

林德宏
张相轮
编著

创造的动力丛书

第一卷

科学思想卷

安徽教育出版社



张 林
相 德
轮 宏
编 著

创造的动力丛书 第一卷

科学思想卷

安徽教育出版社

图书在版编目(CIP)数据

创造的动力丛书. 1, 科学思想卷/林德宏, 张相轮
编著. —合肥:安徽教育出版社, 2000. 10

ISBN 7-5336-2370-3

I. 创... II. ①林...②张... III. 科学研究—思想
方法 IV. G304

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2000)第 50785 号

特约编辑:任弘毅 责任编辑:唐元明 装帧设计:马 芳
出版发行:安徽教育出版社(合肥市跃进路 1 号)
网 址:<http://www.ahep.com.cn>
经 销:新华书店
排 版:安徽飞腾彩色制版有限责任公司
印 刷:合肥商中印刷厂
开 本:880×1230 1/32
印 张:10
字 数:250 000
版 次:2001 年 2 月第 1 版 2001 年 2 月第 1 次印刷
印 数:1 000
定 价:15.50 元

发现印装质量问题,影响阅读,请与我社发行部联系调换
电话:(0551)2651321 邮编:230061

● 科学思想卷 ●

前 言

科学思想主要是指科学的理论思想。

科学知识、科学成果有不同的形式和层次。科学理论思想是科学知识、科学成果中最抽象的形式、最本质的层次。

科学观察往往只能判定某种事实的存在，描述科学事实的外部表现。而对科学事实的本质的系统说明，则是科学的理论。科学家唯有通过科学思维才能创立科学理论。科学思想是科学知识中最核心的部分，是科学知识的精华和灵魂。

德国著名的物理学家玻恩说：“真正的科学是富于哲理性的；尤其是物理学，它不仅是走向技术的第一步，而且是通向人类思想的最深层的途径。”^①

自然科学的所有学科、领域，都蕴含有一定的哲学思想和科学理论思想，只是在形式和层次上有一些区别。

在科学知识中，对人们的世界观影响最大最深的是科学思想。具体的科学知识常以较快的速度更新，而一定的科学思想形成以后，就比较稳定。它既是许多科学家的共识，也可成为科学家进行科学创新的基础。它对相近的观点产生强大的吸引力，也可对相反的观点产生巨大的排斥力。科学思想对科学家的观点的

① 玻恩：《我的一生和我的观点》，商务印书馆 1979 年，44 页。

提出和接受有重大影响，甚至支配着科学家科学研究的方向、基本观点、基本方法和基本态度。

所以，在科学史上最激烈、最深刻的争论是科学思想的争论；科学发展最深刻的变革是科学思想的变革，科学革命实际上都是科学思想的革命。

所以，科学家在对具体事实的确认、判定、描述和分析方面有所创新已非易事，而要提出新思想，在科学思想方面进行创新，那就更是难中之难了。这不仅需要丰富的背景知识、科学的研究方法，更需要崇高的精神品格。

所以，科学思想的创新是意义最为深远的创新。

所以，伟大的科学家应当同时是科学思想家。

科学思想的创新当然需要一定的经验材料，但它本质上是科学思维的产物。科学思想与科学思维实际上是一回事儿，前者强调它的观念方面，后者强调它的过程方面。在科学的思考中，任何观念都是过程，任何过程都是观念的演化。

科学思维是一种极其复杂的思维活动，我们可以概括出一定的程序、原则、逻辑和模式，但在科学家的实际思维活动中，很少是严格按照这些程序、原则、逻辑、模式来进行的，他们的思维比这些规则更开放、更自由、更活。至于非逻辑思维，更能体现科学家科学思维的艺术性。把这种科学思维的艺术概括为简单的几条原则，倒反而失去了它的灵气。

