

韩继业教授生平科研教学介绍

（本文是2005年徐大川博士为《中国现代数学家传》所撰写的韩继业教授简介初稿。）

韩继业，中国科学院数学与系统科学研究院应用数学研究所研究员，博士生导师。1957年毕业于北京大学数学力学系概率论专业，曾先后在中科院数学所与应用数学所工作，研究方向最初是排队论（queuing theory），“文革”后研究非线性优化、变分不等式与互补理论、及组合优化等，已发表学术论文百余篇。**韩继业**教授与我国运筹学开拓者之一**越民义**教授长期合作，曾参加越民义的研究组并获得1978年全国科学大会奖，1983年中国科学院自然科学一等奖，1987年国家自然科学三等奖和中国科学院自然科学一等奖。现为《数学学报》（中文版）常务编委，《应用数学学报》常务编委和中文版副主编，《运筹学学报》常务编委，以及中国运筹学会数学规划分会理事长。

韩继业1935年生于天津，家住在当时天津的英租界。1941年冬，日本偷袭美国珍珠港，太平洋战事爆发，日本军队迅即占领天津各租界区。事隔半个多世纪，**韩继业**至今仍清楚地记得，当时整夜枪声使他不得安睡，第二天清早照例去上学，沿路每个十字路口都有杀气腾腾的日本兵持枪站岗，路上不时有被打死或打伤的人躺在那里，街道上血腥气和火药味混合着同胞的呻吟，惨不忍睹。到学校后老师说：学校停课了，**韩继业**只好和别的同学一起走出校门，默默地回家。后来学校终于恢复上课，但他们再也找不到往昔宁静的学校生活和良好的学习氛围。新来的日本教师大肆宣扬什么“中日亲善”，“大东亚共荣”，强迫**韩继业**和同学们学日文。**韩继业**年纪虽小，心里却明白这是一种屈辱，常常偷偷流泪。不久，市面上买不到粮食了，中国人只能到指定的商店买有霉味的“混合面”吃。几乎天天听到日本警车刺耳的尖叫声。一年后**韩继业**随家离开天津，辗转逃离沦陷区，进入“国统区”。此后数年间因受局势影响，他们家迁徙转移数省。**韩继业**在小学和初中阶段几乎每一、两年就不得不转一个学校，许多功课只能靠自学。他小时候在沦陷区的生活时间虽不长，但中国人在日本侵略军奴役下遭受的苦难和屈辱，给他留下深深的印记，促使他立下“国家兴亡，匹夫有责”的报国信念。

1950年**韩继业**随家定居于浙江金华市，他考入省立金华第一中学高中部。金华一中始创于清末1902年，至今已逾百年，其前身可追溯至南宋四大书院之一的“丽泽书院”，良好的学风源远流长，有深厚的历史积淀。民国以来又吸收融合了近代西方的文化教育思想，成为浙江省的著名中学之一。金华一中在教学上的传统优势是文史方面，常有著名学者受聘来校任教。她的毕业生中有国画大师黄宾虹，我国新闻学创始人邵飘萍，中共一大代表、《共产党宣言》译者陈望道，著名语言学家和翻译家傅东华，三十年代左翼文化运动领导人之一冯雪峰，经济学家千家驹，诗人艾青，史学家吴晗等著名人士。**韩继业**在高中时期对数学和物理有着浓厚兴趣，经常到旧书店买课外书阅读。1953年高考前他接受数学老师的建议选择选择了数学作为专业，以第一志愿考入北京大学数学力学系。1953年是解放后高校院系调整的第一年，北京大学数学力学系集中了清华大学、北京大学和燕京大学等三校原数学系的教师，师资力量雄厚。刚进入大学这一新的学习环境，**韩继业**在学习上不太适应，感到压力很大。**韩继业**自幼养成良好的自学习惯，凭借坚韧的毅力，他把全部精力投入到学习中，每天来往于教室、图书馆、食堂

