

油水资源数值方法的 理论和应用

油水资源数值方法的理论和应用编委会 编著



山东科学技术出版社
www.lkj.com.cn

油水资源数值方法的 理论和应用

油水资源数值方法的理论和应用编委会 编著



山东科学技术出版社



图书在版编目(CIP)数据

油水资源数值方法的理论和应用/油水资源数值方法的理论和应用编委会编著. —济南:山东科学技术出版社,2017.9

ISBN 978—7—5331—9089—7

I. ①油… II. ①油… III. ①油水分析—数值方法
IV. ①X74

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 229303 号

油水资源数值方法的理论和应用

油水资源数值方法的理论和应用编委会 编著

主管单位:山东出版传媒股份有限公司

出版者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路16号

邮编:250002 电话:(0531)82098088

网址:www.lkj.com.cn

电子邮件:sdkj@sdpress.com.cn

发行者:山东科学技术出版社

地址:济南市玉函路16号

邮编:250002 电话:(0531)82098071

印刷者:济南华林彩印有限公司

地址:山东省济南市商河县城区产业园新兴街

邮编:251600 电话:(0531)88073797

开本:787mm×1092mm 1/16

印张:13

字数:300千

彩页:1

版次:2017年9月第1版 2017年9月第1次印刷

ISBN 978—7—5331—9089—7

定价:48.00元



前言

为了在油水资源数学建模、数值方法的理论和应用研究方面开展学术交流,同时庆祝袁益让教授 80 华诞,于 2015 年 8 月 7 日至 9 日,在济南召开了油水资源数值方法的理论和应用学术研讨会。

到会代表来自国内外高校和科研机构,共 50 余人,30 余人做了学术报告。本论文集收集了参会的大多数专家、教授的学术报告,研究内容既有理论前沿课题,又有典型的实际应用课题,现整理结集出版。

本次会议组织如下:

组委会成员:芮洪兴、羊丹平、陈焕贞、鲁统超、程爱杰、赵卫东、王文治。

秘书组:程爱杰、刘允欣、杜宁、李长峰。

组委会和秘书组对会议组织以及论文集出版做了大量工作,在此表示感谢。

本次会议得到国家科技重大专项课题“大庆长垣特高含水油田提高采收率示范工程”(编号 2011ZX05052)资助,会议论文集出版得到国家科技重大专项课题“高温高盐油田化学驱提高采收率技术”(编号 2011ZX05011-004)资助,在此表示感谢。

本书编委会

袁益让简介

袁益让,1935年3月生,江苏省靖江县斜桥镇人,山东大学数学学院教授、博士生导师,中共党员;1950年1月参加工作;在靖江县卫生院经短期培训后,先后在县卫生院和季市卫生院从事农村基层医疗工作;1954年作为调干生考入山东大学数学系学习,1955年获“山东大学优秀学生奖章”;1958年毕业留校任教,师从莫叶教授,从事复变函数论、数学分析、偏微分方程和奇异积分方程等基础学科的教学和科研工作.1962年2月至1963年1月,袁益让在复旦大学数学系进修“复变函数几何理论”“广义解析函数”“奇异积分方程”“索伯列夫空间”等现代数学课程,提出了用广义解析函数预解积分表达式的方法,解决了苏联维库阿院士在其著作《广义解析函数》中提出的几个悬而未决的问题,先后发表了《一类奇异积分方程的可解性及其对广义黎曼—哈斯曼问题的应用》《广义卡里曼问题》《多连通区域的卡里曼问题》等系列学术论文,得到了齐次问题解的个数估计和非齐次问题可解性条件的表达式,它在偏微分方程和弹性薄壳理论方面有重要的价值.1960年,在莫叶教授指导下袁益让完成了“济南京郊变压器线圈的温度预测计算”,经国家电力总局技术鉴定,在电力系统同类型号变压器运行中推广使用,成果发表在《山东大学学报(自然科学版)》.1964年后袁益让转入数学应用研究,先后完成了山东淄博南定电厂大型鼓风机叶片的流体力学计算和分析,济南柴油机厂大马力柴油机增压器的差分方法强度计算和分析、振动频率计算和分析,以及山东省济南体育馆大型顶层框架有限元结构分析和计算,其软件系统被推广应用到济南多个大型建筑工程的框架和计算中,这些成果都应用到生产实际,产生了经济效益和社会效益.

1966年后,袁益让参加山东大学组织的关于电子束程控计算机设计、高炮指挥仪电子计算机设计、数学模型及软件方面的攻关项目,取得一定成果.1970年,袁益让应胜利石油管理局地质科学研究所的邀请,与地科院水动力学研究室协作从事油田勘探中压力恢复曲线的图版计算和分析、油田开发中油水两相渗流驱动问题数值方法和应用软件的开发研究,其成果《关于油水两相渗流平面弹性问题的有限元方法》发表在《石油学报》上,被中国石油学会推荐转载于《中国油气田开发进展》作为我国优秀成果向国内外推荐.在此期间,袁益让还完成了油水两相渗流驱动问题的变网格有限元方法软件系统的研制,以解大水驱问题的计算,并应用于胜利油田开发的试生产设计中,其理论成果发表于《中国科学》(1986年).他还应邀与本校物理系合作,参与半导体器件数值模拟计算研究的项目,其理论成果发表于1992年的《科学通报》(中文版和英文版),受到国内外计算物理学界和计算数学界的关注.后来,在教学方面,袁益让担任计算数学专业的微分方程数值解法、算法语言和高等数学等课程的教学工作.