本卷着重介绍一些重要科学家的理论思想，有的还结合介绍他们的思考过程。

目 录

1 古代科学的常识性思维	
——中国古代的宇宙理论	(1)
2 用逻辑来论证知识	
——亚里士多德的运动学与天文学	(10)
3 天文学史上的一段曲折	
——托勒密的地心说	(18)
4 宇宙模型的简单性	
——哥白尼的追求	(24)
5 心脏是中心，血液在循环	
——哈维的血液运动思想	(31)
6 以太与旋涡	
——笛卡儿的运动学思想	(37)
7 归纳法的一次尝试	
——弗·培根的热动说	(45)
8 从落体、抛物体到天体	
——牛顿关于万有引力的思考	(51)
9 近代天文学的新思维方式	
——康德的星云假说	(60)
10 自然界变化的间断性	
——居维叶的灾变论	(67)
11 现在是认识过去的钥匙	
——赖尔的古今一致论	(75)
12 从人工选择到自然选择	

	——达尔文的自然选择理论	(84)
13	中间类型的缺失之谜	
	——达尔文的生物渐变论	(91)
14	守恒与转化	
	——迈尔关于能量的思考	(102)
15	原子论的思维方式	
	——道尔顿的原子论	(107)
16	追求有序	
	——门捷列夫的元素周期律	(118)
17	把时间箭头引入物理学	
	——克劳西斯的熵增原理	(125)
18	从诗人的梦到科学的现实	
	——大陆漂移说的曲折历程	(136)
19	“亦此亦彼”的新思维	
	——物质的波粒二象性	(147)
20	量子力学的思维方式	
	——玻尔的互补原理	(158)
21	物理学中的观察者	
	——爱因斯坦的狭义相对论思想	(169)
22	没有引力的引力理论	
	——爱因斯坦的广义相对论思想	(175)
23	宇宙有限而无边	
	——爱因斯坦的宇宙思考	(187)
24	不做科学海洋的深水鱼	
	——狄拉克的反粒子的思考	(191)
25	物质的基本形态	
	——关于场的理论创新	(200)

26	现代宇宙学的外推式思维	
	——宇宙学原理·····	(209)
27	从旁观者到参与者	
	——现代物理学思维方式的变革·····	(221)
28	20 世纪生物学的新思维	
	——遗传密码的研究·····	(232)
29	恒星、星系生命的终结	
	——黑洞假说的提出·····	(239)
30	有机整体论的复兴	
	——系统论的创立·····	(246)
31	信息社会的先声	
	——申农和信息论的创立·····	(253)
32	自动化时代的理论	
	——控制论的产生和发展·····	(261)
33	新的综合	
	——普利高津与耗散结构理论的建立·····	(269)
34	混沌为创造之源	
	——非线性科学的兴起与发展·····	(276)
35	复制人脑的理想与现实	
	——人工智能技术的发展·····	(284)
36	人工创造的逼真幻境	
	——虚拟现实技术·····	(291)
37	网络怎样改变了世界?	
	——网络技术的兴起与影响·····	(298)
38	用最简单创造最复杂	
	——数字化技术的发展·····	(305)

1 古代科学的常识性思维

——中国古代的宇宙理论

古代科学的思维，基本上是常识性思维。

常识性思维是指，回答常识所提出的问题，对常识进行解释，并以此来建构古代的科学知识。常识性思维方式可分两个阶段：初级阶段，用常识解释常识；高级阶段，用非常识来解释常识。

用常识解释常识，是最典型的常识性思维，这种思维是在常识范围以内进行的。它主要是应用类比和比喻的方法，把两条有某种相似关系的常识联系起来，这种联系的建立是古代科学家的创造性劳动。在这里，解释的对象和解释的工具，都是常识。常识是一种人们在日常生活中形成的、不需要解释的公认知识。常识是人们在生活中的感受，它不需背景知识，只要是一个正常的人，有一定的生活体验。因此，在初级的常识性思维中，没有专门的术语，只有日常生活的用语。描述形象的比喻，只要日常生活用语就够了。

