变化多端，过去用光学观测方法很难精确测定其自转特征。六十年代应用雷达方法测出金星的自转周期为 243 天，自东向西逆转。金星逆转是太阳系中行星运动的奇特现象，为探索金星的形成提供了一个重要线索。

天文单位即地球和太阳的平均距离，是量度天体之间距离的一把尺子，对天体测量学及宇宙航行来说是不可缺少的常数。六十年代应用雷达探测金星的方法精确测定了天文单位，数值为 149597900 公里(误差 160 公里)。

对金星的考察探明，金星大气 95% 左右是二氧化碳，其次为氮气(约占 2—3%)，氧气和水蒸汽只占 1% 左右，还有少量的氨。金星上有钾、铀、钍等天然放射性元素，表面温度高达 430°C 左右，气压约等于九十个大气压(即为地面气压的九十倍)。金星有象地球那样的电离层结构，但几乎无磁场和辐射带(磁场小于地球磁场的三千分之一)。金星质量和太阳质量之比值为 $1/408522.6$ 。

(3) 火星考察 对火星的探测发现，火星大气非常稀薄，主要成分是二氧化碳。表面气压仅 4—7 毫巴(一个标准大气

压等于 1013.2 毫巴)。大气上空一百公里和一百三十公里处有两个电离层，但没有磁场和辐射带。火星表面有大量的环形山结构，有点类似月球表面上的环形山，但比较平滑一些，据认为是过去火山爆发的遗迹。火星气温变化比地球大得多，中午为 28°C 左右，夜晚为 -132°C 左右。南北两极极冠主要成份是干冰(固态二氧化碳)，也有薄冰层，极冠温度低达 -222°C 。因此，火星并不象人们过去想象的那样，是什么人类“生活的乐园”。而且火星上的环境条件对于低等生物的生存也是相当恶劣的。但是，某些最新观测资料却表明，火星上也可能一度有过河流，这又增加了火星上存在生命的可能性。火星质量和地球质量之比值为 0.1074469。

(4) 关于土星的一些新发现 一九六六年发现土星的第十颗卫星，计算得到土卫十的公转轨道几乎是正圆形，轨道半径为土星半径的 2.64 倍(土星的赤道半径约 6400 公里)，公转周期为 17 小时 58.5 分。该卫星本身的半径是 240 公里。它是最靠近土星的一颗卫星，正好位于土星光环的外侧。

土星有一个光环围绕着，已知此光环分三圈，分别以暗缝隔开，从外向内依次称为 A、B、C 环。一九六九年又发现了第四圈光环，称为 D 环，位于 C 环内侧。D 环也是由许多质点所组成的，其物理和化学特性同其他三圈光环相同。这两个发现对土星演化的研究有重要意义。

(5) 太阳考察 六十年代对太阳的研究以太阳活动预报为中心，因为太阳爆发会破坏人造卫星上工作的仪器，威胁宇宙航行的安全，影响地面短波无线电通信，并引起许多地球物理现象，如磁暴、极光、辐射带和气象变化等。所以太阳活动预报不仅是太阳物理本身的问题，更重要的是有关军事和空间研究部门的问题。研究表明，太阳活动主要集中在某几个

程度上，且呈现复杂的周期性；太阳活动还同行星际磁场及行星运动有一定关系。当日面上发现特殊的黑子磁场结构时，就容易发生大的太阳爆发。现在，利用太阳的射电爆发、X射线爆发（太阳发出的无线电波、X射线的强度突然增强几百、几千倍，甚至一百万倍以上的现象），以及耀斑特征的描述，已能初步预报太阳对地球电离层的突然骚扰。宇宙火箭和人造卫星的多次观测，完全证实了太阳不断地抛射出一种微粒流。因为这种微粒流好象是从太阳向外吹出的一股“风”，所以叫做“太阳风”。太阳风的速度约每秒四百公里。

二 六十年代的所谓“四大发现”

六十年代天文学上的“四大发现”，揭示了天体物质及其运动的新形式，不仅对天文学的发展有重大意义，而且还深刻地影响着物理学及其他学科的发展，并具有很大的哲学意义。

(1) 类星体 一九六三年对射电源（辐射较强烈的无线电波的天体）3C273（英国剑桥射电天文实验室所编第三个射电源表中第273号天体）的观测发现，它既非普通星系，又非普通恒星和星云，而是一种新型的“类星射电源”。现已发现几百个类星体了。

