



南京农业大学大学生创新训练项目计划申请书

项目级别	_____		
项目名称	厨余垃圾水炭斥水性特征及其对土壤水分运动的影响		
项目负责人	段何蓉	联系电话	18066075997
所在学院	资源与环境科学学院		
学号	9201310527	专业班级	生态 201 班
指导教师	刘志鹏		
E-mail	1302517621@qq.com		
申请日期	2022. 3. 4		
项目期限	2 年		

南京农业大学 教务处

填写说明

1. 本申请书所列各项内容均须实事求是，认真填写，表达明确严谨，简明扼要。
2. 申请人可以是个人，也可为创新团队，首页只填负责人。“项目编号”一栏不填。项目团队一般不超过5个人。
3. 本申请书为大16开本（A4），左侧装订成册。可网上下载、自行复印或加页，但格式、内容、大小均须与原件一致。
4. 申请国家级、省级项目的负责人提交的申请书经所在学院认真审核，经初评和答辩，签署意见后，将申请书（一式两份）报送南京农业大学教务处实践科。
5. “经费预算”主要包括：元器件费、实验耗材费、测试化验加工费、资料费、学术交流会议费、调研费、在学术期刊发表论文的版面费、知识产权事务费、市内交通费、其他与项目研究有关的费用等。不得包括下列事项相关费用：餐饮、旅游、通讯、计算机及其配件、设备维修、办公耗材（墨盒、硒鼓、打印纸等）、劳务费、其它与项目研究无关的事务。

一、基本情况

项目名称	厨余垃圾水炭斥水性特征及其对土壤水分运动的影响						
所属学科	学科一级门：农业资源与环境 学科二级类：土壤学系						
项目来源	<input type="radio"/> A、学生自主选题，来源于自己对课题的长期积累与兴趣 <input checked="" type="radio"/> B、学生来源于教师科研项目选题 <input type="radio"/> C、学生承担社会、企业委托项目选题 <input type="radio"/> D、拔尖专项 <input type="radio"/> E、竞赛专项 <input type="radio"/> F、研修专项						
申请金额	6000		项目期限	2年			
负责人	段何蓉	性别	女	民族	土家	出生年月	2002年12月
学号	9201310527	联系电话	手机：18066075997 QQ:1302517621				
项目组成员	姓名	学号	学院	专业班级	联系电话	项目分工	
	段何蓉	9201310527	资源与环境科学学院	生态 201	18066075997	实验、数据分析、论文报告撰写	
	汤雨涵	9201310607	资源与环境科学学院	资环 201	13052086848	实验、数据分析、论文报告撰写	
指导教师	姓名	工号	学院/部门	职称	联系电话	电子邮件	
	刘志鹏	2013125	资源与环境科学学院	副教授 硕导	15996245734	zpliu0306@126.com	
负责人曾经参与科研的情况	无						

指导教师承担科研课题情况	<ol style="list-style-type: none"> 1. 国家自然科学基金国际合作与交流项目（中美），INFES: US-China: 高湿废弃物与全球循环经济：水热裂解促进食物-能源-水系统可持续循环； No. 4181101516； 2020/01-2023/12， 250 万，子课题负责人； 2. 国家自然科学基金-面上基金项目，生物质炭添加对土壤斥水性及水分运动过程影响机理研究，No. 41771258， 2018/01-2021/12， 63 万，主持； 3. 国际自然科学基金-青年积极项目，土壤斥水性调控非饱和土壤入渗时指流形成的机制研究，No. 41701254， 2018/01-2020/12， 23 万，参与； 4. 国家自然科学基金-青年基金项目，生物质炭添加对旱地红壤热性质的影响机理研究，No. 41401241， 2015/01-2017/12， 26 万，主持； 5. 江苏省自然科学基金-青年基金项目，秸秆还田对土壤热性质的影响及其机理研究，No. BK2014041738， 2015/01-2017/05， 18 万，主持； 6. 国家博士后基金 56 批面上项目，红壤丘陵区坡地氮素迁移对生物质炭输入的响应机理研究，No. 135341， 2014/09-2015/11， 5 万，主持。 7. 中央高效基本科研业务费青年项目，No. KJQN201515， 2015/01-2017/12， 5 万，主持。
指导教师对本项目的支持情况	支持