常识性思维的存在，表明作为专门知识的科学知识，是从常识中发展起来的。

我们以中国古代的宇宙理论为例，来评介初级的常识性思维。

古代天文学的发展可以分为两个阶段：第一阶段主要是说明天和地的形状以及二者的相互位置，建立静态的宇宙模型。它的思维方式主要是用常识解释常识的初级常识性思维。第二阶段主

要是探讨地球与太阳的关系及其运转的轨道，建立包含一定动态因素的宇宙模型。它的思维方式主要是用非常识来解释常识的高级常识性思维。

中国古代的宇宙理论，主要有盖天说、浑天说和宣夜说三种模型。盖天说和浑天说主要采用初级的常识性思维，宣夜说已开始采用高级常识性思维。

盖天说、浑天说同古人的日常生活关系十分密切，都是古代科学家提出的模型。我们怎样证明它们同古人的日常生活的联系呢？我们找不到古时一般人思维方式的纪录，但我们可以利用我国少数民族的神话和传说，这些常被记录在民族史诗和创世纪之中。通过古代宇宙模型和民族史诗的比较，我们可以对古代常识性思维有具体的认识。

古人日出而作，日没而息，太阳的位置同人们的生活直接相关。太阳东升西落，中午出现在头顶的上空，这是常识。获得这个知识既不需要科学研究，也不需要专门学习，只需要日常的观察。一般人认为这是天经地义，无需解释的事，所以他们不是古代科学家，他们只有常识，而没有古代的天文学知识。少数人会思考：为什么太阳东升西落？为什么太阳中午高高悬在空中？他们想对这种常识作出解释，于是他们就由一般人成为古代科学家。

用什么来解释这种常识？古人一开始只能用常识。他们用的是这样一些常识：重物下落，水成平面。

根据这两条常识、上下和高低的区别是绝对的。重物自由下落的方向为下，相反的方向为上；重物不可能自己从下往上运动，所以在古人看来上和下是截然分明的。水总是自发向低处流，而不可能自发向高处流，所以高低也是不容混淆的。如果你对古人说，上就是下，下就是上，高即低，低即高，那古人是无法理解你的这种辩证思维的。

在古人看来，大地只能是个平面。因为只有平面上，我们才能说上下高低的界线是绝对分明的。古人生活的空间，基本上是二维空间，既不能上天，也不能入地。所以东南西北四个方向，在古人生活中具有决定性意义。于是，盖天说所描述的地是一个方形的平面。天的形状呢？古人很容易把天想像成一个半球形，它盖在方形的大地上。

这就是中国古代的盖天说。《晋书·天文志》写道：“天圆如张盖，地方如棋局。”以后的古人逐渐认识到大范围的水面略有弯曲，所以盖天说又发展为“天似盖笠，地法覆盘”。按照盖天说，太阳清晨从东方升起，中午高高在上，傍晚又西沉地平线下。一切都很简单，一切都很自然。

我们可以猜想，天圆地方说在古代是深入人心的。南北朝一首民歌：“天似穹庐，笼盖四野。”这首民歌虽经过文人加工，但它显然是古人常识的反映。小小的铜钱，也是天圆地方的象征。北京天坛的建筑呈圆形，地坛的建筑呈方形。

古希腊的哲学家也有大地呈平面的猜想。我们可以读到这样的记载：“泰勒斯认为地浮在水上，他无疑地认为地像一种扁平的盘状物。”^①“阿那克西美尼和阿那克萨戈拉与德谟克里特都认为大地扁平如桌面。”^②

我国拉祜族的创世纪《牡帕密帕》说：“天像一个罩子，地像一块木板。”《苗族古歌》说：“天刚刚生下来，像个大撮箕；地刚刚生下来，像张大晒席。”布依族神话《辟地撑天》说：“天边靠着高高山，天顶圆圆像把伞。”彝族的《梅葛》说：“天像一把伞，地像一座桥。”此外，古埃及神话说大地为方形，天穹像

