

前言

2005年7月29日，钱学森曾向温家宝总理进言：“现在中国没有完全发展起来，一个重要原因是没有一所大学能够按照培养科学技术发明创造人才的模式去办学，没有自己独特的创新的东西，老是‘冒’不出杰出人才。这是很大的问题。”

钱先生所关心的问题一直是中国教育发展的一道艰深命题，自钱先生发问之后，就一直引发整个教育界乃至社会各界的广泛关注与讨论。

作为想要探索回答“钱学森之问”的尝试，2009年清华大学成立“清华学堂人才培养计划”钱学森力学班（以下简称“清华钱班”），这是国家“基础学科拔尖学生培养试验计划”唯一定位于工科基础的试验班。清华钱班旨在秉承钱先生的创新型人才培养思想，致力于构建一个开放型的创新教育模式，以有利于学生成长为工程技术领域具有健全人格、领导力、突出创新研究和发明能力的人才，期望他们将来能够通过技术改变世界、造福人类。清华钱班的核心理念是：帮助每一位学生找到独特、特别感兴趣且天赋擅长的发展方向；引导学生的激情方向指向历史性机遇下的全球性的重大挑战问题；鼓励学生在全球范围内寻找到乐意深入指导该学生挑战重大问题的杰出、有经验的导师。

经过十三年的探索，清华钱班摸索出的“进阶式研究学习系统”已比较成熟：从本科一年级开始，通过多层次了解并参与重大科技前沿领域的挑战问题的机会，帮助学生找到内在激情与使命。通过逐级提升的进阶研究，引导同学们从被动学习中解脱出来，在导师的帮助下，开展主动学习、挑战学习、研究性学习，最终成长为科技领域的拔尖创新型人才。

为此，清华钱班对传统培养体系进行了颠覆性重塑，形成了数学、科学、工科基础、人文社科、贯通综合、科研实践等六大培养模块，以重大挑战问题为牵引，开展高度个性化的精深学习。

十三年的探索过程中，在以郑泉水院士领衔的一批优秀老师带领下，清华钱班培养了很多对重大前沿课题有激情、愿意探索、努力付诸实践进行创造性学习的优秀学子。本栏目将陆续刊登清华钱班这十三年发展中有代表性的学生故事，既是对清华钱班人才培养探索过程的记录，也是清华大学人才培养探索的时代见证。

杨权三：拥抱变化的探路者

学生记者 王金羽

钱班很多毕业生在海外深造，跨过时差进行视频通话对记者来说并不陌生，与本期主角的两次访谈也都是线上进行。不过，看见一只灰色的加菲猫在屏幕下方大摇大摆地走来走去却是新鲜。

每次猫主人都将其抱下桌子，柔声道：“你先下去玩”。黑色头戴式耳机、黑框眼镜，以及比军训式寸头长不了太多的发型，如果不是在家里穿着简单舒适些，换上一件格子衬衫，就是“教科





杨权三（后排左一）在第一届 ORIC 开题大会

书级”的标准理工男生。只见他笑起来眼睛弯成月牙，脸颊一侧有浅浅的酒窝，讲话条理清楚、不紧不慢。

钱班的进阶式科研训练体系中，最创新大胆的当属大三一整年的开放挑战性创新研究（ORIC, Open Research for Innovation Challenge）。在这个项目正式成为全体学生的必修之前，首席教授郑泉水院士和项目负责人徐芦平老师提前半年进行了“测试”，选择了两名大二学生来做“小白鼠”。本期故事的主角就是其中之一。回忆当初，他是怕被拿来比较的那一个，常常在汇报进展之前焦虑不安。怎么定义本科生科研中的个体成长与发展？比起当时当下的成绩或文章等可量化的指标，在更大的时间尺度上，或许有更多的探讨空间。

杨权三是清华大学2012级钱学森力学班的学生，本科毕业后前往美国西北大学 John A. Rogers 课题组攻读博士，研究方向是可降解的微机电系统和相关的软材料力学；2021年取得博士学位后进入美国麻省理工学院机械工程系与麦戈文大脑研究所（Mechanical Engineering & McGovern Institute for Brain Research）的 Edward S. Boyden 课题组和 Peter T.C. So 课题组做博士后，在博士研究的基础上搭建三维微纳米制造的技术平台。身为一名年轻学者，权三的谷歌学术档案中记录了他29篇学术发表，1500余次引用；其中最高引用的文章是2017年发表在《科学》（Science）的一篇关于适用于各种潮湿表面的坚韧粘合剂的研究，当时他是共同作者之一；今年6月，再次在 Science

