

“一个也没预测到，但他们获奖实至名归”

■本报记者 赵广立 冯丽妃 李晨 张思玮 见习记者 蒲雅杰 江庆龄

“一个也没预测到，但他们获奖实至名归。”10月6日，2025年诺贝尔生理学或医学奖揭晓后，《中国科学报》直播间一时间被“爆冷”的气氛笼罩。但很快，几位解读嘉宾都认为，这项揭秘免疫平衡机制的研究值得一个诺奖，“只是时间问题”。

2025年诺贝尔生理学或医学奖授予了美国科学家玛丽·E·布伦科(Mary E. Brunkow)、弗雷德·拉姆斯德尔(Fred Ramsdell)和日本科学家坂口志文(Shimon Sakaguchi)，他们“因其在免疫耐受领域的发现而获奖”。值得一提的是，3位科学家在获得诺奖之前都是科学道路上默默无闻的耕耘者。

有些意外，但“实至名归”

《中国科学报》：对于2025年的诺贝尔生理学或医学奖，你有什么感想？

中国科学院微生物研究所研究员周旭宇：很意外。因为在2017年，这个领域已经获得过与诺奖级别相当的克拉夫特奖，该奖同样由瑞典皇家科学院授予。学界通常认为，获得此奖后再获诺奖的机会不大，当时获奖的科学家就包括坂口志文和拉姆斯德尔。

中国科学院国家纳米科学中心研究员胡志远：我从美国约翰斯·霍普金斯大学医学院博士后，去了美国西雅图系统生物学研究所(ISB)，和布伦科做了同事。布伦科得奖让我喜出望外。

清华大学医学院常务副院长、教授祁海：实至名归，可以说是众望所归，只是时间问题。尽管此前业内有不少人预测，今年奖项可能更偏向临床医学方向，但坂口志文等人的发现，其深远影响早已超越了单纯的生理机制探索。

中国医学科学院基础医学研究所教授黄波：我并没有感到特别意外。贡献最大的应该是坂口志文，这也是圈内的共识。

《中国科学报》：对于布伦科获奖且排在第一位，大家可能感到诧异，你怎么理解？

胡志远：她很擅长计算，而ISB正是以计算“起家”，在遗传数据、软件工程和计算资源方面投入巨大。从布伦科的获奖词可以看出，在2001年发表于《自然-遗传学》的一项研究中，她发现了突变小鼠的致病基因Foxp3，这个基因点对调节性T细胞是非常重要的。

他们曾默默无闻、兼职做科研

《中国科学报》：你跟几位获奖者是否有交集？他们给你什么样的印象？

周旭宇：我跟拉姆斯德尔和坂口志文交集较多，有合作，也有竞争。比如，我在美国做研究时，与拉姆斯德尔实验室有直接合作。与坂口志文则



弗雷德·拉姆斯德尔(左)、玛丽·E·布伦科(中)和坂口志文。

更多是“对手”。在投稿过程中，他经常是我们的审稿人。他是一位非常严肃、严格的科学家，对论文质量要求极高。

《中国科学报》：坂口志文身上有什么特质特别吸引你？

祁海：坂口志文是一位典型的日本科学家，谦逊、话不多，但内心极为坚定，甚至有些固执。他当年的研究最开始不被主流认可，甚至一度找不到正式的教职工作。但他笃信自己追寻的答案是存在的，无论外界如何质疑，都心无旁骛地沿着那条路走下去。

这提醒我们一个深刻的道理：重要的科学发现往往在诞生之初被视为异端，或被认为没什么意思，不是“真正的科学”。你必须要有勇气面对质疑，忍受长期的冷遇与否定。

黄波：在过往的线下学术活动中，我和坂口志文有过不止一次的交流。参加学术会议时，坂口志文总是和夫人在一起，并很客气地向别人介绍她，能感到他们的感情非常好。坂口志文的酒量不是特别大，他的学生爱帮他挡酒。

周旭宇：拉姆斯德尔和坂口志文给人的感觉完全是“一正一反”。坂口志文是一位非常低调、严谨的日本科学家，而拉姆斯德尔则是一位非常开放、热情的美国人。

坂口志文最让人敬佩的是对科研的坚持。20世纪五六十年代，免疫学界有一个很热的概念叫抑制性T细胞，但在80年代，这个概念基本上被否定，甚至被认为是“伪科学”。在当时几乎没人再相信抑制性T细胞的科研环境下，坂口志

