

# 物理学咬文嚼字之六十四 同乎哉？

曹则贤<sup>†</sup>

(中国科学院物理研究所 北京 100190)

2014-06-28 收到

† email: zxcao@iphy.ac.cn

DOI: 10.7693/wl20140808

君子和而不同

——《论语》

罗带同心结未成

——[宋]林逋《相思令》

**摘要** 英文中一些前缀如 con-, iso- 和 homeo-, 以及一些词如 identical 都会被汉译为“同”。与“变化”相对应的“同”在数学、物理学中自然具有举足轻重的地位。

物理学研究运动、变化。与变化相对的是不变, 涉及 equilibrium (平衡, 等重。或写成 equipoise), isometry(等距), invariant(不变量), symmetry(对称性), identity(全同性)等重要概念。相关的词汇汉译时多会用到“同”这个词, 也就难免引起一些混乱, 甚或掩盖了原意。

在我们刚开始学习几何时, 就会遇到 concentric(同心), coaxial(同轴、共轴), collinear(共线)等概念。这几个词虽然汉译时有“同”、“共”的区别, 其实其英文前缀是一个。Com, 有 co-, con-, col-, cor- 等变体, 是拉丁文一起(together)的意思。Concentric circles 是说一组圆有共同的圆心<sup>1)</sup>, collinear points 是说一组点落在同一条线上。若一

些存在(近似地)是 concentric 的, 那一定是相当集中的。Concentric 对应的抽象名词 concentration 被汉译为集中精力、浓度, 可能很少有人关注它的本意是“同心”。在“Why is there a concentration of hybrid creatures in this region(为何杂种在此地集中出现)?”一句里的 concentration, 就不能随便译成浓度。由前缀 com- 构成的数学物理词汇很多, 读者在理解这些词汇时不妨关照一下其“共同的”之本义, 现随手举几例: computer(一起计算的人<sup>2)</sup>), complex(编织到一起, 如把两个实数  $a, b$  通过  $i$  拴在一起构成所谓的 complex number  $z=a+ib$ ), concatenate(串成链), colloid(共存之物, 即所谓的胶体), correlation(关

联), 等等。

Homeo- 也是一个常见的表示 same, similar 意思的前缀, 来自希腊语 ὁμοιος, 汉语多译为“同”。Homeo-, 有时也写成 homo-, 来自希腊语 ὁμός, 数学上有同伦群(homotopy group), 同调代数(homologous algebra), 同态(homomorphism)、同胚(homeomorphism)、同构(isomorphism)等令人毛骨悚然的概念, 读者可以阅读下句找找感觉: “although the mapping between  $SU(2)$  and  $SO(3)$  is locally an isomorphism (同构), since their algebras are isomorphic (同构的), globally this relationship is a homomorphism (同态)”。Homeothermal, 也写成 homeiothermal, 恒温的, 用于描述热血动物。

1) 愚以为, 圆心不是一个好的几何概念。圆心并不属于圆这个存在, 而是人们赋予圆的一个外在特征。一个几何体的研究只能着落在它自身而不能指望还有别的其它存在, 这是黎曼几何的思想基础。关于圆的物理的、不依赖于其它存在的定义, 我曾有过如下建议: 假设存在一维几何对象, 将其复制件沿原件作任意位移而构成一个新的、仍只有两个端点的几何体。若该过程可无限进行下去, 则所得结果为直线; 若经有限操作后复制件(部分地)与原件重合, 则所得结果为圆。此定义与操作得以进行的空间维度无关。——笔者注

2) 计算机出现前有专门从事数据处理职业的人, 称为 computer。——笔者注

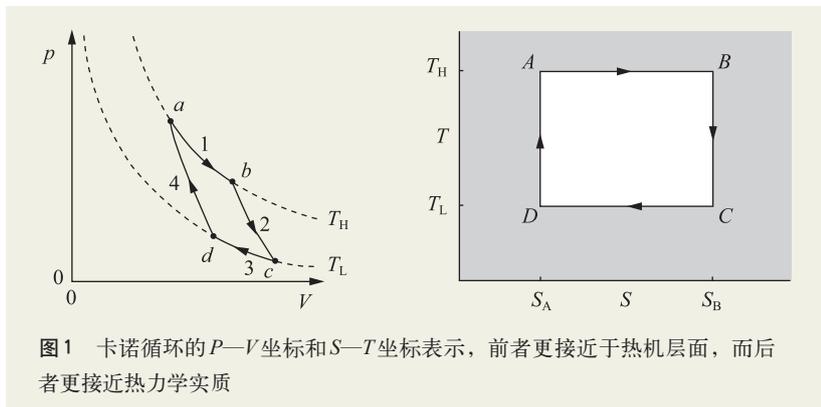


图1 卡诺循环的 $P-V$ 坐标和 $S-T$ 坐标表示，前者更接近于热机层面，而后者更接近热力学实质

Homogeneous，本意是同类的、同种的，如homogeneous terms (同类项)。但是，在谈论代数式时homogeneous常被汉译成“齐次的”，谈论分布时homogeneous常被译为“均匀的”，可能都会让人忘掉其本义。

