

# 量子多体中的呐喊与彷徨之七

## Editor, 我还可以再抢救一下

孟子杨<sup>†</sup>

2020-12-28 收到

<sup>†</sup> email: zymeng@iphy.ac.cn

DOI: 10.7693/wl20210109

忙于写论文、发论文的中国物理学家们，一定要具备很好的心理素质才能在行业里生存。套句时下流行的话，就是需要抱着“editor 和 referee, 我觉得我还可以再抢救一下”的心态。究其原因，与目前的评价制度(见本专栏文章《量子多体中的呐喊与彷徨之五：南方的动力学平均场》<sup>[1]</sup>)不无关系。在我们的行业中，评定帽子、经费、职称、待遇等等，其实都是在数文章，而且文章的档次有明细的区分，作者在文章中的排名和贡献也有明细的区分。一个比较尴尬现实就是，如果一个作者不是某篇文章的第一个作者或者通讯作者，那么这篇文章在被各路用人单位和专家们评审的时候，基本不能算作此人的工作，相信读者诸君中的作者和评审专家们，都会对此现象发出会心的微笑。

正是这样的现实，让有的从业人员从原本充满希望、认为自己能改变世界的年轻人，变为遭遇挫败后和在挫败中仍需继续挣扎的中年人。也正是因为这样的原因和现实，挣扎中的人们仍在努力地追求在影响因子高的刊物上发表研究论文，从 *Nature*, *Science*, 到各种所谓牛刊。行业内的诸多有识之士也都看到了这样的问题，反复撰文呼吁改变，眼前的如文小刚老师写的《感谢 PRB》<sup>[2]</sup>，刘俊明老师写的《那神一般的 PRB》<sup>[3]</sup>，以及翁羽翔

老师写的《一篇论文背后的故事》<sup>[4]</sup>，都是激浊扬清以正视听的好文章，值得大家反复阅读。但是环境的变化、心态的变化是长期的过程，到什么时候我们才能够真正心平气和地去评价一篇好的 PRB 文章，到什么时候我们才可以把在文章中打着星星、双星星、打着剑号、双剑号的作者的贡献也能用合适的方式体现出来，是一个上至体制内的成功者、规则制定者，下至挣扎中的中年人和刚刚入门的从业者，还有在门口徘徊的真诚的青年们，都要认真思考的问题。起码目前来看，还没有好的解答。

那么还是回到文章本身吧。其实尝试给高级的刊物写文章，本身就是很刺激的事情，因为这是近乎赌博的很有随机性的活动。首先要过编辑(editor)这一关，往往越高级的刊物，editor 的权力越大，也就是说，editor 可以直接拒绝文章的投稿而不是发给评审专家(referee)问意见。有的刊物，其实 90% 的投稿就是这样被 editor 直接拒绝掉的。而和这些刊物的 editor 打过交道的人们，其实也都慢慢摸出了他们惯用的一些套路，相信读者诸君中一定有不少收到过这样的八股拒信，

“In the present case, we have no doubt that your (此处 copy 文章标题或者摘要) will be of interest to fellow specialists, I am sorry to say that

we are unable to consider that these observations in themselves provide the sort of broad and arresting advances in...”

或者

“In the present case, we have no doubt that your study (此处 copy 文章标题或者摘要) will be of inherent interest to other specialists working in this field. I regret, however, that we are unable to conclude that the paper in itself represents the kind of substantial advance in general understanding that would be likely to excite the immediate interest of ...”

翻译就不必了，相信大家都可以看得懂。这里的神奇之处在于上面的两段回复是关于两篇完全不同的文章，来自两个不同的 editor，但其文字却基本相同。给人的感觉就是他们似乎只要把拒信中的“(此处 copy 文章标题或者摘要)”部分换成投稿文章的题目或者摘要，就可以直接发给作者拒掉。仿佛他们并没有，也不需要看懂文章的内容，和这些内容背后作者们几个月甚至几年的艰苦努力。这样的机械性操作，看得多了，其实暴露的是这些出版机构和机构中的 editor 们本身的知识缺陷，以及造成如此缺陷的深层商业原因。

从一个作者的角度，其实这些八股回复早就见怪不怪了。作者想看到的，是与能够看懂自己文章的

人从科学发现的角度进行交流，无论是赞扬还是指出缺点，总可以激发作者的灵感和找到新的兴趣点。只是我们面对的行业现状，使得从业人员必须能够视而不见地忍受如上所述的八股回复，然后耐心地摆事实讲道理，基本上就是对 editor 专门做一下科普宣传，然后才有可能推动文章从 editor 的手里艰难地送给 referee 评审和提意见。此处就一定要有“我觉得我还可以再抢救一下”的精神。当文章成功地送到 referee 手中，其实科学意义上的交流才真正开始，虽然 referee 的水平也有高下——而且 editor 选择 referee 也有很大的随机性，这又增加了游戏的赌博和抽奖的意味——但是如果作者足够幸运和足够坚持，大多数时候还是可以遇到真正的同行来提意见的。

