

# 悖论:科学发展的内驱力

王荣德

(湖州师范学院信息工程学院,浙江 湖州 313000)

**摘要:** 文章简要地考察了悖论的起源、内涵和演变,进而阐述悖论对于辩证思维和科学发展的积极作用。

**关键词:** 悖论;辩证思维;科学发展

**中图分类号:** G301

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1003-5680(2005)04-0066-03

在科学发展的历史长河中,悖论以其特有的绚丽而引人注目。它是一种“诘难”,也是一种“智慧”,更是科学发展的“内驱力”。本文将追本溯源,对悖论作一考察,揭示其在科学发展中的地位和作用。

## 一 悖论及其演变

悖论(paradox)一词是两个希腊词的合成词,又译作佯谬,para意味着超越,doxos意指相信。悖论是指在现有的、公认的理论基础上,经过严格的逻辑推理,却得出互相矛盾的、截然相反的结论。悖论是自相矛盾,它往往使人目瞪口呆,迷惑不解,莫衷一是。最早出现的悖论,大都是语义悖论,据史料大约在公元前6世纪就有流传。如说谎者悖论:“我在说这句话时正在说谎”。如这句话真,则是说谎,即它为假;如果这句话假,则并非说谎,而是真话。

历史上,中外都有非常有名的悖论例子。意大利的芝诺(zeno,约公元前496-430年)可能是最早的“悖论专家”。他提出过“二分法”、“阿基里斯追龟”、“飞矢不动”和“运动场”等四个悖论。亚里士多德(Aristoteles,约公元前384-322年)在《物理学》中进行了转述:

(1)二分法。物体在到达目的地之前必须先到达全程的一半,这个要求可以无限进行下去,所以,如果它起动了,它永远到不了终点,或者,它根本起动不了。

(2)阿喀琉斯(又译阿基里斯)。快跑者永远赶不上慢跑者,因为追赶者必须跑到被追赶者的出发点,而当它到达被追赶者的出发点,又有新的出发点在等着它,有无限个这样的出发点。

(3)飞矢不动。任何东西占据一个自身相等的处所时是静止的,飞着的箭在任何一个瞬间总是占据与自身相等的处所,所以也是静止的。

(4)运动场。两列物体B、C相对于一列静止物体A相向运动,B超过A的数目是超过C的一半,所以一半时间等于一倍时间。

四个悖论可分成两组,前两个假定时空是连续的,后两个假定时空是分立的,每组的第一个论证绝对运动不可能,第二个论证相对运动不可能。

战国末年,我国著名哲学家公孙龙(约公元前325-250年)也提出“白马非马”和“坚白石离”的学说。它也是一种悖论。

这些论点一经提出,就脍炙人口,成为辩论的中心问题。并且两千多年来,对它们的研究和争论,此起彼伏,从未停止过。直到今天,它们仍然引起哲学家和科学家的浓厚兴趣。对悖论的研究也是逐步深入的。最初,由于对悖论无法理解,在它面前人类思想显得软弱无能,有的人便斥之为“诡辩”。对芝诺悖论的最早的批评来自亚里士多德。关于二分法,亚里士多德认为,虽然不可能在有限的时间越过无限的点,但若把时间在结构上看成与空间完全一样,也可以无限分割,那么在无限的时间点中越过无限的空间点是可能的;关于阿喀琉斯,他说,如慢者永远领先当然无法追上,但若允许超过一个距离,那就追赶上了;关于飞矢不动,他说,这个论证的前提是时间的不连续性,若不承认这个前提,其结论也就不再成立了;关于运动场,他说,相对于运动物体与相对静止物体的速度当然是不一样的,越过同样距离所花的时间也不一样。亚里士多德批评的意义主要在于使芝诺论辩更

【收稿日期】 2005-01-13

【作者简介】 王荣德(1951-),男,浙江桐乡人,湖州师范学院信息工程学院党总支书记,高等工程教育研究所所长,教授,研究方向为科学与教育。

为明了。后来,悖论中蕴含的辩证因素逐步为人们发现。于是,是诡辩论还是辩证法之争,绵延了数千年。直至今日,依然方兴未艾。黑格尔用他的辩证法来解决这个问题。他认为,我们的一切概念就其本性来说是辩证的,就是说它们包含着矛盾,这里出现的“连续性”和“间断性”的矛盾只是一个例子。但这不是坏事,因为一切真实的事物无不包含对立的成分于其中,因此,认识一个对象,就是要认识其对立成分的具体统一。就时空而言,芝诺悖论正好说明,“连续性”或“间断性”单独而言都不能代表时空的本质,只有在二者的统一中我们才能理解和认识运动。在一些现象(例如阿基里斯问题)中我们必须用时空的间断性概念;而对另一些现象(例如飞箭的运动),我们又必须用时空连续性的概念。因此,运动就是时空的连续性和间断性的统一。黑格尔深刻地指出:“运动的意思是说:在这个地点又不在这个地点;这就是空间和时间的连续性,并且这才是使得运动可能的条件。”<sup>[1]</sup>

