

# 从国际纳米技术标准的推出看 科技新词语的选用<sup>1)</sup>

朱星<sup>1,2,†</sup>

(1 北京大学物理学院 北京 100871)

(2 国家纳米科学中心 北京 100190)

2013-05-24收到

† email: zhuxing@pku.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20130610

当今世界科学技术的高速发展正在产生大量新的科技词语，这些词语主要以英语形式在学术界传播。随着科技发展，一些学术机构正在对这些新科技词语的遴选、规范、应用进行研究。以纳米科技为例，国际标准化组织(the International Organization for Standardization, ISO)是协调各国标准化机构的国际联盟组织(a worldwide federation of national standards bodies)，是国际上发布技术标准的权威机构之一。国际标准的工作是通过ISO的技术委员会(ISO technical committees, ISO TC)实施的。在多数技术委员会中，均设置了有关领域的术语与命名法工作组(terminology & nomenclature)。在最近成立的国际纳米技术标准化委员会TC229中，纳米技术术语的定义被放在第一工作组的首要位置。由来自数十个国家的ISO成员国代表共同讨论纳米技术术语的遴选与定义等问题，从纳米技术发展的初期就规范术语的应用。本文将以此ISO TC229对纳米技术术语的选取与定义过程为例，介绍国际组织中处理科技新词汇的思路和方法。

## 1 国际标准：术语与命名法的重要性

为什么要为科技术语制定国际标准？术语学研究的最基本的对象是名词(term)或术语(terminology)，而命名法(nomen-

clature)是指某一学科的术语表、术语集。术语与普通词汇的区别是：术语是用来指称某一专业知识领域概念的词或词组，他们不是自发产生的，而是人为定义的，具有人为性与约定性。

对学科的核心术语的理解与表述必须准确、严密。名词、术语、命名法和词汇(vocabulary)从不同角度讨论名词的确切定义。统一的术语和命名方法对于一个科学研究领域至关重要，如化学物质命名法规范了成千上万的分子和物质，很多早期的命名是采用德文形式。生物学、物种的分类与命名也有悠久的历史，如瑞典科学家林奈命名法。

纳米科学与技术(nanoscience and technology)已经成为21世纪主要的科技领域之一。以对1—100 nm尺度的新材料合成、新结构制备和新的检测和加工技术发展为标志，纳米科学与技术已经深入到物理、化学、材料、信息、生物和工程等不同学科，成为来自不同领域科学家共同关心的新型交叉学科。

纳米科技不仅对物理、化学和材料科学的实验室产生影响，而且对我们的生活产生重要的冲击，纳米技术已出现在信息技术、生物医药、工业、航空航天，以至国家安全等各个领域。

中国和世界各国同样将发展纳米技术作为重要战略研究方向，纳米技术标准的建立也引起各国的高度重视。从近年来世

1) 本文根据作者2011年12月11日在新加坡南洋理工大学高等研究所“华文物理名词标准化研习班”上的发言整理而成。

界发表的国际纳米科技论文总量看，中国已经处于首位，纳米科技已经成为中国与国际接轨最近的领域。

纳米技术是对纳米尺度的物质进行表征、操纵和加工的技术。作为一个迅速发展的学科领域，迫切需要统一术语，以保证纳米科技和纳米产业中的语言沟通，并且推动公众对纳米科技的理解。

我国从TC229成立伊始就积极参与了国际纳米技术标准的制定，目前已经制定和发布了纳米技术标准数项，成为国际纳米技术标准团队的重要成员。我本人参加ISO TC229 第一工作组(WG1 Terminology and Nomenclature)的工作，联络人(convener)为加拿大人 Clive Willis，参加代表来自加拿大、中国、德国、法国、日本、英国、美国、新加坡、瑞士、荷兰、挪威、南非、马来西亚等国家与地区，协作组织成员有OECD(经合组织)、ANF(亚洲纳米论坛)、CEI—Italy(意大利电子技术委员会)等。人员包括纳米科技研究人员、标准化专职人员、工程师、产业界代表、语言学家、律师、图书信息专业人员、各国标准局官员等。技术人员从事物理、化学、化工、冶金、材料、机械等领域的研究或开发。由于工作在第一线的纳米科技专家不占多数，所以在讨论纳米技术词汇时经常出现很大争论。

