

# 我爱物理的十个理由\*

封东来<sup>†</sup>

(复旦大学物理系 上海 200433)

2014-05-06 收到

† email: dlfeng@fudan.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20140708

2004年,联合国教科文组织在意大利的萨拉姆国际理论物理中心出版了 *One Hundred Reasons to be a Scientist* 一书,中心主任 K.R. Sreenivasan 教授在序言中写道:“当我们的社会正前所未有地依赖于科技进步时,各界对基础科学的兴趣却日益减退,这是我们时代的一个悖论。特别可悲的是,中学里最好的学生对科学变得淡漠。这种情况在发达国家和发展中国家均是如此,应当引起我们的共同关注。”这样的趋势在今天的中国依然存在。而许多进入大学物理系的学生在受过几年的专业物理教育之后,却失去了继续从事物理研究的兴趣。因此,科学家有义务向公众宣传科学的意义,更加有义务向已经选择了物理专业的学生讲解这个职业的内涵和乐趣。

公众对于科学家往往有很多刻板的印象:不是书呆子,就是脾气古怪的天才(比如美剧《生活大爆炸》(The Big Bang Theory)里面的几位主人公),亦或是爱因斯坦那样仰之弥高的大师。总之,人们常常认为:他们是特殊的人群,和我无关。而我所认识的物理学家中,有奥运会的美国国家队成员,有背着吉他去给学生上“音乐中的物理”的理论物理学家,也有专业的登山家……科学家和所有人一样,非但不是书呆子,反而是有更多乐趣的

一群人。如我的物理学家兼登山家朋友所说,做好一件事容易,更有乐趣的是能够做好两件事。对于他,“两件事”是科学和登山。对于我,是科学和自驾旅行,前者是探索世界的微观奥秘,后者是感受世界宏观的历史、地理、人文,而两者都需要“探险”的精神。

说起做物理或者科研的乐趣,并不仅是说有人愿意付钱让你做你感兴趣的工作(这也就是为什么在几百年前,贵族才能做得起科研);也不仅是说你可以在世界各地开国际学术会,从而能周游天下;更不是说你的朋友遍天下,可以从不同的视角去了解世界。这些都是外在的,也是显而易见的一些好处。我想讲的是,科研本身有非常丰富的内涵,充满了乐趣,是特别适合年轻人做的事。事实上,它能让人保持年轻的心态!

第一,科研是一件最浪漫的事。有机会让你接近我们的 mother nature,揭开大自然背后的奥秘。引用康德的一句话:“有两样东西,越是经常而持久地对它们进行反复思考,它们就越是使心灵充满常新而日益增长的惊赞和敬畏:我头上的星空和我心

中的道德法则。”仰望星空会有一种很浪漫的感觉。我选择物理,一开始是因为高中的时候读了一些物理学家故事的书。上大学之后主要受了两本书的影响。一本书是上海社会科学院赵鑫珊写的《科学、艺术哲学断想》。赵鑫珊是个科学哲学家、作家,写了很多精辟的关于科学、哲学、艺术方面的著作。他对爱因斯坦、普朗克等物理学家有很多的研究。他指出,这些大科学家有非常深厚的宗教情感,他们的科研是出于内心深处对宇宙的敬畏和探索自然的渴望,也可以说是接近“上帝”的过程。爱因斯坦的上帝并非人格化的上帝,他的情感是一种对科学的虔诚。我当时中了赵先生这本书的“毒”,就死心塌地去学习物理。几年前,我有幸请到他来复旦大学给学生做了一次相关的演讲,学生反应热烈。

