

前 言

作为一名从“好之者”走向“乐之者”的物理学家，大自然中凄美迷人的对称性，令我心驰神往。自 1992 年深秋肇始，我浸润其中，研乐融融。更为幸运的是，经过艰辛的质疑、思考和探索，我居然淘洗到了自己觉得很能拿得出手的成果。也就是说，我的研究成果不仅仅是新的，独特的，而且我敢说，她还是相当惊世骇俗的。

如今，近 30 年来我乐于付出的心血和心智，凝结成了这本颇能体现生命价值的专著——《物理学分立对称性新论》。这本专著，系统展示了我所觅得的具有挑战性和颠覆性的新论。我在一行行、一节节、一章章、一篇篇地撰写她时，心中充盈着人生晚秋的详宁、甸实和欣慰。

一、物理定律对称性

与日常生活中的对称性概念有所不同，物理学上所说的对称性，专指大自然所具有的一种不变的特性。这种特性集中体现在物理定律的不变性上：在某种操作下，如果物理定律保持不变，或者说表达物理定律的方程具有协变性，我们就说物理定律具有相应的对称性。

最为众所周知的物理定律对称性，就是物理定律不随时间、地点和空间方位而变的三大连续时空变换对称性：

物理定律不随时间而变——这种时间平移操作下的对称性，就叫做物理定律的时间平移对称性。这句话也可以等价地表述为：大自然总是平等地，即对称地，对待时间的每一瞬间。

物理定律不随地点而变——这种空间平移操作下的对称性，就叫做物理定律的空间平移对称性。相应的等价表述是：大自然总是平等地，即对称地，对待空间的每个位置。

物理定律不随空间的方位而变——这种空间转动操作下的对称性，就叫做物理定律的旋转对称性。相应的等价表述是：大自然总是平等地，即对称地，对待空间的每个方位。

根据著名的诺特定理，时间平移对称性与能量守恒相联系；空间平移对称性与动量守恒相联系；旋转对称性与角动量守恒相联系。

我所钟情和涉猎的物理定律对称性，是物理定律不随正反物质、不随左右和不随时间流向而变的三大对称性，现有理论对此给出了如下相关表述：

物理定律不随物质、反物质而变——这种变换正反物质操作下的对称性，就叫做物理定律的正反共轭变换对称性，即 C 对称性。相应的等价表述是：大自然总是平等地，即对称地，对待物质与反物质。 C 取自 Charge Conjugation (电荷共轭) 的首字母，正反共轭变换简称 C 变换。

物理定律不随左右而变——这种变换左右即空间反演操作下的对称性，就叫做物理定律的左右对称性或空间反演对称性，即 P 对称性。相应的等价表述是：大自然总是平等地，即对称地，对待左与右。 P 取自 Parity(宇称)的首字母，左右变换简称 P 变换。

物理定律不随时间的流逝方向而变——这种改变时间流向操作下的对称性，就叫做物理定律的时间反演对称性，即 T 对称性。相应的等价表述

是：大自然总是平等地，即对称性，对待时间的两种相反的流向。 T 取自 Time Reversal(时间反演)的首字母，时间反演简称 T 变换。

由于 C 变换、 P 变换和 T 变换不是连续变换而是离散变换，因此， C 、 P 、 T 对称性，就是众所周知的三大物理学分立对称性。

除了三大连续变换和三大分立变换对称性之外，物理定律还具有不随参照系运动状态而变的对称性：

物理定律不随惯性系的运动状态而变——这种洛伦兹变换操作下的对称性，就是物理定律的匀速直线运动对称性，由狭义相对性原理所表征。相应的等价表述是：大自然总是平等地，即对称地，对待每一个惯性系。

更进一步，物理定律不随任何高斯坐标系而变——这种变换高斯四维坐标系操作下的对称性，就是广义相对性原理所表征的物理定律的高斯坐标描述对称性。相应的等价表述是：大自然总是平等地，即对称地，对待每一个高斯坐标系。

此外，还有粒子物理学中的交换对称性和与非引力作用相关联的规范对称性；宇宙学中大尺度上的空间对称性；与粒子自旋相关联的超(级)对称性。

可以毫不夸张地说，对称性是大自然的一种基本属性；对称性原理是自然界的一条基本原理。如果给出一种限定，即只能选择两句话来概括现代科学中最重要的发现，那么，第一句话应该首推美国物理学家费曼作出的选择：

