

11

■ 周
建
著

没有极限的 科学



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

没有极限的科学

周 建 著



北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

内 容 简 介

现代科学观已经随着人类认识的不断深入发生了深刻的变化。那种认为科学是客观真理的传统观念早已被证明仅仅是基于人们日常朴素的感觉与经验。本书结合物理学的发展,用通俗的语言介绍了新旧科学观的转变以及现代科学观的基本内容。

根据现代科学观,由于实验不能绝对验证理论,科学也并不只是关于经验的计算,所以科学不是发现而是构建的,其中必然包含着认识主体的因素。由此,作者提出了二维科学观,认为科学是人与自然界的相互作用。

根据二维科学观,新的理论之所以能够取代旧的理论,并不是因为前者比后者更正确,而是由于新的理论具有更高的认识效率。此外,二维科学观还进一步地认为,科学理论并不是被动和单纯地反映客观世界,而是关于自然界的同构系统,具有一定的主观能动性。这也是为什么一个即便是曾经被实验证实过的理论仍不可避免地被新的理论所取代的根本原因。

本书集知识性和思想性于一体,一方面可以增加读者关于物理、逻辑、心理、哲学和历史等方面的知识;另一方面又由于书中介绍和提出了一些新的观念,可以激发和培养读者的创新意识与系统的思维能力并开阔眼界。总之,这是一本综合性的科普读物,它为读者揭开了原来罩在科学头顶上的那神秘和威严的面纱,使科学和科学的方法重新融合于日常的生活之中。笔者相信凡是乐于思考和解决问题的人,在阅读本书的过程中都会从各自不同的角度有所获益。

版权专有 侵权必究

图书在版编目(CIP)数据

没有极限的科学/周建著. —北京:北京理工大学出版社,2006.4

ISBN 7-5640-0660-9

I. 没… II. 周… III. 科学哲学—普及读物 IV. N02-49

中国版本图书馆CIP数据核字(2006)第016845号

出版发行/北京理工大学出版社

社 址/北京市海淀区中关村南大街5号

邮 编/100081

电 话/(010) 68914775(办公室) 68944990(批销中心) 68911084(读者服务部)

网 址/<http://www.bitpress.com.cn>

电子邮箱/chiefeditor@bitpress.com.cn

经 销/全国各地新华书店

印 刷/北京地质印刷厂

开 本/787毫米×960毫米 1/16

印 张/16.75

字 数/318千字

版 次/2006年4月第1版 2006年4月第1次印刷

印 数/1~3000册

定 价/34.00元

责任校对/郑兴玉

责任印制/李绍英

图书出现印装质量问题,本社负责调换

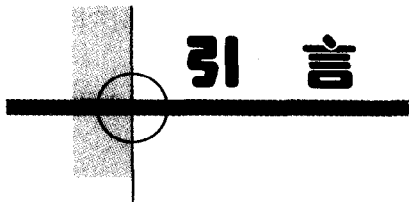
录

Contents

○○○○○

引言 天真的问题.....	1
第一章 必要的张力.....	3
一、科学的定义.....	3
二、科学的两维性.....	5
三、科学观的发展概述.....	22
四、科学的发展模式.....	42
第二章 科学的开放性.....	52
一、科学与艺术的相通性.....	52
二、科学与艺术的对应性.....	59
三、对象与背景.....	64
四、格式塔转换.....	67
五、两个世界.....	72
第三章 自然哲学定律.....	77
一、自然、哲学和定律.....	78
二、多样性与归一性.....	79
三、有限性与无限性.....	80
四、哲学的目的和意义.....	82
第四章 有机的宇宙观.....	85
一、空间、能量和物质.....	85
二、空间、空间分布和光速.....	88
三、粒子、势阱和封闭体系.....	94
四、波粒二象性.....	97
五、参量与量纲.....	100
六、宇宙、参量和常数.....	102
七、有机的世界.....	109
第五章 二维认识论.....	113
一、自然、人类和科学.....	113
二、理论、实验和认识体.....	117

三、黑箱子与同构系统	126
四、一维认识论和二维认识论	129
五、认识史上的三次飞跃	133
六、自在世界、现象世界和理论世界	137
七、普适二象性	140
第六章 认识的工具	145
一、形式逻辑、概率逻辑和构建逻辑	145
二、形而上学和辩证法	151
三、概念、逻辑和假说	156
四、一维认识论的困境与尴尬	159
五、认识观与认识效率	169
六、归纳法、演绎法和认识模式	176
七、本体论、认识论和方法论	181
第七章 认识的实质	186
一、变化守恒定律	186
二、实在、真理和科学	191
三、宇宙的阶梯	196
四、科学、艺术和宗教的分离与融合	200
五、认识的主体因素	206
六、认识的进步与飞跃	212
七、经验与说明	216
八、因果关系与目的论	219
第八章 超越对立	222
一、绝对性、相对性和任意性	222
二、三种不同层次的思维	230
三、理性与知觉	235
四、超越对立	238
五、局部与整体	247
结束语	251
附录 1: 关于空间是否存在的对话	252
附录 2: 关键词汇注释	257