类星体最显著的特征就是它有特大的光谱线红移现象。一般河外星系最大的红移量不超过0.5，可是类星体的红移量远比这个数值大，有的达2.012，对应的退离速度（即离开地球的速度）是每秒24万公里。现在所发现的类星体中最大的红移量竟达2.877，它的退离速度几乎要达到光速（每秒30万公里）了。按照哈勃定律推算，它们的距离在一百亿光年以上，这样，类星体便成了迄今所知最遥远的天体。从类星体的

遥远距离出发，推出它是极强的无线电辐射体。其辐射能约为 10^{47} 尔格/秒，比普通星系的辐射能大一千倍。可是它的体积却比普通星系小得多，直径不到几光年。类星体这么小，发射的能量却如此巨大，这是一种什么新的能源呢？许多学者提出了不少假说，但都未能自圆其说。

因此，近年来不少人对哈勃定律是否适用于类星体提出了疑义。就是说，类星体不一定是最遥远的天体，不一定发射巨大的能量。因为进一步的观测发现类星体红移和一般河外星系的红移有不同的特性。比如，同一类星体的光谱中，几根光谱线的红移数值不相同（称之为“多重红移”），这种现象是一般河外星系所没有的。但是，类星体为什么红移量特大呢？至今意见纷纭，还有待于继续观测研究，其关键是要确定类星体的距离。

（2）脉冲星 一九六七年底发现的新天体。目前已发现七十个以上。这些星发出极为规则而短促的无线电脉冲，脉冲周期很短而稳定。现在发现的脉冲星中，最长的周期也不超过4秒，一年变化不超过百分之一，如以单个脉冲来计算，周期只变长 10^{-18} 秒，达到了现代氢原子钟的精度。脉冲宽度很窄，数量级只有几个至几十个毫秒（一毫秒等于千分之一秒）；频谱却很宽，无线电频率从40兆赫到3000兆赫都有。脉冲星大都分布在银道面两旁。

一般认为，脉冲星是一种高速自转的中子星。中子星是由质量大于太阳质量的恒星演化到后期，能源接近枯竭，发生猛烈爆发而形成。因为恒星激烈爆发后的急剧收缩，使恒星内部产生了极大的压挤力，把原子外层的电子“挤到”原子核里去，电子所带阴电荷和核里质子的阳电荷中和因而形成了中子。现在认为，中子态是继固态、液态、气态、等离子态之后

的物质存在的第五种形式。中子星的物理特征是：质量和太阳相当，体积却非常小，直径仅二十公里左右，因此密度达每立方厘米一亿吨。表面温度达一千万度，辐射能为太阳的一百万倍，而且有极强的磁场，强度达 10^{12} — 10^{18} 高斯（宁静的太阳表面只有几个高斯的磁场强度）。这种超高温、超高密的物质，在地球上是不可思议的，在茫茫宇宙中却是客观存在。中子星表面有固定的亮斑，旋转一周，亮斑发出的光束就给地球送来一个脉冲信号，这就是它呈脉冲现象的原因。中子星的发现进一步证明了宇宙间物质的多样性，对解决恒星的演化、基本粒子和化学元素的形成等问题都有重大意义。

(3) 星际有机分子 直到二十世纪初，人们还认为宇宙空间是“空”的，行星之间、恒星之间和星系之间是一无所有的“真空”。六十年代以来，先后发现了二十二种分子形态的星际物质，其中十种是有机分子。这证明，广阔的宇宙空间里充满着物质，不仅有简单的无机物，还有复杂的有机物。这十种有机分子是：氧代环丁烷[(CH₂)₃O]、甲醛(HCHO)、氰乙炔(HC₃N)、蚁酸(HCOOH)、甲醇(CH₃OH)、异氰化氢(HNC)、异腈酸(HNCO)、甲氰(CH₃CN)、氨基甲醛(NH₂CHO)、甲基乙炔(CH₃C₂H)。星际物质中的无机分子，有水蒸汽(H₂O)、氨(NH₃)以及硫化碳(CS)、硫氢根(SH)、硫化羰(OCS)等硫化物。我们知道，硫是组成蛋白质的基本原料，而水蒸汽、氨等又是氨基酸（蛋白质的基本成份）的基本原料，在地面实验室的模拟试验中，在加热、放射线和紫外线照射与放电等条件下，用水蒸汽、氢、氨、甲烷等原料已能生成多种氨基酸。联系到月岩中分离出了多种氨基酸，一九六九年坠落在澳大利亚的麦启荪陨石也发现了十几种氨基酸，所以，星际空间完全可能存在着氨基酸。