二、 项目内容（可加页）

<p>一、研究目的</p> <p>水热炭化技术是处理高湿固体废弃物（如厨余垃圾）的有效方法，炭化后的固体产物为水炭，在水反应介质中低温高压处理后可能产生强斥水性，还田后将土壤结构、斥水性及水分运动产生较大影响。然而，目前国内外该方面研究很少。本项目将基于接触角参数评估斥水性特征，通过高速摄像技术揭示水炭添加下土壤水分运动特征。</p> <p>二、研究内容</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 水热炭化时间对水炭斥水性的影响 (2) 水热炭化温度对水炭斥水性的影响 (3) 厨余垃圾水炭对不同土壤斥水性的影响 (4) 用高速摄影机研究水炭对土壤水分运动的影响

三、国内外研究现状和发展动态：

土壤斥水性广泛存在于不同土壤质地、不同土地利用方式以及各种气候条件下。世界各地均有关于土壤斥水性的报道，土壤质地涉及沙土、壤土、粘土、泥炭土以及火山灰质土等（Doerr 等，2000；DeBano,2000）。即使通常认为亲水性土壤，当干燥至某一临界含水率时，也会表现出一定程度的斥水性，称为亚临界斥水性（Tillman 等，1989）。很多学者认为这种亚临界斥水性是土壤的常态，即大部分土壤既非完全斥水，也非完全亲水。引起土壤斥水性的根本原因是其中存在的斥水性有机物质，主要分为两大类：无极性脂族烃和具有两性分子结构的极性有机物质。这些斥水性有机物质不仅可以通过包裹土壤矿质颗粒表面引起土壤斥水性，也可以通过存在于土壤矿质颗粒之间引起斥水性（Doerr 等，2000）。斥水性有机质主要来源于：（1）土壤有机质和腐殖质中多样混合的有机组分；（2）某些类型植被，如含树脂、蜡或芬芳油的树种（桉树，松树等），灌木和草本植物等的分泌物或凋落物中的强斥水性复合物；（3）土壤微生物，如担子菌类的菌丝体、青霉菌黑化菌素、曲霉菌和放线菌等微生物体自身及其所代谢生成的斥水性有机物。此外，人类活动输入的外源有机物中的斥水性物质已逐渐成为引起土壤斥水性的重要来源（Wallach 等，2005）。目前，学术界对自然过程（特定植被或森林火灾）引起的土壤斥水性研究较多，而人类活动引起的土壤斥水性受到的关注很少。土壤斥水性具有强弱之分。我国较早地开展了关于土壤斥水性的研究。例如，杨邦杰等（1993，1996）阐述了土壤斥水性的概念及由此引起的土壤退化问题，并发表了关于斥水性土壤中的水热运动规律和数值模拟的研究。吴延磊等（2007）等报道了内蒙古锡林浩特草原的土壤斥水性。郭丽俊等（2011）揭示了新疆次生盐渍土斥水性空间变异性规律；任鑫等（2011）研究了再生水灌溉条件下砂土、砂姜黑土、瘠土和盐碱土等四种类型土壤斥水性的变化规律。陈俊英（2012）研究土壤斥水性对含水率的响应规律。宋红阳等（2013）研究几种经典入渗模型对不同质地斥水土壤的适用性。李毅等（2013）研究了滴灌两点源交汇入渗下斥水土壤的水分运动规律。然而，由于斥水性土壤中水分过程的复杂性和前沿性，以及其对经典土壤物理学理论的挑战，我国有关土壤斥水性的研究发展相对缓慢，持续系统深入的研究鲜有报道。相比之下，近几年国际上针对（亚临

