
未名湖散步引出一篇顶刊论文，北大博导解决170年争议

作者：writer 来源：科学网

本文原地址：<https://www.iikx.com/news/progress/28299.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！

未名湖散步引出一篇顶刊论文，北大博导解决170年争议

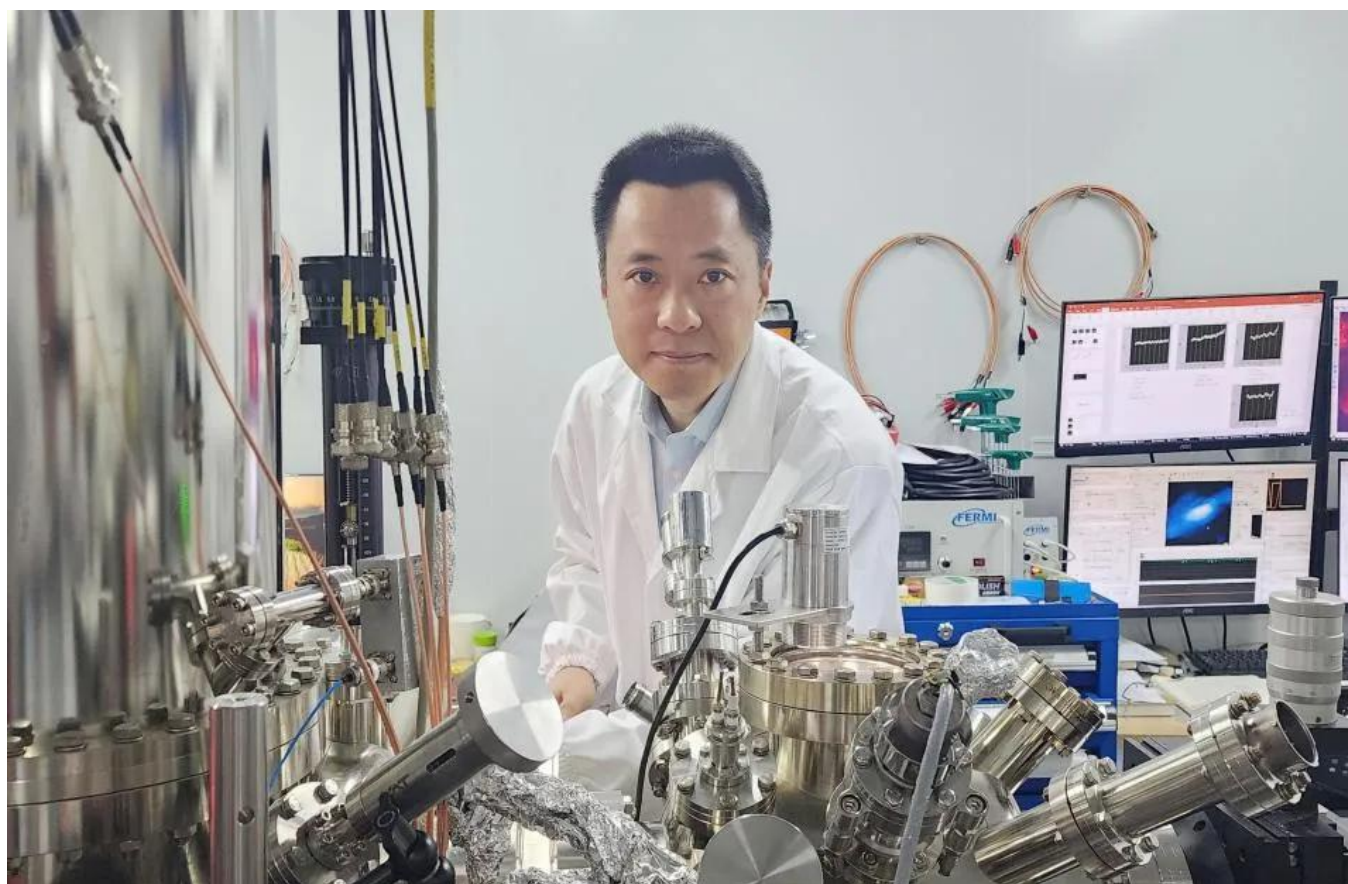
。在北京大学，未名湖已成必打卡景点，有人欣赏湖畔的杨柳依依，有人在满湖弥漫的静谧光芒中感受时光流转……但“80后”博导江颖则与众不同，他通过观察湖面，思考出一个科学问题。

冬日的一次散步，江颖发现湖面上有很多像波纹一样的涟漪，原以为没有结冰，但当用手一摸时发现表面已是固态，就连那些褶皱都是硬的。亦冰亦水的奇特现象，让江颖倍感新奇，他赶紧拍了照片发朋友圈，配文是“湖面上是水还是冰？”