生命是蛋白体的存在方式。星际有机分子的存在，特别是氨基酸存在的可能，把天体演化与生命起源问题联系起来了，为生命起源的研究提供了新的材料。这说明，生命现象并不是地球上独有的，而是宇宙间的普遍现象，是自然界发展到一定阶段的必然产物。

(4) 3°K微波辐射 过去一般认为，除天体或星际云能辐射能量外，广阔的星系际空间是无限的空虚，不可能有能量辐射，温度只能是绝对零度(摄氏零下273度)。一九六五年，在4080兆赫频率处，发现有绝对温度三度半(误差可能有一度)的无线电辐射。就是说，天体和天体系统所在的周围环境也有能量辐射。进一步的观测证明，在天空的各个方向上，都有绝对温度二点七度，强度近似相等的微波辐射。

这证明，宇宙空间并不空，物质及其能量是普遍存在的。当然，3°K微波辐射的具体机制还有待进一步深入研究。

三 其他新发现

(1) 红外星 红外星是辐射能量集中在红外波段的恒星，第一颗是一九六六年在猎户座大星云中发现的，现在已经发现五千多颗了。红外星的特点是体积很大，直径可达太阳的几百倍到几千倍，而表面温度却比一般恒星低得多，只有几百度。这是迄今所知的最冷的恒星。现在一般认为，很大部分红外星是处于收缩阶段的、很年青的星。有一部分则可能是外壳大大膨胀了的年老星。一九六七年还在第一颗红外星附近发现了一个“红外星云”，温度只有绝对温度几十度，质量为太阳质量的一百倍以上。现在认为它刚开始收缩以形成一小群恒星。所以，红外天体的发现对于恒星起源和演化的研究有重要意义。

随着红外观测的进展，也证实了银河系核心方向上有一个强红外辐射源，称为“红外核”，直径不到十秒差距，质量为太阳的三百万倍，红外辐射为太阳辐射的八千万倍，几乎占银河系总辐射量的百分之一。还陆续发现其他星系也有这样的“红外核”。

(2) 河外星系核心爆发 一九六三年观测到，大熊星座里的不规则星系 M82(一七八四年梅西尔所刊布“星系表”中第 82 号)的核心部分，有纤维状物质流延伸出来。有人分析，这表明，M82 星系的核心在一百五十万年前曾发生一次特大爆发，把比太阳大 5.6×10^6 倍质量的物质，以每秒一千公里的速度从核心向外抛出。抛出的物质又造成邻近旋涡星系 M81 的旋臂末端的巨大“电子环”。以后也发现了一些星系有类似的爆发现象。

河外星系核心爆发同天体的起源、演化有很大关系。有人认为，恒星和星系的旋臂部分就是在核心爆发以后形成的。同时，河外星系核心爆发还启示人们去探索新的能源和物质结构的新的层次。

(3) 爱克斯(X)射线源 X 源指发射强烈的 X 射线（从 0.1—100 埃波段的电磁辐射）的天体。一九四八年便观测到太阳所发出的 X 射线，但直到一九六二年利用探空火箭才发现太阳系以外的 X 源。X 源所发出的 X 辐射能，要比它所发出的无线电辐射能和光学辐射能强几十倍，甚至几百倍。而且它的辐射往往是不稳定的，强度经常会变化。现已发现一百二十个左右这类天体。它们的属性和机制大多尚未证实。X 源的发现开拓了 X 射线天文学，这是天文学的一个新领域。

(4) 巴纳德星的行星系 巴纳德星是离开我们很近而且

运动很快的一颗恒星。它的运动路径存在着以二十五年为周期的摆动。一九六五年对这一点作了分析，发现它有一颗行星，质量约为木星的一倍半，沿椭圆轨道绕巴纳德星公转。两者之间的平均距离约等于四点五个天文单位。也可能有两个行星，它们的质量都略小于木星。

