

中科院预测科学研究中心主任汪寿阳： 顶天立地做研究 以简驭繁为决策

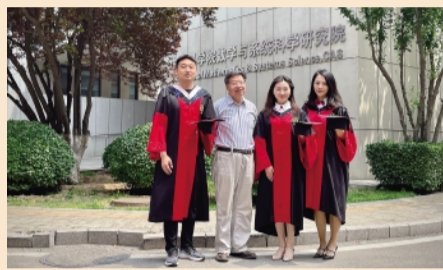
■本报记者 张双虎



汪寿阳在讲课。



汪寿阳(左)在授课。



汪寿阳(左二)和毕业生合影。受访者供图

“最近，应对新冠肺炎疫情的政策又有调整，这里面就有我们团队的贡献。”谈及自己的研究，中科院预测科学研究中心主任、上海科技大学创业与管理学院院长汪寿阳谈锋甚健。

近40年来，汪寿阳在决策科学、系统工程、金融管理、物流与供应链管理、经济预测预警等领域取得的重磅成就不少。他带领团队开创的理论方法及实践应用为我国应对复杂的国际形势，系统解决经济社会重大问题，切实支持政府、企业进行科学决策作出了重要贡献。作为主笔，汪寿阳提交的多篇政策研究报告和预测报告被决策部门采纳，成为经济或产业政策；他主持研究开发了10个决策支持系统或经济监测预警系统，为政府管理部门科学决策提供了重要平台和工具；他与合作者出版学术专著44部，在《科学》《自然》等国际国内学术期刊发表论文450余篇；部分成果获得Scott Award等国际奖项。

由于在相关领域作出的杰出贡献，汪寿阳先后获得复旦管理学杰出贡献奖、Jr. Walter Scott奖等荣誉，并当选为发展中国家科学院(TWAS)院士和国际系统与控制中心(IASCYS)院士。

不过，在汪寿阳眼里，所有成就的取得均始于30多年前一个2万元额度的小项目——国家自然科学基金青年科学基金(以下简称青年科学基金)项目。它支持自己开辟了一个新方向。

小项目开辟新方向

“我获得的第一个项目资助要追溯到国家自然科学基金委员会成立之前。”汪寿阳追忆说。

20世纪80年代初，中科院开始试点硕博连读，汪寿阳成为我国首批5个硕博连读生之一。在读博期间，他获得中科院基金局一项资助。虽然该项目的资助金额只有3000元，却上汪寿阳在“多目标决策、多目标规划”领域做出了“一个小方向上全球最好的工作”。

1986年，汪寿阳从原中科院系统科学研究所(后并入中科院数学与系统科学研究院)毕业，因为研究成果亮眼，他接到了多个国外学术机构的邀请。最终，汪寿阳选择了荷兰皇家科学院的奖学金，到荷兰代尔夫特理工大学做

博士后研究。

眼界打开后，汪寿阳的思想观念悄悄发生了变化，研究兴趣也从最初的多目标决策、多目标规划理论转向多派冲突方法研究。

“当时的想法是不仅要一流的理论研究，更要为解决中国经济社会发展可能面临的重大问题作出自己应有的贡献。”汪寿阳说。

1988年秋，汪寿阳回到中科院系统科学研究所工作。他针对一些多派冲突实际问题，提出新的分析方法。次年，他以“多派冲突问题的新理论与新方法”为题，申请了青年科学基金。

汪寿阳清晰地记得，虽然当时青年科学基金刚设立，但申请评审流程已十分规范。所有申请要先经过函评，排名靠前者再进行现场答辩。

“我印象非常深刻，当时到西南交通大学峨眉校区去答辩，先是申请人进行答辩陈述，然后是专家提问。”汪寿阳说，“管理学组大概有十多个人来答辩，而现场评审专家就有十几位。好在我对自己的工作比较自信，所以并没有特别紧张。”

现场答辩非常顺利。1个多月后，汪寿阳就

接到了立项通知。在项目执行期间，他将定性分析和定量分析相结合，创新性提出了几种新方法，取得了一批有一定显示度的成果，包括一个基于权衡利弊解决多派冲突的方法。该方法后来被国际应用系统分析研究所(IIASA)为解决国际环境争端、进行环境谈判设计的主要方法，且在“冷战”时期，被原荷兰环境署(现荷兰环境评估署)等机构用于东、西欧环境问题谈判。

“现在回头看，当时转换研究方向是对的。青年科学基金鼓励青年人去开展这种新理论、新方法的探索，我当时申请的项目就是一种以新方法为主的研究。它虽然经费不多，但支持我在一个新领域开始了自己的第一个研究。”汪寿阳补充道，“后来的很多工作，都跟当时提出的这些冲突分析方法有关。这些方法后来在欧盟和我国一些机构都有成功应用。”

