

数学为经济建设服务的探索与实践

——华罗庚推广“双法”的启示*

章丽君

(中国科学院科技政策与管理科学研究所 北京 100190)

摘要 文章以著名数学家华罗庚推广“双法”的典型案例分析,探讨了科技为经济建设服务的有效途径。介绍推动应用数学的战略思路以及由此得到的启示与思考。

关键词 华罗庚,优选法、统筹法,经济数学

DOI: 10.3969/j.issn.1000-3045.2011.06.011

随着我国经济的快速发展,将会越来越高度依赖科技的支撑。长期以来人们一直在探索科技与经济结合的模式,虽有不少的成功案例,但总体看来科技成果的转化率依旧较低,其中有体制机制问题,也有理念和方式、方法问题。著名数学家华罗庚教授在探索数学为经济建设服务中付出了艰辛的努力,做出了巨大的贡献。他从上世纪 60 年代起就开始结合中国的实际,创立了“优选法”、“统筹法”(简称“双法”)并成功应用于生产实践中,之后又带领“双法”推广小分队在全国大范围地推广,获得了显著的效益,是数学为国民经济服务的成功探索,是科技与经济结合的典型案例,至今对我国科技成果转化工作仍有许多借鉴意义。

1 数学理论与生产实际相结合的实践

1.1 理论方法的探索

华罗庚探索数学为国民经济服务要追溯到上世纪 50 年代末期,当时的教育方针是教育为无产阶级政治服务,教育与生产劳动相结合,教育要理论联系实际。在这种形

势的推动下,身为科大副校长和数学系主任的华罗庚教授走出校门,和师生们一起投入到生产实践中,寻找数学应用于实际的案例,取得了一批应用与理论成果,如“图上作业法”、“大麦厂设计”等。在一些部门,他发现大量的生产问题急需应用数学。当时国外现代应用数学发展十分迅速,而我国还没有什么基础,于是华老开始尝试寻找一条数学和工农业生产实践相结合的道路。

1959 年华罗庚在《光明日报》发表了“数学与应用”一文,他认为:数学与应用可以用两个字来概括:一个是“网”,是指应用;一个是“纲”是指理论。他说:“有纲无网,清清凉凉,有网无纲,四处奔忙。普及提高,保质保量,理论实际,要纲要网。”这也是华老在以后一再强调和遵循的。

60 年代初,针对生产中的管理问题,华老一是在研究分析国外多种方法的基础上,选择了 CPM 和 PERT 网络计划,这些方法对制定生产管理和作业计划很有帮助;二是搜集了几百篇与网络计划方法相关的国际文献,并组织助手们对这些文献进行深入阅

* 收稿日期:2011 年 11 月 8 日

读和讨论；三是透彻地分析了这些方法,再根据中国的实际,深入浅出编写成通俗易懂的平话,并结合毛主席“统筹兼顾”和“抓主要矛盾”的思想,将其命名为“统筹方法”。

1965年6月6日《人民日报》以整版篇幅发表了“统筹方法平话”,以普通的烧水泡茶过程来讲解统筹法;后经修改补充,以《统筹方法平话及补充》为书名,于1965年7月由中国工业出版社正式出版(10万本),为易于读者在实际工作中应用,特将首都钢铁公司焦化厂1500毫米斗式提升机检修计划(箭头图)和北京三建公司某中学工程施工工序流程图作为实例,附在书后供参考。

在提出统筹法的同时,针对生产工艺的(局部)层面,如何选取工艺参数和工艺过程,以提高产品质量,华罗庚提出了“优选法”,即选取这种最优点的方法本身应该是最优的,或者说可用最少的试验次数来找出最优点。他从理论上给出了严格的证明。1971年7月出版了小册子《优选法平话》,书中着重介绍了0.618法(黄金分割法)。经过优选法在不同领域应用及推广的探索后,1981年出版了其理论研究成果《优选学》。

优选法和统筹法后来在全国形成了几乎人人皆知的以“双法”推广为代表的改革技术、工艺,提高生产效率的经济数学推广

热潮。并逐步发展、丰富,形成了具有特色的“华罗庚管理科学思想”。

1.2 实践试点

统筹法第一个试点选择在北京774厂(北京电子管厂)。1965年2月,华罗庚率教师及学生20余人开始了应用统筹法改进管理工作和工艺流程的试点,此次试点虽没有取得预期效果,但在克服一系列困难方面还是解决了一些实际问题,最重要的是获取了宝贵经验和教训,特别是总结出统筹法适用于单项工程,更适合从头开始的工程。