1976年国家恢复高考招生,迎来教学和科学工作的春天.1977年,袁益让应人民教育出版社邀请和武汉大学计算教研室张延昌教授合作编写《高等学校试用教材:计算方法》,承担偏微分方程数值解法三章,该书先后7次印刷,全国一百多所高等学校将其作为非计

算数学专业的本科生、研究生教材,在国内有很大的影响;为帮助多所高校培养这一课程的教师,袁益让等在青岛举办了长达一个多月的培训班,起到了很好的效果。

1981年,山东大学的计算数学专业被批准为我国首批硕士学位授予专业,袁益让开始招收并培养计算数学专业硕士研究生.1985年,袁益让晋升教授.1986年,山东大学计算数学专业被批准为我国第三批博士学位授予专业,袁益让为博士生导师。

1985年至1988年,由学校推荐,袁益让留学美国,师从J. Douglas教授,系统学习和研究偏微分方程数值解法、油藏数值模拟、分数步方法、半导体器件数值模拟等领域的理论、方法和应用软件开发等方面的工作,在此期间参加了Douglas教授承担的科研生产项目——“半导体器件数值计算方法和软件研制课题”,其理论成果发表于*Mat. Applic. Comp.* (1997),并和怀俄明大学R. E. Ewing教授合作从事强化(三次化学)采油数值模拟和核废料污染问题的数值模拟计算及系统应用软件研究.1989年与Ewing教授在国际上率先发表了名为《强化采油有限元方法》的学术论文,为强化采油的数值方法、理论分析和软件研制奠定了初步框架.1989年与Ewing教授发表了名为《核废料污染问题的特征——混合元方法》的学术论文.这些论文是这一领域的首批学术论文,对这一领域的数值模拟计算实际应用和系统软件研制都具有重要的价值。

1988年,袁益让回国后带领学生在应用技术领域先后承担了两项国家重点攻关项目:一项为国家“八五”重点攻关项目“聚合物驱应用软件研究及应用”及其后续工作,已成功应用到大庆、胜利、大港、新疆等国家主力油田.另一项为国家“八五”重点攻关项目“海水入侵防治试验研究(分专题——工程后效及调控模式研究)”,已成功应用到山东省莱州湾海水入侵防治工程中.袁益让承担了中国石油天然气总公司和胜利油田管理局多项关于三维盆地模拟系统研究的重点攻关项目,在三维油气资源评估和运移聚集软件系统两个方面,率先研制成完整的三维模拟系统,被中国石油天然气总公司选定为渤海湾盆地深层油气资源评价软件系统,先后评价了辽河油田、冀东油田、大港油田、中原油田和胜利油田所辖的各拗陷的资源量.2000年、2002年中国石油天然气总公司在北京召开油田勘探和资源评价会,对此项工作,与会的石油系统的全体院士一致认为是国际首创,达到国际领先水平,此技术的应用有可能为国家找到新的油气田.袁益让承担的中国石油天然气总公司“八五”重点攻关项目“地层硫酸盐结垢趋势预测软件研究”,其成果在长庆油田获得应用,并在全国低渗油田推广使用.在基础理论方面,袁益让先后承担国家重点基础研究发展规划项目“大规模科学计算研究——能源数值模拟的理论和应用”、国家攀登计划A类项目“大规模科学与工程计算的方法和理论——能源数值模拟的有限元方法和理论”、国家攀登计划B类项目“复合驱强化采油技术中重大基础性研究——复合驱数值模拟的方法和软件”多项关于能源、环境、半导体器件数值模拟计算方法和软件领域的国家自然科学基金(数学、力学)、国家教委博士点基金.1988年后,在教学方面,袁益让主要担任研究生课程的教学和指导工作,先后讲授和主持有限元方法、差分方法、偏微分方程的并行计算,边界有限元、能源数值模拟的计算方法和理论等方面的课程和讨论班.2008年,袁益让应科学出版社邀请,选写《有限元理论与方法》中渗流力学的有限元方法,从此之后主要从事科研工作的总结和撰写专著的工作,先后出版了《三维油气资源盆地数值模拟的理论和应用》《能源数值模拟的理论和应用》《环境科学数值模拟的理论和实际应用》《高维数学物理问题的分数步方法》《油藏数值模拟的理论和矿场实际应用》.目前《半导体器件数值模拟计算方法的理论和应用》一书也已完成初稿。

历任职务

曾任:山东大学数学系计算数学教研室主任、山东大学数学系主任、山东大学数学研究所副所长、山东大学科学与工程计算实验室主任、山东省数学会理事长、山东大学(理科)学术委员会副主任、山东大学学术委员会委员、山东大学学位委员会委员、山东大学党委委员,曾兼任:《计算数学》《高校计算数学学报》《山东大学学报》编委,中国工业与应用数学学会常务理事兼油水资源数值方法专业委员会主任,中国计算物理学会常务理事兼计算石油地质专业委员会主任,中国计算数学学会理事,中国石油大学(华东)兼职教授、博士生导师。

科学研究

袁益让在计算数学、工业与应用数学、能源和环境科学的数值模拟和应用软件,以及强化采油数值模拟、地层硫酸盐结垢系统、核废料污染数值模拟研究、半导体器件瞬态问题数值模拟等领域都取得了开创性研究成果,在《中国科学》《科学通报》、*SIAM Numer. Anal.*、*Computational Geosciences*、*Special Topics & Reviews in Porous Media* 等国内外著名刊物发表学术论文 200 余篇,已完成承担的国家重点基础研究课题(973)、国家攀登计划(A、B)项目、国家和部级攻关、国家自然科学基金(数学、力学)、国家博士点基金以及胜利、大庆、长庆等油田重点攻关课题 20 多项,主持研制多项达到国际先进水平的工程软件在全国推广使用。

