

# 物理学咬文嚼字之九十三

## 可爱的小东西们

曹则贤<sup>†</sup>

(中国科学院物理研究所 北京 100190)

2017-12-01收到

† email: zxcao@iphy.ac.cn

DOI: 10.7693/wl20171209

Man is the measure of all things<sup>1)</sup>.

——Protagoras

The whole is more than the sum of its parts<sup>2)</sup>!

——Aristotle

**摘要** 尺度是事物最直观的性质。描述小的世界除了用独立的形容词，还有连缀指小词的形式。一些带“小的”意思的词汇，会随着我们的认识深入到更小的尺度而变换其含义。

### 1 小人国

人生天地间，除了习惯于以自己为原点出发看世界，还习惯于从自己的尺度出发看世界。这是理解物理学的出发点，不可不察。人的尺度是米<sup>3)</sup>，比人大的就是大，比人小的就是小。那个 macroscopic world 就是大的世界，那个 microscopic world 就是小的世界。如果顺着我们的意思把 microscopic world 理解成微观世界，就可能无法理解法国人拍摄的青蛙、蚂蚁的家园为什么是 microscopic world 了。Macron (大)，micron (小)，见于比如字母 omega<sup>4)</sup> 和 omicron，o-mega ( $\omega$ ,  $\Omega$ ) 是大 o，而 o-micron (o) 是小 o。到底多大算大，多小算小，没有固定的标准。象关于微孔的分类，孔径

50 nm 以上的算 macroporous (大孔的)，2 nm 以下的算 microporous (小孔的)，尽管从人的尺度来看，纳米尺度已经是很小很小了。

人类对比自己大的、小的世界，因为不便观察的缘故，似乎更加感兴趣，除了会构思天文学和宇宙学，还能编出各种小人国的故事——想象力才是硬道理。咱们中国自《山海经》以降多有小人国的故事(小人国在东方，其人小，身長九寸)，把英国小说 *Gulliver's travels* (格利佛游记) 也会译成《小人国》。不过，这些小人国的记述都是些鸡毛蒜皮的小事，没有什么科学的养分。

改编自 1954 年出版的同名小说 *Horton hears a Who* 的动画片却很有趣，笔者也能从中受到科学性的启发。故事说有一个城市 Whoville，

是落在我们人类尺度上一朵蒲公英上一粒灰尘中的一个城市，它构成了一个完备的宇宙~这个宇宙里的科学家也研究他们那个宇宙里的灰尘(图 1)。这个小宇宙城市的市长有 99 个女儿和一个热爱宇宙学的儿子~Small, thus more<sup>5)</sup> (小，因而多)。100 个孩子的 baby room，那场面肯定非常热闹。有一天，这个灰尘宇宙坐落的蒲公英落到了小象 Horton 的鼻子上，Horton 听到了灰尘中 Whoville 居民的尖叫声。小象 Horton 也试图向 Whoville 的居民证明自己的存在，对他们解释 your whole world fits on a flower in my world (你们的世界在我的世界中的一朵花上)，它的小动作就在 Whoville 里轻易引起了冰川和大洪水，十足的全球性地质和气候变化，世界末日的景象。惊慌失措的 Whoville 居民

1) 人是万物的量度。

2) 整体大于部分之和。

3) 这话说了等于没说。米就是人两手指间的间距，或者说人的高度。Meter，就是汉语的度。

4) Mega, major, magnus, megas, 大，这些词的词源都可追述到梵语的摩诃。

5) 没错，是参照了 Anderson 的 *More is different*。

求助于他们的科学家，他们还努力制造噪音(we are here, we are here!)试图让人类尺度上的动物们相信它们的存在。这故事就是在编排我们自己的行为嘛!不过，须弥纳于芥子的观念，确实得到了非常漂亮的图像展示。

## 2 指小词

尺度差不多是人类能感知的事物的第一个物理性质。对我们尺度之上的大的存在，我们心怀恐惧，而对于我们尺度之下的小的存在，因为确保安然无虞，我们因此多了一份慈祥 and 爱意。为了指称小的事物，人类语言中甚至有一类专门的指小词。指小词，diminutive，词干为 minute，来自拉丁语形容词 minutus，与 minor 一样，意思是小。注意，当 minute 作为分钟理解时，它是 pars minuta prima 的简写，意思是“第一类小的部分”，这是托勒密描述圆、日、小时的六十分之一所采用的词汇。Pars minuta prima 用于小时，得到的结果是用 minuta 表示的，故 minute 有了分(钟)的意思。如果再做一次分割，就得到 pars minuta secunda (第二类小的部分)，但这次简称却着落到 secunda 的头上了，故 second，第二，有了“秒”的意思。Minute，小的，在物理文献中常见，如 feel the minute vibration (感知微小振动)。也有 minutely 的用法，见于 It (water) has many active roles in molecular biology, minutely influenced by its structure (水在分子生物学中活跃地扮演许多角色，这角色因受其结构的细微影

