



任理



姓 名：任理

电 话：86-010-62731675

电子信箱：renli@cau.edu.cn

从事科学研究与高等教育工作经历

任理，1959年6月生于北京，工学博士，中国农业大学资源与环境学院土壤和水科学系教授，博士生导师。曾分别受聘担任：中国科学院地理科学与资源研究所客座研究员（2002年-2005年）；中国科学院计算数学与科学工程计算研究所科学与工程计算国家重点实验室客座研究员（2002年-2004年）；中国科学院陆地水循环及地表过程重点实验室水文水资源研究方向客座研究员（2004年-2007年）。中国土壤学会土壤物理专业委员会副主任；中国水利学会水资源专业委员会委员；中国地质学会环境地质专业委员会委员；中国地质学会水文地质专业委员会委员；中国自然资源学会水资源专业委员会委员。国家自然科学基金委员会地球科学部与中国地质调查局水文地质环境地质部“中国地下水科学战略研究小组”成员。研究方向：土壤物理学、农业水文学、地下水动力学。分别于1988年和1994年硕士和博士研究生毕业于武汉水利电力大学农田水利工程专业。1994年10月至1996年9月在北京农业大学土壤学专业进行博士后研究，并获中国博士后科学基金资助。2003年10月至11月在荷兰WAGENINGEN大学的土壤物理及农业水文学与地下水管理研究所从事合作研究；2005年8月在英国ABERTAY大学的SIMBIOS (Scottish Informatics, Mathematics, Biology, and Statistics) 进行学术访问。曾在地质矿产部水文地质工程地质研究所地下水动力学室(1982年至1985年)；河北地质学院水文地质工程地质系水文地质教研室及华北水利水电学院水利工程系农田水利教研室(1988年至1991年)担任科研和教学工作。参加过：1. 黄土塬区水文地质调查；2. 长江三角洲地下水资源评价；3. 四川自贡卤水开采资源评价；4. 联合国开发署援华项目“河北南宫包气带土壤水分运动规律研究”；5. 国家自然科学基金“八·五”重大项目第四课题“节水农业综合技术的应用基础研究”；6. “九五”国家重点科技攻关项目“黄淮海平原水盐测报与管理网络研究”；7. 地质矿产部环境地质开放研究实验室资助项目“回填土与一般制备土柱土壤水流的两域分析研究”等研究工作。曾主持国家自然科学基金项目“农药阿特拉津在土壤中运移与转化规律的研究”；主持国家自然科学基金项目“大尺度条件下农田土壤硝态氮淋失风险预报的研究”；主持国家自然科学基金项目“农药通过区域尺度非饱和带的淋失动态及对地下水的污染风险”；主持中国科学院禹城综合试验站开放基金课题“农田土壤硝态氮淋洗动态预报的多尺度数学模型的应用研究”；主持中国科学院封丘农业生态开放实验站基金项目“覆盖条件下土壤水、热、盐耦合运动规律的研究”；主持中国科学院、水利部水土保持研究所国家土壤侵蚀与旱地农业实验室主任基金项目“非饱和土壤硝态氮运移的随机模拟的研究”；主持武汉大学水资源与水电工程科学国家重点实验室开放研究基金项目“考虑流场、残留氮影响和氮素转化作用的传递函数模型”。曾担任中国—以色列科学与战略研究开发专项资

金项目“非饱和带的盐渍化和污染及其对地下水污染的影响机制”的中方第二负责人兼首席研究者。并分别是：1. 中—德合作项目“华北平原作物高产及高生产力条件下环境可承受的持续农业研究”B1子项目“小麦/玉米耕作制度下和蔬菜地的土壤水分平衡及硝态氮的淋洗”；2. 中—以农业研究合作基金项目“持续农业与环境的污水最优利用研究”；3. 国家自然科学基金项目“滴灌施肥灌溉系统运行特性及氮素运移规律的研究”；4. 北京市自然科学基金重大项目“北京地区小麦、玉米推荐施肥技术的研究与应用”的主研人员。近年来，承担了国家重点基础研究发展计划项目（973）“土壤质量演变规律与持续利用”的第三课题“潮土水盐运动过程与水肥高效利用机理”的研究工作；担任了国家重点基础研究发展计划项目（973）“首都北京及周边地区大气、水、土环境污染机理与调控原理”的项目顾问并从事第六课题“北京城近郊区浅层地下水水质变化和污染的动力学过程”的研究；参加了国家高技术研究发展计划（863）子课题“现代灌溉条件下水肥耦合与高效利用技术”的研究；参加了国家自然科学基金重点项目“西北旱区农业与生态节水应用基础研究”的研究；参加了国家重点基础研究发展计划项目（973）“海河流域水循环演变机理与水资源高效利用”的第六课题“海河流域农田水循环过程与农业高效用水机理”的研究；主持了国家科技重大水专项课题“流域水生态承载力与总量控制技术”的专题“流域分布式非点源模型研究与示范”；主持了中国水利水电科学研究院技术咨询项目“应用分布式水文模型研究北运河流域水量与水质动态规律”。曾先后在地矿部水文所南宫试验站（1987年），中国农科院商丘试验站（1990年），水利部灌溉所洪门试验站（1992年），北京水利所永乐店试验站（1993年）进行过野外试验。为地质、水利、农业院校的本科生和研究生讲授过：《地下水流数值模拟》、《土壤水动力学》、《土壤物理》、《土壤溶质运移》等课程。已指导：硕士18名、博士11名，出站的印度博士后1名（Dr. Uttam Kumar Singh）；合作指导：硕士5名、博士2名。致力于数学模型在土壤物理学和地下水文学中的应用研究26年，在土壤水分、水热、水盐运动规律的数值模拟分析和地下水流数值模拟算法及污染物在土壤环境中迁移动态的数学仿真研究方面具有扎实的理论基础和丰富的工作经验，近8年来带领研究小组深入开展了区域尺度粮食稳产增产与水资源合理开发利用和水环境保护及农业干旱风险方面的模拟研究工作。已发表学术期刊论文82篇（其中：国际学术期刊论文20篇，国内学术期刊论文62篇）；国际学术会议的论文集论文和墙报论文及特邀报告28篇（个）；译文1篇。出版学术专著2部。

目前，在教学方面：主讲土壤学专业研究生的学位课《土壤物理》，合作讲授土壤学专业研究生的选修课《土壤溶质运移》。现任中国农业大学资源与环境学院的研究生学位评定委员会委员。在人才培养方面：1998年获中国农业大学本科教学优秀奖励；2000年被中国农业大学聘为优秀青年骨干教师；2002年获得中国农业大学优秀硕士论文指导教师；2004年和2006年两次荣获中国农业大学优秀博士论文指导教师。所指导的博士研究生贺新光完成的博士学位论文《非均质多孔介质中水流问题的多尺度数值模拟》，是全国177篇入选“2008年全国优秀博士学位论文提名论文”的博士学位论文之一。在科研方面：1. 主持国家自然科学基金项目“非饱和土壤水力学参数估计的集合卡尔曼滤波同化系统的发展与应用”（No. 51079146）；2. 主持高等学校博士学科点专项科研基金“区域尺度农田氮素环境效应的模拟研究”（No. 200800190035）；3. 参加国家重点基础研究发展计划项目（973）“主要粮食作物高产栽培与资源高效利用的基础研究”的第七课题“作物高产高效的土壤条件与定向调控”（NKBRSF, No. 2009CB118607）；4. 参加国家自然科学基金重点项目“农业面源污染物运移转化及其环境效应”（No. 51039007）；5. 参加水利部公益性项目“集约化种植区水体农业面源污染风险及调控”（No. 200901083）。结合以上科研课题，当前指导硕士生1名、博士生4名，合作指导直博生1名、硕士生1名。现担任国内水利科学和地下水科学领域的两个最高学术刊物《水利学报》和《水文地质工程地质》的编委，曾受邀担任如下15个国际学术期刊：《Water Resources Research》；《Advances in Water Resources》；《Journal of Hydrology》；《Journal of Contaminant Hydrology》；《Ground Water》；《Hydrological Processes》；《Transport in Porous Media》；《Water Resources Management》；《Soil Science Society of America Journal》；《European Journal of Soil Science》；《Geoderma》；《Vadose Zone Journal》；《Journal of Soils and Sediments》；《Applied Mathematical Modelling》；《Computers and Electronics in Agriculture》的论文审稿人。担任国家自然科学基金委员会工程与材料科学部水利学科和地球科学部地理学科、地质学科及生命科学部科学七处的同行评议专家。