很快，许多人在下面留言讨论起来，其中好几位老师都认为冰表面很值得研究。江颖回复说：“好主意，设计个实验试试！”

一个新课题就这样诞生了！

江颖带着学生开始探究冰表面到底长啥样。6年时间，他不仅自主研发出中国第一台光耦合qPlus型扫描探针显微镜，还从原子尺度上揭开了有关冰的一系列未解之谜，给出了冰表面预融化这一长达170多年的争议问题的答案。无论是研究的创新性，还是文章的完整度，都赢得审稿人一致的高度赞赏，于日前发表在Nature杂志上。



江颖

?

审稿人：这是前所未有的分辨率

冰，这个大家很常见的物质，对科学家们来说却是一块难啃的“硬骨头”。它的表面远比看起来要复杂得多，早在1842年，法拉第就提出冰表面会在0 以下开始融化的概念，围绕预融化问题的争论已持续了170多年。

持续如此之久的原因在于，现有的研究手段还无法达到原子尺度的实验表征。冰表面结构究竟是什么？这一基础问题，仍然无人解答。换言之，谁实现了冰表面的原子级分辨成像，谁就掌握了解密冰的钥匙。

江颖团队要做的第一件事，就是把大自然中最常见的六角冰在实验室里完美地制备出来。而下一步用探针进行表面的扫描，是整个环节里最难翻越的山丘之一。

高分辨的扫描探针显微成像需要尖端非常尖锐的探针，其制备通常是在导电的金属衬底上完成的。糟糕的是，冰表面恰好是一个绝缘体，因此不能在其表面进行原位针尖的修饰。

江颖在纷乱的思绪中捕捉到了一丝光亮，他提出一种方法，即在金属表面先制备好合适的针尖，然后将它转移到冰表面进行扫描。听起来很简单的一个过程，在落实的时候难倒了众人。

“把针尖从一个表面转移到另一个表面后，针尖的尖端结构以及吸附的单分子很容易变化，我们很难保证在转移过程中，这个针尖还能维持原来的最佳状态。”论文通讯作者、北京大学物理学院教授江颖在接收《中国科学报》采访时说。

“经过无数次改进，我们才开发出通用的一氧化碳分子修饰针尖技术，成功解决了将修饰好的针尖从一个样品无损转移到另一个样品的问题，可在任何绝缘体表面实现稳定的原子级分辨成像。”论文共同第一作者、北京大学物理学院特聘研究员田野告诉《中国科学报》。

在这项工作中，课题组还遇到了一个障碍。在对冰表面进行表征时，他们发现表面总是非常无序。“按理说，生长温度在零下100多度可以得到有序的晶体结构。但我们反复测量，得到的都是无序的结构，这太让人困惑了。”江颖表示。

后来他们进行了系统的变温生长实验发现，其实冰表面的预融化温度非常低，在零下153度就会开始融化，之前得到的无序结构都是融化了的冰表面，需要在非常狭窄的温度区域才能找到冰表面晶化的结构。这样的结论直接颠覆了长久以来人们对冰表面结构和预融化机理的传统认知。

江颖团队自创的一系列技术，首次在冰表面看清并定位世界上最小的原子——氢原子。冰表面原子分辨成像的实现，令很多国内外同行感到不可思议。该文章其中一位审稿人曾试图用原子力显微镜得到冰表面的结构，但依旧没能实现真实的原子级分辨图像。审稿人赞叹，这是前所未有的分辨率。

从“车间技工”开始

江颖创制顶尖设备的高超技艺并非与生俱来，相反，他花费了比旁人更多的心血和时间。

当年，在他的导师、中国科学院院士王恩哥的建议下，江颖到美国加州大学欧文分校Wilson Ho（何文程）院士课题组从事博士后研究。“王老师的战略性眼光令我钦佩，他认为这个课题组是我们做这个领域一定要去的地方。这是个非常特立独行的课题组，因为组里没有一台商业化的设备，所有的设备都是自己研发的，简直太震撼了。”

Wilson Ho说过，用别人没有的设备去做实验，得到的结果一定是最新的，而且很可能是突破性的成果。

科研设备是科学家的“眼睛”，是原创性科研成果的重要手段，其重要性不言而喻。在诺贝尔自然科学类奖项中，68.4%的物理学奖、74.6%的化学奖和90%的生理学或医学奖的获奖成果都是借助各种先进的科学设备完成的。