为重大决策做科学支撑

2020年年初，当公众对新冠肺炎疫情一时间手足无措时，有着丰富预测预警和应急管理

研究经验的汪寿阳就敏锐地觉察到问题的严重性。在他牵头组织下，“新冠肺炎疫情对中国经济社会影响分析与对策研究”总课题组正式成立，并很快提交了第一份政策研究报告，为相关部门前瞻性、系统性地科学决策提供了重要依据。

2020年2月，汪寿阳团队发现，这次新冠肺炎疫情可能和2003年暴发的SARS(严重急性呼吸综合征)有很大不同。因为SARS是短期的，到当年夏天就悄无声息地消失了，而一些研究表明，新冠肺炎疫情很可能会长期存在。

“那就不只是疫情防控的问题了。”汪寿阳说，“我们是最早向中央建议打赢‘双战役’(疫情防控战和经济社会发展战)的机构，这为2020年4月至6月各地陆续复工、复产、复学提供了重要依据。”

2021年3月，该团队开始做全球新冠肺炎疫情预测。他们发现，中国的疫情很快就到了“拐点”，但西方很可能会变得不可收拾。当时国际航班仍正常飞行，团队认为如果不采取有效措施，中国自己的疫情防控做得再好也没用，因此他们提出“外防输入、内防反弹”的应对策略。

此外，关于新冠肺炎疫情防控，汪寿阳团队还提出了不少政策建议，比如“要重视‘一带一路’沿线国家疫情”“健康丝绸之路”，这些概念得到了国家领导人的肯定。汪寿阳也因在疫情防控方面的突出贡献，被评为“全国新冠肺炎疫情防控先进科技工作者”。

汪寿阳团队研究开发的全球经济监测预警系统和政策仿真平台，其中的部分模块已在国家发展和改革委员会、中国人民银行、国家外汇管理局等部委的决策中起到非常重要的作用。

“比如，这些年我国国际收支一直比较稳健，某种程度上也得益于国家外汇管理局委托我们研究开发的国际收支监测预警系统。”汪寿阳解释说，“要出台某项重大政策，可以先利用这些系统进行政策仿真，通过模拟推演看看效果怎么样，这样就能避开很多问题。这对中国经济政策、产业政策的制定能起到重要作用。”

汪寿阳的研究视野很宽广。从疫情防控、“双碳”、粮食安全、中国经济、金融创新与风险管理，到国际市场价格波动分析和全球供应链管理，他带领的团队都有系统、深入的研究。此

外，他还擅长将人工智能、大数据等新一代信息技术与复杂系统管理相结合，化繁为简，加深对复杂系统管理内涵的认识，为管理者进行科学决策提供重要依据。

“我特别感谢国家自然科学基金。”汪寿阳说，“不只我们团队，科学基金还支持了一大批像我们这样的研究机构、智库开展相关研究，都取得了可圈可点的成果。”

自信、好奇和质疑

从青年科学基金、面上项目、重点项目、重大项目，到国家杰出青年科学基金项目、创新研究群体项目，再到目前在研的基础科学研究中心项目，一路走来，汪寿阳说自己“获得了科学基金绝大多数项目类型的资助”。有了科学基金的稳定支持，汪寿阳团队取得了一批十分有影响力的重要成果，也引起了国际管理学界的瞩目。

早在20世纪90年代初，他就被欧洲一些重要学术期刊聘请出任编委、副主编、主编，成为中国管理学家中第一批在西方学术期刊中任职的学者。他先后在15种国际学术期刊担任职务，也让世界及时了解到中国管理科学界取得的重要研究成果。

回望自己的研究生涯，汪寿阳认为“自信、好奇和质疑精神”对科学研究非常重要。他希望青年科学家也要保持好奇心和质疑精神。

“保持好奇，有质疑精神，不盲目崇拜，对自己有信心，实际上是一种‘文化自信’。”汪寿阳举例说，20世纪50年代诞生的一些经济理论或管理理论，在今天“数字经济时代”有可能失效了。20年前，没有人预想到手机对今天的社会生活影响这么大。同样，在今天正确的理论也许50年后就过时了。

他常提醒学生：“我给你们讲的东西，今天可能是对的，但三五年后也许就不对了，因此你们要有自己的独立判断。”

在汪寿阳读研究生的时候，原中科院系统科学研究所的几个小方向上全球最好的5家研究机构之一，这让他很自豪，也足够自信。

“我们当时坚信，在中国可以做世界一流的。”汪寿阳补充说，“今天条件比上世纪80年代好多了，所以青年人一定要有这种自信，只要能耐得住寂寞、坐得住冷板凳，就一定做出世界一流的成果。”

