

书囊无底 岁月有痕

刘韡韬[†]

(复旦大学物理学系 上海 200438)

能够为《物理》杂志“三·八”国际妇女节专题撰稿，我感到非常荣幸。之前已读到过多位优秀女物理学家的自述文章，深受感染。虽然我的成就远远不足以与她们相比，但在整个求学与工作的经历中，也有许多令我难忘的点滴，可以伴随着一杯咖啡，在闲暇时间与读者分享。

我的父亲毕业于北京大学物理系，分配到上海进入复旦大学，之后又加入了新建成的中国科学院上海技术物理研究所。这样看来，似乎我应该顺利成章地喜欢物理、从事物理，其实并不然。我的父母亲都是爱好广泛之人，儿时家里随处是《红楼梦》、《堂吉诃德》一类的小说，以及各种画册和唱片，少数专业书籍都压在书柜的最底层，他们对孩子们的兴趣爱好也非常包容。我母亲毕业于中国纺织大学(现东华大学)，后来成为纺织行业的高级工程师，国企的总工、副厂长，但在我和姐姐心目中，她完全不是那种女强人形象，而是爱好文艺、心灵手巧、会做整套服装，甚至家里坏了什么东西都是妈妈负责修理，而物理学家爸爸则在一旁进行“理论指导”。所以在我内心深处，从来没有“女生动手能力不行”的看法，后来对实验物理的偏好也部分源于此。20世纪90年代的教育也

还没有很卷，我们课余几乎不用写作业，有大量的时间去阅读和玩耍，在这样的氛围里成长起来，导致我在选择大学专业时十分茫然，因为感兴趣的专业不少，但没有哪个特别突出。这时候，父亲第一次以物理学家的身份给我建议：如果没有特别偏爱的方向，不妨就学物理，这是所有自然科学的基础，之后想转去任何专业领域都有可能。这里还有一段小小的插曲，当我同意选择物理专业后，父亲带着点母校情结带我去参加北京大学的招生活动，但由于分数线的缘故，当年物理系不计划在上海市招生——父亲有些失望，而我则是大大松了一口气。当时的我称得上“好逸恶劳”，也不想离家太远。

高考后我被复旦大学物理学系录取，那时，“自由而无用”这一民间校训还没有流传开来，但课程的选择也确实十分自由。我之前读过些熊十力、冯友兰，于是选修了一门新儒学的课程，洋洋洒洒写了篇课程论文，赫然得到一个B，此后就不再做文史梦。不过，我对物理的兴趣倒越发浓厚。恰巧我们那一届的女生人数不少，多年来首次破十，因此非常有幸与谢希德老校长座谈了一回。谢先生曾是我父亲的老领导，为此与我多寒暄了几句，还赠给我们每人一本吴健雄先生的传记。尽管之前也见过谢先生，但这是第一次作为物理系的学生坐在她身边，听她将自己的经历娓娓道来，第一次在心中萌生了“role

model”的感觉。而翻阅吴健雄先生的传记，更像是打开了一道门，那波澜壮阔的一生令人折服。另一个印象深刻的经历是金晓峰教授的《统计物理》课程，第一次得知一个物理定理的背后会经历那么多的波折，而非大家想象中那样“灵光一闪”之后就尘埃落定。之后，我因“筑政学者”项目申请到金老师组里做科研实践，期间大部分时间在恢复一套小型的超高真空分子束外延系统(UHV+MBE)。彼时觉得有点郁闷，现在回想起来是非常好的入门训练。临近本科毕业时，我已经开始对科研有所憧憬，觉得至少要读完博士，真正去做一些研究。感谢金老师的推荐，使我得到去加利福尼亚大学伯克利分校物理系深造的机会。

在读吴健雄先生的传记时，伯克利就给我以特殊的感觉。它生气勃勃，激进而理性，自由却又严格。像每一个初次踏进这校园的年轻人一样，我怀着满满的信心，却很快遭遇疾病的打击，在最初的一两年里无法进入课题组工作。系里的几位助理对我很关照，建议过我暂时休学，不过我觉得尚有力气做助教岗，还是坚持下来先把课程学完。入学时，物理系会为每个博士新生安排一位教授(非科研导师)指点学习和生活，我很幸运被分到了沈元壤教授名下。在我患病期间，沈老师、师母汤晓琳女士、彼时在沈组做访问学者的复旦大学徐雷教授都给我很大的帮助，我一

