王恩哥：要敢于选择“ 重要但不热闹 ”的课题

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：https://www.iikx.com/news/progress/41607.html

本文仅供学习交流之用，版权归原作者所有，请勿用于商业用途！

王恩哥：要敢于选择“ 重要但不热闹 ”的课题
。水是生命之源，也是科学上极具魅力的物质。它的分子结构看似简单，仅由两个氢原子和一个氧原子构成，却表现出数十种反常特性。冰为何能浮于水面？热水为何有时比冷水结冰更快？在这些寻常现象的背后，隐藏着一个被忽略了近百年的秘密。

从2002年的一次学术争论出发，中国科学院院士、北京大学教授王恩哥带领团队在水的全量子效应这个“ 无人区 ”跋涉了25年。他们建立了全量子凝聚态物理研究新范式，研发出可识别氢原子的自主扫描探针技术，精准测得单根氢键键强的核量子效应，攻克水与冰微观结构的世界性难题。

前不久，王恩哥带领团队凭借“ 水的氢键强度及动力学过程全量子效应研究 ”，获得国家自然科学奖一等奖。日前，科技日报记者采访了王恩哥，听他讲述这段精彩的探索故事，以及多年来他对基础研究、团队建设和青年人才培养的思考。

自主研究实现“ 四个原创 ”

记者：什么是全量子效应？

王恩哥：我在《凝聚态物理的全量子效应》一书里，第一次给出了它的明确定义。微观世界的一个粒子，同时具有波和粒子两种特性，这就是波粒二象性。最经典的例子是电子。1897年，英国物理学家约瑟夫·汤姆逊证明了电子是粒子，还预测了它的质量大约是氢原子核的千分之一；30年后，他的儿子乔治·汤姆逊让电子穿过金属薄片，在对面产生了像水波一样的明暗交替的衍射条纹，证明了电子也是波。

1926年薛定谔方程建立之后，人们发现，一旦粒子数量多起来，想精确计算它们之间复杂的量子耦合作用，简直难如登天。1927年，物理学家玻恩和奥本海默为了简化计算，做了一个“ 聪明 ”的假设：原子核太重，运动太慢，干脆把它“ 冻 ”住，只考虑电子的量子行为。这就是著名的玻恩-奥本海默绝热近似。

但这里有一个根本性的问题：微观世界的粒子都有波粒二象性，原子核难道就只是一个经典粒子吗？它的波动性去哪儿了？大部分人的回答是：它太重了，波动性很小，可以直接忽略。

我们的工作，就是把电子和原子核所有的自由度统一起来描述，实现真正的全量子化。这就是全量子效应的基本概念。它包含两个核心物理过程：一个是核量子效应，也就是把原子核也量子化

；另一个是非绝热效应，即电子和原子核之间的量子耦合与能量交换，而过去是把它们分开处理的，根本不考虑两者之间的能量交换。

记者：您持续25年致力于水的全量子效应研究。这期间，取得了哪些关键突破？

王恩哥：要看全量子效应，得先量子化原子核。原子核那么重，我们就从最轻的氢原子开始找。如果连它都没有表现出量子效应，那就说明玻恩-奥本海默近似挺准确。水里有三个原子，其中两个是氢原子，并且水又是人们最熟悉的物质。所以我们就选择了水，聚焦于氢原子的量子化。

选定水作为研究的物理对象后，我们遇到的第一个挑战，是如何找到一个物理量来讨论核量子化的贡献。这就是测量氢键的强度。过去，大家认为这个物理量100%是电子的贡献，原子核的贡献是0。我们想对它进行精确测量，但理论和实验都面临巨大挑战：理论上，我们要超越传统的玻恩-奥本海默近似框架，准确描述核量子效应；实验上，过去所有扫描探针技术能看到铁、铜这些“大个头”原子，却从来看不到个头最小的氢原子。

怎么看到它？我们团队的成员、北京大学教授江颖提出了一种全新的“高阶静电力成像”原理，发展出高分辨的扫描探针技术，在全世界第一次直接看到了水分子内部的氢原子。正是靠着这套独门技术，我们精确测出了氢键的强度。结果让我非常兴奋：电子对氢键强度的贡献度是86%，原子核的贡献度是14%。这意味着，原子核的贡献已经超过了在室温下热涨落的贡献，说明水的一些反常特性，根源就在被忽略的核量子效应上。