和宿舍等四点之间，周末或假日也不肯休息。从大二起，成绩逐渐稳定在优等。这种紧张有序的学习生活到1957年春天被打乱了，当时全国先是出现了“鸣放”，继而开展了“反右运动”，北大停课了，批判会和斗争会接连不断。韩继业基本上处于这场政治运动的边缘，他不愿意随便敷衍，尽量不参与这些运动。由于学习成绩优异，他北大毕业后被分配到中国科学院数学研究所工作。当时正值全国“反右运动”高潮，大学生被视为资产阶级知识分子。韩继业和所有新进入研究所的大学生一起被安排下乡劳动锻炼，接着是大炼钢铁，大跃进，以后是“四清运动”和“文化大革命”。他这一代人从1957年开始工作到1977年的“文革”结束的宝贵的二十年，绝大部分时间的本职工作被干扰了。

二十世纪五十年代后半期，根据我国国民经济和国防建设的需要，钱学森教授和华罗庚教授大力倡导开展运筹学研究。运筹学当时在我国是一个空白领域。当时华罗庚教授安排他的助手、中科院数学研究所数论组负责人越民义教授转入运筹学这一新领域。越民义教授以国家建设的大局为重，开始了艰苦的探索和创新，成为我国运筹学的开拓者之一。1958年韩继业由概率论组被分派到越民义负责的新成立的运筹学教研组，转入新的研究领域。1960年我国“困难时期”开始了，中央强调“劳逸结合”，政治运动停止。越民义和组员们非常珍惜这个能专心做研究的机会，夜以继日地进行研究和探索。虽然当时大家吃不饱，但他们仍高强度地工作着。在越民义的指导下，韩继业首先研究的是“排队论”（随机服务理论）。排队论在通信、交通、计算机网络和生产自动化等方面有广泛的应用背景。通过三年多的奋力工作，韩继业的科研能力有了显著提高，取得了良好的成果([1,2])。当时国际上关于“排队论”的研究热点是“瞬时性态的概率分布问题”。1959年越民义在国际上首先得到了 $M/M/n$ 排队系统（ M 表示输入是 Poisson 分布以及服务时间是负指数分布， n 是服务台个数）的瞬时性态概率分布。教研组遂后又得到了 $GI/M/n$ 、 $M/G/1$ 、 $GI/E/1$ 等排队系统（ GI 和 G 分别表示输入和服务时间是一般分布， E 表示 Erlang 分布）的瞬时性态概率分布。韩继业于1963年底得到了 $GI/G/1$ 排队系统的队长的瞬时性态的概率分布，这是单服务台的最一般排队系统。但由于1964年的“四清运动”和以后的“文化大革命”，他的这一成果失去了发表机会。国外于1969年发表了关于 $GI/G/1$ 排队系统的类似结果。教研组的研究工作终止于1964年春天，因为数学研究所开始了“四清运动”，64年秋季几乎全所人员去吉林省农村参加“四清运动”。研究组的这些研究成果以后为我国的应用数学事业赢得了国际荣誉，1977年美国“纯粹数学和应用数学家访华代表团”所出版的报告《Pure and Applied Mathematics in the P. R. China》中对我国应用数学领域的两项成果做出高度评价，其中一项就是越民义领导的研究组的“排队论”研究，报告中说：“中国的‘排队论’研究十分迅速地进行到这一领域的最前沿”。

1974年正值“文革”中“批林批孔运动”高潮期间，韩继业与越民义合作，冒着受批判的风险，私下开始研究排序理论（或时间表理论，scheduling）。这是组合最优化的一个分支，它主要研究在有限的资源限制和其他的约束下对于给定的一些“工作”或“活动”从时间上和顺序上进行合理的安排和分配，以使某目标（如生产效率、资源利用、完工时间、合格率、准时率、费用等等）达到或接近最优。排序论的实用背景非常广泛，与经济管理和计算机科学有密切的联系，在国际上是一很受重视的研究领域。1975年他们对于 Flow-Shop（流水作业）排序问题的研究取得了重要进展。流水作业排序问题主要出现在大规模自动化生产调度中，

