



作者: Philip Ball 来源: 科学网微信公众号 发布时间: 2021/6/24 19:59:24

选择字号: 小 中 大

唐本忠院士谈AIE突破性发现：没有任何研究完全按预期发展

作者 | Philip Ball (《国家科学评论》特约作者)

今年是中科院院士唐本忠及其同事提出聚集诱导发光(AIE)概念20周年。

2001年,唐本忠团队偶然观察到了这一有悖常理的光物理现象,从而在发光材料研究领域取得了重大原创突破。2016年,Nature将AIE点(聚集诱导发光纳米粒子)列为支撑和驱动“未来纳米光革命”的四大纳米材料之一。这也是唯一一种由中国科学家原创的新材料。

谈及发现AIE现象的体会,唐本忠表示,“几乎没有任何研究课题会完全按照预期发展;如果有,这种研究不会有任何突破、不会给人带来任何惊喜。”

对从事科学研究的学者来说,什么最重要?唐本忠认为,选准一个正确的研究方向对一个科学家,尤其是年轻人,至关重要。要成就一番科学事业,必须要有燃烧的热情、顽强的斗志、高雅的鉴赏力、勇敢的批评精神、深入的融会贯通思索……

《国家科学评论》(以下简称NSR)最近就聚集诱导发光研究的历史起源及其发展前景与唐本忠(以下简称唐)进行了对话和访谈。

NSR: 据说您在2001年偶然注意到AIE现象,可否谈谈事情的经过?

唐: 是的,确实是一个不期而遇的美丽邂逅。当时,研发新型发光材料和制备有机发光二极管是热门话题,我们也在尝试合成具有独特分子结构且能够高效发光的有机发光材料。被噻咯的美分子结构所吸引,我让学生合成了各式各样的噻咯衍生物。有一天,一个学生告诉我,他制备的噻咯溶液在紫外灯照射下不发光,这让我非常惊讶,因为我清楚地记得我在念博士期间制备的六苯基噻咯在晶体状态下是发光的。我意识到事有蹊跷,便马上跑到实验室与学生讨论。在与学生仔细求证和反复讨论之后,最后确认我们两人都是对的:噻咯溶液不发光(他的观察是对的),但噻咯固体发光(我的记忆是对的)。原本在稀溶液中不发光的单个分子,在固态形成聚集态后发光,我们因此把这种光物理现象命名为聚集诱导发光(AIE)。

NSR: 这种现象似乎有悖常理,您在求证过程中是否遇到过麻烦?别人,甚至您自己,是否相信这是真的?

唐: 最初我怀疑学生是否搞错了,因为这个现象完全出乎意料。在发光研究领域,人们常常观察到有机染料的荧光会随着分子聚集而减弱甚至淬灭,这种现象通常被称为聚集淬灭发光(ACQ)。噻咯体系出现反ACQ现象令人困惑,同时我预感我们可能一不小心走进了“有所发现”的幸运之门。科学哲学告诉我们,一个现象无论看起来多么怪异,如果它能够重复出现、能够被反复观察,那它就一定是真实的。我们不断重复我们的实验并最终确认,AIE现象是真实存在的。但是,我们当时很难理解为什么噻咯会有与传统ACQ体系完全相反的表现。

NSR: AIE在历史上有没有先例——这种效应是否有可能以前也被人们看到过,但是没有像现在这样被深刻解读过?

唐: 我们2001年发表第一篇AIE论文时,以为这种“怪异”现象是没有先例的。然而,我们逐渐发现其他科学家也曾报道过类似现象。例如,乔治·斯托克斯(George Stokes)在1853年的一篇文章中写道,一些无机氧化铂盐在固态时“敏感”(翻译成现代术语即“发光”),但它们的溶液看起来与水无异(即不发光)。遗憾的是,他没有对这种现象进行深入研究。其他科学家也应该在不同染料体系中发现过类似现象,但没引起人们的重视。我们当时很难找到相关文献;事实上,我们直到2018年才好不容易从文献堆里找出斯托克斯1853年发表的文章。不过,我们对这些早期工作并不惊讶,因为我们明白科学的进步是一个连续的过程,而不是前无古人的一蹴而就。乔治·史密斯(George Smith)曾说:“很少研究突破是全新的。几乎所有的突破都是建立在前人研究的基础之上的。”发现往往是偶然的,AIE是我

