



DUICHENXING YU
RENLEI XINZHI DE MAOXIAN

对称性与人类心智的冒险

董春雨 著

 北京师范大学出版社



DUICHENXING YU
RENLEI XINZHI DE MAOXIAN

对称性与人类心智的冒险

董春雨 著

 北京师范大学出版社

N02
D4

图书在版编目(CIP)数据

对称性与人类心智的冒险 / 董春雨著. —北京:北京师范大学出版社, 2007.12

ISBN 978-7-303-08972-7

I. 对… II. 董… III. 对称—科学哲学—研究 IV. N02

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2007) 第 178544 号

出版发行: 北京师范大学出版社 www.bnup.com.cn

北京新街口外大街 19 号

邮政编码: 100875

印刷: 北京东方圣雅印刷有限公司

经销: 全国新华书店

开本: 148 mm × 210 mm

印张: 9.5

字数: 240 千字

印数: 1~3 000 册

版次: 2007 年 12 月第 1 版

印次: 2007 年 12 月第 1 次印刷

定价: 18.00 元

责任编辑: 祁传华

装帧设计: 李葆芬

责任校对: 李 茵

责任印制: 董本刚

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 010-58800697

北京读者服务部电话: 010-58808104

外埠邮购电话: 010-58808083

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 010-58800825

对称性是变换中的不变性，世界是变与不变的辩证统一；只要世界上存在不变的因素，对称性就一定会以某种方式表达出来，不管其间经历过多么复杂的变换过程。

多少世代以来，对称作为一个古老而又常新的概念，总是一种人们用以领悟和创造秩序、美和完善性的观念。

张和封林序言

出于对张春雨同志的敬仰，我受命撰写这篇序言。张春雨同志是北京师范大学物理系的一位杰出青年，他在物理学领域有着深厚的造诣和丰富的研究成果。他的学术成就不仅体现在他的论文和著作上，更体现在他对科学事业的执着追求和对学术研究的严谨态度上。他的去世，是物理学界和北京师范大学的一大损失。这篇序言旨在回顾他的学术生涯，总结他的学术成就，并表达我们对他的怀念之情。

对称性是当代科学研究的前沿问题之一，也是哲学研究从古至今一直关注的焦点之一。现代以来，关于对称性的研究，虽然早有魏尔开创性地做了一些工作，但深入探索还是一件极为困难的事情。因为，有关对称性的研究涉及自然科学的所有门类，而对它的哲学研究，必须以自然科学的最新进展为基础，可以想象，这是一项多么具有挑战性的基础理论研究工作，其成果又会具有多么重要的理论意义和实践意义呀！正因如此，许多学术名家对称性问题孜孜以求，除了魏尔之外，像大家熟知的诺贝尔奖得主杨振宁和李政道、伍德沃德和霍夫曼，著名美国哲学家范·弗拉森等，都非常注意对称性的研究。我本人在沈小峰先生指导下早年也致力于对称性的思考，在《自然辩证法范畴论》一书中对此曾有过专门论述。近些年来，与对称性相关的研究一直延绵不断，并不断走向深入。董春雨同志的这本学术专著，就是这方面研究所取得的一个重要进展。

董春雨同志曾就读于北京师范大学物理系，后转入哲学系攻读科学技术哲学方向的研究生，2001年起开始攻读博士学位。考虑到他的知识背景

景以及十几年来他所做过的研究工作，我们确定将对称性研究作为他博士论文的选题。经过艰苦的努力，董春雨同志终于出色地完成了这一任务，2004年，他顺利通过了博士论文《对称及其破缺的哲学探究》的答辩，还受到了参加答辩专家的一致好评。大家认为，本选题涉及面极广，难度大，作者抓住了几个关键问题进行深入探究，提出了许多具有创新性的见解，较为明显地深化了我们关于对称及其破缺的哲学思考，有位专家就董春雨的博士论文评论说，是“从硬骨头中啃出香味来了”。