另一个常被汉译为同的前缀为iso-，来源于希腊语ισος，意为相等或相同，如isosceles (等腿长的，见isosceles triangle，等腰三角形)，isochronal (等时段的)，等。Iso-为前缀的词是热力学的一道风景线，因为热力学研究过程，而一些过程是可以由某个不变的量来表征的，比如isobaric (等压的)，isochoric (等体积的)，isothermal (等温的)，isentropic (等熵的)，等等。卡诺循环就由两个adiabatic (绝热的)<sup>3)</sup>和两个isothermal过程构成(图1)。

前面提到，isothermal process是等温过程，而描述热血动物之体温恒定则用homeothermal。Iso-和homeo-加于同一词干上但意思不同的例子还有前述的isomorphic与homomorphic。其实，还有其它被译成同构的词在不同的学科中出现。比如homeomorphic在数学上用于描

述流型时被译为同胚，其实依然会被理解是isostructural(同构)的意思。Isomorphous crystals (同形晶体)指的是一类晶体有相同的空间群结构，但是对应格点上的元素不同，比如 $\text{NaNO}_3$ 和 $\text{CaCO}_3$ 晶体。

物理学中涉及iso-为前缀的重要概念还有isotropy, isometry以及isotope等。Tropy, 就是entropy(熵)里的tropy, 是to turn的意思，与指向有关。Isotropy是说在不同方向上都相同，汉译各向同性，是一种角分布的对称性。而如果一个分布或者空间还是均匀的(homogeneous)，那么它就是isometric(等距的、等度规的)，意思是距离的微分表示是不变的。理解几何学中的isometry (等距，度规不变性)概念太重要了。欧几里得空间里的运动即是其isometry: 任何两点间的距离在变换(运动)后保持不变<sup>1)</sup>。二维欧几里得空间的isometry总可以表示为平移和转动。所谓的固体空间群，不过就是欧几里得空间上isometries的有限群而已<sup>4)</sup>。“洛伦兹群是庞加莱群，即闵科夫斯基时空之所有isometries构成的群，之子群”，理解这句

话，要比琢磨什么长度收缩、孪生子佯谬能更好地理解相对论。Isotope由iso-和τόπος (place)构成，指放在同一个地方，汉译同位素很贴切。Isotope是物理、化学上的重要话题<sup>5)</sup>。同位素的发现同核裂变有关。元素周期表上从铀到铅是11种元素，但是裂变产物(用荷质比标定的?)却有40多种。原子经一个 $\alpha$ -衰变接两个 $\beta$ -衰变得到的同种化学性质、但质量数少4的原子。同位素的存在，即一个原子数 $Z$ 可以对应几个原子质量数 $A$ ，合理地解释了相关现象。一定数量的质子和不同数量的中子构成不同的原子核，若我们关注的是化学效应，可用isotope的概念，但在核物理意义人们更愿意用核素(nuclide)的概念。同位素强调化学层面的意思，但不同同位素的差别在于原子核中中子数量的不同，一般来说不会表现出什么化学性质上的同位素效应。但有个特别的例外，就是氢元素。氕和氘两种同位素的原子之差别并不是在于质量数分别为1和2，而是原子核中中子的有和无。愚以为， $\text{D}_2\text{O}$ 、 $\text{T}_2\text{O}$ 不同于水的化学效应和生物学效应(重水是致命的!)应该从原子核的中子开始理解。超导也存在同位素效应，但严格说来超导的同位素效应既不是化学的也不是核物理的，而是介于两者之间，因为它是和离子实(ion core)直接相关。超导同位素效应被当成声子对配对机制贡献的量度。以前认为BCS理论中的超导温度和序参数这些热力学量会表现出同位素效应，如今一些与配对机制

3) 把adiabatic process译成绝热过程这一错误在中文量子力学语境里引起了极大的混乱。Adiabatic仅仅是个不透过而已，thermally adiabatic才是绝热的。量子力学、统计力学提及的adiabatic approximation，仅仅是假设没有状态之间的穿越而已，至少字面上与热无关。——笔者注

