第一推动丛书
物理系列
[珍藏本]
05

TIME, SPACE AND THINGS

时间、空间和万物

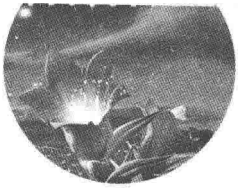
[英]B·K·里德雷/著
B. K. Ridley
英国Essex大学物理学教授，皇家学会会员。

李 泳/译



第一推动
湖南科学技术出版社

需要全本请访问 www.ertongbook.com



Time, Space and Things

时间、空间和万物

[英]B·K·里德雷/著　李　泳/译

第一推动丛书
湖南科学技术出版社

总 序

科学，特别是自然科学，最重要的目标之一，就是追寻科学本身的原动力，或曰追寻其第一推动。同时，科学的这种追求精神本身，又成为社会发展和人类进步的一种最基本的推动。

科学总是寻求发现和了解客观世界的新现象，研究和掌握新规律，总是在不懈地追求真理。科学是认真的、严谨的、实事求是的，同时，科学又是创造的。科学的最基本态度之一就是疑问，科学的最基本精神之一就是批判。

的确，科学活动，特别是自然科学活动，比较起其他的人类活动来，其最基本特征就是不断进步。哪怕在其他方面倒退的时候，科学却总是进步着，即使是缓慢而艰难地进步，这表明，自然科学活动中包含着人类的最进步因素。

正是在这个意义上，科学堪称为人类进步的“第一推动”。

科学教育，特别是自然科学的教育，是提高人们素质的重要因素，是现代教育的一个核心。科学教育不仅使人获得生活和工作所需的知识和技能，更重要的是使人获得科学思想、科学精神、科学态度以及科学方法的熏陶和培养，使人获得非生物本能的智慧，获得非与生俱来的灵魂。可以这样说，没有科学的“教育”，只是培养信仰，而不是教育。没有受过科学教育的人，只能称为受过训练，而非受过教育。

正是在这个意义上，科学堪称为使人进化为现代人的“第一推动”。

近百年来，无数仁人志士意识到，强国富民再造中国离不开科学技术，他们为摆脱愚昧与无知做了艰苦卓绝的奋斗，中国的科学先贤们代代相传，不遗余力地为中国的进步献身于科学启蒙运动，以图完成国人的强国梦。然而应该说，这个目标远未达到。今日的中国需要新的科学启蒙，需要现代科学教育。只有全社会的人具备较高的科学素质，以科学的精神和思想、科学的态度和方法作为探讨和解决各类问题的共同基础和出发点，社会才能更好地向前发展和进步。因此，中国的进步离不开科学，是毋庸置疑的。

正是在这个意义上，似乎可以说，科学已被公认是中国进步所必不可少的推动。

然而，这并不意味着，科学的精神也同样地被公认和接受。虽然，科学已渗透到社会的各个领域和层面，科学的价值和地位也更高了，但是，毋庸讳言，在一定的范围内，或某些特定时候，人们只是承认“科学是有用的”，只停留在对科学所带来的后果的接受和承认，而不是对科学的原动力、科学的精神的接受和承认。此种现象的存在也是不能忽视的。

科学的精神之一，是它自身就是自身的“第一推动”。也就是说，科学活动在原则上是不隶属于服务于神学的，不隶属于服务于儒学的，科学活动在原则上也不隶属于服务于任何哲学。科学是超越宗教差别的，超越民族差别的，超越党派差别的，超越文化和地域的差别的，科学是普适的、独立的，它自身就是自身的主宰。

湖南科学技术出版社精选了一批关于科学思想和科学精神的世界名著，请有关学者译成中文出版，其目的就是为了传播科学的精神，科学的思想，特别是自然科学的精神和思想，从而起到

倡导科学精神，推动科技发展，对全民进行新的科学启蒙和科学教育的作用，为中国的进步做一点推动。丛书定名为《第一推动》，当然并非说其中每一册都是第一推动，但是可以肯定，蕴含在每一册中的科学的内容、观点、思想和精神，都会使你或多或少地更接近第一推动，或多或少地发现，自身如何成为自身的主宰。

《第一推动丛书》编委会

需要全本请访问 www.ertongbook.com

献给

西尔维娅(Sylvia)