以扫描探针显微镜为例，其最重要的贡献就是能够对表面的原子进行直接成像，改变了人类对物质的一些研究范式和认知。它的出现，开创了很多前沿领域，例如纳米科学领域。

江颖也深知设备之于研究的意义，在美国两年博后时光，让他对搭建设备有了最深刻的体验。

一开始的处境可以说是举步维艰。“我在国内时没有经过这样的培训，我们都是用商业化设备做实验，而且做的实验也是比较粗浅简单的，与国外顶尖的水平差距很大。所以到Wilson Ho的组里后，经历了非常低迷的时期，我的能力与大家很难‘接轨’，心理落差极大。”

这条路没有捷径可走，唯有从头学，投入比别人更多的时间。江颖在工厂车间做了近4个月的“技工”。早上用软件画图设计零件，下午就拿图去车间用铣床、车床加工，晚上回到实验室组装并测试。那时候经常会出现尺寸有问题的情况，凌晨一两点再去返工，回到家时已是凌晨三四点。

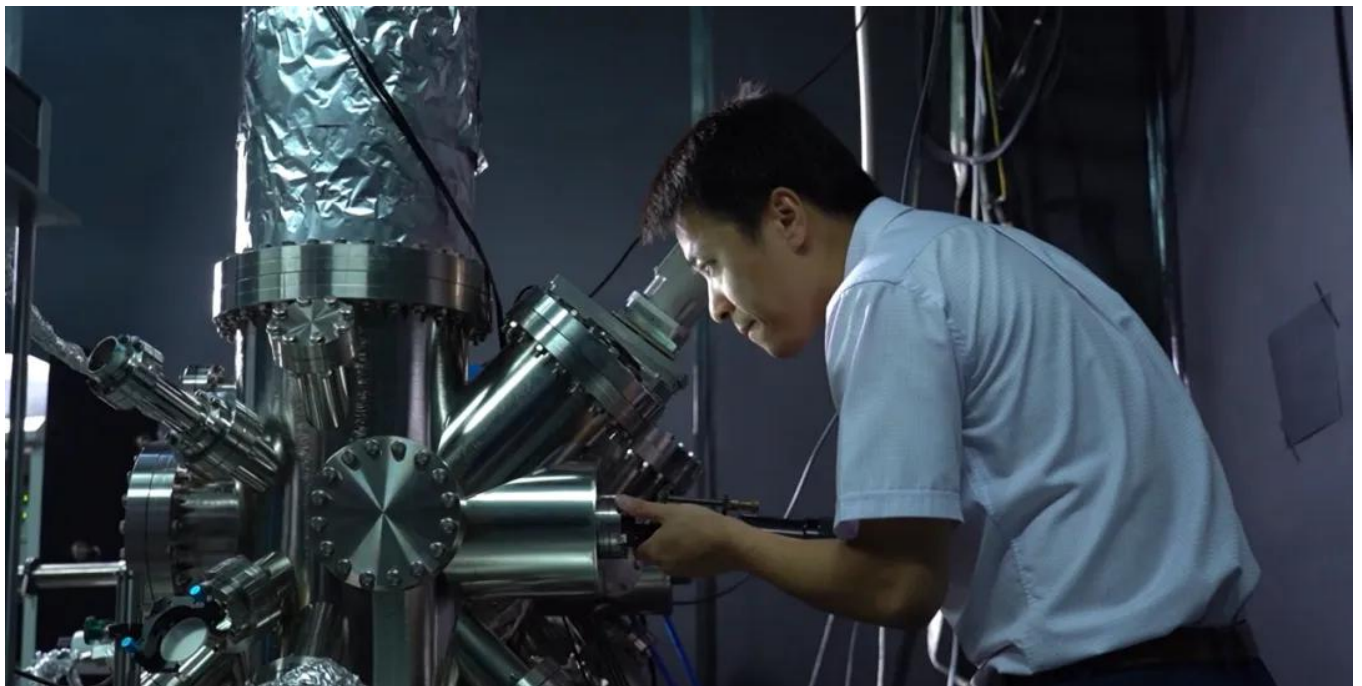
工人在加工零件时都是站着的，江颖也不例外。时间长了身体累得吃不消，于是他中途会坐下休息一两个小时，利用这点时间读文献，以尽快弥补自己在基础知识上的欠缺。

这样长时间流水线式的连轴转，对体力、脑力消耗极大，每次凌晨三四点回到家后，江颖都感觉饥肠辘辘，最方便的只有煮面。“尽管已经特别小心翼翼了，但开火煮、洗碗等动作仍难免弄出很多声响，我当时住的房子还有三四个合租者，他们经常向房东投诉。后来，我索性直接买面包充饥。”

