

“对称疑难”与测量

董春雨,王德胜

(北京师范大学哲学与社会学学院,北京 100875)

摘要: 文章通过对测量与对称性关系的分析,不仅对对称性的性质及其分类作出了新的探讨,而且凸显了对称疑难问题的本体论意义,即对称疑难是“第一推动问题”在当代的翻版,它与当今科学和哲学的许多基本问题如对称与非对称的辩证关系、宇宙的演化机制及其动力问题等有着十分密切的联系,故具有重要的学术研究价值。

关键词: 对称疑难;测量;宇宙演化

中图分类号: N031

文献标识码: A

文章编号: 1003 - 5680(2004)02 - 0005 - 04

一 对称疑难

对称是世界上俯首即拾的现象,如五瓣的梅花、六角形的雪花以及呈螺旋轴对称的海螺等,它们无不在看似平淡中透露着自然的奥秘。而随着科学的发展,自然界许多更深层次的对称性逐渐被揭示出来,如人们发现了对称性与守恒律的对应关系等,因此许多人坚信,世界在本质上是对称的。这样做,至少有两个基本理由:一是从认识现象上看,迄今为止的许多科学理论由于考虑到对称性而取得了成功,这意味着我们有理由认为自然在本体上是对称的——尽管科学认识论与本体论的关系在科学哲学的研究中是复杂的、可讨论的,但文章不作专门讨论;二是在更深层次的考虑中,我们必须兼顾前面谈到的对称性与守恒律相对应的关系:如果我们必须承认科学迄今发现的各种守恒律是严格成立的,反映了自然的本质属性,那么我们也必须承认,与守恒律联系在一起的对称性同样是世界的本质属性。事实上,守恒量、不变性、对称性从逻辑上讲是同义语的反复,它们是自然的本质属性在不同方面的表现或人们从不同角度看待问题的结果。所以,各种守恒律的存在,为世界的对称性提供了极其有力的证据。

然而,如果认为对称性是更基本的属性,除了必须对普遍存在的不对称现象作出解释外,更为重要的是,在理解世界的过程中,我们必需面对下面的疑难——

历史上有一个非常直观的例子:在14世纪法国哲学家布里丹(J. Buridan)提出的一个寓言中,让一头驴子站在两堆同样大小的草堆的中间,试问,在这种完全对称的情况下,驴子会吃哪堆草呢?无疑,这需要一个理由!

这一问题虽然属于日常生活的范围,但驴子所面临的选择上的困难,却具有一般性。例如,这一疑难在自然科学的视野中,就有很多翻版,其中最著名的是“马赫的磁针”^[1]。当马赫还是一个孩子的时候就曾思考过,把一个磁针与一根通有直流电的导线平行悬挂在一个垂直平面E内,如果整个几何和物理状态包括电流以及磁针的南北两极等对于由导线和磁针决定的平面E是对称的,那么磁针就应该像布里丹的驴子那样,无法在左右之间作出选择。可见,有关对称性的选择疑难并不是一种日常生活中的“语言”游戏,而是我们必须认真对待的一个问题。事实上,它关系到我们如何从哲学本体论的角度来看待世界的对称性,即如果宇宙在本质上是对称的,那么当宇宙的发展处于两个对称状态选择的关节点时,它会走向何处?此时的宇宙就如同那头放大的布里丹的驴子!如果它在选择的关头不知所措,那么这个宇宙就会“停步不前”——因此,“完美的对称引起平静、稳重甚至死亡”^[2]。所以这里产生的问题是:对称的世界是个死结构,它如何才能活起来呢?

幸运的是,我们的宇宙在对称的“两难”中总会“成功地”作出选择,无论这种选择看起来多么不可思议!我们一般把

【收稿日期】 2003 - 06 - 02

【作者简介】 董春雨(1963 -),男,辽宁鞍山人,北京师范大学哲学与社会学学院副教授,硕士生导师,研究方向为物理哲学及复杂性哲学等;

王德胜(1942 -),男,河北霸州人,中国自然辩证法研究会副理事长,北京师范大学哲学与社会学学院教授,博士生导师,研究方向为自然辩证法原理、科学史等。

这种对称选择的结果称为“对称破缺”。那么对称破缺是如何实现的呢？这是一个深刻而重要的问题,我们将其称作“对称疑难”。

总之,如果我们认为对称性是世界更基本的属性,如果我们承认在对称的两难中作出选择是必然的,那么对称疑难就是我们无法回避的一个问题,对此,我们必须作出理论解释和说明!这一强烈要求的实质,也许可以从莱布尼兹提出的充足理由律的应用来体会——莱布尼兹所设想和描述的上帝,虽然以最省力的方式根据最小作用量原理创造了一个对称的世界,但充足理由律在对称性的区分和选择性上是无效的。即如果没有“充足的理由”,上帝是无法在对称性间进行区分和作出必要的先验选择的!我们必须追问:“上帝是如何行动的?”然而,这一问题在莱布尼兹之后的哲学中实际上一直没有给出很好的先验的证据——人们似乎只能告诉试图追根溯源的理性主义者,实际存在着的世界在经验上是一目了然的,除此以外,一无所知!^[3]