目前的研究领域

1. 联合应用农业生产系统模型（APSIM）或根系带水质量模型（RZWQM）以及地理信息系统与遥感技术，模拟分析和预报区域尺度的土壤水分动态和氮素、农药在非饱和土壤中的动态规律及其对浅层地下水污染的淋失风险，特别是模拟和预测区域尺度冬小麦—夏玉米轮作体系的粮食产量和水分利用效率及

氮肥偏生产力的动态，优化灌溉与施氮方案，为粮食安全和资源高效利用及环境友好的可持续农业的发展提供量化的决策依据。

2. 联合运用分布式水文模型（SWAT）和地理信息系统与遥感技术，在考虑模型参数不确定性的条件下，模拟和预测流域尺度冬小麦—夏玉米种植制度下的粮食生产潜力、优化灌溉制度，为达到节水条件下的粮食稳产和增产提供参考依据。

3. 联合运用通用陆面模型（CLM）和地理信息系统与遥感技术，在考虑模型参数不确定性的条件下，模拟、预测和评估区域尺度农田在冬小麦—夏玉米种植制度下的农业干旱风险，为更好地规避干旱灾害对粮食安全的影响而合理地制定灌溉制度提供参考依据

4. 非均质多孔介质中流动问题的多尺度数值模拟算法的发展和水利参数多尺度数据整合方法的构建及非饱和和土壤水力特性参数的数据同化方法的应用研究。

5. 重金属、农药及其降解产物、兽药及其代谢产物在土壤环境中运移规律的数学仿真和环境效应评价。

主要研究成果

1. 根据Libardi等（1980）提出的野外估算求取非饱和土壤水力传导度的方法，通过在河北省南宫试验场进行的试验，求得了粉壤土的非饱和水力传导度，并用数值模拟验证了参数的可靠性。应用表明，该方法简单实用，可作为野外非层状土壤求参数的一种较好的方法。

2. 通过对南宫野外试验场实测资料的分析，将零通量面法与一元非线性回归分析相结合，建立了大气平均蒸发力 1.65mm/day 下的土壤水分蒸发模式，并以此为基础采用数值模型反演出一簇不同大气条件下相对蒸发率与表土基质吸力关系的指数型衰减曲线。对非饱和土壤水动态的数值模拟表明，计算值与实测值有着良好的一致性。

3. 将陈景仁（J. R. Chen）等提出的有限解析法推广应用于非饱和土壤水分运动的模拟。编制了适于求解小Peclet数入渗问题的计算程序。通过对比垂直入渗方程线性化的解析解和模拟野外土壤水分分布试验，表明：有限解析法具有很高的计算精度，数值稳定性好。

4. 应用一种将拉普拉斯变换与有限差分法相结合的新方法—混合拉普拉斯变换有限差分法（HLTFEM）求解非稳定地下水流动问题。首先使用拉氏变换除去控制方程中的时间导数项，接着在象空间用有限差分法求解并采用Honig-Hirdes算法进行数值反演，得到原物理问题的解。算例表明，本文所使用的这一新算法稳定并收敛于精确解。由于计算过程中没有时间步长，因此，该方法是求解大区域长时间地下水流动问题的有力工具。

5. 对于大尺度、长时间的多孔介质中的溶质运移问题，使用传统的数值方法（例如有限单元法）求解对流—弥散方程可能会非常耗费时间。此外，这些传统的方法被用于求解对流占优的溶质运移问题时，常导致人工扩散和振荡。我们发展了混合拉普拉斯变换有限单元法（Hybrid Laplace Transform Finite Element Method, HLTFEM）求解一维和二维对流—弥散方程。这种方法首先在时间域上使用Laplace变换，接着，在Laplace空间应用有限单元法数值求解变换后的偏微分方程，最后，运用一种高精度的反演算法，通过对有限单元解的数值反演获得结点的浓度值。所提出的这种半解析的方法消除了计算过程中的时间步长且容许使用相对较大的网格，这显著地提高了计算效率。几个数值算例的结果表明：这种混合方法高效、准确，能够有效地消除数值扩散和振荡。

6. 定量分析了夏玉米不同麦秸覆盖条件下土壤水热动态的田间试验结果，根据 Philip 和 de Vries 的土壤水热流动理论，采用贮量集中有限单元法建立了夏玉米生长初期麦秸覆盖条件下土壤水热迁移的耦合数值模型。根据气象观测资料确定上边界条件，在此基础上，对覆盖定额 400kg/亩 的夏玉米生长初期田间非均质土层的水热动态进行了模拟，并对表土层的水热迁移进行了数值分析。

7. 开展了夏玉米生长期间麦秸行间覆盖条件下土壤水热动态的田间试验。在此基础上，采用交替方向有限差分法建立了模拟苗期条带覆盖下土壤二维水热迁移的数值模型，其中覆盖部分土壤表面的边界条件由能量平衡方程确定，模型的输入只需常规的气象资料、土壤水热迁移参数。数值计算结果表明，该模型具有一定的实用价值。

8. 在实验室内分别使用特殊形状的隔板，人工构造了在水平横截面上呈“川”字型和“井”字型分布、由质地相差较大的两种土壤相间构成的非均质土柱，开展了降水喷洒条件下盐分在土壤中出流动态的实验观测。以传递函数模型作为模拟手段，研究了稳定流场饱和和非均质土壤中氯离子优先迁移的随机特征。

9. 由于土壤中氮的化学和生物过程之间复杂的相互作用，估算多孔介质中具有各种氮转化情形的硝态氮淋溶是困难的。我们使用源汇项来考虑氮的主要转化作用，发展了一个传递函数模型(Transfer Function Model, TFM)，用于模拟冬小麦生长条件下土壤中硝态氮的出流浓度。这些源汇项被视为对溶质运移体积的输入并被嵌入到传递函数模型中，以便就它们对硝态氮出流浓度的影响进行特征化。在3个非称重式地中渗透计中进行了181天的田间试验。在不同时间沿着每个地中渗透计2米土壤剖面测定了硝态氮的浓度。将试验数据与传递函数的模拟结果进行了对比，表明：所发展的模型对硝态氮的淋溶过程和总淋溶量都能给出合理的预测。结果还表明：在传递函数中考虑氮的转化作用明显地提高了估算精度，包含氮转化的传递函数模型对总淋溶量估算的相对误差小于7%，而不包含氮转化作用的传递函数模型对总淋溶量估算的相对误差会达到17%。

10. 采用土壤溶质运移非平衡理论的数学模型及考虑吸附作用的传递函数模型对脉冲输入条件下农药阿特拉津的淋溶行为进行了模拟；提出了一种仅考虑吸附作用时农药在稳定流场饱和和均质土壤中累计淋溶量动态预报的简捷方法。

11. 采用考虑pH变化和有机碳影响的吸附等温线对重金属镉在土壤中的吸附规律进行了描述，并应用于基于物理和化学非平衡的溶质运移数学模型对恒定浓度输入条件下镉在稳定流场饱和和土壤中的淋溶规律进行了数值分析；在考虑土壤水力学参数、溶质运移参数和两组分影响下吸附参数空间变异性的基础上，使用有效参数和尺度提升方法对镉在农田尺度非饱和土壤中的淋溶风险进行了数值试验。

12. 以实验室内所开展的滴灌施用除草剂—阿特拉津在土壤中运移的物理模拟实验为基础，运用所求得的供试土壤的水力学参数和溶质运移参数及阿特拉津在该土壤中的吸附特性参数和降解速率常数，应用数值模拟方法对物理模拟的实验结果进行了仿真，并就不同初始含水量、不同滴头流量对土壤水分和阿特拉津动态分布的影响进行了数值分析。

