中国科学报



受访者供图

"仰观宇宙之大,俯察品类之盛。"面对浩瀚 广袤的宇宙,令人类总有无限遐思:人类怎样奔 月? 火星上是否存在生命? 太阳系的其他小天体 上藏着哪些秘密?

为了揭开这些秘密,人类将探索的目光投向 深空。

"深空探测是人类航天活动的重要组成部 分,常指对月球及月球以远空间的探测活动。"北 京理工大学宇航学院教授崔平远表示,这是人类 了解宇宙、认识太阳系、探索地球形成与演变的

从 1999 年的意外结缘算起,崔平远已在深 空探测领域耕耘20余年,带领团队取得多项突 破性成就。我国航天事业走向深空的每一步,都 有他的身影。

日前,崔平远因对中国航天事业作出的突 出贡献,荣获中国航天基金会奖"钱学森杰出 贡献奖"。

"吃螃蟹的人"

"21世纪将是世界航天活动蓬勃发展的新 世纪。"1999年,中国工程院院士、时任国家航天 局局长的栾恩杰访问欧洲后,勾勒出"大航天"的

平远:亲厉深空探测每一程

■本报见习记者 赵宇彤

新蓝图——将空间技术、空 间应用和空间科学统一纳 人国家航天发展规划体系。

当时,欧洲正在论证 实施'智慧-1号'月球探 测任务和'罗塞塔'彗星探 测任务,而国内航天的注意 力还在运载火箭和人造卫 星上。"崔平远回忆道,深空 探测作为一个极具挑战性 的前沿领域,吸引着全球目 光,而我国在该领域却近乎 一片空白。

我国不能错过这场探索浪潮。栾恩杰思考良 久,决定着手部署我国深空探测领域首个研究任 一"远程空间非合作性飞行体的会合与附着 问题研究"

这项艰巨的任务该交给谁呢?

栾恩杰将目光投向了哈尔滨工业大学。时任 哈尔滨工业大学校长杨士勤和科技处处长张华 左思右想,决定让留学归来的崔平远试一试。

"国内深空探测是全新的方向。当时我刚刚 留学回来,还没接手具体的科研项目,大家可能 知道我做事情比较认真。"崔平远笑了笑,"我那 会儿不知道什么是深空探测,也挺好奇。这样的 任务对年轻人来说是难得的机会,我就接下了。 崔平远就这样踏入了深空探测领域。

1999年10月,崔平远带着两名博士生到北京 汇报工作。不过,说是汇报,实际他们三人对深空探 测一无所知。"不知道深空探测是什么、该怎么做, 我们只能提前两天赶到北京'扫扫盲'。"崔平远说。

忆及 20 多年前的科研启程, 崔平远说:"小 天体分两类,分别是小行星和彗星,质量小,引力 更小,怎样在复杂的空间环境中,实现对非合作 目标的可靠附着,是最大难题。

1998年,美国宇航局发射深空1号探测器, 旨在验证未来深空探测所需的 12 项空间技术。 崔平远敏锐捕捉到了机会,自动控制专业出身的 他,决定从自己最熟悉的领域切入。

"我们结合自身需要,确定了深空探测任务 的轨道设计、自主导航和自主管理三个方向。"崔 平远说,找到切入点后,他和团队开始了为期两 年的攻关,终于啃下了这块"硬骨头"

2002年,北京航空航天大学的一处平房里, 该项目顺利通过成果鉴定。自此,我国迈出了深 空探测领域关键的第一步。

迈向遥远深空

近年来,我国深空探测的脚步从未停止。月 球、火星、小天体……深空探测向深向远的每一 步,崔平远从未缺席。

2011年,崔平远接到一项新任务。"'嫦娥二 号'完成主要任务后,利用剩余燃料从月球出发, 对日地拉格朗日 L2 点和小行星进行探测。"崔平 远告诉记者,他和团队负责确定探测目标小行星 和设计任务轨道的重任,"从月球飞往 L2 点和从 L2点出发探测小行星,都是国际首次,几乎没有 可供我们参考的设计和飞行经验"

此外,"嫦娥二号"还面临着燃料有限、月球 出发、测控能力有限等严苛工程约束问题。如何 在实现测控、交会和任务时间约束的基础上,搜 选到有价值且适合任务目标的小行星,并设计出 近距离飞越轨道?

