

陆 巍、彭公炳

气候纵横论

——宇宙、日、月、地球及气候

气象出版社

气候纵横论

——宇宙、日、月、地球及气候

陆 巍 彭公炳

气象出版社

内 容 简 介

这本科普读物,从对宇宙的认识谈起,向读者介绍了大气的起源,气候的形成及太阳、月亮、地球对气候的影响,展示了气候研究的新领域及未来气候的施工蓝图。本书适合于气象科技人员、有关大专院校师生、气象爱好者阅读。

气 候 纵 横 论

——宇宙、日、月、地球及气候

陆 巍 彭公炳

* * *

气象出版社出版

(北京西郊白石桥路46号)

北京印刷一厂印刷 新华书店北京发行所发行

* * *

开本: 787×1092 1/32 印张: 4.75 字数 90 千字

1983年 月第一版 1983年 月第一次印刷

印数: 1 —— 10,000 统一书号: 13194·0114

定价: 0.50元

前 言

夕阳西下，当最后一丝晚霞的余辉从天际消失时，蔚蓝色的天空被深沉的夜幕笼罩住了。这时闪闪发光的亮星，便一颗一颗地出现在天空中。晚霞行千里，而千里之行始于足下。这时，人们该考虑未来一天的行程工序了。

科学研究的职业劳动，把人们带到书刊的海洋。新奇事件层出不穷，不能不使你望“洋”激动。有很多工作是不受成见或传统思想所束缚的，往往就是从那些被认为早有定论、不容怀疑的地方打开缺口，另辟异径。

这本小册子作为读书笔记，或者科研心得都可以。我们献给气象工作者和气象爱好者的是，有关宇宙、日月和地球气候的知识浪花。这是一些大海的浪花；而浪花能反映阳光的闪烁。假使它能激起读者心灵的智慧，促使探索气候学发展引向深入，这就是我们的本意：抛砖引玉。

谢谢你们的阅读。

作者

目 录

第一章 气候在宇宙中的位置：关于宇宙

- § 1. 大爆炸中诞生的宇宙..... (1)
- § 2. 宇宙是无限的吗? (4)
- § 3. 引力的发现..... (9)
- § 4. 是什么支配着宇宙? (13)
- § 5. 袭击地球的空间“海啸” (15)

第二章 气候在太阳系中的位置：关于地球

- § 6. 太阳系大家庭..... (19)
- § 7. 地球的运动..... (22)
- § 8. 被拴住的大气..... (27)
- § 9. 一个大气起源的假说..... (31)
- § 10. 五次大气——呼吸革命..... (34)

第三章 气候在地球上的位置：关于气候

- § 11. 转盘中的世界..... (38)
- § 12. 未来气候的施工蓝图..... (42)
- § 13. 气候史的教训..... (47)

第四章 形成气候的主力：太阳的光和热

- § 14. 两公斤的太阳质量..... (52)
- § 15. 光球和黑子..... (56)
- § 16. 太阳的能源反应..... (62)
- § 17. 太阳与气象..... (65)

第五章 气候的第四类自然因子之一：引潮力

- § 18. 月球离地球很近..... (69)

§ 19. 涛之起也, 随月盛衰	(71)
§ 20. 对潮汐的解剖	(75)
§ 21. 大气里的潮汐	(79)
§ 22. 陆潮, 洛夫数与力候论	(81)

第六章 气候的第四类自然因子之一: 地球自转

§ 23. 有“籍贯”的时间	(85)
§ 24. 珊瑚化石年纹的启示	(88)
§ 25. “第四因子”的由来	(91)
§ 26. 地球自转的气候效应	(93)
§ 27. 地极是否在移动	(96)
§ 28. 使海平面发生变化	(102)
§ 29. “极潮”	(105)

第七章 气候变化理论的现代轮廓

§ 30. 天文长期因素	(110)
§ 31. 地学长期因素	(117)
§ 32. 气候变化的短期因素	(120)
§ 33. 人类活动的影响	(127)
§ 34. 展望未来的探索	(134)



第一章 气候在宇宙中的位置：关于宇宙

§ 1. 大爆炸中诞生的宇宙

偏爱数学的历史学家鲍尔(Ball)，在他的《数学拾零》中叙述了一个故事。

在世界中心贝拿勒斯的圣庙里，安放着一块黄铜板。板上插着三根宝石针。每根针高约1腕尺（合20英寸），象韭菜叶那样粗细。梵天在创造世界的时候，在其中的一根针上，从下到上放下了由大到小的64片金片。这就是所谓梵塔。