界) 斥水土壤中水分运动过程开展了深入研究并取得了丰富的成果。例如, Xiong 等 (2011, 2012) 使用神经网络方法及矩分析法模拟了斥水性土壤中水分入渗及再分布过程。Wallach 和 Wang 等 (2013) 深入探讨了斥水性土壤中固液接触角对入渗湿润锋稳定性影响的物理机制。Brindt 和 Wallach 等 (2016) 引入固液接触角参数并结合移动边界理论成功模拟了斥水性土壤中水分的非单调性饱和度分布特征及“指流”发育过程。然而, 该领域研究的新理论和新方法在国内文献虽已有相关报道, 但在我国土壤中的相关试验、模拟和验证性研究并未深入开展。目前, 我国关于土壤斥水性及其对土壤水分运动过程影响的研究亟待加强。

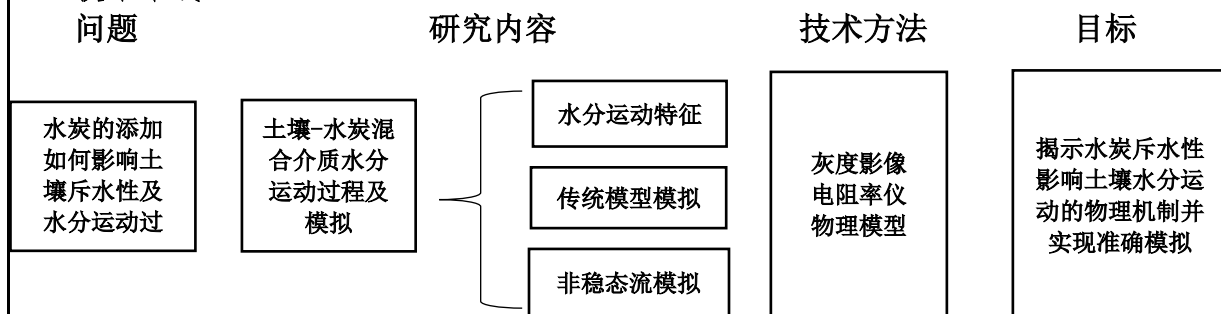
四、创新点与项目特色

(1) 项目研究特色: 从孔隙尺度到田间尺度, 使用非破坏性手段研究以厨余垃圾制备的水炭添加土壤剖面中水分入渗及再分布动态过程。

(2) 可能创新之处: 从土壤斥水性 (非零固液接触角) 角度出发, 揭示水炭添加之后土壤剖面独特水分运动。

五、技术路线、拟解决的问题及预期成果

技术路线:



拟解决的问题:

厨余垃圾水炭斥水性特征及其对土壤水分运动的影响是本项目拟解决的关键科学问题。

(1) 厨余垃圾水炭自身斥水性特征的定量描述以及其影响土壤斥水性的作用机理;

(2) 准确观测和定量分析添加水炭土壤中水分入渗及再分布过程中湿润推进动态和水分饱和度分布特征;

(3) 厨余垃圾水炭在田间施用情况下, 是否会形成斥水性热点, 如何影响土壤水分

运动过程并决定水分空间分布特征，是否会优先“指流”的发生。

预期研究成果：

- (1) 明确厨余垃圾水炭自身斥水性特征及其影响土壤斥水性的作用机理；
- (2) 阐明厨余垃圾水炭添加土壤剖面中水分入渗及再分布过程特征及“指流”发生条件；
- (3) 揭示厨余垃圾水炭通过斥水性影响土壤水分运动过程的内在物理机制。

六、项目研究进程安排

- (1) 继续厨余垃圾水炭采样；
- (2) 使用多种已有土壤水分模型模拟试验条件下土壤剖面水分入渗和再分布过程，使用观测数据评价模型适宜性，对模型参数进行敏感性分析；
- (3) 运用理论模拟水炭添加剖面水分运动特征，结合观测数据评价其科学性；
- (4) 完成所有研究内容，提交总体研究报告，撰写研究论文 1-2 篇。