13. 以农药阿特拉津为研究对象，通过在北京永乐店和山东禹城的田间分别采集土壤样品，测定其主要理化特性，由土壤的机械组成和干容重测试数据，采用土壤传递函数生成了van Genuchten型的水力学参数，并进一步间接计算得到了阿特拉津运移的弥散度，同时，由实测的土壤有机碳含量估算了阿特拉津的吸附参数。在此基础上，根据柱模型假设，运用数值模拟技术，针对降雨入渗—重分布及农田气象条件下阿特拉津在夏玉米不同生育期的农田尺度非饱和土壤中的淋溶风险进行了数值模拟。

14. 在同时考虑土壤水力学参数、溶质运移参数和有机氮的矿化作用速率常数空间变异性的条件下，分别以北京永乐店和山东禹城农田为研究案例，基于柱模型假设，对冬小麦和夏玉米生育期农田尺度土壤硝态氮的淋失动态进行了数值模拟。

15. 以兽药磺胺二甲嘧啶(sulfamethazine, SM2)及其在动物体内的主要代谢产物N4-乙酰化磺胺二甲嘧啶(N4-acetylsulfamethazine, N4-ACE-SM2)为研究对象，系统地开展它们在土壤环境中吸附、降解和运移特性的试验研究。首先，采用批量平衡法，进行了SM2及N4-ACE-SM2在砂质壤土中的吸附特性研究，以Freundlich吸附等温方程拟合实验数据，得到吸附等温线，从而获得它们在供试土壤中的吸附特性参数 K_f 和 $1/n$ 。接着，利用批量培养法开展了SM2及N4-ACE-SM2在供试土壤中的降解实验，对试验数据应用一级降解动力学方程，分别获得了它们在土壤中微生物降解和化学降解的一级降解速率常数。此外，降解实验还揭示出代谢产物N4-ACE-SM2在供试土壤中可部分地转化成母体化合物SM2，这一现象得到了质谱检测的确定。最后，使用易混合置换实验装置，对SM2及N4-ACE-SM2在稳定流场饱和和砂质壤土中的运移动态开展了实验观测，并以Br⁻作为示踪溶质，分别获得了它们在供试土壤中淋溶动态的穿透曲线。结果显示：与示踪溶质相比，SM2及N4-ACE-SM2的穿透曲线都呈现出非对称和拖尾的形状，它们的出峰时间均滞后，出峰高度也降低。这说明：SM2及N4-ACE-SM2在土壤中的运移同时伴随着吸附和降解作用的发生。

16. 我们提出了求解在跨越多个尺度的非均质多孔介质中地下水问题的有限体多尺度有限单元法(Finite Volume Multiscale Finite Element Method, FVMSFEM)。该算法基于在有限体离散和多尺度有限元基函数之间的有效耦合。它能有效地捕捉粗网格上解的大尺度结构而无需重新求解所有小尺度特征并保持局部守恒。构造该算法的基本思想是：通过使用能将介质特性的小尺度信息带到大尺度上的多尺度有限元基函数来估计穿过有限控制体界面段的宏观通量。我们以多孔介质中的非稳定流问题为

基础，描述了构造这个算法的策略。为了论证所发展的方法的有效性和精确性，就具有对数正态分布的饱和和水力传导度的随机场，对多孔介质中的二维地下水流动问题进行了数值试验。

17. 获得非均质多孔介质中非饱和水流的数值解是困难的，这不仅是因为自然界多孔介质的相关物理特征参数的空间变异性而且还由于在处理非线性时所引起的数学问题。我们提出了一个多尺度有限元线性化格式 (Multiscale Finite Element Linearization Scheme, MSFELS) 用来有效地模拟在跨越多个尺度的非均质多孔介质中的非饱和和流动问题。这种方法的中心目标是准确和有效地在粗网格上获得具有非均质系数的Richards方程的大尺度解而不用详细地在所有细尺度上求解。这个方法的基本思想是运用Slodicka线性松弛近似格式来解决方程的非线性且使用多尺度有限元基函数来考虑方程系数的空间变异性。我们描述了构建这个方法的原理，给出了相应的算法。为了说明所提出的方法的有效性和精确性，对具有周期和随机产生的对数正态水力传导度的非饱和和流动方程进行了数值试验。

18. 为了求解具有在小尺度上定义的非均质系数的井流问题，我们提出了一个修改的多尺度有限元方法 (Modified Multiscale Finite Element Method, MMSFEM) 。该方法的关键思想是：使用服从于一般边界条件的局部井驱使流动问题的细尺度解，来确定井附近区域的多尺度基函数的边界条件。这样，这些基函数不仅适应于水力参数的局部特性而且适应于井附近压力场的局部变化。我们在对具有随机对数正态分布的水力传导度场所作的数值试验中，既考虑了由抽水井驱动的稳态流问题也考虑了非稳定流问题。数值结果表明：对于井驱动的地下水流动，相对于参考的细尺度结果，这个修改的方法比标准的多尺度有限元方法能够提供更加精确的粗尺度模拟。

19. 估算氮在土壤中淋溶的挑战性源自这种化合物在其中所发生的复杂的物理、化学和生物过程。考虑土壤中的非稳定水流、表施氮的输入、初始残留氮和氮的主要转化对硝态氮淋溶过程的影响，我们发展了传递函数模型 (Transfer Function Model, TFM) 来模拟田间的硝态氮流出浓度。在这个模型中氮的转化包括固持、矿化、挥发和植物吸收。在硝态氮的概率密度函数中，我们引入了一个权重因子来量化表施和残留氮对硝态氮淋溶的贡献。在冬小麦和夏玉米生育期进行了196天的田间试验。沿着两个土壤剖面测定了土壤水势和硝态氮浓度。在研究期间的测量深度为2米，其中：1米以上的间隔为10厘米；1米以下的间隔为20厘米。试验数据和传递函数的模拟结果进行了对比，表明：所发展的模型对氮的淋溶过程和2米深度处氮的淋溶总量都提供了合理的预测。结果还表明：在传递函数中考虑非稳定水流条件和氮的转化作用显著地提高了估算的精度。与测量数据的对比表明：考虑和不考虑非稳定水流和氮的转化，将导致所估算的氮的总淋溶量的相对误差分别为1%和20%。具有权重因子的传递函数能够用于估算表施和残留氮对田间淋溶过程的贡献。

20. 饱和水力传导度的测定对于理解和模拟田间尺度的水文过程是重要的。在探讨双环入渗仪的尺寸是如何影响测量的水力传导度方面，迄今为止系统化的研究较少。为了确定这种尺寸效应，我们在7个地点使用4组不同尺寸的双环入渗仪测量了饱和水力传导度。内环直径分别是20cm、40cm、80cm、120cm。我们还开展了详细的数值模拟研究来阐明在非均质土壤中双环入渗仪的内径尺寸是如何影响测量的水力传导度。田间实验和数值模拟的结果都表明：测量的水力传导度的变异性对于较小的内径（即小于40cm）要大些，随着环径的增大，这种变异性逐渐减小。我们的研究显示出：在土壤空间变异性高的地方，为了获得可靠的测量，入渗仪具有较大的内径（一般大于80 cm）是必要的。

21. 我们推广有限差分异质多尺度方法 (Finite Difference Heterogeneous Multiscale Method, FDHMM) 来模拟随机多孔介质中的非稳定非饱和和流动问题。这个数值方法是基于在不同的网格水平上对原方程使用两种不同的格式，该方法获得数值结果所需要的花费比求解原方程要低。这个数值方法的主要特色在于宏观模型所需的数据是通过在稀疏的空间域上求解微观模型来提供的。所编制的程序通过Richards方程的线性模型加以验证。考虑两种不同的本构关系，我们把这种数值方法应用于包括不同的土壤质地和边界条件的几个测试例子中。在应用FDHMM模拟非均质非饱和土壤中的水流问题时，对于局部微观模型的求解，我们既考虑 Dirichlet 边界也考虑周期边界。数值实验表明：FDHMM能够有效地模拟特定土壤中的非稳定非饱和和流动问题。数值实验还表明：FDHMM能够获得准确的全局质量守恒且是一个全局收敛的算法，此外，对于特定的标准差，随机系数的相关长度对这个方法的精度具有相对较小的影响。