响而不同)<sup>6]</sup>。

在汉语中，我们除了在名词前加“小”字以外<sup>6]</sup>，还会在名词后面加“儿”、“子”等后缀，来表达对小东西的爱怜，如桌子、凳子、虫儿、鸟儿等等。有时，甚至还会两者并

用，如见于“哟，这是谁家的小闺女，真聪明”。因为是母语，我们习以为常，并没有从语言学的角度正视这个现象。

指小词在西语中非常普遍，花样很多，而且还通过不同途径进入了科学文献。因此，认识一些指小词的形式，对于理解物理概念，特别是粒子物理里的概念，或许能有些帮助。拉丁语地区的人民热情浪漫，指小词就特别丰富，不仅用在名词上，也用在形容词、副词上。西班牙语不提<sup>7]</sup>，对物理学影响很大的意大利语指小词则非常重要。意大利语词尾 -ello (-ella)，-etto (-etta)，-icchio (-icchia)，-ino (-ina)，-otto (-otta)，-uccio (-uccia) 都是指小词，其中的 -ino 出现在 neutrino (中微子)一词中，人们都比较熟悉。意大利语甚至还会使用两重指小词，比如 piano → pianissimo → pianississimo，即轻 → 轻轻地 → (跟再别康桥似的那么)轻轻地。德语的小，形容词是 klein，指小词词尾包括 -chen，-lein，-ling 等，见于 Haus (Häuschen，小房子)，Eichhörnchen (小松鼠)，Liebling (小可爱)等词。英语是条顿化的德语，



图1 Whoville 里的科学家在用他们的仪器(光镊子?)研究他们世界里的灰尘

但不仅仅是德语，所以它的指小词也多得很、混乱得很，有些很明显，有些藏得很深，从英语的角度学英语不太会关注这个问题。例如，mosquito(蚊子)是 mosca (苍蝇)的指小词，源于西班牙语；cigarette(小香烟)是 cigar 的小词，wavelet(小波)是 wave(波，见于物理学各领域)的小词，facet(小面，见于几何学、晶体学)是 face 的小词，droplet(小液滴)就不必说了。这些源于法语；而 chicken(小鸡儿)，kitten(小猫)，maiden(小丫头片子)，duckling(小鸭子)，nestling(小崽子)，protein(第一位的组成部分)，nuclein(小核)，显然有德语血缘(参见德语的 Mädchen 是 Magd 的小词，以及 Liebling)。另外，还有词尾 -cle，-el，见于 chapel(即 München，小教堂)，article(小件儿)，particle(小件儿)等，也是指小词。以 -el 结尾的指小词在阿尔卑斯山一带的德语区特别常见，比如米列娃称呼爱因斯坦的 Johannzel，大约就相当于是我们陕西话的小乖蛋儿。以 -cule 结尾的词汇也是小词，比如 opuscle(小作品)，molecule(小堆儿，分子)，locule(小室，小地方)，等

6) 方言里还有其它指小词，如吴语里的“细”。湘赣地区会称小孩子为细伢子。把 cell 翻译成细胞，就是额外添加了指小词。Cell 就是 cell，游泳池都可以是个 cell。

7) 西班牙语 el niño (小男孩)，la niña (小女孩)，听起来蛮可爱的。不过，用其描述的地球气候之厄尔尼诺现象、拉尼娜现象可一点也不温柔。

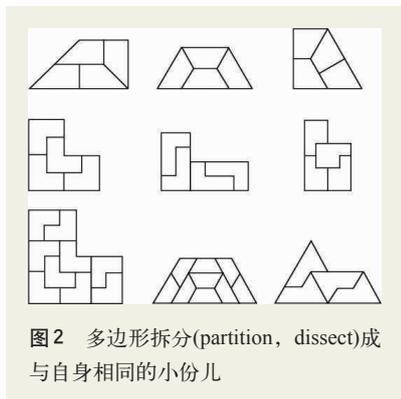


图2 多边形拆分(partition, dissect)成与自身相同的小份儿

等。Minuscule 前后两节都是小的意思，见于例句 the fraction of helium in air is minuscule (氦在空气中的含量很小)。Molecule，一小堆儿，旧文献中出现时不可以按照今天意义上的分子来理解，比如哈密顿就提出过 light molecules 的概念<sup>[2]</sup>，这简直就是 light quanta (光量子)的前驱。