4) 你能从isometries的有限群的概念，推导出2D空间群有17种，3D空间群有230种吗？我总觉得固体物理书中没有这个内容是一种遗憾。——笔者注

5) Topic (话题、标题)和tope是同源词。——笔者注

无关的量，如磁场的穿透深度等，也发现可能表现出同位素效应。

Identical这个词在汉语中被译成“全同的”，即英文的exactly the same或者exactly alike。Identical，来自拉丁语idem(阳性、中性单数主格形式)，还记得Jacob Bernoulli的名言“eadem mutata resurgo”吗？就是那个eadem(阴性单数主格形式)。注意，identity在英汉字典里常被解释成身份、特征，有些人会感到不好理解。其实，identity就是强调抽象的“同(sameness)”这个事实，即存在某些就你拥有的东西，就你能干得出来的事，就你说得出来的话，绝对和你是等同的，从而是你的identity。毕加索的画、李白的诗和笔者的身份证，就是我们仨各自的identity。群论中的identity element of group被译成群的单位元，是根据乘法中的1或者矩阵乘法的单位矩阵而来的望文生义。Identity和“同”有关，而和“单位”，即1，没有必然的关系。对于加法群，identity element就是0，它参与的加法让所有别的数都不变。出现在Jacobi identity中的identity还被赋予了一个专用名词“恒等式”，比如关于李代数的Jacobi identity形式为 $[A, [B, C]] + [B, [C, A]] + [C, [A, B]] = 0$ 。恒等式的译法总让我以为Jacobi identity是强调对任何三个元素那个等于0的关系式恒成立，岂不知强调的是二元操作 $[A, B]$ 的与计算顺序有关的性质。

在物理学中，对于越来越小的存在，比如原子以及构成原子的电子、质子和中子，我们认为对这些基本粒子我们是无法分辨其个体

的：所有的电子都是一样的，所有的质子都是一样的，拥有严格相同的物理参数如质量、电荷、自旋等。英文书中说这些粒子是identical的，似乎是有意避免使用same这个词；汉语似乎也是为了强调，用了“全同的”一词<sup>6)</sup>。其实，没那么邪乎，德语就用的是普通的gleich(相同)，见于Einstein—Bosechen Statistik **gleicher Partikel**(相同粒子的爱因斯坦—玻色统计)。

然而全同是个非常可疑的概念。一群存在被宣称是全同的，可能是其可供区别的特征未被认识到，或者呈现的不过是大空间、时间尺度上的平均(多大算大取决于待考察对象的物理特征)，也即全同性可能不过是幻象或者是无知、马虎的结果。怨妇的眼里男人都不是好东西，高等人的眼里其他人都是可役使的苦力，有些大大咧咧的妈妈甚至分不清亲生的双胞胎(图2)，这些都是个体的区别不能引起足够的重视因此被高傲地给藐视了而已。古希腊的原子概念，原来是指不可分的物质组成单元，是一点没有花哨的。直到近代科学确立了化学元素的概念，又确立了原子的构成，原子不再是一个无结构的identity，说原子世界是个万花筒应不算过分。

为了给物质的基本构成(elementary constitutes)分类，首先必须弄清楚两个问题：1) elementary一词是什么意思？2)什么时候可以说两个物体是“same”的？第二个问题



图2 麻……马……，我还没吃饭呢，你把兄弟当我喂了两次

马上就牵扯到群论，尤其是和空间的构造有关的群的理论。关于基本粒子(关于粒子的图像总是理想化的)，我们说它是全同的，是群的不可约酉表示，由两个参数 $m, s$ 加以参数化，若 $m \neq 0$ ， $s = 0, \frac{1}{2}, 1, \frac{3}{2}, \dots$ ；若 $m = 0$ ，则有 $s = 0, \pm \frac{1}{2}, \pm 1, \pm \frac{3}{2}, \dots$ 。这个 $s$ 就是粒子的自旋(spin)<sup>[2]</sup>。相对论因果律要求两时空点的距离是类空间隔，两时空点上的场要么是对易的、要么是反对易的，因此就有了所谓的自旋—统计定理。统计物理宣称自旋为半整数的全同粒子遵循Fermi—Dirac统计，自旋为整数的全同粒子遵循Bose—Einstein统计<sup>[3]</sup>。据说，光子遵循Bose—Einstein统计，电子、质子和中子自旋为 $1/2$ ，遵循Fermi—Dirac统计。

但是，identical是一个极限概念，出现在自上而下的一个逻辑链条的终结处。但凡一个粒子是有结构的，它就有不同的可能。就算氢原子是全同的，氢分子就有不同的可能；夸克是全同的，那么由两个甚至三个夸克组成的质子、中子就可能不是全同的。如同在什么尺度上粒子表现波动性一样，到