1953年美国学者 S. M. Johnson 研究了两台服务器的 Flow-Shop 问题，得到了 N 件工作中相邻工作最优次序的判别条件，并证明了它是 P 问题。一般 M 台 ($M \geq 3$) 服务器的 Flow-Shop 问题被证明是 NP-难问题，1953年后关于它的相邻工作最优次序的判别条件一直在被研究。1975年韩继业与越民义合作得出了一般判别条件，解决了此问题。此成果被发表在 1975 年《中国科学》上 ([3])，并由越民义在 1975 年第 7 届国际运筹学大会上做了报告，受到重视，以后被国内外文献多次引用，并被收录在《Mathematical Aspects Of Scheduling And Applications》(R. Bellman, A.O. Esogbue and I. Nabeshima 著, Pergamon Press, 1982) 和《Sequencing And Scheduling》(S. French 著, Horhood, 1982) 等一些专著中。他们的工作带动了国内对于排序论的研究，目前国内运筹学界、管理科学界和自动化科学界均有人在研究排序论，已形成一支科研队伍。

1977 年“文革”结束，一个崭新的时期开始了，韩继业和同事们可以专心从事研究工作了。他的研究工作扩展到非线性最优化方面，他与越民义合作对既约梯度方法进行了研究。既约梯度法是非线性最优化的一类经典方法，具有很高的应用价值，它最早由美国著名学者 P. Wolfe 于 1962 年提出，但是 Wolfe 的方法不具有全局收敛性。1979 年，他们提出了新的既约梯度法，并在很弱的条件下证明了它具有全局收敛性以及其它重要性质。这一成果发表在 1979 年《中国科学》上 ([8])，国外誉为“方法新颖”，“首先解决了既约梯度法对非凸函数类的全局收敛性问题”。论文被国内外多次引用，促进了“文革”结束后国内非线性优化的研究工作尽快的开展。

1980 年初华罗庚教授组建了中科院应用数学所并任所长，越民义教授任副所长，韩继业转入应用数学所工作。此后，韩继业教授主要研究非线性优化及相关领域。二十世纪的后二十年是国际上非线性优化的蓬勃发展时期，改革开放的方针给科研工作带来了难得的安定环境。根据国际上学科发展的动态和趋势，他先后选择了一些重要的具有不同结构和特征的问题和算法作为研究课题，涉及非线性规划、不可微优化、变分不等式与互补问题、双层规划、半定规划和组合优化等方面。这一时期他的研究工作有了长足的进展，他与研究生及其他人合作取得以下几方面的成果：

1. 对非线性优化的共轭梯度方法、拟牛顿方法和信赖域方法的收敛性质的深入研究。这几类方法都是求解中等规模及大规模优化问题的重要方法。文献中共轭梯度法的全局收敛性的证明需要有“充分下降性”这一比较强的条件，韩继业教授与合作者去掉此条件并也减弱某些其他条件下证明了几种共轭梯度法的全局收敛性，这减少了算法的计算步骤并扩大了算法的应用范围 ([55, 23, 28, 43, 57, 58])。无约束优化的著名的 DFP、BFGS 和 Broyden 族等拟牛顿方法在非精确线性搜索下对于非凸函数的全局收敛性从上世纪六十年代至今仍是 open 问题。他与合作者证明了对于一些函数类在比较广泛的非精确线性搜索下有全局收敛性，对此问题取得了实质性的进展 ([19, 20, 27, 30, 33, 41, 44, 65])。对于带一般非线性约束的优化问题，求解算法的全局收敛性大都需假使约束函数在解点的梯度满足独立性，他与合作者设计出非单调信赖域方法，并证明了新算法在不要求此条件下具有全局收敛性和局部超线性收敛性，这扩大了算法的应用范围，也是对优化算法理论的有意义的探讨 ([51, 61, 71, 21, 22, 25, 29, 47])。

2. **对抽象迭代算法模型的收敛条件的研究。**优化问题和方程组的迭代求解方法可利用一系列集值映射来表述,这种抽象算法模型的引进使得可利用集值分析的概念和结果来统一地研究迭代算法的收敛性。文献中 W. I. Zangwill, E. Polak, P. Huard, R. R. Meyer, J. Denel, 等人对抽象算法的收敛条件先后做出了一些重要的结果。**韩继业**教授与合作者给出了更广泛的非闭的收敛条件,改进了许多已有的结果,并用以研究投影算法的收敛性 ([18, 16, 17])。