代表性工作

在三维多层油资源运移聚集数值模拟中,从渗流力学、数学原理提出三维多层数学模型、迎风耦合分数步格式,在国内外第一个得到数值计算和理论分析结果,解决了这一著名问题,属国际首创,其开发的工业应用软件已在胜利、辽河、大港、任丘、中原等大油田推广使用。在油藏数值模拟提出可压缩二相驱动特征分数步差分法、有限元法、半定问题的数值方法,利用粗细网格配套、双二次插值、高阶差分算子分解技巧得到最佳阶估计,解决了 Douglas、Ewing 的著名问题。1989 年和 Ewing 在国际上率先发表了名为《强化采油有限元方法》的学术论文,为强化采油数值方法和理论分析奠定了初步框架,有关油藏数值模拟工业应用软件已在胜利、大庆、长庆等油田推广应用。

1987 年,袁益让和 Douglas 在国际上率先发表了论文《半导体瞬态问题的特征差分方法及其理论分析》,在此基础上发表了《热传导型半导体器件数值模拟的分数步方法》系列论文,属国际首创,有重要的学术价值和应用价值。

袁益让对海水入侵工程后效预测提出了三维数学模型、迎风分裂法和特征有限元法,完成数值模拟计算和分析,达到国际先进水平,其应用数值模拟软件已在山东省水利工程中获得应用。

1989 年,袁益让和 Ewing 发表了名为《核废料污染问题的特征——混合元方法》的系列学术论文,是这一领域的首批学术论文,对这一领域的数值模拟计算和实际软件研制、应用均具有十分重要的价值。

主要科研奖励

基础理论方面:1988 年,《有限元方法及其应用》获得“国家教委科技进步奖(自然科学)”二等奖;1993 年,《能源数值模拟的理论、方法和应用》获得“国家教委科技进步奖(自然科学)”二等奖;1995 年获“国家光华科技基金奖”三等奖;1997 年,《油水资源数值模拟

方法及应用》获得“国家教委科技进步奖(自然科学)”二等奖;2003年,《能源数值模拟的理论和应用》获得“教育部提名国家科学技术奖(自然科学)”一等奖。

应用技术方面:1995年,《三位盆地模拟系统研究》获得“山东省科技进步奖”一等奖;1998年,《防治海水入侵主要工程后效与调控模拟研究》获得“水利部科技进步奖”三等奖;2003年,《多层油资源运移聚集定量数值模拟技术研究》获得“山东省科技进步奖”三等奖;2010年,袁益让科研梯队的《大庆油田高含水后期4000万吨以上持续稳产高效勘探开发技术》获得“国家科技进步特等奖”。除此之外,还获山东省教委、山东大学等多项奖励。《盆地模拟》《油资源运移聚集软件系统研究》等先后三次获“胜利石油管理局科技进步奖”一等奖。

教学研究及人才培养

袁益让教授在山东大学57年,为山东大学的教学和人才培养做出了突出贡献,特别是在国家恢复了研究生学位制度以后,袁益让教授结合计算数学专业的特点和经济建设的需要,在培养高层次数学应用人才方面开辟了一条新途径,至今已培养博士研究生42人(外国留学生2人)、博士后2人、硕士研究生60余人。目前这些研究生大部分活跃在国内高校和科研单位,还有的在美国、德国、英国、加拿大、巴西、非洲等国家或地区学习或工作。据不完全统计,在高校工作的研究生有26人被评为教授,14人被评为博士生导师。论文《面向经济建设主战场,探索培养高层次数学应用人才的新途径》获得多项奖励:国家优秀教学成果一等奖、山东省优秀教学成果一等奖、山东大学优秀教学成果一等奖。袁益让教授因其在培养研究生方面取得了突出成果,还获得香港首届“孺子牛金球奖”。

学科建设

1989~1995年,袁益让教授担任山东大学数学系主任,任职期间为数学系的学科建设做出了重要贡献;1991年,山东大学数学专业被评为国家理科基础科学研究和教学人才培养基地;1994年,山东大学数学、计算数学、运筹学与控制论被评为山东省重点学科;1994年,山东大学科学与工程计算实验室被评为山东省高等学校重点实验室;1995年,山东大学数学系被批准设立博士后流动站。

荣誉称号

全国优秀教师,享受国务院政府津贴专家;全国归侨侨眷优秀知识分子;山东省首批专业技术拔尖人才;山东省科教兴鲁先进工作者、山东省归侨侨眷先进工作者。

已出版专著和教材

- (1) 袁益让. 高维数学物理问题的分数步方法. 北京:科学出版社,2015.
- (2) 袁益让,芮洪兴,梁栋. 环境科学数值模拟的理论和实际应用. 北京:科学出版社,2014.
- (3) 袁益让. 能源数值模拟的理论和应用. 北京:科学出版社,2013.
- (4) 袁益让,韩玉笈. 三维油气资源盆地数值模拟的理论和应用. 北京:科学出版社,2013.
- (5) 袁益让. 渗流力学(有限元理论与方法第3分册第8章). 北京:科学出版社,2009.
- (6) 武汉大学,山东大学计算数学教研室. 计算方法. 北京:人民教育出版社,1979.