## 2 纳米技术核心词遴选过程

美国白宫科技顾问 Dr. Clayton Teague 小组利用文献计量学的方法，在主要内容

涉及物理、化学和纳米技术的8种国际期刊(*EHP*, *JACS*, *Langmuir*, *Nano Letters*, *Nanotechnology*, *Nature*, *Phys. Rev. Letters*, *Science*)中，查询了7000篇文章的全文，数据高达1.6GB。根据纳米科技的检索条件，查出纳米科技中最常使用的关键词的出现频度。他们的结果表明，使用频度最高的前10个词语是：nanotube, nanoprticle, nanowire, nano, nanocrystal, nanostructure, nanotechnology, nanorod, nanoscale, nanofiber, nanocomposite。这项工作的工作量非常大。这一结果为选取纳米科技术语提供了非常有价值的参考。但是，很多纳米技术术语不是以nano为字头，如纳米技术中应用最广泛的检测与加工技术STM(扫描隧道显微镜)、AFM(原子力显微镜)、SNOM(近场光学显微镜)等会检索不到。这个工作是7—8年前进行的，当时以nano命名的期刊很少，现在学术界已经出现一批纳米科技的专门期刊，如*Nano Letters*, *ACS Nano*, *Nanoscale*等，查询有关新词语难度会大大减小。

如果不采用 Teague 的“从头做起”的“黑箱操作法”，也可以用人工干预的方式，提取纳米科技相关论文中的关键词等，获得最新的术语。

目前，ISO已经正式公布了系列纳米技术术语国际标准，从核心术语到纳米材料、纳米结构等不同分支。这些标准的出台将有助于纳米技术和产业的健康发展。

一个国际技术标准的问世需要经过复杂而漫长的阶段。

如果组织成员对技术委员会设立的项目有兴趣，都有权利向技术委员会提交项目。与ISO有联络关系的国际组织、政府或者非政府机构均可参与。ISO是一个自由发表意见的组织机构，必须听取来自各方面的意见。ISO标准的决策基本原则是与会代表的共识(consensus)，而并非“全体一致同意”(agreement)，不是靠行政命令，也不是靠投票决定，因此ISO的决策过程显得冗长，但是各位代表有充分发表意见的机会。ISO和国际电工技术委员会(the International Electrotechnical Commission, IEC)具有密切联系，在建立电工技术标准方面密切合作。

### 3 两个纳米科技核心术语的定义

纳米科学与技术(nanoscience and technology)最核心的词汇是对其自身的定义。英文“nano”来源于希腊字 νανος，含义为“矮人dwarf”，美国“国家纳米技术行动计划”(National Nanotechnology Initiative, NNI)对纳米技术做了以下描述：(1)在1—100 nm尺度范围，在原子、分子和超分子层次上的研究与技术发展；(2)创造和利用小尺度或中间尺度并有新的功能和特性的结构、器件和系统；(3)能在原子尺度上操纵或控制物质。上述这个定义仅仅是一家之言，并未被国际学术界广泛采用。

国际标准化组织ISO TC229的专家通过几次全会的研讨，对纳米科技做了如下定义：

(1) Nanoscience 的定义为：the systematic study and understanding of matter, properties and phenomena related to the nanoscale (纳米科学(nanoscience)：系统地研究纳米尺度上出现的、与单个原子、分子或块体材料显著不同的、与尺寸

和结构相关的性质和现象的学科)。

(2) nanotechnology 的定义为：the application of scientific knowledge to control and utilize matter at the nanoscale, where size-related properties and phenomena can emerge (纳米技术(nanotechnology)：应用科学知识对纳米尺度的物质进行操纵和控制，在这个尺度上显现出与单个原子、分子或体材料性质显著不同的、与尺寸和结构相关的性质和现象)。

而以上两个最基本的定义却不是独立的，他们都依赖于更为基本的定义，即纳米尺度(nanoscale)。按照ISO标准的定义为：处于大约1nm至100nm之间的尺寸范围。

这两个核心定义的产生是通过几十位专家，辗转几个国家，经过多次全会反复讨论才确定的。在会议上，专家们为了一个单词的运用而争论、查阅各种大百科字典，并从技术和语义学等不同角度反复切磋。直到现在，仍然有人对这个术语的标准定义提出不同建议。

