

# 爱德华·威滕 物理学家 被授予数学界最高奖的

本报记者 韩扬眉 孟凌霄



爱德华·威腾(中)获得2024年度基础科学终身成就奖。

清华大学丘成桐数学科学中心供图

瘦高的爱德华·威滕拿着笔记本快步走进约定好的采访间,脸上挂着标志性的微笑。条纹POLO衫配牛仔裤的衣着,让他看上去远没有实际年龄73岁那么大。

爱德华·威滕身上有很多“标签”:

曾经的文科生——本科主修历史学和语言学,梦想成为记者或从政,曾加入美国前民主党总统候选人乔治·麦戈文的竞选团队。

获数学大奖的物理学家——1981年,爱德华·威滕证明了广义相对论中的正能量定理;一年之后,他发现了物理中的超对称与莫尔斯理论的巧妙联系;20世纪80年代末,他开创性地提出了拓扑量子场论,用物理中的量子场论技术得到低维流形中的拓扑不变量。因为这些跨领域的卓越贡献,于1990年获得数学界最高奖菲尔兹奖,是迄今为止唯一一位被授予菲尔兹奖的物理学家。

爱因斯坦的后继者——爱因斯坦广义相对论中的一个重要问题是正能量定理的证明。1981年,爱德华·威滕利用源于物理中经典超引力的思想,对正能量猜测给出了一个十分简洁而直观的物理证明。同行认为他是“爱因斯坦的后继者”。

对于这些“标签”,爱德华·威滕笑着让记者“别当真”。他坦承,自己大部分时间都在困惑中度过。而面对困惑,他会让自己休息,或者换一个简单但同样有趣的问题思考。他认为,我们大多数人应“灵活地确定目标,寻找机会,这样才会做得更好”。因为鲜有人能像数学家安德鲁·怀尔斯一样,8年什么也不做,只想证明费马大定理并取得成功。

爱德华·威滕确实是个天才科学家,但他也承认自己本科期间走了弯路。也正是这段弯路,让他发现了自己在数学、物理领域的天赋,并通过潜心钻研成为弦理论和量子场论大师级科学家。

在他看来,没有所谓从事科学研究“最好的年龄”。他自认为在44岁左右才取得了重大突破。爱德华·威滕还在不断地学习,45岁学网球、快70岁学钢琴……

接受完采访,他快步走向1公里外的会场,那里有一场关于几何分析与广义相对论的研究报告。

以下是《中国科学报》对爱德华·威滕的专访。

## 44岁左右做得最好

《中国科学报》:你在历史、政治和理论物理学等领域都有涉猎,是什么促使你作出跨界选择的?

爱德华·威滕:多数情况下,人在年轻的时候并没有意识到自己的天赋所在。如果我在本科时期就学习物理和数学,那会更容易些。但我很幸运地做出了改变。我现在做那些事情上(文科)没有那么多天赋,并意识到自己更适合物理学。

《中国科学报》:你被大家认为是天才型学者,在你的人生中,有没有迷茫、困惑过?你是如何应对和克服这些挑战的?

爱德华·威滕:首先我不会承认自己是天才(笑)。我向你保证,我大部分时间都在困惑中度过,我想几乎所有研究者都是这样的。要找到正确的问题很难。即使你找到了正确的问题,大多数时候你也不知道该怎么做。所以,大多数的情况是,早上来到办公室,一天结束了,什么都没发生。

在研究毫无进展时,我会暂停手头的工作,换一个稍微简单但同样有趣的问题。这也许会让我在无所事事的几个月后取得进展,也能帮助我更好地理解之前做的工作。就像2023年春天,我休息了一段时间后,有了一个很有趣的想法。一旦被卡住了,我就去休息。

最近,我最感兴趣的是引力和量子力学之间的关系。然而,在过去的几个月时间里,我在这方面没有取得太多进展。所以我休息了一段时间,转而研究与弦理论在特定类型时空中的行为相关的课题。

《中国科学报》:许多人认为35岁是一个年齡门槛,你认为科学研究有“最好的年龄”吗?

爱德华·威滕:每个科学家的情况都不一样,就我而言,我在1994年和1995年做得最好,而当时我已经四十三四岁了。

## 每10年就有一个亲密的合作者

《中国科学报》:你曾掀起弦理论的两次革命,请问是什么样的学术环境或个人特质帮助你取得了这样的成就?

