

# 聚集体学： 无疆之域 待琢之玉

——分子聚集体研究之我见

唐忠志



作者唐忠志肖像画  
本版画家 张武昌绘

基本粒子是构成物质的最小单元，是组成物质的物质基础。当基本粒子汇聚形成聚集体时，两者之间是什么关系？对此，还原论和整体论给出了截然不同的答案。还原论认为，聚集体与组成粒子的性质完全相同，前者是后者的集成；而整体论则认为，整体不是部分的线性组合，整体可以大于或小于部分之和。

苏格兰科学家詹姆斯·克拉克·麦克斯韦1873年在布福德英国协会发表演讲时指出：“分子是物质的最小组成单元。”《韦氏词典》将分子定义为“一种具有物质所有属性的最小粒子”。这种还原论学说将分子置于物质研究的中心基础地位。为了了解单个分子的行为，科学实验通常在稀溶液中进行，以规避分子间相互作用的影响或干扰。许多科学定律、规则、公式、定理等都根据稀溶液中的实验数据推导或发展而来，例如描述单分子在稀溶液中光吸收过程的比尔-朗伯定律。

然而，在浓溶液中，分子从分散态变为聚集体，线性关系的比尔-朗伯定律便不再适用。在有些情况或场合下，分子与聚集体的行为和性质甚至迥然相异。例如，很多芳香族化合物在稀溶液中以单分子形式自由存在时可以在紫外光激发下发射荧光或磷光，而在聚集状态下却发荧光弱甚至完全不发光。这一光物理现象常被称为聚集体猝灭发光效应。另一方面，有些分子显示与聚集体猝灭发光过程完全相反的聚集体诱导发光现象：聚集体诱导发光单元在单分子自由状态不发光而在聚集态高效发光。聚集体诱导发光现象说明分子的性质可以在聚集体中消失（1→0），而聚集体诱导发光现象说明新性质可以在聚集体中产生（0→1）。这些例子与人们普遍接受的“分子行为决定物质性质”（1→1）的观念大相径庭。

中国古代先哲老子在《道德经》中指出：“三生万物”。翻译成现代科学语言就是微粒聚集的变量可以带来质的飞跃。1967年，诺贝尔物理学奖得主菲利普·沃伦·安德森在加州大学的一个演讲中阐述了他的整体论观点：“不能从几个基本粒子的性

质做简单外推，去理解大而复杂的聚集体的行为”，“在复杂性的每一个层次，都会有崭新的性质出现”。当许多分子混合或组装成一个聚集体时，所得聚集体的性质将受到不同因素（如数量、形状、形态、相互作用等）的非线性影响。理解这样的复杂系统，需要构筑和发展一种研究聚集体的新科学框架，即聚集体学（Aggregology）。

分子科学研究的是不受分子之间相互作用影响的自由孤立粒子，而聚集体科学（或聚集体学）的研究对象是各种作用相互影响的受限复杂系统。这种复杂性的一种体现方式是聚集体中存在的各式各样错综复杂的效应和过程，如拮抗作用、协同作用、涌现性、多样性等。这里略举数例稍加说明：（1）随机化/规律化、无定形化/晶化、软化/硬化等拮抗作用会影响聚集体的行为，深入了解这些拮抗过程，将有助于发展新手段和新方法去改变和调控聚集体的性质和功能；（2）多体系统中组分（主体-客体、给体-受体、发射源-敏化剂等）的正确搭配和组分间的协同作用，有可能导致完美共生聚集体的形成；（3）聚集过程中可能涌现出全新的结构和性质，例如，原本无色生色团的非共轭分子在团簇化后可能产生簇发光、非手性分子在螺旋组装后可能发射圆偏振光、纯有机分子聚集后可能实现高效室温磷光等；（4）聚集体可能同时显示丰富多样的性质和多姿多彩的功能，例如，同质多晶多色发光、辐射/非辐射同步跃迁、多模态（光/声/热）生物成像及诊疗等。

对聚集体科学中的拮抗论、协同论、涌现论、多元论等进行深入系统研究，有重大的科学价值和深远的学术影响。聚集体学研究将产生新模型，创造新知识，扩充我们对世界的认识，加深我们对自然的理解，帮助我们解决用传统还原论方法无法或难以解决的问题。在聚集体层次建立新的工作原理和机制将有助于科学家合理设计新系统和研发新材料。基于此，我们在广州市和黄埔区的帮助下，在黄埔科学城成立了聚集体诱导发光高等研究院。在高等研究院和华中理工大学的资助下，我们与著名的国际科学出版社Wiley合作创办了国际学术杂志Aggregate《聚集体》，旨在为学术界搭建一个交流思想和意见的沙龙，供科学家讨论聚集体研究的挑战和机遇、分享聚集体研究的发现和突破。

