

# 在破解中国特色管理难题中探索创新<sup>①</sup>

——基于一项国家自然科学基金奖励成果的分析

吴善超, 刘作仪

(国家自然科学基金委员会, 北京 100085)

**摘要:** 针对一项荣获国家自然科学基金二等奖的管理科学研究成果的产生过程, 结合对授奖项目完成人的访谈调研, 从管理科学研究的选题、团队协作创新、潜心研究积累过程、科学基金资助发挥的作用等方面, 分析了该项奖励成果的研究全过程。

**关键词:** 创新成果; 选题; 团队; 协同; 科学基金

**中图分类号:** F832   **文献标识码:** A   **文章编号:** 1007-9807(2012)12-0091-05

## 0 引言

在 2011 年度国家科学技术奖励大会上, 北京交通大学高自友教授领衔完成的研究项目“基于行为的城市交通流时空分布规律与数值计算”荣获国家自然科学基金二等奖。该项目对基于行为的城市交通流时空分布规律与数值计算进行了深入研究, 构建了城市交通网络中多车种运量分布与分配的组合模型, 解决了城市交通规划四阶段理论中各阶段之间不相容的缺陷; 研究了基于网络备用能力的城市交通网络设计问题, 避免了交通网络设计中的能力诡异现象; 提出了新的求解大规模离散交通网络设计问题的计算方法, 显著提高了运算效率; 运用对偶理论将边际成本定价理论成功地推广到一般结构网络中, 解决了多准则、多类别用户交通流运行中通过匿名拥挤收费实现系统最优的难题。项目共发表 SCI 检索的国际期刊论文 97 篇, 其中 31 篇论文发表在国际交通科学与技术领域排名第一的学术期刊 Transportation Research-Part B 上, 被他引 2 483 次(其中 SCI 他引 1 117 次), 出版专著 4 部, 其中英文专著 1 部。项目成果提升了人们对城市交通流时空分布规律的认识, 对建立现代交通科学理论体系具有重要的指导意义, 成果水平处于该领域国际领先。成果

发表后, 受到国际上许多著名学者的高度评价, 并在国际上引出了一系列后续研究, 有些模型与算法已经被嵌入国际著名交通软件。英国皇家工程院院士 Allsop 教授等认为“项目组研究成果在交通工程数学建模及应用方面达到最高水平, 是本世纪中国科学家在国际学术前沿做出的创造性研究成果的杰出代表之一, 所取得的创新性成果在相关领域极具挑战性。”

根据《国家科学技术奖励条例》, 国家自然科学基金授予在基础研究和应用基础研究中阐明自然现象、特征和规律, 做出重大科学发现的公民。其中, 重大科学发现主要指前人尚未发现或者尚未阐明、具有重大科学价值、得到国内外自然科学界公认等。国家自然科学基金与国家发明奖、国家科学技术进步奖并称为国家科技 3 大奖, 在我国科学技术奖励体系中居于最高等级。一年一度的国家自然科学基金奖励成果, 代表了我国原始创新的最新成就和贡献。该项目成果属于管理科学研究类, 作为自然科学与社会科学交叉学科领域, 与自然科学的传统学科领域相比, 管理科学研究历来获得国家自然科学奖励数量稀少, 更显难能可贵。

长期以来, 国家自然科学基金委员会管理学部坚持倡导中国管理科学家立足中国实践、促

<sup>①</sup> 收稿日期: 2012-08-02; 修订日期: 2012-10-05。

作者简介: 吴善超(1972—), 男, 湖北孝感人, 研究员。Email: wusc@nsc.gov.cn

进合作发展、关注社会责任,提炼和解决中国特色管理科学问题,为发展中国和世界的管理科学作出切实贡献。高自友教授领导的研究团队在着力解决具有中国特色的管理科学难题中探索与创新,在研究选题、凝聚学科交叉团队、发挥协同创新整体效能、发扬科学精神潜心研究和积累等方面积累了富有启发的成功经验,值得在科学研究和科技管理工作中学习借鉴。

## 1 结合科学前沿与国家未来需求凝练创新选题

学术方向选择是战略选择,关系到学术研究的深度、广度和研究工作的生命力。因此,选题大概是从事科研职业生涯中面临的首要 and 关键的问题。科学选题受到科学研究动力机制的影响和制约。现代基础研究发展受“双轮驱动”,既有来自科学系统自身不断深化和拓展的内部需求动力,也有来自经济社会发展需要的动力。一般认为,富有意义的选题有3个原则,一是要贴近科学前沿,强调国际公认,所谓“顶天”模式;二是要围绕国家经济社会发展的战略需求,从国情出发,所谓“立地”模式;三是要在科学前沿和国家需求的结合点上选题。事实上,上述从第一、二方面单独考虑与实际并不完全符合,一些有价值的选题,恰恰是结合了科学前沿和国家需求,只是对二者有所侧重。第三方面的选题范围有些狭窄,实际上在很多领域科学前沿与国家需求并没有做到完美的结合,想找到所谓理想“结合点”是十分困难的,恰恰是科学家在科学研究过程中推进了这种结合。管理科学研究在服从“双轮驱动”规律的同时,主要表现为由实践驱动。在人类管理活动的实践过程中,会不断涌现出困扰管理实践者的新问题,对这些新问题的凝练,形成了管理科学研究中的科学问题,而对这些科学问题的探究,则推动了管理科学理论的深入和发展<sup>②</sup>。