在博士论文的基础上，经过几年的不断丰富和深入的研究，董春雨同志终于完成了这部学术专著。纵观全书，本书试图从本体论、认识论和方法论的角度对对称性进行全方位的研究，有关对称性的这种系统研究在目前是不多见的。稍微查阅一下相关研究资料，我们不难发现，尽管对称性的研究极多，但它们存在着明显的偏向：多数研究为局限于某个较窄领域的描述式的唯象的研究，而且大多属自然科学某一门类的专题性论述，如数学中的群论研究、物理学中的守恒律与基本粒子研究、化学中的晶体结构研究，或是技术中的应用研究等，在这些著述中，其核心内容多为专业性极强、数学化程度极高的为一般人望而却步的知识，其中也极少涉猎有关对称性的哲学分析。所以，虽然一般的哲学研究通常可分为本体论、认识论和方法论三大部分，但是在对称性研究中，引入这样一个从本体论到方法论的宏大研究框架，应该说，这是一种非常艰苦的工作。对此问题的探索需要有深厚的自然科学基础和哲学功底，而作者在科学和哲学两方面都下了很大工夫，由此所取得的成绩也显得非常珍贵。

当然，在明确了一个如此宏伟的目标之后，选择一个可行的研究思路就成为非常重要的前提。从目前本书严密的逻辑架构来看，可以说，它是一个环环相扣的完备逻辑体系，二十多万言一气呵成。

本书首先简要回顾了人类认识对称性的历史，对日常生活和自然科学中的对称现象进行了详尽的分类，并着重探讨了不同领域中对称性的概念及其各种变体的真正内涵。这种关于对称现象及其涵义的梳理和澄清工作也进一步表明，整个世界的对称性是一个普遍的事实。不过，这至多是回答了世界“是什么”的问题，我们仍然需要追问：世界“为什么”会呈现出如此纷繁复杂的对称现象呢？这里有两层含义，一是自然界中的对称性为什么会普遍地存在于不同领域？二是自然界中的许多不同的东西为什么会呈现出相同的对称模式，如雨滴和恒星呈球形，漩涡和星系同为漩涡状，蜂巢和巨人岬呈六角形排列等。这两个方面的共同核心是：不同的事物服从着某种共同的对称模式。试图发现这一共同模式及其所依据的普遍原理，并对原理自身的内部机制作出解释，是对称的本体论研究所要回答的问题，即自然为什么在深层本质上是对称的？为此，本书较深入地分析了对称性与几种相关现象如简单性、趋极性、守恒律、不变性、相对性或协变性等的基本关系和微妙差异，从现有的内容可以看出，其中的一些比较相当精细，辨析得当，在一定意义上理清了人们有关对称性的流行理解中的一些混乱，更加突出了对称性的本体论意义。如果认为对称性是世界更基本的属性，如何对普遍存在的不对称现象作出解释——像人们通常表述的那样，天下没有两片相同的树叶！更为重要的是，事实上人们很早就意识到了对称带给我们的困惑：在14世纪，法国哲学家布里丹曾提出过一个寓言，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？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”。当马赫

还是一个孩子的时候他就曾思考过，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。其实，它更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？此时的宇宙就如同一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”。所以，这里产生的问题是：对称的世界是个死结构，它如何才能活过来呢？总之，如果我们认为对称性是世界的更基本的属性，如果我们承认在对称的两难中作出选择是必然的，那么，我们必须对此作出理论解释和说明。这是一个我们无法回避的深刻而重要的问题，本书将其称作“对称疑难”。

对于上述问题的追根溯源式的探究，引出了本书后面的讨论，形成了一条追溯偶然的非对称涨落的起因、类型及其作用的主线，并最终表明了宇宙在“偶然性的引入”方面的自足特征。当然，是不是可以说，一次“上帝的推动”把边界条件的非对称性赋予了世界，于是，早期宇宙的涨落就能连续地传递到今天？甚至还会影响着今天新的涨落？即让过去的涨落效应一直延续到今天，这看起来似乎太遥不可及，也太简单化了！一个明显的反例是，触发贝纳德花纹形成的微观分子水平的涨落，显然就不可能影响到人类社会发展中的对称破缺现象；那种试图在英雄人物的灵机一动与微观粒子的涨落之间找到联系的做法注定是要失败的，也是没有实际意义的——目前的科学与哲学早已表明，彻底、纯粹的还原论方法是根本行不通的！