### 4 科技新术语命名中的新问题

正确的学术新词的定义以及中文译名不仅涉及新词使用的规范，有些也会产生社会问题。如2009年3月墨西哥爆发的H1N1疫潮，导致过百人感染，疫情其后传播到全世界。根据血凝素蛋白和神经氨酸酶的类型，这种病毒是一种H1N1病毒。它是由人、猪和禽流感的遗传物质组成，而世界卫生组织认为，它主要是由猪流感的基因组成的，早期被命名为“猪流感”，引起人们极大恐慌，短期内世界范围内大量猪只被宰杀。只有当这种病毒被正式命名为甲型流感病毒H1N1后，这种恐慌才渐渐消退。

在学术新词定义中，也不乏错误命名的例子。如在碳的同素异构体(石墨、金

钻石、碳 60(富勒烯)、碳纳米管)家族中的新成员 **graphene**，是由单层碳原子构成的二维晶体，也是目前世界上最薄的材料。这种材料的中文命名被错误地定名为“石墨烯”，我们将在下文中专门讨论。

另外一例是在纳米光子学中出现的 **surface plasmon**。有人望文生义将其错误地命名为“表面等离子体”。然而，等离子体是指物体在高温高压条件下的离子化状态，是正、负离子平衡的一种分布，与高能物理、天体物理相关。对于词尾为 **-on** 的英文术语，物理学上常特指某种元激发。因此，**surface plasmon** 正确命名应为“表面等离激元”，而 **surface plasmon polaritons(SPP)** 应当译为“表面等离激元偏振子”。

学术界不断会出现一些新名词，目前尚无明确中文译名。如 **metamaterial** 是具有天然材料所不具备的超常物理性质的人工复合结构或复合材料(图 1)。已经有几种不同的译名，如超构材料、特构材料、异构材料、美特材料等。笔者认为，从其结构与性质特征角度分析，将 **metamaterial** 译为超构材料较为合适。

对于新产生的名词，WG1 成员中存在很多争议。有些争论来自于语言学方面的考虑，而更多的原因是由于参加者中缺少第一线的工作人员，提出的看法或者建议不够符合纳米科技领域的现状。我曾经在全会上提出一些有全局影响的框架性词汇，如 **nanophotonics**，**nano-optics**，**surface plasmon polariton** 等，已经被收入文件。但是当时一些代表说“从来没有听说过这些词语”，这从一个侧面反映出专家委员会的知识结构不平衡。

## 5 关于 **graphene**(碳层)定义的争议

在 ISO TC229 2008 年的年会上，我

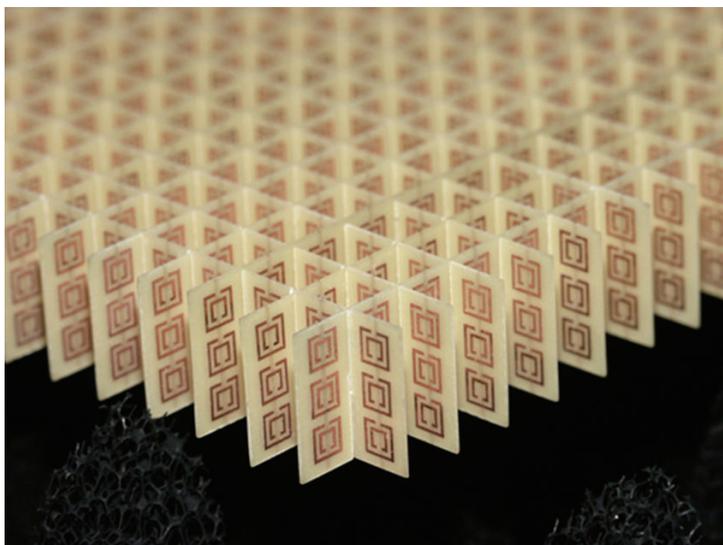


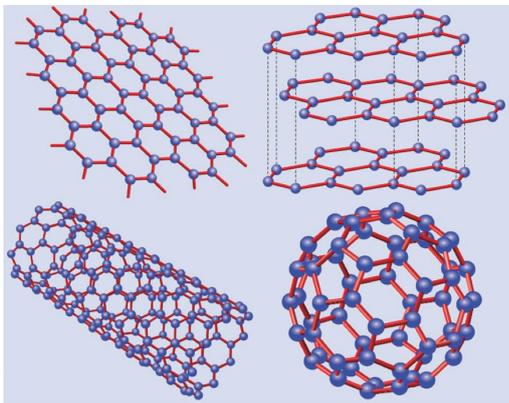
图1 超构材料(**metamaterial**): 具有超常物理性质的人造复合结构(图片取自网站: [www.grc.nasa.gov](http://www.grc.nasa.gov))