大学时对我影响较大的第二本



图1 作者2009年自驾进藏途中

\* 本文曾以《物理的乐趣》、《科研是一个最浪漫的事》等题在复旦大学、上海市多个中学和物理教师进修班讲过。

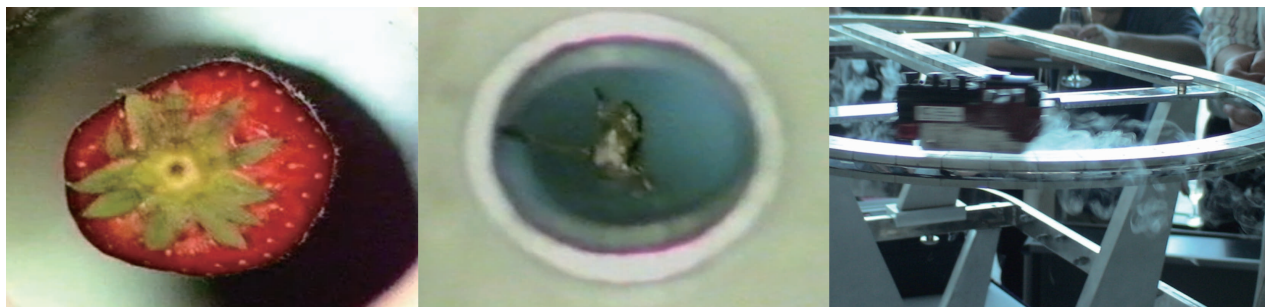


图2 磁悬浮的草莓、青蛙和超导小火车

书是科普传记《混沌开创新科学》，它讲述了混沌学从上世纪60年代一直到80年代的历史。非线性科学的原理适用于生命、物理、经济学等多个领域，甚至涉及到整个宇宙的方方面面，令当时的我非常痴迷。当时恰逢中国科学技术大学也在谷超豪校长的倡导下开展了许多非线性科学的研究，我便选择了等离子体物理专业去研究其中的非线性现象。我清楚地记得，在本科论文导师丁卫星教授给我布置了第一批论文让我去重复其中洛伦茨吸引子的计算机模拟时，我感受到了那种将要靠自己的一点工作来接近“上帝”的兴奋感和幸福感。

现在我研究凝聚态物理。如俄国哲学家和诗人 Vladimir Solovyov 所说“Under the calm mask of matter, the divine fire burns”。确实，在固体平静的表面之下，宇宙运行的基本规则，如量子场论等，在如圣火般燃烧。

第二，物理让人以更深入事物本质的眼光去了解和经历这个世界。比如量子力学就和人们日常的经验截然不同。物理学家去看电影《阿凡达》，会知道潘多拉星球那些悬浮的岩石是因为室温超导在它的地磁场中排斥磁场；看到青蛙和草莓悬浮在强磁场中是因为有机环状分子引起的抗磁性(磁悬浮青蛙的实验获得了2000年搞笑诺贝尔奖，其

得主之一的 Andre K. Geim 后来因发现石墨烯而获得了2010年诺贝尔物理学奖)。物理不仅仅是复杂深奥的，也可以就在我们身边，2012年搞笑诺贝尔奖就颁发给了研究马尾辫的形状的一篇 *Phys. Rev. Lett.* 论文的作者。而达芬奇就曾经用“流水”模型来思考过头发的形状。

第三，物理能够让世界更美好。年少时，很多人都有着某种英雄梦想，想像超人、蝙蝠侠那样去拯救世界，或者做个金庸小说中的大侠。这些梦想只是影视或文学作品中的幻想，而物理却可以让科学家化身英雄，拯救世界于巨大的环境和能源的危机中。比如，核聚变、风能、太阳能等能源的应用和开发，更好的锂电池和燃料电池等储能材料，乃至未来超导电缆的无损耗电力传输，都离不开物理学。物理和其他学科一起会最终帮助人类把这个世界变得更加美好。

物理的思维也同样重要。美国纯电动汽车特斯拉公司的创始人 Elon Musk，在大学学的是物理专业。他最近在接受采访时强调他的成功秘诀之一就是物理教给他的，即从事物最基础的本质出发去思考问题的思维方法。

第四，科研是件很热闹的事情，充满了互动、合作乃至学术思辨与争论。它不是关起门来闭门造车。人们经常提倡的“坐冷板凳”

与“耐得住寂寞”，只是一种执著的内在精神，并非现实的外在状态。例如，我们组进行的光电子能谱实验要用到同步辐射，做实验须跑到全世界不同地方的同步辐射实验室，和当地的同行合作，从中学了很多技术，认识了很多朋友。实验的结果还要和不同的实验结果进行比对，和理论的同行一起进行分析，乃至在会议上报告结果并与同行交流。我几乎每年都参加的国内超导界一个著名的会议，叫做“Beijing Forum”。在这个会议上，同行们往往讲10分钟，讨论20分钟，极为热烈，很多思想的火花由此而生。

再举一个具体的例子，我对生物一直感兴趣，一直想怎么用物理去研究生物的基本过程，比如回答细胞膜上的蛋白质输送养分具体是涉及到何种巨大的电子—声子相互作用过程？这也极可能是生物物理未来的一个重要方向。当然生命是很复杂的，我想就先从简单的开始，先做小分子有机材料方面的工作。我们系的孙鑫先生多年从事有机材料的研究，我同他讨论如何用同步辐射里的非弹性散射技术去研究有机材料的发光机制。在孙先生的帮助下，我先在华东理工大学田禾教授那里找到样品，然后又在日本 Spring8 同步辐射的台湾光束线上申请同步辐射实验时间，并与那边的科学家蔡永强博士合作完成实