2025-02-21 收到

[†] email: wqliu@fudan.edu.cn

DOI: 10.7693/wl20250306

CSTR: 32040.14.wl20250306

直都非常感激他们。还有我的家人，以及当时我的男友、后来我的先生，经常连续驾车五六个小时，从南加州到北加州来看望、照顾我。回想起来，我那杂乱的兴趣爱好也帮助我度过了这段低谷。当发现伯克利校园里的 Zellerbach 演出厅以及隔壁旧金山的戴维斯交响乐厅的学生票有巨大折扣之后，我便成为了这两处的常客，在音乐声中度过一个又一个的周末，令那段灰暗的时光有了几抹亮色。当我病愈后准备重拾学业时，恰逢旧金山交响乐团在艺术总监 MTT 带领下演出马勒的第二交响乐《复活》。我从未感觉《少年的魔法号角》居然如此动人，仿佛宣告在座之人——包括我——都将获得新生。

带着对沈元壤教授的感激和尊敬，我申请加入了他的非线性光学课题组。记得当我刚在学生办公室里找到座位坐下，沈老师就布置给我一个课题，估算过渡金属氧化物晶体场劈裂受表面对称性降低的影响，以及能否产生可观测的非线性光学响应。此时的我脑海中浮现了莎士比亚的那句 “It's Greek to me!”，但还是咬咬牙接受了这项任务，因为组里的师兄师姐告诉我，导师的下一个想法可能更加天马行空。我着手搜寻每一个关键词，从凝聚态物理的教科书开始，再跟着一篇又一篇的参考文献去追溯问题的起点。感谢伯克利巨大的馆藏，无数偏门的、古早的书籍，都能在校园的某个图书馆里被发掘出来。包括一本 Tinkham 当年教学时的讲义，是由打字机一行行打印出来，装订成几乎有两寸厚的“巨著”。浸泡在文献中数月后，我得到了颇有希望的计算结果，也获得了导师的认可，不过由于缺乏实验条

件，这项工作在整个博士期间都停留在了纸面上。但回想起来，这无疑是我进步最大的时段之一，尤其我对谱学方面的群论方法终于融会贯通，而不再限于课堂里“纸上谈兵”的程度，也成为后来我最为称手的科研工具之一。

之后，即便我从事的课题早已不在这个方向，我对这个领域的进展依然颇感兴趣，凡有相关讲座都会去听。一次，我了解到当时德国的 M. Fiebig 教授在用非线性光学研究多铁材料，物理图像非常巧妙，再次激起了我的很大兴趣。于是我花了不少时间阅读文献，同样是受益于伯克利的馆藏，找到了这方面的一本绝版书籍，在一次组会报告上做了一次小小的综述。尽管这与我当时的课题毫无关系，可以算是“不务正业”，导师却十分高兴，称赞我做了一个“tremendous job”。虽然在美国余下的时间里，我依然没有机会着手这方面的研究，回国时我与先生(当时他已是劳伦斯伯克利国家实验室的博后)又把那本绝版的“秘笈”借了出来，认认真真从头学习了一遍。彼时我们做梦也没有想到，七、八年后会诞生二维磁性材料这个新

领域，而非线性光学方法得以在其中大展身手。可以说没有当年的那次不务正业，也就不会有我们之后进入这个领域的契机。而我关于过渡金属氧化物表面的研究，也终于在

时隔多年后得以开展，尽管并非以最初预想的方式。回顾这段经历，这些纯由兴趣驱动、非功利化的学习，其重要性并不在有目的学习之下。如果一个人的知识结构是一座金字塔，那些看似无关的知识，或许不是脚下那块承托的石头，却也是一块一块累积起来，以它们的厚度决定了所能达到的高度。

在研究过渡金属氧化物差不多同时，导师也让我学着做一个关于醇类分子在氧化物水溶液界面吸附的研究，通过这个过程熟悉实验技术。虽然是一个训练性的小课题，实验结果却背离了导师最初的预期，而我却欣喜地发现，在学习过渡金属氧化物期间掌握的对称性原理可以解释这个看似奇怪的结果，物理图像十分清晰。小小的成就给我以鼓励的同时，让我也感觉到表面上看起来非常悬殊的课题，遵循着完全一致的底层原理。由于这个课题，我和组里做该方向的同伴也交流多了起来，慢慢对水科学这个之前从未关注过的领域产生了兴趣。某种意义上，这是门奇特的学科。当时伯克利化学系的 R. Saykally 教授是该领域重要的学者，



作者博士毕业时留影(2008年)