爱德华·威滕:我很幸运能在正确的时间和地点与合适的人合作,尤其是在1994年和1995年的工作,也就是你提到的弦理论工作,部分是我和同事内森·塞伯格合作完成的。我们研究的问题不是我一个人就能解决的,所以我很可能运找到合适的合作者。

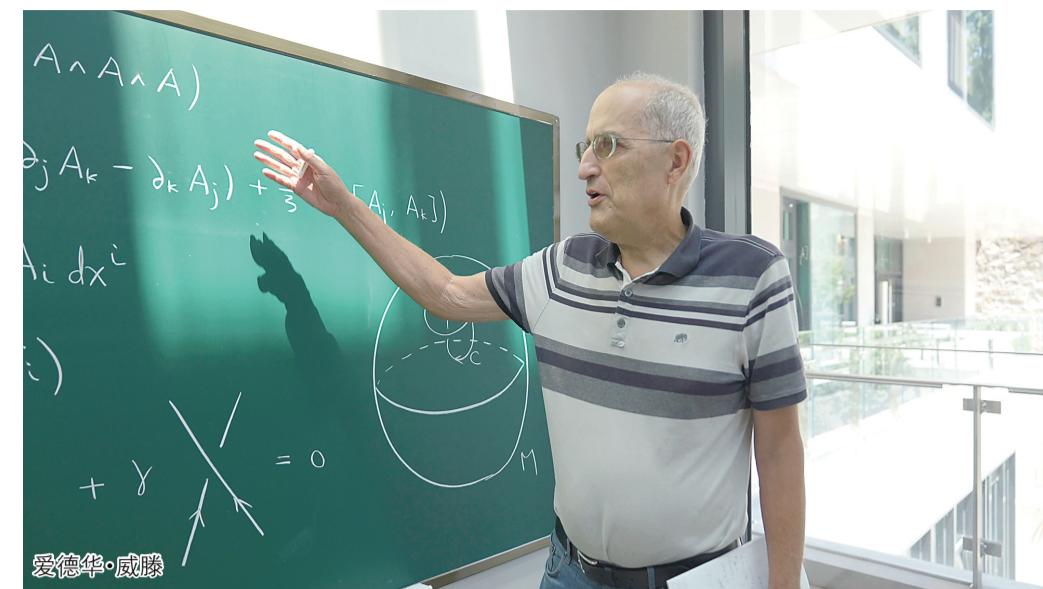
我只是发现了一些不错的线索,但有时记者们夸大的贡献,其实工作是由许多研究者共同完成的。我做研究将近半个世纪,50年里有四五个亲密的合作者,这意味着大约每10年就有一个。

《中国科学报》:你与中国科学家有过许多合作经历,比如著名理论物理学者文小刚曾在你的指导下学习超弦理论。你对中国合作者的印象如何?

爱德华·威滕:我和许多年轻有为的中国学者合作过,他们曾在美国普林斯顿大学学习过。

文小刚曾是我的学生,那时他正在研究弦理论和粒子物理学。他所做的值得关注的工作是关于弦理论中的磁单极子。实际上,我们共同获得了与分数电荷相关的发现。我认为这是一个有趣的结果。

后来文小刚去美国加州大学圣巴巴拉分校读博士后,那里有很多关于凝聚态物理与粒子物理关系的有趣研究。他在凝聚态物理方面



戚金霖/摄

最重要的工作涉及拓扑场论,这也是我参与开创的一个方向。但我只在拓扑场论在凝聚态物理应用方面做了少部分研究,主要研究是文小刚做的。

我认为文小刚是极其优秀的研究者,也是我最好的学生之一。

至于中国学者的共同特点,在很大程度上与特定的文化无关。与杰出的中国物理学家交流,就像与其他国家的杰出物理学家交流一样。

近年来,中国在理论物理领域的进步非常迅速,我相信用不了多久,中国将成为该领域的领导者之一。

## “唯一的办法就是去尝试”

《中国科学报》:不少人认为理论物理研究似乎进入了平台期,你怎么看?你觉得下一个突破口是什么?