22. 我们提出了一种自适应多尺度有限元方法 (Adaptive Multiscale Finite Element Method, AMSFEM) 来求解跨越多个尺度的非均质多孔介质中的非饱和和流动问题。主要的目标是设计一种数值方法，使其能够不经过在每个时间步长内分辨所有的小尺度细节就能够自适应地捕捉到粗尺度网格上解的大尺度行为。这一目标的完成是通过构造能够自适应于非饱和水力传导度场的时间变化的多尺度基函数来实现的。我们方法的关键思想是使用基于非饱和水力传导度场的时间变化的一个判据来确定何时何地更新我们的多尺度基函数。因而，这些基函数能够动态地计算方程系数的空间变异和时间变化。我们详

细地描述了构造这一方法的原理并给出了实现该方法的一个算法。为了论证所提出的方法的有效性和准确性，我们对具有随机生成的对数正态的水力参数的非饱和水流方程进行了数值实验。结果表明：在整个自适应的模拟中，只有很小部份的多尺度基函数需要重新计算，这种自适应方法的精度水平要高于基函数不随水力传导度时间变化而更新的多尺度有限元技术。

23. 已经证明连续时间随机游走 (Continuous Time Random Walk, CTRW) 模型提供了一种普遍而有效的方法来量化模拟实验室、田间、及数值条件下非均质介质中的溶质运移行为。在我们的研究中，首先通过曲线匹配运用该模型来描述物理或 (和) 化学非平衡条件下土壤中的吸附性溶质的运移行为。拟合结果显示，CTRW模型的模拟结果与实测数据具有很好的一致性。紧接着，鉴于CTRW模型中的参数无法直接或比较容易地获得，我们提出另一种不同于曲线拟合的方法来估计这些参数，该方法在估计这些参数时并不依赖于待模拟的溶质穿透曲线。我们利用HYDRUS-1D模型在一定范围的流速 (v) 和吸附参数 (R) 的条件下生成了大量的溶质穿透曲线，然后利用这些人工数据进行了一系列的数值试验，探讨了CTRW模型参数与这两个可通过独立实验测得的参数 (v 和 R) 之间的关系。基于这些人工数据集，我们得到了CTRW参数与 v 及 R 之间一系列的回归关系，这些回归关系可以很方便地作为一种估计或预测模型来评价土壤中稳态流条件下的吸附性溶质的运移行为。为了验证这些关系的有效性，我们将其应用于多组文献中的实验资料中。应用的结果表明我们所提出的方法对于所选用的大多数实测数据给出了合理的预测结果，从而说明我们的方法或许提供了一种可供选择的方式来有效地预测土壤中的吸附性溶质的运移行为。尽管文中呈现的回归关系是在特定的流速和吸附条件下获得的，然而，我们提出的方法论是普遍的，或许这种方法可以被推广到预测其他流速和吸附条件下的吸附性溶质的运移行为。

24. 饱和水力传导度是最重要的土壤物理特性之一。土壤特性内在的空间变异性要求我们必须获得充分且可靠的饱和水力传导度数据才能减小水文模拟中的不确定性。本研究中，我们在贝叶斯层次模型的框架下，结合了尺度提升算法和一种自适应的马尔科夫链蒙特卡罗 (Markov Chain Monte Carlo, MCMC) 抽样技术，即延迟拒绝自适应Metropolis算法 (Delayed Rejection Adaptive Metropolis, DRAM)，在已知粗尺度上饱和水力传导度的空间分布以及细尺度上饱和水力传导度的先验信息的条件下，重构出细尺度上的饱和水力传导度的空间分布。运用这种层次模型框架，我们建立了细尺度上饱和水力传导度场的后验分布。该后验分布整合了不同尺度上所有的已知信息，并且嵌入了一个非显式的尺度提升算子，特别地，该分布还具有高维的特点。后验分布这种复杂的结构造成了对其进行抽样模拟时在计算上的挑战和困难，为此，我们采用了DRAM抽样方法，在一定程度上克服了这种困难。为了清楚地阐述上述建模过程和所用的算法及步骤，我们首先以两个人工算例分别展示了两个尺度和三个尺度上的饱和水力传导度的数据整合过程。进一步，我们将该方法应用到位于中国西北的一个实验地，利用分布于空间上的大量原位测量的饱和水力传导度数据验证了方法的有效性。接下来，我们进行了一系列具有代表性的数值试验，旨在说明所用方法的能力及适用性，这些数值试验涵盖了一个宽范围的土壤条件，包括：不同水平的空间非均质性、不同的相关长度和不同程度的各向异性。总之，大量的算例表明，结合了尺度提升算法和DRAM抽样策略的贝叶斯层次模型为整合不同尺度的饱和水力传导度提供了一种切实可行的模拟方法。我们采用数值试验进行的研究，为该方法提供了一个广泛的数值验证，同时也展示了方法的适用性和局限性。

25. 全面认识水量平衡的所有组分对灌溉农业中优化水的利用是必不可少。然而，根据所需的时间间隔以及由于过程的复杂性，大部分水量平衡组分是非常难以测定的。非饱和带模型是对农业管理如何影响作物利用水的效应进行预测的有用工具，它能从农业水利用的极小化角度来优化农业生产实践。对于中国西北民勤县的灌溉区域，我们应用描述水的运动和作物生长的、具有物理机理的一维农业水文学模型SWAP (Soil-Water-Atmosphere-Plant) 来显示多点位的水量平衡组分。该模型具有在时间和空间上从一个变化水平来提取模拟过程的能力。通过使用参数估计程序PEST，蒸散 (ET) 通量的反演模拟被用于标定土壤水力函数。由NOAA AVHRR卫星影像，表面能量平衡系统 (SEBS) 被用于估计真实的ET通量。我们以小麦作为试验作物在民勤县的15个不同地点进行了模拟，但是只有3个地点被用来进行模型标定和评价。对整个小麦生长季节的模拟周期为2004年4月到2004年7月30日，我们在所有点位上都进行了详细的分析。SWAP所模拟的土壤水动态良好，这表明，分布式的SWAP模拟是分析所有水量平衡组分的一个有用工具。

26. 双环入渗仪被广泛用于测量野外土壤的饱和水力传导度。一个入渗仪的内环尺寸和外环尺寸 (缓冲指数的两个因素) 影响着饱和水力传导度的测定。关于双环入渗仪的内环和外环尺寸对野外饱和水力传导度测量的联合作用迄今很少有系统的研究。我们通过使用具有6个内环直径 (10、20、40、80、120 和 200 cm) 且对每个环径有4个缓冲指数 (0.2、0.33、0.5 和 0.71) 的24个入渗仪，进行了7224次数值模拟，旨在研究用于可靠的饱和水力传导度测量的内、外环尺寸的最优结合。结果显示：在实际中，内环尺寸是比缓冲指数本身 (或外环尺寸) 更重要的一个应当被考虑的因素，为了获得野外土壤饱

和水力传导度的可靠的原位测量，我们建议与一个外环相组合的内环直径应该较大（在大多数情况下，直径大于等于80 cm且缓冲指数大于等于0.33）。

27. 我们发展了一种尺度提升方法用于模拟淹灌条件下水平方向呈非均质的非饱和带中的土壤水流。基于流管模型假设和带有五参数的 van Genuchten-Mualem 土壤水力函数，通过使用时间和空间变量及压力头的无量纲形式而将Richards方程无量纲化。尽管强烈依赖于尺度的参数 K_s 和 α 在转化后的Richards方程中不存在，但是弱依赖于尺度的参数 n 仍存在于这个转化后的方程中，而且参数 α 被引入到转化后的初始和边界条件中。因此，在我们的尺度提升算法中也引入一种幂率平均技术。与传统的数值方法相比，我们的方法只需要数值求解一次变换后的Richards方程并回代到无量纲变量的表达式中就能获得每个土柱的压力头分布和所有土柱中土壤水动态的均值和方差，而传统的Richards方程对每个土柱都必须求解一次。这个新的算法用两个数值实验进行了标定，在这两个涉及不同土壤质地的实验中，作为时间和深度函数的土壤含水量被较好地模拟。 α 和 n 的不同组合被用来比较数值模拟的精度： n 对模拟结果影响不大而 α 对模拟结果有相当明显的影响。为了进一步验证这个新方法的数值有效性，我们采用相应于幂率平均技术的指数 p ($p=0$; $p=+1$; $p=-1$; $p=+0.5$; $p=-0.5$) 的有效 α 值进行了更多的数值实验。结果显示：对具有平衡的初始压力头剖面的实验1和具有定常的初始压力头剖面的实验2，对特定深度的湿润锋的模拟结果与传统数值方法的结果具有一致性且模拟的压力头误差小。总之，我们所提出的方法能用于尺度提升在水平方向上呈现非均质性的土壤中非饱和水流的特性。