当人们对不同领域的对称破缺的原因进行探究时，不得不注意到非对称的复杂性问题，即我们不仅需要追溯引起一个系统对称破缺的具体涨落，还要关心不同的对称破缺现象之间的关系，这就是“涨落及其作用的层次性”问题。这意味着本书不仅要从事纵的时间维度来追溯非对称的起源，还要从横的空间维度来比较非对称的性质。在基本完成这一任务之后，作者又着重讨论了有关不同非对称现象的统一描述问题，并对对称与非对称之间总的关系作了概括，从而深化了人们对“对称—非对称”的本体论问题的认识。

与对称有关的是对称方法的普遍有效性问题，这是因为，对称方法在许多方面应用的成功固然使其获得了强有力的支持，但是，对称方法有时也沾染着浓厚的主观色彩和心理学特征，有时还有生搬硬套之嫌，故对称方法的可靠性及其认识论价值需要进一步研究，但这恰恰是目前国内外相关研究的薄弱环节之一。作者在本书的最后部分，着重探讨了对称性的主客观性问题以及相关的心理学问题等，之后对对称方法的性质及其工具价值进行了较深入和系统的分析，为对称性更好地发挥哲学世界观和方法论的作用，实现其重要的理论与实践价值指明了方向。

本书除了在研究路向上具有上述突出特点之外，在具体问题的细节性研究方面，也取得了一定的成绩。首先，正如上面谈到的，作者细致分析了对称性与简单性、趋极性以及守恒性、不变性、相对性等复杂关系，打破了过去传统观念中将对称性与上述概念粗略地视为同一的简单做法，从而消除了人们的某种误解。其实，能够做到这一点非常不易，这是因为，像大家熟知的，在所谓“常规科学”时期，在基本理论没有重大突破的情况下，各种科学研究能挖掘出一些新意十分困难——库恩在其理论中充分肯定了这种研究的意义。而本书所涉及的像对称性与最小作用原理、守恒律等的关系，已经讨论

了一百多年了，作者重在细致分析它们之间的区别与不同，从而突出了对称性的含义，这种理论上的创新非常难得。其次，本书对对称破缺问题的深入研究，一改以往对称性研究中人们常常忽视非对称的涨落的作用的做法，突出了非对称的本体论意义，强调了关于对称与非对称关系，特别是在讨论问题的过程中，作者从非对称涨落与测量的关系的角度出发，依次提出了伪对称、似对称、真对称这样一些崭新的概念，并探讨了对称-非对称与不可观察量之间的关系，其间所尝试的一系列富有新意的推论，反映了作者的独立研究能力和创新精神。

再次，文中按照非对称问题的内在逻辑发展，对“非对称的层次性”、“冗余与历史再现及统计对称性”、“对称性与熵、序和信息的关系”和“涨落与世界演化的不可逆性”等问题的阐述，都不乏作者的一些创见，这在目前系统科学进入研究的攻坚阶段、相关研究相对艰难也比较冷清的条件下，显得十分珍贵，尤其是作者剖析了申农信息定义的不足，提出了从不变量的角度来定义信息的思想，这种见解是非常独到和富有启发性的。

最后，在认识论和方法论部分，作者从理论模型构造的角度，较深入地分析了对称方法的性质，其中对世界的整体性即“信息的可剥离性”和对称方法与公理化方法关系等问题的探讨，进一步明确了对称方法在本体论上所受的限 制及它在认识论上的合理价值。

综上所述，作者在认真研究前人成果的基础上，结合当代科学的最新发展，主要从哲学的角度，将与对称性相关的问题进行了全面、系统、细致而深入的研究，特别是论述中所挖掘出的一些问题，因具有独特的视角而极富探索价值，它将开辟若干有关对称性研究的新方向，甚至具有填补某些学术空白的意义。另外，从本书所占有的翔实资料和严密的逻辑论证来

看，作者不仅具有开阔的学术视野和理论创新的勇气，而且具有认真的治学态度和严谨的学风，在当前社会环境下，这也是非常值得称道的一种精神。正因为如此，我相信董春雨同志在未来有关对称性的研究工作中，能够进一步追踪国际学术前沿，在尽可能丰富地占有材料的基础上，选准若干重点问题，继续深入地探讨下去，从而推动有关对称性的理论研究不断跨上新的高度。

王德胜

2007年11月

内容提要

本书是一部以对称性的哲学问题为核心内容的研究著作，它在全面分析日常生活和自然科学中已

关于对称性研究成果的基础上，结合当代科学的

最新发展，力图深入阐发对称性的本体论、认识论

和方法论意义，旨在澄清长期以来在对称性的本质

及其对称破缺方面存在的一些模糊认识，从而促进

与对称性相关的人类认识活动不断走向深入。

首先，本书在简要回顾人类认识对称性的历史并阐明对称性具有“形象直观”、“理性抽象”