曾经建议在纳米材料术语标准中收入一些前沿领域新出现的材料，如 **graphene**(单原子层碳纳米材料)，当时 **graphene** 的新发现已经引起国际学术界的极大重视，这是一种典型的具有纳米尺度新性质的材料。这个提议引起许多国家代表的反对。他们的依据是，由于 **graphene** 的厚度小于 **1nm**，而其他两个维度均在微米数量级，从词面上不符合纳米尺度(**1—100 nm**)的定义！我的提议在会上引起激烈讨论，最后决定以注释的方式表现 **graphene** 这种重要纳米材料的特征。

但是 **graphene** 命名的争议不仅在国外。不知由于什么原因，**graphene** 被翻译成中文“石墨烯”，这不仅出现在学术论文中，甚至出现在以此命名的股票中。这实在是一种非常典型的错误命名。

从物理上，或者从晶体学角度看，这种周期性排列的单层碳原子阵列并不具备石墨的最基本特征，即由两层碳原子构成的晶体学单胞，因此它不是“石墨”。从化学物质命名的角度，烯烃(**Alkene**)是指含有 **C=C** 键(碳—碳双键)的碳氢化合物。而 **graphene** 只由一种元素碳组成，没有氢

图2 碳元素家族的同素异构体：左上为单层碳原子排列成的周期性二维结构的 graphene；右上为两种原子位置不同的单碳层的三维周期结构的石墨 graphite；左下为单层周期排列碳原子卷曲而成的碳纳米管 (carbon nanotube)；右下为由60个碳原子构成的球状分子 $C_{60}$  (图片取自：Castro Neto A H, Guinea F, Peres N M R, Drawing conclusions from graphene. *Physics World*, 2006, 19: 33)



元素，因而从化学上它不是“烯”。

在权威的《国际理论和应用化学联合会化学术语手册》(IUPAC Compendium of Chemical Terminology—the Gold Book)中对 graphene layer 的词条做了如下解释：graphene layer 的定义为：A single carbon layer of the graphite structure, describing its nature by analogy to a polycyclic aromatic hydrocarbon of quasi infinite size (指(类)石墨结构的单层碳，其结构特征类似于半无限大的多环芳烃)。在这个词条后，还附有很长的注释(Note)：Previously, descriptions such as graphite layers, carbon layers or carbon sheets have been used for the term graphene. Because graphite designates that modification of the chemical element carbon, in which planar sheets of carbon atoms, each atom bound to three neighbours in a honeycomb-like structure, are stacked in a three-dimensional regular order, it is not correct to use for a single layer a term which includes the term graphite, which would imply a three-dimensional structure (先前用于描述 graphene 的术语有“石墨层”、“碳层”、“碳片层”等。由于“石墨”指具有特殊结构的元素碳的组态，其中在碳原子构成的片层中，每个碳原子与周围三个近邻结合，构成蜂窝状结构，(石墨是)这样的片层以

三维周期有序堆积而成。对于(碳)单层，在命名中包括术语“石墨”是不正确的，这种命名会隐含它是一种三维结构)。

这个定义和注释明确说明，用包含术语“石墨”来命名 graphene 是不正确的！如果考虑碳家族同素异构体(图2)的命名，如碳60、碳管(碳纳米管)，graphene 比较适当的命名应当是“碳层”，或者“碳单层”。如果考虑为二层以上的 graphene 组成层状物的组合命名，使用“碳层”更为适当，如双碳层(double layer graphene)、少碳层(few layer graphene)等。