28. 以所采集的北京市海淀区东北旺试验站大量的田间试验观测数据为基础，我们对农业生产系统模型 (Agricultural Production Systems Simulator, APSIM) 的有关参数进行了详细的参数灵敏度分析与标定。结果显示：标定模拟的土壤剖面体积含水量动态的精度较高，平均相对误差为13.41%；标定模拟的土壤剖面硝态氮浓度动态的精度较低，平均的相对误差为31.38%；标定模拟的冬小麦叶面积指数、生物量和产量的平均相对误差分别为36.49%、24.18%和32.31%；标定模拟的夏玉米叶面积指数、生物量和产量的平均相对误差分别为31.76%、35.84%和26.44%。以上标定模拟的精度就田间实际情况而言，总体是可以接受的。经过参数标定后的APSIM模型将为深入探讨不同农田管理措施下水氮利用效率的长期动态提供较可靠的定量分析手段。

29. 通过田间试验的方法，量化地研究长时间尺度冬小麦和夏玉米产量、水分利用效率及氮肥偏生产力对不同农田管理措施的响应是困难的。我们应用经过参数的灵敏度分析与标定后的农业生产系统模型 (Agricultural Production Systems Simulator, APSIM)，以北京市海淀区东北旺试验站为背景，探讨了不同灌溉、施氮、种植日期和种植密度等农艺措施下冬小麦和夏玉米的产量、水分利用效率及氮肥偏生产力的变化，以期探寻适合当地特定气候、土壤条件下的既能保证粮食稳产高产又能达到水氮资源高效利用的田间管理措施。首先根据所搜集的1985-2005年统计年鉴中的产量数据对参数标定后的模型作了进一步的验证，结果显示：冬小麦和夏玉米产量的模拟值与年鉴统计值之间的平均相对误差分别是43.16%和20.90%。夏玉米产量的模拟精度要高于冬小麦产量的模拟精度。运用验证后的模型，基于所设计的9种不同的水氮管理情景进行了模拟分析，结果表明：冬小麦在播前、拔节和开花期分别灌溉75 mm；丰水年和平水年夏玉米在播前灌溉31 mm，枯水年夏玉米在播前和抽穗期分别灌溉20.29 mm，特枯水年夏玉米在播前和抽穗期分别灌溉84.47 mm；冬小麦在播前和拔节期分别施入氮肥43.33 kg/ha和86.67 kg/ha，夏玉米在苗期和大喇叭口期分别施入氮肥40 kg/ha和80 kg/ha。这样的节水省氮灌溉施氮方案不仅能够获得较高的粮食产量，还能获得较高的水分利用效率和氮肥偏生产力。在此方案的基础上，我们又对冬小麦晚播与增密及夏玉米晚收的情景进行了模拟，结果表明：通过这一农艺措施，可以使冬小麦、夏玉米的产量再提高7.09%和19.38%，冬小麦、夏玉米的水分利用效率可进一步提高8.72%和33.34%，冬小麦、夏玉米的氮肥偏生产力可进一步提高7.09%和19.38%。

30. 提高水氮利用效率的模拟研究对农业节水与省氮的田间管理措施的制定具有重要的现实意义。我们利用收集的山东省禹城试验站田间试验数据对根层水质模型 (Root Zone Water Quality Model, RZWQM) 的有关输入参数进行了灵敏度分析和标定。参数标定后的模拟结果与实测结果的对比显示：土壤体积含水量模拟值的均方根差和平均相对误差分别为0.069 cm³ cm⁻³和-8.57%；土壤硝态氮含量模拟值的均方根差和平均相对误差分别为41.41 mg/kg和-69.56%；在冬小麦-夏玉米轮作体系下，作物吸氮量模拟值的均方根差和平均相对误差分别为97.8 kg/ha和50.6%；作物地上部生物量和产量模拟值的均方根差分别为2392 kg/ha和2239 kg/ha，平均相对误差分别为32.8%和22.2%；叶面积指数模拟值的均方根差和平均相对误差分别为2.83和243.8%。模拟结果表明：RZWQM能够较好地模拟冬小麦-夏玉米轮作体系中土壤水分动态和作物地上部生物量及产量，可用于模拟分析农田水氮利用效率。但该模型在禹城试验站对土壤硝态氮含量和叶面积指数模拟精度欠佳的原因有待进一步分析。

31. 在对根系层水质模型 (Root Zone Water Quality Model, RZWQM) 的参数进行灵敏度分析和标定的基础上, 我们进一步验证了RZWQM对1960-2005年山东省禹城试验站冬小麦-夏玉米轮作制度下的冬小麦和夏玉米产量、水分利用效率及氮肥偏生产力的模拟能力。模拟的冬小麦和夏玉米产量与禹城市农业统计年鉴显示的1985年至2005年的产量进行的对比表明: 经过标定后的RZWQM能够较好地模拟夏玉米产量 (平均相对误差为-13.3%), 可以模拟冬小麦产量在年际间的变化趋势 (平均相对误差-54.2%)。接着, 针对所设计的9种节水和省氮的灌溉与施氮方案开展了大量的模拟情景分析, 兼顾粮食产量和水氮利用效率的较优情景是: 冬小麦在播前、拔节和开花期各灌溉75mm的水; 夏玉米当平水年和丰水年时在播前灌溉一次56mm的水, 当枯水年时在播前和抽穗期各灌溉83.8mm的水, 当特枯水年时在播前和抽穗期各灌溉111mm的水。冬小麦在播前和拔节期分别施氮77.7kg/ha和155.3kg/ha, 整个生育期施氮量为233kg/ha; 夏玉米在苗期 (播后5天) 和大喇叭口期各施氮70.7kg/ha和141.3kg/ha, 整个生育期施氮量为212kg/ha。这样优化的灌溉与施氮方案能够取得较好的增产效果和较高的水氮利用效率, 即: 冬小麦-夏玉米轮作体系的粮食产量为10302kg/ha、水分利用效率为1.40kg/m³、氮肥偏生产力为23.2kg/kg。

学术论文

国际学术期刊论文:

1. Li Ren and Renduo Zhang, Hybrid Laplace transform finite element method for solving the convection-dispersion problem. *Advances in Water Resources*. 1999, Vol. 23(3), pp. 229-237.
2. Li Ren, Junhua Ma and Renduo Zhang, Estimating nitrate leaching with a transfer function model incorporating net-mineralization and uptake of nitrogen. *Journal of Environmental Quality*. 2003, 32, 1455-1463.
3. Jiusheng Li, Jianjun Zhang and Li Ren, Water and Nitrogen Distribution as affected by Fertigation of Ammonium Nitrate from a Point Source. *Irrigation Science*. 2003, 22, 19-30.
4. Xiaoxian Zhang and Li Ren, Lattice Boltzmann model for agrochemical transport in soils. *Journal of Contaminant Hydrology*. 2003, 67, 27-42.
5. Meng Mao and Li Ren, Simulating Nonequilibrium Transport of Atrazine through Saturated Soil. *Ground Water*. 2004, Vol. 42, No. 4, 500-508.
6. Xinguang He and Li Ren, Finite volume multiscale finite element method for solving the groundwater flow problems in heterogeneous porous media. *Water Resources Research*. 2005, Vol. 41, W10417, doi: 10.1029/2004WR003934.
7. Xinguang He and Li Ren, A multiscale finite element linearization scheme for the unsaturated flow problems in heterogeneous porous media. *Water Resources Research*. 2006, Vol. 42, W08417, doi: 10.1029/2006WR004905.
8. Xinguang He and Li Ren, A modified multiscale finite element method for well-driven flow problems in heterogeneous porous media. *Journal of Hydrology*. 2006, 329, 674-684, doi: 10.1016/j.jhydrol. 2006.03.018.
9. Li Ren, Junhua Ma and Renduo Zhang, Estimating the Influence of Nitrogen Transformations on Nitrate Leaching in Soils. *Soil Science Society of America Journal*. 2007, Volume 71: Number 5, 1460-1468.
10. Jianbin Lai and Li Ren, Assessing the Size Dependency of Measured Hydraulic Conductivity Using Double-Ring Infiltrimeters and Numerical Simulation. *Soil Science Society of America Journal*. 2007, Volume 71: Number 6, 1667-1675. (被选为本期的“封皮论文”, 并被专门供美国农学会、美国作物科学学会和美国土壤科学学会会员及非专业读者阅读的月刊--CSA News 邀请撰写具有一定科普性质的论文摘要)