分子聚集形成聚集体，因此分子层次之上的所有实体（entity）皆可称为聚集体。在聚集体中，分子可以是几个或无穷多个，成分可以是同种或异类，产物可以是零维或多维的纳微结构乃至宏观物体……聚集体源于分子，高于分子。聚集体研究是一片无远弗届的疆域，蕴藏着无尽的宝藏。分子是物质的基本单元，然而分子本身却很难被直接利用。分子只有聚集或加工/操控的材料才能做有用之功，如单晶分子只有在聚集之后才能实现液晶功能。聚集体研究十分重要，但遗憾的是，相对于对分子的深耕细作，人们对聚集体涉猎不深、缺乏系统研究，堪称一待雕琢之璞玉。

作为分子聚集体的一个特例，纳米材料得到了广泛的关注，纳米框架的搭建促进了纳米科学的发

## 科技名家笔谈

本版携手科学出版社推出

展。在聚集体层次的探索将构建一个远远大于纳米研究的聚集体科学平台。分子之上有广袤无垠的空间，聚集体学将推动科学研究从微观向介观到宏观的纵深扩展。我们希望并相信，聚集体学将促成研究认识和方法论的范式转移，为人们对于多尺度结构和复杂系统的研究探索开辟一条新路。

（作者为中国科学院院士，第三世界科学院院士，聚集体诱导发光概念的提出者和该领域研究的引领者，获国家自然科学基金一等奖、何梁何利基金科学与技术进步奖。）



唐忠志和他任主编的国际学术杂志《聚集体》创刊号的封面。



## 高德出行守护夕阳红

电话叫车是老年人打车的常用方式，但电召服务经常存在着叫车无应答等情况，助老打车服务包首先将帮助不会使用智能手机的老年人。

高德打车基于“好的出租”解决方案，上线新电召平台，调度中心接到电召订单后，可通过“好的出租”综合距离最短、线路最优、接驾最快等标准，调度出租车，由传统的抢单模式，变为抢单、派单相结合，提升叫车的成功率。

新电召平台打通出租车扬招、电召、网约等多种接单模式的空车状态，能有效降低出租车重复接单的可能性，从而减少司机因挑活而取消电召订单的几率。

对于电召预约订单，新电召平台还可以进行智能派单，为司机指派顺路订单，减少空驶，提升司机的接单意愿。

奇华调度中心是北京市最大的出租车调度中心，负责运营北京市96016电召平台。目前，高德打车已与奇华调度中心在北京市平谷区展开新电召运营，并将在春节后逐步扩大运营范围。

对于无法熟练使用智能手机的老年人，高德打车还将上线“一键叫车”，无论目的地在哪里，都可以在各种场景下一键叫车，无须输入起点和终点。

“一键叫车”基于高德打车的常规功能进行了适老化改造，简化打车流程，不再需要输入起点和终点，点击一键叫车按钮，即可呼叫出租车。上车点根据老年人所在位置自动推荐，叫车后即将上车位置共享给司机。车辆到达后，老人可当面向司机沟通目的地并开始行程，行程同时支持分享功能，以便亲友及时获知行驶位置，让出行更放心。

除叫车、行程分享等功能外，一键叫车界面还去除了老年人不常用的功能，减少误操作。同时，采用大号字体、减少图片，让老年人看得更清楚。

据了解，“一键叫车”春节前将在北京等多个城市上线试运营，这些城市的老年人，可以通过支付宝及微信的高德打车小程序使用“一键叫车”，让老年人通过更多常用App完成打车。试运营中，高德打车还将不断优化服务，并在节后陆续开通更多城市的服务。（孙媛媛）

## 詹校长的N个绰号

据新华社电（记者吴斯洋、崔晓强）“校长妈妈！”看到詹雯来了，孩子们远远地就冲上来，打招呼、拥抱、击掌，不到5分钟的家访路，詹雯被学生“包围”的场景重复了五六次。

近日，詹雯即将结束近3年的帮扶工作返回广州，作为贵州纳雍天河实验学校校长，离开前她最后一次走进学生家门。

2017年10月，广州市天河区珠江村小学副校长詹雯随团来到天河区对口帮扶的贵州省纳雍县开展培训，“孩子们渴求知识的眼神太打动我了。若有机会，我一定要来支教。”