当然,人们是不会甘心“就此止步”的。随着自然科学对“涨落”等问题研究的进步,人们关于对称疑难问题的理解,已逐渐接近问题的底蕴了。

二 “只有不对称性才能生出不对称性”

如何破解对称疑难呢?最自然的想法,也许是非对称因素的引入,而且这种引入可以从两个角度考虑。首先是关于我们所研究系统的对称性缺陷问题。分析一下上面谈到的两个简单的例子即布里丹的驴子和马赫面对的磁针,不难理解:如果布里丹的驴子最终选择了吃哪堆草,我们就有理由猜测,在实际情况下,必定存在着一些非对称性:如驴子的某个眼睛是近视的,或它的左右半脑是不对称的等,即驴子如果最终转向了左边,那一定是左右两边的所有情况中有非对称的因素。同理,马赫的磁针如果最终偏向了某个方向,也许人们马上就可以告诉少年马赫,除了在悬挂磁针时由于他视力的偏差带来位置的微小非对称之外,还有磁针或导线本身的对称性是否严格成立等都是可以审查的因素。总之,由于系统本身存在的某种非对称性导致的对称破缺是可理解的。其次,即使系统本身是对称的,由于系统所处环境中某些条件的不对称,如“草堆的距离、大小略有差异”,或“在除导线和磁针之外还存在着‘第三实体’如地球磁场的非对称性”等,这些非对称因素都有可能对对称平衡的打破。

上面两个例子谈到的系统自身和环境中条件的微小变化,即为科学理论中耳熟能详的“涨落”,为讨论问题的方便,我们将前者称为内涨落,后者称为外涨落。无论是内涨落还是外涨落,它们都意味着不可预言的无规则性,所以涨落在本质上是非对称性的。正是它们的存在,导致了对称破缺的实现。所以,无论是布里丹的驴子,还是马赫的磁针,或是科学理论中研究的数学摆,甚至是所谓的“自发对称破缺现象”,只要是在对称情况下表现出了非对称的结果——虽然这看起来似乎很神奇,但我们凭直觉立刻就可以引入一个“隐藏着的”非对称因素:一个隐变量。正是非对称的隐变量的存在,才能最终破解对称疑难,即结果的不对称性必然出

自原因中的不对称性,原因中的不对称性至少和结果中的不对称性一样多。^[4]于是,一条基本而深刻的原理显露出来了:“只有不对称性才能生出不对称性。”^[5]如何来理解这一原理的含义呢?从正面来讲,我们必须说,这一信念是人们寻求理论的极好的引导——关于隐含的非对称因素的推测,将是我们构建理论的一种重要的具有战略战术意义的考虑。^[6]

至此,我们已经突出了非对称涨落在对称选择实现过程中的意义,但就涨落的本意来看:其一,涨落是指附加在规则的条件之上的微小的、一般可以忽略不计的部分;其二,涨落是随机的、无规则的,这两者都意味着,我们会在涨落的测量方面遇到很大的困难。更有甚者,像前面已经谈到的,很多情况下的涨落是“隐藏起来的”,即“不可测量的”。涨落在可观察性方面给我们带来的困难,需要深入研究,因为它关系到我们对世界的对称性与非对称性的根本看法。

三 涨落、对称与测量

我们这里主要关心的一个问题是,涨落的不可观察性是否仅仅在认识论上有意义,即它是否仅仅是由于人的主观知识的不足造成的?这种涨落与对称性的关系又是怎样的?为此,我们分以下几个方面来讨论这一问题。