近期发表的主要学术论文

- (1) Yirang Yuan, Aijie Cheng, Danping Yang, Changfeng Li, Yunxin Liu. Theory and application of numerical simulation method of capillary force enhanced oil

- production. *Appl. Math. Mech. (Engl. Ed.)*, 2015, 36(3): 379-400.
- (2) Yirang Yuan, Aijie Cheng, Danping Yang, Changfeng Li. Numerical simulation of chemical flooding and its application for horizontal wells. *International Journal of Chemistry*, 2015, 7(1): 83-97.
- (3) Yirang Yuan, Aijie Cheng, Danping Yang, Changfeng Li, Tongjun Sun. Theory and application of characteristic finite difference fractional step method of capillary force enhanced oil production. *Journal of Mathematics Research*. 即将发表.
- (4) Yirang Yuan, Aijie Cheng, Danping Yang, Changfeng Li, Yongqiang Ren. Progress of numerical simulation method, theory and application of chemical-agent oil recovery. *Integrated Journal of Engineering Research and Technology*, 2015, 2(2): 122-159.
- (5) Yirang Yuan, Aijie Cheng, Danping Yang, Changfeng Li. Theory and application of fractional step characteristic finite difference method in numerical simulation of second order enhanced oil production. *Acta Mathematica Scientia*. 即将发表.
- (6) 袁益让,程爱杰,羊丹平,李长峰. 三维强化采油渗流耦合系统隐式迎风分数步差分法的收敛性分析. *中国科学(数学)*, 2014, 44(10): 1035-1058.
- (7) Yuan Yirang, Cheng Aijie, Yang Danping, Li Changfeng. Theory and application of numerical simulation of chemical flooding in high temperature and high salt reservoirs. *International Journal of Geosciences*, 2014, 5(9): 956-970.
- (8) Yirang Yuan, Aijie Cheng, Danping Yang, Changfeng Li. Numerical simulation of black oil-there compound combination flooding. *International Journal of Chemistry*, 2014, 6(4): 38-54.
- (9) Yirang Yuan, Aijie Cheng, Danping Yang, Changfeng Li. Theory and application of numerical simulation of permeation fluid mechanics of the polymer-black oil. *Journal of Geography and Geology*, 2014, 6(4): 12-28.
- (10) Yirang Yuan, Aijie Cheng, Danping Yang, Changfeng Li. Theoretical analysis and applications of numerical simulation of enhanced oil recovery. *International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering*, 2014, 4(10): 706-716.
- (11) Yirang Yuan, Changfeng Li, Tongjun Sun, Yunxin Liu. Characteristic fractional step finite difference method for nonlinear section coupled system. *Appl. Math. Mech. (Engl. Ed.)*, 2014, 30(10): 1311-1330.
- (12) Yirang Yuan, Changfeng Li, Tongjun Sun. The second order upwind finite difference fractional steps method for moving boundary value problem of oil-water percolation. *Numer. Mech. of P. D. E.*, 2014, 30: 1103-1129.
- (13) Yirang Yuan, Changfeng Li, Tongjun Sun, Yunxin Liu. Modified characteristic finite difference fractional step method for moving boundary value problem of nonlinear percolation system. *Appl. Math. Mech. (Engl. Ed.)*, 2013, 34(4): 417-436.
- (14) Yirang Yuan, Dong Liang, Hongxing Rui, Changfeng Li. The numerical simulation of seawater intrusion and consequences of protection projects and modular form of project

- adjustment in porous media. *Special Topics & Reviews in Porous Media*, 2012, 3(4): 371-393.
- (15) Yirang Yuan, Hongxing Rui, Dong Liang, Changfeng Li. The theory and application of upwind finite difference fractional steps procedure for seawater intrusion. *International Journal of Geosciences*, 2012, 3(54): 972-991.
- (16) 袁益让. 非线性渗流耦合系统动边值问题二阶迎风分数步差分方法. *中国科学(数学)*, 2012, 42(8): 845-864.
- (17) Yirang Yuan, Changfeng Li, Tongjun Sun. Modified characteristic finite difference fractional step method for moving boundary value problem of percolation coupled system. *Appl. Math. Mech. (Engl. Ed.)*, 2012, 33(2): 177-194.
袁益让,李长峰,孙同军. 渗流耦合系统动边值问题特征分数步差分方法. *应用数学和力学*, 2012, 32(2): 271-289.
- (18) 袁益让,李长峰. 三维动边值问题的迎风差分方法. *数学物理学报*, 2012, 32A(2): 271-289.
- (19) Yirang Yuan. The modified method of characteristics with mixed finite element domain decomposition procedures for the transient behavior of a semiconductor device. *Numer. Method Partial Differential Eq.*, 2012, 28: 353-368.
- (20) Yirang Yuan. The characteristic finite element alternating-direction method with moving meshes for the transient behavior of a semiconductor device. *International Journal of Numerical Analysis and Modeling*, 2012, 9(1): 86-104.
- (21) Yirang Yuan. The upwind finite difference method for moving boundary value problem of coupled system. *Acta Mathematica Scientia*, 2011, 31(3): 857-881.
- (22) Yirang Yuan, Wenqia Wang, Yuji Han. Theory, method and application of a numerical simulation in an oil resources basin methods of numerical solutions of aerodynamic problem. *Special Topics & Reviews in Porous Media*, 2010, 1(1): 49-66.
- (23) 袁益让. 三维渗流耦合系统动边值问题迎风差分方法的理论和应用. *中国科学(数学)*, 2010, 40(2): 103-125.
- (24) Yuan Yirang, Liang Dong, Rui Hongxing. The numerical simulation and analysis of three-dimensional seawater intrusion and protection projection in porous media. *Science in China (Series G) Physics, Mechanics & Astronomy*, 2009, 52(1): 92-107.
袁益让,梁栋,芮洪兴. 三维海水入侵及防治工程的渗流力学数值模拟和分析. *中国科学(G辑:物理、力学、天文学)*, 2009, 39(2): 222-236.
- (25) 袁益让. 油气资源数值模拟的变网格交替方向特征有限元格式和分析. *系统科学与数学*, 2009, 29(7): 947-961.
- (26) 袁益让. 半导体瞬态问题的计算方法的新进展. *计算物理*, 2009, 23(3): 317-324.
- (27) 袁益让. 多层非线性渗流耦合系统的特征分数步差分方法. *数学物理学报(A辑)*, 2009, 29(4): 858-872.
- (28) Yuan Yirang, Li Changfeng, Liu Yunxin, Ma Liqin. Numerical method and analysis of computational fluid mechanics for photoelectric semiconducting detector. *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, 2009, 30(8):

991-1002.

