

大学生创新训练项目申请书

项目编号 S201910536012

项目名称 自清洁式雨水快渗生态材料研究

项目负责人 李雪凝 联系电话 18774553608

所在学院 水利工程学院

学 号 201813040111 专业班级 给排水科学与工程 1801

指导教师 孙士权

E-m a i l 1648630166@qq.com

申请日期 2019. 5. 1

起止年月 2019. 5. 1-2021. 5. 1

长沙理工大学

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。

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、负责人所在学院认真审核，经初评和答辩，签署意见后，将申请书（一式两份）报送××××大学项目管理办公室。

一、基本情况

项目名称	自清洁式雨水快渗生态材料研究						
所属学科	学科一级门:	工学			学科二级类:	土木类	
申请金额	20000 元		起止年月	2019 年 5 月至 2021 年 5 月			
负责人姓名	李雪凝	性别	女	民族	侗族	出生年月	1999 年 8 月
学号	201813040111	联系电话	宅: 85258436		手机:18774553608		
指导教师	孙士权	联系电话	宅: 85258438		手机:13875857275		
负责人曾经参与科研的情况	参加了 2018 湖南省海绵城市建设专业学术委员会年会, 参与了雨水资源利用的寒假社会实践活动, 自主学习了雨水资源利用等相关学术内容, 对自清洁材料、透水材料进行了深入了解。						
指导教师承担科研课题情况	<p>1、主持项目</p> <p>(1) 国家自然科学基金项目, 编号: 51309032, 波浪场中有机磷在多相微界面迁移转化过程与关键控制因子</p> <p>(2) 湖南省教育厅优秀青年基金项目, 编号: 17B014, 餐厨垃圾水解液发酵产油脂诱变选育与产油脂机制</p> <p>(3) 长江水利委员会长江科学院开放研究基金项目, 编号: 2016490911, 浅水湖泊底泥再悬浮过程中有机磷输移机制研究</p> <p>2、参与国家自然科学基金项目 2 项、省部级课题 2 项和其他横向项目 5 项。</p> <p>3、发表学术论文 35 篇, 获得湖南省科技进步二等奖 1 项, 获得发明专利 3 项。</p>						
指导教师对本项目的支持情况	指导教师全力支持本项目, 从项目书起草阶段, 指导教师逐字逐句与项目组成员进行沟通指导, 若项目立项, 指导教师将从实验研究、数据分析和成果报告给予全方位的指导。						
项目组主要成员	姓名	学号	专业班级		所在学院	项目中的分工	
	邹海峰	201813040134	给排水科学与工程 1801		水利工程学院	理论分析	
	陈凝露	201813040113	给排水科学与工程 1801		水利工程学院	实验研究	

李嘉富	201813040132	给排水科学与工程 1801	水利工程学院	实验研究
梁飞龙	201813040137	给排水科学与工程 1801	水利工程学院	数据分析

二、 立项依据（可加页）

（一） 项目简介

快渗透且截留污染物是道路雨水低影响开发技术重要一环。现行普通渗水材料渗透性和渗透负荷因易被雨水污染物堵塞逐年下降，导致路面渗透性能严重降低，甚至转化成非透水道路。因此，本项目拟向快渗透水材料添加纳米二氧化钛和碳化氮石墨烯材料，在日光照射下，材料中的价带电子跃迁到导带，将环境中的羟基电子夺过来变成自由基，形成高级氧化环境，氧化去除污染物，恢复渗透材料的渗透率，形成自洁快渗高透的雨污材料。

（二） 研究目的

现行海绵城市建设中的雨水渗水材料（例如透水混凝土和改性沥青）初期渗透性好，但经历一段时间后其渗滤材料表面被污染，渗透负荷和渗透强度快速下降，导致地面砖/路面渗透性能严重降低，甚至转化成非透水地面砖/路面，易引起内涝。因此，本项目针对雨水渗透材料存在易污染渗透率逐年下降，渗透性能不持久等问题，拟开展自清洁式雨水快渗材料研究，研发材料应用于地面砖/路面等相关海绵城市建设产品，解决雨水渗透材料易污染易堵塞等问题。

（三） 研究内容

拟在快渗透水材料中添加纳米 TiO_2 和碳化氮，利用日光的照射下，渗水材料表面价带电子跃迁到导带，价带的孔穴把周围环境中的羟基电子夺过来，羟基变成具有强氧化自由基，氧化分解透水材料中的污染物，恢复渗透材料的孔隙，形成自洁快渗高透的雨污材料。

（1）以水泥为胶结材料，以纳米 TiO_2 和碳化氮为自清洁材料，在一定条件下制备出生态新材料 I 型；以改性沥青为核心材料，以纳米 TiO_2 为自清洁材料，在一定条件下制备出生态新材料 II 型；