半年多后，詹雯作为挂职副校长来到纳雍一小支教。走进这所乌蒙山区的学校，近百名学生挤在一间教室里的景象让她的心揪成一团，她暗下决心，要为孩子们“点一盏灯”。

第二天一大早，詹雯第一个站在学校门口，热情地和孩子们打招呼、击掌、拥抱。从未有过如此“待遇”的孩子们都躲着她，甚至以为是新来的“女保安”。

“校长和我击掌了！”渐渐地，孩子们排着队和詹雯击掌、拥抱。

3个月支教期满，一封封挽留信让她纠结起来。詹雯的儿子正面临高考，家中还有80多岁的父母需要照顾。

“我儿子说，中考你不在，高考你还不回来，是不是有点说不过去？”詹雯想了想，决定把这些信带回广州。看着这些信，儿子最终被妈妈的坚持打动。

2018年8月，詹雯以挂职纳雍县教育科技局副局长身份，第三次来到纳雍。“当时心情很复杂，要从关注一所学校扩大到县里574所学校，我必须了解最真实的情况，找到一手的资料。”

一年时间，詹雯跑遍县里乡镇、街道，开展40多场教师培训，组织100名老师去广州跟岗培训。“女铁人”“女超人”的绰号安在了詹雯头上。

2020年4月，广州市天河区援建的纳雍天河实验学校竣工，可以解决近2400户易地搬迁户适龄子女入学问题。首任校长的担子又落到詹雯身上。同月，詹雯的父亲患病离世。她用一周时间辗转多地，完成了父亲回归故里的遗愿，便投身学校的建设。

定制校服、阳光书吧、梦想教室，甚至校园内栽种的杜鹃树，都是詹雯多方联系“要”来的。

“她到处给我们买东西，我们就给她取了‘丐帮帮主’的绰号。”纳雍天河实验学校五年级学生周小蝶说。

“每天放学回来，他们说最多的就是‘校长妈妈’有多好。”周小蝶的妈妈李永说，她家4个孩子都在走路即达的纳雍天河实验学校读书，看到孩子们的成长，她很放心。

“打造一所带不走的学校”“打造一群带不走的老师”，詹雯的梦想在纳雍一一实现。

1月22日，学校学期总结会上，大家回顾了詹雯的种种绰号，老师和同学们精心准备了节目，感谢和挽留的信汇集成厚厚一册，詹雯的泪止不住地流。

火箭发射为什么要倒计时？这要从两部科幻作品说起。1865年，“科幻小说之父”儒勒·凡尔纳出版了第一部描述太空探索的作品《从地球到月球》，故事以美国南北战争结束为背景，大炮发明家们从战场归来，无所事事的他们把目光投向了月球，想出坐进“炮弹车厢”，搭乘超级炮弹前往月球探险的故事，所谓的大炮就是火箭雏形。

书中把发射时间记为T0，大炮俱乐部在全球募集资金，铸造了前所未有的哥伦比亚大炮，并在开炮前一切准备就绪，唯一不同的是，开炮前指令员按自然时间进行顺数计时：35、36、37、38、39、40、开炮！以此规划整个发射进程的制度设计，是科幻作品的首创。

1929年，科幻影片《月球少女》向电影观众首次呈现一枚登月火箭发射升空的全过程。其中关于火箭点火的细节，包括火箭发射倒计时和宇宙空间失重的描述都很新颖到位。电影大师弗里茨·朗为吸引观众注意力，在影片中营造时间紧迫的戏剧性气氛，在火箭发射镜头中设计了“……3、2、1、现在”的倒数镜头，电影成了这种发射模式的先导。

德国在20世纪30年代制成的第一枚试验火箭，以及后来40年代研制的“V-2”火箭，都采用这种倒计时的发射程序。中国的火箭在发射时也采用了这种程序，由“01”指挥员组织各系统工作、监测系统倒计时点火。火箭发射使用倒计时真正的作用在于确认火箭发射的时间零点，把火箭在起飞前的各种动作按时间程序化。