袁益让,李长峰,刘允欣,马丽芹. 半导体器件探测器计算流体力学的数值方法和分析. 应用数学和力学, 2009, 30(8): 927-936.

- (29) Yuan Yirang, Li Changfeng, Yang Chengshun, Han Yuji. Upwind finite difference method for miscible oil and water displacement problem with moving boundary value. *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, 2009, 30(9): 1379-1392.

袁益让,李长峰,杨成顺,韩玉笈. 油水渗流动边值问题的迎风差分方法. 应用数学和力学, 2009, 30(11): 1281-1294.

- (30) Yirang Yuan, Yuji Han. Numerical simulation of migration-accumulation of oil resources. *Computation Geosciences*, 2008, 12: 153-162.

- (31) Yuan Yirang, Li Changfeng, Yang Chengshun, Han Yuji. Characteristic finite difference method and application for moving boundary value problem. *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, 2008, 29(5): 611-624.

袁益让,李长峰,杨成顺,韩玉笈. 渗流耦合系统动边值问题特征差分方法及其应用. 应用数学和力学, 2008, 29(5): 551-563.

- (32) Yuan Yirang, Liang Dong, Rui Hongxing, Du Ning, Wang Wenqia. Numerical method for the nonlinear two-phase displacement problem and its application. *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, 29(5): 653-664.

袁益让,梁栋,芮洪兴,杜宁,王文洽. 非线性渗流耦合系统的数值方法及应用. 应用数学和力学, 2008, 29(5): 575-588.

- (33) Yuan Yirang, Han Yuji. Numerical simulation and application of three-dimensional oil resources migration-accumulation of fluid dynamics in porous media. *Science in China (Series G) Physics, Mechanics & Astronomy*, 2008, 51(8): 931-1186.

袁益让,韩玉笈. 三维油资源运移聚集大规模数值模拟和应用. 中国科学(G辑:物理、力学、天文学), 2008, 38(11): 1-19.

- (34) Yuan Yirang. The upwind finite difference fractional steps method for nonlinear coupled system of dynamics of fluid in porous media. *Journal of Systems Science and Complexity*, 2006, 19: 498-516.

- (35) Yirang Yuan. The upwind finite difference fractional steps method of nonlinear coupled system. *Numer. Methods for Partial Differential Equation*, 2007, 23(1): 1037-1058.

- (36) Yuan Yirang. Theory and application of characteristic finite element domain decomposition procedures for coupled system of dynamics of fluids in porous media. *Acta Mathematicae Applicatae Sinica, English Series*, 2007, 23(2): 255-268.

- (37) 袁益让,杜宁,李长峰,韩玉笈,杨成顺. 运移聚集数值模拟软件系统. 西安石油大学学报(自然科学版), 2007, 22(2): 157-162.

- (38) Yuan Yirang. The finite difference for the three-dimensional nonlinear coupled system of dynamics of fluid in porous media. *Science in China (Ser. A: Mathematics)*, 2006, 49(2): 185-211.

袁益让. 三维非线性多层渗流耦合系统的差分方法. 中国科学(A辑), 2005, 35

- (11): 1397-1423.
- (39) The characteristic finite element alternating direction method with moving meshes for nonlinear convection-dominated diffusion problems. *Numer. Method for Partial Differential Eq.*, 2005, 22(5): 661-678.
- (40) Yuan Yirang, Du Ning, Wang Wenqia, Cheng Aijie, Han Yuji. Numerical method for the three-dimensional nonlinear convection-dominated problem of dynamics of fluids in porous media. *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, 2006, 27(5): 683-694.
袁益让, 杜宁, 王文洽, 程爱杰, 韩玉笈. 三维非线性对流扩散问题的数值方法在渗流力学的应用. *应用数学和力学*, 2006, 27(5): 605-614.
- (41) Yirang Yuan. Numerical simulation and analysis of migration-accumulation of oil resources. *Inter. J. of Numerical Analysis and Modeling, Alberta T6G 2G1 Canada. Scientific Computing in Petroleum Industry (SCPI)*, 2005: 68-82.
- (42) Yuan Yirang, Liang Dong, Rui Hongxing. The modified method of upwind with finite difference fractional steps procedure for the numerical simulation and analysis of seawater intrusion. *Progress in Natural Science*, 2006, 16(11): 1127-1140.
- (43) Yirang Yuan. Numerical simulation and analysis of oil resources migration-accumulation of fluid mechanics in porous media. *Computational Physics (Proceedings of joint conference of ICCP6 and CCP 2003)*, Rinton Press, U. S. A. New Jersey, 2005: 186-191.
- (44) Yirang Yuan, Ning Du, Yuji Han. Careful numerical simulation and analysis of migration-accumulation. *Frontiers and Prospects of Contemporary Applied Mathematics*, World Scientific, Beijing, 2005: 242-253.
- (45) Yuan Yirang, Du Ning, Wang Wenqia, Han Yuji, Yang Chengshun. Numerical method and application for the three-dimensional nonlinear system of dynamics of fluids in porous media. *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, 2006, 27(5): 1517-1522.
袁益让, 杜宁, 王文洽, 韩玉笈, 杨成顺. 非线性多层渗流系统的数值方法及其应用. *应用数学和力学*, 2006, 27(11): 1319-1328.
- (46) Yuan Yirang. The finite difference method for the three-dimensional nonlinear coupled system of dynamics of fluids in porous media. *Science in China (Ser. A)*, 2006, 49(2): 185-211.
袁益让. 三维非线性多层渗流耦合系统差分方法. *中国科学(A辑)*, 2005, 35(11): 1-27.
- (47) Yuan Yirang, Du Ning, Han Yuji. Careful numerical simulation and analysis of migration-accumulation of Tanhai region. *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, 2005, 26(6): 741-752.
袁益让, 杜宁, 韩玉笈. 滩海地区运移聚集的精细数值模拟和分析. *应用数学和力学*, 2005, 26(6): 683-693.
- (48) Yuan Yirang, Du Ning, Han Yuji. Parallel numerical simulation and analysis of migration-