无论白天还是黑夜，都有一个值班的僧侣，按照梵天不渝的法则，把这些金片在三根针上移来移去：一次只能移一片，并且要求不管在哪一根针上，小片永远在大片的上面。

当所有64片，都从梵天创造世界时所放的那根针上，移到另外

一根针上时，整个世界就将在一声霹雳中消灭。梵塔、庙宇和众生，都将同归于尽。

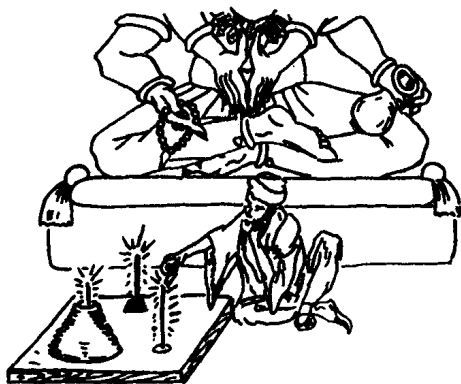


图 1 一个僧侣在大佛像前解决“世界末日”问题

把这座梵塔的全部64片金片，都移到另一根针上，需要多长时间呢？

我们不难发现，按照这个梵天不渝的法则去移动金片，不管把哪一片移动到另一根针上，移动的次数，总要比移动上面一片增加一倍。第一次只需一次，下一次就按几何级数加倍。这样，当把第64片也移走后，总的移动次数是

$$1 + 2^1 + 2^2 + 2^3 + \dots + 2^{63}$$

在数学上，这类数列，由于前一个数与后一个数之间有固定的倍数，所以叫做几何级数。这种级数所有各项之和，等于固定倍数的项数次方幂减去第一项，所得的差除以固定倍数与1之差。这就是

$$\frac{2^{64}-1}{2-1}=2^{64}-1$$

$$=18,446,744,073,709,551,615$$

一年有31,558,000秒。假使僧侣们平均每秒钟移动金片一次。那么,即使夜以继日,前赴后继,也需要将近58万亿年才能完成!

我们的世界,是不是也会存在58万亿年呢?有趣的是下面的对比。

按照现代的宇宙进化论,恒星、太阳、行星粒子不断碰撞,并相互转化。整个宇宙基本上处于热力学平衡过程之中。这种过程,在宇宙的极早期,一秒钟内可能发生几十亿亿次。但这个极早期非常短暂,也许不到一分钟。

由于整个体系在不断膨胀,温度迅速下降,宇宙演化进入到下一个时期。化学元素在这一个时期开始形成,但也不过30分钟。至于到今天,我们所看到的天街夜市、星空世界,均已度过了100多亿年的漫长岁月。

宇宙是不断膨胀的观点,不但来自引力场方程的解,也来自实际观测的推论。在实际观测中发现,许多星系的光谱都有红移现象。天文学家知道,当发光体向离开我们的方向运动的时候,我们接收到的光谱线向红端移动。星系的光谱红移,意味着星系是在离开我们而运动,也就是在退行。如果宇宙中所有的星系都在退行,那么就象一个气球上各点之间,由于气球膨胀而距离增大一样,说明宇宙在膨胀。1929年,美国天文学家哈勃(Hubble, E.),发现了星系退行速度和离我们的距离成正比,也就是离我们越远的星系退行速度越快。这个规律就叫哈勃定理。哈勃定理不断得到天文观测资料的证实。

宇宙为什么会膨胀呢?1927年,比利时数学家勒梅特(Lemaitre, G. E.)提出大爆炸说。他认为宇宙间一切都起自一个超高温、超高密的“宇宙蛋”,由于某种原因突然发生了大爆炸,各个碎片向四面八方飞去,形成了无数的星系。到二十世

纪四十年代末期，不少物理学家和天文学家解释、计算和论证了宇宙起源于大爆炸的说法，以及大爆炸以后星系怎样形成、演化和运动等问题。1949年，俄国血统的美籍物理学家盖莫夫（Gamow, G.）预言，大爆炸以后存在“宇宙灰烬”，它产生弥漫于整个空间的、相当于绝对温度五度（ -268°C ）的辐射。

一些天文学家设想，宇宙演化过程是一个循环过程，由爆炸而膨胀，当膨胀到一定阶段又开始收缩。1965年，有人提出宇宙的一个循环周期是八百二十亿年。

因此，我们太阳系的整个寿命，无疑要短于二百亿年，而不象这个印度传说中所宣扬的那样长！而且，即使按照八百二十亿年的宇宙循环周期，我们的宇宙在一个梵天游戏中经历了天数次轮回转世！