文还能坚持做相关研究，这份定力非常难得。

在1995年那篇里程碑论文中，坂口志文发现了表面分子CD25可以作为关键标志物来分离调节性T细胞，但投稿过程并不顺利，最终发表于《免疫学》(影响因子约5~6分)。以今天的标准，这项成果的首次发表显得“平淡无奇”，但他坚持下来了。特别是坂口志文早期处境艰难，没有自己的实验室，作为临床医生还得拿出一半时间来照顾病人，只能兼职做科研。即使在那篇里程碑论文发表后，他仍备受质疑，直到Foxp3基因被拉姆斯德尔鉴定并与调节性T细胞联系起来后，才慢慢获得认可。他看起来是非常普通的人，但他做得非常出色，文章质量高、重复性好，展现了科学家最基本的态度。

《中国科学报》：拉姆斯德尔是一位什么样的科学家？

周旭宇：拉姆斯德尔性格很阳光，是典型的美国科学家。当他得到一个好数据，比如鉴定出Foxp3时，会非常高兴地跑去庆祝。我几次和他接触都是在学术会议间隙或在酒吧里。他和我的导师杰夫·布鲁斯通(Jeff Bluestone)关系很好，后来他们共同创立了Sonoma Bio公司，致力于利用调节性T细胞开发下一代自身免疫病疗法。

《中国科学报》：你印象中布伦科是怎样的人？

胡志远：我相信在此之前，很多人都没怎么听说过布伦科。首先，她不是一个热门领域的“大PI”；其次，她的确非常低调，可以说一直默默无闻。布伦科当时只是ISB一两百位“普通研究

员”中的一员。大家都是自己申请课题、找基金项目，努力在感兴趣的领域开展一些研究。她聚焦于寻找一些疾病的致病基因，后续研究也在寻找其他靶标。

解决了核心科学问题

《中国科学报》：请用通俗的语言解释一下，今年的获奖成果到底解决了什么核心科学问题？

北京大学药学院客座教授、科普作家李治中：这项诺奖成果的核心是发现并研究了免疫系统的负向调节剂，或者叫作免疫系统的“保安”——调节性T细胞，这些细胞能阻止免疫细胞攻击人体。

在人体中，免疫系统一旦识别出一些抗原就会进行攻击，正常情况下这些抗原来自细菌、病毒等外来病原体。但问题在于，免疫系统有时会识别来自人体的抗原。而调节性T细胞的作用是阻止人体的免疫细胞，尤其是T细胞攻击自己的身体。

1995年，坂口志文通过动物实验得到了一个重要发现：有自身免疫性疾病的小鼠通过移植正常小鼠的细胞就能控制体内过于活跃的T细胞。移植的正常T细胞含有一些有抑制作用的T细胞，保护身体免受自身免疫性疾病的侵害，被命名为调节性T细胞。

2001年，布伦科和拉姆斯德尔揭示了某种小鼠特别容易患自身免疫性疾病的原因。这些小鼠的一个基因发生了突变，他们将之命名为Foxp3。他们还证明，人类对应基因的突变会导致一种严重的自身免疫性疾病。

《中国科学报》：这项突破对该领域的重要性在哪里？

祁海：“不完美”的标志物CD25成了打开新世界大门的钥匙。它让全世界科学家第一次能够真正分离、富集并研究这群神秘的细胞。你可以进行功能实验，可以做细胞回输，可以验证它们的抑制能力。如果没有这个突破，整个外周耐受领域可能还要在黑暗中摸索更久。目前，这一基础发现已催生了全球超过250项临床试验。

应用前景广阔，对科研启发良多

《中国科学报》：你认为这项成果获奖的科学价值体现在哪里？

威立(Wiley)高级编辑主任雷蕾：这项工作具有非凡的科学意义，不仅深化了我们对生命基本规律的理解，更为1型糖尿病、类风湿关节炎、多发性硬化症等多种病因未明的自身免疫性疾病，提供了关键的理论解释和潜在的治疗靶点。

李治中：这让我们知道任何事情都是平衡的，不能走极端。这种平衡观对公众理解免疫系

统具有重要启示——人体好不容易才进化出这种平衡，不要盲目追求提高免疫力。

黄波：重点在于观念的转变。以往大家认为，T细胞就是发挥免疫功能，但是因为这个发现，认识到T细胞也会发挥抑制免疫的功效。这如同中国传统哲学思想强调阴阳平衡一样，机体免疫系统也需要平衡。

