

厉侃：科研报国，矢志初心

○祝传海



2017年，厉侃（左）获国家优秀自费留学生奖学金，与时任芝加哥总领事洪磊在授奖仪式上

成熟期的蒲公英种子，会随风飘到几十公里甚至上百公里外落地生根。如果将这些种子换成微型传感器会有怎样的有趣应用呢？

2021年9月22日，华中科技大学机械科学与工程学院教授厉侃与美国西北大学约翰·A·罗杰斯、黄永刚课题组等多所科研机构科学家的合作研究成果——仿风传种子三维微电子飞行器相关论文，在《自然》以封面文章的形式发表。

作为文章的共同第一作者，厉侃告诉记者，这一成果以风传种子为灵感，设计了一类可随风飞行的被动驱动微飞行器，能够实现无主动驱动的长时间、远距离飞行，是迄今为止人工制造出的最小飞行器之一。更为有趣的是，这些“种子飞行器”还能搭载复杂的集成电路，为未来的物联网技术提供更好的空间范围，对环境、生态研究具有重要的意义。

就在不久前，厉侃与华中科技大学黄永安团队开展飞行器柔性智能蒙皮测量技

术研究也取得突破性进展。他们首创了大面积柔性智能蒙皮传感/测量系统、大规模多元数据采集系统、大数据分析与显示系统。

虽然刚回国没多久，但是厉侃的研究没有丝毫停步，他希望回国后，与团队成员一起携手开展新一代先进飞行器智能感知研究，并进一步推动我国三维柔性结构与可延展电子的科研探索进程。

刻在骨子里的家国情怀

彬彬有礼，斯文绅士——这是厉侃给记者的第一印象。采访之后，“别人家的孩子”“学霸”“才俊”……这些关键词又接连跳出来。

厉侃“开挂一样的人生”从小时候就已经开始，2010年高中毕业凭借物理竞赛成绩直接保送清华，本科毕业于清华大学钱学森力学班，博士就读于美国西北大学，师从著名学者黄永刚院士，博士后在剑桥大学……青年科学家、海外优青、教授、博士生导师，他收获这些令人钦羡的成绩时才28岁。

1993年，厉侃出生于山东省日照市，父母都是医护工作者。中学时，受班主任的影响，他对物理竞赛产生了浓厚的兴趣，但当时学校参加物理竞赛的氛围并不浓烈。初三到高一，他开启了自学阶段。当时，学校注意到他的兴趣之后，专门划出一间教室，让他在不上课时来这里备赛。学校的资源原本很紧张，却能在未来不确定的情况下为学生创造学习条件，这令他十分感动。最终，厉侃不负众望，在

物理竞赛中取得优异成绩，并被保送进入清华大学。

在清华大学，厉侃起初选择在物理系的数理基科班学习。“军训以后，一次机缘巧合，同学拉着我参加钱学森（工程学）班的二次招生考试。”厉侃再次“幸运”地考上钱学森力学班，在清华大学打下的坚实基础，为他的科研铺平道路。

临近本科毕业，厉侃通过学校公派项目来到美国西北大学做交流学生。在这里，他第一次如此接近活跃的一流学者——机械工程系教授黄永刚院士。聪明好学的厉侃很快就得到了黄永刚院士的认可，而且还投其门下，攻读博士学位。

“金麟岂是池中物，一遇风云便化龙。”得到黄永刚老师的指导，厉侃的科研水平竿头直上。留学期间，他不仅获得国家优秀自费留学生奖金，还发表了许多具有国际影响力的论文。2017年，厉侃在《自然·通讯》上发表题为《柔性电子器件的自组装三维网络设计》的论文，文章阐述了如何用“缠绕的卷曲藤蔓”连接传感器和电路。这也是他颇为满意的一篇论文。

“以往的柔性可延展电子一般基于二维设计，比如蛇形导线、分型导线等，通过面内设计来增加器件的可延展性。”厉侃告诉记者，这些二维设计只有在无封装情况下，才能实现超高的延展性。但在实际使用情境中，这些器件都需要增加一些封装予以保护，只有这样才能防止器件在实际应用时受到外界损伤，同时也避免植入式器件的有毒部分给人体组织造成毒害。但是加了封装材料以后，此前二维设计的可延展性会变低。因此，厉侃采用三维螺旋导线设计，去替换以往的二维蛇形导线。最终，螺旋线在封装状态下，依然