首先是所谓“近似对称”(approximate symmetry)问题。近似对称现象在日常生活中比比皆是,如人们一般愿意把人体看成是镜像对称的。此外,生活中最常见的还有时间对称性的近似,如月亮盈亏的周期或人的心律等都是在近似的意义上成立的。近似对称在科学认识中也起着举足轻重的作用——很多对称性都是在人们有意忽略一些微小差异的条件下才成立的,而这种有意忽略往往构成了科学认识的前提。科学中最典型的近似对称出现在概率事件掷骰子中——我们常忽略骰子各个面不同点数造成的实际差别,而把六个面看作是对称的;显然,若不如此,这一研究也许就无法开展下去了。其实,经典概率理论应用的前提,大多是以这种有意的近似为前提的,在18世纪,它被概括为“无差别原理”(Principle of Indifference)。人们在研究和处理问题时有意采取对称近似并取得成功的事例还有很多,如当我们讨论地球附近空间的各向同性的性质即对称性亦即不可分辨性或不可观察性时,是以忽略地磁等因素的存在为前提的——因为它们的数量级很小,或对我们观察的过程没有发生明显影响。当然,当与这样的近似方法对应的“不可观察量”随着人们研究的不断深入,其微小差别不能被忽略时,原来的“不可观察量”就变成了可观察的量,对称性也就不存在了,如上面提到的骰子就变成了“灌了铅的骰子”。所以,这样的对称性只是从实践的需要出发所采取的人为近似的结果,也正因为如此,我们这里从本体论的角度,更愿意把它称为伪对称。在伪对称情况下,对称破缺是容易理解的事情。

其次是“似对称”问题。显然,人类任何时期的认识能力尤其是观察能力都是有限的:由于现有理论、测量仪器和技能的局限,有些物理量的差异是我们始终无法察觉到的。在这种情况下,人们所谈论的对称性就不是有意而为的结果,它至少在现象上是“客观的”。但是,随着人们认识的深入和

实验技术的改进,现在的一些“不可观察量”可能在将来的某个时候变成了可观察的量,这时相应的对称性就破坏了。例如,在广义相对论建立之前,人们一直认为空间是平直的,广义相对论的提出及其预言的验证,则改变了人们对空间对称性的看法。同样,随着科学理论和实验水平的进步,弱相互作用中的宇称不守恒被发现了,于是“绝对的左右”也从“不可观察量”变成了“可观察量”,左右镜像对称随之破缺了。总之,由于人的认识能力是有限的,有些量的不可观察性在一定历史阶段至少在现象上是“客观的”,那么与此相对应的对称性就是“客观的”,我们将这种在一定时期内为“真”的对称性称为“似对称”。

为了更好地说明伪对称的近似程度和似对称的逼真程度,在此,我们需要讨论一下有关可观察量的数量级问题。

像人们现在所熟悉的,任何科学测量都是有误差的,误差的大小,主要取决于测量仪器水平的高低。无论如何,仪器的精度等是一个发展的概念,这一重要的测量问题,可用物理量的“数量级”来刻画。实际上,物理量精度的数量级甚至规定着人类认识的范围,影响着物理规律本身的普适性。例如大家熟知的,经典物理学与相对论和量子力学分别对应的宏观世界、宇观世界、微观世界的分界线是以自然界的两个基本常数光速 $c(=2.998 \times 10^8 \text{ m/s})$ 和普朗克常数 $h(=6.626 \times 10^{-34} \text{ J}\cdot\text{s})$ 为标志的。这同时也意味着,当由于研究的深入和测量手段的进步,人类的视野终于由经典力学领域进入到相对论和量子领域后,原来那些宇观或微观层次的不可观察量就变成可观察的了。所以,考虑到对称性与不可观察量的对应关系即每一个不可观察量都与一种对称性相对应——反之同样成立^[7],那么,由于测量手段的进步,我们对某些物理量的量级的把握也在进步,一个量就可能在“不可观察量”与“可观察的量”之间转换,亦即在“对称问题”与“非对称问题”之间可以实现某种转换。

“不可观察量”与“可观察的量”之间的可转换性,亦即“对称问题”与“非对称问题”之间的可转换性,不仅打通了伪对称与似对称之间的区别,更重要的是,似乎为对称性打上了人类学特征,即可观察与不可观察,对称与非对称好像都取决于人的认识能力以及考虑问题时的主观取向?为了回答这一问题,我们必须考虑如下两个方面问题:

1. 人类测量方面的进步在量的方面或质的方面有没有可能受到限制?

2. 在人类的认识能力不断提高的总的背景下,如何看待世界的对称性,其中包括如何理解我们前面提到的“对称疑难”问题?