International Science Editing
25年英语母语润色专家

发明专利 5个月授权
提高授权率 提高授权数量 免费润色评估

云集苏州 创赢未来
GETHER & TECHOU CREATE A FUTURE

SCI英文论文润色翻译服务
SCI不录用不收费,不收定金

- | 相关新闻 | 相关论文 |
|--------------------------|------|
| 1 博士论文致谢走红后,黄国平母校演讲再刷屏! | |
| 2 8条标准背后的“隐情” | |
| 3 我国科学家创造现场光纤量子通信新世界纪录 | |
| 4 我国科学家创造现场光纤量子保密通信新纪录 | |
| 5 龙乐豪:长征运载火箭发射成功率世界第一 | |
| 6 中国科学院深圳理工大学筹建期内获首笔社会捐赠 | |
| 7 中科院深圳先进院举行2021毕业典礼 | |
| 8 中外合作破解迁徙鸟类利用地球磁场“导航”原理 | |

图片新闻

>>>更多

- 一周新闻排行
- 1 国际顶尖学者帅克辞去美国教职,加盟南京大学
 - 2 SCI影响因子出炉,最高IF突破500分!
 - 3 系统科学与工程专家薛惠锋逝世,享年57岁
 - 4 又一顶尖学者全职归国!此前还有不少……
 - 5 “酒后打人”董事长张陶被停职、配合调查
 - 6 慎投!这10本SCI今年无影响因子
 - 7 基金委交叉科学部公布杰青优秀项目评审组名单
 - 8 基金委生命科学部公布优秀项目会议评审专家名单
 - 9 科学教育如何“跨界”?
 - 10 国科大2021届本科毕业生深造率达93%

编辑部推荐博文

- 为什么研究的越深入越觉得自己无知?

们“重新发现”的一个古老但未被重视的自然现象。幸运的是，我们抓住了机会，站在巨人肩膀上看到了更高更远的地方。

揭开聚集效应的奥妙

NSR: AIE现象的原因何在？您是如何演绎的？

唐: AIE现象很有趣，但我们起初完全不了解它的工作机制。我们阅读了许多关于分子聚集对发光过程影响的论文，但几乎所有论文都讨论聚集如何淬灭发光。我们仔细审视了噻咯的结构，发现它的分子高度扭曲且其中心环上有诸多可转动的取代基团。在激发态，这些结构单元的分子内运动将光能转换成热能，噻咯分子因而不发光。我们认为聚集体的形成使噻咯结构刚硬化，导致噻咯激子的非辐射跃迁通道关闭、辐射跃迁通道开启。

我们设计了很多实验来验证上述假说。通过外部物理控制（如温度，粘度，压力和结晶等）和内部化学反应（如环化，芳构化，取代和交联等），对AIE基元（AIEgen）的分子内运动进行了调控。实验数据支持了我们的假说，即分子内运动受限（RIM）是导致AIE现象的主因。五年后，我们将AIEgen扩展至四苯基乙烯（TPE）结构体系。几乎无人讨论过为什么噻咯单分子不发光，但有人之前曾提出，某些TPE衍生物不发光是由于它们非常活跃的分子内运动。实际上，TPE产生AIE效应的真正原因相当复杂，我们仍在破译其工作机理的探索路上。