七、已有基础：

导师具有扎实的土壤物理学专业研究背景，近几年来一直从事人为外源有机物输入对土壤物理性质及水热过程影响的研究。导师主持的国家自然科学基金青年项目(项目编号：41401241)“生物质炭添加对旱地红壤热性质的影响机理研究”和国家博士后科学基金(二等)“红壤丘陵区坡地氮素迁移对生物质炭输入的响应机理研究”均涉及生物质炭添加对土壤物理结构、水力学性质以及水分运动过程影响的研究。研究表明，生物质炭对土壤水力学特性及水分入渗及蒸发过程具有显著影响。实验中使用的商业生物质炭产品强斥水性的发现，也是本项目申请的前提和思路来源之一。前期数据和结果也表明单从生物质炭改变土壤孔隙结构方面研究生物质炭添加土壤中的水分运动过程是不够全面的。目前，导师在国家基金青年项目的资助下，已经在本领域 TOP 期刊上发表 SCI 论文 1 篇，在审 SCI 论文 2 篇，这些研究工作的开展和数据的积累均为本项目的开展积累了重要的研究基础。另外，在国家自然科学基金青年项目的资助下，针对不同气候区和土壤类型的生物质炭添加区组试验小区已经修建完成并稳定运行两年多，这也为本项目从实验室尺度走向田间尺度提供了条件，也为评价生物质炭斥水性的长期环境效应打下

了扎实的试验基础。导师在 2016 年 1 月至 2017 年 1 月在以色列希伯来大学土壤与水科学系访学期间，在 RonyWallach 教授实验室主要从事固液接触角对土壤水分运动影响的研究，并针对生物质炭斥水性进行了多项探索性试验研究。结果表明供试的小麦秸秆生物质炭具有强斥水性，而其添加入进亲水性砂土后将显著提高土壤基质的固液接触角。另外，导师在 2%和 5%生物质炭(质量百分比)添加土壤的水分入渗及再分布过程中观察到了独特的“双环”水分饱和度分布特征及湿润区内部发育的“指流”现象。这些独特的水分饱和度特征与已报道的斥水性土壤中的“指流”特征显著不同，且在中英文文献中均未见报道。然而，前期研究中仍有许多问题有待进一步系统深入地研究，例如不同种类水炭、不同供水条件、田间施用情况下的水分饱和度分布规律、独特现象的内在物理机制及模型模拟研究等。已有的大量探索性试验和数据分析处理为我们积累了大量宝贵的理论和实践经验，将为本项目的顺利开展提供保障。

三、 经费预算

开支科目	预算经费 (元)	主要用途	阶段下达经费计划 (元)	
			前半阶段	后半阶段
预算经费总额	1500.00	研究实验	650.00	850.00
1. 业务费	1000.00	研究过程费用	450.00	550.00
(1) 计算、分析、测试费	500.00	元器件费、实验消耗费、测试化验加工费	200.00	300.00
(2) 能源动力费	200.00	用车所耗燃油费、过桥过路费、出租车费等	100.00	100.00
(3) 会议、差旅费	0.00	会议室租用等	0.00	0.00
(4) 文献检索费	100.00	文献检索、文献查看	50.00	50.00
(5) 论文出版费	200.00	在学术期刊发表论文的版面费	100.00	100.00

开支科目	预算经费 (元)	主要用途	阶段下达经费计划 (元)	
			前半阶段	后半阶段
2. 材料费	500.00	资料费	200.00	300.00
学校拨款				
财政拨款				

四、项目组成员签名

--

五、指导教师意见

	导师（签章）： 年 月 日
--	------------------

六、院系大学生创新创业训练计划专家组意见

	教学负责人（签章）： 年 月 日
--	---------------------

七、 学校大学生创新创业训练计划专家组意见

	负责人（签章）： 年 月 日
--	-------------------