迄今为止，已发现了二十多个邻近我们的恒星具有行星系。这说明，太阳系在宇宙间并不是唯一的。而且，只要具备同地球相似的条件，这些行星上完全有可能出现象人类一样的高级生命。

(中国科学院上海天文台 李中元)

•影 评•

到自然界中去找辩证法

——科教片《无限风光在险峰》观后

朱 锋

巍然屹立于我国西南边境的珠穆朗玛峰，海拔高达八千八百多公尺，是世界第一高峰。多少年来，人们一直只能望“峰”兴叹。尤其是珠穆朗玛峰的北坡，曾被外国的探险家们称之为“死亡的路线”。明知山有险，偏向山顶行。一九六〇年我国科学工作者第一次从北坡登上了珠穆朗玛峰的峰顶。无产阶级文化大革命中，我国科学工作者再一次从北坡登山，在海拔七千多公尺的地区进行了大规模的、多学科的科学考察，进一步证明了“自然界的一切归根到底是辩证地而不是形而上学地发生的”。（《反杜林论》）科教影片《无限风光在险峰》，就生动地记录了这次科学考察的收获。

恩格斯教导我们：“事情不在于把辩证法的规律从外部注入自然界，而在于从自然界中找出这些规律并从自然界里加以阐发。”（《反杜林论》）自然界的辩证法，要到自然界中去找，要在战胜自然、改造自然的实践中去找。如果根本没有攀登过珠穆朗玛峰，或者只是在山脚下对峰顶远远地望上一眼，就根本不可能了解珠穆朗玛峰的地貌、地层，不可能获得辩证法的真知。“喜马拉雅”的原义是“冰雪之乡”。珠穆朗玛峰地区位于喜马拉雅山之顶，在人们的想象中，必定是满目荒凉的冰雪世

界。但事实恰好相反，从影片中可以看到，那里是红装素裹，分外妖娆，从山下到山上展现了从赤道到北极的不同气候下生长的植物：常绿阔叶林带、针阔叶混交林带、针叶林带、高山灌丛草甸带、永久积雪带。在珠穆朗玛峰地区，既有生活在亚热带森林里的长尾叶猴，又有生活在冰川湖里的微生物；既有高大的铁杉，又有垫状植物点地梅；既有苔藓类等低等植物，又有被子、显花等高等植物。画面上百花争艳，万木参天，真可说是五洲风光，尽收眼底。

为什么在这么狭小的地方，能展现出那么广阔的天地？辩证法告诉我们：一切以时间、地点、条件为转移。运动总是在一定空间里进行的。空间变了，事物的运动形式也就会相应地起变化。珠穆朗玛峰那么高，在不同的高度上，有不同的气温和气压，在不同的气温和气压下，当然会出现不同的生物和使同一种生物显现出各种不同特征。拿鱼来说，一般都是有鳞的，可是珠穆朗玛峰地区的鱼，大多是没有鳞的。原因呢？有人认为，一是因为那里山高水急，在新的条件下，鳞成了鱼逆流而上的阻力；二是因为那里山高水冷，鱼有较厚的皮下脂肪才能御寒，所以，那里的鱼跟自然界长期斗争的结果，就皮变厚、鳞变小。你看，条件变了，大鳞可以变成小鳞，有鳞可以变成无鳞，这不是对立面可以互相转化的一个活生生的例证吗？再如，在人们的常识中，春天的鲜花最美丽，但是，在电影画面上展现的珠穆朗玛峰地区却是不是春光、胜似春光的景象。这又是为什么呢？原来这里山高，空气稀薄，阳光很少被大气吸收或挡掉，几乎是直接照到植物上。尽管高山地区寒暑多变，但由于光照强烈，对植物生长有利，因而使我们在山坡上能看到平原上看不到的生长繁茂、颜色鲜艳的花草。