英文提及小的概念，会用形容词或前缀 little, small, micro-, tiny, minute, mini-。有趣的是，mini-当前缀用来表示小的，如 minibus，不过它来自拉丁语 minium, miniare，是涂成粉红色的意思——它是受了 minutus 的影响才有了“小”的意思的。Small 本身就是形容词，可是在物理文献中竟然还能遇到 smallish 的说法，比如 smallish bandgap<sup>[3]</sup>。笔者愿意把这类材料称为近零带隙材料，会表现出一些新颖的性质<sup>[4]</sup>。

### 3 小事物，大物理

物理学有多在乎大小？一个有趣的事实是，Macron, Micron, Small, Particuology 等词儿都成了杂志的名称。在物理英文文献中最常提到的小东西就是 particle。Particle，同源词有 part, partition 等。将一个大的事物通过拆分、切割、粉碎就可能得到许许多多的小份儿 (small parts, tiny parts, minute

parts)。《功夫熊猫 2》有句很血腥的台词就不翻译了，其中 part 既是动词也是名词：“It will part you. Part of you here, part of you there, and part of you way over there, staining the wall.” 小份儿、部分，容易以为就是英文的 small parts，但是应该记住 part 的拉丁语词源是 pars, parare，有等分的本意，所以 impartial 才有不偏不倚的意思。描述一个物体碎裂成小份儿，一般情形用 small pieces 也许更合适。事物小到一定程度，也许就不能再继续被分割了，就是 atomic，也即 impartable。不可分的事物是 atom (原子) 一词的字面意思。《庄子·天下篇》有句云“其小无内，谓之小一”，《中庸》有“语小，天下莫能破焉”的说法，这里的无内、莫能破，就是 atomic, impartable。

Part 的同源词 partition 出现在统计物理的 partition function 一词中，译成配分函数不妥。Partition，即将某个值，比如体系的能量，分拆成不同的可允许的量，是个普适性的问题。拆分问题同组合、概率论与统计等问题密切相关，其中隐含大学问，Partition function，字面上会和能量的拆分有关，而那是理解熵的关键。拆分首先是个数学难题，整数拆分成小整数之和的问题能引出高斯分布。1740 年 9 月 4 日，Philip Naudé 问了欧拉一个问题：“50 写成 7 个不同的正整数之和有多少种可能？”第二年四月伟大的欧拉发现，展开乘积  $(1+xz)(1+x^2z)(1+x^3z)(1+x^4z)\cdots$ ，可以得到一般项  $kz^l x^m$ ，其意思恰是把正整数  $m$  写成  $l$  个整数之和的方式共有  $k$  种不同方式。欧拉随手就破解了多项式系数中包含着计数(counting)的秘密，

他真是来自神族的人。

进一步地，还有如何把一个整数拆分成不同整数之平方的问题，即求解问题  $\prod(n) = \sum_i n_i^2$ 。这是个在群表示论以及格点体系的统计力学中会遇到的问题。除了  $\prod(n) = \sum_i 1^2$  的平凡解以外，虽然容易看出  $\prod(4) = 2^2$ ， $\prod(6) = 2^2 + 1^2 + 1^2$ ，但一般性求解这个问题可不易<sup>[5]</sup>。此外，把一个几何形状拆分成同样的 small parts (图 2)，也是比较有挑战性的课题。几何拆分对应的概念，tessellation(铺排)，是晶体学的重要部分。

Particle，小颗粒、粒子，字面意思表明它们是粉碎过程的结果，要进一步地强调其小可以说 minute particle。Particle 是个日常小词。勒庞在《乌合之众》中有一句 This, I believe, is the only mode of arriving at the discovery of some few particles of truth，其中的 some few particles of truth，笔者以为可译为“丁点儿真理”。英语很奇怪，形容词 particular 看似来自 particle，但不一定有小的意思。它指的是与同类相分离的或只属于某些部分的性质。笼统地将 particular 理解成汉语“特别的”，就很难用词准确；类似 in their attention of particulars, particularization of some great principles 这样的表述，也许要强调的是各自的细节。若要强调事物的粒子性，形容词可用 particulate，见于 light is particulate (光是粒子性的)！光的粒子性可说成 graininess of light, grain-grainy，也是指小词构造。

Particle 是物理学的重要概念，甚至有专门的 particle physics 的分支。Particles 是 breaking into pieces 的结果，同 part 和 particle 意义完全