这可愁坏了崔平远团队。他们尝试了很多方 法,发现无论是从月球出发,还是从 L2 点出发, 都难免受到严重的引力摄动干扰。

"我突然想到一句大白话,叫'两头堵'。干脆 就两边一起出发,在中间碰面,这样可能减少误 差。"想到绞尽脑汁设计方案的日夜,崔平远忍俊 不禁,设计了从月球飞往 L2 点的轨迹,面对所剩 不多的燃料,必须找到适合在 1500 万公里内实 现飞越探测任务的小行星。

崔平远团队把这一范围内的小行星看了又

看、找了又找, 却始终没有确定目标。

"后来,我干脆决定找找'藏'起来的小行 星。"崔平远口中的"藏",是指利用天体借力机 制,进一步扩大可探测目标小行星的搜选范围。 功夫不负有心人,终于崔平远团队在60余万颗 小行星库中,找到"嫦娥二号"的"最佳拍档"-4179 号图塔蒂斯。

在该项目中,崔平远团队创建了能量约束下 的目标天体可接近评价方法,提出"多节点变尺 度"流形管,直接支撑了"嫦娥二号"拓展任务获 得圆满成功,实现了国际上首次从月球出发到 L2点、从L2点出发探测小行星的任务。

月球之外,崔平远团队还迈出了探索火星的 重要步伐。由于地球与火星距离在 5500 万到 4 亿公里之间,而探测器着陆火星过程仅数分钟, 国际上将其称为"恐怖七分钟"

作为国家"973"计划"行星表面精确着陆 导航与制导控制问题研究"项目的首席科学 家,崔平远说:"我们攻克了大气进入轨迹抗扰 设计与跟踪制导、着陆过程的相对导航与稳健 避障制导等核心技术。"为"天问一号"一次性 完成火星环绕、着陆和巡视三大目标提供助 力,崔平远兴奋万分:"这在人类火星探测史上 是绝无仅有的,标志着我国在行星探测领域已 跨入世界先进行列。

"未来 10 年非常关键"

完成月球和火星的探测任务后,下一步该 迈向哪里? 崔平远想到了小天体。

"小天体是太阳系的'活化石',也是深空探 测活动的另一类重点目标。"崔平远告诉记者, 小天体探测在揭示太阳系的形成演化与生命起 源等方面意义重大,"不过,小天体表面'附着 一直是个难点"

为什么"附着"是一项工程实现的难题? 崔 平远解释说,由于小天体引力微弱、形貌不规 则,探测器在附着时极易倾覆反弹。

"虽然其他国家已实施了多次小天体着陆 任务,但都是'蜻蜓点水'、一触即走,或者出现 了倾覆反弹,均未实现稳健附着。"崔平远告诉 记者。原本探测器在着陆小天体时,会以一定的 速度和姿态直接撞击或接触小天体表面, 通过 自身的结构强度和设计承受着陆的冲击力,崔 平远团队将这类"硬碰硬"的方式称作"刚性着 陆"。为避免此类问题发生,他们开始摸索智能 柔性附着技术。

"我们很难定义智能柔性材料的具体坐标, 但可以创建一个等效面,并找到其中一个稳定 的三角结构,放上三个钢块,实现局部的刚性。 崔平远说,这一"柔中带刚"的技术开创了弱引 力小天体柔性附着的全新方向,也推动了我国 小天体稳健附着技术的原创性研究。

1999年与深空探测结缘之时, 崔平远的首 个任务对象便是小天体。"从当时的一张白纸, 到现在我国深空探测事业蓬勃发展并取得诸多 原创成果,离不开航天人的拼搏。"崔平远感慨 道,我国深空探测从"跟跑"到"并跑",已经达到 世界前沿水平,但依旧面对诸多全新挑战。

从工程角度看,如何才能发现更多天体,成 为进一步发展亟待解决的关键问题。崔平远表 示,"尽管 FAST (500 米口径球面射电望远镜) 的建设提高了我国小天体搜寻方面的发现率, 但地面观测手段仍需进一步提升。

同时,人工智能技术的快速发展也为深空 探测提供了新手段。"深空探测是人工智能技术 应用的一大重点领域,距离地面越远,信号的延 迟越大,对自主导航和管理的要求就越高。"崔 平远说,人工智能技术则为破解这一难题提供 了"及时雨" "一项新技术从应用到成熟,一般需要一二