随着时间的推移,悖论也在演变。人们在对语义悖论的思考中,发展到了逻辑悖论,20世纪又出现了视觉悖论和现代科学中的佯谬。如“永无止境的楼梯”和相对论的“双生子佯谬”,都是非常有名的现代悖论。事实上,悖论的产生是辩证思维的必然结果,它是基础理论研究的焦点,认识飞跃的关键。悖论的出现激发科学向前迅速发展,也向哲学提出许多新问题,因而成为科学革命的强大杠杆。因此,把对悖论的研究从逻辑学和语义学范畴中解放出来,探讨悖论的辩证结构,重视现代数学、物理学、宇宙学、生物学等新兴学科中涌现的种种悖论的研究,以及他们对科学和哲学的影响,确是科学哲学的一个重要方向。

## 二 辩证思维的智慧闪光

随着悖论的出现和演变,人们一直试图寻找万全之策,一劳永逸地解决这类讨厌的问题。然而,悖论恰如和氏之璧,纵然外表不讨人喜欢,但几经琢磨之后,却闪现出智慧的光辉。正如尼古拉斯·法雷塔所说:“一个悖论是站在真理之上而引起人们注意的真理。”<sup>[2]</sup>

有些悖论是平庸的,但有些悖论则反映了我们思维方式的深刻性,并促使我们重新考察,或在我们自己认为显然是正确的信念中找出无可争辩的矛盾。动摇数学基础,使数学发生所谓第三次危机的罗素悖论就是从悖论中抽象出来的数学模型。

1874年德国的康托尔(Cantor, 1845 - 1918)发表了第一篇用集合论观点研究现代数学的论文《关于现代代数数所组成的集合的一个性质》,从此,数学家就致力于建立以集合论为基础的严密的公理系统。经过努力,到了1900年,许多名噪一时的数学家,如法国的庞加莱(Poincaré, 1845 - 1912)等都公认基于集合论的研究,数学已十分严密、无懈可击了。在巴黎第二次国际会议上,庞加莱夸耀道:“我们是否已最终地达到了绝对的严密性了呢?在它进程的每个阶段上,我们的先驱者们都相信他们已经达到了,如果他们是受骗了,那么难道我们就不会像他们一样受骗吗?……在今天的分析中,如果我们小心翼翼地尽力严密,那么只有三段论法或诉

诸纯粹数的直觉是不可能欺骗我们的,所以现在可以说,绝对的严密已经达到了。”<sup>[3]</sup>然而正当他们意满志得时,受到了辩证法的惩罚。1903年,罗素(Russell, 1872 - 1970)和策墨罗(Zermelo, 1871 - 1953)分别独立发现了集合论中的悖论,使整个数学基础产生了裂纹,震动了整个数学界。英国哲学家、数理逻辑的创始人罗素从最大基数矛盾出发,经过深思熟虑,提出了数学史上最重要的悖论——罗素悖论:令 $W$ 表示一切类的类而不是它们自身的分子的类。如果 $W$ 不是它自身的一分子则按定义它属于 $W$ ,即是它自身的一分子;如果 $W$ 是 $W$ 的一分子,则按定义它不是它自身的一分子,即不是 $W$ 的一分子。罗素写道:“对笔者而言,似乎一个集合有时是它自身的一个元素,有时又不是它自身的一个元素。比如茶匙的集合,不是另一把茶匙。但非茶匙的集合却是茶匙集合的一个元素……这使我考虑由不是自身的元素组成的集合类,它们应当构成一个集合。笔者自问,这个集合是否是自身的元素。如果他是自身的元素,则它必须具有该集合的定义性质,即它不是自身的元素。如果他不是自身的元素,则它不具有该集合的定义性质,因此它必须是它自己的一个元素。这样,每一次不同的选择都导致相反的结果,因而存在着矛盾。”<sup>[4]</sup>