《中国科学报》：调节性T细胞相关研究尚未在临床应用上有太多表现，你对此怎么看？

雷蕾：目前基于调节性T细胞的疗法尚未大规模应用于临床，恰恰体现了诺奖的前瞻性。诺奖委员会并非只奖励已落地的应用，也看重科学发现的潜力。像mRNA疫苗、CRISPR基因编辑等这些最初源于基础探索的研究，如今都展现出巨大的临床价值。

李治中：一项重大发现从诞生到获得认可，往往需要经过漫长的时间考验。这项研究从发现到获奖历经了30多年——基础研究需要耐心和坚持。

周旭宇：调节性T细胞的应用其实非常广泛。比如，国内现在临床应用较多的低剂量白介素-2疗法，其科学基础在于通过调节调节性T细胞的数量和活性平衡免疫反应。

《中国科学报》：3位获奖者的故事，对当下的科学研究、对年轻科学工作者有哪些启发？

周旭宇：我感触特别深的是，要敢于面对挑战。我初到美国时，导师告诉我“Dare to do what you want to do”(敢于做你想做的事)。我特别希望年轻人能够勇于挑战权威，挑战既定的条条框框，挑战那些我们称之为“定论”或“教条”的东西。它们不一定总是对的，也许你的下一个发现，就能让你站在诺贝尔奖的领奖台上。今年这几位获奖者的经历就是最好的证明。

雷蕾：3位获奖者，尤其坂口志文在科研道路上勇气非凡。在一个几乎无人理解、无人看好的冷门领域，他敢于迎难而上，甚至“不合时宜”的问题。这种在孤寂中坚守的勇气，正是科学突破最珍贵的火种。

今天的诺奖故事，本质上是关于“平衡”的深刻寓言。免疫系统在攻击与耐受之间维持精妙的动态平衡，科研人生何尝不是如此？科学工作者同样需要在逆境中坚守信念，在浮躁中保持专注，在目标与现实、理想与妥协之间找到属于自己的节奏。

作为编辑，这次诺奖提醒我们，审稿时不仅要评估研究的即时影响力，更要判断长远潜力。无论是诺奖的评选，还是期刊的选稿，都应以更开放、更综合的视野，回应超越单一学科的全球性挑战。

科学是一场有序的接力。免疫领域已不是第一次获得诺奖，我想肯定也不会是最后一次。每一代科学家都站在巨人的肩膀上继续前行。

师徒三人拿下诺奖！只是好像给得“有点早”

■本报记者 倪思洁 赵宇彤 张晴丹 张双虎 赵广立 冯丽妃 见习记者 江庆龄

在量子力学诞生百年的2025年，这个领域又增添了新的诺贝尔物理学奖。

10月7日，2025年诺贝尔物理学奖揭晓，分别授予美国科学家约翰·克拉克(John Clarke)、米歇尔·德沃雷特(Michel Devoret)和约翰·马丁尼斯(John Martinis)，以表彰他们“发现了电路中的宏观量子力学隧穿效应和能量量子化”。

“我完全惊呆了，我从来没有想过会拿到诺贝尔奖。”当得知自己获奖时，克拉克大吃一惊。1984年和1985年，克拉克带着他的博士后德沃雷特和学生马丁尼斯，针对由超导体构建的电子电路做了一系列实验，证明了量子不仅存在于微观世界，它的奇异特性还可以在像手掌那么大的宏观系统中具象体现。

诺贝尔物理学委员会主席奥勒·埃里克森(Olle Eriksson)表示：“能够庆祝百年历史的量子力学不断带来新的惊喜，这真是太棒了。量子力学是极其有用的，因为它是所有数字技术的基础。”

“奖项似乎给得有点早”

《中国科学报》：时隔3年，诺贝尔物理学奖再次颁给了量子力学领域，你对此有何感想？

中国科学院物理研究所研究员梁文杰：我没想到宏观量子效应和能量量子化会获奖，但仔细想，它们确实是比较基础的概念，获奖也很合理。只不过，目前这两个概念在应用领域并没有实现革命性突破，奖项似乎给得有点早。这是我个人的判断。

中国科学技术大学教授、中国科学院量子信息重点实验室副主任郭国平：首先，我觉得这次诺奖比较大胆，毕竟量子计算的超导路线目前并未完全走通或一定能成功；其次，我认为这代表了西方科学界对量子计算的鼓励态度，是一种导向。