① 汪子嵩等：《希腊哲学史》第一卷，人民出版社1988年。

② 北京大学哲学系外国哲学教研室编译：《古希腊罗马哲学》，商务印书馆1961年，12页，175页。

帽子。古巴比伦人把宇宙比作一只大箱子，天是箱盖，地是底板。这些材料表明，盖天说确有广泛的“群众性基础”。

所以说，盖天说是一种典型的常识性的宇宙模型。

常识性理论所遇到的难题，也主要是来自常识。同常识是否吻合，吻合的程度如何，直接决定着常识性宇宙模型的命运。如果有不吻合或不甚吻合之处，古代科学家就会对原有模型进行“修补”，所用的“材料”，仍然是常识。

盖天说遇到的一个大难题是：天为圆形，地为方块，如何盖得很吻合？这与常识不符，因为人们不会为方形箱子做个圆形盖子。有趣的是，我国彝族史诗《查姆》也认为天地要盖得很合吻，严丝合缝：“地要造得簸箕样，天要造成箴帽圆。箴帽簸箕才合得拢，箴帽簸箕合成天和地。”

这个难题是很有分量的，必须要解决。从逻辑上讲，古人可以修改天或地的形状，半球形的天配圆形平面的地，或者想像宇宙像个正六面形的箱，底面是大地，其余五面组成为天。这是“方则俱方，圆则俱圆”的思路。但中国古代天文学家没有采用这种修改方案，他们选择的是另一条路——让半球形的天高高挂在方形大地上。天是悬在空中，而不是盖在大地上，这样就没有盖得是否严丝合缝的问题了。

可是这样一来又产生了新的难题，这个难题也是来自常识的。古人在日常生活中发现，凡是有形的东西都有重量，凡是有重量的东西都不可能在没有支撑的情况下悬在空中。盖天说既然认为天有形状，天就应当有重量，那么怎么没有任何依托地悬在空中呢？这个难题也是致命的。杞人忧天的故事在古代想来是很流行的。

常识提出了质疑，古人就用常识来回答。最容易采纳的方案是：用东西来支持天。古人就想到了盖房子。房顶是用柱子支撑的，那天也可以用擎天柱来支撑。这是把盖房子的经验搬到天文

学、宇宙论中来了。这在现代人看来也许很可笑，在古人看来却是合情合理的。

我国的许多少数民族，都有用东西撑天的传说。纳西族《创世纪》：“东边竖起白螺柱，南边竖起碧玉柱，西边竖起墨珠柱，北边竖起黄金柱，中央竖起一根撑天大铁柱。”彝族《阿细的先基》：“天上的阿底神，拿了四根金柱子，拿了四根银柱子，拿了四根铜柱子，拿了四根铁柱子，东边竖铜柱，南边竖金柱，西边竖铁柱，北边竖银柱。用柱子去抵天，把天抵得高高的。”《苗族史诗》唱道：在那茫茫的太初，支天用的是桦槁树。但支天天摇晃，一天要坍塌六回。最后造了十二根金柱子才把天撑稳。苗族《创世大神和神子神孙》说：巨神纳罗引勾先用木柱撑天。不久，木柱被五节虫蛀断，天塌了下来，他改用铁柱。不久，铁柱生锈，天又塌了，他改用石柱。后来石柱断裂，天再次塌下，最后他用自己的脚撑天。在彝族的《梅葛》中，撑天柱子是虎骨。在布朗族神话《顾米亚》中，擎天柱是犀牛骨。布依族同胞则想像用大楠竹撑天。在古埃及和古巴比伦的神话中，也有高山撑天的说法。埃及一则神话说女神用四肢撑天。

在这些神话中，最初的常识性思维与神话思维融为一体。神话思维是古人用编造出来的故事情节，来解释一些事物的起源、功能和变化。神话是人类处于十分幼稚时期的“人话”，是人类最早的“童话”。许多神话也是对常识问题的回答，神话的情节常有常识的原型，并含有一定的常识内容。但神话更多的是想像，是对常识的超越，因而它的情节常具有不合理性或荒诞性。比如在上述这些神话中，并不回答这些金柱子、银柱子是从哪里来的，并不解释为什么虎骨能撑起天，也不说明天塌下后什么力量能把它再支撑起来。所以神话不是科学，但保留了古代科学思维的一些萌芽。