据说，大爆炸宇宙学说，大约可以解释一半左右的宇宙现象，因此，为天文学家、高能物理学家和宇宙学家所津津乐道。但是，它并没有告诉我们，究竟是“谁”，发动了这场史无前例的“大爆炸”？

按照天体物理学家的看法，在这个诱人的问题上，似乎我们只能期待着新的答案，但却不会有最终的答案。

§ 2. 宇宙是无限的吗？

广阔而深邃的星空世界，隐藏着无穷无尽的奥秘。千百年来，是那样地吸引着人们的注意。对星空的探查，是人类的理智最神圣的探险之一。

古希腊人在神话时期，认为天被支托在阿特拉斯（Atlas）的肩上，并不觉得滑稽，而是很严肃的事，甚至谈论时也要十分虔诚。这位擎天大力神阿特拉斯，后来被遣去寻找金苹果，赫尔克里士（Hercules）就替他伫立在山上擎天。总之，那

个时候的古希腊人，总以为天空比山顶高不了许多。

起初，人们很自然地认为，天空只不过是一顶坚固的棚盖——天穹。宝石般闪闪发光的天体，就镶嵌在上面。希腊人还曾经设想，每个行星，都有它自己的一层看不见的天穹。这些天穹一层套着一层。离我们最近的那一层，应该属于运动得最快的行星。

总之，在伽利略(Galileo, G.)、牛顿(Newton, S. J.)之前，传统的宇宙结构，是一个有限有边的世界。宇宙的最外层是由恒星天构成。恒星天是宇宙的边界，在它之外，就没有空间了。在哥白尼(Copernicus, N.)的太阳中心说中，仍然保持着有限有边的宇宙结构模式。

尽管中世纪的阿拉伯人和十六世纪的欧洲数学家，曾经使三角学日臻完善，不过，一直到望远镜发明以后，测量小角度的视差才变得切实可行。伽利略得知荷兰一位眼镜工人制成了放大窥管，几个月之后，于1609年首先制成了望远镜。望远镜延伸了人类的视线，对于宇宙结构的认识，也渐次深入。

在伽利略、牛顿之后，对宇宙结构的认识，普遍采用了无限无边的观点。这就是，宇宙的体积是无限的，也没有空间边界。宇宙空间是一个三维欧几里德(Euclid)几何的无限空间，在上下、左右、前后这些方向上，都可以一直走下去延伸到无限远。

这是对宇宙结构认识的第二个阶段。

的确，无限宇宙的自然哲学，在冲破中世纪宗教宇宙学精神枷锁的斗争中，起过非凡的作用。它永远值得人们怀着崇敬的心情加以回顾。

但是，每一次科学上的重要成功，由于它的巨大声誉，往往会使后人不去认真思索，由这些成功所带来的新东西中，哪

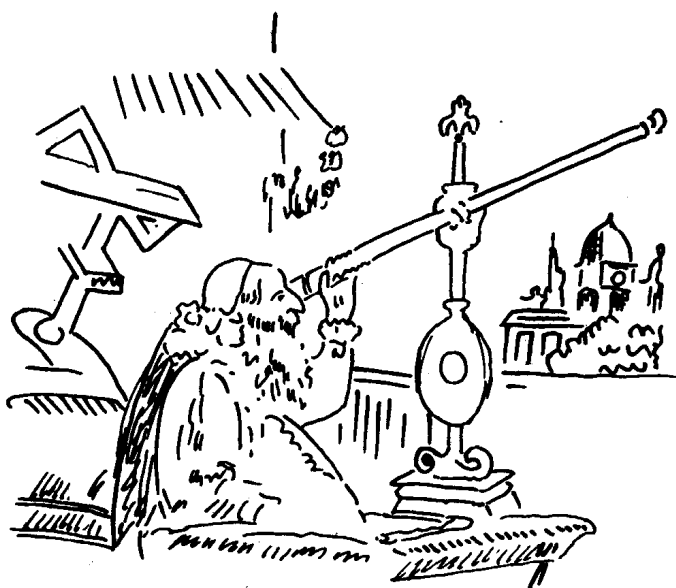


图 2 伽利略用小天文望远镜观测

些是真正被证实了的真理，而哪些还只是设想和假设？其实，“宇宙空间是三维无限的欧几里德空间”，以及“牛顿理论可以在宇宙学上适用”，正是属于后一类的两个观念。尽管自然哲学已经习惯于接受它们，然而，它们却不是属于已经弄明白了的。

在二十世纪初，宇宙的无限性，无论是作为一种科学理论，还是哲学信条，都好象已经成为定论。人们默认了这样一种宇宙结构图，宇宙空间是欧几里德几何的三维无限空间，无限的天体就分布在无限的空间之中。其实，当时人们对宇宙的了解还少得可怜。