世界是由原子组成的。

而根据当代许多著名科学家的见解，第二句话就应该是：

对称性是自然规律的基础和宇宙演化的关键。

二、闯入和涉猎于分立对称性领域

20 世纪 80 年代前期，我在北京航空学院攻读硕士学位时，就对老三论——系统论、控制论和信息论进行了认真的关注。后来，则对老三论——耗散结构理论、协同论和突变论发生了浓郁的兴趣。

1991 年 2 月 25 日，我在中国人民大学校园内购得尼科里斯和普利高津撰写的专著：《探索复杂性》。在该书第 47 页上，作者介绍了时间反演下运动质点速度的变换：

通过 $d^2\mathbf{r}/dt^2 = d\mathbf{v}/dt$ 和 $\mathbf{v} = d\mathbf{r}/dt$ ，人们可以看到，由变换 $t' = -t$ ，引出进一步的变换 $\mathbf{v}' = -\mathbf{v}$ ，唯有加速度不变：质点仍沿着同一轨迹运动，只是方向相反。

1977 年诺贝尔化学奖得主、大师级教授普利高津简洁、明确的推导和叙述，让我接受了时间反演能造成“运动反向”的公认定论。

然而，当我在 1992 年深秋再次读到上述段落时，突然觉得有什么地方似乎不对劲。我想，由变换 $t \rightarrow t' = -t$ ，会引出 $dt' = -dt$ ，这没错。而变换 $t \rightarrow t' = -t$ ，会使 $d\mathbf{r}'$ 得出什么结果来呢？

一种可能是 $d\mathbf{r}' = d\mathbf{r}$ ，于是可得 $\mathbf{v}' = d\mathbf{r}'/dt' = d\mathbf{r}/-dt = -d\mathbf{r}/dt = -\mathbf{v}$ 。不过这样一来，就出现了自相矛盾：按 $d\mathbf{r}' = d\mathbf{r}$ ，质点的运动没反向；而按 $\mathbf{v}' = -\mathbf{v}$ ，质点的运动却反了向。那么，时间反演下，质点的运动到底反向了没有？

另一种可能是 $dr' = -dr$ ，接着就有 $v' = dr' / dt' = -dr / -dt = dr / dt = v$ 。然而，照样自相矛盾：按 $dr' = -dr$ ，质点的运动反了向；而按 $v' = v$ ，质点的运动却没反向。那么，时间反演下，质点的运动到底反向了没有？

无论哪种情形下，事情都明摆着说不通啊。

为了解开两个“自相矛盾”之谜，我像初生牛犊那样，一头闯入了时间反演物理学领域之中，并得到了与现有定论正好相反的结论：时间反演事实上不会造成“运动反向”；在时间反演下，只有保持不变的“偶变量”，没有改变符号的“奇变量”。

接着我又进一步追问：那么，基于我的结论，时间反演究竟是一种什么变换呢？2001年早春的一天，苦思之后、冥冥之中，我的脑海里出现了让我心花绽放的顿悟：所谓时间反演，并不是什么改变时间流向之变换，它不过是把顺计时改为倒计时的计时方式变换而已。

2005年春夏，在完成了关于时间反演的多篇论文后，我身不由己、得寸进尺地再次进入并涉猎于另外两分立对称性领域：空间反演物理学和正反共轭变换物理学领域。

为什么说是“再次进入”呢？原因是，我于1995年8月15日购得《可怕的对称》一书后，就曾十分认真地反复阅读，并于1997年夏天，就如何标记放射性 Co^{60} 核镜像的旋转方向，形成了自己的原创颠覆性见解。1997年9月29日，我在写给《可怕的对称》作者阿·热(徐一鸿)教授的一封信中说：“同样考虑一个旋转的放射性核的衰变，同样应用您书中的图 3.5，

我有一个与您不同的见解，这就是：当我们世界的物理学家使用左手来标记旋转物体的旋转方向时，相应地，镜子里的物理学家将使用右手来标记旋转物体镜像的旋转方向！”