盖天说还有一个很大的难题：它无法说明太阳是在哪儿过夜

的。既然大地是个平面，太阳西落后到哪里去的？又是怎样跑到东方去的？为什么太阳穿过大地时，它的火焰不会熄灭？只要有一些常识，人们就可以提出这些问题。而这些问题你叫盖天说如何回答呢？

这样就流行起浑天说。

我国汉代天文学家张衡说：“浑天如鸡子，天体圆如弹丸，地如鸡中黄，孤居于内，天大而地小；天表里有水，天之包地，犹壳之裹黄。”（见《灵宪》）王蕃说：“天地之体，犹如鸟卵，天包于地外，犹卵之裹黄。”（见《浑天象说》）浑天说把宇宙天地比作是一个鸡蛋或鸟卵，天和地都是个球，天球包着地球。天不是半个球，而是一个完整的球；地不是平面，也是一个球；天盖地、天罩地发展为天包地。这样，太阳在哪儿过夜的问题就不存在了。

在我国的神话中，也可以找到浑天说的雏形。在欧阳询等编撰的《艺文类聚》中，记载着这样的神话：“天地浑沌如鸡子，盘古生其中。”在我国汉族民间流行的一则神话说：“老早老早以前，没天，没地，没日，也没夜，通天下就像个硕大硕大的大鸡子。大鸡子里头是鸡子黄，中间是鸡子清，外头包着个石硬石硬的鸡子壳。”^①

现代社会中有的孩子也会天真地把天地比作一个鸡蛋。本书作者林德宏曾同他的刚进一年级的儿子，在一天清晨有如下对话。“爸爸，鸡蛋是个地球模型，蛋黄是地球，蛋白是天。”“那蛋壳呢？”“是全世界。”他的小儿子早饭时吃鸡蛋，咬了一口，露出了蛋黄，说：“爸爸，你来看地球模型，这是地球，这是月亮，这是天。”小孩子在这里把“宇宙模型”说成了“地球模型”。

上述这些材料表明，浑天说体现了神话思维、初级的常识性

① 陶阳、钟秀编：《中国神话》，上海文艺出版社1990年，1页。

思维和儿童思维的一致性。

盖天说和浑天说采用的是一种典型的初级常识性思维。比喻是基本方法：“天圆如张盖”、“地方如棋局”、“天似盖笠”、“地法覆盘”、“浑天如鸡子”、“天体圆如弹丸”、“地如鸡中黄”、“天之包地，犹壳之裹黄”、“天地之体，犹如鸟卵”、“天包于地外，犹卵之裹黄”，这儿的“如”、“似”、“法”、“犹”，都是关键词，都是比喻的用词。盖天说与浑天说几乎没有专门的术语，所用来比喻的东西大多是日常生活中常见的物品，如“张盖”、“棋局”、“盖笠”、“覆盘”、“鸡子”、“弹丸”、“鸡中黄”、“壳”、“鸟卵”。这些东西人人皆知，无需解释。人们一听到这些词，头脑里立刻就产生一个直观的形象。我国少数民族的传说、神话中，诸如“罩子”、“木板”、“撮箕”、“晒席”、“伞”、“桥”、“箴帽”、“柱子”、“虎骨”、“犀牛骨”、“竹子”，也都是人们非常熟悉的东西。关于天地的位置，盖天说用“盖”来形容，浑天说用“包”来描述，这两个动词既通俗，又形象，连小孩子都懂。

用常识解释常识，虽然有通俗易懂、生动形象的优点，但只能停留在现象的层次上。任何常识都不能完全解释另外一条常识。古人杂而多的常识并不是一个系统的自洽的逻辑体系。许多常识在表层上是相互排斥的。当古人用一条常识来解释另一条常识时，常常会与别的常识相冲突。因此，用常识解释常识不可能彻底，不可能自圆其说，总要不断受到常识的诘难。只要是用常识解释常识，这种解释就不可能摆脱最终被常识所困的命运。