立足中国国情,对中国特色管理问题的观察、思考、总结、提炼,是发展中国管理科学理论、开展创新思维和创新实践的重要源泉之一。鲁迅先生

在《且介亭杂文集》中说“只有民族的,才是世界的。”研究和解决中国特色管理难题,也是中国学者为世界管理科学做出独特贡献的重要途径。获奖项目“基于行为的城市交通流时空分布规律与数值计算”的选题符合基础研究“双轮驱动”的规律,体现了鲜明的下列特点。

1) 中国特色与世界前沿的结合 随着汽车工业的发展、人类社会和现代文明的进步,城市交通拥堵等问题严重影响到城市经济建设和社会发展的运行效率,给人们的工作、生活带来极大的不便和损害,同时还衍生出环境污染、能耗等多种问题。从当前看,城市交通问题已然成为世界性难题,也成为制约中国社会经济的可持续发展、亟待着力破解的重大课题。同时,交通问题又带有显著的中国特色,在中国,机动车、非机动车及行人混行等问题更为突出。由于人们对城市交通发展的属性特征及内在的运行分布规律缺乏足够准确的认识,使得实际交通工程和应用过程中还存在着众多瓶颈制约和难题。因此,交通问题既涉及世界科学前沿,又富有中国特色。

2) 现实需求与未来趋势的结合 能够洞察科学研究发展趋势,着眼未来考察现实选择,是科学家富于科学敏感的生动体现。在20世纪90年代初,交通问题并没有像现在这样严重,甚至从普通人的角度,还难以觉察到交通在未来发展形势将日益严峻的趋势。出于科技工作者关注学科发展和对接国家社会需求的科学敏感性,当时刚到北京交通大学从事博士后研究的高自友就将目光聚集到了交通科学问题的研究上。他预感到,发达国家的今天,就是中国的明天,交通问题在不远的将来,可能会关涉到国家经济社会发展的重大需求。

3) 个人兴趣与国家目标的结合 科学研究中关于自由探索兴趣与国家目标关系的讨论由来已久。正如《小奇迹—美国国家科学基金会史话》(Milton Lomask,1975)一书中,作者强调,“国家科学基金会1950年的成立涉及到与美国这个国家一样老的一些问题:在联邦政府同美国科学界之间建立伙伴关系是否可行?这样一种伙伴关系

<sup>②</sup> 国家自然科学基金委员会,中国科学院. 未来10年中国学科发展战略/管理科学[M]. 北京:科学出版社,2012.

能否既遵循着政府在财政开支上对人民负责的路线, 同时又不削弱进行科学探索时必不可少的自由呢?” 如何看待科学研究中科学家关注前沿的个人兴趣与国家目标, 高自友教授认为, 两者之间并不矛盾. 作为科学家有的更多关注学科前沿, 有的更多考虑满足国家需求. 但重大需求从哪里来? 不能靠主观臆断, 也不能仅凭切身感受. 高自友认为, 重大需求往往从学科前沿发展而来. 交通问题是个典型, 当初项目组关心交通问题研究的时候, 我国并没有显现出研究交通问题的需求, 因为当时车很少. 所以在关注学科前沿的同时就应该想到国际上现在的前沿, 可能背后隐藏的就是明天的重大国家需求. 如果科学家在关注学科前沿的同时, 又关注未来的国家重大需求目标, 所谓的矛盾就得到很好解决. 可以说, 每一个学科前沿知识都应当能够在服务国家重大需求目标上发挥作用, 只是期限或长或短, 直接或间接. 同时, 高自友认为, 把个人兴趣与国家目标结合起来, 关键在于做有意思的、深入的研究, 做扎实的储备. 好的基础研究, 好的学科前沿研究实际上从某种程度上来说指明了国家重大需求的方向, 对国家需求具有开拓、引导作用, 所以学科前沿和重大需求目标是不矛盾的, 一个好的基础研究, 一个好的学科前沿一定能对未来的重大需求目标的解决带来重大价值.

## 2 凝聚多学科人才团队砥砺前行思想

原始创新, 关键在于创新人才和团队. 从授奖项目看, 在人才和团队方面主要体现出两个特点.