3. **排序和网络等组合优化问题的近似算法的研究。****韩继业**教授与合作者对于有约束的单机和多机排序问题以及网络的极大割问题等一些 NP-hard 问题提出了多项式时间的近似算法,证明了它们比文献中已有的近似算法有更好的“最坏情况下性能比” ([35, 37, 45, 59, 68, 70])。

4. **变分不等式的解的存在性和解集的有界性的研究。**变分不等式是近四十余年内出现的一类新的数学问题,它与非线性优化、变分学、不动点问题、和均衡问题等有密切联系。**韩继业**教授与合作者定义了变分不等式的“例外族”的概念,基于此概念并利用拓扑度理论得到了连续映射的变分不等式有解和解集非空有界的两个条件,并证明了新条件对于伪单调连续映射的变分不等式分别是有解和解集非空有界的充要条件,新条件也改进了文献中某些结果 ([40, 50, 52, 60, 72])。

5. **互补问题和变分不等式的求解方法的研究。**这是国际上近十多年来应用数学的一研究热点。**韩继业**教授与合作者较早开展了对互补问题和变分不等式的求解算法的系统研究,设计出了关于非线性变分不等式的牛顿型和拟牛顿型方法和关于互补问题的内点法、非内点连续化方法等,它们的迭代过程主要是解一系列线性方程组,在某些条件下它们具有全局收敛性和局部平方收敛速度 ([31, 34, 38, 42, 46, 49, 54, 62, 64, 67, 69])。

“文革”后,**韩继业**教授不仅有自己的科研任务,还担负培养研究生的工作。每当新的研究生来到组内,他都要与每一位研究生商议,帮助他们确定适合自己的研究方向和课题。使得**华罗庚**教授等老一代数学家的严谨学风、严格要求和重视创新的治学精神在应用数学所又得到大力弘扬。他在讲课和讨论班中注意宣传这些治学精神,并以身作则带动组内每一位成员自觉行动。**韩继业**教授指导研究生注重因材施教。当年一位研究生因受市场经济思潮的影响,不安心治学。**韩继业**深知该研究生有良好的科研潜力,更适合做研究工作而非下海经商,便与他谈心,在融洽的气氛中一番语重心长的劝教使他重新把心安定在书桌边,经过几年努力,这位研究生果然取得了优秀的成果。讨论班是相互交流和促进的很重要的场所,不同研究方向的讨论班每周有两三个。讨论班上气氛活跃,每个成员各述己见,常有热烈的讨论,大家都乐于面对和克服困难的问题。这些使讨论班有很好的效果。在不到三年的时间内,每位研究生经过刻苦学习和钻研,系统地掌握了有关重要文献,独立科研能力都有了显著提高,写出有创新的优秀的学位论文,获得博士或硕士学位。

当年**韩继业**教授指导的研究小组成员现大都已成为优化领域里很优秀的青年学者。如:他的第一位研究生胡晓东博士,现为中科院数学与系统科学研究院研究员、博导,国家“973”重大项目成员,中国数学会常务理事,国内组合优化方面的著名青年学者。杨晓光博士,现为中科院数学与系统科学研究院研究员,主要研究金融数学。赵云彬博士,现为中科院数学与系统科学研究院副研究员,