爱德华·威滕:科学进步从来不容易。它永远需要努力工作,也永远无法保证你能取得什么成就。我们不知道极限在哪里、不知道还能走多远。要想知道,唯一的办法就是去尝试。

至于下一个突破口,最近我被问过好几次这个问题。

我的一个想法与我一直提到的量子力学和引力的方向有关,它也许是最早可能取得突破的“黑马”——在时间依赖背景下的弦理论。不过,我们对此了解得并不多,我已经琢磨了很久,但仍待突破。

我认为科学研究最难的就是找到合适的问题。你必须找到一个既简单又有趣的问题,既能让你取得进展,又能让你在解决问题的过程中有所学习。而这样的问题很难找到。

很少有人像安德鲁·怀尔斯那样,8年来什么也不做,一心只想证明费马大定理,并最终取得了成功。对我们大多数人来说,花8年时间执着于一件非常想做的事情,最终很可能一无所获。因此,对我们大多数人而言必须更加灵活,在某一段时间做自己能做的工作。

虽然有时候进步没有那么快,但如果你回顾过去几十年,就会发现确实发生了变化。

## 年轻时,尽其所能灵活地学习

《中国科学报》:在科研领域,是什么让你保持动力?

爱德华·威滕:科学研究很艰苦,但我充满好奇和兴趣。我相信,对于那些在物理和数学研究领域取得成功的人来说,虽然偶尔会感到疲倦,但保持动力并不是问题。

我的导师戴维·格罗斯曾将科研比喻为登山。意思是,偶尔我们会到达山顶,但在大部分时间里,我们都在一步一步的登山途中。虽然没有发生质变,但乐在其中。

也许10年后你问我这个问题,我会告诉你“我太累了,没时间做研究了”。但现在,我还没有失去动力。

《中国科学报》:对于有志于从事物理学研究的年轻学者,你有什么建议或忠告?

爱德华·威滕:年轻时尽其所能去学习,并且要灵活。不要对你想解决的问题抱有太多成见,要对不同的机会持开放的态度。有些人决心只解决一个问题,他们成功了。但大多数人,在大多数时候,如果能灵活地确定目标,寻找机会,会做得更好。年轻人需要应对不同的环境,对别人提出的、你想不到的新想法作出反应。

# 26岁“轮椅博士生”:我不是中国版霍金

■本报记者 沈春蕾

今年26岁的邵镇炜,体重仅有25公斤。他从小患有“进行性脊肌萎缩症”,终身与轮椅为伴,双手几乎只有大拇指和食指能动。

邵镇炜并没有因此向命运屈服。2021年9月,他以计算机技术与科学专业第一名的成绩获得推免资格,被保送至杭州电子科技大学(以下简称杭电)攻读博士研究生,研究方向为多模态数据处理和人工智能技术;2023年6月,他的研究成果发表于计算机视觉领域国际顶级学术会议CVPR 2023,被认为是国內多模态领域最早局者之一。

“今年年初做了一个轻量级多模态大模型的系列,相关论文还在审稿阶段。”近日,邵镇炜在接受《中国科学报》采访时表示,“我最近在探索与多模态大模型高效计算相关的技术。如今大模型的技术迭代非常快,我得抓紧时间做出新的成果。”

## “超越”谷歌旗下的多模态大模型

2022年,邵镇炜开始研究多模态大模型。当时,大模型研究还没有现在这么火热,和多模态信息理解相关的大模型研究则更少。邵镇炜所在课题组当时就预见了多模态大模型技术的前景,并开展了相关探索。

邵镇炜说,“我们走的是模型轻量化路线。不仅可以降低计算成本,还能让大模型的应用场景更加丰富。但轻量化并不是一件容易的事。因为要缩小参数量,很可能导致模型能力也就是智能水平的下降。”

为了解决技术上的难点,邵镇炜经常在电脑前一坐就是10多个小时,啃论文、查资料,尝试不同的技术方案。在常人看来简单的敲击键盘的动作,对邵镇炜来说并不轻松。他只有大拇指和食指相对灵活,并且每打几十个字就要停下来休息一会儿。尽管如此,他还是坚持每天工作10个小时以上。

“当时,我觉得这个课题可能要做不下去了,但邵镇炜说再给他一两周时间,他想尝试一个新方法。结果他成功了。”邵镇炜的导师、杭电计算机学院教授余宙说,“我们这项研究成果最终在CVPR 2023上发表,得到了全球同行的关注。”