如果把从火箭上发射架到任务完成的整个任务过程，以时间轴为轴的话，那么发射时刻就可作为数轴的零点，我们把它命名为T0。当火箭发射时，T0时刻就会自动传输到所有的测控站。不同国家在火箭发射倒计时的具体设置上也有差别。比如，中国的火箭倒计时是点火倒计时——以火箭点火时刻作为T0；而美国的火箭都是采用起飞倒计时——以火箭起飞时刻作为T0。

2020年5月5日，随着“01”指挥员发出口令，长征五号B运载火箭并没有立刻起飞，而是仍“稳坐”发射台。经过了令人忐忑不已的9秒种后，火箭才腾空而起。相比其他火箭发射时的情景，9秒着实“漫长”得令人印象深刻。那么，这9秒发生了什么事？为什么长征五号B火箭9秒后才起飞呢？

实际上，从火箭点火到起飞，中间产生的数秒是火箭正常发射流程中的一环。在此期间，火箭最先工作的四大系统，即测量系统、控制系统、动力系统、测发控系统高速完成上千个步骤。其中，火箭测量系统在点火之前就开始进行箭体内部仪器设备的压力、流量、液位等测量。在“点火”口令发出后，测量系统即时记录、回传火箭各系统仪器设备参数信息，同时，火箭的“大脑”——控制系统给动力系统发出命令，助推器和芯一级相续点火，发动机在几秒钟之内进入满负荷工作状态。与“点火”口令同时启动的还有地面测发控系统，它迅速计算好火箭的初始位置参数、准备跟踪。我们在发射直播时常听到的“某某跟踪正常”，就是地面测发控系统在工作。

这四大系统的初始工作，大多是我们无法直接看到的，但也有些对应的“小动作”可以轻易看到，如各种地面插头的脱落等。地面设施和火箭连接的插头大致可以分为两大类：供气、供液的管路插头和供电的管路插头。用于供气、供液的管路插头在火箭进入特定程序时自主脱落，而供电的管路插头会坚守到火箭起飞的最后一秒，被火箭上升推力断开，因而非常容易被观察到。

那么，为什么长征五号B运载火箭点火到起飞时间长？其实，它并不是个例。相比其他系列的火箭，长五系列火箭的“推重比”相对较小。“推重比”是火箭的推力和重力之间的比例，是决定火箭从点火到起飞这段时间长短的关键。这是因为，火箭点火后，推力越来越大，直到超过火箭的重力，才能将火箭托举起来，飞向太空。

长征五号系列火箭质量大、推重比最小，建立足够的推力时间更长，所以长征五号B运载火箭需要9秒种才能把火箭抬起来；其他系列的火箭，如长征二丙火箭，推重比大，从点火口令下达起飞的时间只要两三秒。相比之下，观看长征二号丙火箭发射的时间可以少紧张一会儿，就能看到火箭起飞了。（微信公号“太空梦想”供稿）

## 纪念严济慈诞辰120周年座谈会举行

本报电 近日，由中国科学院大学、中国科学技术大学与九三学社中央委员会联合主办的纪念严济慈先生诞辰120周年座谈会暨严济慈教育思想研讨会在京举行。严济慈亲属及友好代表，中科院机关有关部门负责人，中国科大、国科大大部分校领导及师生代表参加研讨会，共同追思严先生的重大贡献和家国情怀，总结严先生的教育思想和育人理念。

中科院副院长、国科大校长李树深在座谈会的主持报告中总结和分析了严济慈先生的科学教育实践和教育思想。李树深说，严济慈非常重视基础教学和通识教育，认为只有具有坚实的科学知识基础和深厚的人文情怀，才能在研究工作中更好地发挥创造性。严济慈重视保护学生个性、培养创新能力，认为培养“能够提出问题”和“善于解决问题”的能力，以及坚忍不拔、百折不回的拼搏精神，是科学创新的关键。严济慈倡导教学与科研并重，主张优秀的大学必须教学与科研并重，优秀的教师必须从事科研工作。严济慈深谙教学艺术，重视教学艺术。在他看来，“要教好书，除要有真学问外，一要大胆，二要少而精，三要善于启发学生”。严济慈重视在研究和教学中培养学生、提携人才、爱护人才，重视青年人才爱国情怀和社会责任感的培养。（文心）

## 留校过年别样温暖



近日，重庆市西南大学党委开展“暖心”活动，组织没有回家的留校学生参加团圆的氛围。新华社发