罗素将这个由所有不是自身元素的集合组成的集合的困难用最难以忘却的方式告知人们:一个小镇上有一位理发师他给所有不给别人理发的人理发,那么谁给理发师理发?让罗素伤透脑筋的是,这一悖论渗入到逻辑自身。只要存在任何逻辑矛盾,人们就可以利用其推出任何事物都是正确的结论,整个人类理性的大厦将会倒塌。罗素对此极为沮丧:“每天早晨,我面对一张白纸坐在那儿,除了短暂的午餐,我一整天都盯着那张纸。常常在夜幕降临之际,仍是一片空白……似乎我整个余生很可能就消耗在这张白纸上。让人更加烦恼的是,矛盾是平凡的。我的时间都花在这些似乎不值得去认真考虑的事情上。”

这一悖论不仅触及整个集合论的最根本的概念——集合,而且也触及逻辑推理本身的问题,因而引起了西方数学家和逻辑学家的极大震惊。戴德金(Dedekind, 1831 - 1916)由于这一悖论而将自己划时代著作《什么是数和数是什么》的出版搁置起来;弗雷格(Frege, 1848 - 1925)在自己刚写好的《算术的基本定律》第二卷卷末加上了这样一段话:“一个科学家可能遇到最坏的事情是:当他的著作完成的时候,它的建筑物的基础倒塌了。当著作将要出版时,B·罗素先生一封信正把我置于这样的境地。”<sup>[5]</sup>著名数学家希尔伯特(Hilbert, 1862 - 1943)也曾指出:情况完全与在无限小计算的发展中发生过的相似。人们在为新的丰硕的果实感到高兴的时候,显然在推理方法的可靠性方面太不注意严格地加以对待了;因为在单纯应用那些逐渐变为一般的概念结构和推理方法的时候,就发现了矛盾,开始是个别的,后来越来越尖锐,越来越严重,这就是所谓集合论的悖论。尤其是策墨罗和罗素所发现的一个矛盾,直接在数学界产生灾难性的作用。<sup>[6]</sup>正是策墨罗-罗素悖论造成了新的数学基础的崩溃,引发了第三次数学危机。但是它是现代数学基础理论飞跃

发展的起点,导致了公理化方法和数理逻辑的诞生,从而奠定了今天科学的数学化的基础。

从罗素悖论的产生和它对数学发展的影响,我们可以悟出一个道理:悖论的发生绝非偶然。它是人们千百年来对自然规律和事物本质进行辩证认识的必然结果。它恰发端于理论似乎臻于完善,达到登峰造极的时刻,它善于扮演反面角色、唱反调,虽然它给旧的理论蒙上阴影,但它却预示新的、更深入的理论的到来。

### 三 科学发展的内在动力

在自然科学发展的过程中,曾出现过大量的悖论,引起了一次又一次科学理论基础的危机,给一些人带来了烦恼和失望。然而正是悖论的出现和消除,促进了原有理论的完善和新理论的建立,从而极大地促进了科学的发展。

牛顿定律的遭遇是一个明证。伟大的科学巨匠牛顿发现了力学三定律和万有引力定律。他的创见解决了当时科学家们所最关心的问题,他的理论解决的问题范围之广和程度精确,令人惊叹。他几乎解决了当时人们所能提出的所有问题,达到当时自然科学的峰巅。在他和他以后许多年科学家们都敬畏地认为,在自然科学的基本规律方面,已经没有什么重要的事情可作了。但是,认识真有止境吗?真理果能穷尽吗?不!悖论产生的条件已经成熟了,它就要应运而生了。首先是“引力佯谬”和“光速佯谬”,接着是这样一个问题:“如果你以光速追踪一条光线将会看到什么?”它的解答包含一个悖论:要么承认光速不变,不承认同时性是相对的,但这是事实;要么修改伽利略变换,但这又是牛顿力学的基础,否则整个体系都成问题。物理学家们陷入了极度的困惑,哀叹在晴朗的天空中出现了“乌云”。荷兰著名物理学家洛伦兹(Lorentz, 1853 - 1928)甚至绝望地说:“真理已经没有了标准了,也不知道科学是什么了!我很悔恨自己没有在这些矛盾出现的五年前死去。”这些问题从1895年开始就强烈地吸引了年轻的爱因斯坦(Einstein, 1879 - 1955),他在《我是怎样创立相对论的》一文中写道:“还是在孩童时代,我就在想这个问题了,当我知道迈克尔逊实验的奇怪的结果,我很快得出结论,如果我们承认迈克尔逊的实验结果是事实,那么地球相对于以太空运动想法就是错的。这是引导我走向狭义相对论的最早想法。<sup>\*</sup>经过十年沉思以后,我从一个悖论中得到了这样一个原理,这个悖论我在16岁时就已经无意中想到了:如果我们以速度 $c$ (真空中的光速)追随一条光线运动,那么我就应当看到,这样一条光线就好像一个在空间里振荡着而停滞不前的电磁场。可是,无论是依据经验,还是按照麦克斯韦方程,看来都不会有这样的事情。”<sup>[7]</sup>正是对这一从牛顿力学到麦克斯韦电磁场理论的基本概念中提取出来的光速悖论的独立思考中,使爱因斯坦在了解到“目的在揭示以假象的光以太为参照的特许运动状态的物理实验”失败以后,以卓越的见识和非凡的勇气对旧的概念和理论进行了抉择,导致了自治的新理论的创立。他写成了《论动体的电动力学》一文,宣告了狭义相对论的诞生。以后又经过十年奋斗,爱因斯坦又完成了对广义相对论的研究。