11. Fulai Chen and Li Ren, Application of the finite difference heterogeneous multiscale method to the Richards' equation. *Water Resources Research*. 2008, Vol. 44, W07413, doi: 10.1029/2007WR006275.
12. Xinguang He and Li Ren, An adaptive multiscale finite element method for unsaturated flow problems in heterogeneous porous media. *Journal of Hydrology*. 2009, 374, 56-70, doi:10.1016/j.jhydrol.2009.05.021.
13. Na Li and Li Ren, Application of Continuous Time Random Walk Theory to Nonequilibrium Transport in Soil, *Journal of Contaminant Hydrology*. 2009, 108, 134-151, doi:10.1016/j.jconhyd.2009.07.002.
14. Na Li and Li Ren, Application and assessment of a multiscale data integration method to saturated hydraulic conductivity in soil. *Water Resources Research*. 2010, Vol. 46, W09510, doi: 10.1029/2009WR008645.
15. Uttam Kumar Singh, Li Ren and Shaozhong Kang, Simulation of Soil Water in Space and Time Using an Agro-Hydrological Model and Remote Sensing Techniques, *Agricultural Water Management*. 2010, 97, 1210-1220. doi:10.1016/j.agwat.2010.03.002.
16. Jianbin Lai, Yi Luo and Li Ren, Buffer-Index Effects on Hydraulic Conductivity by Using Numerical Simulations of Double-Ring Infiltration. *Soil Science Society of America Journal*. 2010, Volume 74: Number 5, 1526-1536.
17. Meng Mao and Li Ren, An upscaling approach to simulate unsaturated flow in horizontally heterogeneous soils at field scale under flood irrigation. *Agricultural Water Management*. 2010, 97, 2020-2028. doi:10.1016/j.agwat.2009.03.003.
18. Chao Li and Li Ren, Estimating of Unsaturated Soil Hydraulic Parameters Using Ensemble Kalman Filter. *Vadose Zone Journal*. 2011, Vol. 10. 1205-1227, doi:10.2136/vzj2010.0159.
19. Jianbin Lai, Yi Luo and Li Ren, Numerical Evaluation of Depth Effects of Double-ring Infiltrometer on Soil Saturated Hydraulic Conductivity Measurement. *Soil Science Society of America Journal*. 2012, accepted.
20. Chen Sun and Li Ren, Assessment of Surface Water Resources and Evapotranspiration in the Haihe River Basin of China using SWAT Model. *Hydrological Processes*, 2012, corrected proof.

国内学术期刊论文:

1. 任理, 野外条件下非饱和土壤水力传导度的确定, *水利学报*, 1989年第11期, 49—55页 (该文获河南省第二届青年自然科学优秀学术论文三等奖)。
2. 任理, 有限解析法在求解非饱和土壤水流问题中的应用, *水利学报*, 1990年第10期, 55—61页 (该文获《全国第一届水力学、水文水资源学青年学术讨论会》优秀论文奖)。
3. 任理, 求解对流—弥散问题的混合拉普拉斯变换有限单元法, *水利学报*, 1995年第4期, 56—61页 (该文获北京水利学会青年优秀科技论文一等奖)。
4. 沈荣开 任理 张瑜芳, 夏玉米麦秸全覆盖下土壤水热动态的田间试验和数值模拟, *水利学报*, 1997年第2期, 14—21页。
5. 任理, 混合拉普拉斯变换有限单元法计算二维地下水溶质运移问题, *水利学报*, 1997年第4期, 17—25页 (该文获北京水利学会青年优秀科技论文二等奖)。
6. 任理 张瑜芳 沈荣开, 条带覆盖下土壤水热动态的田间试验和模型建立, *水利学报*, 1998年第1期, 76—84页。
7. 任理 李保国 曾凡 邢维玲 土壤溶质运移两种新的求参方法的应用研究, *水利学报*, 1999年第11期, 1—6页。

8. 任理 刘兆光 李保国, 非稳定流条件下非饱和均质土壤溶质运移的传递函数解, 水利学报, 2000年第2期, 7—15页。
9. 任理 袁福生 张福锁, 土壤中硝态氮淋洗的传递函数模拟和预报, 水利学报, 2001年第4期, 21—27页。
10. 任理 马军花, 考虑土壤中硝态氮转化作用的传递函数模型, 水利学报, 2001年第5期, 38—44页。
11. 任理 袁福生 张福锁, 土壤剖面硝态氮浓度分布的随机一对流传递函数模拟, 水利学报, 2002年第2期, 54—60页。
12. 任理 毛萌, 应用传递函数模型预报农药阿特拉津在土壤中的运移, 水利学报, 2002年第4期, 39—45页。
13. 任理 刘兆光 马军花 李保国, 考虑残留氮对非稳定流场硝态氮淋失贡献的传递函数模型: I. 地中渗透计验证, 水利学报, 2003年第11期, 26-33。
14. 任理 马军花 刘兆光 李保国, 考虑残留氮对非稳定流场硝态氮淋失贡献的传递函数模型: II. 农田应用, 水利学报, 2003年第12期, 32-40。
15. 马军花 任理 龚元石 K. Stahr, 冬小麦生长条件下土壤氮素运移动态的数值模拟, 水利学报, 2004年第3期, 103-110。
16. 毛萌 任理, 室内滴灌施药条件下阿特拉津在土壤中运移规律的研究 I. 物理模拟与参数确定, 水利学报, 2005年第5期, 581-587。
17. 毛萌 任理, 室内滴灌施药条件下阿特拉津在土壤中运移规律的研究 II. 数值仿真, 水利学报, 2005年第6期, 746-753。
18. 马军花 任理, 考虑水力学和矿化参数空间变异下土壤水氮运移的数值分析, 水利学报, 2005年第9期, 1067-1076。
19. 贺新光 任理, 求解非均质多孔介质中非饱和和水流问题的一种自适应多尺度有限元方法 I. 数值格式, 水利学报, 2009年第1期, 38-45。
20. 贺新光 任理, 求解非均质多孔介质中非饱和和水流问题的一种自适应多尺度有限元方法 II. 数值结果, 水利学报, 2009年第1期, 138-144。
21. 陈福来 任理, 有限差分异质多尺度方法求解非饱和土壤水流问题的计算效率 I. 数值方法, 水利学报, 2010年第6期, 640-645。
22. 陈福来 任理, 有限差分异质多尺度方法求解非饱和土壤水流问题的计算效率 II. 数值实验, 水利学报, 2010年第7期, 771-777。
23. 毛萌 任理, 除草剂莠去津在实验室和农田尺度土壤中运移模拟的主要研究进展, 水利学报, 2010年第11期, 1185-1194。
24. 韩琳琳 任理, 应用农业生产系统模型分析冬小麦—夏玉米轮作体系的农田水氮利用效率 I. 模型参数的灵敏度分析与标定, 水利学报, 2011年第9期, 1044-1050。
25. 韩琳琳 任理, 应用农业生产系统模型分析冬小麦—夏玉米轮作体系的农田水氮利用效率 II. 模型的模拟验证与情景分析, 水利学报, 2011年第10期, 1185-1191。
26. 张芊 任理, 应用根系层水质模型分析冬小麦—夏玉米轮作体系的农田水氮利用效率 I. 模型参数的灵敏度分析与标定, 水利学报, 2012年第2期, 84-90。
27. 张芊 任理, 应用根系层分析冬小麦—夏玉米轮作体系的农田水氮利用效率 II. 模型的验证与情景分析, 水利学报, 2012年第3期, 81-89。
28. 任理 秦耀东 王济, 非均质饱和土壤盐分优先运移的随机模拟, 土壤学报, 2001年第38卷第1期, 104-113。