和“数学抽象”等多层次的复杂表现的基础上，

着重探讨了对称的定义及其规定性的扩展和深化

问题，对林林总总的对称现象进行了概括和分类，

指出从理论上讲，世界上的对称性是无穷尽的，

人们决不能简单、机械地看待对称性，而是要把握对称的真义，

善于在复杂的局面中发现和利用不同方面和不同层次的对称性。

其次，通过分析对称性与简单性、趋极性以及守恒性、不变性、相对性、协变性等的复杂关系，

打破了过去传统观念中将对称性与上述概念粗略地视为同一的简单做法，

揭示出了其间存在的细微差别，从而更加突出了对称性的本体论意

义。

最后，本书还探讨了

对称性在自然科学中的

应用，以及

对称性在哲学中的

意义。

本书力求做到

概念清晰、

论证严密、

行文流畅、

可读性强。

蕴，使我们得以在一个更为广阔的哲学背景中展开对对称性的理解和讨论：对称性是变换中的不变性，世界是变与不变的辩证统一；只要世界上存在不变的因素，它就一定会以某种对称的方式表达出来，不管其间将经历多么复杂的变换过程。

再次，本书以“对称疑难”为契机，引入了对称与非对称之间的关系，通过对非对称涨落与测量关系的探讨，依次提出了“伪对称”、“似对称”和“真对称”的概念，并最终表明了非对称的本体论地位，同时强调，“对称疑难”这一命题是针对世界的终极考虑而来的，它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，而我们现在必须追问：宇宙如何才能从对称疑难的困境中走出？这突出了“对称疑难”之于当代科学研究和哲学研究的重要意义。之后，作者通过对不同对称破缺现象性质的探讨和非对称起源问题的追溯，不仅分析了各类对称破缺现象的原因与机制，表明了宇宙在“偶然性的引入”方面的自足特征，而且对非对称性的复杂表现及其相互关系进行了深入探讨，其中对“非对称的层次性”、“冗余与历史再现及统计对称性”、“对称性与熵、序和信息的关系”和“涨落与世界演化的不可逆性”等问题的阐述，都不乏作者的一些创见。

最后，在澄清对称与非对称的意义及其关系的基础上，本书着重探讨了对称性的主客观性问题以及相关的心理学与美学问题等，之后主要是从理论模型构造的角度，对对称方法的性质进行了较深入和系统的分析，尤其是其中对世界的整体性即“信息的可剥离性”和对称方法与公理化方法关系等问题的分析，使人们对对称方法在本体论上所受的限制及其在认识论上的合理价值的理解，建立在了更加坚实的基础之上。

总之，本书的研究充分表明：对称性是自然界普遍存在的一种性质，对称方法作为人们思考问题时自觉的理性追求，是一种卓有成效的不可替代的理论工具。

目 录



CONTENTS

引 言	1
一、日常生活与艺术中的对称性	1
二、古代哲人思辨中的对称性	7
三、自然科学中的对称性	13
四、对称性研究的现状及其意义	28
第一章 对称的规定性及其分类	36
一、关于对称性认识的深化	36
二、对称的规定性及其意义的拓展	42
三、对称的分类	56
第二章 对称的本体论意蕴	68
一、简单性与对称性	69
二、趋极性与对称性	74
三、守恒律、不变性与对称性	84
四、相对性或协变性与对称性	92
五、对称原理及其意义	98
第三章 对称与测量	105
一、“世上没有两片相同的树叶”	105
二、“对称疑难”——从布里丹的驴子说起	109
三、涨落与非对称的引入	112
四、涨落、对称与测量	116
第四章 非对称溯源	132
一、经典决定论视野中的偶然性	132
二、偶然性登临科学殿堂	137