可达到131%以上的可延展性。可以说，这项设计就像一个缠绕的卷曲藤蔓，可以连接传感器、电路和无线电。加之电子电路问题和机械问题也被考虑在内，物理布局将得到充分优化，比如传感器的放置、电线的长度，都会被设计得尽可能减少信号干扰和噪声。

从这篇论文开始，厉侃在三维柔性结构与可延展电子研究领域所向披靡，逐渐成长为一名优秀的青年科学家。2019年博士毕业后，他来到剑桥大学做博士后研究，方向是晶格材料的力学分析与设计，师从英国皇家科学院院士、国际理论与应用力学联合会主席诺曼·弗莱克。在不同的国家，跟随领域内大师学习，开阔了厉侃的眼界，他像海绵一样疯狂地吸收科研的养分。他说：“我希望我做的这一切，可以在日后更好地回馈、报效祖国。出国就是为了更好地回国，这可能是刻在骨子里的情怀。”

他与爱人为幼子取名“轩辕”，一则音谐母姓“袁”，二是寓意中华民族，希望孩子也能铭记中华民族伟大复兴的中国梦。

奇妙的三维柔性电子之路

厉侃多年来的科研成果中，“三维”是最高频率的一个词。而这个研究方向也是随着科研的不断深入才逐步确定的。到如今，他已经和三维柔性结构与可延展电子难舍难分了。2018年，他更是通过把工程薄膜热电材料集成到柔性三维结构中，解决了传统热电器件可延展性差的难题。

近几年来，具有能量收集功能的微型半导体设备为可穿戴技术和传感器铺平了道路。尽管热电系统的表现十分可观，但随着设备小型化趋势的加速，越来越难实

现在小型器件的冷热两端保持较大的温差。研究中，厉侃发现三维结构和薄膜热电材料有着完美的契合度。他采用热电材料单晶硅的微条带，构建出三维热电线圈互连阵列。基于此，他提出把二维薄膜材料设计成三维线圈的形式，这样就能增加它在冷端和热端的温差，不仅能有效匹配热阻、增加热电功率的转换效率，还能为这类热电器件引入柔性的特点。

在这项工作中，厉侃与合作者采用单晶硅制备了热电螺旋线圈结构——在蛇形结构中加入P型硅带和N型硅带，还给系统顶部和底部都封装上聚合物涂层，以机械方式引导组件通过压缩屈曲的方法，即可让二维蛇形结构生成三维螺旋结构。如此一来，系统就可从二维模式转为三维模式。在需要器件进行大变形拉伸和弯曲的应用中，三维线圈能提供充分的机械柔性和稳定性。这种特性使得系统非常适合在人体手腕或脚跟上应用，利用人体与空气间的温差为可穿戴电子器件供能。

事实上，这项研究成果和厉侃的“种子飞行器”也有关联，都属于三维结构应用类成果。以在热电领域的应用为例，三维结构往往具备二维平面结构无法实现的特殊性能，“种子飞行器”所展现的是三维结构在飞行器设计中能在流固耦合领域产生特殊效果。

2019年7月，厉侃以《先进材料的屈曲和扭曲成可变形的三维微观结构》为题在《美国国家科学院院刊》(PNAS)上发表论文。这也是一次关于三维结构的探索，不仅研究了三维结构的用途，还探讨了是否有更好、更有趣的三维结构，以及是否有制造三维结构的新方法。事实上，此前的三维组装方案是在均匀的基底上去

形成三维结构，而厉侃的这项研究关注的是能否将均匀基底替换成一些具有剪纸图案的基底，从而去形成新的一类具有局部扭转的三维结构。

2021年年底，结束博士后研究之后，厉侃全职回国，入职华中科技大学机械科学与工程学院担任教授。“华中科技大学黄永安教授课题组是国内柔性电子最好的团队之一，其实实验室柔性电子微纳制备技术甚至在全球都处于领先地位，这里能让我的科研更有的放矢。”厉侃告诉记者。

“在柔性电子领域，现在国外和国内已经不能简单评价谁更先进，因为无论实验条件、经费支持力度还是研究团队水平等都没有太大差异，有的仅仅是区域文化上的区别。”厉侃说，过去我国强调科研的应用导向和需求导向，但现在也开始重视基础理论研究，有些学校甚至允许老师10年不发表文章、专注基础理论研究。

