

在北京大学吕志和楼（生命科学科研楼），多数实验室里尽是肉眼可见的物理实体：高灵敏度的显微镜、精密的多通道电极、小鼠行为箱，以及发出此起彼伏蜂鸣声的仪器。

唯独 404 室是个例外。

推开门，里面没有试管架，也没有生物样本冰柜，只有一架架书籍。疫情期间，吴思一口气搬来 17 本数学书，涵盖微分几何、信息论、群论等领域。

“我是整个吕志和楼，甚至当年在中国科学院神经科学研究所（以下简称神经所）也是唯一

一个纯做理论、完全不做实验的人。”57 岁的北京大学心理与认知科学学院教授吴思说。在高度依赖实证数据的脑科学界，这个角色曾被戏称为“纸上谈兵”。

这些年，他常被认为在做某种数学游戏。他押注了 20 多年的那套数学模型，直到最近几年才迎来实验证据的印证。

这位理论物理学博士出身的计算神经科学家，从未被既有的学科边界束缚。他想弄清那个困扰了他数十年的核心问题：大脑究竟如何产生智能。

贴满纸条的墙

吴思的学术轨迹极具跨越性。从北京师范大学获得理论物理博士学位起步，他先后在香港科技大学、比利时林堡大学、日本理化学研究所、英国谢菲尔德大学与萨塞克斯大学任职；2008 年回国加入神经所，此后又先后任教于北京师范大学与北京大学。在北京大学期间，他从最初人职的信息科学技术学院转到了目前的心理与认知科学学院工作。30 年间，他换过近 10 个工作单位，足迹遍布欧亚大陆。

在外人看来，这是一段频繁跨界、颇为折腾的历程，吴思却不以为意：“其实根本没变。30 多年来，我关心的核心问题从未改变。改变的只是解决它的路径，我一直在解构大脑寻找合适的研究手段。”

关键的转折发生在 1993 年前后。当时正值读博后期，吴思在中国科学院生物物理研究所图书馆的一本国外科技期刊上，首次读到了关于人工智能的介绍。

“一下子眼前一亮。”30 年后再回想，吴思依然眼神发亮，“如果能用物理和数学的严谨逻辑去解构大脑如何产生思维与智能，那将是何等壮丽的事情。”

博士毕业那年，香港科技大学物理系招聘从事人工神经网络研究的博士后。吴思几乎没有犹豫，背上行囊南下。这一步在当时并不明智。20 世纪

唯一不做实验的人

人并不认同，认为这只是数学游戏。”

2008 年，吴思决定回国全职加入神经所，担任神经信息处理课题组组长。那是一个以电生理学、分子神经生物学和动物行为学为主导的研究机构。作为全所唯一纯做理论与数学模型的课题组组长，吴思的定位显得十分特殊。

不过他适应了这种环境。他积极参加学术报告会，参与实验室讨论，深入了解数据的产生过程与实验的局限性。“要做计算神经科学，必须置身于真实的神经科学环境中。”他说。

在神经所期间，吴思继续将主要精力投入到一个相对冷门的方向——连续吸引子神经网络。这是他从日本开始就押注了一生的研究方向。

这个概念看似抽象，但在现实中很常见：第一次在线上见到一个人，下一次线下见面，对方换了衣服，发型也变了，你仍可能一眼认出来。输入变了，人脑却能还原出相对稳定的“这个人”。

吴思解释，这正是大脑神经网络工作原理的核心所在。连续吸引子神经网络试图描述这种机制：神经元相互连接与影响，网络从不同初始状态出发，最终收敛至某个稳定状态，犹如水流汇入低洼处。这一状态可对应一段记忆、一项判断或一个特定对象。