主要研究非线性优化。这三位已是数学与系统科学研究院的青年业务骨干。邢文训博士，现为清华大学数学科学系副教授，计算数学与运筹学研究所副所长。谢金星博士，现为清华大学数学科学系教授。他们是清华大学数学系组合优化的学术带头人。又如：侯思祥博士，现为海军装备研究院战略与政策研究所副教授，主要研究组合优化算法和应用。陈中文博士，苏州大学数学系教授，计算数学专业负责人，主要研究非线性优化算法与理论。张玉忠博士，曲阜师范大学运筹管理学院院长、教授、博导，运筹学研究所所长，主要研究组合优化。刘国山博士，中国人民大学管理学院教授、博导，主要研究双层优化和经济管理科学。杨庆之博士，南开大学数学学院副教授、计算数学系系主任，主要研究非线性优化。尹红霞博士，中科院研究生院数学系教授，主要研究非线性优化和金融数学。韩乔明博士，南京大学管理科学与工程研究院教授，主要研究非线性优化和网络问题。黄正海博士，天津大学数学系教授，主要研究变分不等式和互补问题。他们的科研工作在国内最优化界和运筹学界已有相当的影响，成为所在单位的业务骨干。在国外工作的如：孙德峰博士，新加坡国立大学数学系副教授，戚厚铎博士，英国 Southampton 大学数学学院讲师，他们对非光滑优化、变分不等式和互补问题的研究工作在国际上已属一流水平，近几年他们在国外最优化学术界非常活跃。刘光辉博士，美国联合航空公司高级工程师，在运筹学的应用研究方面有高水平的成果。杜东雷博士，加拿大 New Brunswick 大学助理教授，从事组合优化的研究。韩继业教授曾谈到：“虽然还在大学就遇上了‘反右’，接着是‘大炼钢铁’、‘上山下乡’、‘四清运动’，最后是十年‘文革’，宝贵的青年时代的绝大部分时间在动荡的二十年中耗去。幸运的是上一世纪八十年代后自己多年招收的研究生都是富有才干的青年，自己在培养研究生的工作中有好的成效，这是令人很愉快的事。”

“老骥伏枥，志在千里，烈士暮年，壮心不已”。目前，韩继业教授虽然从中国科学院应用数学所的工作岗位上退了下来，但他退而不休，仍然以饱满的热情关注着本领域学术研究的前沿，像年轻人一般活跃在科研工作第一线。韩继业教授不但仍为清华讲授优化课程，还继续与他早已毕业的研究生们及国内外同行保持着密切的学术合作与交流。同时，作为《应用数学学报》与《数学学报》的编委，韩继业教授以他一贯的谨慎与严谨为提高刊物质量默默耕耘。作为优化领域的知名学者，他还常常被邀请作为博士生毕业答辩委员会主席或成员，关注着优化领域里新人的培养与成长。韩继业教授目光明敏，思维活跃，年近古稀仍处在学术研究的“青春期”。

简历：

1935，2，5，生于天津市
1950 - 1953，浙江金华市省立一中高中
1953 - 1957，北京大学数学力学系
1957 - 1979，中国科学院数学研究所，实习研究员、助理研究员、副研究员
1980 - 今，中国科学院应用数学所，副研究员、研究员、博士生导师