发表文章的他，身份已经是共同一作；博士期间的核心工作，也以第一作者的身份在去年和今年接连发表于《自然》（Nature）的重要子刊 Nature Materials 和 Nature Electronics。

“挫折没什么大不了”

杨权三形容自己本科期间的学习是“中不溜秋”，从来也不是特别追求考试成绩；他的平均绩点在全班前六七名。权三一直很乐于探索，力2班主任何枫老师说他是“很自信，很有内生动力的孩子”；ORIC负责人徐老师的形容是“敢想敢干”。2014年春季学期，郑老师和徐老师选择了自信又大胆的权三和另一名钱班学生在大二下学期先行尝试 ORIC 项目，并在半年后，全体力2同学进入大三之后将 ORIC 项目全面铺开作为必修，一直延续至今。

但是如果看了权三的简历以为他的科研经历是一路开挂，或者一帆风顺就是个美丽的误会了。钱班提倡学生在科研中探索，可探索本身没办法保证每个人都会收获成功的快乐。杨权三和另一名同学当时都在郑老师的课题组做 SRT，进入大二下学期的 ORIC “测试”阶段，他们分别对两个不同的课题开展自主研究。权三从最初被选为“小白鼠”的

开心兴奋，到周五汇报的焦虑难过，只用了一个月，倍速跌落谷底。另一个发现是“谷底”可能还没有“底”。

“我最开始并没有担心，反而非常开心可以被选为两个‘小白鼠’之一做这个项目，想着大不了就没成果而已。但是两个人最大的问题是怕比较。做得都好，我觉得非常好；做得都差，我觉得无所谓。一个人做得好，一个人做得差，就会有非常大的压力。后来一到周五我就紧张，因为要汇报；汇报之后又很难过，下一周再循环。”

ORIC的设计初衷是让学生尽可能自主地进行科研训练，本科生参与科研已经是挑战了，对自主的界定会加重影响这期间的体验和难度。权三所谓“做得差”不是单从成果来看，而是期间“没有任何真正的科研思路”。郑老师定义了一个研究问题后，并没有特意安排专门的博士生来带他，杨权三凭着一点直觉单枪匹马挂帅上阵，读文献、列实验计划、测试实验设备。一个月后，他在进展汇报中遭遇“滑铁卢”。现在回忆起来，他认真地说自己当时没有“对研究的主人翁心态”。

“我自己去看其实看不懂，但最怕的是什么？不问。我就没问，就一直自己去搞。我以为这问题挺简单的，把一切都想得非

常得理所当然，然后列了一个实验计划，后来看起来都非常的不切实际，没有真正意识到里边的困难点在哪、怎么去克服，整个研究都是按照郑老师的理论框架去实施，我并没有一个主人翁心态。所以啥也没做出来。”

“大不了就没成果”是一句乐观的心理建设，经历以后能接受长时间的投入却“啥也没做出来”则需要一些勇气和时间。之前跟何老师访谈的时候，她略显心疼地讲到权三在这次“小白鼠”期间“受到了很大的挫折，很影响他的情绪”。现在的权三倒是已经全然不在意自己在这段科研中体验的挫折感，他觉得“挫折也不意味什么”，最重要的其实是“怎么应对挫折”。细数起来，那是8年前的事了，当时的自己委屈地跑去何老师办公室诉苦的一些细节他也已经记不清了。成长不在一瞬间，风物长宜放眼量。

这段科研经历于杨权三已经是过去式了，但是对于注重师生共建的钱班来说却异常宝贵，特别是ORIC项目。在ORIC的迭代设计中，钱班注重让学生的科研体验既有原创性和挑战性，还能够充分发挥自主性，并且在过程中提供方法指导与情感支持，等等。负责人徐老师回忆这一段对于学生、教师而言都非常大胆创新的探索时，格外肯定了权三“不

会被挫折打趴下”的性格。

“权三非常敢想敢干，尽管踩了不少坑，但是不会轻易气馁，总会斗志昂扬。对ORIC而言，他具有非常重要的founder effect(奠基者效应)。”

而权三回忆里那个略显威严的郑老师和黄轩宇(“无问西东”系列第一个故事主角)所形容的郑老师似乎不太重合。在第一次和权三访谈后记者跟郑老师交流了这个疑惑，郑老师直言：“其实每带完一个学生都会反思自己”。《礼记》有言“教学相长”，学生成长的背后是教师的心力和投入。第二次访谈的时候，记者把这件事告诉给权三，他笑道：“我的‘小白鼠’经历能对学弟学妹们有帮助就太好了！”

发现自己和“拥抱变化”