对应的德语词分别为 Teil 和 Teilchen。Teilchen, 典型的德语小词。物质是由小粒子组成的(matter might be composed of tiny particles), 这个概念有两千多年的历史。但是, 在 Daniel Bernoulli 提出气体模型——即用原子和分子之运动的概念(in terms of motion of atoms or molecules)定量地解释气压等内容——之前, 粒子的概念是非常含混的。Atoms 或者 molecules 只是指小块头的存在, 没有结构, 没有作为标签的参数(原子量、质子数等), 有时可以干脆约化为质点(point of mass)。随着近代物理的进展, 原子有了明确的形象, 先是有质量和化学性质的区别, 然后被发现其由电子和原子核构成。电子是 distinct minute particle; 原子核由质子和中子组成, 质子和中子也是 distinct minute particles。当然了, 还有许多的基本粒子和复合粒子被发现。除了实验发现的新粒子, 物理学家还基于理论猜测未知粒子的存在, 为此要做的一件麻烦事是为粒子起名字。对应 photon (光子), gluon (胶子), neutral boson (中性玻色子)的超对称粒子(假想的), 其名字分别为 photino, gluino 和 neutralino, 从字面上看它们有小词的样子。

对于量子力学语境下的 particle, 因为用波函数描述它, 所以 George Gamow 建议了一个名字 wavicle。不过, 最近有人认为 quantum particle 应该被称为 quarticle, 以强调其量子语境中粒子性的一面<sup>[6]</sup>。Particle 的概念甚至被用到了时间上。Evanescence particle of time (时间的瞬逝粒子), dt, 又叫 tempuscutum。这个词是由 temp 出发参照 corpuscule 构造的。

Corpuscule, corpuscle, 来自拉丁语 corpusculum, corpus, 即体、身体, 德语 Festkörperphysik 才是固体物理, 英语 solid-state physics 是固态物理, 两者眼中的对象不同。Corpuscle, 意思也是 a very small particle。当然, 这时的 particle 取其古典意思, 小颗粒, 见于 red corpuscles (红血球), white corpuscles (白血球)。与 tempuscutum 对应的空间量子概念是 spatiotum, the smallest element of the path (路径的最小单元), ds。

在基本粒子以上的层面, 碎片儿比原件要小这个说法总是成立的。一块晶体, 如果摔得很碎, 会得到 minute crystals (微晶)。Icelet 就是冰的 minute crystal, 一些动物的越冬策略是在体温降至冰点时, 让细胞外体液迅速形成多的 icicles, 避免大块冰晶的出现。晶体碎裂的极限几何单元, 就是 crystal cell (晶胞)。晶胞, 一开始是被法国人阿羽衣称为晶核的。由 nucleus 而来的小词是 nuclein (核素), 指的是细胞核中发现的分解产物。1869年, Fritz Miescher 第一次从细胞核中分离出 nuclein, 即和 protein 结合的 DNA。DNA 具有双螺旋(double helix)结构。如果一个喜欢吃油条的人能够来到研究 DNA 结构的前沿, 也许早就能够猜出这个结构。Protein 具有同样的词尾-ein, 是由 protos (第一位的、最重要的)加指小词而来的, 这是由氨基酸组成的一类物质, 汉译蛋白质虽然不知所云, 但已是约定成俗。

#### 4 结语

人类研究世界, 不管眼睛朝着

大的世界也罢, 小的世界也罢, 都是要将之带到我们眼睛习惯的尺度上才能为我们所了解(当然这也要打个问号)<sup>8)</sup>。据说最宏观世界的物理, 同极端微观世界的物理, 是融为一体的, 可形象地表示为一条吞食自己尾巴的蛇, ouroboros。学问之大与小, 不因研究对象之大小而定义。研究的对象可以小, 但是目标指向的学问却不可以小。De Gennes 研究液晶也一样用到量子场论, 其倡导的 soft matter, hard science (软物质, 硬科学)的理念在法国人的研究中多有体现, 比如关于非晶硅的研究, 他们得到的是高维几何的定理而非脏兮兮的沉积膜。做学问时眼界小, 如笔者这般的庸人生生地把 physics 做成了 physikchen, 实在是令人汗颜。至于有人虽然叫嚣着科学的宏大叙事, 却不过是为了服务于学问以外的小算盘, 那就不值一提了。

#### 参考文献

- [1] Ball P. Water—an enduring mystery. Nature, 2008, 452: 291
- [2] Hankins T L, Sir William Rowan Hamilton. The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London, 1980
- [3] Fox M. Optical properties of solids. Oxford University Press, 2010. p59
- [4] Ji A L, Li C R, Cao Z X. Ternary Cu<sub>3</sub>NP-d, Exhibiting Invariant electrical resistivity over 200 K. Appl. Phys. Lett., 2006, 89: 252120
- [5] Hirschhorn M D. Some formulae for partitions into squares.
- [6] Wilczek F. Inside the knotty world of anyon particles. Quanta magazine, February 28, 2017

8) 对于获得的宇观、宏观和微观的各种图像, 那些言之凿凿以为真(reality)者, 不是真骗子, 就是真天真, 反正都不是俗人。