他与甘利俊一、香港科技大学教授王国彝共同提出了 WAW 模型，并开

一生一题

从理论物理跨界的吴思，身上始终保留着一种物理学家式的“大一统野心”。

在他看来，当下的脑科学正处于突破的前夜——类似于 17 世纪牛顿力学建立前夕，或是 20 世纪初广义相对论诞生的时期。

“现在的神经科学，实验做得很精细，积累了天文数字级别的数据，但绝大多数研究仍停留在碎片化的经验归纳上。”吴思说，“你测了一个脑区，他记录了一组神经元，大家各说各话。”

建立脑科学的系统性理论，核心瓶颈在于缺乏有效的工具。

为此，吴思作出了两个重要决定。

第一是下场造底层轮子，搭建底层基础设施。吴思团队完全自主开发了一套兼具生物机理仿真与类脑机器学习的通用计算平台——BrainPy，并将其开源在全球计算神经科学界共享。

面对考核压力，花几年时间去打

磨一套既不能立即写出优秀论文又极其消耗心力的开源软件，可能看起来近乎“不智”，但吴思坚持认为这是理论学者的天职。

第二是借鉴人工智能大模型经验，构建脑工作理论的大模型。为了提升理论素养，他重新系统性研读了数十本数学著作，涵盖信息几何、现代拓扑学、微分流形以及近世代数与群论等领域。遇到复杂的推导细节，他甚至会向比自己小 30 岁的博士生请教。

这也就解释了他为何在疫情期间买回 17 本数学书。

面对大模型的快速发展，吴思保持着客观与冷静。

十多年前，如果让他为人工智能最难突破的能力排序，语言会排在前面。在他的理解中，语言曾经是人工智能领域的“皇冠”。它依赖语境、隐喻、长期学习，也包含大量关于世界的经验。

让他意外的是，这项能力却率先

被语言大模型突破了。

他并不认为这就等同于完整的人类智能。人类每天习以为常的许多能力，机器依然难以掌握。“即便是刚刚学会爬行的婴儿，在移动、抓取物体、理解物理因果关系的过程中所建立的世界模型，也异常复杂高效，而这才是通用智能的关键基石。”

吴思选择继续深耕自己的领域。对于长期形成的科研节奏，他早已习惯。近年来，其团队的研究成果逐步涌现，仅在今年上半年，团队就在《自然》《自然 - 通讯》及 ICML（机器学习领域国际性大会）等平台发表了多项研究成果。

“一个人一辈子能做的事情非常有限。”吴思说，“我很幸运，30 多年前就找到了值得专注一生的课题——以连续吸引子网络为基础，解密大脑的工作原理。既然确定了方向，走下去便是。”

走“天路”，不迷路
他带领团队建立地月导航

■本报记者 甘晓 通讯员 刘如楠

“开始导航，全程一共 10 公里，大约需要 10 分钟……”导航软件里的这句开场白，人们再熟悉不过。如果把 10 公里延长至 38 万公里，需要多长时间？又该如何规划路线？

中国科学院空间应用工程与技术中心（以下简称空间应用中心）研究员、地月专项党支部书记王文彬在 2017 年底，就曾思考过相关的问题。当时，他边读博边工作，在中期答辩后，毅然决定更换研究方向，全力投入地月空间天基测量与定轨导航的研究。

如今，王文彬博士论文中的设想与方向正在逐步成为现实。空间应用中心地月空间探索团队构建起地月空间大尺度三星星座，实现了地月空间快速定轨导航，比传统定轨效率提高 1 个数量级。今年，王文彬被评选为中国科学院优秀共产党员。在他看来，这份荣誉更像一种鞭策：国家需要在哪里，科研方向就定在哪里；任务最难点在哪里，党员就先站在哪里。

中期答辩后，毅然更换课题

38 万公里，是地球到月球距离。要在这么大的空间尺度上进行精确导航定位绝非易事。

目前，月球和深空探测的导航定位主要依赖地基大口径天线。也就是说，信号基站固定设在地球表面，由地面站进行信号处理和发射。由于地球自转较慢，地面站对月球探测器的观测视角变化慢，定轨效率低，往往需要以天为单位积累观测数据。嫦娥月球探测、天问一号火星探测都是这样。