## 6 制定纳米技术术语的思路

由于纳米科技是近年来发展的新领域，在制定国际标准时首先需要确定整体思路。在 TC229 中，一些专家提出重要的原则框架，如提出“纳米标准和规范系统”(nanotechnology standards and regulatory systems)，讨论纳米标准对整个领域和产业发展的重要性。

一些专家指出，我们面临巨大的挑战，希望通过我们的工作，给各界提供纳米技术术语，建议他们使用。术语就如同辞典，要从核心词语开始。要建立整体框架，不同的领域有不同的框架。我们需要科学家去定义，而由图书馆的工作人员帮助更新内容。尽管词语可能属于不同的分类，但是它们的定义是一样的。

专家们认为，目前最紧急的工作是对词汇、命名法的顶层定义。由于不断出现新的定义，必须集中单一的定义。现在提出的核心定义(core definition)是未来术语定义的核心，要发展一种可以应用的命名法。

## 7 科技名词命名的基本语义学问题

除了要保证科技名词命名的科学性以

外，还需要借助语言学家，在基本语义学上予以规范。ISO TC229 中的语言学家 Karen Morgenroth 提出的概念性框架研究得到了很多专家的认同，在讨论中大家多次引用她有关框架的定义。这说明在制定纳米技术词汇这样专业性非常强的场合，也需要其他领域的专家，以使整个命名体系更加符合语言学的规范，并且更容易为社会和大众所接受。

例如，针对一些基本的语义学问题，比如如何使用 nano 前缀，ISO 达到的共识是，如果 nano 后面的名词是元音开头，则用连字符，如 nano-optics，其他则与前缀 nano 连用，如 nanocrystal。而这些问题是科技专家有时会忽略的。

在参加国际纳米技术术语标准制定过程中，我们亲自参加科研的经历可以对一些定义提出建议。

如在讨论德国对于颗粒的定义时，将 nanoparticle 设立为顶级定义，其他材料都属于其下层关系。我们在会议上提出的 nanoparticle 不是一个总体的概念，总体的术语应当是 nanomaterials。因为 nanoparticle 不能覆盖 nanofile, nanorod, nanowire 等。

虽然德国、日本表示反对这种分类（因为涉及到可能推翻他们的体系），但是主席和很多代表表示同意，可能会列入最后的定义中。在原有方案中，列出 engineered nanoparticles 和 natural nanoparticles 两个词条。我们在回顾了 nanocrystal 定义的历史，指出 engineered 和 nanoparticles 是两个词语，没有必要专门组合，更没有必要设立“工程纳米颗粒”、“天然纳米颗粒”、“自发纳米颗粒”、“次级纳米颗粒”等词条。建议得到大家的同意，只采用 nanoparticle 这一个词条。

在使用英语(法语)制定国际标准时，语言学家起到了重要的作用。占有母语优

势的英国、加拿大、美国、澳大利亚人有时占据话语权，但他们未必了解准确的学术含义，因此不见得占有真理。从事纳米技术第一线研究的专家需要从学术上把握方向。

ISO 的标准制定是一个非常长期的有影响的工作。我国目前参与 ISO 各个技术委员会的程度需要很大的提升。参与制定国际标准除了要具备强大的技术实力和储备外，和委员会成员的长期沟通合作也是一个重要的方面。

比如在会议后，WG1 关于纳米术语 manufactured nanomaterials 一词的定义就在有关专家中产生密切频繁的讨论，我收到的有关意见就已经有几十份。没有和专家组成员长期合作是不可能拥有发言权的，特别是我们不使用英语作为母语，要想在国际会议中争取“话语权”，必须在 ISO 全体会议之前积极参加他们的讨论，并且提出有价值的论点。

## 8 物理学名词的标准化

中文的物理学名词的规范使用是在物理学界的泰斗和前辈们经过数十年努力而形成的，为物理学的传播和发展起到了重要的作用。然而，随着科学技术的高速发展，新的名词术语层出不穷。有些外文词语的产生来自最初的研究者。限于他们的知识领域，可能在定义新名词时不甚规范，甚至任意命名。因此，我们在选用和收录物理学新术语和确定中文译名的过程中，可以采纳和借鉴 ISO 纳米技术标准术语的制定方式，通过物理学名词委员会和国家标准化委员会的协调，求同存异，加强新术语选用的沟通与合作，推动物理学界对科技新名词的正确使用。