
平均每10年产生一个重大成果，他总结了一套方法论

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/34549.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！

平均每10年产生一个重大成果，他总结了一套方法论。文《中国科学报》见习记者江庆龄实习生杨雨辰

“十年前，我的头发还是黑的。”中国科学院院士、上海交通大学李政道研究所副所长丁洪在接受采访时笑着说道。

2015年，丁洪领导的团队利用在上海光源自主建设的“梦之线”，在砷化铟中观察到开放式的费米弧，提供了外尔费米子存在的实验证据，得到了国际学术界的广泛认可和高度评价。

2016年，中国大陆第一个由科学家、企业家群体共同发起的民间科学奖项“未来科学大奖”正式开启，单项奖金100万美元，是当时国内奖金最高的科学大奖。丁洪是未来科学大奖科学家委员会首届轮值主席，按照相关规定，这也意味着他在6年内主动放弃了获得这份大奖的机会。

在前不久举行的未来科学大奖十周年庆典期间，丁洪接受了多家媒体的采访。以下是主要采访内容。



丁洪未来论坛供图

?

基础物理是面向未来的应用物理

问：你大概平均每10年有一个重大的成果，你是如何做到的？在此过程中形成了怎样的科学品味？（注：丁洪及团队于1996年在铜基高温超导体发现赝能隙，2008年在铁基超导体中观察到s-波超导序参量，2015年在固体材料中发现外尔费米子，2018年在铁基超导体中发现马约拉纳零能模）

丁洪：原始的科学发现确实不容易做，有很多运气成分。我第一个比较重要的突破是1996年在铜基超导体中发现赝能隙，这个工作就带有一定的偶然性。

后面，我逐渐总结了一套方法论。首先，充分调研，确定值得做的科学问题。在此基础上筛选我们有能力做的问题，进而合理规划进度，在激烈的国际竞争中抢占先机。当然，合作也十分重要。我是实验物理学家，非常喜欢和理论物理学家交流。

举个例子，我们决定做马约拉纳零能模的时候，很多人都不相信我们能做成。但我认为这是一个值得研究的方向，也同美国麻省理工学院教授傅亮进行了沟通，得出了可能存在的结论。于是，我们团队带着做100次实验只能成功1次的预期，开始了实验。果然前12次实验都失败了，第13次才发现了一丝可能的迹象。后来反复验证多次，终于确定了铁基超导体中存在马约拉纳零能模，也开辟了一个新方向。问：你关注的凝聚态物理属于基础物理范畴，在你看来，基础研究将如何

改变世界？丁洪：“有什么用”是我们经常会被问到的一个问题。事实上，基础研究一直在改变世界。未来也会如此。

刚发现电子的时候，连汤姆逊都觉得没啥应用价值，但现在用的所有半导体都是电子器件；如果没有广义相对论，GPS误差会达到几公里，根本无法导航；凝聚态物理所催生的晶体管，则是当今信息时代的基石。

可见，基础研究成果刚出现的时候，似乎没什么用，但随着我们对机理认识加深，会慢慢找到应用的路径，应当把眼光放长远一点。问：未来5~10年内，凝聚态物理领域可能会在哪些方面取得重大突破？这些突破会带来怎样的影响？丁洪：我目前的工作主要包括两方面，分别是拓扑量子计算和高温超导。两者相辅相成，未来都会有巨大突破。

现在学界普遍认为，未来20年可能出现通用量子计算机。届时，如发现药物分子、预测长期天气变化、模拟宇宙运行规律等问题，都有可能变得更加容易。

量子计算机现在有几条路线在同步进行，拓扑量子比特有望用较少的比特实现通用容错量子计算。我们正在努力推进，希望能够在5年内做出世界上第一个拓扑量子比特。

高温超导方面，目前机理还不清楚，无法用传统的方法进行简化和计算，同时材料延展性差，加工比较困难。但是随着铜基超导体、铁基超导体以及镍基超导体的发现，我们可以通过研究这几种材料中的共性和区别，理解高温超导的机理。这不仅可以帮助我们寻找更多超导体，也有可能推动新物理的产生。

从应用层面来说，医院里使用的核磁共振就用到了超导材料。超导也是量子计算机的主要路线之一。此外，主流的磁约束可控核聚变必须借助磁场对其进行有效约束，目前只有高温超导体才能产生如此高的磁场。据估计，可控核聚变有可能在未来20年内实现商业化应用，将对社会产生变革性的影响。非常值得期待。问：室温超导体有可能存在吗？丁洪：室温超导体完全是有可能存在的。现在最高的超导体是零下13摄氏度，但这是在高压下实现的。难点主要在于如何在常压下实现室温超导。因为在这么高的温度下，材料的晶格震动非常大，结构就不稳定，必须靠很大的压力把它压住。

之所以现在有一些乌龙事件，我认为是因为研究者基本知识不扎实。超导有一个特性是抗磁性，但很多其他材料也有这个特性。室温超导实验很好做。有些人做实验的时候把概念混淆了，以为出现抗磁性就是超导。事实上，这些放在预印本上的论文很快被证明是错误的。

学科边界被打破

问：在科研之余，你参与规划了“梦之线”“梦之环”“梦之城”三大科学工程。这些工作看似和物理学研究关系不大，为什么会投入这些工作？丁洪：我在美国待了18年，深刻感受到国家实验室、大科学装置等对科学研究的推动作用。我们做科研的最终目的，是扩展人类认知边界、推动人类文明进步。规划“梦之线”“梦之环”“梦之城”，都可以起到这方面的作用。

回国后我首先提议在上海同步辐射光源建设一条世界领先的光束线站，也就是“梦之线”。“梦之线”直接促成了外尔费米子的发现，更为多个学科提供了强大的实验平台，帮助科学家们开展更深入的基础研究。