信号基站如果设立在近地轨道卫星上，每 1.5 小时就能绕地球一圈，从而频次更高地“看到”目标航天器。这样一来，目标航天器的导航定轨效率可提高 1 个数量级以上，比如原来航天器需要 24 小时才能更新一次位置信息，利用天基测量定轨只需要 1.5 小时就可更新一次位置信息。

“随着地月空间开发与利用热度的不断提升，可以预见，未来将有大量航天器进入地月空间，甚至在月球表面着陆探测。因此，提高定轨导航效率势在必行。”王文彬说。

这些是王文彬博士论文的重要内容。那时，恰好是他的导师、空间应用中心研究员高扬思考探索地月空间远距离逆行轨道（DRO）战略价值的时期。

王文彬至今记得 9 年前更换课题的场景。会议室里，高扬拿着笔记本电脑，给大家介绍他关于地月空间 DRO 的最新思考：地月空间中的这条特殊轨道，处在势能高地，去月球、深空都省力，有潜力成为“太空港口”。

这条轨道究竟在哪里？如何在广袤空间中把它计算、确定下来？如何对该轨道上的航天器进行定位导航？这些正是王文彬感兴趣的问题。“我一下子就被吸引了，联想到未来能够在月地空间甚至深空中进行精确导航，这是国家战略需要，将会有广阔的前景。”他说。

这时的王文彬，已在空间应用中心工作 8 年。他从头参与了“天宫二



王文彬

受访者供图

号”载人航天科学实验空间实验室的立项、工程研制、在轨数据处理等任务，已经积累了扎实的理论基础和工程经验。

就这样，王文彬搁置研究过半的博士论文课题，从头开始进行天基测量与定轨导航的研究。作出这个选择，他不是没有权衡过，但在他看来，科研工作不能只算个人学术账，更要算国家战略账。国家在地月空间有需要，他就愿意从已经研究过半的舒适区里走出来。

论文中的构想成为现实，走“天路”不迷路

2022 年 2 月，中国科学院启动实施 A 类战略性先导科技专项“地月空间 DRO 探索研究”。

2024 年 2 月 3 日，专项首颗试验卫星 DRO-L 成功进入太阳同步轨道。2024 年 3 月 13 日，DRO-A/B 双星组合体发射升空。不料，长征二号丙运载火箭 / 远征一号 S 上面级飞行异常，把双星组合体“甩”入远地点仅 13.4 万公里的“绝望轨道”，远低于预先设计的 29.2 万公里。

接下来的 123 天时间里，地月空间探索团队实施 5 次轨道机动、5 次轨迹修正、3 次日月引力借力，以传统方案约五分之一的燃料消耗，让“负伤”的双星历经近 850 万公里旅程——相当于在地月之间走了 11 个来回，最终于 2024 年 7 月 15 日准确进入预定任务轨道。

DRO 卫星抢救与轨道重构是一场硬仗，地月专项党支部核心成员勇挑重担，迎难而上。王文彬进行组织保障、统筹协调，在凝聚团队中发挥重要作用。

2024 年 8 月 28 日，DRO-A/B 双星组合体在 DRO 成功分离，双星互相拍照。王文彬屏息注视着传回的珍贵图像，这是他第一次真切看到这对“负伤”卫星的样子：DRO-A 卫星的太阳翼呈近 90 度弯折，DRO-B 卫星的太阳翼如折断的翅膀，却在深空背景下倔强舒展。

“负伤”的卫星大大增加了开展在轨技术试验的难度。王文彬带领团

归根结底，我们要打造年龄梯队，区别科研方向，避免同质化竞争。这样团队才能最大化地发挥能动性，越来越好。

队精准设计三星建链试验方案，抢在 DRO-A/B 星同时满足能源的宝贵时间窗口期完成建链，成功实现首次地月空间三星星座组网试验，成功完成天基测量快速定轨新体制的在轨验证，比传统地基测定轨效率提高 1 个数量级。