这项工作是在我们自己的土壤上，用原创思想、原创原理、原创设备，做出的原创顶级发现，是真正的世界第一。可以说，我们做到了“四个原创”。

记者：这项原创突破将对凝聚态物理乃至更广泛的化学、生命科学产生什么影响？

王恩哥：我们的工作证明，氢原子的核量子效应在水中不可忽略。推而广之，在所有含氢体系中，它都可能扮演至关重要的角色。

以生命科学为例，DNA双螺旋的两条链解开后，碱基上的氢原子并非老老实实待在原位，而是有一定概率通过量子隧穿转移到另一端。当链重新配对形成双螺旋时，这种转移就可能导致配对出错。如果存在“量子生物学”这一领域，那么仅考虑电子的量子化是不够的，必须引入原子核的全量子化。

在化学领域同样如此。过去，化学反应主要由热力学和动力学驱动，如今则增加了一个“全量子效应驱动”的新维度，这对于设计新的反应路径具有重要意义。

事实上，我们的工作发表之后，很大一部分关注和引用正是来自这些交叉领域。几年前，《自然》刊发了一篇综述文章，题为《核量子效应进入了主流》。在这篇综述中，我们2008年的一项工作被列为凝聚态物理领域研究核量子效应的第一篇论文。

搞清楚AI的边界至关重要

记者：在基础研究中，理论与实验同等重要。您如何理解两者的关系？在人工智能时代，它们怎样更好地形成合力？

王恩哥：在物理研究中，理论与实验缺一不可。有人说实验是解决问题的根本，对此我并不反对，但我知道一个现实：实验做出来了，研究者往往并不能完全清楚自己观测的物理现象究竟是什么。

我举一个例子。实验科学家常常借用某个理论来解释结果，但这个理论本身可能是有缺陷的。比如玻恩-奥本海默近似，它是一个近似，天然忽略了一些东西。当实验分辨率不够高时，重要的现象可能被掩盖，研究者一句“没看着”，便轻易放过去了。更令人担忧的是，用了一个错误的理论去解释实验，结果居然还能和实验“对上”。实际上，这种“对上”，比没“对上”还要糟糕。

2002年，我和美国物理学家费贝尔曼有一场关于水在金属表面能否自发分解的科学争论，背后考验的恰恰是对理论工具的认知。

当时，费贝尔曼用传统的玻恩-奥本海默近似进行计算，得出的结论是水分子在某一金属表面可以自发分解。然而，这个近似框架先天地把原子核当作经典粒子处理，完全忽略了核量子效应。他用一个不完整的方法，却得到了一个看似正确的结论，这在根源逻辑上就是错的。

而我用同样不完整的方法，却得出了一个好像不正确的结论——我们的计算显示，在那个近似下，水分子并不能自发分解。正因为我清楚地知道这个方法的局限在哪里，所以我判断，本就不该在这个有缺陷的框架下，去寻求一个关于“能否分解”的完整答案。问题的关键，恰恰出在被方法所忽略的那部分物理上。这场争论持续了二十多年，最终证明我的想法是对的。

我写《凝聚态物理的全量子效应》这本书，就是想在一个新学科领域兴起的时候，告诉后来者：哪一个理论工具在什么阶段是可用的，到了什么阶段就不能再用了。

在人工智能时代，想要让理论研究与实验研究更好地形成合力，我觉得搞清楚AI的应用边界至关重要。AI能够处理海量数据、进行模式识别，帮助我们发现人脑不易察觉的关联，能够很好地助力理论研究，但它无法替代我们对物理本质的猜想和理解。特别是建立在长期积累之上的物理直觉，是AI暂时还无法替代的。未来，理论与实验的深度融合，再加上AI这个有力工具，三者有机结合，将会极大推进科学发现。但前提是，人要知道自己在做什么，要知道工具的边界在哪里。

记者：在基础研究领域，您最关心的是什么？

王恩哥：我最关心的是学术环境的建设。我到北京大学工作后的第一件事，就是创建北京大学国际量子材料科学中心。此前，在中国科学院物理研究所担任所长时，我也推动成立了中国科学院国际量子结构中心。

我的想法其实很简单，就是要营造一个小范围的理想学术环境。在这个小环境里，学者之间是平等的，没有人担心自己的成果被掩盖，也没有人担心自己的想法被掠夺。我们团队里从未发生过争署名、抢贡献这类事。每一篇文章，谁的贡献是什么，大家都一清二楚。