统筹法应用首次成功是在西南三线铁路建设,1965年4月华老应当时的铁道兵副司令员郭维诚和西南铁路建设指挥部总指挥韩光的邀请,带领助手和学生在西南三线实地考察,先后在墜脚、梅花山、石门坎、骆驼冲、二梯岩、天生桥、老虎嘴、狮子口等施工工地与工程技术人员和领导座谈,了解情况。在此基础上于5月4日在贵州安顺西南铁路建设工地指挥部开办了第一个“统筹方法训练班”,历时4天,华老做了3次生动活泼、精辟透彻的“统筹方法”讲座,听课的学员有150人。学员们深受启发,并能够结合自己的实际工作画统筹图。学习班提出的“三结合小组”、“每组带着任务画一张图”、“联络员”等措施和办法,对推广应用统筹方

法有极大的帮助。从这里开始,统筹方法的推广应用就在全中国许多地方陆续开展起来。

1965年11月华老在西南视察讲学期间,应邀观看了爆破兵在掌子面的一次爆破作业,在那次爆破中,班长为了排除22个雷管中的一个哑炮牺牲了。这使华老受到很大震动,他觉得:比起抽样检查等手段的质量把关来,从源头提高质量更为重要!优选法应该可以提供帮助,此事促成了他推广优选方



华罗庚到厂矿做优选法报告

法的想法。并于1969年9月完成了《优选方法平话》手写本。

1.3 大范围推广应用

华老带领其助手开展的“双法”应用试点历尽艰难,取得了成功。从1972年起,开始组织小分队到全国各地进行大面积推广。小分队从一个一个行业做起,试点—推广—再试点,逐步扩展到各行各业。“先扎根于群众,先扎根于实践,先搞出成果”,是小分队的鲜明特点。在组织形式上,小分队“散之成气、聚之成形”,许多全国劳模、生产能手、技术标兵都加入到小分队并成为骨干。据估计,先后参加全国小分队的队员达1 000余人,还有许多地方小分队。他们总结出一整套行之有效的“小分队”工作架构,提出了一套完整的方法论,包括科学方法的选题、试点、培训、应用与推广实践全过程。国际上将华老的方法赞誉为“百万人的数学”,这是前所未有的创举。从1965—1985年的20年中,华老的足迹遍布全国28个省、市、自治区,上千万人曾参加到以优选法、统筹法指导的群众性科学实验活动中,华罗庚被誉为“卓越的人民数学家”。