NSR: AIE现象有多普遍？AIE分子一般有什么结构特点？

唐: 最初，我们以为AIE是噻咯体系的独特现象，但现在我们确信AIE是存在于众多发光体系中的一个普遍现象。在全世界科学家的共同努力下，目前已有数千种荧光和磷光AIEgens被开发出来。它们的发光颜色覆盖整个可见光范围并延伸至近红外波段，其中有些AIEgens的荧光量子产率高达100%。AIE体系多种多样：从有机物到无机物，从小分子到大分子，从共轭纳米粒子到非共轭超分子团簇，从有机金属配合物到金属有机框架，从单晶到混晶到无定形多组分混合物…… 无论是哪一类型，所有的AIEgens都有一个共同的结构特征：它们在单分子分散态灵活易动，而在聚集态运动困难。

NSR: AIE分子可以设计吗？可以定制分子使其具有AIE特性并控制其发光亮度吗？可以制备AIE混合物吗？

唐: 可以容易地设计AIE分子。任何含可自由运动结构单元的发光分子都是潜在的AIEgen。在固体薄膜或纳米微球中，分子运动受限可激活AIEgen的RIM过程，从而打开其辐射跃迁通道。任何影响分子运动的因素都可用来调控AIEgen的发光强度。与非晶聚集体相比，AIE晶体发光更亮，因为晶体中更紧密的分子排列可产生更强的RIM效应。由于RIM机制不依赖于特定组分，所以不论是相同分子的均相聚集还是不同分子的非均相混合皆可产生AIE效应。能使结构固化、运动受限的任何聚集体或混合物，都有可能呈现AIE活性。

研究体会与技术应用

NSR: AIE效应在科学和技术领域有哪些潜在应用？哪些应用已被实现？

唐: AIE既有学术价值又有应用潜力。AIE效应表明聚集体可以拥有其分子组分完全不具备的崭新性质。理解聚集体在不同结构层次的过程和性质呼唤研究方法论从还原论（reductionism）向整体论（holism）或涌现论（emergentism）的范式转移。响应这种呼唤，我们系统地探索了一系列聚集体独有的过程和性质，例如纯有机室温磷光、结晶诱导发光、聚集增强活性氧产生、高能激发态反卡莎跃迁、非共轭分子簇发光等。AIE不仅影响我们的思维方式，还提供深具应用价值的先进功能材料。我们已展示了AIEgens在众多高科技领域的广阔应用前景，例如生物成像、医学诊疗、化学传感、环保监控、光电器件、智能刺激响应等等。

NSR: AIE研究揭示，聚集体的性质不一定是其分子组分特性的简单外推，这为超分子科学带来了全新的可能性——这是您在进一步探索的研究范式吗？

唐: 是的，受AIE效应启发，我们在涌现论哲学思想指导下，努力将AIE研究扩展至聚集体学（Aggregology）研究。2500多年前，我国先哲老子曾说：“一生二，二生三，三生万物”。这寥寥数语诠释了一个简单而深刻的哲学原理：逐渐的量变（一到二到三）可能导致突然的质变（三到万）。古希腊哲学家亚里士多德（Aristotle）曾经表达过类似的想法：“整体大于部分之和”。当诸多部分汇集成一个整体时，所得整体比分开的各个独立单元更有价值。尽管还原论研究法对科学进步做出了巨大贡献，但它在处理非线性复杂系统时显得苍白无力。还原论甚至有可能束缚思想、阻碍进步，例如，人们通常不会主动去研究单个组分分子不具备的整体性质。

NSR: 世界上其他研究团队在这个研究方向做了些什么？

- 西天山科考日志（3）
- 物理学大师费米的成功秘籍
- 暴烈的“超级单体”
- 2021年夏季青藏高原考察：派镇转点米林县城
- DNA超螺旋形态的弹性杆模型

[更多>>](#)

唐：AIE研究蕴含着很多可能性和新机会，因而吸引了许多课题组进入这个研究领域。AIE研究目前正蓬勃发展，这可以从近些年来发表的AIE论文的数量反映出来：在“谷歌学术”平台上用aggregation-induced emission关键词做简单搜索，发现2020年发表的与AIE主题相关的论文数高达6,170篇。在这些文章中，有些研究团队探讨了AIE过程的工作原理，比如分子运动与结构刚性；另一些团队开发了新型AIE体系，比如有机室温磷光、簇发光和生物源AIEgens；还有些团队探索了AIEgens在刺激响应、生物探针、化学传感、光电器件等方面的潜在技术应用。这些研究工作拓宽了我们的研究视野、加深了我们对聚集过程的理解，有利于我们开发新型聚集体先进功能材料。