29. 崔建宇 任理 王经国 张福锁, 有机酸影响矿物钾释放机理的室内实验与数学模拟, 土壤学报, 2002年第39卷第3期, 341-350。
30. 任理 毛萌, 阿特拉津在饱和砂质壤土中非平衡运移的模拟, 土壤学报, 2003年第40卷第6期, 829-837。
31. 毛萌 任理, 农田尺度降雨入渗—重分布条件下阿特拉津在非饱和土壤中淋溶风险的评价, 土壤学报, 2005年第42卷第2期, 177-186。
32. 毛萌 任理, 农田气象条件下阿特拉津在土壤中淋溶动态的数值模拟, 土壤学报, 2006年第43卷第4期, 529-540。
33. 来剑斌 罗毅 任理, 双环入渗仪的缓冲指标对测定土壤饱和导水率的影响, 土壤学报, 2010年第47卷第1期, 19-25。
34. 毛萌 任理, 砂质壤土中农药阿特拉津阻滞因子的研究, 环境科学学报, 2003年第23卷第2期, 276-281。
35. 任理 毛萌 张仁铎, 稳定流场饱和均质土壤中农药淋溶动态预报模式的探讨, 环境科学学报, 2003年第23卷第6期, 786-791。
36. 任理 袁福生 张福锁, 冬小麦生长条件下土壤硝态氮淋洗的传递函数模拟和预报, 生态学报, 2004年第24卷第10期, 2281-2288。
37. 马军花 任理, 冬小麦生育期农田尺度下土壤硝态氮淋失动态的数值模拟, 生态学报, 2004年第24卷第10期, 2289-2301。
38. 王绍辉 任理 张福锁, 日光温室黄瓜栽培条件下土壤水分动态的数值模拟, 农业工程学报, 第16卷, 第4期, 2000年, 110—114页。
39. Li Jiusheng, Zhang Jianjun and Ren Li, Nitrogen distributions in soil under fertigation from a point source, Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering, 2002, Vol. 18, No. 5, 61-66.
40. 任理, 地下水溶质径向弥散问题的混合拉普拉斯变换有限单元解, 水动力学研究与进展, A辑, 第9卷, 第1期, 1994年2月, 37—43页。
41. 张瑜芳 沈荣开 任理, 田间覆盖保墒技术措施的应用与研究, 水科学进展, 第6卷, 第4期, 1995年12月, 341—347页。
42. 任理 李春友 李韵珠, 粘性土壤溶质运移新模型的应用, 水科学进展, 第6卷, 第4期, 1997年12月, 321—328页。
43. 任理 李保国 叶素萍 杨立国, 稳定流场饱和均质土壤盐分迁移的传递函数解, 水科学进展, 第10卷, 第2期, 1999年6月, 107-112页。
44. 任理 王济 秦耀东, 非均质土壤饱和稳定流中盐分迁移的传递函数模拟, 水科学进展, 第11卷, 第4期, 2000年12月, 392-400页。
45. 李春友 任理 李保国, 利用优化方法求算van Genuchten方程参数, 水科学进展, 第12卷, 第4期, 2001年12月, 473-478页。
46. 毛萌 任理, 有效参数的幂平均算法对农田尺度阿特拉津淋溶动态数值模拟的影响, 水科学进展, 第16卷, 第2期, 2005年3月, 222-232页。
47. 秦耀东 任理 王济, 土壤大孔隙流研究现状与进展, 水科学进展, 第11卷, 第2期, 2000年6月, 203-207页。
48. 李春友 任理 李保国, 秸秆覆盖条件下土壤水、热、盐耦合模型的研究进展, 水科学进展, 第11卷, 第3期, 2000年9月, 325-332页。
49. 彭正萍 任理 李春俭 宋建兰, 小麦幼苗吸收 $H_2PO_4^-$ 动态的室内试验与数学模拟, 中国农业科学, 2004年, 37(3): 393-399。

50. 毛萌 任理, 阿特拉津的主要降解产物在土壤中转化与运移的研究进展, 中国农业科学, 2009年, 42(5): 1690-1697。
51. 吴其斌 任理, 大地电导率仪探查堤坝隐患, 水利水电技术, 第30卷, 第2期, 1999年2月, 26—28页。
52. 姚雷 马吉明 任理, 浑水入渗滞留物的分布特征及影响因素的分析, 水力发电, 2004年第30卷第11期, 20-23页。
53. 张建君 李久生 任理, 滴灌施肥灌溉条件下土壤水氮运移的研究进展, 灌溉排水, 第21卷第2期, 2002年6月, 75-79。
54. 国威 任理, 根系带水质量模型参数灵敏度分析与标定的研究, 灌溉排水学报, 第30卷第2期, 2011年4月, 5-9。
55. 任理, 野外非饱和土壤水动态的数值模拟, 武汉水利电力学院学报, 第24卷, 第3期, 1991年6月, 354—360页。
56. 任理, 求解地下水流问题的混合拉普拉斯变换有限差分法, 武汉水利电力大学学报, 第26卷, 第5期, 1993年10月, 547—554页。
57. 任理, 计算非饱和土壤水流问题的一种新差分格式, 北京农业大学学报, 第21卷, 1995年增刊(博士后论文专辑), 52—55页。
58. 任理 李春友 李韵珠, 层状粘性土壤水分动态新模型的应用, 中国农业大学学报, 1998年第1期, 57—62页。
59. 任理 李韵珠 杨小路, 应用山口模型反求吸附作用存在时饱和土壤的硝化速率, 中国农业大学学报, 1998年第3期, 90—94页。
60. 潘登 任理 王英男, 漳卫河平原农业水资源高效利用的模拟研究 I. 参数率定和模拟验证, 中国农业大学学报, 2011年第5期, 13—19页。
61. 潘登 任理 王英男, 漳卫河平原农业水资源高效利用的模拟研究 II. 水分生产函数的建立及灌溉制度优化, 中国农业大学学报, 2011年第5期, 20—25页。
62. 任理, 灰色系统理论在土壤水、地下水动态模拟和预报中的应用, 华北水利水电学院学报, 1990年第2期, 64—74页。

国际学术会议的论文集论文和墙报论文及特邀报告:

1. Ren Li., Application of hybrid method to solute radial dispersion problem in subsurface flow, Transport of Contaminants in Vadose Zone and Prevention of Groundwater pollution, Workshop Proceedings, Nanjing, China, 18-26 March 1997, Jiabao Zhang, Kurt Roth, Zhihong Cao and Hongxia Zhu (Eds.), The Southeastern University Press, 1999.4, 69-79.
2. L. Ren, and R. Zhang. A Laplace transform numerical method for convection-dispersion equation. Agronomy Abstracts, 91: 178. American Society of Agronomy/Soil Science Society of America National Meeting, Salt Lake City, Utah, October 31-November 4, 1999.
3. Zhang, R., H. Huang, and L. Ren. A generalized transfer function model for chemical transport in soils. Annual Meetings ABSTRACTS, American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America National Meeting, Minneapolis, Minnesota, November 5-9, 2000.
4. M. Mao L. Ren, and R. Zhang. Adsorption Characteristics of Atrazine in a Sandy Loamy Soil. (S01-mao061817-Poster). Annual Meetings ABSTRACTS, American Society of Agronomy/Crop Science Society of America/Soil Science Society of America, Indianapolis, November. 10-14, 2002.
5. Ren. L., M. Mao, and R. Zhang. Predicting pesticide leached in soils under steady-state water flow. Annual Meetings ABSTRACTS, American Society of Agronomy/Crop Science