引言

天真的问题

我本人确信至少有一个能让一切有思想的人感兴趣的问题：理解世界，理解我们自己，理解作为这个世界一部分的我们的认识。——波普尔

本书的目的或者说是一个奢望，那就是希望能够用通俗的语言来讨论一些现如今只有少数专家才能研究的问题。这些问题之所以离我们越来越远，并不是由于问题本身的深奥，而是专家们过于习惯和陶醉于他们所构建的理论世界，以至于忘记了建立理论世界的初衷。实际上，人类认识的本意并不是要建立一个仅供少数人占有和欣赏的理论世界，而是要使我们生存的世界变得更加容易理解和把握。“旧时王谢堂前燕，飞入寻常百姓家。”刘禹锡在这句诗中所表达的意境，既是人类认识的最高境界，也是每一位学者最基本的职责。因为，人类对于其生存世界的理解，不仅关系到如何改善其生存的物质条件，而且还可以满足每一个人与生俱来的好奇心。不过，这一好奇心对许多成年人来说，或许早已被世俗的琐事尘封了。既然如此，那么就让我们从一个孩子的天真问题开始吧。

“桌子是什么？”这恐怕是每一个人在童年时代都会产生的一类疑问。虽然这是一个非常幼稚的问题，但究竟应该如何回答呢？对此，爸爸尽量科学地回答说：“桌子是一种由叫做木质纤维的大分子组成的物质。”孩子听到回答后仍抑制不住其好奇心地继续问道：“那什么是最小的物质，什么又是最大的物质呢？”爸爸用赞许的目光看了一眼他的孩子，十分耐心地回答说：“最小的物质是光子，最大的物质是宇宙。”正当做父亲的陶醉于自己得意的答案时，孩子又打破砂锅问到底地说：“那光子的里面有什么，宇宙的外面又是什么呢？”“这……”爸爸惊愕地看着他的孩子，一时竟不知道该如何回答。他喃喃地自言自语道：“宇宙之外不可能是空的，所以应该还是宇宙；光子么，也一定可以再无限地被分割下去。不过，这在逻辑上有些乱。包括万物的宇宙之外怎么还会有其他的物质呢？而有限的物质若被无限地分割，不就成为无了吗？唉，这孩子真够烦人的。做父亲的，这时再也没有心情回答孩子的

问题了。于是，他对孩子吼道：“你问的都是些什么傻问题，一点意义也没有。去，一边玩去。”

这时妈妈走了过来，她一边搂着孩子，一边对父亲不满道：“你自己不知道，还怪孩子。告诉你吧，物质无所谓大和小，它只是人类心灵的幻觉。没有人，就什么也没有。”“可是老师说，地球和太阳的岁数比人类的岁数大得多。所以，是先有地球和太阳，后来才有人类的。难道老师讲错了吗？”这时孩子又开始固执地转向妈妈发问了。对此，爸爸幸灾乐祸地揶揄道：“虽然人类的历史比地球和太阳短得多，但谁也没有上帝的寿命长啊。”接着，爸爸严肃地对孩子说：“都 21 世纪了，别听你妈胡说。这些都是科学，好好学习，将来长大了你就什么都懂了。”孩子仍不解地问：“科学，科学是什么？”唉，这孩子总问一些稀奇古怪的问题。是啊，科学是什么呢？要回答这个在现代成年人看来不是问题的问题还真不太容易，那就先从考察科学的定义入手吧。

必要的张力

“必要的张力”是美国著名的科学哲学历史主义学派创始人库恩（T. S. Kuhn, 1922—1997）借用物理学中的“张力”这一术语，来表达科学所具有的二维特征。库恩认为，科学进步的实质是人类认识沿认识主体和认识客体这两个方向的深入与发展。在这里，主体要比通常所说的主观具有更为丰富的内涵，它不仅包括人的主观意志，而且还涉及与人相关的一系列其他因素，如生理条件、心理特征、认识体系和研究团体等。如果分别用 S （Subjective）和 O （Objective）代表科学所涉及的主体因素（主体信息熵）和客体因素（客体信息熵），那么两者之间的相互作用，即 S 乘以 O ，就是科学的认识价值（信息）。从这个角度来说，科学可以用如下公式定义：

$$V = S \times O > 0$$

即要求在任何一个科学理论中，无论是主体因素还是客体因素都必须是大于 0 的，而科学的进步表现为其价值 V 的不断增长。

一、科学的定义

什么是科学？在科技已经成为生产力发展的主要因素的当今社会，这似乎已不再成其为问题了，因为科学已经完全融入现代社会的生活之中。而事实是，享受着突飞猛进的科技成果的现代人关于科学的观念却是非常陈旧的。这可能是由于科技的迅猛发展导致物质的极大丰富以及物质欲望的空前膨胀，从而使人们很难挣脱传统的唯物主义世界观的束缚。