- accumulation of oil resources. *Chinese Journal of Computation Physics*, 2005, 21(1): 27-37.
- (49) Yuan Yirang. Characteristic alternating-direction finite element methods for nonrectangular regions for coupled system of dynamics of fluids in porous media and analysis. *Journal of Systems Science and Complexity*, 2005, 18(2): 233-253.
- (50) Yuan Yirang. Finite difference fractional step methods for the transient behavior of a semiconductor device. *Acta Mathematica Scientia*, 2005, 25(3): 418-438.
- (51) Yuan Yirang, Han Yuji. Parallel arithmetic numerical simulation and application of secondary migration-accumulation of oil resources. *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, 2004, 25(5): 546-559.
袁益让, 韩玉笈. 油资源二次运移大规模并行数值模拟及其在胜利油田应用. *应用数学和力学*, 2004, 25(5): 511-521.
- (52) Yirang Yuan. The modified upwind finite difference fractional steps method for compressible two phase displacement problem. *Acta Mathematica Applicatae Sinica*. 2004, 26(3): 1-16.
- (53) Yuan Yirang. Galerkin alternating-direction methods for nonrectangular regions for the transient behavior of a semiconductor device. *Journal of Systems Science and Complexity*, 2004, 17(4): 538-554.
- (54) Yirang Yuan. Numerical simulation and analysis of migration-accumulation of oil resources. *Inter. J. of Numerical Analysis and Modeling*, 2004, 1(1): 1-17.
- (55) 袁益让. 油资源渗流力学运移聚集数值模拟的新进展. *中国科技大学学报*, 34(增刊): 1-11.
- (56) Yuan Yirang, Du Ning, Han Yuji, Feng Guoxiang. Parallel numerical simulation and analysis of migration-accumulation of oil resources. *Chinese Journal of Computational Physics*, 2004, 21(6): 32-42.
- (57) Yirang Yuan. The modified characteristic finite difference fractional steps method for the coupled system of fluid dynamics in porous media. *Numer. Math. of P. D. E.*, 2003, 19(5): 665-681.
- (58) Yirang Yuan. The upwind finite difference fractional steps methods for two-phase compressible porous media. *Numer. Math. of P. D. E.*, 2003, 19(1): 67-88.
- (59) Yuan Yirang. The modified method of characteristic with finite element operator-splitting procedures. *J. of Sys. Sci. & Comp.*, 2003, 6(1): 30-45.
- (60) 袁益让. 计算石油地质的新进展(综述). *计算物理*, 2003, 20(4): 283-290.
- (61) Yuan Yirang. The upwind operator splitting finite difference method for compressible two phase displacement problem and analysis. *Acta Mathematica Scientia (B)*, 2002, 22(4): 489-499.
- (62) 袁益让. 可压缩两相驱动问题的迎风差分方法. *应用数学学报*, 2002, 25(3): 489-496.
- (63) Yuan Yirang, Zhao Weidong, Cheng Aijie, Wang Wenqia, Han Yuji. Numerical simulation of oil migration-accumulation of multilayer and its application. *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, 23(8): 931-941.