从事超导量子计算研究的匿名科学家：纯粹个人看法，我认为早了。等超导量子计算机真正落地的那天再颁发给他们，可能才是最具有说服力的。因为一旦真正实现了超导量子计算机，将直接改变人类处理信息的格局。

但这其实也正是我想呼吁的，因为我特别担心诺奖颁给超导量子计算的开创者后，大家会认为超导量子计算机马上实现，更担心别有用心者会过度炒作甚至消费量子计算机。这对我们真正做好超导量子计算的人而言是一种伤害。

复旦大学物理学系教授李晓鹏：颁奖前我在想，这次物理学奖大概率会颁给量子领域的科学家，因为今年刚好是现代量子力学诞生100周年。我没有想到的是这3位科学家，但他们绝对实至名归。我作为量子领域的科研人员，心情非常激动，也很受鼓舞。



约翰·克拉克(左)、米歇尔·德沃雷特(中)和约翰·马丁尼斯。

上海交通大学物理与天文学院教授李亮：宏观量子力学隧穿效应和能量量子化虽然是相对小众的领域，但至少属于物理学。因此，听到物理学奖颁给这个领域后，我有一种如释重负的感觉，物理学奖终于“回归正常”了。

诺奖评选近两年发生了很大变化，可能是诺奖委员会“与时俱进”的结果。今年它一方面强调基础前沿理论，另一方面又密切联系实际应用。从这个意义上讲，诺奖委员会是下了一番功夫的。

为超导量子计算发展奠定基础

《中国科学报》：能否通俗介绍一下“宏观量子力学隧穿效应和能量量子化”？这个研究有什么“用处”？

梁文杰：“量子隧穿效应”通俗讲就是崂山道士念咒语后穿到了墙的另一边，这是量子力学的基本特点。今年诺奖涉及的“宏观量子隧穿”，是说隧穿效应达到了可以宏观观测的程度，即毫米级甚至更大尺度。我们身边常见的宏观量子效应是超导体。

“能量量子化”是指能量只能一份一份地变化。就像水龙头里的水，经典条件下想调大流速，需要把水龙头开大；但如果是量子化的，比方说水流只能每秒流1立方、2立方、3立方，但想调到1.5立方就做不到了。几位诺奖得主发现宏观电路也存在量子化行为，可以借此进行精确的能量和信息传输与校准。

传统量子隧穿效应都存在于非常小的体系中，这次获奖的工作证明量子隧穿也可以出现在手里拿的器件中，且发现了其中的能量量子化效应。这一效应有可能成为未来电路的基础，即电子电路不再只依靠电子电量控制信息，而是通过宏量的电子相位相干调控来控制信息。这可能是诺奖委员会看重的。

李晓鹏：两次诺奖的领域很不一样。量子力学最初是为了解释原子、电子等非常微观的粒子行为。为2022年，3位科学家正是因为他们在单光子尺度上验证了量子纠缠现象而获奖。今年的3位得主则是在宏观器件中发现了量子力学隧穿和能量量子化。

在此之前，科学家并不知道能否在宏观的人造器件中观测到量子现象，但他们3人通过设计超导电路系统，成功观测到量子力学效应，颠覆了以往的认识。这个发现为之后超导量子计算的发展奠定了基础，谷歌现在推动的超导量子计算路线正源于此。

李亮：隧穿效应、能级量子化都是量子力学领域非常基本的物理概念，同时又和下一代量子技术密切相关，量子比特、量子计算、量子传感、量子密码等技术都从此概念出发。离开能级的量子化，所有这些量子电路的功能都无法实现。

匿名科学家：在量子力学领域，有一个自然的问题是量子力学在宏观体系中是不是也适用？他们40年前的这项实验，正是从科学角度证明了宏观体系一样遵循量子力学规律。他们在电路

中把温度、噪声等干扰降到极低水平，证明了宏观体系中存在相同的量子效应，这直接催生了超导量子计算的发展。总之，一是它有很深的物理思想，就是量子力学的适用范围；二是它促进了超导量子计算的诞生和发展。

不会因为一次诺奖就一定“前景光明”

《中国科学报》：此次获奖会给量子力学及相关领域未来发展带来怎样的影响？我国的布局如何？

匿名科学家：3位开创者虽然开辟了超导量子计算路线，但同时指出了其中的难点——如何把宏观量子体系的噪声、温度等各种干扰因素降到单量子水平，尤其是在达到一定规模后，这背后的科学问题和工程问题极其复杂。所以，我希望大家对量子计算机研发仍保持耐心，这个领域并不会因为获诺奖就一定前景光明、一帆风顺。