通过常识性思维能猜想到大地呈球形，这是非常可贵的。但是，这个地球的观念却很难同许多常识相容。许多人正是用常识来反对地球说的。

古罗马哲学家卢克莱修^① 就是这样来反对大地球形说的。

① 卢克莱修：《物性论》，商务印书馆 1982 年，57～58 页。

他写道：

绝不要相信那种著名的说法：
说什么一切的东西都向中心进迫，
而正是因此世界才坚固不易，
永远不必有外来撞击来支持；
或者说什么大地下面那些有重量的东西
全部向上进迫并且终于停止在大地上，
以头脚倒置的方式，正好像此刻
我们所看见的那些水里的倒影一样——
同样地，他们说，一切生物
都是头脚倒置地行走着，
但却又会从大地掉进下面的天空，
正犹如我们这些身体并不
自动地向头上的天空飞去。

卢克莱修反对大地球形说的主要论据，就是欧洲人常说的“对蹠人”。由于古人没有万有引力的概念，又由于在古人看来上、下的界线是绝对的，因此古人自然就会这样想：如果大地是个球，那球下面的人岂不是“头脚倒置”？他们的脚心岂不是对着球上面的人的脚心？那居住在球下面的人为什么不掉下去？那儿又怎样下雨？这些想法完全合乎常识，这种思考完全是常识性思考。

在我们中国，反对大地球形说的人，也是采用常识性思维和相同的论据。清初，西方传教士汤若望宣传地球说，受到不少人的反对。杨光先是这样反对汤若望的：“请以楼为率，予顺立于楼板之上，若望能倒立于楼板之下，则信有足心相对之国……此可见大地之非圆也。”“今夫水，天下之至平者也，不平则流，平则止。则四旁及在下国土洼处之海水，不知何故得以不倾……苟有在旁在下之国，居于平水之中，则西洋皆为鱼鳖，而若望不得

为人矣。”（杨光先：《肇镜》）杨光先的想法很简单，水是再平不过的，如果大地为球形，我们生活在水面之上，四邻就必然生活在水中，那西洋全都是鱼鳖，汤若望就做不成人了。

王贞仪是一位清代女科学家，她 18 岁时曾听到一老者这样反对地球说：“现今中西天文学都已相信，我等所居之处，形同日、月，亦为一球体。既为球体，若吾等居其上方，则离吾较远之处者，岂不皆成斜立？而居圆球下方者，岂不皆要倾跌哉？”这位老夫子的思维方法和所用的语言，都与杨光先如出一辙。王贞仪在《地圆说》一文中指出：“地为球形，人顶皆天，足履皆地。”^① 她的这个正确说法，倒反而不容易被常识所理解。

所以，用常识解释常识的思维方式，是十分幼稚的思维方式。既然从根本上说，常识解释不了常识，所以后来古代科学家开始用非常识来解释常识，在解释工具方面突破了常识的范围。

在中国古代宇宙理论中，宣夜说属于高级的常识性思维。首先，“宣夜”二字就不是用常识能解释的。《晋书·天文志》写道：“宣夜之书亡，惟汉秘书郎郗萌记先师相传云：‘天了无质，仰而瞻之，高远无极，眼瞀精绝，故苍苍然也。譬之旁望远道之黄山而皆青，俯察千仞之深谷而窈黑。夫青非真色，而黑非有体也。日月众星，自然浮生虚空之中，其行其止皆须气焉。’”宣夜说的基本观点是“天了无质”，“高远无极”，即天无形无体，无形无界，这显然是一种抽象的想像，而不再是常识。

近代科学所要回答的问题是科学观察、科学实验或科学思考中提出的问题，已不再把解释常识作为自己的追求。到了现代科学，许多理论（如相对论、量子力学）不仅超出了常识，而且根本上同常识相悖。

^① 参见徐伯春：《江苏古代科学家》，江苏科学技术出版社 1983 年，205 页。