最为朴素和大众化的科学观是从认识的本体出发，认为科学是客观和真实的。比如，我们经常会听到人们的口头禅：“应该科学地……。”这实际上是说：“应该客观和符合自然规律地做事情。”然而，认识主体是不能完全客观地反映认识客体的。认识仅只是认识主体与认识客体的相互作用，而不是单向的反映。

此外，在理论界还另有一种比较流行的科学观，该观念是从认识方法的角度来切入的，认为只有当引入了数学和实验之后，人类的认识才具有科学性。于是，根据这种观念，认为科学仅只是从牛顿时代的经典力学开始的。其实，这种科学观也是有疑问的。首先，不只是现代人，每一个时代的人都会认为只有当时的理论才是“科学”的；其次，由于理论的发展和转换是非逻辑的，比如相对论是不可能从经典力学中逻辑地推导出来的，而数学是完全建立在逻辑的基础上，所以数学的引入并不能使人类的认识科学化，因为数学解决不了理论转换的问题；第三，由于实验与理论的对立只具有相对的意义，实验并不具有绝对的验证作用，所以实验的引入同样不会使人类的认识科学化，因为实验解决不了理论的真假问题。所以，作为认识的工具，数学和实验的使用只能使认识发生量的变化，使人类的认识更加科学，但却无法使认识产生质的变化，使人类的认识由非科学转变为科学。

实际上，关于科学的定义并没有一个绝对的标准，不存在对与错的问题，而只有效率高低的差异。科学定义的标准，取决于科学定义的目的。若要使科学的定义具有一定的认识意义，至少应满足以下三个必要的条件。

第一，需要从人类整体的角度来定义。因为，科学作为认识的实用部分应该属于全人类，而不仅仅是某一个认识阶段的特殊产物。在每一个人类社会（无论是原始社会还是现代社会），作为人类的认识，科学始终伴随着人类的生存而存在。这就是科学存在的普遍性，只是在不同的社会中，科学在其发展程度和实际应用等方面有着较大的差异。

第二，科学是复合的结果。科学既不是单纯的客观反映，也不是随意的主观臆造。作为认识的实用部分，科学必须在某种程度上与自然界相关；但是，作为人类的认识，科学又必须以适合人类理解的方式来建立和阐释自己的理论。这就是科学本质的二维性。因此，关于科学的定义除了需要面对人类的所有历史时期之外，还必须能够面对整个世界，即同时面对人类和自然界。

第三，对科学的定义是功利性的。也就是说，要通过对科学的定义来建立二维认识观，进而使人类能够更有效地利用各种认识工具来认识世界。由于科学方法是人类认识的工具，所以，科学方法，一方面是多种多样的，另一方面却又没有任何一种方法可以一劳永逸地取代其他方法而成为绝对的方法。这就是科学方法的相对性。于是，对于科学定义的功利性就在于指导我们在不同的认识阶段使用不同的科学方法，从而使认识效率达到最大化。

综上所述，关于科学的定义必须满足三个面对，即：

必须面对所有时代的人类社会，因为科学的存在具有普遍性；必须面对包括人与自然界在内的整个世界，因为科学的本质具有二维性；必须面对所有的认识工具，因为科学的方法具有相对性。

只有满足上述三个必要条件,才有可能使科学的定义具有一定的认识意义。也正是在这个意义上,我们才认为刚才提到的两种科学观是陈旧和低效的,具有较大的局限性。这两种科学观把科学局限于人类现阶段的认识,局限于认识客体以及局限于数学和实验这两种认识方法,属于典型的一维科学观。与此相应,如果我们把科学定义为人与自然界的相互作用,就可以得到一个二维科学观。建立二维科学观,可以使我们由追求绝对认识转为寻求相对认识,从而避免了本体对认识的纠缠并彻底摆脱由一维科学观所带来的困境与尴尬;可以使我们在应用各种科学方法时拥有更大的选择空间;可以使我们有机地看待人类认识的发展历程并从中获得有益的启示。