“无论是做科研还是做其他，不要太看重某一次挫折的影响。特别是本科生阶段的科研，有人能收获成果，有人收获不了，很多时候，不是你做得不好，可能就是各种各样的原因，非常偶然或者必然地导致了未能达到预期的完美结果。能做的是把接下来的工作做好，想做什么，就继续做。”

“小白鼠”经历只是杨权三本科期间的注脚之一，他仍旧热爱探索。进入大三后，权三和其

他同学一样正式开启了 ORIC 项目，并在何枫老师和郝鹏飞老师的课题组出色地完成了一段科研探究，把气泡引入液滴使得后者均匀沉积来抑制“咖啡环”现象，最终取得了 99 分全班第一的成绩。

钱班为学生提供了多种多样的途径去发现自己。大四的 SURF 期间（Senior Undergraduate Research Fellowship，高年级学生研究员计划，钱班进阶式科研训练其中一个项目）杨

权三在哈佛大学锁志刚教授课题组探究软材料的力学行为，正是在锁老

师的建议下决定去西北大学 John A. Rogers 课题组读博，进一步探索软材料力学和器件。

回忆本科教育，首先涌入杨权三脑海的，是钱班的人。“钱班的人都非常厉害、很多天才”。同班同学也许会带来同辈压力，也许会打开广阔世界，对于权三来说，后者就是大学本科四年的最大意义。“相比于严格的导师监督和一系列科目考试，年轻人汇聚在一起相互交流、彼此学习，会是更好的心智训练”（约翰·H·纽曼）。在钱班，权三逐渐明白很多事情并不必须汲汲争抢比

较，“这个世界非常大、空间和机会也很多，一个领域是能够容下多个人的，在自己的路上好好走下去，心无杂念才能做出更好的工作”。

在强调多元、探索的钱班，权三逐渐认识自己、认识他人。本科学习以前，学生免不得习惯于沿着他人给自己设定的计划和完成方式执行，有时候会模糊权威、家长、师长的期待和自己的

期待之间的差别，或者为了尽快取得成绩以获得他人的肯定，有意迎合外在评价体系，例如 GPA、文章发表、专利申请等。事实上，大学恰恰不应当是一段延续外在评价的时间，而是“一段特定的时光，被专门腾出来尽最大可能地培养最清晰的自我意识（self-awareness）”（卡尔·雅斯贝尔斯）。

“学生要享受一些大学生活的美好的。学有余力的同学确实应该多进行科研尝试，但是取得丰厚的科研成果并不该是本科生科研的目的。我觉得本科生做科

研最重要的是要找到科研兴趣，多尝试，多去不同的课题组逛一逛、试一试。毕竟本科生参与科研的目标不是为了攻克重大难题或者发高水平的文章，不一定每个东西都要做出成果，多做做才会知道自己到底喜欢什么、想做什么。”

权三现在的研究工作是开发一套三维高分辨率微纳米制造的技术平台，探索其在纳米光子学

和纳流控芯片方面的应用。

他在介绍时将这种等比例缩小生动地比喻为漫威电影中的蚁人。从博士早期钻研制

备工艺到开发技术平台，有学术志趣的发展，也有他自称“很俗套的原因”——“拥抱变化”。或许所谓创新，就蕴含在不断探索和发现中、潜藏在对变化的热切渴盼中。

“我现在正在做的技术平台有非常多的可能性，我也很乐意去继续探索现在这个技术平台的新应用和新场景，在未来我觉得我依然会对所有新鲜的技术感兴趣。”

学术作为“志业”

当问及迄今最满意的研究，

“这个世界非常大、空间和机会也很多，一个领域是能够容下多个人的，在自己的路上好好走下去，心无杂念才能做出更好的工作”



杨权三在猫头鹰实验室主持举办星火学术研讨会



杨权三和妻子参加博士课题组的万圣节聚会

杨权三绕开了发在 Science、Nature Materials、Nature Electronics 等极为抢眼的期刊的文章，而是选择了博四、博五期间攻克的一个技术平台问题，所整理的文章于近期被 Nature Communications 接收。尽管对于现阶段的权三而言，更顶级的期刊发表对他职业生涯发展具有更高的价值，但他认为研发能被更多人应用的技术平台是对于整个科学领域更有意义的一件事。

“这份工作真的能被别人所利用。我之前主要做器件，倾注了很多新的概念和想法，但是这些器件有较高的技术门槛，很难吸引到更多的人加入这个领域。现在我提供了一个更简单、便捷的技术平台来帮助大家做更复杂、更多功能的器件。或者说，在短的时间内，其他研究人员看到我这篇