第一版序

本书试着用通俗的语言来讨论物理学对宇宙基本结构的看法。它从物理专业里挑选出一些基本的概念，然后用平易的没有数学的语言将它们表达出来。物理学有许多绝妙而稀奇的思想，却总被关在狭小的盒子里，只有握着钥匙的一小伙人才可能走近它们，那不是太可惜了吗？然而，假如谁想把那盒子打开，让思想飘散，摆脱华贵的数学束缚，跳出沉重的历史阴影，那么他也许讨不了任何人的欢喜，有人会说他浅薄，还有人会感到不知所云。不过，尽管心存疑虑，我还是觉得该担起这个责任，因为专业化的东西已经太多，而向大众普及的却少得可怜。

即使身在物理学圈子里的大学生，也往往只看到一棵棵精心栽培的树，很少能发现树外还有森林。他全身心都在热力学、电磁学和量子力学的丛林里穿行，难免会迷失方向；但愿他能跳出那丛林，找回自己的路。正是出于这样一个心愿，我们在埃塞克斯(Essex)大学为大学生们开了门物理学的课，这本书就是从讲课中产生的。通常认为大学生理所当然应该熟悉的许多概念，我们也或多或少从头说起；另外有些只有研究生才会遇到的概念，在我们看来也并不比大家在中学碰到的东西更困难。要说难，那不过是对它们还不够熟悉。如果忽略了这些概念，本书也就谈不上它所企求的鸟瞰物理学了。

我欣赏马克·吐温说过的一句话：



科学真是迷人，根据零星的事实，增添一点猜想，就能赢得那么多收获！

我相信，不论是想追求物理宇宙的普通读者，希望成为通才的人文学科的大学生，还是发愿走进物理学的高中生，都能够体验到那迷人的东西。我还相信，这本书对各级物理老师都会有用，而念物理的大学生可以拿它作为了解物理学背景的读物。虽然这么说，我当然明白，写一本让专家和百姓都能读的书有多难。我也同样知道，没有几个科学家干这样的事情。不同学科之间的鸿沟，在今天比以往任何时候都更加宽广。虽然谁也不能更专业到哪儿去，但可能也不会有人来做普及，这实际上是常有的事情。那些沟壑没有什么可爱的，有时甚至还完全是危险的，如果这本小书能多少起到点沟通的作用，它也就至少达到了一个目的。

B·K·里德雷

1974年7月，Colchester

第二版序

本书基本上在讲概念，如果不说科学前沿，它大概是不会很快落伍的。不过，有的概念还是失败了，而时空里生活着的某些精灵，在本书第一版出版后的8年里，却当然地获得了新奇的特征。例如夸克，一个与电子和其他轻子共同扮演着真正的基本角色的伙伴，表现出了令人欣喜的性质，越来越实在了。现在，新的实验发现了长程关联，量子世界更加不平凡了。囊括一切的大统一带来了最深广的思想。同时，与半导体电子学相关的低维物质的研究也在满地开花结果。所有这些(也许还有别的)七彩绚烂的东西都该向大家展示出来。在这第二版里，它们都找到了自己的位置，而书也重写了一点，篇幅也扩充了一些。但书的本色跟过去一样，我希望它还像第一版那样幸运，能得到专家和大众的接受和喜欢。

B·K·里德雷

1983年7月，Colchester

第三版序

在这新的一版里，许多内容没变，而风格更是一点儿没变。不过我还是忍不住借这个机会增加了新的一章（“大白鲨”），增加了一个附录（“自然力的交易”）。*新的一章强调了不太常听人说起的一些现代理论物理学的概念性难题——当然是凭我个人的兴趣。新的附录说得太随便了，有点儿不像话。另外，还简单谈了些最近流行的东西，如弦和混沌；修正了一些印错的数字。总的说来，本书从 Aaron Ricllley 的批评中得到了很大的帮助，我要特别感谢他；我还要感谢 Ann Spencer，她为我画了幅可能的“大白鲨”近影的插图，令我很感兴趣。我希望这本书现在也跟以前的版本一样，能令人欣喜地看到非专业的读者都能读下去。