2010年9月至11月，我将自己的关于三大分立对称性的15篇论文，放上了国家科技文献图书中心网站的预印本服务系统。

2013年8月至2020年7月，我又把自己的另外6篇论文发布于上述预印本服务系统中。

三、人们业已确认的定论

如上所述，在迷人和诱人的对称性领域中，我所关注和涉足的，是物理学的三大分立对称性，即 C 、 P 、 T 对称性。关于这些对称性，人们已经确认了哪些定论呢？

相关定论是——

一、 C 对称性：并不严格成立。原因是：弱相互作用中存在 C 破坏。

二、 P 对称性：并不严格成立。原因是：弱相互作用中存在 P 破坏。

三、 T 对称性：几乎严格成立。仅在罕见的 CP 破坏情形下，出现 T 破坏。

四、 CPT 定理：在 C 、 P 、 T 联合变换下得到的 CPT 对称性，严格成立。

四、我的惊世骇俗新论

关于三大分立对称性，我得到了哪些颠覆性原创新论呢？

我的新论是——

一、 C 对称性：严格成立。理由是：弱相互作用中并不存在 C 破坏。

二、 P 对称性：

(1) 严格成立。理由是：空间反演下并不存在赝矢量和赝标量，因此弱相互作用中并不存在 P 破坏，弱相互作用中左右依然对称。

(2) 所谓宇称变换，乃是检测波函数“奇偶性”的简单操作，与左右变换无关；所谓宇称守恒，仅是波函数“奇偶性”守恒，与左右对称无涉。

(3) 不应再用 P 变换(Parity transformation)来指称左右变换，而应用 S 变换 (Space inversion 空间反演)来指称左右变换。相应地，不应再用 P 对称性来指称左右对称，而应用 S 对称性来指称左右对称。

三、 T 对称性：

(1) T 变换下并不存在奇变量，因而 T 变换根本不能实现时间流向之变换，作为“时间反演对称性”的 T 对称性是虚妄的；并顺便得到了不存在白洞、虫洞和波动方程无超前势解的重要结论。

(2) T 变换的实质是计时方式变换，即顺计时与倒计时之间的变换；作为“计时方式变换对称性”的 T 对称性，严格成立。

(3) 得到了关于倒放影片操作之变换—— B 变换。

(4) 提出了第四种物理学时间之箭：引力波时间之箭。

四、 CP 破坏：并不存在。理由是：弱相互作用中并不存在 C 破坏和 P 破坏。

五、 CPT 定理：

(1) 如果 P 是指能得到“赝矢量”的左右变换，或是指所谓的“宇称变换”，则该定理不成立。

(2) 如果 T 是指所谓“时间反演”，则该定理不成立。

(3) 如果 P 是指不存在“赝矢量”的左右变换， T 是指计时方式变换，则该定理失去了存在之意义，因为 C 、 P 、 T 分别严格成立。

五、本书内容安排

在本书内容的安排上，我是按照 T 、 P 、 C 的顺序来展开的：第一篇是关于 T 对称性的新论，第二篇是关于 P 对称性的新论，第三篇是关于 C 对称性和 CPT 定理的新论。

在第三篇的最后，我正式宣告，自己终于澄清了杨振宁先生 1985 年的凝重发问：“为什么在弱相互作用下， C 、 P 和 T 都不守恒？”

第四篇是全书的大结局，阐明李政道先生于 20 世纪末所表述的“失去的对称性”疑难，已然烟消云散；并对物理学分立对称性及其它各种对称性，进行了一番总览式巡礼。

在本书的附录中，我放入了五篇文章。第一篇是写于 2011 年 3 月的《一失足成千古憾》。我在文中以痛惜的心情，谈了一百多年来人们在时间和空间反演物理学中的集体性理性失足。第二篇是写于 2011 年 6 月的《小不慎则铸大错》。我在文中以悲催的笔触，谈了近百年来人们在宇称问题上的集体性理性失足。第三、四篇是我于 2016 年春天有感而发、一气呵成写

出的《我和引力波还真的有缘分》与《成也智者，败也智者》。第五篇是我看了人大附中李永乐老师讲解“宇称不守恒”的视频后，于2020年7月写成的《我对吴健雄实验的看法》。

在本书的后记中，我以比较翔实的史料，描述了“廿年谋发表而不得”的艰辛历程；进而表明，虽身临困境，但我心中的希望之光长存。这是因为我坚信：纵有万山挡道，又焉能阻一溪之奔？

江棋生

2022年3月14日 于

北京家中