验。做出结果后不知道怎么解释，就又找到了当时中国科学院化学研究所的帅志刚研究员，他的理论计算最终把数据完美地解释了。于是我们合作发表了第一个用非弹性散射技术测量有机材料激子色散的工作 (*Phy. Rev. Lett.*, 2007, 98: 036404)。回顾起来，样品、实验站、理论都是别人的，我就是把大家聚集到一起，共同解决了许多难题，获得了无穷乐趣，而且结识了很多新的朋友。特别是科学家之间的战友般的友谊是如此纯净，而且和这些优秀的科学家在一起，可以学到很多东西，所以说科研可以非常“热闹”。

第五，科研充满了激情和创新的乐趣。照抄别人的东西显然没什么意思，科研的乐趣就在于创新；创新需要独立思考。

很多创新是从交流、交叉中得到的。我的大学同学朱林繁是做原子分子物理的，我们在一起讨论技术问题，发现我有些实验结果正好涉及到他的领域，于是我们一起合作在原子分子方面做了很多实验。这也是通过交流、交叉实现的一种创新。再如，几年前中国科学院上海光学精密机械研究所的李儒新研究员找我，他的实验室有500个阿秒的超短激光。即便是光，在如此短的时间中，也只能走0.15  $\mu\text{m}$ ，远小于头发丝的直径。我们想在一起合作进行凝聚态物理研究，想看看凝聚态和新的激光技术在一起会有什么新的好玩的东西出来，比如能不能拍出电子微观运动的“电影”来。经过几年的艰苦努力，我们两个组一起搭建的一大套时间分辨角分辨光电子能谱系统即将建成。令人期盼！

我的博士生导师沈志勋教授常说，鲨鱼有一个本能，几公里之外的猎物身上有一点点的血腥它都会闻得到。在科研中，我们需要嗅觉灵敏，闻得到那个血腥味儿。他常问“Do you smell the blood? ”。沈老师的组原来主要做高温超导，但在拓扑绝缘体刚刚出现时，他便敏锐地把握住了机会，在那个领域也做出了很多奠基性的工作。

记得丁肇中说过，没出息的科学家一辈子一直在重复自己的博士论文。如果要创新，你就不能总重复你的导师教会你的那个工作。我们组原来主要进行单晶的光电子能谱测量，这是我的老师教给我的本领。它能回答“why”，即给出材料的微观机理，是一个极有用的实验技术。但是逐渐地，我感到不满意了，因为它不能够回答“why not”，即不能创造出新的体系和新的物理效应。所以我们在复旦大学花了5—6年的时间，开发出了氧化物分子束外延技术，实现对材料单原子层的调控，从而能够设计出新的体系，然后再去研究其新奇的性质，并试图解答其机理。现在我们越来越多地在问“why not”了，虽然面临了更大的实验挑战，但是乐趣更大了，也有了丰厚的回报。

第六，科研是一种冒险、寻宝，也是意外的邂逅，所以科研的过程充满了乐趣。所谓冒险，就是我们经常说的“到野外去”，就是指在你熟悉的领域以外去做一些新的东西。对年轻人来说，有经费的投



图3 国际会议期间，作者与国内外同行在交流

入、时间的投入，甚至职业生涯的投入，如果失败会有非常大的风险。我们组开发氧化物分子束外延技术的三位学生，第一位(赵嘉峰)直至毕业都没有相关的论文<sup>1)</sup>，而第二位(徐海超)和第三位(彭瑞)分别在他们博士第六年和第五年才发表了数篇相关论文。他们都经受了很大的压力，但也培养了他们强大的自信和不畏难的钻研精神。我记得我让彭瑞在她博士四年级时代替我在一个国际会议上作邀请报告，她侃侃而谈，回答刁钻的问题浑然不惧。她报告后，美国康奈尔大学的Darrell Schlom教授告诉我说：“她比我(指Darrell本人)同阶段时强多了”。作为她导师，听到这话，我心里美极了。

为什么说有意外的邂逅呢？我们有一次在做固体的实验时，有个信号很奇怪，我们把样品拿掉后信号仍然在，这说明信号不是从样品上来的。后来发现这个信号来自于冷却样品用的氮气，这就引出我们对气体做了很多研究，也就引出了我和原子分子物理那个朋友后来的合作，我们合作的工作是最早的气体分子的非弹性X光散射实验