上海交通大学物理与天文学院教授罗卫东：今年的诺奖颁给他们，主要是因为其研究的超导约瑟夫森结展现出宏观量子性质，包括量子隧穿和量子化能级。这是我们发展下一代量子技术的基础，我认为这是建造未来量子计算机最重要的技术路线，对我国量子计算发展具有鼓励和推动作用。

李晓鹏：目前，量子计算开始从实验室走向应用，我们也在关注量子计算是否可以在一些有价值的问题上展现出应用优势，但具体落地还需要时间。现在确实是量子科技发展的大时代，获得诺奖只是一个方面，接下来肯定会引发社会各界越来越多的关注，推动量子计算从基础科学向应用发展。

梁文杰：现在主流的量子计算路径包括超导量子计算、光子量子计算、冷原子量子计算，以及硅自旋量子计算等，最接近工程化的可能就是超导量子计算。目前，中国科学技术大学潘建伟院士领导的团队对此贡献很大，中国科学院物理研究所、复旦大学等诸多单位也在这个方面贡献力量。中国量子计算在世界上有着重大影响。

荣誉不只归于“大佬”

《中国科学报》：你跟几位获奖者是否有过交集？他们给你什么样的印象？

罗卫东：最年长的是克拉克，他一直在美国加州大学伯克利分校任教。20多年前，我在该校物理系读博士时，经常在物理系楼里碰到他。他个人特征挺明显的，一个笑眯眯的高个子老头。

匿名科学家：现在美国做量子计算的人中，

许多都是克拉克的“徒弟徒孙”。克拉克很有大科学家的风范。我记得有次开会，他的学生把他围在中间，热火朝天地讨论量子计算相关问题。

德沃雷特是一个非常执着的人。记得一次在日本开会，他作完报告后我上前请教几个学术问题，他非常严谨，认真地向我问题是什么，然后才条分缕析地答复我。马丁尼斯则是一个非常活跃且思路开阔的人，关于他的“江湖传说”有很多。

郭国平：我们课题组没有与这3位科学家合作过，但早年间在几次会议上遇到过，其中马丁尼斯应该是最知名的。当年打造谷歌量子计算机，他功不可没。马丁尼斯是非常纯粹的科学家，特别专注于技术细节，对技术要求非常高，而且总能一点一点地往前走。

李晓鹏：我在一些会议上和马丁尼斯打过交道，一起喝过酒也聊过天。他是一位典型的美国科学家，对自己的研究非常有热情，也很随和，很愿意和年轻人打成一片，探讨科学问题。

我最近一次见到他是在2018年，我们聊了未来超导量子计算的发展方向。这一年刚好是一个很关键的节点——马丁尼斯领导团队开发了72量子比特的新量子处理器Bristlecone。这项工作使超导量子比特的错误率降到量子纠错的阈值，意味着未来有可能做成超导量子计算机。当时，马丁尼斯对超导量子计算机的发展表示了巨大的信心。回过头来看，超导量子计算的发展趋势和他当时的预测一致。比如2024年12月，谷歌发布了最新量子芯片Willow，不过那时马丁尼斯已经离开谷歌了。

梁文杰：师生组合获诺奖的比较少，这鼓励了所有年轻老师和学生，荣誉并不只归于“大佬”，他们3位在该成果中的贡献都得到了认可。

《中国科学报》：此次诺奖的颁发对我们有何启发？

郭国平：作为从业者，只觉得肩上的压力更大、担子更重了。

李晓鹏：我认为，国内的量子科技，包括量子计算、量子通信和量子精密测量，已经发展到与国外同样的水平。但也要承认，我国在基础科学创新、人才积累方面，与美国仍有一定差距。

罗卫东：今年的诺奖属于凝聚态物理领域。在凝聚态物理领域做科研的大部分是小团队，一个导师带着几个学生，博士后在干。很多时候，小科研团队开展自由探索型研究，也能够作出很重要的贡献。

梁文杰：我觉得，每位年轻的科研人员要找到“让自己一谈起来两眼发光”的领域，不必在意这个领域是否能得到诺贝尔奖，关键在于你是否感兴趣并且认为这个工作特别重要，值得花一辈子去追求。