值得一提的是，就在不久前，厉侃与黄永安教授团队合作，针对复杂曲面多功能电路的共形制造关键难题进行攻关，取得理论与技术进展，提出了曲面高精密电路的自愈合剪纸拼接策略，实现了柔性传感系统在复杂表面上的共形组装与应用，可以极大推动柔性智能蒙皮走向航空航天的实际应用。

“无论在国内还是国际上，我目前的研究都是一个全新的领域，希望能够通过自己和团队的共同努力，将这项研究做成一个热点，让我国的原始创新领先国际。”回国后，厉侃也在组建自己的研究团队，他希望可以帮助每一个团队成员去实现他们想完成的东西，也希望团队成员既有单兵作战的实力，又有团结协作的能力。

将甘为人梯的精神传递

如今，全职回国的厉侃有了多重身份。

他是一位科研工作者，严谨、上进、心怀梦想，期望在自己的研究领域做出辉煌的成果；他是一个新手爸爸，温柔、细腻，期待给年幼的孩子最好的宠爱；当然，他也像自己曾经崇拜的黄永刚院士一样，成了一名老师。他感恩自己在人生的每个阶段都遇到了最好的老师，也时刻铭记着恩师的教诲和无私付出，并希望将这种甘为人梯的精神传递给自己的学生。

没有见过伊利诺伊州的日出，不足以谈勤奋。回忆在美国读博的过往，厉侃依然清晰记得，黄永刚院士凌晨3点和我们一起逐字逐句修改论文的情形。

“黄永刚院士有一个特点，就是每天起床非常早，一般是凌晨3点就起来。有时候他会早起和我们一起改论文，我就不定一个凌晨3点的闹钟。”厉侃说，黄永刚院士会投入非常多时间帮助学生，而不是仅仅给一个建议。

“师者，所以传道授业解惑也。”厉侃说，当一名教师，被学生们称呼为“老师”，是责任，更是人生的修行。不过，在学生眼中，他更像一位“学长”——彬彬有礼、温文尔雅，不会让人感觉到丝毫的压迫感。但在科研上，他又非常严谨认真，像自己的导师一样，对学生的要求异常严苛。

什么是创新？“创新绝不是炒剩饭。别人做了一个工作，跟风去做，或者只是做点改动、做点拓展，这绝不是创新。”厉侃认为，创新必须是全新的方法或技术。

就拿柔性电子领域来说，近年来，我国把与柔性电子息息相关的新一代信息产

业、先进材料、生物技术、可再生能源等列为国家战略新兴产业。抓住这一绝佳的历史性机遇，实现超常规、跨越式的开道超车，而不仅仅是在别人开辟的赛道上弯道超车，就必须大力推进柔性电子学科发展，在关键领域和“卡脖子”的地方下大功夫，在前瞻性、战略性领域打好主动仗。

“做科研一定要有与时俱进的精神、革故鼎新的勇气和坚韧不拔的定力。”对于自己正在培养的这些未来科研工作者，厉侃充满信心，也给出了自己的建议：

首先，要确定自己的科研兴趣，要有内驱力，而不是让导师成天在后面“拿着小鞭子抽打”。第二，要不断拓展自身能力，具有良好的学习能力。要学会从不同学科的交叉领域获得启发，进而不断完善自己各方面的科研能力，不断学习提升认知曲线。第三，要有清晰的逻辑思维能力，无论讲PPT还是做具体的科研项目，都一定要逻辑清晰，深入浅出，千万不要把简单的问题复杂化。最后，还要培养一些业余兴趣。“要知道，工作并非生命的全部。”厉侃说，现代社会压力巨大，必须有调节的手段。有时，他也会通过撸猫、打游戏或者听音乐、看电影来放松自己。“在科研之外，也需要一些独立的兴趣来丰富生活，支撑自己。”“执着、坚守、有趣、年轻”——这是对这位年轻的“90后”博士生导师的最好注脚。

怀揣一颗炙热的爱国之心、秉承润物无声的师者风范，厉侃是一位年轻的科学家，更像一位阅历丰富的老师，在科研之路上开疆拓土，为推动我国柔性电子领域科研探索进程贡献着自己的力量。

（转自“科学中国人”公众号，2022年8月10日）