二、科学的两维性

“科学是人与自然界的相互作用”,这是从认识本质的角度为科学做出的定义。该定义中的相互作用并不是指普通物理意义上的相互作用,而是为了表明科学不仅取决于人和自然界这两个不同的因素,而且其与人或自然界有着本质上的差异。也正是在这个意义上,我们才认为科学是两维的。

为了使我们能够更为深入地理解和认识科学的两维性,接下来请观察一个理想的实验。如图 1-1。

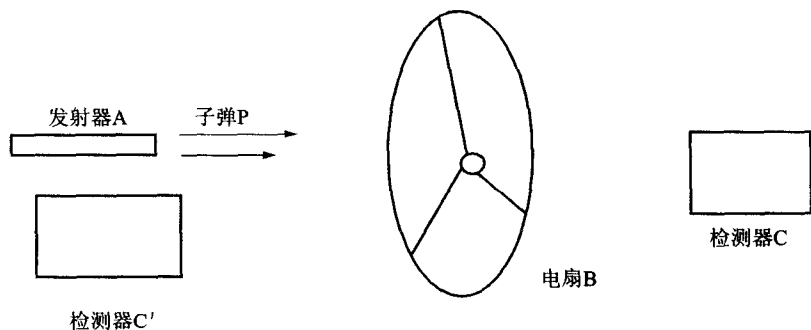


图 1-1 关于科学观的理想实验

图中, A 为粒子发射器, B 为类似电扇的屏蔽装置且其扇面的面积远小于整个电扇的圆截面积,即 $S_{\text{扇}} \ll S_{\text{圆}}$, C 和 C' 分别为粒子检测器, v_P 和 v_B 分别为粒子 P 和电扇 B 的速度。假定观测者看不见装置 B, 而只能通过探测器 C 和 C' 接收粒子的情况来判断 B 的性质。下面我们就分两种情况来考察这一实验。

第一种情况是令 v_P 为常量, v_B 为变量:

当 $v_B/v_P \ll 1$ 时, 粒子几乎全部被 C 接收了, 而 C' 却没有检测到反射的粒子, 于

是观察者会认为 B 是可穿透的；反之，当 $v_B/v_P \gg 1$ 时，粒子几乎全部被 B 反射回来被 C' 接收，而 C 却没有检测出粒子，于是观察者又会认为 B 是不可入的；如果 $v_B/v_P \approx 1$ ，则粒子几乎全部被 B 散射掉了，C 和 C' 都没有接收到粒子，这时的观测结论是发射的粒子全部都被 B “吸收”了。

第二种情况是令 v_B 为常量， v_P 为变量：

在这种情况下，我们也可以根据 v_B/v_P 的三种不同的比值分别相应地得出三个不同的观测结论。只不过决定这三种不同情况的变量发生了改变，由原来的 v_B 转换为 v_P 。

如果我们用 P 来表示认识主体（人），用 B 来代表认识客体（自然界），用 C 和 C' 来作为认识结果（科学），于是，持绝对客观观念的人就属于第一种情况（ $v_P = \text{常量}$ ），而持绝对主观观念的人则属于第二种情况（ $v_B = \text{常量}$ ）。

在第一种情况下，对于同一个观察者来说，观测的结果随观测对象的变化而变化，与认识主体无关。由此得出的结论是完全符合唯物认识论的，即：

科学理论是绝对客观的，可以通过多次实验将认识的主体因素从人的认识中彻底地排除出去。

在第二种情况下，对于同一个测量对象来说，观测的结果随观察者的不同而发生变化，与认识客体无关。由此我们又可以得出与第一种情况截然相反的结论，这一结论是完全符合唯心认识论的，即：

科学理论是绝对主观的，可以通过长时间的冥想与感悟将认识的客体因素从人的认识中全部清除出去。

以上的分析仅只是基于对两种极端的理想状态进行的考察，然而在现实世界中的“粒子 P”和“电扇 B”是多种多样的，它们都是函数 C（或 C'）的自变量。作为自变量，P 和 B 不仅具有量的变化，而且在质上也是可以变更的。比如，对于前面所描述的实验来说，不仅发射子弹的速度 v_P 是可以改变的，而且发射的子弹 P 也可以分别是质子、电子或光子等不同的粒子。同样，对于电扇 B 来说，不仅其转速 v_B 是可调的，而且在物质的层次上还可以将电扇的扇面想象成是一个“电扇”，是由电子为“扇面”所形成的在分子层次上的屏蔽系统（分子电扇）。于是，电扇 B 也发生了质的变化。