北京航空航天大学副校长黄海军： 完善拥堵研究理论的“拼图”

■本报记者 张双虎

今天，人们出行前大多都会先了解一下路况，研究如何走才会更快、更顺利。然而在30多年前，没有人预料到交通拥堵会成为令人头痛的“大问题”，黄海军也是。

“当时决定研究这方面的问题，并不是因为自己多么‘有远见’，能够预料到有一天我们会受道路拥堵的困扰。”回忆起30年前申请国家自然科学基金青年科学基金(以下简称青年科学基金)项目时的初衷，北京航空航天大学(以下简称北航)副校长黄海军教授坦言，“只是认为这是个科学问题，是问题就要有人去研究解决”。

1992年2月，黄海军完成在香港理工大学一年半的合作研究后回到北京。当年6月，他完成博士学位论文答辩并着手申请青年科学基金，题目是《城市交通运输网络中运量分布的非线性随机模型与计算》。尽管准备得比较充分，但他心里依然没底，因为在当时的社会经济条件下，国内城市不存在拥堵问题，这是项“没啥用”的研究。

也正是青年科学基金足够“超前”的资助，让他在基于拥堵的出行行为研究领域，形成了自己的研究框架，并一步步完善了拥堵研究理论的“拼图”。

搭好研究“框架”

“那时候二十八岁，刚拿到博士学位，能得到青年科学基金资助，说明评审专家认可我的研究方向。”黄海军说，“这是我主持的第一个国家级项目，被认可可是种莫大的鼓励，也让我有了信心。”

在香港理工大学进行合作研究时，黄海军瞄准城市人群的出行行为，包括人们每天什么时候从家里出发、使用什么交通工具、选择什么路径。这种行为很微观，几百万人都各自按照对自己有利的方式作出选择，而看似杂乱无章的选择最后都会体现在道路上，呈现出某些路段、某个时段有规律的拥堵，表现出巨量出行者非合作博弈行为的聚集结果。

此前的研究主要针对确定性行为(假设人们作决定时精确而理性)，相关成果是城市交通规划和管理的基石。对城市交通进行规划与运行管理，在哪里修路、修多宽的路、红绿灯怎么调整、要不要限行或单行等，都需要以行为研究结果为依据。而确定性行为研究存在自身局限，人们无法准确预料路上会遇到什么情

况，无法事先算出在路上所用时间，这可能导致规划和管理失效。

“当时国际上开展确定性行为研究的有很多，就是假设人们对自己的出行‘成本’能够准确预测，再针对路径、工具和出发时刻作出理性选择。”黄海军补充说，“但‘确定性’是静态的、理想的状态，这并不符合道路上的实际情况。”

路况是动态变化的，还受到一些突发性因素的影响，因此黄海军在申请青年科学基金时，希望能尽可能地模拟现实生活中人们出行的样子，把研究工作拓展到随机模型(指非线性随机模型)。

“那时候管理科学部每年资助的青年科学基金项目有限，没想到我顺利获得了资助。”黄海军说，“当时5万元不是个小数目，我先买了一台电脑，又购置了一套计算和图形软件，马上就着手开展研究了。”

在青年科学基金执行期间，黄海军把出行行为的随机性，及其对路径选择和路段流量的影响，从“点”到“面”再到“网”，基本上“搞通透了”。此后几年中，他凭借扎实的研究成果，先后获得国家自然科学基金面上项目和杰出青年科学基金项目的资助。进入21世纪后，他带领团队又获得创新研究群体项目、国际合作研究项目和重大项目的资助。他的应用基础研究，从确定性模型到随机模型，从随机模型到动态模型，一直延续到现在的“随机动态模型”。而研究对象，则从一个“瓶颈”到一个城市，从一个城市到两个城市，再到城市群，从单一的道路交通到多种交通方式协同发展的综合交通系统。

“现在回想起来，我在当时似乎已经搭了一个研究‘框架’，一步步把关于出行行为的研究全‘打通了’。”黄海军说，“这让我后来少走了许多弯路，一点点把相关理论丰富了起来。”

希望大家每天“少堵半小时”

20世纪90年代初以前，国内城市交通领域的研究基本集中在交通工程(修路架桥)或车辆制造方面，很少有人关注道路拥堵问题。1992年之前，国际上交通领域的顶级刊物《交通研究》上，尚无内地学者发表关于交通拥堵研究的论文。之所以如此，他认为，一方面因为我们当时还没达到一定水平，另一方面中