- 袁益让,赵卫东,程爱杰,王文洽,韩玉笈. 多层油资源运移聚集的数值模拟和实际应用. 应用数学和力学, 2002, 22(8): 827-836.
- (64) Yuan Yirang. The upwind finite difference fractional steps method for combinational system of dynamics of fluids in porous media and its application. Science in China (Series A), 2002, 45(2): 578-593.
袁益让. 多层渗流组合系统的迎风分数步差分方法. 中国科学(A辑), 2001, 31(9): 791-806.
- (65) Yuan Yirang, Liang Dong, Rui Hongxing. Predicting the consequences of seawater intrusion and protection projects. Applied Mathematics and Mechanics (English Edition), 2001, 22(11): 1191-1200.
袁益让,梁栋,芮洪兴. 海水入侵及防治工程的后效预测. 应用数学和力学, 2001, 22(11): 1163-1171.
- (66) 袁益让,梁栋,芮洪兴. 海水入侵及防治工程的数值模拟. 计算物理, 2001, 18(6): 556-562.
- (67) 袁益让. 三维多组分可压缩驱动问题的分数步特征差分方法. 应用数学学报, 2001, 24(2): 242-249.
- (68) 袁益让. 油水资源数值模拟中分数步方法和算子分裂. 重庆大学学报, 2000, 23(增刊): 10-14.
- (69) Yuan Yirang. Characteristic finite difference alternating-direction method and analysis for numerical reservoir simulation. Acta Mathematica Scientia (B), 2000, 20(1): 88-96.
- (70) Yirang Yuan. Fractional step methods for compressible multicomponent flow in porous media. In Numerical Treatment of Multiphase Flows in Porous Media. Lecture Notes in Physics, Springer, 2000, vol. 1552: 390-403.
- (71) Yuan Yirang. The characteristic finite difference fractional step method for three-dimensional semiconductor device. Chinese Science Bulletin, 2000, 52(2): 125-131.
- (72) 袁益让. 能源数值模拟计算方法的理论和应用. 高校计算数学学报, 1999, 21(4): 311-318.
- (73) Yuan Yirang. Finite element method analysis for chemical-flooding simulation, Systems Science and Mathematical Science, 2000, 13(3): 302-308.
- (74) Yirang Yuan. Numerical simulation and analysis for migration-accumulation of oil resources. Proceeding of Fourth Japan-China Gakkolosko Tokyo, 1999, vol. 12: 171-182.
- (75) Yirang Yuan. Characteristic finite difference method for positive semi-definite problem of two-phase miscible flow in porous media. Systems Science and Mathematical Science, 1999, 12(4): 299-306.
- (76) Yuan Yirang, Zhao Weidong, Cheng Aijie, Han Yuji. Numerical simulation analysis for migration-accumulation of oil and water. Applied Mathematics and Mechanics (English Edition), 1999, 20(4): 405-412.
袁益让,赵卫东,程爱杰,韩玉笈. 油水运移聚集数值模拟和分析. 应用数学和力学,

- 1999, 20(4): 386-392.
- (77) Yuan Yirang, Zhao Weidong, Cheng Aijie, Han Yuji. Simulation and application of three-dimensional migration-accumulation of oil and water. *Applied Mathematics and Mechanics (English Edition)*, 1999, 20(9): 999-1009.
袁益让, 赵卫东, 程爱杰, 韩玉笈. 三维油资源运移聚集的模拟和应用. *应用数学和力学*, 1999, 20(9): 933-942.
- (78) 袁益让, 赵卫东. 二维可压缩油水两相渗流动边值问题的特征差分方法. *系统科学与数学*, 1999, 19(1): 6-15.
- (79) 袁益让. 三维油水运移聚集数值模拟的交替方向格式和分析. *数学物理学报*, 1999, 19(2): 196-205.
- (80) Yuan Yirang. The characteristic finite difference fractional steps method for compressible two-phase displacement problem. *Science in China (Series A)*, 1999, 42(1): 48-57.
袁益让. 可压缩两相驱动问题的分数步长特征差分格式. *中国科学(A辑)*, 1998, 28(10): 893-902.
- (81) Yuan Yirang. The characteristic finite element alternating-direction method and analysis for three-dimensional numerical reservoir simulation. *Numerical Mathematics, Journal of Chinese Universities (English Series)*, 1999, 8(1): 21-34.
- (82) 袁益让. 能源数值模拟的理论、方法和应用. 国家自然科学基金资助项目——研究成果年报(数学学科), 北京: 科学出版社, 1999.
- (83) Yuan Yirang, Liang Dong, Rui Hongxing. Characteristics-finite element methods for seawater intrusion numerical simulation and theoretical analysis. *Acta Mathematicae Applicatae Sinica*, 1998, 14(1): 11-23.
- (84) Yuan Yirang, Zhao Weidong. The characteristic finite difference method for three-dimensional moving boundary value problem. *Numerical Mathematics, A Journal of Chinese Universities (English Series)*, 1998, 7(2): 133-144.
- (85) 袁益让. 动边值问题的混合元方法和数值分析. *应用数学学报*, 1997, 20(3): 332-344.
- (86) 吴声昌, 袁益让, 白东华. 计算石油地质中的一些数学问题. *计算物理*, 1997, 14(4, 5): 407-409.
- (87) 袁益让. 能源数值模拟的新进展. *山东工程学院学报*, 1997, vol. 11(专刊): 1-6.
- (88) Yuan Yirang. Characteristic finite element scheme and analysis the three-dimensional two-phase displacement semi-definite problem. *Chinese Science Bulletin*, 1997, 42(1): 17-22.
袁益让. 三维油水驱动半定问题特征有限元格式及分析. *科学通报*, 1996, 41(22): 2027-2032.
- (89) 袁益让, 梁栋, 芮洪兴, 王高洪. 海水入侵数值模拟的特征差分方法和最佳阶 L^2 误差估计. *应用数学学报*, 1996, 19(3): 395-404.
- (90) 袁益让, 梁栋, 芮洪兴, 王文洽. 长庆油田地层硫酸盐结垢预测模拟. *Acta Petrolei Sinica*, 1996, 17(4): 62-70.
- (91) Yuan Yirang. Finite difference method and analysis for three-dimensional semiconductor device of heat conduction. *Science in China (Series A)*, 1996, 39(11): 1140-1151.