文章，就能够通过我的技术平台来实现自己的概念和想法。未来可能会吸引更多的科学研究者加入到这个领域来，是一件对我来说很有成就感的事，同时也是对这个领域有很大帮助的一件事。”

杨权三把自己对研发技术平台的偏爱归纳为理想和兴趣。说起来源，大概要回溯到大三，当时谢惠民老师在课上说自己在做无损检测，但所使用的器件一般都比较重，不便携。课后权三兴冲冲地跑到谢老师办公室，说想把这套器件做成便携的，让人们随时随地都可以做无损检测。没想到的是，谢老师对钱班的学生还有更高的期待。

“谢老师看着我，沉默了两秒后说：‘我觉得你们钱班的学生，还是应该朝着更重大的挑战去奋斗，比如说，就像之前的科学家

们创新性地研发出原子力显微镜去观察到之前没有能力看到的微观细节一样，你们应该也要去建立一些新的技术和平台，去探索未知’。”

权三谈起自己现在的理想就是：未来能够做一些对科学挑战甚至是重大社会挑战有帮助的技术平台。而他这方面的兴趣则不全来自于理想，而是在探索和尝试中发现，相比于基本科学原理、制备器件，他更喜欢研发技术平台。权三坦言，在刚开始念本科的时候，以为所有的科研都是做科学探索的，技术研发要在工业界做，后来才发现，很多技术也必须在大学里研究。记者跟他分享了 2022 级一名钱班本科生对郑老师的提问：“现今社会，做科学重要还是做技术重要？”郑老师的回答是，“你喜欢什么



杨权三 2021 博士毕业时在密歇根湖边彩绘的岩石

最重要”。闻言，权三的眼睛又眯成了弯月牙，“我完全同意郑老师说的”。无论时代如何发展，大学培养人，终究是要“从人类基本的求知意志中获取开展教育活动的动力”(卡尔·雅斯贝尔斯)。

对于未来的职业，杨权三笑嘻嘻地畅想着大学教职的美好。言谈之间，依稀可见何老师描述的那个自信阳光的大男孩。成为大学教师对他最大的吸引力在于“可以做任何想做，有利于这个社会的東西”，他的好奇心、理想和“拥抱变化”的心态使得他希望能够尝试更多可能的研究。另一方面，权三还想成为一名可以兼顾教学、人才培养的教师。他略带害羞地说，“我还想教书、想培养学生”。在美国西北大学读博期间，权三带过不少本科生做科研，他会欣喜于后者的成长

和变化，也会从中思考。

“以我粗浅的认识来说，本科生科研应该是从自身的兴趣点出发，受日常生活的启发，进行在实验技术手段上要求不那么高的科学研究。这样的话，本科生能够大致系统性地走完整个科学研究的过程，获得科学研究的成就感，为接下来研究生阶段的重大学科挑战打下夯实的基础。”

为了解释得更清楚，权三举了麻省理工学院近期一项奥利奥饼干的研究作为例子：如果我们扭开奥利奥饼干，为何奶油夹心总是倾向于粘在某一侧的饼干上。这个研究团队的主要成员就是博士生和本科生，他们针对于这一日常生活里的普遍现象，系统性地进行了关于“牛奶最喜欢的饼干”的断裂和流动的科学研究。权三有感而言，本科生参与科研，

对问题的兴趣才是重要的，哪怕实验器材只是随手可得的几块饼干。对比他带过的本科生科研和自己经历的本科阶段的科研，他反复琢磨着措辞，希望表达出应当被重视的是探索本身的意义而不是科研课题的难易。

“对于我来说，过了这么多年，回头去看‘小白鼠’时期，可能觉得当时做的东西或许稍微有点难，但是如果表达的措辞稍微不太对，可能就变成了‘不要让本科生去做挑战性的研究’，那就容易误导别人。我不是这个意思。而且我看之前报道的本科在郑老师那里做超滑的学弟，我觉得就做得很好，你能说那课题不难吗？本科生最应该做的事情就是从自己的兴趣点出发。我自己现在和以后的科研也是一样。”

马克思·韦伯1918年在慕尼黑大学的演讲被很多学者奉为圭臬：“在我们这个没有上帝，也没有先知的时代，把学术研究工作体验成一种本来意义上的天职”。回顾杨权三的本科教育、科研经历，讨论学术是否是“天职”或许有些过于沉重了。他经历的挫折、拥抱的变化和怀揣的理想，实际上印证了好奇心本身才是探究宇宙奥秘、揭示万物规律的动力源泉。钱班十余年来致力于在本科教育中探究“钱学森之问”的破题思路，呵护、重拾对世界的好奇心正是其中之义。