作者参加女物理学家巡回报告会进入中学课堂(2024年)

他在接受美国一家媒体的采访时开玩笑的提到，他的母亲为他的专业感到尴尬，因为别家的孩子正在计划奔赴火星或者攻克癌症，而自己的儿子研究的却是“水”，简直没有比这更不重要的问题了。坦白说，我最初也是这个感觉。然而一旦试图去了解它，水那清澈、透明外表下的复杂便逐渐浮现出来。当时还有一桩趣事，朱棣文教授来伯克利劳伦斯国家实验室任职，他因激光冷却获得诺奖，之后转向生物物理方向。这个领域与水密切相关，有人便问他，为什么不研究水？朱棣文教授的回答是：水太难了(water is too difficult)。这当然是个玩笑的回答，但是对于“走近”它的人来说，水意味着什么，也可从中窥见一斑。不过，也正因为水那么“难”，每当我们对水的了解更多一分，也往往能收获意外之喜。当我们找到方法，让激光穿透到原本无法穿透的水界面并获取了光谱之后，就遭逢了一场美丽的“意外”。由于这个界面十分经典，从理论到实验已有无数的研究，很难想象还有什么人们不知道的，因而我们

最初也只是将它作为实验方法的验证体系，并不期待有什么新的发现。但是，当它初次被照亮时，依然呈现出完全意想不到的性质，就像是走进一个黑洞洞的房间，突然灯光大亮，有人跳出来喊道“Surprise!”。尽管人们已经拥有了空前强大的理论工具，我依然觉得大自然的力量还是远远超出了人类的想象，这也是实验物理令我着迷的地方。虽然在很多人的心目中，实验研究相比起理论研究更像是一份“蓝领工作”，但倘若我们对自然的理解还未达到可以模拟一切的程度，实验能打开一扇门，带我们冲出藩篱。

回过头来看，从典型的凝聚态物理的课题，到典型的物理化学的课题，仿佛是很大的跨界，但在当时的课题组里，似乎没有人对此感觉奇怪。随着不断阅读文献，我不无惊讶地发现，导师的研究经历几乎涉足了非线性光学有关的方方面面。比如，当时用脉冲激光产生太赫兹的领域开始受到越来越多的关注，而当我把这作为一个新鲜事提及时，师兄告诉我20世纪70年代组里就做过这方面的研究，只是那个年代没有好的飞秒光源，用的是皮秒激光，但原理全然一致。这样的例子不胜枚举。在导师的影响下，课题组里有着这样的一种氛围，每个人在自己的课题之外都有其他感兴趣的方面，讨论问题时，会试着用尽可能简单的物理图像来解释其中共通的内核。某种程度上，当时整个物理系都有这样的一种氛围，R. Muller就很典型。身为物理学教授，他先是研究月壤，之后又一头扎进化石图鉴里研究生物灭绝的大周期，在很多人眼里估计也是“不务正业”之举，但学生们私底下都觉得他十分有趣。潜移默化之下，

我也变得习惯于这样的观点，即物理问题的内核都是一样的，具体研究什么对象，被划分到什么领域，其实没有太大的差别。当我们用非线性光学研究物质时，无论是水波上分子的纷杂扰攘，还是晶体表面步调一致的规整振动、低维世界里电子波包的碰撞……这一切现象的底层是共通的，都有着某种隐含的对称性，巧妙地融于非线性极化张量之中，在与光的相互作用中展现出来。工作后发生过一段有意思的经历，是我们在研究狄拉克费米子体系时，发现了之前从未考虑过的一种对称性元素，其电荷共轭对称性(或者说粒子与反粒子间的对称性)也显性地呈现在非线性光学极化张量里。它超出了我们早已熟知的时空对称性，是否代表着表征更多物态的新能力？这也是我目前非常感兴趣的问题。

当然，这样的习惯也会带来不少问题，事实上在申请科研项目的时候还给我造成了一些困扰，因为必须先精确定位自己的领域。一位老师曾开玩笑说：“物理的人认为你是做化学的，化学的人认为你是做物理的”，我自我解嘲：“其实我是做光学的”，听者都哈哈大笑。尽管有这类小小的郁闷，我还是庆幸能够得到很多同仁的支持，来研究自己感兴趣的问题。尤其在加入了物理学会女物理工作者委员会之后，更有一种找到家一般的感觉。其实在工作之前，我并没有对性别差异有很强烈的感知。包括在博士研究生期间，从未在导师那里听过“这个事情简单一点，交给女生”这类的话，他对我们完全一视同仁，没有降低任何要求，而这是最好的尊重。当时系里有一个 machine shop，培训研究生使用车床、铣床，考核