科学是欢迎挑战的。在科学发展中,对已有的科学观念、学说和理论,揭露矛盾,提出挑战,对于开阔思路,推动科学发展,具有重要作用。正如《科学研究的艺术》的作者贝弗里奇所说的:“提问对思想产生的影响可比喻为拨火对火助燃,它扰乱了原有固定的安排,带来了新的配合。”<sup>[8]</sup>因对悖论性问题的研究而使科学理论得以发展甚而产生飞跃的例证几乎俯首可拾,对光的波粒二象性的争论,得到了量子的既矛盾又统一的德布罗意(D. Broglie 1875 - 1960)物质波的概念。李政道和杨振宁为了解决 $\theta - \tau$ 佯谬,于1956年提出“弱相互作用下宇称不守恒理论”,在物理学中引起轩然大波,吴健雄通过实验证实了李、杨二人的预言。李、杨因此获诺贝尔奖金。

现代一般系统论的发展也与悖论有关,正是亚里士多德提出的“整体性悖论”——整体大于它的各部分的总和,构成了科学系统论思想的核心,导致了现代一般系统论的创立。一般系统论的创立者贝塔朗菲曾指出:“亚里士多德的论点整体大于它的各部分总和,是基本的系统问题的一种表述,至今仍然正确。”<sup>[9]</sup>

爱因斯坦说过:“提出一个问题往往比解决一个问题更重要,因为解决问题也许仅是一个数学上或实验上的技能而已,而提出新问题,新的可能性,从新的角度去看旧问题,却需要创造性的想象力,而且标志着科学的真正进步。”<sup>[10]</sup>在科学研究的创造性劳动中,新问题常开端于旧理论的质疑,在这个意义上,可以说悖论刺激着科学的发展,而认识也在对悖论的研究中逐渐深化,时机成熟,便产生飞跃。悖论的出现,对于揭露原有理论体系中的逻辑矛盾,对于揭露原有理论与概念的缺陷或局限性,对于进一步深入理解、认识和评价原有科学理论,对于原有科学概念或理论的进一步充实完善,对于促进科学理论产生突破性发展,都具有重要意义。

### 【参 考 文 献】

- [1]黑格尔. 哲学史讲演录(第一卷)[M]. 北京:商务印书馆, 1980. 289.
- [2] N. Falletta, The Paradoxicon, P. x vii, Doubleday, New York(1983).
- [3]Comp. Rendu du Deuxieme Congres. des Math, 1900, pub. 1902, pp. 121 - 122.
- [4][英]约翰·巴罗. 不论——科学的极限与极限的科学[M]. 上海:上海科学技术出版社, 2002. 29.
- [5][6]黄耀枢. 论数学发展中三次危机的实质和意义[J]. 自然辩证法通讯, 1982(4): 10, 12.
- [7]爱因斯坦. 爱因斯坦文集(第一卷)[M]. 北京:商务印书馆, 1979. 24.
- [8]贝弗里奇. 科学研究的艺术[M]. 北京:科学出版社, 1979. 70.
- [9]L. V. 贝塔朗菲. 普通系统论的历史和现状[A]. 科学译文集[C]. 北京:科学出版社, 1980. 305.
- [10]爱因斯坦, 英费尔德. 物理学的进化[M]. 上海:上海科学技术出版社, 1979. 66. (责任编辑 魏屹东)