十年。"崔平远郑重地说,"因此,要想让人工智 能在深空探测领域发挥更大价值,未来 10 年 非常关键。

从北大"退博"后,他自学5个月挑战世界数学难题

■本报记者 王兆昱

2024年6月14日凌晨,北京西二旗周边 已是一片寂静, 而一间出租屋内却持续响起 键盘的敲击声。

快 3 点半了, 周忠鹏终于写完了这封长 邮件,邮件的内容是他5个月以来"白天上 班、夜里钻研"的成果。将邮件发送给日本数 学家望月新一和西湖大学数学教授 Ivan Fesenko 后,他倒在床上,沉沉睡去。

周忠鹏做了个梦。梦里回到了2018年夏 天。那年,他以优异的成绩从北京大学数学系本 科毕业,直博本校,还获得了"校长奖学金"。

他痴迷数论——"1、2、3、4",连孩童都 的计数 背后却蕴含差无尽离协。他很期 待在读博时能做自己感兴趣的研究,然而此 后的 5 年却不太顺利。2023 年, 周忠鹏仅以 硕士学历拿到一家互联网公司的录取通知。

一觉醒来,周忠鹏居然意外收到了两位 数学家的回复——他的工作被高度肯定! Fesenko 更是兴奋地邀请他:"我来买机票,你 来杭州找我聊聊!"

这一聊,就聊出两篇重磅论文。而周忠鹏 的命运齿轮也由此开始转动。

初见

周忠鹏深夜发送的邮件, 关乎数论中一 个"超级难题"——比尔猜想。自 20 世纪 80 年代起,它就一直困扰着全世界数学家。该猜 想的提出者、美国数学家安德鲁·比尔是一名 银行家和亿万富翁,他以 100 万美元作为悬 赏金额,只求有人破解这一难题。

美国数学协会称,比尔猜想的证明难度 大于另一个数学史难题"费马大定理",后 者经 350 多年才被英国数学家安德鲁·怀尔 斯证明,他因此受到世界瞩目并获得了大量 奖项。

"而周忠鹏,这个年轻的小伙子证明了广 义的费马大定理的绝大多数情况(约等于比 尔猜想)。在严格的数学意义上,他的结果比 怀尔斯的结果强无穷多倍。"Fesenko 告诉《中 国科学报》。

邮件发出一周后,周忠鹏应邀飞往杭州, 来到 Fesenko 的办公室。对于新的数学结果, 两人都很兴奋。2024年9月,周忠鹏辞去互联 网大厂的工作,来到西湖大学做访问学生,和 Fesenko 共同推进研究。

如今,在Fesenko的帮助下,周忠鹏的两 篇论文已经以预印本形式公布,并投稿到国 际期刊,预计在两年内发表。

今年3月,周忠鹏受邀前往日本京都,在 国际会议上作了 40 分钟的学术报告。报告非 常顺利,多位国际知名数学家发来祝贺,包括 美国哥伦比亚大学教授多里安·戈德菲尔德、 德国哥廷根大学教授普雷达·米哈列斯库等。

Fesenko 透露,中国某位资深数学家也发 来邮件祝贺,并提及,将于明年邀请周忠鹏在 全国顶级数学会议上发言。

事实上,与周忠鹏的初次见面,就给 Fesenko留下了极为深刻的印象。

作为资深数学家,Fesenko 深知什么样的 人具备数学天赋。从教 40年,自他课题组走 出的 60 名博士、博士后,如今分散在世界各 地顶尖高校担任教职。其中,他的学生 Caucher Birkar 于 2018 年获得了数学界最高 奖——菲尔兹奖,现于清华大学任教。 "在忠鹏身上,我看到了Birkar的影子。"

和初见 Birkar 时一样, Fesenko 向周忠鹏 提出了一些数学难题,后者解决问题的速度 比他预想的快10倍。

在 Fesenko 看来, 周忠鹏和 Birkar 都展现 >周的数学直觉和内在自信。且一心投入 纯粹的数学研究;两人年纪虽轻,却能纠正 Fesenko 的错误,并提出更好的解决方法。

这并不是 Fesenko 第一次接受《中国科学 报》的采访。在去年的专访中,他就强调,年轻 的数学人才应当被视为"国宝"。天才数学家 尤其需要大量的心理支持,而老师的作用至 关重要。(相关报道见 2024年2月27日第4 版《他想为中国培养"菲尔兹奖"得主》)