一百多年前，达尔文在航海旅行中曾发现生物是按纬度

分布的，在不同的纬度有不同的生物，在同一种生物中也有大同小异的生态。为什么？就是因为气温等条件不同。这说明，生物在不同环境中，由于同自然界斗争的需要，会发生不同的变异。在攀登珠穆朗玛峰的时候，从山麓到峰顶，纬度虽然没有变，可是气温等自然条件却随着高度的不同而不同，这实际上也就等于纬度在变化。由于高度转化为纬度，在珠穆朗玛峰坡面的不同高度上，不但展现了几千公里的自然分带，而且展现了几十亿、几十亿年生物进化的壮丽图景。在这里，生物分布界限分明，一目了然，是世界上最好的生物进化“博物馆”。“会当凌绝顶，一览众山小”。不到自然界中去，不攀登珠穆朗玛峰的绝顶，我们就看不到自然界这种体现了生动的辩证法的奇妙图景。

地球上南北两极，而珠穆朗玛峰却号称地球的“第三极”。从冰天雪地这一点上看，珠穆朗玛峰确可以同两极媲美。但是，辩证法告诉我们，世界上没有绝对相同的事物。同，总是相对的；不同，才是绝对的。“第三极”同两极有没有不同呢？有。两极由于半年不见天日，半年阳光斜射，接受的阳光少，热量小，因此，终年封冻、积雪。那里的冰川是由雪直接被压成冰的。而“第三极”的珠穆朗玛峰就很不相同。它的严寒，是因为高。高了，大气稀薄，阳光照射的热量积存不住，地面上的热量又反射不到峰上来。寒的原因不同，寒的结果也就不一样。“第三极”很高，阳光的辐射也就比较强，再加上它位于亚热带，阳光有时直射，因而寒冷中又有暑热。看不到“第三极”跟两极的不同，就搞不清楚“第三极”冰川的成因。过去，苏联就有这么一个学者，凭着自己的主观想象，硬把两极的冰川成因套在“第三极”上，认为“第三极”的冰川也一定象两极一样，是由雪直接积压成的。现在，我国的科学工作者

以大无畏的英雄气概，登上了珠穆朗玛峰，亲眼看见雪融为水、水再结成冰的情况，找到了地球“第三极”冰川形成的特点，恢复了自然界的本来面目。雪线以上有冰川的地方，通常称作“永久积雪带”。其实，永久积雪带并不“永久”，近百年来气候有转暖的趋势，作为永久积雪带边缘的雪线也不断随着上升。雪线上升，雪水增多，这就促进了珠穆朗玛峰地区河流与湖泊的形成，对农牧业生产起着重要的作用。

珠穆朗玛峰可谓高矣！但是不是自古如此的呢？不是。“人间正道是沧桑”。影片告诉我们：喜马拉雅山原来并不是山，而是海。喜马拉雅山是从“喜马拉雅海”变来的。那里曾经发生过四次海浸和海退，经历了多次沧海桑田的变迁。这一纪是海，在下一纪海枯而陆出。直到一亿八千万年前，那里仍然是极目浩瀚、一片汪洋的喜马拉雅海，海里游弋着当时在水族中称霸的喜马拉雅龙。从我国科学工作者在珠穆朗玛峰地区发现的鱼龙化石来看，那时的海并不深，标志着古海已发展到了顶点。后来，海水逐渐退出，沧海变成了高山。在距今约七千万年到四千万年前，喜马拉雅山横空出世，升出海面，以后就一直不断地向上运动着，既有日积月累的缓慢上升，又有震天动地的急剧上升。然而，峣峣者易折，在上升的时候，也并不是直线上升的简单运动，而是升中有降、降后又升，既出现过局部的坳陷现象，又经常出现因受冰、雪、风、雨的风化和侵蚀，使峰峦岭脊削低的现象。珠穆朗玛峰并不是天生就是“世界第一峰”的。在它刚形成的时候，比它高的山峰有的是。只是这些山峰已经上升到了峰巅状态，开始走下坡路了，结果由高变矮，甚至有夷为平地的。欧洲中部的阿尔卑斯山就是山脉中的老爷爷，它正在变得越来越矮。珠穆朗玛峰是新生的山峰，比较年轻，正处在由低变高的上升过程。