首先,我们先从量的角度考察一下测量。

观察在量上的进步,恐怕是没有限制的,前面我们已经讨论了它的数量级问题,可以说我们根本无法给未来的观察精度在数量级上事先划一条明确又不可逾越的界限,科学观察的进步的历史,已经充分证明了这一点——从原则上说,人类凭借着发展科学仪器的无限潜力,可以不断克服自身感官的生理局限性,而将认识引向深入,并且这一过程,将使一部分物理量从“隐”转化为“显”,那么与这些不可观察量联系

在一起的对称性,就只在有限的认识范围内成立。所以,与这样的对称性联系在一起的“对称疑难”实际上是一个伪问题,其破缺也并不那么神秘——它们只不过是出于人的无知使然。

其次,测量在质的方面有没有根本的限制呢?

对于人们所熟悉的经典测量,由于测量仪器对被测宏观客体的影响很小,以致可以忽略不计而从测量结果中排除出去,这样人们就有理由认为,一是观察对象的性质是完全独立于观察者的;二是测量的误差仅仅被看作是一个实验技术上的问题,所以,就测量而言,它在量上和质上是不应受任何限制的,科学认识就是一个不断地逼近自然实体的过程。但在量子力学建立起来之后不久,这种看法不得不有所改变了。

在微观领域中,由于微观粒子本身的线度、质量和能量等极其微小,首先人们只能借助于仪器才能把握它们的性质,但仪器的介入却又不可避免地改变了微观粒子原来的“自在”状态,即“任何观察都需要和现象的进程发生一种干扰”^[8],所以,“我们所观测的不是自然的本身,而是由我们用来探索问题的方法所揭示的自然。”^[9]仪器与微观粒子之间存在的这种不可约化的相互作用表明:我们所看到的现象是以作为微观客体与宏观仪器组合而成的整体的面貌出现的,我们不能再把观察手段置于现象之外。所以人类在认识过程中,不是从外面消极地观察宇宙,而是完全沉浸于宇宙之中:观察者就是他们所观察东西的一部分,即“我们自己既是演员,又是观众”^[10]。总之,宇宙是“人的宇宙”——如古希腊先哲所表达的那样:“人是万物的尺度,是存在的事物存在的尺度,也是不存在的事物不存在的尺度”^[11]——我们所建立的每一个理论都不可避免地打上了人类自身认识手段和思维方式的烙印。这意味着,人类生活的世界,应该是有限的,即在“人的世界”之外,也许还存在着一个对人有根本限制的世界——如鱼或蜜蜂的世界。这种限制,对于人的测量活动而言,无疑应该是一种质的限制,那么这种限制对于文章所讨论的涨落和对称破缺的意义是什么呢?

前面我们在讨论伪对称和似对称时,已涉及到测量的精度或数量级问题。我们看到,随着技术的进步,不可观察量的范围在不断地缩小,而在一部分“不可观察量”转化为可观察的量时,原来的对称性也就发生了破缺。如果这种趋势是无限的,我们就必须问,不可观察量是否有可能随着人类认识能力的深入而最终被全部认识,那么在世界上还有没有真正的对称?或者更确切地说,整个世界的对称性,是否仅仅是由于人的认识能力的不足而造成的一种幻觉?

不过现在我们已经看到,如果承认人的认识具有主体性,就必须承认测量在质上的限制,即对于人的主体间性之外的世界,人原则上是不可知的,这意味着,对于人类而言,存在着一些绝对意义的不可观察量,它们不会随人类认识的进步而消除,那么,这样一些严格意义上成立的对称性的存在是否就变成不可置疑的事情了?在这样的背景下,我们又如何看待“对称疑难”的意义呢?

其实,无论是伪对称,似对称,还是这里由于测量上质的

限制而严格成立的对称,它们的本质都是相同的,都是由于人的认识能力的不足或限制造成的,因此它们只在认识论意义上成立。而从本体论上来看,即对于自然本身而言,这些对称性都不会构成真正意义的对称疑难,因为对称以及促使其破缺的涨落都只对人有意义,对自然没有意义。所以,从测量角度对对称破缺的机制的阐明,并不构成对终极对称疑难问题的回答,它们只是不断地强化着我们上面谈到的那个信念:非对称的结果是由非对称的原因造成的。所以,当我们考虑对称性问题时,就必须要把它从认识论角度和本体论角度区分开来。