主要论著：

专著“非线性互补理论与算法”，上海科技出版社，2004（与修乃华、戚厚铎合著）。
教材“数学规划”，清华大学出版社，2004（与黄红选合写）。

- [1] On a queueing system whose inter-arrival times depend on the queue size, in Collection of Research Papers on Operations Research (I), Science Press, Beijing, 1964, 120-136. (in Chinese)
- [2] The structure of Palm's stream, *Applied Mathematics and Computational Mathematics*, 2(1965), 84-90. (with Kaitai Fang and Zeqing Dong)(in Chinese)
- [3] On the n job, m machine sequencing problem of flow-shop (I), *Scientia Sinica*, 5(1975), 452-470. (with Minyi Yue)
- [4] On scheduling and sequencing problems (I), *Practice and Understanding of Mathematics*, 3(1976), 59-70. (with Minyi Yue)(in Chinese)
- [5] On scheduling and sequencing problems (II), *Practice and Understanding of Mathematics*, 4(1976), 62-77. (with Minyi Yue)(in Chinese)
- [6] On the transient behavior and the optimality of single server queueing system whose inter-arrival times depend on the queue size, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 1(1979), 59-72.(in Chinese)
- [7] A new method for $m \times n$ flow-shop sequencing problem, *Chinese Science Bulletin*, 24(1979), 821-834. (with Minyi Yue)(in Chinese)
- [8] A new reduced gradient method, *Scientia Sinica* (English Series), 10(1979), 1099-1118. (with Minyi Yue).
- [9] Criteria for $m \times n$ flow-shop sequencing problems and a special case of flow-show problems, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 4(1980), 301-305.(in Chinese)
- [10] A unified approach to the feasible direction methods, in Nordic Symposium on Linear Complementarity Problems and Related Areas, Linkoping, March, 1982, 163-168. (with Minyi Yue)
- [11] An improvement of reduced gradient method, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 7(1984), 101-108. (with Enyu Yao)(in Chinese)
- [12] Elimination conditiona and lower bounds for the permutation flow-shop sequencing problem *Acta Mathematicae Applicatae Sinica* (English series), 2(1985), 321-331. (with Minyi Yue)
- [13] A family of feasible direction methods and their convergence, *Chinese Annals of Mathematics*, 6A(1)(1985), 1-12. (with Minyi Yue and Enyu Yao)(in Chinese)
- [14] A unified approach to the feasible direction methods with linear constraints, in Gradient projection method in linear and nonlinear programming, 282-294, Adv. Discrete Math. Comput.Sci.,III, Hadronic Press, Palm Harbor, FL, 1988. (with Minyu Yue)
- [15] A unified approach to the feasible point method type for nonlinear programming with linear constraints under degeneracy and the convergence properties, *Annals of Operations Research*, 24(1990), 113-114. (with Xiaodong Hu and Jin Liu).
- [16] Global convergence of monotonic optimization algorithms, *System Science and Mathematical Science*, 11(1)(1991), 35-42.(with Xiaodong Hu)
- [17] Feasible point methods and their global convergence, *Chinese Science Bulletin*, 37(8)(1992), 617-622.(with Xiaodong Hu)
- [18] The general convergence conditions for optimization algorithms modeled by point-to-set maps, *Acta Mathematicae Sinica* (New Series), 10(1994), 8-16.
- [19] Global convergence of the BFGS algorithm with monotone line search, *Optimization*, 34(1995), 147-159. (with Guanghui Liu and Defeng Sun).
- [20] General form of step-size selection rules of line-search and relevant analysis of global

- convergence of BFGS algorithm, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica* 18(1)(1995), 112-122. (with Guanghui Liu)(in Chinese)
- [21] A class of nonmonotone trust region algorithms for constrained minimization problems, *Chinese Science Bulletin*, 40(16)(1995), 1321-1324. (with Xiaowu Ke)
- [22] A nonmonotone trust region algorithm for equality constrained optimization, *Science in China* (Series A), 38(6)(1995),683-694. (with Xiaowu Ke)
- [23] Global convergence of the Fletcher-Reeves algorithm, *Journal of Chinese Universities Applied Mathematics* (Series B), 10(1)(1995), 75-82. (with Guanghui Liu and Hongxia Yin)
- [24] Global convergence of unconstrained minimization methods with a generalized backtracking line-search procedure, *System Science and Mathematical Science*, 8(2)(1995), 121-127. (with Guanghui Liu)
- [25] Global convergence of a new class of trust region algorithms, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 18(4)(1995), 608-615. (with Xiaowu Ke)
- [26] Superlinear convergence of approximation Newton methods for LC^1 optimization problems without strict complementarity, in *Recent Advances in Nonsmooth Optimization*, edited by D. Du, L. Qi, and R. S. Womersly, World Scientific Publishers 1995, 141-158. (with Defeng Sun)
- [27] Global convergence of the Broyden's family with a class of inexact line-searches, *Mathematica Numerica Sinica*, 18(3)(1996), 233-240. (with Guanghui Liu)
- [28] Global convergence of the modified HS conjugate gradient methods, *Chinese Annals of Mathematics*, 17A(3)(1996), 277-284. (with Houduo Qi and Guanghui Liu)
- [29] A trust region algorithm for optimization with nonlinear equality and linear inequality constraints, *Science in China* (Series A), 39(8)(1996), 799-806. (with Zhongwen Chen)
- [30] Global convergence analysis of a new nonmonotone BFGS algorithm on convex objective functions, *Computational Optimization and Applications*, 7(3)(1997), 277-290. (with Guanghui Liu)
- [31] Newton and quasi-Newton methods for a class of nonsmooth equations and related problems, *SIAM Journal on Optimization*, 7(2)(1997), 463-480. (with Defeng Sun)
- [32] On a conjecture in Morean-Yosida approximation of nonsmooth convex function, *Chinese Science Bulletin*, 42(17)(1997), 1423-1426. (with Defeng Sun)
- [33] Convergence of Perry and Shanno's memoryless quasi-Newton method for nonconvex optimization problems, *O.R. Transactions*, 1(1)(1997), 22-28. (with Guanghui Liu and Hongxia Yin)
- [34] Newton and quasi-Newton methods for normal maps with polyhedral sets, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 94(3)(1997), 659-676. (with Defeng Sun)
- [35] An improved heuristic for one-machine scheduling problem with minimum delays chains precedence constraints, *Science in China* (Series A), 40(7)(1997),680-686. (with Donglei Du and Bo Chen)
- [36] A trust region algorithm for bound constrained minimization, *Mathematica Numerica Sinica*, 19(3)(1997), 257-266. (with Zhongwen Chen)
- [37] Flow-shop scheduling with generalized precedence constraints, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 20(4)(1997), 587-592. (with Donglei Du)
- [38] A unified approach to the convergence of iteration methods for nonlinear complementarity problems, *Mathematica Numerica Sinica*, 19(1)(1997), 11-18. (with Defeng Sun and