（2）研究透水混凝土/改性沥青与纳米 TiO_2 和碳化氮不同配比时，受污染透水混凝土/改性沥青自清洁水平及渗透系数的变化特征；

（3）研究透水混凝土/改性沥青厚度对纳米二氧化钛和碳化氮自清洁程度与

渗透系数的影响特征；

(4) 研究不同雨水中污染物种类与浓度对新材料自清洁水平与渗透系数的影响特征；

(5) 研究不同日光强度对新材料自清洁水平与渗透系数的影响特征；

(6) 研究自清洁雨水快渗材料最佳应用参数。

(四) 国、内外研究现状和发展动态

城市扩张导致地面雨水径流量加大，加重进入受纳水体的污染物负荷，增大防洪及生态系统风险。传统城市排水机制是尽快将雨水排除而忽略雨水作为资源的利用价值，珍贵的雨水资源并没有通过合理的措施截留至城市中进一步处理后利用；传统城市排水机制只注重受纳水体的排水功能，而忽略水系在增补地下水、缓解城市热岛效应等方面的作用；传统城市排水系统主要依靠工程措施来解决城市防洪排涝问题，而这种工程措施会增加下游区域的洪峰流量从而造成下游洪水频发；此外，传统城市排水系统存在污水处理系统过度集中、污水收集系统建设相对滞后的缺陷，从而导致污水处理的经济性低，污水普遍未经处理就直接排入城市受纳水体。

20 世纪 80 年代，德国开始注意到城市地面的透水设计对提高环境质量极为关键，因为水是维系城市生存和植被健康最重要的物质。一个城市，只有当它有能力让雨水入地以保持地下水位不下降，才能保障城市居住的安全性和舒适度。于是德国城市弗莱堡率先开始了将不透水的硬化地改造为透水路面的工作，德国城市铺设透水路面的区域包括：人行道、步行街、自行车道、郊区道路和郊游步行路、露天停车场、房舍周边庭院和街巷的地面、特殊车道及公共广场等。

由于透水路面铺装材料具有高的表面渗透率，降雨通过表面铺装材料渗入底基层，在此储存或者渗入地下水、通过底部暗管排入市政管网或受纳水体，因而能在径流产生之前即将雨水下渗，从而部分或全部消除地表径。透地面砖/水路面是一种生态型环保地面砖/路面，在保证良好路用性能的同时，又具有透气透水、吸声降噪、提高汽车行驶的安全性和舒适性等优点，使得透水路面的生态性能日益受到重视。目前透水路面材料主要有透水水泥混凝土、高分子透水性混凝土、烧结透水性制品、改性沥青及透水混合料等。

(1) 透水水泥混凝土 以水泥为胶结材料、采用单一级配集料，不用或少用细集料配制的无砂、多孔混凝土。

(2) 高分子透水性混凝土 采用单一粒级的粗集料，以沥青或高分子树脂为

胶结材料配制的透水性混凝土。与水泥混凝土相比，其强度较高，但成本也高。

(3) 烧结透水性制品 以废弃的瓷砖、长石、高岭土、粘土等矿物的粒状物和浆体拌合，压制成坯体，经高温锻烧而成有多孔结构的块体材料。该类透水性材料强度高，耐久性优良。

(4) 改性沥青及透水混合料 通常在沥青中加入某些高分子聚合物，通过剪切、搅拌等方法使聚合物均匀地分散于沥青中，形成沥青—聚合物共混材料，沥青聚合物良好的物理化学性能来弥补沥青本身的缺陷，从而可以有效地改善沥青的高温抗车辙性能、抗疲劳开裂性能、抗低温开裂性能、增加雨水的渗透率，有效地提高路面的使用寿命。

透水材料在国外的研究和应用取得了较好的效果，国内也进行了一定的研究和工程应用示范，但均存在渗透率逐年下降且易堵，需要开发自清洁透水路面材料。

自清洁材料广泛应用于现代人类的生产生活中。威尔豪等科学家揭秘荷叶表面效应的防沾污、自清洁性能，为人类开发模仿荷叶表面效应的高性能自清洁材料提供了理想的方向。Honda 等在 TiO_2 半导体电极上发现水能够被光催化分解，科学家 Frank 将这种具有光催化作用的纳米 TiO_2 半导体用于降解污物，发现了其对有机物的分解作用。自此，具有光催化能力的半导体物质如 ZnO 、 TiO_2 等被广泛应用于空气净化、卫生保健、废水处理等环境治理方面。Choi 等用 TiO_2 作光敏化剂，采用溶胶—凝胶法制备了 N 掺杂的纳米二氧化钛，并用旋转涂层法在玻璃表面镀了一层二氧化钛薄膜，成功制备出了具有自清洁性能的玻璃。