总之，子弹 P 和电扇 B 只是一对抽象的概念，在现实世界中，无论是在具体的内容上还是在数量上，P 和 B 都具有广泛的代表性和普适的意义，因为自然界的本质就是相互作用，是封闭与离散的对立和统一。因此，绝对的客观观念和绝对的主观观念分别只适用于两种不同的极端情况，即：

$$v_P = \text{常量} \quad \text{或} \quad v_B = \text{常量}$$

实际上，科学所涉及的认识主体和认识客体都不是静止和绝对的，它们会随着

人类认识的不断深入和发展而不断地扩展与变化。认识主体的变化表现为人类自身的进化和关于主体认知的积累，而认识客体的变化则表现为宇宙自身的演化和人类认识并感受到的那部分自然界在随着客体知识的积累而扩展着。

于是，**科学的发展是没有极限的，因为构成科学的两个基本因素（主体因素和客体因素）都是变化和发展的。**如果我们从历史的角度来考察人类的认识，就会发现，科学的发展并不是通过发展某一单方面的因素来实现的，更不会无限制地趋近于某一个具体的极限。那种认为科学的发展是不断地逼近绝对客观真理的看法，仅仅是认识幼稚的幻想和科学宗教的信念。退一步说，即便是在冥冥世界之中真的存在着客观真理的话，那么这一真理，要么是我们永远也无法了解的绝对真理，因而不具有认识的意义；要么就仅只是局部的相对真理，是相对于一定的条件可以变化的相对真理。这就是为什么科学总是不断地变化和发展的根本原因。

通过上述理想实验可以使我们比较形象地认识到，科学（C）取决于人（P）与自然界（B）的相互作用，是二维的。旧的一维科学观只是二维科学观的局部情况，仅只是二维科学观的两个极端的特例。在以往的认识过程中，人类的认识和观念之所以分立地发展，使人类的认识具有这种极端性：

一方面是其认识不成熟的表现，另一方面也是与认识的初始阶段相适应的一种特殊的认识方法。

比如，人类早期关于自然界是有规律的这一认识（客观观念），可以归功于古希腊时期的数学家毕达哥拉斯；同样，人类关于数学凌驾于现实世界的想法（主观观念）也可以归罪于毕达哥拉斯，数学的绝对化是毕达哥拉斯学派关于数学唯美思想极度发展的必然产物。毕达哥拉斯学派的功绩在于认识到数学美（即数的和谐）是人类主观认证和判别理论的标准之一，它的错误则是在于片面地夸大了这一标准的作用，把这一标准视为理论认证的唯一准则，而将其他因素的影响和作用完全排除在人的认识之外。这在认识的初级阶段既是无法避免的，也是必要的。

除此之外我们还可以看到，极端的客观观念和极端的主观观念具有一定的内在联系，虽然它们都背离了科学是二维的这一实际情况，然而科学的发展却永远也不会在达到某一个端点后就停顿下来，必然会走向该端点的反面。比如，在经典力学的鼎盛时期，物理学家们曾经哀叹理论的发展已经走到了尽头，认为以后的科学家将无所作为，只能在小数点后面再添几位小数，科学研究只剩下完善细节的工作了。实际上，这恰好说明经典物理已经失去了认识的活力，说明科学革命的暴风雨就要来临：

不是科学的发展走到了尽头，而是经典物理学及其机械的世界观已经完成了其认识的历史使命，将要退出人类认识的舞台，让位于新的理论和新的观念，即让位于相对论和量子力学及其有机的世界观。

也许有人会认为理想的电扇实验过于简单化了，不会有人愚蠢到这样的程度，以至于看不到粒子 P 和电扇 B 都是可以变化的，因此也不可能使认识走向两个极端。对此，我们只要试想一下，假如装置 B 是看不见的，而且 P 和 B 的变化也并不是总是显著地同时并存以及人类的思维方式正处于非此即彼的形而上学阶段等，就可以比较容易理解为什么会使人类的认识走向不同的极端了。在人类的认识史上，关于人和关于自然界认识的发展是不平衡的。在人类认识的初期，人的视野比较窄小，只能把注意力集中在某一个具体的领域。这一点在现代的分科教育方面反映的最为明显。所以，我们可以这样看待以往的认识过程，即：

尽管古代人还没有明确地分学科研究和认识世界，但他们早已分阶段地对主体世界和客体世界进行各自独立的研究与认识了。

在古希腊时期，由于客观资料的贫乏和实验的定量性较差，所以那个时代的认识进步主要表现在一些与人类自身相关的学科上，古希腊人对哲学、逻辑学、心理学、美学、文学、社会学和宗教等方面的认识远远超过了对外在客观世界的研究。因此，这一时期的认识实际上就属于理想的电扇实验中的第二种情况（ $v_B \approx \text{常量}$ ）。于是，在这一时期很自然地盛行主体型理论及其唯心的观念，即神的世界观。反之，在 18 世纪和 19 世纪的经典力学时期，由于经过了长期认识的积累以及观察手段的丰富和实验精度的提高，由于这一时期研究的客观世界恰好处于宏观范围，该范围内的变化尺度和人的尺度比较相近，可以通过多次重复宏观实验最大限度地排除人的因素在认识中的影响，所以在这一时期人们又普遍持有客体型理论和唯物的观念，即机械的世界观，属于理想的电扇实验中的第一种情况（ $v_P \approx \text{常量}$ ）。