1978年全国科学大会上,“双法”的应用推广研究获“重大科技成果奖”和“重大贡

献集体奖”。

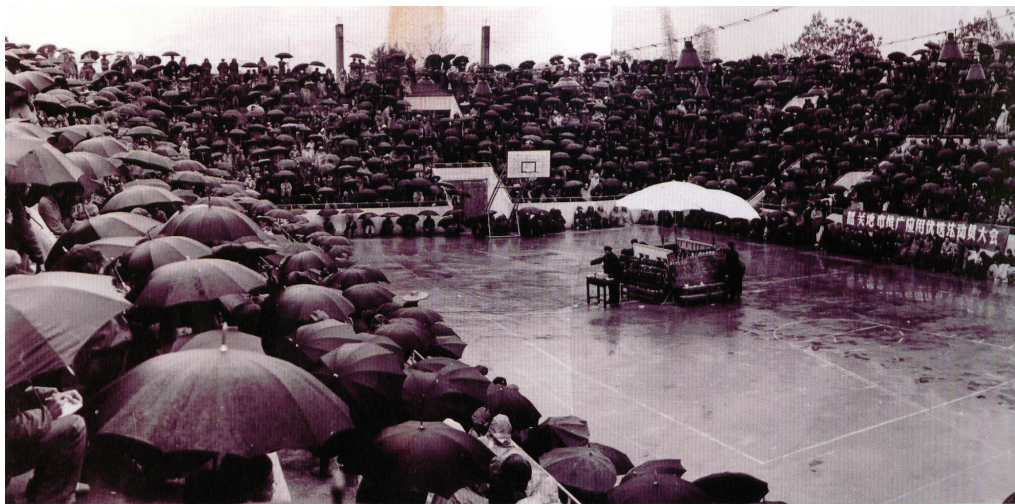
2 拓展与延伸

2.1 推动数学应用的战略思路

从20世纪50年代开始,华罗庚不断思考数学如何为国民经济服务的问题,从线性规划、矿体几何学,到推广应用优选法、统筹法,都是他审时度势针对当时的环境而选择的数学方法,但远不是全部。70年代初,他反复强调“在管理上搞统筹,在工艺上搞优选”。那时候,国内普遍认为“管理”只是经验,不是科学,华老是第一位倡导并致力于使我国管理科学化的数学家,推广“双法”为发展中国管理科学做出了不可磨灭的贡献。70年代中期,华老经过深思熟虑,提出了在国民经济发展中应用数学方法的“36字方针”:大统筹、广优选、联运输、精统计、抓质量、理数据、建系统、策发展、利工具、巧计算、重实践、明真理。前30字凝练出10个行之有效的“方法”,后6个字是评价标准。这为我国应用数学和管理科学拓展了未来的研究方向和推广领域。

2.2 创立研究会

经过近20年“双法”普及推广,取得了数以万计的成果,在实践中培养了大批骨干,摸索出了一套适合当时我国国情,为国



华罗庚冒雨在广东韶关地区推广“双法”

家经济建设服务的应用数学方法。1981年3月31日,华罗庚以优选学、统筹学、经济数学的理论研究为基础,创建了中国优选法统筹法与经济数学研究会,并亲自担任第一届理事会理事长。从此,多年跟随华老的“双法”小分队成员和更多关注为国民经建设做贡献的专家学者,有了一个正式的学术交流平台。

在中央领导和中国科协的支持下,研究会作为牵头单位成功地开展了对国家重大项目的咨询论证,在社会上产生了较大影响。先后获国家科技进步奖5项(一等奖1项,二等奖3项,三等奖1项),省、部级科技进步奖14项(一等奖7项,二等奖6项,三等奖1项);现有会员1.7万多人,专业分会14个,省市学会15个,团体会员单位近30个。

2.3 数学方法应用到大型项目和发展规划

从1965年开始近20年的时间里,数学的应用工作都是以微观为主,以解决具体问题为主。进入20世纪80年代,中国经济形势发生了巨大变化,1982年,万里同志找到华老,希望他为国家的长远规划做些工作,此时的华老也正在进行前期准备工作,仔细清除信息、数据中的过量水分,开始组织一些宏观性的项目,如两淮煤炭十五年发展规划等,并开始有计划地安排大范围的国民经济优化理论研究。

两淮煤炭基地开发规划研究系国家重点项目。主要考虑如何从全局出发,科学地确定两淮的开发规模,合理的建设速度,煤电系统等统筹同步建设方案。项目得到中国科协和中科院的重视以及国家计委、经委,电力部、铁道部、交通部、邮电部等部门的支持。项目由华罗庚负责,以中国优选法统筹法与经济数学研究会为课题组长单位,组织煤炭、电力、铁道、航海、通讯、能源等6个学会的20余位专家成立咨询专家组以大协同

的形式开展这项工作。专家组提出的“两淮煤炭开发方案论证报告”获得高度评价。时任总书记胡耀邦及国务院总理、副总理等中央领导对该工作给予了鼓励,并提出新的要求。

该项目运用大统筹,广优选的科学方法,创造了一套完整的国家大型建设项目软科学研究模式。使矿井建设与交通、供电、通讯、供水等外部配套工程的建设密切配合,缩短了矿井建设工期,大幅提高了煤产量,缓解了华东地区能源紧张的状况。该项目1991年获国家科技进步奖三等奖、1988年获中科院科技进步奖二等奖。

之后,又承担了“大庆油田开发与地面工程规划方案优选的研究”项目,该项目获1987年石油部和中科院科技进步奖一等奖,1988年国家科技进步奖二等奖;还有:“露天煤矿矿体模型与优化开采境界”、“邵阳市经济、科技、社会七五发展规划”等多个项目,也分别获省部级科技进步奖。

2.4 开创国家重大建设项目科学决策咨询论证的先例

华罗庚还非常关心国家“七五”期间重大工程建设的前期论证工作。中国科协技术咨询服务中心于1983年受内蒙古自治区人民政府委托,对准格尔矿区综合开发煤、电、运统筹同步建设和自治区西部地区重化工发展提供论证方案和咨询建议。准格尔煤田储量丰富,煤质好,是我国重要的能源基地。它的开发建设直接关系到20世纪末我国煤炭产量翻一番战略目标的实现。为此,中国科协领导十分重视这项工作,组织了优选法与统筹法、煤炭、铁道、航海、公路、电机工程、水利、建筑、环境科学、石油、化工、金属、硅酸盐等学会和内蒙古工业技术咨询服务公司的有关专家和科技人员组成咨询论证专家组。华罗庚为专家组总负责人,还聘请了有关部门的领导和专家担任项