1) 赵嘉峰因为在实验中形成的极强的设计和使用硬件的能力，现在已创办了自己的高科技科学仪器公司，立志于建立中国人自己的高端科学仪器民族品牌。

之一。有些工作成功的可能性极小,比如斯坦福线性加速器国家实验室诺贝尔奖得主 Martin Perl,他让学生重复密立根油滴实验,企图邂逅分数电荷的自由夸克。这样大的冒险也许只有他可以尝试,当然就和任何赌博一样,其一旦成功,回报也是巨大的。

在冒险和寻宝的过程中,科研是很玩命的事情,当然年轻人没有几次玩命的经历想必也比较无趣。2008年铁基超导被发现,这是一个新的高温超导,全世界的科学家在赛跑。如果你手里没有东西就算了,但一旦你看到一点儿东西,在没有发表出来之前精神压力是非常大的。可能第二天早上一起来别人已将最新成果贴在网上了,那就意味着你所有的工作就白费了。那半年我们全组的学生没日没夜地工作。我记得那年夏天到日本仙台的东北大学的一个组访问。他们在做合金,利用他们总结出来的合金的规律,我预言了一个新材料,随后我的学生也确实发现了一个新的超导,我们非常高兴。可第二天早上醒来,发现网上有美国小组刚刚贴出来的一篇文章,和我们的发现是一模一样的组成。总的感觉是,做科研,体力上的玩命还行,但是精神上的压力更大。如果你不想走在前沿也就算了,如果你想站在前沿就要处于玩命状态,要所谓“stay paranoid”。

冒险并不是盲目的,既需要技能也需要严谨,更需要能够巧妙利用手头的一切可能的实验仪器,必要时还要能够另辟蹊径来克服困难。所以科学家往往有点完美主义,是解决实验难题的“职业杀手”,这就是他们“牛”的地方。在博士后期间,有一次我在做软 X 光共振散射实验时,需要同时测量吸

收谱,但是苦于用于散射的仪器中没有用于测量的吸收的设备。当时恰好德国科隆大学的 Hao Tjeng 教授在,他绕着仪器转了一圈,然后把测量真空的离子规接线都拔了,在其中的栅极上加了高压,再接一个纳安电流计,立刻就把它改造成了一个电子探测器,就可以用来测量样品由于吸收 X 射线而发出的二次电子了(正比于吸收系数)。我在旁佩服之至!之后顺利完成了测量。

我还记得 Hao 说过,他发现他的亚洲学生虽然书本知识掌握很多,但不善于应用到实践中,对知识的直观认识不够深入。这事实上从一个侧面指出了实验物理的独特乐趣,即把知识应用起来,解决许许多多的现实中的难题,感受到物理规律的实际运行,其乐无穷!这就好像只懂得驾车理论的人,并不会真正感受到开车的乐趣!在城里开车的人(好比使用商业化的傻瓜相机般的仪器),也体会不了在艰难的山路上崎岖而行的驾驶之乐(好比使用自己搭建的专用设备)。

第七,科研是一种冲动。年轻人需要一点冲动,才能把握机会,别囿于思而怠于行。所谓冲动就是你有 idea 的时候,不会想是对是错。有些人会做许多计算,再仔细考虑很多细节,可能等两个月才能决定是做还是不做。而我到目前为止发现的经验是,通常大部分 idea 都是不对的,但是有一个 idea 以后你去做,经常能够种豆得瓜!很多年前在我做学生的时候,想研究高温超导中过掺杂区的一个特殊的现象,我当时很快动手去做这个实验,后来发现数据和想的完全不一样,却意外发现了人们寻找多年的铜氧面间耦合效应。我记得薛其坤老师讲他们组决定生长拓扑绝缘体薄膜

时就非常形象有趣,他说他当时也不知道能不能做成,就大伙一起吃顿饭然后卷起袖子就回实验室干了,从此他们一发不可收拾,直至最近在相关材料中发现了反常量子霍尔效应!

第八,科研会带给你狂喜的经历。我有一个合作者,中国科学院物理研究所的胡江平教授,他苦苦思索数年之后,终于在两年前把握到了铁基超导的对称性在其配对称制中的关键作用,接连写了多篇重要的论文。在那几个月期间,我们这些朋友“不堪其扰”,又极其羡慕地看到他“跃迁”到了一个激发态中:比如我们一起参加了那年的美国物理学会年会(APS March Meeting),他几乎没有去听报告,而是在会场走廊中逮人便讲,两眼发光,口沫横飞,也算是一景吧!