NSR：AIE研究似乎是认真对待不寻常实验现象的一个典型例子。这个例子有普适性吗？跟进那些与常识相违的现象或与预期不符的结果是否有风险？

唐：不同的学者有不同的研究风格（学风+格调）：有目标导向的、有好奇心驱使的、有天马行空式漫游的……然而，几乎没有任何研究课题会完全按照预期发展；如果有，这种研究不会有任何突破、不会给你带来任何惊喜，因为你坐在办公室就能想到什么事会发生、你的学生会拿到什么结果。科学研究的真正乐趣在于它的不可预期性：一个很小的、意想不到的细节有可能彻底改变你的研究轨迹。我常常教导我的学生，在碰到出乎意料的细节时，首先要做的是仔细检查现象和结果是否可以重复。它可能是一个好机会，也可能是一个坏运气，甚至有可能是一个愚蠢错误。如果现象是真实的、可重复的，你就需要评估它的价值：微不足道还是至关重要？如果观察的现象和得到的结果无法按主流范式进行解释，或者与普遍接受的观点或“常识”冲突，你就应该继续跟进，因为你可能已走近一扇通往重大发现的大门，只剩临门一脚了。事实上，突破往往源于意外。我们可能需要付出千辛万苦来破译隐藏在未知细节背后的奥秘，但回报也是巨大的，那就是开辟新路的成就感！

通往成功之路

NSR：您在广州建了一所聚集诱导发光高等研究院。研究院是怎样成立的？目标是什么？

唐：两年前，我赴广州参加了一个市委举办的集思广益汇报研讨会，就粤港澳大湾区如何向知识型和智慧型社会发展分享了我的想法。我觉得大湾区应该建设一个技术转化型研究机构，拉近学术界与产业界的距离，加速科研成果向技术产品的转化。我的提议得到了广州市领导的首肯和黄浦区领导的支持（他们的办事热情和高效令人折服！）。在广州市，黄浦区和华南理工大学的赞助下，我们在广州市科学城成立了聚集诱导发光高等研究院。研究院的宗旨是技术创新和产品研发，致力于将AIE材料和技术转化成造福人类和回馈社会的高科技产品。同时，我们希望将高等研究院建设成培养下一代工程师和企业家的孵化器，为建设中国科技界“黄埔实验室”添砖加瓦。

NSR：您的研究团队怎样招聘研究生和寻找合作者？您最看重什么素质？

唐：当我评估一个申请加入我们研究团队的学生时，除了天赋和学识等因素外，我最看重的是申请者是否热忱于科研、醉心于学术。科学发现之旅永远不会一帆风顺；研究就像登山或攀岩，需要燃烧的热情、顽强的斗志。卡尔·马克思（Karl Marx）曾说：“在科学上没有平坦的大道，只有不畏艰辛沿着陡峭山路攀登的人才有可能达到光辉的顶点。”自我激励的探索者不会被旅途中的障碍所吓倒，而是积极地享受解决问题的过程。积极的行为具有感染性、乐观的态度有助于建立进取文化、愉悦的环境有利于破茧创新。科学研究变得越来越复杂，许多问题只能通过交叉合作来共同解决。这么多年来，通过参加研讨会和访问实验室，我们有幸认识了许多不同专业背景的优秀科学家，工程师甚至临床医生，并与他们建立了良好的研究合作关系。感谢这种专业互补的跨学科合作，AIE研究的触角现已伸至工程、医药、能源等诸多学科领域。