中，所以来居上，在今天成了世界第一高峰。它现在有没有升到了顶呢？没有。影片告诉我们：我国科学工作者在考察中发现，杜鹃花现在生长在珠穆朗玛峰地区的高度为三千四百米到三千九百米左右的地方，但一万年前的古代杜鹃花叶片化石，却存在于高度为四千三百米左右的地区。近一万年来，气候没有大变化，而两者生长的高度却有如此显著的差异。由此可以推知，珠穆朗玛峰正在继续升高，在最近一万年中有强烈上升的趋势。

珠穆朗玛峰没有到顶，人们对珠穆朗玛峰的认识也远没有到顶。马克思说：“在科学上面是没有平坦的大路可走的，只有那在崎岖小路的攀登者不畏劳苦的人，有希望到达光辉的顶点。”（《资本论》第1卷）在从北坡攀登珠穆朗玛峰的前进道路上，我国科学工作者正如影片解说词上讲的，“每走上一步要喘几口大气”；但也正是在这种攀登的过程中，人们对珠穆朗玛峰的认识在不断前进。这教育了我们：只有在实践中不畏劳苦，不断攀登新的高峰，才能使我们的认识日益符合唯物辩证法，从而使我国的社会主义科学事业在唯物辩证法的指导下胜利前进。

小 辞 典

灾变说 一种认为天体起源于偶然的灾变的学说。十八世纪法国人布丰最早提出：一颗彗星擦过太阳的边缘，碰撞下来的物质形成了行星和卫星。二十世纪以来，英国人秦斯又提出引力不稳定理论和潮汐说，认为宇宙物质本来绝对均匀地分布着，突然来了一个“扰动波”，引起了宇宙物质碎裂；气体物质密集的地方越来越密，逐步演化为星系；星系又由于偶然的扰动碎裂为原始恒星，再演化为今天的恒星。秦斯还提出：约在二、三十亿年前一颗很大的恒星走近太阳，在太阳向着恒星的一面掀起一个炽热气体的潮头，象个瘤子；以后瘤子脱离太阳，形成两头小、中间大的弥漫气体，气体再碎裂、冷凝而成为地球和其他行星。

俘获说 一九四四年苏联人施密特提出的一种行星起源理论。他认为“仅仅用太阳系内力的发展来解释太阳系的形成”，就会得出“反科学的结论”。他提出，太阳系的行星、彗星、流星都是由于太阳在银河系运行时偶而穿过星际云，“俘获”其中的一部分星际尘埃、星际气体物质而逐渐形成。

新星云说 二十世纪以来提出的天体起源于稀薄星云的学说。其中又有从各个不同侧面提出的各种不同的观点。

德国人魏扎克的“湍流说”：天体起源于不同等级、不同大小的旋涡的旋转运动。由于湍流衰减，旋涡收缩，气体云部分凝聚为圆盘体。以后旋转减慢，变成椭圆星系。星系是大旋涡，其中又套着一级一级的小旋涡，依次形成星团、恒星、太阳系。

美国人拉依茨认为：宇宙在不断膨胀的过程中，星云向四面八方飞

散。由于不规则运动，气体开始局部凝聚，逐步形成各级天体。

瑞典人阿尔芬提出：太阳系的形成是高温等离子体云的电磁运动的结果。通过电磁力的作用，原始太阳自转减慢，角动量向外转移，等离子体云转动加快，逐渐集中到太阳赤道面上，凝聚为行星和卫星。

美国人尤莱用化学作用解释天体的起源：气体云在积聚过程中由于化学作用，温度不断上升，使内行星区的氢、氦向外逸散，留下铁、镍等重元素，经过碰撞，粘聚而成各个行星。外行星区则因温度较低而积聚了更多的氢和氦等元素，以后也逐渐粘聚为各个外行星。

超密态物质爆炸说 一九五八年苏联人安巴楚勉提出的一种天体起源理论。他认为，天体不是由稀薄的星云凝聚而成，而是超密态物质爆炸的结果。最初的星前物质（也叫星胎）质量极大、体积极小。星胎本身不稳定，很快地爆炸成为星协，星协再瓦解为恒星。新星、超新星、变星、不稳定星都是从超密态物质爆炸而来的产物。