我们对研究人员的评价，不是看他发了多少篇文章，不是简单地数数。我们看他是不是一个拼命工作的人，他谈论的是不是科学上的重要问题；他是在琢磨怎么多发一篇文章，还是在追问科学的本质。这才是我们判断的标准。

当然，光有高品位而不努力也不行。研究人员必须展现出自己在努力朝着科学本质的方向迈进。

在这个过程中，资深学者会出手相助，而一旦出了成果，我们尽量往后退，把年轻人推到前面。作为学术带头人，一定要做到“推功揽过”。

年轻人要提高自己的学术品位

记者：这次获奖，我们看到您身边汇聚了许多优秀的青年科研人员。

王恩哥：是的。这项研究的念头，最早可追溯到2002年的那场学术争论。此后，我开始重新推导公式。2005年，我在这个方向找了第一位学生，将这些理论框架程序化。2008年，我们与瑞典科学家合作，发表了凝聚态物理领域一篇清楚研究核量子效应的纯理论文章。到2009年来北京大学任教时，我的整个研究思路已经基本成熟了。

在北京大学，我相继邀请了几位核心成员加入。首先我希望有一个非常强的实验组。2010年，江颖老师来到北京大学，我们深入交流后，他认可了这一冷门方向的价值，成为团队实验方向的核心。他一步步提出了成像新原理，发明了世界最高分辨率的扫描探针技术。后来，我又关注到李新征老师，虽然他当时文章不多，但我欣赏他的科学态度，破格邀请他加入，他后来主攻全量子效应的动力学性质研究。

我们没有一个固定的行政研究团队，大家基于共同的学术兴趣自愿结合。这两位老师是我最紧密的合作者。我选择合作者，一看共同兴趣；二看年轻人有没有志向、能否耐得住寂寞坐冷板凳。这样才能做长期、原创的工作。

记者：引导年轻人坐“冷板凳”，不担心他们拿不到项目或评职称受阻吗？

王恩哥：我之所以敢引导他们进入这个领域，是因为有足够的底气。2010年，江颖老师加入时30岁左右，李新征老师加入时35岁左右，而当时我已年近50，在这个所谓的冷门领域已积累了较深厚的理论基础，并发表了一系列文章。正因为看得准，我才确信，只要沉下心来做，就一定能做出有特色的前沿工作。

在坐“冷板凳”的过程中，资深科学家的判断力与担当至关重要。如果让年轻人独自去摸索冷门方向，很可能会把自己折进去。方向是由我来确定的，我对此充满信心。而且，我从不介意他们超越我。如今他们在很多方面都已胜过我，这让我感到由衷高兴。我不过是把他们带上了一条我认为有前途的路，而现在他们都已成长为这个领域的杰出人物。

记者：青年科研人员应如何选择研究方向？

王恩哥：如今，我国的科研环境已大为改善，国家持续加大科研经费投入，富有才智的年轻人也大量涌现。

我希望年轻一代树立高远的目标，真正热爱科学，相信自然界中仍有规律等待我们去探索发现。同时，也要着力提高自己的学术品位。选题往往能反映一个人的品位，品位高才能选到重要的问题，学术之路才能走得长远。不要急于表现自己，或者过于计较一时得失，只要甘坐“冷板凳”、肯下真功夫，未来一定属于他们。

当年我们选择全量子效应这个方向时，全世界都觉得冷门，没人看好。但我相信这就是一个值得深耕的根本性问题。25年坚持下来，我们从徘徊者变成了引领者。

现在国家提倡“十年磨一剑”，我很认同。年轻人不要总跟着热点跑，要把目标定得长远，敢于选择那些“重要但不热闹”的课题。

■人物档案

王恩哥，物理学家，中国科学院院士，北京大学物理学院教授，中国科学院物理研究所研究员、学术委员会主任。长期从事凝聚态物理和材料科学研究，在轻元素量子材料与超越玻恩-奥本海默近似的全量子效应研究方面作出了开创性贡献。获得国家自然科学奖一等奖（2025年度）、国家自然科学奖二等奖（2004年度和2011年度）、陈嘉庚数理科学奖、发展中国家科学院物理奖、德国洪堡研究奖、世界华人物理学会“亚洲成就奖”、亚洲计算材料科学成就奖、国际材料学会终身成就奖、何梁何利科学与进步奖、周培源物理奖、中国出版政府奖等。

作者：陆成宽 来源：科技日报

更多 科学进展 请访问 https://www.iikx.com/news/progress/

本文版权归原作者所有，请勿用于商业用途，爱科学iikx.com转发