Dachuan Xu)

- [39] Optimality conditions for nonconvex bilevel programming problems, *System Science and Mathematical Science*, 10(2)(1997), 183-192. (with Guoshan Liu)
- [40] Exceptional family and existence theorems in linear complementarity problems, *Mathematica Numerica Sinica*, 19:2(1997), 170-176. (with Houduo Qi)
- [41] Convergence properties of the Broyden's family with a new line search, *System Science and Mathematical Science*, 18(1)(1998), 27-33.(with Guanghui Liu)
- [42] On the finite termination of the damped Newton algorithm for the linear complementarity problem, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 21(1)(1998), 148-154. (with Defeng Sun and Yunbin Zhao)
- [43] Convergence properties of conjugate gradient methods with strong Wolfe line-search, *System Science and Mathematical Science*, 11(2)(1998), 112-116. (with Guanghui Liu and Hongxia Yin)
- [44] Some sufficient conditions for the global convergence of DFP algorithm, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 21(2)(1998), 179-186. (with Hongxia Yin)
- [45] A new approximation algorithm for UET-scheduling with chain-type precedence constraints, *Computers and Ops. Res.*, 25(9)(1998), 767-771. (with Jianjun Wen and Guochuan Zhang)
- [46] Newton-type methods for variational inequalities, in *Advance in Nonlinear Programming*, edited by Y. Yuan, Klumer Academic Publishers, Boston, 1998, 105-118. (with Defeng Sun)
- [47] A class of nonmonotone trust region algorithms for unconstrained optimization problems, *Science in China* (Series A), 41(9)(1998), 927-932. (with Xiaowu Ke)
- [48] A trust region algorithm for bilevel programming problems, *Chinese Science Bulletin*, 43(10)(1998), 820-824. (with Guoshan Liu and Shouyang Wang)
- [49] Iteration complexity of an interior-point algorithm for nonlinear $P^*(\tau)$ -complementarity problems, *International Journal of Computer Mathematics*, 70(1999), 699-715. (with Yunbin Zhao and Zongzhu Yuan)
- [50] Exceptional family of elements for variational inequality problem and its applications, *Journal of Global Optimization*, 14(1999), 313-330. (with Yunbin Zhao)
- [51] A globally convergent trust region algorithm for optimization with general constraints and simple bounds, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 15(4)(1999), 425-432.(with Zhongwen Chen and Qiaoming Han)
- [52] Exceptional families and existence theorems for variational inequality problems, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 101(2)(1999), 475-495. (with Yunbin Zhao and Houduo Qi)
- [53] The stability of the maximum entropy method for nonsmooth semi-infinite programming, *Science in China* (Series A), 42(11)(1999), 1129-1136. (with Changyu Wang)
- [54] Two interior-point methods for nonlinear $P^*(\tau)$ -complementarity problems, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 102:3(1999), 659-679. (with Yunbin Zhao)
- [55] Convergence properties of nonlinear conjugate gradient methods, *SIAM Journal on Optimization*, 10(2)(2000), 345-358. (with Yuhong Dai, Guanghui Liu, Defeng Sun, Hongxia Yin and Yaxiang Yuan)
- [56] A new descent algorithm for solving quadratic bilevel programming problems, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 16(3)(2000), 235-244. (with Guoshan Liu and Shouyang Wang)