在二十世纪以前，人们知道太阳系和无数的恒星（有人估计在一亿颗以上），组成了一个星系——银河系，银河系的形状好象一个中间凸起的盘子，或者象一个凸透镜。1900年，天文

学家才测定了大约七十颗恒星离开我们的距离。1906年，荷兰天文学家卡普坦（Kapteyn, J.）测量了银河系的大小，他指出银河系的直径是二万三千光年，厚度是六千光年。到二十世纪二十年代，天文学家认为：银河系的直径是十万光年，中心的厚度是二万光年，银河系大约有一千亿颗恒星。当时所知道的宇宙范围不超过二十万光年，也就是只包含我们的银河系和另外两个相邻的星系。

总之，这时候，科学家对宇宙中星系的了解，远远不如伽利略时代人们对太阳系中行星的了解。

就在这个极低的起点上，1917年，爱因斯坦（Einstein, A.）运用广义相对论，提出了关于宇宙的模型，开创了宇宙学的理论研究。他发现牛顿无限宇宙论的困难。

牛顿力学在讨论一个有限力学体系时，总是假定可以选取一个参考系。这样，在无限远处的引力势就可成为常数。这个条件，对于解决局部天体的运动问题，有时是相当关键的。但是，如果接受牛顿的无限宇宙图象，认为物质均匀布满在整个无限的空间之中，那么，根据牛顿力学，又会得到无限远处的引力势不可能为常数的结论。这就是一个矛盾。

如果，为了保证无限远处的引力势为常数，我们暂且放弃物质均匀布满宇宙整个无限空间的假设，并认为物质主要集中在我们周围有限的范围，那么，无限远处的引力势虽然为常数，但宇宙却是有限的。顾此失彼，仍然是一个矛盾。

爱因斯坦放弃无限空间概念，建立了静态有限无边的宇宙模型。

他认为，宇宙空间的结构，本来就与物质运动有关。不能先验地断定它必然是三维无限的欧几里德空间。他提出的宇宙模型，既不是亚里士多德的有限有边体系，也不是牛顿的无限

无边体系，而是一个有限无边的体系。这就是说，爱因斯坦主张的宇宙，从它的空间广延来说，是一个闭合的连续区，这个连续区的体积是有限的，是一个弯曲的封闭体，因此没有边界。天体分布在弯曲的无边的封闭体里。所谓无边，指的是这个三维空间，已经是包括了全部空间，而并不是更大的三维空间的一部分。

在现实直观世界中，有一个可以用来比拟的球面，它是一个二维的有限无边体系。球面无边界，但面积是一定的。球面是一个二维的弯曲面，而有限无边的三维空间，也是一个弯曲空间。

要理解爱因斯坦的有限无边的宇宙模型，就要懂得相对论，懂得四维时空结构和黎曼（Riccati）几何学，懂得光线和空间会发生弯曲。如果承认光线会发生弯曲，那么，也就容易理解宇宙是有限的了。正象你沿着地球表面一直走，就会随着地表而弯曲，永远走不到地球外面去一样。

爱因斯坦的这个模型提出不久，有人就根据广义相对论的引力场方程的解，提出宇宙不是静态的，而是不断膨胀的。围绕宇宙不断膨胀的观点，就出现了大爆炸学说。大爆炸学说把宇宙看做一个运动着的、不断演化的整体，实际上也认为宇宙是有限的，并且指出宇宙的空间范围大约是一百亿光年（也有人认为现在的观测范围达到二百亿光年）。1960年，发现远在九十亿光年的星系，其退行的速度大约是每秒二十四万公里，也就是光速的五分之四。按照哈勃定理，离我们一百一十亿光年远的星系，就应该用光速退行。它所发出的光，永远也到不了我们这里，可以说，这个星系离开我们这个宇宙消失了。

有一种看法，认为宇宙是那样至大无边，那样复杂，探讨宇宙作为一个物理体系的动力学，恐怕不会得到有意义的结果！

对于“宇宙究竟是无限伸展的，还是有限封闭的”这样一个严肃的问题，一位著名的诗人竟然写道：“一个白痴才期望有一个回答。”

其实，在自然科学面前，可以说没有一个有关自然界的问题是不值得研究的。有许多令自然科学家醉心的问题，就是让最富于幻想力的诗人看来，也觉得荒诞不经，只有白痴才枉费精力。然而，如今世界上，太多的可能不是“白痴”式的问题，而却是白痴式的答案。所谓“没有意义”者本身，往往就是这样一类答案。