持续磨练后，江颖的动手能力迅速提升，慢慢能跟上大家的进度。他早已习惯了夜深人静时工作的高效率，所以从“车间技工”进阶到做实验时，他依旧保持相同的作息。

做实验既枯燥又压力大。唱歌就成了最有效的解闷方式。“我和另外一个实验搭档，经常熬到实验室整栋楼其他人都走光后，将音响音量开到最大，用跑调的嗓音夜半高歌。”空荡的实验室里，一唱一和深情演绎着老歌《天高地厚》，两种截然不同的声线时而交织，时而独秀，让无数个乏味寂寥的夜也变得明朗起来。

江颖很感谢也很庆幸自己在博后期间踏踏实实当好一名“技工”，正是那几个月的魔鬼训练，让他获得了导师的“真传”，才有了搭建顶尖设备的底气。



江颖

?

造一流设备是江颖深埋心中的一个梦。但这也是一项极限挑战，江颖用了十来年时间成功制备出我国第一台qPlus型扫描探针显微镜。这个类型的显微镜是目前扫描探针显微镜家族里空间分辨率最高的，目前已实现商业化应用。

有了如此精密的设备，再加上高超的实验技术，江颖团队与合作者接连突破前沿研究，屡创新高，在不到一个月时间里，成果相继发表于Nature和Science。

基于这么多年的前线实战，江颖悟出了一个规律。当把每一个细枝末节的过程都摸清后，你会发现那些处于顶端的科研设备也并非那么高不可攀，它们其实都是各种各样的小步骤、小部件、小技术堆砌起来的，就好像拼乐高一样。这可比研究量子力学要简单得多，因为它毕竟是一种工程化技术，是非常直观的东西。“无论你要研究发明哪样全新的设备，都离不开这样一个套路。”

实验室里永不毕业的“大师兄”

导师手把手带出第一批学生后，后者又接着带后招进来的新人，这种师兄师姐“传帮带”模式是很多实验室的常规操作。但也有一个弊端，就是导师传授的精髓很可能会打折扣。

为了能把自己长久科研实践积淀的技术、经验和眼界原原本本地传授给学生，江颖始终坚守在科研的第一线，被学生们戏称为实验室里永不毕业的“大师兄”。他很像是一个游戏里的NPC，无限循环地引导着一批又一批的学生完成科研目标，最终赢得荣誉。



江颖 本文图片均为受访者提供

?

“博士阶段大家年龄都不小了，具备一定的自主性，所以很多导师会‘放养’，但江老师会特别频繁地出现在实验室，他和我们一起参与到一项研究的方方面面。在他的羽翼下，我养成了很好的思维模式，拥有了搭建设备的硬实力。”田野说。

“做实验久了难免感到枯燥和迷茫，当感觉自己做出来的数据没啥意义时，我就喜欢找江老师聊聊天，他看问题的视角和方法总能激活我那停摆的脑细胞。我们都不拿他当外人，有一回，实验进展缓慢，有点心急了，当着江老师的面就哭了，他还好言好语安慰我。”论文共同第一作者、北京大学物理学院博士后洪嘉妮说。

在与学生的相处中，这位“大师兄”也不总是如此和颜悦色，偶尔也会展现严厉的一面。当学生得到比较漂亮的实验结果时，江颖会适时地提出一系列质疑。质疑是对科学最基本的态度，江颖的“找茬”和泼冷水旨在激励学生想方设法验证结论，因为只有反复推敲、反复修正实验现象和结果，才能百炼成钢。

“我先做最严苛的审稿人，前期做实验过程中就把很多不确定的问题彻底解决，学生们在我这里先经历预审稿后，将来投国际期刊时才能更顺畅一些。”江颖说。

这套做法的有效性在他这篇文章投Nature时得到了印证。文章在第一轮评审后就被告知正式接收，这样的特例闻所未闻。审稿人对这篇文章的创新性、完整性赞不绝口，认为这是一项完成得非常漂亮的工作。

在江颖的履历上，已经收获Science、Nature等论文数篇，但他并不要求每个学生毕业前一定要有好文章，重要的是掌握实验技能，能够独立思考，将来独当一面。

科研之所以让很多人望而却步，就在于付出再多，也不一定有预期的结果。就像航行的船只，在白雾弥漫的大海上摸索前行，却不知道终点在何处。因此，江颖希望每位选择科研这条路的学生对科研都是发自内心的热爱，“只有热爱你所从事的科研方向和领域，才能耐得住出成果前很长一段时间寂寞”。

参考链接：

<https://www.nature.com/articles/s41586-024-07427-8>

作者：张晴丹 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](http://iikx.com)转发