B·K·里德雷

1994 年 4 月，Thorpe-Le-Soken

---

* 译者觉得把它改作本书的“尾声”更好一些。

目 录

〉第一版序 …… 1
〉第二版序 …… 1
〉第三版序 …… 1

〉第 1 章 万物 …… 1
从简单说起 …… 1
理想化 …… 4
原子 …… 6
波 …… 9

〉第 2 章 奇事 …… 13
电磁波 …… 13
电子和原子 …… 15
粒子和波 …… 19
作用量子 …… 21
泡利原理与基本粒子 …… 22
夸克 …… 27
相互作用 …… 30
弦 …… 31
从粒子到黑洞 …… 33

需要全本请访问 www.ertongbook.com

第 3 章　空间 …… 36
绝对的空间和时间 …… 36
空间和维 …… 38
空间的几何 …… 42
空间的尺度 …… 46

第 4 章　时间 …… 50
时间的测量 …… 50
时间尺度 …… 54
时间的选择 …… 58
时间箭头 …… 59
时间是虚的吗 …… 60

第 5 章　运动 …… 62
速度测量与时间同步 …… 63
光速与时间 …… 65
相对论 …… 67
加速运动 …… 72

第 6 章　能量 …… 77
引力质量 …… 78
惯性质量 …… 80
动量和动能 …… 83
能量守恒 …… 87
$E = mc^2$ …… 91
大数巧合 …… 93

第 7 章　自由 …… 95
不确定性原理 …… 95

量子的自由 …… 98
量子场 …… 102
相互作用 …… 105
对称性 …… 110

第 8 章 质量 …… 114
惯性的电磁起源 …… 114
等效原理 …… 118
惯性的相对论起源 …… 123

第 9 章 机会 …… 128
简单和复杂 …… 128
概率 …… 130
大数 …… 133
热量和温度 …… 137
熵 …… 142
混沌 …… 144

第 10 章 大白鲨 …… 147

第 11 章 奥妙 …… 154
尾声 自然力的交易 …… 159

附录 1 基本物理常数 …… 162
附录 2 大小数表示法 …… 163

索引 …… 164
译后记 …… 170

第 1 章 万物

诗人的眼睛那神奇狂放的一转，
从天上看到地下，从地下转回天上；
幻想生成的
　　未知的事物，在诗人的笔底
显出了模样，空空如也的它们
也获得了名字和地方。

——莎士比亚：仲夏夜之梦[①]

从简单说起

物理学讲的是宇宙间的简单事物。它把复杂的生命和活体留给生物学，也求之不得地将原子间数不清的相互作用方式留给化学去探索。活细胞当然复杂得不能再复杂了，而一样复杂的还有曲面——随便哪种曲面。生物物理或化学物理偶尔会遇到这些问题，但总的说来，它们是很难对付的。细胞和曲面都不是什么简

① 第五幕第一场雅典公爵忒修斯的话。他说，“疯子、情人和诗人都是幻想的产儿……诗人的眼睛……”译文参考了朱生豪先生的译本（人民文学出版社，1978）。

单的东西。

可以说，简单的东西根本就不存在。皇后敢向阿丽丝吹嘘，她在早餐前能想出6样不可能的东西，但是她却很难想象6样简单的东西。[①] 让我们来看一个普通的例子，如一块石头，一块能拿得起也放得下的石头，还有什么能比它更简单的东西吗？我们看得见、摸得着、拿得起的东西，都是我们身边的一些实实在在的东西。重要的是要认识它们是怎么运动的——而石头是最简单的子弹。石器时代的军队大概会积极开展某些关于石头弹道曲线的研
2 究，但是物理学家们几乎不会去碰它，除非重金悬赏。石头太复杂了，表面一点儿也不规则。想想看，空气从它粗糙的表面流过，该有多复杂，多混乱。所以，也不可能从石头的特殊现象中找出所有子弹普遍存在的东西。

于是，有人把石头切割成整齐规则的形状——像那5个规则
3 的物体(图1.1)。像四面体或立方体形状的物体，似乎更容易把握，因为它们是高度对称的。我们只需要考虑5种规则形状，这该是多简单呀！[②]想当然地看，这些形状的物体在专门研究简单事物的科学里一定占据着特别重要的地位，但事实并非如此。只有在极少的情况下，规则体的概念才可爱，才有用。开普勒(Kepler)曾以此为基础艰难地构造太阳系的理论。[③] 在结晶学中，立方体的对称性起着特别重要的作用。然而，不论哪种规则形状的物体，在物理学中都没有意义。原因是，规则的固体也有棱角，它们的规则性是