至此，王文彬博士论文中的构想终于成为现实。即便是第一次造访地月空间的航天器，在天基定轨导航的帮助下，也变成了“识途的老马”。

“我们未来的目标是不断提高定轨导航效率，让其更加精准，使深空飞行也能像地面行驶那样轻松自如。”王文彬说。

“团队型”人才如何带团队

在王文彬看来，自己属于“团队型”人才。“高扬老师作为部门主任，负责顶层设计，我作为部门副主任、地月专项党支部书记，是第一执行人和带头人，既要科研工作中积极承担抢占科技制高点的具体任务，在工程任务中勇于担责，又要召集、团结整个支部、整个团队的力量。”他说。

“为了保证科研任务实施，我们就地在云南天文台开展支部活动，组织大家到一线参观学习，有人参观之后连声说‘深受感动’。”王文彬说，“管理并不一定要靠行政的力量去驱动，也可以以工作带团结、以党建促业务。”

曾经在工程任务报奖中，高扬推动功揽过，把第一排名让给王文彬、第二排名让给合作单位，只把自己放在第三位。这让王文彬深受感动。如今，有了“挑大梁、当主角”的机会，王文彬也选择把年轻人推上去。

地月救援和在轨试验中，地月专项党支部的学生也发挥了重要作用：4 位“95 后”研究生参与计算备份轨道入轨参数及开环自主导航与时间同步程序；1 位“00 后”研究生复核每次控制参数……甚至一些工程任务、科研项目子课题的负责人，也是由优秀应届研究生担任的。

“归根结底，我们要打造年龄梯队，区别科研方向，避免同质化竞争。这样团队才能最大化地发挥能动性，越来越好。”王文彬说。

看“圈”



张平文
获第十一届苏步青应用数学奖



李建成
任中南大学人工智能学院院长

日前，在甘肃兰州召开的中国工业与应用数学学会第二十四届年会开幕式上，中国科学院院士、武汉大学校长张平文获颁第十一届苏步青应用数学奖。

张平文主要从事复杂流体的数学理论和计算方法、大数据分析与应用等方面的研究。他先后获得国家自然科学奖二等奖、何梁何利基金科学与

技术进步奖、冯康科学计算奖等。任武汉大学校长以来，张平文推动学校数学与智能相关学科的交叉融合。2023 年 11 月，武汉数学与智能研究院成立，张平文担任院长。

苏步青应用数学奖设立于 2003 年，旨在奖励在应用数学研究及推动应用数学发展方面作出杰出贡献的个人。每届获奖者不超过 2 名。

主创新的理论与技术体系，使我国在该领域的研究达到国际先进水平。

中南大学人工智能学院将与湘江实验室、中南科创港、中南大学粤港澳大湾区高等研究院协同发展，构建“前沿研究—平台支撑—产业落地”的协同创新闭环，打通科技成果从实验室走向产业化的“最后一公里”。

栏目主持：雨田



万逢义
加盟浙江大学



李建成
任中南大学人工智能学院院长

日前，美国约翰斯·霍普金斯大学公共卫生学院教授万逢义全职回国，加盟浙江大学，出任求是讲席教授。

万逢义 1999 年本科毕业于武汉大学，2003 年在中国科学院生物物理研究所获生物物理学博士学位，2004—2010 年在美国国立卫生研究院从事博士后研究。此后在约翰斯·霍普金斯大学开启独立科研生涯，历任助理教授、副教授和教授。

万逢义的研究聚焦于宿主 - 病原菌 - 肠道微生态互作在肠道稳态调控、炎症反应及肿瘤发生中的核心机制。其近期两项标志性成果——母乳补体调控新生儿肠道微生态和短暂移行性肠道感染驱动结直肠癌发生，为该领域的核心机制提供了新的理论框架。