然而，当实验进入微观领域、宇观领域和高速领域时，理论和实验绝对对立的局面被打破了。由于受到未知因素、计算方法、逻辑基础以及历史因素等方面的限制，我们已无法再将认识的主体因素和认识的客体因素截然地分开了。当今世界出现了许多边缘学科就是一个有力的证明，如社会生物学和经济控制论等。于是，人类的认识进入了一个新的历史时期。在这一新的时期，无论是认识主体还是认识客体都同时被人们作为科学的对象和内容研究着，它们都是科学理论中最为活跃和不可或缺的因素。

比如，20 世纪初新物理学的诞生，即相对论和量子力学的相继出现，使人类的认识发生了巨大的变化。由于这时人类的研究领域已经扩展到宏观范围之外，远远超出了人的尺度，从而引起了人们在认识论方面的混乱。在这种新的形势下，旧的一维科学观已经过时了，那种把主体因素与客体因素绝对分离的非此即彼的观念已经无法适应新的科学发展的要求。实际上，在新的物理学研究中，人们已经开始学会容忍和接受属于二维科学观的亦此亦彼现象和结论了，它们是：

承认波粒二象性：包括光子在内的一切物质都同时具有波动性和粒子性；

承认光速不变原理：不同速度的观察者测量同一束光的速度是相同的；

承认等效原理：不同概念的引力质量和惯性质量的比值相对于不同的物质是不变的。

量子力学、狭义相对论和广义相对论分别是在上述这三个亦此亦彼的事实基础上建立的。不幸的是，人们对于这些亦此亦彼的事实还只限于被动地接受，非但不去具体地揭示其内在的联系，反而错误地认为人的认识只能到此为止。如果有人仍坚持追问，为什么会有波粒二象性或为什么会产生光速不变等现象，那么得到的回答往往是认为这些问题不具有任何的认识意义。为此，量子力学的创始人玻尔(Niels Henrik David Bohr, 1885—1962)专门提出了互补原理，他期望在哲学的高度为人类亦此亦彼的认识画上一个终止符。由于亦此亦彼的现象与结论在当时还没有得到足够的认识，没有在哲学的高度获得具体的理解，所以物理学关于亦此亦彼的最新发展非但没有因此将认识的主、客体因素综合地考虑，反而从认识的一个极端(唯物认识观)走向了认识的另一个极端(唯心认识观)，即：

相对论排除了理论中的物理成分，将各种物理现象归结为时空的几何变化，使理论背离了客体型理论；而量子力学则认为各种物理现象取决于观察主体和观察方式，从而更进一步地走向了主体型理论的极端，认为世界是概率的。

除了上述所说的原因之外，人类对于自身和外在世界的认识不平衡的原因，还在于人类对这两者的认识条件与需求是不一致的。在古代，人类的生活具有很强的定域性和封闭性，有利于主体型理论的发展；而古时候技术水平的低下和观测资料的贫乏又进一步限制了客体型理论的发展。反之，在近代，当欧洲进入资本主义社会之后，定域性和封闭性被资本主义的商品经济所打破，观测资料也经过了上千年的积累和整理以及由于资本主义的生产方式对外在世界知识的大量需求等都导致了客体型理论取代主体型理论，并获得了前所未有的发展。

关于科学与认识主体和认识客体两元素的关系问题，科学哲学家波普尔的观点是富有启发性的。他提出了著名的三个世界的观点，即将整个自然界根据进化的层次划分为客观物理世界、主观经验世界和人类精神世界。

在波普尔之前，关于科学认识的问题，存在着两种片面的观点。一种是旧唯物论的观点，旧唯物论有一句著名的格言，即：“太阳底下没有新东西。”例如持原子论的唯物主义者认为，一切物体都是由原子构成的，物体的变化只是原子排列组合的方式不同所产生的，物质的性质也是由原子的基本性质决定的。另一种是泛心论的观点，持该种观点的人认为，所有物质都拥有灵魂的前躯和萌芽，物质仅只是灵魂的躯壳和表现形式。上述这两种旧观念的核心思想是，人类的认识过程仅只是单纯的发现过程，不具有任何的能动性和创造性。因此，一切人类的主观经验和精神产物都只是简单地对外在世界的反映。在这一点上，无论是唯心主义还是唯物主义