6. Ren Li Ma Junhua Gong Yuanshi and K. Stahr, Simulation of nitrogen transport, transformation and uptake in soil-water-crop system, "17th World Congress of Soil Science", ABSTRACTS 3: 1012, Symposium 29: Urban and sub-urban soils: specific risks for human health (Urban agriculture), Type: oral, 14-21 August 2002, Bangkok, Thailand.
7. M. Mao, and L. Ren. Physical simulation and numerical modeling of transport of atrazine from trickle irrigation. (EGU05-A-00500, Poster A102, Geophysical Research Abstracts, Vol. 7, 00500, 2005). European Geosciences Union General Assembly, Vienna, 24-29 April 2005.
8. Ren, L., and M. Mao. Evaluation of a power averaging technique of effective parameters on simulation of atrazine transport at agricultural field scale. (EGU05-A-00502, Poster Z114, Geophysical Research Abstracts, Vol. 7, 00502, 2005). European Geosciences Union General Assembly, Vienna, 24-29 April 2005.
9. Li Ren, Meng Mao, Zhiming Chen and Renduo Zhang, An Upscaling Algorithm for Simulating Water Flow in Unsaturated Soils under Flood Irrigation at Field Scale, Poster 137-20, 18th World Congress of Soil Science, July 9-15, 2006, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
10. Meng Mao and Li Ren, Numerical Simulation of Atrazine Leaching at Field Scale during Summer Maize Growing Season under Meteorological Condition, Poster 137-21, 18th World Congress of Soil Science, July 9-15, 2006, Philadelphia, Pennsylvania, USA.
11. L Ren, X He, Finite Volume Multiscale Finite Element Method for Solving the Groundwater Flow Problems in Heterogeneous Porous Media, Poster H14B-0069, Western Pacific Geophysics Meeting, 24-27 July 2006, Beijing, China.
12. J Ma, L Ren, Numerical Analysis on Spatial Variability of Nitrogen Transport at Field Scale: A Case study in North China Plain, Poster H44E-07, Western Pacific Geophysics Meeting, 24-27 July 2006, Beijing, China.
13. L Ren, Uttam Kumar Singh, Kang Shaozhong, R. K. Jhorar, Simulation of Water Flow for Some Soils of Northwest China by Using Agro-hydrological Model, Remote Sensing and GIS Techniques, Oral talk, International Symposium on Flood Forecasting and Water Resources Assessment for IAHS-PUB, September 28-30, 2006, Beijing, China.
14. Li Ren, Junhua Ma, Numerical Simulation on Nitrogen Transport in Agricultural soils, The 34th Congress of International Association of Hydrogeologists, Theme: Groundwater- Present Status and Future Task, Abstracts: 257, October 9-13, 2006, Beijing, China.
15. Meng Mao, Li Ren, Numerical Simulation of Atrazine Leaching in Soils under Agricultural Meteorological Condition, The 34th Congress of International Association of Hydrogeologists, Theme: Groundwater- Present Status and Future Task, Abstracts: 256, October 9-13, 2006, Beijing, China.
16. Li Ren and Xinguang He, Finite Volume Multiscale Finite Element Method for Solving the Groundwater Flow Problems in Heterogeneous Porous Media, Invited Speaker, Abstracts- Minisymposia Sessions, Inaugural Conference on Computational Methods in Energy and Environmental Research, 23, July 9-12, 2007, Beijing, China.
17. Li Ren and Jianbin Lai, Assessing the Size Dependency of Measured Hydraulic Conductivity Using Double-Ring Infiltrimeters and Numerical Simulation, Invited Speaker, 2nd International Soil Moisture Working Group Meeting, November 14-15, 2007, Beijing, China.

18. Li Ren and Na Li, Application and Assessment of a Multiscale Data Integration Method to Saturated Hydraulic Conductivity in Soil, International Groundwater Forum 2010 Securing Groundwater in a Changing World, July 8-9, 2010, Beijing, China.
19. Na Li and Li Ren, Application and Assessment of a Multiscale Data Integration Method to Saturated Hydraulic Conductivity in Soil, International Workshop on Frontiers of Hydrogeology and Earth's Critical Zone: Research and Applications, July 11-13, 2010, Beijing, China.
20. Li Ren, Jianbin Lai, Evaluating the Scale Dependency of Measured Hydraulic Conductivity Using Double-ring Infiltrimeters and Numerical Simulation, Poster Number P-0177, 19th World Congress of Soil Science, August 1-6, 2010, BRISBANE, AUSTRALIA.
21. Meng Mao Li Ren, Lijuan Huo and Shefang Yin, Effects of Ionic Strength and Temperature on Adsorption of Atrazine, Deethylatrazine and Deisopropylatrazine in an Alkaline Sandy Loam, Poster Number P-0293, 19th World Congress of Soil Science, August 1-6, 2010, BRISBANE, AUSTRALIA.
22. Li Ren and Na Li, A New Method for Parameter Estimation of Sorbing Solute Transport in Soil, 2010 Taipei International Conference on the Investigation, Remediation and Management of Soil and Groundwater Contaminated Sites, October 27, 2010, Taipei, Taiwan.
23. Na Li and Li Ren, Application and Assessment of a Multiscale Data Integration Method to Saturated Hydraulic Conductivity in Soil, 5th International Symposium on IWRM, 3rd International Symposium on Methodology in Hydrology, November 19-21, 2010, Nanjing, China.
24. Li Ren and Na Li, Application of Continuous Time Random Walk Theory to Nonequilibrium Transport in Soil, 5th International Symposium on IWRM, 3rd International Symposium on Methodology in Hydrology, November 19-21, 2010, Nanjing, China.
25. Na Li and Li Ren, Characterization of Saturated Hydraulic Conductivity Field Using a Bayesian Hierarchical Modeling Framework and the Delayed Rejection Adaptive Metropolis Algorithm, The Third International Symposium of IAHS-PUB-CHINA, Predictions in Ungauged Basins: Theory and Practice, December 5-7, 2010, Beijing, China.
26. Chen Sun and Li Ren, Simulating Streamflow, Evapotranspiration and Crop Yields Using SWAT model in the Zhangwei River Basin, Hai River Basin, The Third International Symposium of IAHS-PUB-CHINA, Predictions in Ungauged Basins: Theory and Practice, December 5-7, 2010, Beijing, China.
27. N Li and L Ren, Application and Assessment of a Multi-scale Data Integration Method to Saturated Hydraulic Conductivity in Soil, Pedometrics 2011-Innovations in Pedometrics, The Pedometrics Commission of The IUSS, The Czech University of Life Sciences Prague and The Czech Society of Soil Science, Trest, Czech Republic, August 31 September 02, 2011.
28. L Ren and Ch Li , Estimation of Unsaturated Soil Hydraulic Parameters Using Ensemble Kalman Filter, Pedometrics 2011-Innovations in Pedometrics, The Pedometrics Commission of The IUSS, The Czech University of Life Sciences Prague and The Czech Society of Soil Science, Trest, Czech Republic, August 31 September 02, 2011

译 文

任理, 微型计算机在分析承压含水层抽水试验数据中的应用, 水文地质工程地质译丛, 1985年第1期, 50—53页。

学术专著

任理毛等著《农药在土壤中运移的模拟—以阿特拉津（莠去津）为例》，ISBN 978-7-03-020590-2，科学出版社，北京，2008。

中国地下水科学战略研究小组（郑春苗 万力 王焰新 冯夏红 任理 李广贺 李文鹏 吴吉春 张仁铎 张幼宽 葛社民 董海良）著，《中国地下水科学的机遇与挑战》，ISBN 978-7-03-024540-3，科学出版社，北京，2009。

通讯地址

100193 北京市 海淀区 圆明园西路2号

中国农业大学资源与环境学院土壤和水科学系土壤物理教研室

Tel: 010-62733186 (H)

Fax: 010-62733596

E-mail: renl@mx.cei.gov.cn (H)

[打印本页](#) [关闭窗口](#)

中国农业大学资源与环境学院 版权所有©2006

College of Resources and Environmental Sciences, China Agricultural University

技术支持: 中国农业大学 网络中心

E-mail: zihuanyb@cau.edu.cn [管理员登陆](#) [旧站回顾](#)