1) 帅才领军. 我国古代思想家对将帅人才颇有见识, 孙子曰“将者, 智、仁、敬、信、勇、严也”. 周光召先生根据科技发展特点的要求, 对孙子的话作如下解释和发挥“智以择向, 仁以服众, 敬以招贤, 言以必信, 勇以夺魁, 严以律己”. 他认为, 帅才如能达到这六个境界, 则将引领一个创新团队做到无往而不胜. 科学帅才的素质要求主要有: 丰富的知识结构, 必须学问渊博, 不仅懂自己的专业

领域, 同时也在相当程度上了解相关的领域; 谦逊的合作精神, 必须善于团结不同专业背景和经历的科学家合作共事, 善于开展国际合作; 宽容大度的胸襟气魄, 必须具有对不同类型学术思想的兼容, 对不同性格人才的包容, 对创新挫折、失败的宽容; 前瞻的战略意识, 必须在科学目标选择上具有前瞻意识, 能够准确把握科学前沿; 果断的抉择能力, 必须在把握科学机遇方面独具慧眼, 敢于决断. 高自友教授作为授奖项目第一完成人, 具备了领导团队的创新能力和人格魅力. 在学术研究上, 他有执著专注的精神, “认准目标, 坚持跟踪学科前沿, 同时具备科学严谨的治学态度”是他总结自己取得成绩的最关键要素. 他对取得的学术成绩一贯谦虚谨慎, 淡泊名利, 宁静致远, 一直是他在学术研究中坚守的信条. 一方面, 他坚持把主要精力投入到科学研究、学科建设和人才培养等工作中, 保持旺盛的工作热情和创新进取精神, 另一方面, 他又有淡然的心态, 认为“学问没有止境, 做不到底”. 2010 年, 他受聘担任国家自然科学基金委管理科学部副主任, 参与领导管理科学领域的自然科学基金资助管理工作, 不遗余力地为中国管理科学发展贡献智慧和汗水.

2) 协同创新. 协同的核心思想是协同导致有序, 有序是协同的产物. 团队协作是原创系统走向有序发展的关键<sup>③</sup>. 当今时代, 学科发展综合化, 研究对象复杂化, 研究设备精细化, 研究手段多元化, 仅靠个人力量已经不能满足科学研究的需要, 必须依靠团队精神. 团队协同创新是开展学科交叉融合研究的内在需要. 从基础研究发展规律和趋势看, 科学在不断分化的同时, 又不断走向综合. 在各门学科之间, 不断发生着研究方法 with 知识体系的交叉, 并由此产生了新的科学前沿和充满活力的交叉学科、新兴学科. 从原始创新成果涌现的规律看, 基础研究原始创新往往更多地出现在学科交叉领域. 学科综合、交叉、渗透不断强化的趋势, 客观上要求基础研究工作必须加强团队协同. 论及项目成功获奖的原因, 高自友教授首先将功劳推及他的团队——一支涉及数学、物理、力学、信息、管理、交通工程、系统科学等多学科的综

<sup>③</sup> 陈雅兰, 李必强, 韩龙士. 原始性创新的界定与识别[J]. 发展研究, 2004, (7): 78.

合交叉科研队伍。高自友认为,随着科学的发展,研究课题的复杂性、综合性和学科交叉性愈益明显,过去那种单枪匹马、单打独斗的研究方式已经无法适应现代科技发展的需要,在攻坚克难过程中,团队亲密无间、精诚合作的氛围尤显重要。此次获奖项目的其他几位主要完成人黄海军(北京航空航天大学)、杨海(香港科技大学)、林兴强(香港理工大学)、毛保华(北京交通大学)等,从20世纪90年代初期就是合作研究的“老搭档”,近20年来,团队成员基本稳定。在研究过程中,大家在研究思想和科学方法上彼此启发、互相激励,为攻克科学难关营造了良好的学术文化氛围。

### 3 潜心研究持续积累铸就创新实绩

著名物理学家李政道先生曾提出,取得划时代科学成果有4个必要条件——人才、方向、环境和时间。他认为,有一支人才队伍,有一个宽松的环境,再加上有帅才选择了一个正确的方向,假以时日,必获成功。基础研究的重要特点之一是厚积薄发,必须依靠长期、持续积累才能取得创新突破。授奖项目从开始选题到申报奖励,历时约20年。项目研究团队正是20年如一日坚持不懈,投入了时间和智慧,付出了努力和汗水,才取得了引人瞩目的创新成果。

一分耕耘,一分汗水,一分收获,科学研究靠的是实实在在的积累。项目研究在相关具有国际影响的学术期刊发表了高质量的学术论文,引导了相关领域的进一步研究和讨论。同时,有些研究成果已经在实际交通工程实践中起到了重要的理论支撑作用。例如,团队成员通过精心的大量观测实验及细致的研究分析,发现频繁换道行为容易导致“幽灵阻塞现象”的发生,由此构造了基于换道行为的多车道交通流动力学模型。该模型具有很大的潜在应用价值:一方面可以为今后制定交通管理法规起到理论支撑作用,另一方面可以提醒交通管理部门在具体施划交通行车线标志时,尽量考虑如何减少换道或并线的冲突,这不但可以减少“幽灵阻塞现象”的发生,提高道路通行的通行能力,而且可以减少交通事故的发生。总之,