邵镇炜是这篇论文的第一作者,他提出的Prophet方法为GPT等大语言模型装上了“眼睛”。

邵镇炜解释道:“我们的研究提出了名为Prophet的多模态大模型框架。通过在大型语言模型上游引入一个可学习的任务相关的视觉问答小模型,更好地激发大模型的潜力。比如可以发给系统统一张杯子的图片,然后问系统这个图片里的杯子

是什么材质、什么品牌,系统都会作出符合常识的回答。”

当时,在基于知识的视觉问答任务的评测数据集上,邵镇炜提出的Prophet方法的准确率超越了谷歌DeepMind旗下的大模型Flamingo,同时该方法所需的计算资源也大大减少。

如今,邵镇炜继续在多模态大模型研究领域深耕,希望有新的收获。

## 关上一扇门,打开一扇窗

1998年,邵镇炜出生在杭州市滨江区。

在邵镇炜1岁时,父母发现原本可以蹒跚走路的儿子竟然站不稳了。他们带着孩子四处求医,但情况并没有好转。邵镇炜被确诊为“进行性脊肌萎缩症”,肌肉萎缩,四肢无力,肢体一级残疾,没有生活自理能力。

父母没有放弃对儿子的培养。他们相信,上天在关上一扇门的同时,必定会打开一扇窗。虽然不能像同龄孩子那样四处跑跳,年幼的邵镇炜坚持和同龄的孩子一起上学接受教育。他发现学习可以让自己忘记身体的缺陷。

由于学习成绩优异,邵镇炜被保送进入杭州市长河高级中学读高中,并在高一的那个暑假自学了微积分的相关知识。上中学以来,邵镇炜发现自己很喜欢物理。2017年高考,邵镇炜考了644分,以第一名的成绩被杭电计算机专业录取。

这里还有一个小插曲。因高考几分之差,邵镇炜与浙江大学失之交臂。但在杭电的求学过程中,他发现杭电计算机学院也许是更好的安排。学校不仅给他一间单独的寝室,还安排在一楼,方便他妈妈陪读,并为他安装了能一直通到他寝室门口的斜坡。

邵镇炜告诉《中国科学报》:“在辅导老师的号召下,杭电的同学们自发地为我组建了一个志愿者团队。他们每学期都会提前统计好我的课表,接力帮助我上下楼梯,提供力所能及的帮助。这让我非常感动。”

一路走来,导师余宙是邵镇炜科研路上的重要领路人。

“本科期间,我参观了余老师的实验室,并跟着余老师连续上了3年的课。后来在申请保研的时候,余老师还推荐我去浙江大学面试,并给了我一颗定心丸——‘如果浙江大学进不了,我们实验室永远欢迎你’。”邵镇炜说,“如果去浙江大学读研,因为科研方向不同,可能我就没有机会接触前沿的人工智能,也不可能投入大模型的研



邵镇炜担任杭州第四届亚残运会火炬手。

受访者供图

究。实际在我第一次见到余老师的时候,命运就已经作出了安排。”

## “我只想努力做好自己”

本科期间,邵镇炜连续6次获得学校一等奖学金、两次浙江省政府奖学金、一次国家奖学金,并在各项比赛中多次取得好成绩,争取到保送的机会。2023年,邵镇炜还担任了杭州第四届亚残运会火炬手。

在杭电计算机学院,邵镇炜是很多同学口中的“大神”。在进入杭电前,邵镇炜就获得了来自社会的很多关注和赞誉,甚至被冠以“中国版霍金”“少年版霍金”等称号。对此,邵镇炜郑重地说:“我不是中国版霍金,我只想努力做好自己。”

接受采访中,邵镇炜向《中国科学报》介绍了更多跟计算机、大模型相关的内容,并耐心给记者做了相关的知识科普。他和所有计算机技术的研究人员一样,希望可以做出更多领先的技术成果,希望这些技术成果可以帮助更多人。

2023年12月,邵镇炜负责的“望闻医聊——基于医疗大模型的数字家庭医生”项目,获中国国际大学生创新大赛(2023)金奖。他从自身提出的Prophet方法出发,希望能够利用好大模型技术,助力智慧医疗走进千家万户。

再过两年,邵镇炜将迎来博士毕业并找工作。他希望可以继续留校做喜欢的科研,但他也坦言自己与留校的要求还有差距。他需要继续努力,才有可能讲述一个完整的科研故事。