NSR：在您的职业生涯，受到了哪些因素的影响、哪些事情的启发？

唐：我在不同的教育体系接受过训练。我先后在中国和日本获得学士和博士学位，之后赴加拿大进行博士后研究，因此受到了东西方两种研究文化的熏陶。当我在香港科技大学独立开展学术研究时，我尝试将东西方两种研究文化的优势结合起来管理我的实验室。我开始独立工作后不久，曾与一位资深教授闲聊。他建议我多和其他人合作，因为在香港一切都小或少：实验室小、研究生少、科研经费少……如果一个人想在这个小岛上干一番大事业，就必须和其他同事合作。谚语曰：“一人独行走得快，众人同行走得远。”我深受这种观念的影响，多年来积极寻求与他人合作。在AIE研究领域，我倡导的哲学理念是：“团结就是力量，聚集才能发光！”我力争与合作者实现双赢，在发展自己事业的同时帮助他人发展，特别是支持年轻人成长。

NSR：您对今天从事科学研究的年轻人有何建言？

唐：选准一个正确的研究方向对一个科学家，尤其是年轻学者，至关重要。我们每个人都希望做原创性研究，梦想取得突破性进展，然而这事说起来容易做起来难。诚如所罗门（Solomon）所言：“太阳底下无新事”；科学发展到今天，几乎没有什么研究是前人没有做过的，所以完全从零开始的研究是几乎不存在的。科学同其他任何事物一样，是不断发展的。正如巴门尼德（Parmenides）所说：“无中不

会生有”，所以我们不必为正在做前人已经做过的研究而感到羞愧，毕竟没有任何一个人可以知道前人做过的所有工作。我们可能偶尔也会白费力气重复前人的工作，特别是研究那些早已被人们忽视或遗忘的陈年旧事。然而，我们可以努力从旧事物中发掘新规律，正如孔子所教导的：“温故而知新”。诺贝尔生理学或医学奖得主阿尔伯特·圣捷尔吉（Albert Szent-Györgyi）曾指出：“研究就是见人皆所见、思人所未思”。在科学研究中，批判性思维极其重要；通过对各种旧事物进行融会贯通式的深入思考与求索，有可能带来新的发现和突破。最后，让我引用史蒂夫·乔布斯（Steve Jobs）的名言来结束今天的访谈：“我们不是第一人，但我们将是最佳者！”

英文原文：

More is different: how aggregation turns on the light

Philip Ball

Natl Sci Rev 2021; 8: nwa266

<https://doi.org/10.1093/nsr/nwa266>

图片

图片

人物简介

唐本忠，中国科学院院士，原香港科技大学化学系讲座教授、华南理工大学-香港科技大学联合研究院院长，现香港中文大学（深圳）理工学院院长。

1957年出生于湖北省潜江市；1982年获华南理工大学学士学位，1988年获日本京都大学博士学位；曾在加拿大多伦多大学从事博士后研究工作。1994年加盟香港科技大学，2015年担任人体组织功能重建国家工程技术研究中心香港分中心主任。2009年当选中国科学院院士，2013年入选英国皇家化学会Fellow。

唐本忠原创的聚集诱导发光（AIE）研究于2013年，2015年和2020年多次入选中科院文献情报中心，汤森路透或科睿唯安联合发布的《研究前沿》，2020年被国际纯粹与应用化学联合会（IUPAC）评为化学领域十大新兴技术之一。唐本忠2014年以来一直是化学和材料科学双领域的高被引科学家，于2017年获国家自然科学一等奖。

(<https://sse.cuhk.edu.cn/faculty/tangbenzhong>)

特别声明：本文转载仅仅是出于传播信息的需要，并不意味着代表本网站观点或证实其内容的真实性；如其他媒体、网站或个人从本网站转载使用，须保留本网站注明的“来源”，并自负版权等法律责任；作者如果不希望被转载或者联系转载稿费等事宜，请与我们联系。

打印 发E-mail给:

关于我们 | 网站声明 | 服务条款 | 联系方式 | 中国科学报社 京ICP备07017567号-12 京公网安备 11010802032783

Copyright © 2007-2021 中国科学报社 All Rights Reserved

地址：北京市海淀区中关村南一条乙三号

电话：010-62580783