一个科研课题，以量子多体问题为例，进行研究的时间短则几个月长则几年，其中的孤独挫败和兴奋激动的地方往往很难和完全没有相应知识储备的人说清楚，但话说回来，科学家、科研工作者也是人，虽然其科学的发现是客观的，但是从业人员毕竟需要有能够深入心灵的交流，有人能够回应他们的

喜怒哀乐，有人能为他们在迷惑时、低落时、骄傲时给出鼓励和批评。好的 referee report 就是这样的一种互动。

说一个具体的故事吧，笔者在前文中讲过“正交金属”的例子(见本专栏文章《量子多体中的呐喊与彷徨之四：历史的终结与最后的人》<sup>[5]</sup>)，就是通过费米子与 Z2 拓扑序规范场耦合，研究超越 Luttinger 定理的新型金属态，这样的金属态的比热、磁化率、热传导等性质都很像金属，甚至连导电性质都和金属一样。唯一不同的就是电子没有费米面。这一物理性质只能通过将电子移进/移出的探测手段才能检测得到(如隧穿电导实验、角分辨光电子能谱实验等等)。正是由于拓扑序长程纠缠，及其所导致的演生规范场这样的新概念，使我们可以设计出这个没有电子费米面的新金属态，并通过严格数值计算验证了设计的正确性(背景介绍参见《金属的油腻表叔：一个没有电子费米面的新金属态》<sup>[6]</sup>)。

这篇研究文章完成后，我们又发现其实正交金属的模型还可以进行电子掺杂，在偏离半满的情况下继续进行蒙特卡洛计算。稍微对于

量子多体蒙特卡洛计算有涉猎的读者应该都明白，对于强关联电子(费米子)模型，能够在任意掺杂下进行数值严格计算，并且有希望得到 non-trivial 的结果，都是一种求之不得的奢侈，我们自然要把如此的

计算进行下去。接下来又是几个月的计算、讨论、修改、计算、讨论、修改，直到大概搞清楚了掺杂正交金属模型的相图。我们发现，除了没有费米面和具有费米面这两种情况之外，掺杂正交金属还可以给出铜基超导系统在赝能隙区域中常见的费米弧(Fermi arc)状态，也就是断裂的费米面，如图 1 所示。

怀着激动的心情，我们准备好文章的稿件<sup>[7]</sup>，投稿给某高级刊物。不出所料，第一步就被 editor 用上面类似的八股拒了回来，好在我们早有心理准备，遂拿出“可以再抢救一下”的态度，摆事实讲道理说动 editor 送审。个把月后收到两位 referees 的评审意见，都很中肯，可以看出其中一位基本明白了我们文章的重点，提的问题是关于我们的工作和之前文献的关系等等，都有见地也容易回答。另一位提出的问题则尖锐一些，但是我们细思之下却觉得很有启发。比如这位先生/女士，提出如图 1 中的虚时格林函数数据其实只是理论上的近似，并且是在一个有限的尺度下得到的(晶格尺度  $L=20$ ，模拟温度  $T=1/20$ )，我们的结论在  $L$  趋于无穷和  $T$  趋于 0 的热力学基态极限下会怎么样呢？比如说，会不会费米弧其实是正交金属狄拉克锥掺杂之后的圆圈截面，而不是断裂的费米面，只有当温度继续降低和系统尺度继续增大的时候圆圈才会显现？这确实是一个很好的问题，我们在准备文章的时候，只顾着大谈此处蒙特卡洛计算在技术上的进展(比如此处规范场的蒙特卡洛更新牵扯到  $5 \times 5$  的矩阵元变化，而不是传统的  $1 \times 1$ ，这个很有意思)和规范场去禁闭和涌现分数化激发与它们之间的

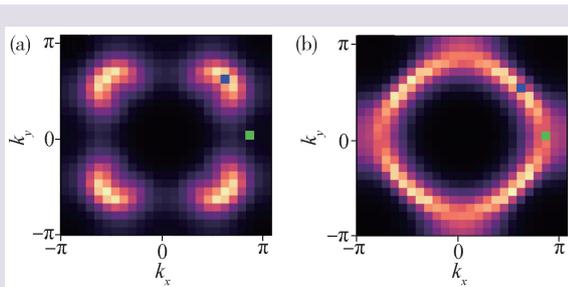


图 1 (a)掺杂正交金属模型中计算所得费米弧。图片中的区域为正方晶格的布里渊区，亮色的数据是蒙特卡洛虚时格林函数近似单粒子谱权重的结果。这里的数据显示费米面发生了断裂，违反 Luttinger 定理；(b)正方晶格普通金属的费米面谱权重，费米面完整，满足 Luttinger 定理<sup>[7]</sup>