透水材料在国外的研究和应用取得了较好的效果，国内也进行了一定的研究和工程应用示范，但均存在渗透率逐年下降且易堵塞，无法持久性渗透雨水。纳米光触媒有着原料易得、造价低廉、分解污染物能力强等特性，但科学家光催化自清洁材料的研究主要集中于玻璃金属片、陶瓷等硬质、耐高温基材。因此，将纳米 TiO_2 掺杂于透水路面材料形成自清洁雨水快渗生态材料研究是目前透水材料研究的热点与重点，且具有重要经济与社会意义。

(五) 创新点与项目特色

(1) 研究理念创新。拟在现行快渗透水材料中添加纳米二氧化钛和碳化氮石墨烯，利用日光的照射下，价带电子跃迁到导带，价带的孔穴把周围环境中的羟基电子夺过来，羟基变成自由基，形成高级氧化环境，氧化去除渗透材料中堵塞的污染物，研究内容利用可见光进行自清洁材料的研发具有理念创新，也是本项目的特色。

(2) 研究内容创新。本项目以现行快渗透水材料为基础，以二氧化钛和碳化

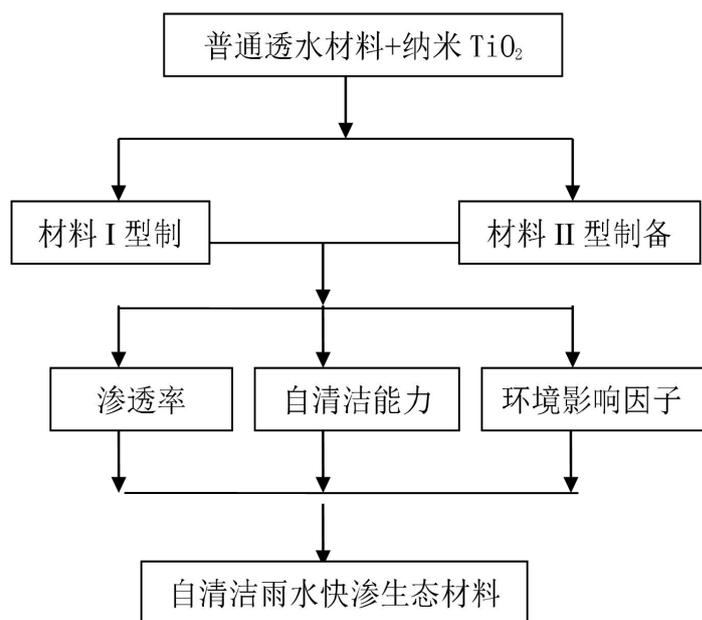
氮石墨烯可见光环境下降解污染物为核心，研究纳米二氧化钛和碳化氮石墨烯在不同环境中，其在渗透材料中的配比和氧化分解能力。因此，核心研究内容创新性强。

(3) 项目特色明显。本项目针对透水路面渗透率逐年下降且易堵塞，无法持久性渗透雨水现状，利用纳米光触媒有着原料易得、造价低廉、分解污染物能力强等特性，开展自清洁式雨水快渗生态材料研究，项目创新性、理论性和应用性特色明显。

(六) 技术路线、拟解决的问题及预期成果

1、技术路线

项目将以水泥为胶结材料，以纳米 TiO_2 和碳化氮为自清洁材料，在一定条件下制备出生态新材料 I 型；以改性沥青为核心材料，以纳米 TiO_2 和碳化氮为自清洁材料，在一定条件下制备出生态新材料 II 型，分别研究 I 和 II 型自清洁雨水快渗生态材料的相关特性，具体技术如下：



2、拟解决的关键问题

(1) 自清洁雨水快渗材料核心问题之一为降雨后利用阳光照射产生自由基，氧化分解渗透材料表面的污染物，恢复渗透力，因此纳米二氧化钛和碳化氮石墨烯在不同环境中，其在渗透材料中的配比和氧化分解能力是本研究需要解决的主要问题之一。

(2) 自清洁雨水快渗材料核心问题之一为渗透雨水后，渗透系数的恢复是关键科

学问题，因此探寻渗透系数恢复与环境因素间的关系是本研究需解决的主要问题之一。

3、预期成果

- (1) 制备自清洁雨水快渗生态材料 I 与 II 型；
- (2) 获得自清洁雨水快渗生态材料受环境条件影响特征及规律；
- (3) 在国内外期刊或者学术会议上发表 1 篇学术论文；
- (4) 力求形成自己的知识产权成果，申请专利 1 项。