黄海军在美国考察地面交通。



黄海军(中排左二)参加ISTTT20(荷兰)与部分华人学者合影。



黄海军(右)和学生。受访者供图

国社会经济发展也没到“那个程度”，尚无这方面的需求。

1992年，黄海军在《交通研究B》上发表了3篇关于交通网络运量分布与分配组合模型的论文。此外，青年科学基金研究成果也在英国运筹学会的《运筹学会学报》(国际上第一本运筹学刊物)和中国科学院的《系统科学与数学》上发表。当时中国管理科学界在国际学术刊物上发表论文的不多，能在《运筹学会学报》发表论文的更是凤毛麟角。

因为工作出色，青年科学基金项目还未结题，黄海军就被北航评为教授。1997年，他就已经取得指导博士生的资格，但直到2000年才开始带博士生。

“一是按照我的要求没找到合适的学生。”黄海军解释说，“二是大家(学生)对拥堵这个研究方向不太了解，没人报考。而且，当时我也不知道怎么带学生，还有点怵。”

2000年之前，黄海军基本上是“孤军作战”。他虽然和香港多所大学的同行合作密切，但一项研究从建立模型、理论推演、编程计算到结果分析，都要独立完成。出行行为研究涉及城市中几百万人的微观决策，人们相互之间无法合作，这种情况被学术界称之为“有限理性的非合作博弈”，博弈的最终结果体现在

道路上。如何解构这个过程，始终是黄海军迷惑的事业。

现在，黄海军带领一支实力雄厚的团队(包括自己指导的11位博士生和经济管理学院多位优秀青年学者及学生)和北航交通科学与工程学院、可靠性系统工程、电子信息学院、计算机学院等开展密切的交流合作，形成了一个多学科交叉研究平台。此外，团队还和北京交通大学、北京交通发展研究院、中国城市规划设计院、清华大学、北京工业大学、北方工业大学等高校、研究院所的相关研究团队有着频繁的合作。

新技术的迅猛发展深刻而广泛地改变着人们的工作和生活，也极大影响着人们的出行，其中大数据、深度学习、人工智能等信息技术改变了人们的出行习惯，也影响着城市交通系统的发展和运行。

“现在是信息大爆炸时代，数据铺天盖地到处都是。我们的研究也从原来的数理分析模型，慢慢变成了数据驱动模型，现在则完全从数据到数据，甚至用大数据训练曲线、找规律，变成了学习模型。”黄海军说，“我们要用各种新技术，通过多种措施引导人们的出行行为，引导交通需求的合理实现，诱导交通流分布朝最优状态发展。”

在引导人们出行决策方面，黄海军团队进行了很多探索，比如公交补贴、错峰上下班、共享出行，又如拥挤道路使用收费、可交易“电子路票”、差别停车收费，再如疫情或特殊时期“预约制出行”等。有的是经济措施，有的是行政措施，目的都是为了避免人们一窝蜂地集中在某个时段使用某条路段，造成资源瞬时局部紧张，甚至产生级联效应，导致整个交通网络崩溃。

“我的研究是拥堵的学问。”黄海军说，“现在大城市中人们上下班，动辄要花两三个小时。如果能通过我们的研究，让人们每天在路上的时间少半小时、20分钟或10分钟，那就是了不起的成就，我就会很满足。”

在人类知识体系中留下一笔

翻开黄海军的论文，会让人产生一种错觉：明明谈的是管理学问题，却发表了数学论文。论文中充满了微积分、极值、方差、正态分布、冈贝尔分布、Logit公式、算法和模拟……

“我们的研究使用数学、运筹学和统计学的知识比较多，虽然没有达到数学家那个高度，但我们通过数理演绎，来解释人们复杂的出行行为，确保在相同的假设条件下，演绎和解释是正确的、唯一的。”黄海军说，“因此，我建议准备进入管理科学领域的青年人，要打好数学基础，只有具备扎实的数理基础、数理意识，才能做好管理科学研究。”

黄海军支持数学、经济学和行为心理学是现代管理科学三大知识基础的观点。管理科学是研究人类管理活动规律的科学，兼具自然科学和社会科学属性，是典型的大交叉科学。具有工科大学背景的北航经济管理学院，高考只招收理科生，学生大一要在“理科群”接受培养，为以后纵深发展打好基础。

从青年科学基金、面上项目、国家杰出青年科学基金项目，到创新研究群体项目、重大项目，再到现在作为合作单位承担的基础科学研究中心项目，黄海军认为自己是“在基金支持下成长起来的”。

“我的经验就是打牢数理基础，同时也要持之以恒，在一个方向深挖下去。”黄海军说，“青年人如果准备以科研作为自己的终身职业，就要一步一步一个脚印，认定一个方向深耕下去，最后一定会得到同行认可，在人类知识体系中留下自己的一笔。”