中国科学院

目顾问。

咨询组在调查研究的基础上,为准格尔矿区开发充分发挥建设投资的经济效益,在20世纪末准格尔矿区煤炭开发生产规模达到6000万吨的前提下,经过统筹分析和综合平衡,提出关于矿区煤炭开发建设、电厂配置、电源布局、铁路建设、公路建设、航运建设、城镇建设、供水供电建设等各项工程的统筹同步建设方案。这次论证开创了我国重大建设项目科学决策咨询论证的先例。

3 数学为经济建设服务的新贡献

3.1 坚持数学为国家经济建设服务的方向,拓展新的领域和方向

1985年6月,华老在东京大学讲坛上不幸逝世。同年8月,研究会常务理事扩大会议在厦门召开,商讨研究会的发展。大会代表一致认为,要继承华老遗志,继续为各级管理决策服务,为国家经济建设服务,理论必须联系实际。当时正处于国家从计划经济向市场经济转型的敏感时期,研究会面临的环境发生了许多变化,鼓励和压力并存,在继续推进国家重大项目研究实践的同时,进一步关注长远发展。不断拓展新的应用领域和方向,在国内率先成立了“决策管理与信息系统”专业分会,“计算机模拟”专业分会、统筹分会、项目管理分会和工业工程分会。“项目管理”和“工业工程”,前者主线是华老提出的统筹法,着眼点是围绕项目利益相关者的程序化管理,主要对象是项目经理;后者着眼点是生产系统的优化,主要对象是企业,是优选法的拓展。这两个分会的创建和发展,在我国管理科学和工程管理领域产生了巨大的影响。为继续发扬为企业和政府服务的传统,先后赴湖南、湖北、黑龙江、四

川、内蒙、青海、福建、北京等省市自治区,在金融、科技规划、减灾、公安、民航等方面为当地的企业和政府部门提供大量的咨询建议、决策辅助的方法和手段,大量研究成果获得省、部级和国家科技进步奖一、二、三等奖。

1999年开始每年举办1次“中国管理科学学术年会”,为全国各地从事管理科学的学者、企事业单位的管理人员提供了交流平台。进入2000年以后,更加注重与企业单位产、学、研合作,努力开展管理科学中一些前沿领域的学术交流和应用实践,积极支持会员组建有利于社会发展的学科交叉性专业委员会和分会,如“灰色系统”分会、“应急管理”分会、“市场营销管理”分会,“能源管理”分会,“复杂系统”分会以及“青年工作委员会”。在研究会中优秀青年人才不断涌现,目前已有20多位“杰青”、“长江学者”、“百人计划”获得者。

3.2 大批成果涌现

华老开拓的数学为经济建设服务的方向,也影响带动了一大批从事数学应用研究的学者。目前数学和管理科学的诸多方法已广泛地得到应用,为我国经济建设做出了重大贡献,典型案例如:陈锡康团队提出和创立的投入占用产出技术,在连续20多年的



华罗庚用折纸条的方法向全国劳模和工人师傅讲解优选法

全国每年粮食产量预测中,其结果误差小、精度高、预测提前期长,为国家做出了重大贡献;汪寿阳团队在金融管理、物流管理、供应链管理、冲突分析与对策论以及预测技术等领域做出了一批得到国际同行高度好评和政府有关决策部门高度重视的研究成果……

中科院科技政策与管理科学所池宏团队研发的“飞行安全管理信息系统”提出了一套适合中国国情、符合国际民航组织要求,具有可操作性的航空公司安全运行管理方法,在航空安全风险管理和飞行员人力资源战略配置等方面实现了关键管理技术的创新,达到国际先进水平。该研究成果已在中国国际航空公司上线运行,为公司实现运行控制方面安全管理升级,及安全生产下成本节约提供决策支持。其中该系统的一期和二期上线模块,自2009年以来,帮助公司实现节油效益1.75亿元,2009年8月至2010年8月避免返航备降33班,节约成本435万元人民币。

还有一批年轻的“杰青”获得者,应用理论和数学方法为经济建设做出了新的贡献,如,中国科大华中生教授领导的团队,在非平稳环境下的需求预测与优化决策研究方面,发现了供应链系统内部决策对需求非平