“梦之环”是指在北京建设高能同步辐射光源，现在很快就要建成了。“梦之环”属于“科学基建”，很多实验都需要用到高能光源。我最近也到那里去了几次，和几位老先生一块儿走隧道，他们非常感慨：“我们是在2009年提议的，一晃16年过去了。”

“梦之城”是正在建设中的怀柔科学城，已经初具规模了。我作为主要科学规划者之一，也推动了一系列交叉研究平台的建设。

前面说到，我平均10年有一个重大的成果，我现在也在想，有没有可能在人工智能（AI）的帮助下，缩短科学发现的时间。问：你在科研中使用AI了吗？AI给科学研究带来了哪些影响？丁洪：目前主要是用来做一些查阅资料类的工作。过去，我们会经常调研几周时间后发现某个课题没法做，再找别的方向。有了AI，只需要几天甚至几小时，就能得出结论。

很多人不知道，凝聚态物理不仅推动了近代科学的发展，也带来了科学范式的变革。1972年，“凝聚态”一词的提出者Philip W Anderson，把多年来对物理学研究的思考凝聚为3个单词——more is different（多者异也）。Anderson认为，当时学界占据主流的“还原论”思想并不准确。当粒子数量增多，彼此之间相互作用时，会出现“全新的规律”，需要独立研究。正是“多者异也”思想的出现，为复杂系统、跨学科研究，以及新兴学科的发展提供了理论基础。

十几年前，李政道研究所首任所长Frank Wilczek也说过类似的话——“a lot more is very different”。这其实是对大脑意识的一个思考，人类和猫都有神经元，但人类的神经元远远多于猫，我们就表现得和猫完全不一样。

人脑的进化非常慢，现在的人脑和1000年前的人脑相比几乎没变化。而AI的学习速度非常快，可能1000秒之后就不一样了。我认为，迭代和学习速度如此快的AI，能够增强我们的创造力，未来将极大推动地球文明发展。问：也有人说AI加速了学科融合，你是怎么看待的？丁洪：之所以有不同学科，主要在于人脑的容量有限。在第一次工业革命以前，知识总量有限，没有人提“物理学家”“化学家”“生物学家”。历史上知名的学者几乎都是“博物学家”，比如古希腊的亚里士多德。

随着科技的快速发展，人脑逐渐“装不下”这么多知识了，学科分类随之出现。但正如前面所说，“more is different”，获取不同领域的知识，其价值绝不仅仅是两者之和，而是平方甚至立方。融会贯通多个学科的知识后，很多原本无法理解的事情就能豁然开朗。

相对应的，AI是“博物学家”，什么知识都装得下，学科划分也就没那么重要了。在不久的将来，人们或许可以在AI的帮助下，在30岁前拿到几个博士学位，而且是高质量的学位。

没有体会人生之美，就无法追求科学之美

问：你曾说过，没有科研的生活不可想象，但人生也不可能只有科研，科研对你意味着什么？丁洪：没有体会人生之美，就无法追求科学之美。做科研其实挺苦的。人不能一天到晚跑马拉松，必须得休息，得享受生活，否则无法持续做科研。

除了凝聚态物理领域的研究，我在关注其他领域的问题，如量子计算、天文学等。科研和大科学装置规划之外，我会做一些科普工作，业余时间也爱听音乐。

此外，只做自己一亩三分地的事，有时候可能会陷在一个比较小的地方出不来。反而是做一些看似无关的事情时，能够从当前的状态中出来，迸发出灵感。问：你也非常重视科普，这是为什么？丁洪：我是2008年回国的，这十几年间，中国的科学发展速度很快，甚至可以用惊人来形容。这得益于中国政府的大量投入，也得益于中国家长对孩子学习科学、从事科学的支持，这背后就是科普的力量。

从推动人类文明进步的视角来看，科普的重要性不亚于科研。

我希望可以通过科普，使得更多家长和孩子了解科学之美，从而让科学的种子在年轻心灵中生根发芽。事实上，我有不少学生，就是因为中学时听过我的科普报告，走上了科学之路。

此外，科普也能激发更多人对科学的兴趣与思考，最终树立起热爱科学、崇尚科学的社会风尚，为未来科学的发展注入新的活力与灵感。问：看来科研需要一定的松弛感，但现在大家普遍感觉科研圈非常内卷，对此你怎么看？丁洪：卷有积极的一面，能够促进社会发展，同时也有残酷的一面。在我看来，有些内卷其实毫无实际意义。

以乘坐地铁为例，大家为了有座位，纷纷选择前往终点站乘车，结果导致地铁从始发站开始就人满为患。不仅没有提升出行体验，反而造成了不必要的资源浪费和秩序混乱。如何避免此类无意义内卷带来的消耗，是需要我们认真思考的。

问：当下年轻人确实存在一些困境，比如学历贬值，应该如何应对？丁洪：“学历贬值”有一定合理性，这也和社会发展阶段相关。过去，知识获取的成本很高，比如有的书籍、论文，只能在知名大学的图书馆里才能看到。有了互联网，尤其是AI出现后，人们能够以更高效、便捷的方式获取知识。由此，知识不再是少数人的“特权”，而变成一种可广泛共享的公共资源，对个人能力的要求随之提高。这对我们来说，需要主动求变，追求更高级的事情。

从职业发展和人生追求的角度来看，我认为大致有三种境界。第一种境界是养家糊口，这是基础；第二种境界是成为“大家”，这是很多人的奋斗目标，必然很“卷”；第三种境界是做自己想做的事情，不被外界所扰。希望最终所有人都能达到最后这个境界。未来随着AI等新技术的发展，可能工作也不再是谋生的手段了。

作者：江庆龄、杨雨辰 来源：科学网微信公众号

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](https://www.iikx.com)转发