三、对称的“自发破缺”	150
四、量子涨落的意义	166
五、“人是自然的立法者”	171
六、宇宙演化：从超对称走向破缺	182
第五章 对称与非对称的关系	194
一、非对称的层次性	194
二、关于对称破缺的统一描述	198
三、冗余、“历史再现”与统计对称性	209
四、对称性与熵、序和信息	214
五、对称与非对称关系总论	229
第六章 作为认识方法的对称	239
一、对称的主客观性问题探讨	240
二、对称审美原则的确立及其应用	247
三、对称方法与理论模型的建构	255
结语 对称性与科学中的形而上学	264
主要参考文献	271
后记	285
101	“对称破缺”
111	非对称性
116	对称性
131	非对称性
131	非对称性
131	非对称性
131	非对称性
131	非对称性

升一版次**引言**其又艺工些致，固望味将些致出林材的由采
 尔膝案学样题对前封将权资据的人公世世 05 查 ①。来不并将升
 这并百捌赫，中并一《将权》的善思 (2221—2282, 1882, 1882) H. W. H.

人特谷量干，升殿殿群走一批向耐样致，并类类人普制
 ，兼量亦量其大，中番主会并的们人查典出至气象殿将权的式
 查。量皆出出用由的并样致，中左派来艺善学文，录音，画会
 将划，刻制表的表的，官站前同中的各同世举了制，面衣最量
 一、日常生活与艺术中的对称性

在大千世界中，对称性是人们最司空见惯而一迭一吸，同
 又引人入胜的一类现象。而刊此对们官，杏殿走前林前嘴两们山

首先在日常生活中，最直观因而也是人们最
 容易发现的是各种各样的空间对称现象，即从静
 态的空间形式看，自然界中从最简单的左右对称中朱艺注
 如五瓣的梅花到完美无缺的中心旋转轴对称如六等间空，左
 角形的雪花到较复杂的螺旋轴对称如海螺等，无善音音量大至
 不在看似平淡中显示着自然造化的神奇。除了与
 人的视觉相联系的空间形象和结构的对称外，在
 时间维度上，也普遍存在着许多明显的动态节律
 方面的对称性即时间的周期性，如日夜交替、四
 季轮回、草木兴衰等。

既然对称现象这么普遍，对称性自然就成为
 人们关注的焦点：人类对对称性的关注和认同，
 几乎和人类文明同样古老。从所有已知的史前文
 明的遗迹中发现的各种生活用品、装饰品、祭品
 等手工制品来看，其造型和上面的纹饰大多都考
 虑到了对称的特点，说明了古人对对称性的偏
 爱。也正是由于对称规则的简易以及当时的人们

采用的材料比较经济和坚固，这些工艺及其作品才成功地一代代流传下来。^① 在 20 世纪公认的研究对称性的权威科学家魏尔（H. Weyl, 1885—1955）所著的《对称》一书中，就附有许多这样的图片。^②

随着人类的成长，这种倾向进一步得到强化，于是各种人为的对称现象广泛出现在人们的社会生活中，尤其是在建筑、绘画、音乐、文学等艺术形式中，对称性的应用比比皆是。在建筑方面，除了举世闻名的中国的故宫、印度的泰姬陵、欧洲的科隆大教堂等，我国古代的建筑中，普遍存在着对称的格局，如一左一右飞檐翘首的龙头、威风凛凛的石狮，还有寺院山门两侧的松柏或银杏，它们彼此呼应、相映成趣。

在绘画方面，在我国的敦煌壁画及更早的马王堆汉代丝织品上，都有非常精美的对称图案。

在艺术中，对称性除了像上面显示的与平衡、形状、形式、空间等一同讨论外，在诗歌、音乐等其他艺术形式中，还大量存在着以节律重复为基础的时间对称性。在文学作品如诗歌中，一些章节、表述形式乃至韵律的多次重复，常常表达出作者独特的情感体验，并给人以深刻印象，这在我们所熟悉的对联、骈文、律诗等文学体裁中，比比皆是，如文天祥的名句“山河破碎风飘絮，身世浮沉雨打萍。惶恐滩头说惶恐，零丁洋里叹零丁”，对仗工整，内涵丰富，意境深远，给人以强烈的感染力。而在音乐作品中，重复地演奏同一主题，不仅仅是一种创作技巧，它还给人以强烈的感官冲击与心灵震撼。总

① Klaus Mainzer, *Symmetries of Nature—a Handbook for Philosophy of Nature and Science*, Walter de Gruyter, Berlin / New York, 1996, p. 15.

② 参见 [德] H. 魏尔：《对称》，北京，商务印书馆，1986。