- [57] Global convergence of the PR and HS conjugate gradient methods for unconstrained nonlinear optimization, *OR Transactions*, 4(3)(2000), 1-7. (with Changyu Wang and Lei Wang)
- [58] Two fundamental convergence theorems for nonlinear conjugate gradient methods and applications, *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 17(1)(2001), 38-46. (with Guanghui Liu, Defeng Sun and Hongxia Yin)
- [59] On-line scheduling of small open shops, *Discrete Applied Mathematics*, 110(2-3)(2001), 133-150. (with Bo Chen, Donglei Du and Jianjun Wen)
- [60] Existence of solutions to variational inequality problems, *Science in China (Series A)*, 44(2)(2001), 212-219. (with Liping Zhang and Dachuan Xu)
- [61] A nonmonotone trust region method for nonlinear programming with simple bound constraints, *Applied Mathematics and Optimization*, 43(1)(2001), 63-85. (with Zhongwen Chen and Dachuan Xu)
- [62] The non-interior continuation methods for solving the P_0 function nonlinear complementarity problem, *Science in China (Series A)*, 44(9)(2001), 1107-1114. (with Zhenghai Huang, Dachuan Xu and Liping Zhang)
- [63] Exact penalty functions for convex bilevel programming problems, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 110(3)(2001), 621-643. (with Guoshan Liu and Jianzhong Zhang)
- [64] The convergence of an one-step non-interior continuation method for solving the P_0 function NCP, *Chinese Journal of Contemporary Mathematics*, 32(2)(2002). (with Zhenghai Huang and Zhongwen Chen)
- [65] A note on the convergence of the DFP algorithm on quadratic uniformly convex functions, *Optimization*, 51(2)(2002), 339-352. (with Guanghui Liu and Dachuan Xu)
- [66] Global convergence of nonmonotone descent methods for unconstrained optimization problems, *Journal of Computational and Applied Mathematics*, 146(1)(2002), 89-98. (with Wenyu Sun and Jie Sun)
- [67] Predictor-corrector smoothing Newton method, based on a new smoothing function for solving the nonlinear complementarity problem with a P_0 function, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 117(1)(2003), 39-68. (with Zhenghai Huang and Zhongwen Chen)
- [68] Approximation algorithm for Max-Bisection problem with the positive semidefinite relaxation, *Journal of Computational Mathematics*, 21(3)(2003), 357-366. (with Dachuan Xu)
- [69] Non-interior continuation method for solving the monotone semidefinite complementarity problem, *Applied Mathematics and Optimization*, 47(1)(2003), 195-211. (with Zhenghai Huang)
- [70] Improved approximation algorithms for MAX $n/2$ -directed-bisection and MAX $n/2$ dense-subgraph, *Journal of Global Optimization*, 27 (2003), 399-410. (with Dachuan Xu, Zhenghai Huang and Liping Zhang)
- [71] A nonmonotone trust region method for nonlinear programming with general constraints and simple bounds, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 122(1)(2004), 185-206. (with Dachuan Xu and Zhongwen Chen)
- [72] Solvability of variational inequality problems, *Journal of Optimization Theory and Applications*, 122(3)(2004), 501-520. (with Zhenghai Huang and Shu-Cherng Fang)

（本文作者徐大川博士曾经是韩继业教授的硕士研究生，现为北京工业大学数学系副教授。）