无论如何,我们已经说明:对称疑难这一命题的底蕴是针对世界本体的终极考虑而来的,而上面关于测量问题的探讨最多从现象上承认了非对称涨落之于人的客观地位——我们无法知道人的世界之外的事情,无论是对称还是非对称。但是,像文章开头即提出的,如果世界从根本上是对称的,那非对称的涨落又是如何产生的呢?例如,布里丹的驴子最终选择了左边的一堆草,那可能是由于我们察觉不出的左右眼或左右脑的差别导致的结果。可我们还要继续追问,如果最初支配驴子受孕及后来生长发育的所有生物学规律本身都是对称的,那么驴子左右眼或左右脑的差别又从何而来呢?也许,我们可以将其归结为外部环境中某种不可控的涨落因素最终导致了驴子生理结构的非对称。然而,外部环境的涨落又是如何产生的呢?所以,这样的追问方式,是对“终极原因”的探求——即对称疑难本质上是第一推动问题在当代的翻版:牛顿当年试图追问宇宙机器如何才能运动起来的原因,而我们现在追问的是宇宙如何才能从对称疑难的困境中走出来的原因。由此不难推出,任何“外源性”的涨落观,都不能构成对“对称疑难”的真正回答,因为从彻底的宇宙演化观的主张出发,“一切都是从简单、对称、均衡开始的,一切复杂的、不对称的、不均衡的现象都不是原初如此,而是有其起源的”^[12],即对于宇宙而言,一切都是内生性的,在宇宙之外,原则上什么都没有,非对称也不例外!

所以,如何回答非对称的起源问题,应该是当今科学和哲学研究的重要任务之一。从目前科学发展的情况来看,天文学已经部分地回答了宇宙如何从无到有,并从超对称的大统一状态通过自发对称破缺一步一步演化出今天丰富多彩的世界;自组织理论已经通过初值敏感现象的发现,进一步揭示出对称破缺的一些更为复杂的具体机制;而量子力学则早已明白无误地告诉人们,微观粒子的不确定特征是内秉的,等等。这些成果的取得,使我们在考虑对称疑难问题时,不必像古希腊人那样,纯粹依赖于一种关于原子运动“偶然自发的偏离”的主观臆测^[13]。不过,对于目前学术界在解决对称疑难问题方面取得的进展,我们也不能作过分乐观的评估——尽管目前的理论已经充分显示了宇宙本身在各个方

面包括非对称的起源方面的自足性,但是这些理论在细节上还有许多方面尚待完善,比如,1、关于量子力学理论解释的科学和哲学方面的争论从量子力学初创时即起,但至今在许多问题包括如何看待量子概率的本质仍无法达成一致意见。2、超统一理论的验证问题以及超对称粒子的寻找等问题,似乎是我们近期还无法企及的事情^[14];另外,是什么原因导致了密度远大于外界平均物质密度的“宇宙岛屿”的产生即最初星云气体分布的对称是如何被打破的?人们现在还知之甚少。^[15]3、长期困扰人们的“时间之箭”问题,如今已经进一步演变成宇宙为什么在其历史早期,有一个很特殊的条件,即熵为什么在大爆炸开始的地方很低?这才是真正让人困惑的!等等。这些问题的回答,都需要我们继续作出艰苦的努力。可见,对称疑难问题与科学和哲学的许多基本问题有着十分密切的联系,它关系到我们如何看待对称与非对称的辩证关系,如何理解宇宙的演化机制及其动力等一系列重要问题,因此,应当受到人们的足够重视。

【参 考 文 献】

- [1] Rosen, J. Symmetry Discovered——Concepts and Application in Nature and Science. Cambridge University Press, 1975. 122.
- [2][美]阿·热·可怕的对称[M]. 荀坤, 劳玉军译. 长沙:湖南科学技术出版社, 1992. 222.
- [3][6] Van Fraassen, B. C. Laws and Symmetry. Oxford university press, 1989. 242, 240 - 241.
- [4] Rosen, J. A Symmetry primer for scientist. John Wiley & Sons, 1983. 117.
- [5] 参见[德]H·魏尔·对称[M]. 钟金魁译. 北京:商务印书馆, 1986. 25.
- [7] 李政道·对称, 不对称和粒子世界[M]. 朱允伦译. 北京大学出版社, 1992. 8.
- [8][丹麦]N·玻尔·尼耳斯·玻尔哲学文选[M]. 戈革译. 北京:商务印书馆, 1999. 92.
- [9][10][德]W·海森伯·物理学和哲学[M]. 范岱年译. 北京:商务印书馆, 1984. 24.
- [11][13]全增嘏·西方哲学史(上册)[M]. 上海人民出版社, 1983. 113, 228.
- [12]赵凯华·定性与半定量物理学[M]. 北京:高等教育出版社, 1991. 51.
- [14]丁亦兵·统一之路——90年代理论物理学重大前沿课题[M]. 长沙:湖南科学技术出版社, 1997. 124 - 137.
- [15][英]约翰·D·巴罗·宇宙的起源[M]. 卞毓麟译. 上海科学技术出版社, 1995. 72 - 73.

(责任编辑 郭晋风)