在认识周忠鹏后,Fesenko 再次联系《中 国科学报》。他郑重地向记者推荐了这位年轻 人:"你一定要了解一下周忠鹏。他很腼腆,你 要温柔地提问。

彷徨

2006年,江苏省连云港市,小学生周忠鹏 的妈妈做好了简单的饭菜,等他放学回家吃饭。

这个小男孩平时很安静, 他最大的爱好 是解数学题。一张白纸、一支铅笔,可以坐上 好一会儿。他不去想结果能否成功,只是觉得 这些题目很好玩。

妈妈看出小忠鹏对数学的喜爱,给他报 了一些数学辅导班,并鼓励他参加"华罗庚金 杯"数学竞赛。

初中时,周忠鹏凭一腔兴趣找来数学的 课外书,广泛阅读。初三暑假,他在网上冲 浪, 无意间发现一道全国高中数学奥林匹 克竞赛(CMO)题目。要知道,CMO是高中 阶段最具含金量的数学竞赛之一,15岁的 周忠鹏没怎么学过这些内容,却将这道题完 美地解了出来。

在妈妈的鼓励下,一上高中,周忠鹏就联 系了学校负责竞赛的老师, 开始学习竞赛内 容。最终,他在 CMO 比赛中获得全国一等 奖,获得北京大学降分至一本线的录取资格。

"如果没有数学,生活对我而言是平淡 的,总感觉缺了点什么。"周忠鹏已经记不清 参加过多少场数学竞赛。不过,他从小到大的 奖牌,都被妈妈小心地收在房间里。

进入北京大学后,本科课程对周忠鹏来 说不算太难。在课余时间,他除了参加一些校 园活动,就是在网上自学数学知识。在广阔的 数学海洋中,周忠鹏尤其对数论感兴趣。"数 数",如此简单的事情却蕴含深奥的数学知 识。"至繁"根植于"至简",这让他如痴如醉。

不过,自那时起,周忠鹏心里就有一个挥

之不去的困扰:数学中有这么多知识 和问题,自己到底应该研究哪些具体 内容?

开始读博后,这个困扰在周忠鹏 的生活里愈加凸显。博士前两年,他 尝试给一些数论方向的老师发送邮 件,想找一位导师带自己做研究,但 并未得到正向的回应。

与实验学科不同,数学没有"实 验室"或"项目"可加入。并且,那时的 周忠鹏没有明确方向,也不知该如何 向对方展示自身的能力。而大多数导 师,可能更倾向于接收已有成果、方

对本科毕业不久的周忠鹏来说, 这是一场几乎无从着手的考验。日复 一日,连上课也变得无意义起来-

"很多课程在本科时都自学或上过一遍了 一边是毫无方向感的博士生活,一边是 不断逼近的现实压力。最终,周忠鹏作出了一 个决定:退博,转为硕士毕业。

从博士第三年开始, 周忠鹏花了大量时 间为找工作做准备。他自学了计算机编程知 识,并先后进行了几份实习。此时,他找到了 一位导师,可以带他完成硕士学业。

2023年夏天,周忠鹏结束了在北大5年 "博转硕"的学习生涯。同年年底,他入职一家 万联网大厂

周忠鹏所在的公司位于北京市海淀区西 二旗。在附近工作和租房的年轻人将这里戏 称为互联网"打工人"集结地。到了后半夜,一 排排高楼里的灯还亮着,看起来很繁华,却又 分外孤独。

尽管工作并不轻松, 周忠鹏的心里却敞 亮了不少, 他把毕业的心理负担完完全全卸 下了,不用再时刻想着"下一步该怎么办"。他 将那些厚厚的数学书收进角落,默默告诉自 己,未来可能无法继续做数学了。

殊不知,属于他的那条数学之路,正在悄 悄回到他的身边。

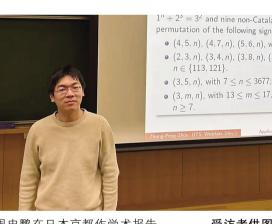
重启

周忠鹏的岗位名叫"风控算法工程师", 主要是识别和处置平台上时不时"冒出来"的 黑灰产账号。

刚入职时,他对很多东西都不了解,且互 联网大厂的工作强度并不低。周忠鹏租住在 公司附近,每天上午10点半前到达工位,晚 上 10 点后结束工作。每一天都被各种各样的 新任务填满。

不过,周忠鹏很喜欢自己的工作状态。 他的部门氛围很好,团队领导是个很负责的 人。另外,拥有稳定的工作和收入也给了周 忠鹏更多安全感,他不再以学生身份看待自 己,而是更多去思考:自己究竟想过怎样的 一种人生。