- 袁益让. 三维热传导型半导体问题的差分方法和分析. 中国科学(A辑), 1996, 26(11): 973-981.
- (92) Yirang Yuan. Fractional steps methods for compressible multicomponent flow in porous media. An International Workshop on Computational Physics: Fluid Flow and Transport in Porous Media, 1-13, Institute of Applied Physics and Computational Mathematics, Beijing, P. R. China.
- (93) 袁益让, 梁栋, 芮洪兴. 海水入侵及防治工程的预测模拟. 赵德三主编: 海水入侵灾害防治研究, 济南: 山东科学技术出版社, 1996: 198-204.
- (94) 袁益让. 三维强化采油数值模拟的特征差分方法. 山东科学, 1995, 8(3): 1-5.
- (95) Yuan Yirang. The characteristic finite difference methods for enhanced oil recovery simulation and L^2 estimates. Science in China (Series A), 1994, 36(11): 1296-1307.
- 袁益让. 油藏数值模拟中动边值问题的特征差分方法. 中国科学(A辑), 24(10): 1029-1036.
- (96) 袁益让. 注化学溶液油藏模拟的特征混合元方法和分析. 应用数学学报, 1994, 17(1): 118-131.
- (97) 袁益让, 王文洽, 羊丹平. 油藏盆地发育数值模拟中偏微分方程组的有限元方法和理论分析. 系统科学与数学, 1994, 14(1): 9-20.
- (98) Yuan Yirang, Wang Wenqia, Yang Danping, Han Yuji, Yang Chengshun. Numerical simulation for evolutionary history of three-dimensional Basin. Applied Mathematics and Mechanics (English Edition), 1994, 15(5): 435-446.
- 袁益让, 王文洽, 羊丹平, 韩玉笈, 杨成顺. 三维盆地发育数值模拟. 应用数学和力学, 1994, 15(5): 409-420.
- (99) 袁益让, 梁栋, 芮洪兴. 海水入侵防治工程的后效预测数学模型. 山东省第二届高等数学研讨会论文集, 1-5, 青岛: 青岛海洋大学出版社, 1995.
- (100) Yuan Y R, Wang W Q, Yang D P, et. al. Numerical simulation for evolutionary history of three-dimensional basin. Applied Mathematics and Mechanics (English Edition), 1994, 15(5): 435-446.
- 袁益让, 王文洽, 羊丹平, 等. 三维盆地发育史的数值模拟. 应用数学和力学, 1994, 15(5): 409-420.
- (101) 袁益让, 王文洽. 面向经济建设主战场, 探索培养高层次数学人才的新途径. 突出教学工作奖励教学成果, 北京: 教育科学出版社, 1993: 135-141.
- (102) Yuan Yirang. The characteristic finite difference methods for enhanced oil recovery simulation and L^2 estimates. Science in China (Scientia Sinica), 1993, 36(11): 1296-1307.
- 袁益让. 强化采油数值模拟的特征差分方法和 L^2 估计. 中国科学(A辑), 1993, 23(8): 801-810.
- (103) Yuan Yirang. The characteristics-mixed finite element method for enhanced oil recovery simulation and optimal order L^2 error estimate. Chinese Science Bulletin, 1993, 38(21): 1761-1766.

- 袁益让. 强化采油驱动问题的特征混合元及其最佳阶 L^2 误差估计, 科学通报, 1993, 38(12): 1066-1070.
- (104) 袁益让. 在多孔介质中完全可压缩、可混溶驱动问题的差分方法. 计算数学, 1993, 15(1): 16-28.
- (105) Yuan Yirang. L^2 error estimates for nonlinear parabolic system. Numerical Mathematics, A Journal of Chinese Universities (English Series), 1993, 2(1): 11-24.
- (106) 袁益让. 半导体器件数值模拟的特征有限元方法和分析. 数学物理学报, 1993, 13(3): 241-251.
- (107) 袁益让, 梁栋. 油藏数值模拟的理论、方法和应用. 山东工业大学学报(增刊), 1993: 1-8.
- (108) Yuan Yirang. A mixed finite element method for the transient behavior of a semiconductor device. Numerical Mathematics, A Journal of Chinese Universities (English Series), 1992, 7(3): 451-463.
- (109) Yirang Yuan. F-E-C method and analysis for a compressive miscible displacement problem in porous media. Scientific Computation, World Scientific, 1992.
- (110) 袁益让. 二维强化采油数值方法和分析. 应用数学学报, 1992, 15(2): 274-284.
- (111) 袁益让. 多孔介质中可压缩、可混溶驱动问题的特征有限元方法. 计算数学, 1992, 14(1): 385-406.
- (112) 袁益让. 可压缩核废料污染问题的数值模拟和分析. 应用数学学报, 1992, 15(1): 70-82.
- (113) 袁益让, 王文洽, 羊丹平. 油藏盆地发育数值模拟中偏微分方程组的差分方法和数值分析. 高等学校计算数学学报, 1992, 14(1): 11-20.
- (114) Yuan Yirang. A mixed finite element method for the transient behavior of a semiconductor device. Applied Mathematics - A Journal of Chinese Universities, 1992, 7(3): 452-463.
- (115) 袁益让, 羊丹平, 王文洽. 含油气盆地三维问题的计算机模拟及其数值分析. 计算物理, 1992, 9(4): 361-365.
- (116) 袁益让, 王文洽, 羊丹平, 韩玉笈, 杨成顺. 含油气盆地发育剖面问题的数值模拟. 石油学报, 1991, 12(4): 11-20.
- (117) 袁益让. 半导体器件数值模拟的混合元逼近. 系统科学与数学, 1991, 11(2): 117-126.
- (118) Yuan Yirang. Finite element-characteristic method and analysis for a compressive miscible displacement problem in porous media. Proceedings of Inter. Confer. On Scientific Computation. World Scientific, 1991: 152-166.
- (119) 袁益让, 王文洽. 注化学溶液油藏模拟的差分方法. 应用科学学报, 1991, 9(2): 145-153.
- (120) 袁益让. 半导体瞬态问题的特征混合元方法. 科学通报, 1991, 34(17): 1356-1357.
- (121) 袁益让. 油藏模拟中几个数学问题. 高校应用数学学报, 1989, 4(4): 562-575.
- (122) Ewing, Yuan, Li. Finite element method for chemical-flooding simulation (流体力