台湾的吴茂昆教授跟我们讲过他的经历,他刚刚毕业不久当助理教授那会儿,赶上高温超导出来。很多人都在找新的超导,他和他的韩国学生两个人在实验室里,一下就用液氮看到了生长出来的一种材料是超导,因此当时这个材料的超导温度超过了液氮温度。大家要知道,液氮和矿泉水一样便宜,而一升液氮现在大概要 130 元,很贵,不利于应用。所以他们的发现使人类历史上真正让超导可以便宜地使用。他说当时和他的韩国学生两个大男生抱在一起跳了半个小时,就是停不下来,心里充满了狂喜。

我自己也有过类似的经历,可惜还没有达到他们这么大的强度。我们有一次在一个实验站干了两个多星期,一直找不到我们想要的电荷有序的布拉格峰,最后在压抑了许久之后终于找到了,有一种众里寻她千百度蓦然回首的感觉,心中非常快乐。不管做哪行哪业,这辈

子有几次这样的感觉是非常棒的。兴奋的心态是实实在在享受。

第九，科研赋予科学家很大的自由。一方面，工作时间和地点有较大的自由，除了寒暑假，甚至许多地方还有 sabbatical 的学术年假。另一方面特别重要的是，当你年纪大了的时候，科研的好处就体现出来了，因为我们是脑力劳动，有精神的自由。在我读研究生的时候，我们系有好几位八九十岁的老先生，其中一位 Herring 先生还当过谢希德先生的老师，他们每天都来工作，听报告时，经常颤颤巍巍地站起来，问非常到位的问题。著名的科学家霍金便是“我思故我在”的明证。我常想等自己也老得不行了，至少还可以看看《物理》杂志，思考思考问题，写写书，生活不至于无聊得只能看看电视。“老兵

永远不死，他们只是慢慢凋谢” (Old soldiers never die, they just fade away) 这首歌更适合科学家。

第十，科研也是精神的传承。人到了一定的年龄会思索人生的意义是什么？物理学家除了研究之外，还有就是育人和服务这两大要务。我们物理系的老师带学生的方式有点像学徒制，往往是一对一的交流，研究组不会太大。我去国外做实验一般都会带学生去，一对一近距离地指导他们。在我办公室里还有一张桌子是给学生准备的，以便在某段时间对某个学生进行直接指导。很多学生的英文写作不是很好，我在写作的过程中常让他们坐在旁边看我怎么改。慢慢地，学生真正把你的精神方面的东西传承下去，包括你作报告的习惯、分析问题的思路，等等，我觉得这是最有

价值的事情。我们系的很多老先生，比如王迅先生、陶瑞宝先生等等 70 多岁，仍然在教学的第一线，他们非常享受向学生传承知识和科研与人生经验的过程。而反过来，因为我们常和年轻人在一起，不自觉地被他们感染，可以保持年轻的心态。另一方面，作为科学家，我们有义务，也很幸运，向社会传承知识和科学的精神，比如写作此文、参与科普书的创作和对公众的演讲等等。

事实上物理的乐趣很多，远不止上述十条。对于年轻的中学生和大学生朋友们，物理确实是年轻人应该做的事情。它可以让我们非常兴奋，非常快乐，可以让你去经历很多浪漫、冲动或者开心的事。而作为大学和国家的学术灵魂的重要组成部分，科学值得我们为之投入。



18  
19

ILOPE—北京光电展 V

# 北京国际光电产业博览会 暨

## 第十九届中国国际激光·光电子及光电显示产品展览会

北京·中国国际展览中心(三元桥) 2014年10月15日-17日

<b>主办单位</b> 中国国际贸易促进委员会 中国国际展览中心集团公司 中国光学光电子行业协会	<b>支持单位</b> 中国工业和信息化部 中国兵器工业集团公司 美国光电协会 德国光学、医疗精密设备协会	中国科技部 北京生产力促进中心 美国光学工程学会 财团法人光电科技工业协进会	中国科学院 北京光机产业基地 日本光产业技术振兴会 北京市市政工程总公司(集团)	中国物理学会 中国图形图像学学会 韩国光产业振兴会
---	---	---	---	---------------------------------

**承办单位**  
中国光学光电子行业协会  
中展集团北京华港展览有限公司

**展品范围**  
激光与红外产品及设备  
光电材料与元件  
光电显示及照明  
光学元件与材料  
LED & OLED & FPD  
光通讯设备