都没有任何本质的区别。

波普尔不同意上述观点，他认为宇宙和宇宙的演化是具有创造性的，存在着具有感觉能力并能够意识经验的高级动物本身，就证明了自然界可以产生新的事物。这些经验起初是比较原始的，只含有较少的创造性，但后来随着不断地进化，最终在人的身上出现了高级的自我意识和明确的创造性。对此，波普尔进一步指出：“宇宙的创造性变得明显了，因为人类已经创造出了一个崭新的世界，即由人类的精神所产生的世界。这是一个由神话、科学理论、诗歌、美术、音乐和哲学组成的世界。伟大的艺术作品和科学理论的产生，不仅表现出人类的创造性，而且也表明了创造人类的宇宙的创造性。”

在波普尔三个世界的理论中，我们至少可以获得以下两个启示：

启示一：科学、人类和外客观世界统一于同一个有机整体；

启示二：自然界是发展和进化的，人类和科学分别是自然界在其进化过程中的不同产物，它们在发展的阶段和进化的层次上存在着质的差异。

根据现代物理学的认识，我们知道各种基本粒子如质子、中子和介子等可以形成原子核，而原子核又可以作为新的层次与电子组成原子，原子再与其他原子结合成为无机分子和有机分子。虽然这些不同层次相互作用的方式和强度有着显著的变化，但它们都是由宇宙中的同一类亚基本粒子构成的。一个新层次的产生，当它取得了相对独立的地位时，又会和自然界发生进一步的相互作用从而产生出更高的层次。随着自然界的演化，在地球上产生了新的层次，创造了具有生命的物质，并经过不断地进化最终产生了有意识的高级动物——人。于是，人又与自然界发生相互作用，产生了一个不同于人或自然界的新层次，即人类的精神世界，这个世界的核心就是科学。

随着人类认识的不断深入和发展，人类自身获得了更为完善的进化，其与自然界相互作用的范围也日渐扩展和深入，所以作为新层次的科学必然会随之而发展与进化。如果说人和自然界的发展与进化是永恒的，那么作为这两者之间的相互作用，作为新层次的科学的发展与进化就必将将是无限的。科学的进步，在本质上并不意味着是否更接近客观世界或逼近绝对真理，而是表明人与自然界的相互作用在深度和广度两方面都得到了不同程度的加强。因此，我们说**科学是二维的，是人和自然界相互作用所产生的新层次，它标志着自然界进化的更高水平。**

既然科学是自然界进化所产生的新事物，那么我们将如何鉴别具体的科学理论呢？这实际上是关于理论的分界问题。在历史上人们一直对理论的分界问题争论不休，却始终没有获得一个比较令人满意的答案。所谓理论的分界问题就是指，科学与伪科学的分类标准是什么。古时候人们往往侧重于从认识主体的角度来衡量和判断理论的好坏，比如用数的和谐、形式逻辑和公理性等，当然这些因素作为理论的



判据显然是不够的。自近代以后，人们又开始从认识客体的角度判别理论的真伪，即用实验的验证来作为划分理论的标准，但后来人们发现这种单一的分界标准仍然是行不通的。

比如，可证实主义者认为，凡被证实的理论是科学的。然而，如果按照这种分界标准，类似经典力学和经典电磁学等这样一些已经被实验否证的理论的科学价值就被完全否定了。而且从历史的角度来看，所有理论最终都会遭到实验的否证，由此就会得出包括广义相对论和量子力学在内的所有理论都是伪科学的荒谬结论。由于这种分类标准将人类的所有理论都划归为伪科学，因而丧失了分界的意义。

对此，否证主义者稍微放宽了科学定义的限制，他们认为凡是可否证的理论都是科学的。然而，由于实验不具有绝对的验证作用，因此实验的否证性和实验的可证实性一样也只具有相对的意义。所以，对于任何一个单一的理论来说，都不具有可否证性。于是，按照否证主义的分类标准，所有的理论仍都将无一例外地被划归为伪科学，从而失去了划分科学与伪科学的意义。