§ 3. 引力的发现

地球吸引着地面附近的所有物体，使各种物体都很难挣脱它的束缚。因此，地球的引力，是被人们首先注意到的力。

但是亚里士多德曾经认为，当物体受到地球的引力而下落时，重的东西下落得快，轻的东西下落得慢。不过，亚里士多德（Aristotle）并没有做实验。直到伽利略，才第一次认真分析这个论断。

离今大约三百六十多年前，伽利略在意大利的比萨斜塔上，做了一个科学史上不朽的实验。他让木制和铅制的两个球从斜塔上同时落下，结果两个球同时落到地面上。这说明，无论木制的或铅制的球，如果同时从塔上开始下落，它们将同时到达地面，和物体的具体特征并无关系。当时，一般人都相信重东西肯定比轻东西跌落得快些，伽利略用实验否定了这种错误的想法。

虽然，据某些科学史家的考证，伽利略并没有作过盛传的比萨斜塔的实验，不过，今天的比萨斜塔，仍然因为这个轶事，成为物理学的圣地之一，吸引着“朝圣”的游客。甚至在比萨

和佛罗梭萨的某些博物馆里，还陈列着据称是当年伽利略实验用过的木球。

不管伽利略是用斜塔，还是用斜面来完成这个实验，其结果终归是一样的。不过，伽利略当时所做的这个实验是不太精确的。为此，匈牙利有一个物理学者重新做了这个实验。

他的实验，在精度上远远超过伽利略。如果两个球落到地面上，即使相差一千万分之一秒，也可以被探测出来。当然，即使是这样高精度的实验，同样没有发现轻球和重球的降落速度有什么不同。然而，它却给了我们一个新的启示：宇航员在飞船内感觉到的引力，与地面上的地心引力具有相同的性质。

牛顿给出了引力的定量表达。这就是，引力质量分别为 m_1 和 m_2 的两个质点，相距为 r ，则它们之间的吸引力与其质量的乘积成正比，而与其距离的平方成反比。

牛顿的引力理论极为成功。根据他的理论，解释了极多的地面现象和天体现象。而其中最成功的例子，莫过于海王星预言的证实。就这样，使万有引力理论获得了不可动摇的声誉。

但是，引力是通过什么起作用的呢？从常识上或从物理学上来考虑，都很难想象宇宙空间是完全虚无缥缈的。牛顿也抱有同样的想法。在他发现著名的万有引力的当时，他说过：

“如果认为万有引力是通过一无所有的空虚缥缈的空间起作用的话，我认为这是荒唐可笑的。相信任何有哲学思考能力的人，都会和我的想法一样。”

不知什么缘故，牛顿没有遵循他的“哲学思考”对此进行更深入的探讨。以后，大家都习惯地认为，两个物体之间的万有引力，是通过空虚的空间以无穷大的速度直接起作用的。这就是所谓的“超距作用”。换言之，当万有引力在两个物体间起作用时，这两个物体之间的空间与万有引力作用毫无关系。既

然把空间看成是一无所有，完全空虚，上述想法就是非常自然的了。从力的传递方式来看，这种想法可以叫做力的“直接传递说”。

这个看来似乎战无不胜的万有引力理论，竟被水星近日点的进动，这一小小的事实所动摇！

水星是距太阳最近的一颗行星。按照牛顿的引力理论，水星的运动轨道将是一个封闭的椭圆形。但实际上，水星每转一圈，它的长轴也略有转动。这叫作进动。进动的原因是，由于作用在水星上的力，除了太阳的引力外，还有其他各个行星的引力。但是，水星进动的观测值与计算值之间有一个小小的差异，超出了误差允许的范围。成功地预言过海王星的勒维耶，以为太阳附近或许还有一颗小行星牵制了水星的进动。不过，他失败了，什么也没有找到。

在爱因斯坦确立了广义相对论之后，水星的进动问题才获得满意的解决。爱因斯坦还揭示了引力的本性。他为了寻找引力的基本方程，整整化了七、八个年头。直到1915年末，他才找到自己认为满意的引力场方程。当时，他写信给索末菲（Sommerfeld, A. J. W.）说：

“上个月是我一生中最激动、最紧张的时期之一，当然也是收获量最大的时期之一。我感到高兴的是，不仅牛顿理论作为第一近似值得出了，而且水星近日点运动（每一百年43″）作为第二近似值也得出了。”

自古以来，科学上的发现和发明，往往被罩上一层有趣的故事色彩。例如说牛顿看到苹果落地，从而发现了万有引力。关于相对论的发现，也有过如下牵强附会的说法。

某一天，爱因斯坦偶然目睹到，一个建筑工人从正在建造的楼房上失足跌落下来。但这位工人却没有摔死，爱因斯坦向