光谱—光度图 一九〇六——一九一三年丹麦人赫兹勃隆和美国人罗素系统整理了当时的恒星观测资料，并以恒星的光度为纵坐标，恒星的光谱型（或表面温度）为横坐标绘制了一张图。这就是光谱—光度图，也叫“赫罗图”。这个图说明，恒星分布不是杂乱无章的，而是排列成几个序列。从图上可以清楚地看出，百分之九十以上的恒星分布在左上方到右下角的对角线上。这一序列叫“主星序”。还有少数恒星则位于“巨星序”、“超巨星序”、“白矮星序”等上。

史瓦西恒星演化理论 本世纪四十年代末，德国人史瓦西根据热核反应理论提出的关于恒星演化的学说。他认为，恒星从星云中形成后，先经过一个引力收缩阶段，体积缩小，密度增大，核心温度和压力也逐渐升高。当恒星的核心温度上升到几百万度时，内部出现氢氦聚变的热核反应，恒星进入“主星序”阶段。在恒星的中心区，热核反应进行得最快，氢燃料先用完，形成“同温纯氦区”。当同温纯氦区的质量

超过恒星总质量的百分之四十时，便演化成为红巨星。在红巨星阶段后期，大量向外抛射物质，最后成为很小、很密的“白矮星”，这是恒星的“临终期”。从现有的天文观测资料来看，这个理论是比较符合实际情况的。

引力崩坍假说 用万有引力引起天体极快收缩来说明某些天体演化的一种假说。质量极大而体积较小的星体，引力收缩很快，并且随着体积的缩小，收缩愈来愈快，最后以接近光速的速度向核心陷落，好象房屋突然坍塌一样。在引力崩坍过程中，释放出比热核反应还大得多的能量。有人认为，中子星、类星体、“黑洞”都可能是引力崩坍的结果。

“黑洞” 按照广义相对论，宇宙间可能存在一种蕴藏着极大能量的天体，它吸收外来的一切能量，而不以通常的方式向外界发射。任何物质一进入洞内，就一去不返地压向洞的中心；洞里的光线也一律在边界以内折回。所以它是完全“黑”的天体，不能直接观测到。目前，“黑洞”还完全属于一种理论上的推测，没有得到验证。

宇宙学原理 一九一七年爱因斯坦在建立他的静止宇宙模型时，以天体在宇宙中的分布是均匀的和各向同性的作为基本前提。后来，各派宇宙学者都从这两个前提出发，并把它称为“宇宙学原理”。

演化态宇宙学 在广义相对论基础上建立起来的宇宙状态不断随时间变化的宇宙学。一九一七年荷兰人德西特首先提出演化态膨胀宇宙模型。他认为宇宙间没有物质，只有运动，象一个不断吹胀起来的空泡。以后，苏联人弗里德曼、英国人爱丁顿、比利时神父勒梅特等也分别提出了各种不同的宇宙模型：有的膨胀，有的又膨胀又收缩，象脉搏跳动。这些模型的共同点是：宇宙的几何性质不断随时间改变而改变。一九二九年红移现象发现后，演化态宇宙学十分流行，成为西方

的所谓“正统宇宙学”。

弗里德曼—勒梅特宇宙模型 一九二二年弗里德曼得出了爱因斯坦引力场方程的一般解答，分别就空间曲率K的三种不同情况，建立了三种不同的宇宙模型：如果K = +1，弯曲空间是凸的，是封闭宇宙，以二维空间作比喻，象个鸡蛋壳；如果K = 0，宇宙是平坦的欧几里德空间，象张纸；如果K = -1，空间是凹的，是开放宇宙，象个马鞍。一九二七年，勒梅特选择了K = +1、宇宙项为正的情况，得出了膨胀宇宙：宇宙开始于一个“原始原子”，原始原子爆炸后即向外飞散，并以越来越快的速度膨胀。

红移现象 一九二九年，美国人哈勃系统地发现了四十六个河外星系的红移，即河外星系发来的光谱线和地球上同样元素的光谱线比较，有系统地向波长较长的方向（红端）移动。以后发现，差不多所有河外星系都有红移现象，红移量有大有小。六十年代还发现“类星体”也有红移现象，而且红移量一般都比河外星系大得多。