(七) 项目研究进度安排

1、第一年度

目标：调研和收集资料，制备出 I 和 II 型自清洁雨水快渗生态材料。

- 内容：**
- (1) 收集资料和调研，研究自清洁锐晶体 TiO_2 和碳化氮制备过程；
 - (2) 制备出自清洁锐晶体 TiO_2 和碳化氮材料；
 - (3) 研究透水材料（透水混凝土/改性沥青）制备过程，试制透水材料；
 - (4) 依据上面研究过程，制备出 I 和 II 型自清洁雨水快渗生态材料。

2、第二年度

目标：研究 I 和 II 型自清洁雨水快渗生态材料相关特性，撰写结题报告，申请专利。

- 内容：**
- (1) 研究 I/II 型自清洁雨水快渗生态材料在不同条件下渗透率变化特征及规律；
 - (2) 研究 I/II 型自清洁雨水快渗生态材料在不同条件下自清洁能力特征及规律；
 - (3) 撰写学术论文和结题报告。
 - (4) 申请专利。

(八) 已有基础

1. 与本项目有关的研究积累和已取得的成绩

项目组成员为给排水科学与工程专业学生，通过大一基础课程和部分专业基础课程的自主学习，掌握比较扎实的理论基础和实验技能，具备了一定的分析能力，高等数学和计算机的学习使我们掌握了数据分析工具，普通化学、有机化学、水分析化学等课程使我们具备了一定的化学反应理论和较强的实验动手能力，项目组成员英语能力较强，能够熟练查阅外文文献，掌握多种软件的运用，能熟练应用计算机进行文档编辑和分析工作。

在对专业课程的学习过程中，对自清洁透水材料产生了浓厚的兴趣，尤其是一些新技术和新理论的应用与研究，在学习过程中了解到海绵城市建设系统是环境专家学者研究的热点，而自清洁雨水快渗材料具有较大的潜力和优势，非常希望通过实验研究出该材料。

项目组成员人员搭配合理，兴趣浓厚，已经制订了详细的试验研究计划，相信在指导老师指导下，能够圆满完成研究任务，取得预期的成果。本项目小组已经查找并阅读了大量关于自清洁材料、海绵城市建设和透水材料的论文，并且组员们在学校和学院的科技立项以及航模比赛，具备了良好的科研功底和能力，为项目开展打下了良好的基础。

2. 已具备的条件，尚缺少的条件及解决方法

目前水利工程学院拥有“水沙科学与水灾害防治”湖南省重点实验室、“洞庭湖水环境治理与生态修复”湖南省重点实验室、湖南省环境保护河湖疏浚污染控制工程技术中心、水利实验中心。水利实验中心下设护河湖疏浚污染控制工程实验室、水处理材料实验室、水分析实验室和水环境污染与控制实验室。具备开展材料研发与检测、化学分析、水质指标检测等项目，实验室拥有液相色谱-质谱联机、离子色谱、原子吸收、原子力显微镜、气相色谱(具有电子捕获，氢火焰，热导检测器)、液相色谱 LC-10A (紫外，荧光，热导检测器)、TOC 测定仪、电位分析仪、水平 ATR 测定仪 (衰减全反射傅里叶变换红外线光谱仪) 等多种分析仪器、多功能取样器、水质在线监测仪等设备。

目前，项目组已具备开展本申请项目的硬件和软件研究条件，水利工程学院对本课题高度重视，将在仪器设备、人员配置、科研用房等方面将给予全方位的支持。

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	20000		17000	3000
1. 业务费	12000		9000	3000
(1) 计算、分析、测试费	2000	新材料的测试费	2000	0
(2) 能源动力费	0		0	0
(3) 会议、差旅费	7000	调研费用	7000	0
(4) 文献检索费	0		0	0
(5) 论文出版费	3000	论文发表版面费 与专利申请费用	0	3000
2. 仪器设备购置费	0		0	0
3. 实验装置试制费	3000	光分解装置费	3000	0
4. 材料费	5000	实验材料费	5000	0
学校批准经费	20000			

四、 指导教师意见

本目以“自清洁雨水快渗生态材料研究”为核心进行实验和应用研究，项目利用自清洁锐晶体 TiO_2 、碳化氮和透水材料（透水混凝土、改性沥青）研制 I 和 II 型自清洁雨水快渗生态材料，课题创新性显著。且项目的目的明确、内容适中、方案可行、特色鲜明、进度合理。项目成员成绩优良、动手能力强、求知欲高，具备开展本项目的的能力与水平。

作为指导教师，我承诺将给予本研究有力的支持和指导，保障研究以高质量完成预期成果。

导师（签章）：

年 月 日

五、 院系大学生创新创业训练计划专家组意见

学院将对本项目给予物力、人力等相关支持，保障项目顺利完成，推荐校级项目。

专家组组长（签章）：

年 月 日

六、 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

七、 大学生创新创业训练计划领导小组审批意见

负责人（签章）：

年 月 日