耦合所带来的理论新意，这已经是水能载舟、亦可赛艇(exciting)了，的确没有考虑再把计算往前推进。

这样的专业问题启发我们继续完成新的计算，当然此处的量子蒙特卡洛计算复杂度是系统尺度的一个很高的幂律，起码正比于 $(L^6 * 1/T)$ ，即接近7次方的增长。所以当 $L$ 从20增长到24，温度从 $1/20$ 降低到 $1/24$ ，我们所要付出的努力最少是原来的 $(24/20)^7 \sim 4$ 倍，但是为了回答 referee 专业的问题，这样的付出我们是心甘情愿的。于是又是几个月的计算、讨论、修改，在自己计算能力能够承受的范围内，对新数据进行了系统的分析，结果如图2所示。我们首先在每个固定的系统尺度 $L$ 下，对虚时格林函数进行了温度的外插，然后再比较如是操作之下，格林函数的结果随着 $L$ 的变化。这样看起来，费米弧随着温度的降低，其单粒子谱权重不但没有减少，反而越发地明显；而且随着系统尺度的增大，费米弧的动量点并没有闭合成为掺杂狄拉克锥对应的圆圈。也就是说，Luttinger定理在这里是确实被超越了，Z2规范场和正交金属物质场的耦合，通过量子蒙特卡洛的严格晶格计算，给出了只具有部分费米面的新奇金属态，这是令我们十分激动的结果。

在 referee 问题的激励下，我们还趁势将相图又扫了一遍，发现其实在拓扑序消失的地方，也就是规范场发生禁闭相变之处，也是超越Luttinger定理的费米弧退化成遵守Luttinger定理的完整费米面的地方，系统突然具有了很强的超导不稳定性，这越发地和高温超导相图具有了在现象学上的相似之处。如

此丰富的现象，我们正在进一步探测下去。很难想象，如果没有 referee 的提问和激励，我们能否凭着自己的力量继续将这些研究成果在短時間內开拓出来，很大可能会因为我们研究兴趣的转移，而彻底忽视

此处的重要发现。这样的交流，棋逢对手，庶几触动到了彼此专业上的初心，正是作者们最受用的互动，已经超越了“我觉得我还可以再抢救一下”的略显被动的态度。当然大家也从这样一个例子中看到，为了能够进行如此的思想碰撞，作者们不得不忍受此前的种种。

总之，发表一篇论文，尤其是高级刊物的论文，其实是作者、editor 和 referees 之间的有趣互动。这里面参与者们相互角力、相互影响，和如上所述的好的情况下相互提高，都是有意思的故事。虽说是科学的问题，其实充满了人性、人情甚至烟火气，而且种种神操作往往让人哭笑不得，甚至都可以当成段子来讲。比如，有时 editor 可以伙同 referee 一边拒绝了作者的文章，一边又不停地发信过来提醒此作者帮助审理其他作者的文章，这里也有八股的套路，如

Dear Prof. xxx,

On xx/xx/20xx we sent you this manuscript for review, but have not yet received your report and, therefore, would appreciate a message concerning its status. ...We're still interested in your report. If your schedule pre-

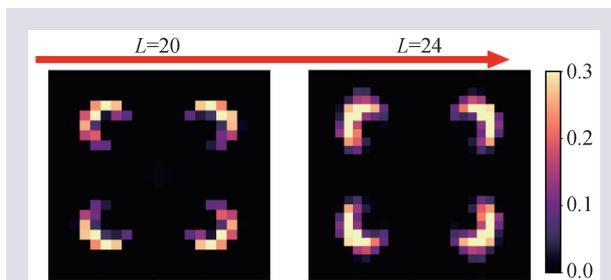


图2 掺杂正交金属模型中计算所得费米弧。左为 $L=20$ 的温度外插结果，右为 $L=24$ 的温度外插结果，从左到右，费米弧越发明显，也可以清楚地看到费米弧不是原本模型中正交金属狄拉克锥简单掺杂所产生的闭合圆圈，而确实是费米面断裂的行为

vents you from reporting, just let us know. Otherwise we're happy to give you more time. ...

这样的虐心要求，还这么客气，再想想前面提到的帽子、经费、职称、待遇等等，你敢拒绝吗？就算作者们抱定了“Editor，我觉得我还可以再抢救一下”的态度，除了老老实实照做之外，也只剩下“膜”的份儿了。

## 参考文献

- [1] 孟子杨. 量子多体中的呐喊与彷徨之五:南方的动力学平均场. 物理, 2020, 49(9):638
- [2] 文小刚. 感谢 PRB. <https://mp.weixin.qq.com/s/rhN70LyC-fIBOJ6kQ1Gn0w>
- [3] 刘俊明. 那神一般的 PRB. [https://mp.weixin.qq.com/s/KPcFKTXXTF8sASl\\_HV3eGA](https://mp.weixin.qq.com/s/KPcFKTXXTF8sASl_HV3eGA)
- [4] 翁羽翔. 一篇论文背后的故事. 物理, 2020, 49(10):701
- [5] 孟子杨. 量子多体中的呐喊与彷徨之四:历史的终结与最后的人. 物理, 2020, 49(7):481
- [6] 陈闯, 许霄琰, 臧扬等. 金属的油腻表叔:一个没有电子费米面的新金属态. <https://mp.weixin.qq.com/s/wwq5IyhW8jH6uuOovvEqpQ>
- [7] Chen C, Yuan T, Qi Y *et al.* Doped orthogonal metals become Fermi arcs. 2020, arXiv:2007.05543