的内容是加工一把小榔头，而我在加工手柄时犯了一个错误，急中生智把车坏的部位改成一条饰带，被当时组里的学长开玩笑说是“girl's taste”，——大概是那期间唯一一个涉及我性别的评价。但在回国工作之后，尤其随着孩子的出生，喜悦之余也实打实体会到了身为女

儿、妻子、母亲的三重压力，感叹我之前真的过于幸运，遇到了那么好的家人、师长与同伴，然而有更多的女性同仁，她们在更早的时候就开始承受这些压力。幸而社会的氛围、女性自己的奋斗令这一切都在慢慢改善。尤其是女物理工作者委员会前辈们的努力，给了我们这

代人更多的机会，让年轻人有更充裕的时间来从事自己喜爱的事业。

絮絮叨叨，不知不觉说了很多，但又感觉有很多未尽之言，想起黄庭坚的两句诗来：要须心地收汗马，书囊无底谈未了。感谢看到这里的读者，祝愿我们都将活出想要的人生。

从迷茫到坚定的成长感悟——我的物理之路

张田田[†]

(中国科学院理论物理研究所 北京 100190)

回看走过的人生路途，我从一个迷茫困惑的少女，逐渐成长为一名信念坚定的科研工作者。一路上，我得到了师长们的悉心指导和同辈们的无私支持。在此有幸与《物理》的读者们分享科研之旅的个人体会，我感到非常的开心。希望我的成长故事，能给在物理学领域暂时感到迷茫和犹豫不决的年轻朋友们带去一些思考和启发。

大学时期：从陌生到喜欢

我的物理之路始于高考填报志愿的那一刻。当时，物理并不是我的第一选择。和很多人一样，我高考前的生活内容几乎完全被学习占据，鲜有机会去探索和发现自己的兴趣所在。因此在填报志愿时，我对自己的“第一志愿”感到迷茫。虽然不清楚自己最喜欢什么，但在排除了不感兴趣的诸多选项后，我最终选择了北京师范大学物理系(现

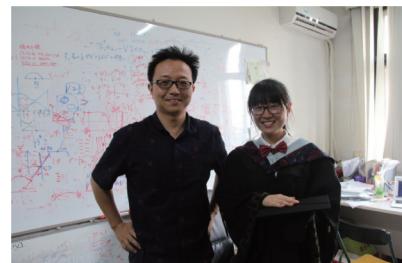
为物理与天文学院)，毕业后当一名物理教师成为自然而然的理想。与其说这是自己的选择，不如说是为了满足父母的期望——他们希望女儿能拥有一份稳定、体面且符合社会对女性价值评判的工作。

北师大物理系的课程设置科学合理，老师的讲解深入浅出。大学四年学习为我之后从事科研工作奠定了坚实的基础。然而，在最初两年里，我感受到大学课程与高中课程的巨大差异。学习高等数学，尤其是掌握微分思想后，我逐渐理解了局部线性近似和连续变化的概念，这些工具在处理复杂、动态和连续的问题时非常有效。尽管如此，我并未从力、热、光、电等基础物理课程中获得太多乐趣，尤其是电动力学让我感到难以理解。直到大三，量子力学和固体物理这两门课程的开设，才让我真正找到了学习物理的乐趣，甚至改变了我的世界观。

量子力学打开了一个与经典物理学截然不同的世界，彻底颠覆了我的思维方式。在经典物理学中，

物体的状态和行为是可以精确预测的，而量子力学则表明，微观粒子的行为是概率性的，只能通过波函数和概率密度来描述。这种从经典轨道到概率波、从确定性到不确定性的转变，不仅让我重新理解了因果律和决定论，也深刻影响了我的世界观。随后的固体物理课程，尤其是能带理论的学习，让我意识到固体材料的导电性、磁性等性质都与其电子结构密切相关。能带理论揭示了微观尺度上的奇妙秩序和复杂性，使我对世界的理解更加深入和细致，也更加关注物质的基本性质和微观机制。

临近本科毕业时，我在父母的期望(找工作)和继续求学深造之间



2014年大学毕业时，作者与量子力学老师郭文安教授合影

2025-02-23收到

[†] email: ttzhang@itp.ac.cn

DOI: 10.7693/wl20250307

CSTR: 32040.14.wl20250307