"除了工作,还是想再做点什么,否则这 一生就太无聊了。"周忠鹏说。



周忠鹏在日本京都作学术报告。

受访者供图

本科时,他曾听说过数论中一个"天书般的 理论"——IUT 理论,由日本数学家望月新一提 出。目前,世界上仅有几十人能读懂这一理论。

每天晚上10点多回到出租屋,简单洗漱 后,周忠鹏把睡前的时间都用来在网上找一 些数学论文来看。一篇篇论文翻看下去,他对 IUT 理论有了更深入理解。继而,他找到了 Fesenko 和其他合作者的文章。

直觉告诉他,Fesenko 等人的结论还能被 进一步推广。他一边读着论文,一边不知不觉 地拿出笔、纸,开始写写算算……

此后的5个月,周忠鹏将晚上所有的时 间都留给了这项研究。终于,他写出了第一版 论文草稿。在周忠鹏的论证中,IUT 理论可以 得到应用,用来证明广义费马大定理(约等于 比尔猜想)等问题。

就这样,开头的那一幕发生了。

在收到 Fesenko 递来的"橄榄枝"后,周忠 鹏决定辞去工作,申请做 Fesenko 的博士生。 从 2024 年 9 月起, 周忠鹏先在西湖大学做为 期一年的访问学生,并将于今年9月正式开 启他崭新的博士生涯。

采访中,这个小伙子始终温和腼腆地笑 着。他认真地帮助记者理解晦涩的数学原理, 时不时扶扶眼镜。

采访的最后,记者问出了心中最想知道 的问题:为什么反而是在毕业工作后,你找到 了方向,独立做出了成果?

周忠鹏想了想,慢慢说道:"寻找方向是 一件很困难的事。如果你能很早就确立清晰 的方向,这很好。但这是可遇不可求的。读书 时,我很希望获得认可,向老师证明自己的能 力。现在,我研究数学的心态完全发生了转 变——数学对我而言,更纯粹了。我只是专注 于事情本身,慢慢地理解、思考。

他顿了顿,补充说,其实无论是工作,还 是做数学研究,本质上都是一样的。在北京大 学,他什么都想学一点;而现在,他已经学会 了以目标为导向,在解决问题的过程中,一点 点搭建起自己的知识体系。

数学的路还在延伸。属于他的故事,才刚 刚开始。

■看"圈"



栏目主持:雨田



阿龙·切哈诺沃 受聘南京农业大学

近日,中国科学院外籍院士、以色列理 工学院杰出研究教授阿龙·切哈诺沃受聘 为南京农业大学名誉教授。

阿龙·切哈诺沃出生于 1947年,是以 色列著名生物化学家, 因发现泛素依赖的 蛋白质降解机制,与阿夫拉姆·赫什科、欧 文·罗斯共同获得 2004 年诺贝尔化学奖。 2011年起兼任中国南京大学化学与生物 医药科学研究所所长。2013年当选为中国 科学院外籍院士。



李开复 受聘福建福耀科技大学

日前,福建福耀科技大学召开人工智 能(AI)战略专题会。会上,零一万物首席 执行官、创新工场董事长李开复受学校理 事会理事长曹德旺的邀请,正式出任学校 理事会理事,助力学校探索 "Al for education"(人工智能技术应用于教育领域) 的创新发展路径。

李开复曾在美国哥伦比亚大学取得计 算机科学学士学位,在卡内基梅隆大学获 得博士学位。他曾担任谷歌全球副总裁兼大 中华区总裁, 在担任微软全球副总裁期间开 创了微软亚洲研究院。他专注于科技创新型 的投资与最前沿的技术趋势, 培育 10 多家 人工智能独角兽企业,多家已经上市。



曹仁贤 捐款合肥工业大学

近日,在合肥工业大学建校80周年来 临之际,该校杰出校友、阳光电源股份有 限公司董事长曹仁贤向母校捐赠 1 亿元人 民币,用于支持学科建设和人才培养。

1986年,曹仁贤考入合肥工业大学电 气工程系工业自动化专业,后又以优异成 绩推荐免试攻读本校硕士研究生,毕业后 留校任教。1997年,曹仁贤创办阳光电源。 此次捐赠是合肥工业大学历史上最大规模 的个人捐赠。

曹仁贤始终保持对母校教育事业的深 切关注,设立阳光电源奖学金资助合肥工 大学子成长成才,并长期支持学校的产学 研合作。合肥工业大学与阳光电源成立的 联合实验室围绕新能源发电及并网关键技 术开展持续性攻关。