6) 本朝科学家把西文当成高(端)大(气)上(档次)，英文等西文把源自拉丁文的词语当成高大上，而拉丁文历史上为了上档次有过轰轰烈烈的希腊语拉丁化。但是，物理学，一如诸佛妙理，非关文字。——笔者注

底在什么尺度上粒子还遵从所谓的量子统计也是有趣的、基本的物理问题。

提到中子和质子，又引出一个带 iso-的概念，isospin。质子和中子的自旋都是 1/2，就电磁相互作用而言是有区别的，就强相互作用而言它们却是没有区别的。Isospin 就是为了描述强相互作用相同的基本粒子的电荷状态数而引入的量子数。质子—中子对应两种电荷状态数，所以 isospin 是 1/2。Isospin，按照 isotopic spin 来理解，汉语译成同位旋。但是 isotopic spin 太令人困惑了，所以核物理学家还是喜欢称其

为 isobaric(等重)spin，因为质子—中子的质量差不多，固有此说，但汉语好像把这个词还是当成同位旋。当然了 isospin 也不是什么 spin，spin 有(作用量)量纲，而 iso-spin 是无量纲量。

写完此篇，内心感到非常压抑。Isomorphism(同构)，homomorphism(同态)，homeomorphism(同胚)，洋文的本意都是关于 morph(型，结构)的变换，因此都是“同”构的意思。可是，人家的“同”是不同的，但到了中文里面，“同”倒是都同了，对象却被细分成了不知所云的“构”，“态”和

“胚”。分明是修饰词区别的内容，到了中文却表现为主体上的变化，让人恍惚以为是研究三种不同的对象。这样的错误有多少？它们到底多大程度上加大了一代代中国人学习科学的代价，真是无法估量。半吊子学者误人误国，可恨！而那不肯求真的学术传统，尤为可鄙！

参考文献

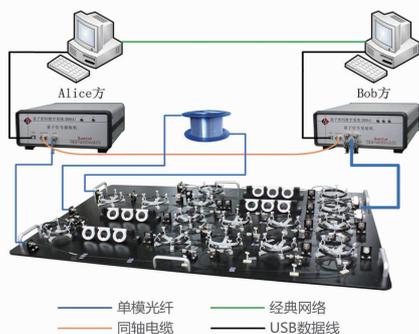
[1] Wilber K. Holographic Paradigm. Shambhala, 1982  
 [2] Sternberg S. Group Theory and Physics. Cambridge, 1994. p.149  
 [3] Pauli W. Phys. Rev., 1940, 58:716

后记 本文撰写过程中，碰巧我的一位小朋友在读了上篇咬文嚼字后发来一份邮件，内有关于全同粒子的感想，照录如下：“对于无心于物理者，这当然不是问题。这几天天热，房间蚊子不少，在用蚊拍打蚊子时突然想起：对于我们来说，蚊子也是一种全同粒子(虽然对它们自身来说，肯定是有区别的)，因为我无法区分这个蚊子是不是之前我差点逮到的那只。”哈，academically 顽皮，也算是一种境界。



**QKDEdu-S 量子密码教学科研系统**

系统组成



组件清单

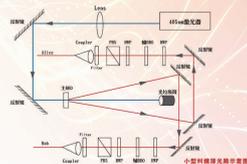
名称	数量
QKDEdu-T量子信号发射机	1
QKDEdu-R量子信号接收机	1
QKDEdu-P光学调试平台	1
光纤盘	1
同轴电缆	1
网线	1
可选配件	
PC (Windows XP以上操作系统)	2

**QEPS小型纠缠源系统**

系统组成



QEPS小型化纠缠源系统实物图



技术指标

泵浦光功率 (mW)	100
偶然符合计数率 (Hz)	<10
单路光子亮度 (cps.)	>100k
纠缠光子对亮度 (cps.)	>10k
H, V偏振对比度	>25:1
P, N偏振对比度	>7:1
Bell不等式破坏程度	S>2.3
可见度	92%

提供最专业的量子通信设备  
 物理专业：探测器、小型纠缠源、高亮纠缠源、多光子纠缠等。  
 通信专业：BB84教学科研系统、B92教学科研系统、可商用的量子通信保密网络。

地址：合肥市创新产业园D3楼 销售：13395515356 传真：0551-65368589  
 电话：400-885-0929 13395515359 邮箱：feng.liu@quantum-info.com  
 0551-65333590 邮编：230088 网址：http://www.quantum-info.com