项目研究在推动学科建设、人才培养和服务经济社会发展等方面都取得了良好效果,既实现了团队成员从事科学研究的职业理想,也履行了科学工作者的社会责任。

开展科学探索,必须潜心研究、心无旁骛。在现实社会环境中,学术浮躁、学风浮夸甚至学术不端行为时有发生,很多学者都慨叹“树欲静而风不止”。“十年磨一剑,霜刃未曾试”,能否达到心无旁骛的境界,取决于科学家自身的学术态度和人生目标。<sup>④</sup>高自友教授也深深感到,做学问必须耐得住寂寞。基础研究探索性强、偶然性多,要想取得原创突破,需要一个长期的持续的积累过程,期间会经历无数次的挫折甚至失败,这就需要科学家沉得住气、耐得住清静和寂寞。当然,除了科学家自身之外,科研管理、公共资助部门在管理和服方面深化改革、完善管理,想科学家之所想,为科学家节省出宝贵的科研时间,也是十分必要的。我国有的科学家一度抱怨,只有三分之一的的时间做科研,大量的时间被浪费在申请经费、跑项目、评审和被评等事务之中。保障充裕的科研时间,应是营造宽松科研环境的核心要义所在。

### 4 国家自然科学基金资助催生创新成果

“创新的土壤最重要”。创新需要物质环境、制度环境、文化环境、合作环境等。其中,国家自然科学基金的有力支持是营造有利于原始创新环境的重要方面。以获奖的“基于行为的城市交通流时空分布规律与数值计算”项目为例,项目的5位主要完成人主持的各类国家自然科学基金项目共计33项,包括国家杰出青年科学基金、重点项目、面上项目、青年科学基金、国际合作与交流项目等。

国家自然科学基金对项目研究发挥的作用主要体现在:1)对科研起步阶段的支持。授奖项目第1完成人高自友在研究的起步阶段就得到了基金的支持,他在1995年拿到了青年科学基金项目。

<sup>④</sup> 林志忠. 潜心悠游的治学研究一去不返了? [J]. 物理, 2012, 41(4).

目,当时只有 5 万元人民币. 从这个小项目开始, 项目组开始就对城市交通问题,特别是其中的出行行为问题做了比较深入的研究,一直到项目成果申报国家自然科学基金,差不多将近 20 年的时间. 高自友认为,自然科学基金在项目研究中起到了决定性的、基础性的、极为重要的作用,从研究的整个过程可以看出,研究起步阶段到获奖的各个阶段都得到了科学基金持续不断的支持,当然在这个基础上后来也得到了科技部 973 项目的支持. 但是,如果没有自然科学基金项目的持续支持也不可能拿到 973 项目,如果没有 973 项目的支持也不可能从理论方法到实证做得更加完整. 应该说,基金起到了基础性的决定性作用,尤其在研究的起步阶段,基金对于支持基础研究、支持青年人才的培养、稳定我国科研队伍发挥了基础性作用,这一点是公认的.

2) 科学基金为科学研究营造宽松环境. 在课

题组成员获得的各类国家自然科学基金项目中,国家杰出青年科学基金、重点项目等为项目研究营造了较为宽松的学术环境. 项目组中,高自友 2002 年、黄海军 1998 年分别得到国家杰出青年科学基金支持. 课题组还承担了多个重点项目、青年项目、面上项目以及国际(地区)合作交流项目. 国家杰出青年科学基金项目不固定选题,在申请时只需要标明研究的学科领域. 得到该基金资助后,也不限定研究方向,在研究过程中,除了撰写年度书面报告外,较少评估检查,这为研究人员提供了极为宽松的环境. 特别是在研究过程中,往往面临难以逆料的境况,有时需要根据研究进展变更方向,及时总结创新中的挫折、教训,甚至需要另起炉灶. 这些研究过程的变化,在国家杰出青年科学基金管理中都没有条条框框的任何限制,科学家完全可以发挥自由探索的主动性、积极性、创造性.

#### 参 考 文 献:

- [1]以基础研究寻求城市交通科学发展之路——记国家自然科学基金二等奖获得者高自友教授及其团队. 北京交通大学校园新闻网. 2012 年 2 月 27 日.
- [2]陈雅兰. 原始性创新理论与实证研究[M]. 北京: 人民出版社, 2007.
- [3]王渝生. 百年诺贝尔科学奖启示录[M]. 北京: 农村读物出版社, 2002.