① 请看第2章标题下引的那段话。

② 有兴趣的读者可以试着证明，在三维空间里的确只能存在那5种规则的多面体。(证明只需要用点(v)线(e)面(f)关系的欧拉(Euler)定理：$v+f-e=2$，当然还得靠一点数学机智。)

③ 开普勒在1596年出版的第一本书《宇宙的秘密》(*Mysterium Cosmograhicum*)中说，宇宙是以柏拉图的这5个规则固体的模式构成的。在他看来，数学的协调是宇宙的基础。

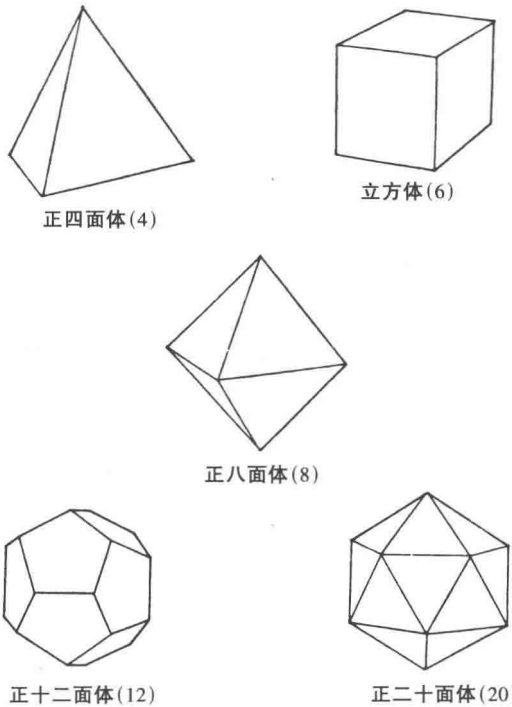


图 1.1　5 种规则的固体。每一固体的面数都写在括号里。

相对的。从不同角度看,它们并不相同,有的方向比别的方向“更特殊”。

把那些棱角磨掉,我们就得到一个台球。物理学家那么喜欢台球,天知道! 在物理学中,台球是许多事物的原型,从这一点说,我们常说的没有重量的弦也不如它重要。台球从各方面看都是一样的;我们可以将它握在手中,也可以抛向天空,还可以让它摆,让它滚,一切力学定律都可以拿它来考察。石器时代的自然哲学家们一定乐意拿钱来买我们关于球状石头的研究成果。台球虽然诱人,却也不够简单。它的缺陷是那张包在外头的曲面。我们在开头讲过,

曲面不是简单的东西。然而，一个物体要与周围区别开来，总会裹张皮的。既然这样，我们来想象一样无限坚硬、完全光滑、绝对没有结构的东西，让曲面理想地消失。然后，我们用一种无比坚硬的理想弹性材料来做一个绝对均匀的台球。我们将那材料叫“乌托子”(utopium)。[①] 现在，我们有了第一样简单的物理学事物——用乌托子造的台球。

理 想 化

4 然而，像这样的东西并不存在。乌托子球完全是理想化的东西，一个头脑冷静的人，是不会相信理想的产儿的。从一开始，我们就知道那是假的。严格说来，它本就不可能是真的。所以，让我们快来看看，在特殊情形下，它是怎么错的。概念上的简单有无限的好处。从大处说，乌托子球可以充当某个星系里的一颗在星团周围游荡的恒星，或者一颗绕着太阳旋转的行星；从小处说，它可以是一个原子——一个在晶体晶格里的原子，或者在液体或气体中游荡的原子。给它一个正电荷，它就成了一个质子；给它一个负电荷，它就是电子；如果没有电荷，它就是中子。玻尔讲的原子模型，基本上就是带电的乌托子构成的。它们可以令人满意地解释固体、液体、气体和等离子体的许多性质。一句话，乌托子台球是经典力学的理想的基本粒子。尽管在量子领域，这个概念失败了——电子、质子和中子的行为不像台球——在别的地方，它却是许多物理学的原型。

然而，说到底，它还是一个概念——一个虚构的东西。在真实的世界里，没有这样一个东西在呼唤人们的注意，那不过是个

① 这个名字当然是从 utopiu(乌托邦)衍生来的；-ium 是代表元素的词尾。

需要全本请访问 www.ertongbook.com