稳性的影响,提出了非平稳密度预测方法;提出了博弈各方决策地位差异与变动的量化表达。再如,中科院科技政策与管理科学所范英团队,在能源-环境-经济系统的建模、预测和决策方向上开展了卓有成效的工作;提出了面向全球资源的能源安全研究集成方法论;建立了全球能源系统监测预警和政策模拟系统;研究建立了温室气体动态减排成本曲线,提出了实现碳强度减排目标的优化策略;在能源-环境-经济复杂系统的研究中提出了新的方法论,为政府部门决策提供了依据。

4 启示与思考

华罗庚在其晚年,致力于数学为国家经济建设服务的探索与实践,获得了巨大的成功,为后人留下宝贵的经验财富。从中给了我们许多有益的启发。

(1)探索出一条理论结合实际的有效途径。科技与经济结合的关键问题就是理论与实际结合问题。“理论和实践本来是认识论的一个命题,只有具备了坚实的理论基础,才能迎刃而解实际中的难题,而实际问题的解决,又能使理论得到进一步丰富和提高。”目前我国的许多科技成果之所以难以转化,很重要的一个原因就是科研成果是由高校和科研部门研究出来的,高高在上,而生产

部门(即企业)接受不了,也就是成果是顶天的,但无法立地,这里的关键问题就是理论与实际脱节问题。如何从实际问题中发现,华罗庚成功的关键就是他能够在实践中提炼出问题开展研究。华罗庚之所以能够创造出优选法和统筹法,正是他抓住了当时我国急需提高管理水平和改进生产工艺问题。现在中国管理科学界已逐渐趋



华罗庚在车间里、在工人中



中国科学院

于共识:必须从中国管理实践中提炼问题开展研究,才能创造出“顶天立地”的成果。正如华罗庚去世前在日本的讲台上概括的“应用数学的研究,不同于纯理论研究,不能只是完成理论研究工作,还要进行发展研究,开发应用有关的理论成果,通过实际检验进一步丰富,而且还要在发展研究的基础上推广应用,接受更广泛的检验,进一步提高发展”

(2)科技为经济服务需要创新精神。成果转移转化是相当艰难和复杂的,需要创新精神。从华罗庚的成功实践中凝练出方法创新和机制创新。将高深的数学理论演绎成通俗易懂的方法是理论和方法的创新。组织小分队体现“专群结合”是机制创新的一种尝试,小分队集中了来自各方面的人才,既有专家学者、又有工程技术人员、还有生产一线的工人,这种结合使每个人发挥出自己的特长,显示出群体效应。

(3)科技为经济服务呼唤科技帅才。华罗庚在应用数学方面的成就不仅得益其深

厚的数学功底,更重要的是他是难得的科技帅才,具有科技帅才所具备的战略眼光和思想,能够把握时代及科技进步的脉搏,从而做出符合环境的决策,还能组织各类人员以极大的勇气和魅力去实现这一目标。如,上世纪 50、60 年代在我国经济落后、应用基础弱的背景下,他提出了适合中国国情的优选法、统筹法,并且面向工厂、面向基层。在经过 10 多年的积累,进入 80 年代我国经济发生了变化,开始部署国家重点建设项目,他进一步发展和拓展了优选法统筹法,与时俱进地将研究转向国家重大项目的咨询论证。

主要参考文献

- 1 徐伟宣主编.贴近人民的数学大师——华罗庚诞辰百年纪念文集.北京:科学出版社,2010.
- 2 华罗庚.华罗庚科普著作选集.上海:上海教育出版社,1984.
- 3 王元.华罗庚.江西:江西教育出版社(修订),1999.
- 4 王元,杨德庄.华罗庚的数学生涯.北京:科学出版社,2000.

The Exploration and Practice of Serving Economy Construction with Mathematics —— The Revelation of Promoting Optimization Method and Overall Planning Method by Hua Luogeng

Zhang Lijun

(Institute of Policy and Management, CAS 100190 Beijing)

Abstract By studying a typical case carried out by the famous mathematician Hua Luogeng in his promoting optimization method and overall planning method in China, this article explores an effective way of integrating S&T with economy. Hua's strategy choice in developing applied mathematics and the revelation from it are analyzed.

Keywords Hua Luogeng, optimization, overall planning, economic mathematics

章丽君 女,中国科学院科技政策与管理科学研究所副编审。1982年毕业于北京大学第一分校数学系获学士学位,1983—1987年在中科院应用数学所从事研究工作,曾跟随华罗庚推广“双法”,参加多个数学为经济建设服务的项目论证项目,作为主要完成人曾获中科院科技进步奖二等奖3项。现在《中国科学院院刊》从事编辑工作。E-mail:ljzhang@cashq.ac.cn