哈勃定律 哈勃在解释红移现象时提出的定律。哈勃认为，红移由多普勒效应引起，它表明河外星系迅速离开我们，光的频率变小，波长变长，因而光谱线向红端移动。就象一列火车在离开时，它的汽笛音调总是因为频率变小、声波变长而降低一样。哈勃还据此建立了一个公式： $\vec{v} = H \vec{r}$ ，这里 \vec{v} 是星系的退离速度， \vec{r} 是星系离开地球的距离，H是比例常数，即哈勃常数。

原始火球模型 四十年代末美籍苏联人加莫夫等人提出的一种大爆炸宇宙模型。他们认为，宇宙开始于高温、高密度的“原始火球”。原始火球最初的温度超过几十亿度，五分钟后降至十亿度。在这样的高温下，不可能存在象恒星、星系等天体，只能充满辐射，充满象质子、中子、电子等基本粒子。以后火球爆炸，温度降低，宇宙开始膨胀。

辐射物质逐渐凝聚为星云，演化为今天的各种天体。

稳恒态宇宙学 一九四八年英国的邦迪、霍伊尔和哥尔德等人提出的一种宇宙学理论。其基本观点是宇宙在大范围内稳恒不变：不仅物质在宇宙空间上的分布是均匀的和各向同性的，而且宇宙状态在时间上也是稳恒不变的。他们认为，由于宇宙膨胀，物质不断向四面八方离散所造成的物质密度变稀的情况，将由物质在虚无中的不断创生而得到补偿。他们还计算出宇宙中物质的创生率是每五千亿年每公升体积平均产生一个氢原子的质量。

编 者 的 话

毛主席教导我们：“马克思列宁主义是一切革命者都应该学习的科学”。自然科学领域历来是唯物论和唯心论、辩证法和形而上学两种世界观激烈斗争的重要阵地。我们在社会主义革命和社会主义建设的过程中，要总结和发展自然科学理论和科学技术成就，就必须学习和宣传辩证唯物论的世界观，批判唯心论的先验论，批判形而上学，肃清刘少奇一类骗子在自然科学领域中的反动影响。

自从一八七三年恩格斯开始着手写作《自然辩证法》到现在，已经整整一百年过去了。在这一百年里，自然科学发生了急剧的变革，经历了一个辩证发展的过程。

十九世纪最后三十年，自然科学逐步结束了以描述为主的经验科学的阶段，“自然科学现在已发展到如此程度，以致它再不能逃避辩证的综合了。”（《反杜林论》）二十世纪以来的头四十年中，物理学和生物学都在更深的物质结构层次上，展开了对过去所积累经验材料的系统化、理论化的工作，分别从原子和原子核结构、宇宙结构和遗传物质结构等方面，向自然界的深度和广度进军。四十年代以后，在生产斗争和阶级斗争的推动下，观测和实验手段有了飞跃的发展。高能加速器揭示了大量关于基本粒子的新现象，射电望远镜、人造天体把人们的视野扩大到更广阔的宇宙空间，电子显微镜使生物学从细胞水平深入到分子水平。新的观察事实迫切需要从新的高度上进行综合，把自然科学推进到一个新的阶段。“只有

辩证法能够帮助自然科学战胜理论困难”。（《自然辩证法》）但是，自然科学家中不少人却蔑视辩证法，结果，在这些自然科学基本理论问题上不断地出现唯心论和形而上学的危机。这种现象说明，光有高能加速器、射电望远镜、电子显微镜还不行，更重要的，还要有一个“**主要的仪器，即怀疑地批判的头脑**”。（《自然辩证法》）

五十年前，革命导师列宁在《论战斗唯物主义的意义》一文中指出：自然科学家应当成为辩证唯物论者。“现在的任务就是要注意自然科学领域里最新革命所提出的种种问题，并吸收自然科学家参加哲学杂志所进行的这一工作。如果不解决这个任务，战斗唯物主义根本就既没有战斗性，也不是唯物主义。”这是一个艰巨的任务。本刊的出版，希望能对促进哲学工作者和自然科学工作者的合作，起到一点作用。本刊贯彻执行伟大领袖毛主席所提出的“百家争鸣”的方针，提倡科学上的自由讨论，希望广大工农兵和哲学工作者、自然科学工作者踊跃来稿。

本期以天文学和宇宙理论为中心，第二期和第三期拟分别以物理学和生理学为中心。本刊暂不定期出版，希望广大读者积极提出意见，以利改进。