实际上，不仅只是实验，在现实世界中的任何一个事物所产生的影响都不具有绝对性，只有结合具体的对象和背景，其产生的影响才有可能具有确定的意义。比如，南极的企鹅。由于企鹅在下海觅食时会受到海豹的袭击，因此当成群的企鹅下海时，往往先跳下去的危险性最大。所以，它们并排站在悬崖边上谁也不肯先跳下去，但因为要吃鱼又不能不下去。于是，它们相互推挤对方，结果总是那些老弱病残的企鹅被先推下海里，成了海豹的腹中之物。这种利己行为对于那些弱小及死去的企鹅来说，肯定是不“道德”的，然而这种对于弱小个体的不道德行为却可以保证企鹅种群的整体健康和延续。试想一下，如果企鹅遵循的是一种利他原则，每次下海觅食时都争先跳入海中，则必然是由那些身体健壮的企鹅先入海，以牺牲强者来保存弱者。那么久而久之，这群企鹅的素质就会因此而不断地降低，直至抵御不了严酷的南极气候和海豹的威胁而消亡。这种利他行为也许对于弱小的企鹅来说暂时是有利的，但对于整个物种的繁衍却是灾难性的，违反了生命原则。由此可见，任何希望靠单方面的因素来作为评判的标准都是没有意义的。所以，任何传统的一维分界标准对理论进行科学与否的划分都是行不通的。

由于我们现在已经认识到，科学的本质是关于人与自然界相互作用以及科学的进步取决于人类自身的进化和人与自然界相互作用的程度，所以理论的分界也必定和科学本身一样是二维的，是由认识的主体因素（ S ）和认识的客体因素（ O ）共同决定的。任何一个理论作为科学的必要且充分的条件是该理论的认识价值是大于零的，即：

$$V = S \times O > 0$$

其中 V 代表理论的认识价值， S 和 O 分别代表认识价值中关于主体的因素和关于客

体的因素。按照这种分界标准，在人类的认识过程中，只有两种极端的情况是属于伪科学的。它们分别是绝对的主体型理论（属于 $O = 0$ 的情况）和绝对的客体型理论（属于 $S = 0$ 的情况）。

对于将上述第一种情况划归为伪科学的观点，是比较容易为现代人理解和接受的。欧洲中世纪的宗教神学就是一个比较绝对的主体型理论，该理论几乎完全排除了客体因素在理论中的作用，从而失去了认识的价值和科学意义。反之，对于将第二种情况也划归为伪科学的结论则肯定会招致许多人的反对，因为“科学就是发现客观真理”的观念早已伴随着机械的世界观深深地根植于现代人的脑海里。对此，我们只要请持有上述观点的人设想一下，如果一个人立志要献身于科学并记录下他所观察到的一切，那么这个人科学究竟做出了什么贡献呢？波普尔对此曾嘲讽道：“搜集是甲虫的事，而观察则否。”这就是说，完全抽出理论中关于人的因素的绝对客体型理论，和绝对主体型理论一样，也是没有任何认识价值和科学意义的。因为，绝对的客体型理论实际上仅只是一些原始材料的堆积。

理论分界的二维性可以克服以往单一分界标准所产生的种种困难，并具有以下四个优点：

优点 1：有助于理解即便是那些已经被否证了的理论仍具有一定的科学价值，因为即使出现了一些否证，理论的价值 V 也不会变为 0，在该理论中仍然包含着一定的主、客体因素，满足 $V = S \times O > 0$ 的条件。它们的差异仅在于 V 值的降低，即： $V' < V$ ，其中 V' 为被否证理论的新价值， V 为该理论的原价值。

优点 2：有助于对科学进步形成一个明确和可度量的概念，即科学的进步表现为 V 值的不断增长，而且这种增长的方式可以是无限的，因为无论是 S 值的增大还是 O 值的增大都会导致 V 值的增大，即： $S_B \times O_B > S_A \times O_A$ ，其中 B 和 A 分别为两种不同的理论。

优点 3：有助于理解多种形式的等价理论同时并存，即： $S_B \times O_B = S_A \times O_A$ ，其中 $S_B \neq S_A$ ， $O_B \neq O_A$ 。主体型理论和客体型理论的差异仅在于理论中主、客体因素的比例不同，但它们的科学价值可以是相同的。

优点 4：有助于理解科学的价值不能仅通过单方面的过度发展而忽视或排斥另一方的存在，因为科学是二维的。特别是对于一个具体的理论来说，当其发展得比较成熟的时候，主、客体两方面的因素是线性相关的。任何一个理论，无论其如何发展和演变，该理论的逻辑基础始终都是不变的，否则的话就成为别的理论了。正是由于每一个具体理论的逻辑基础是确定的，所以任何一个理论的潜在价值都是有限的，存在着一个发展的峰值，即： $aS_A + bO_A \leq L_A$ 。于是，当 $S_A = L_A/2a$ ， $O_A = L_A/2b$ 时 V 值最大， $V = S_A \times O_A \leq L_A^2/4ab$ 。

其中 a 和 b 分别为 S 和 O 的系数， L_A 为 A 理论的逻辑基础常数，该常数一方面