**湖南艾布鲁环保科技股份有限公司、中国农业科学院麻类研究所**

**拟提名2021年度湖南省科学技术奖项目公示材料**

**一、项目名称**

土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建

**二、提名意见**

土壤重金属污染形势严峻，对我国粮食安全和人体健康构成直接威胁。植物修复可有效移除土壤中的重金属，具有治理彻底、环境友好、生态环保、易推广等特点，可被广泛运用到土壤重金属污染治理中。

项目团队在修复植物选型、修复效率提升、修复经济性、二次污染防范及资源化利用方面进行了系统研究和成果示范，开发和构建了土壤重金属污染生态修复技术体系，取得了创新性成果：①通过对重金属在植物体内迁移转化规律研究，筛选出高富集系数的植物品种，配套开发了提高植物抗逆性的种植方法，为技术系统构建提供有力支撑；②开发了土壤重金属污染生态修复技术，可针对不同土壤污染条件采用不同的技术组合。针对矿区污染的治理与生态恢复，采用化学阻隔与物理阻隔相结合、生态拦截与生态修复相促进的总体技术路线，构建土壤重金属稳定+植物生态修复双重技术体系。针对中低污染区域通过添加土壤调理剂改变重金属形态，并辅助植物修复技术对活性重金属的富集，达到对土壤重金属的管控和修复；针对重污染区域通过添加土壤活化剂改善重金属活性，强化修复植物对重金属的富集，达到修复土壤的目的。③首次将污染治理与产业化挂钩，开发了相关资源利用技术，利用植物纤维制造板材，有效避免富集植物的二次污染问题。

该项目符合我国产业政策发展和经济发展需要，该项目成果的应用，在实现环境治理的同时兼具经济效益，增强了产业的生态效益，促进了区域经济和社会发展。

特此提名该项目为湖南省科学技术进步**二等奖**

**三、项目简介**

由于矿产开发和农药、化肥的使用以及全球生态环境恶化的连带效应，我国的土壤环境面临巨大的威胁，其中土壤重金属污染问题尤为突出。土壤重金属污染具有长期性、隐蔽性、难治理等特点，传统土壤重金属污染治理技术存在难推广、易产生二次污染、经济支出大、产生的社会效益极低。因此，土壤重金属污染的持续修复技术开发和对农业废弃物产业化的推广应用是环境污染治理行业技术升级的关键。

项目团队经过多年的研发开发，通过理论、方法和技术攻关，完成了韧皮纤维作物在重金属污染治理中的关键技术、土壤调理剂稳定重金属的关键技术、土壤重金属稳定+植物生态修复双重技术、高强防霉耐水零甲醛释放大豆胶黏剂制造技术及韧皮纤维人造板成型技术、创新纤维基水泥人造板生产等技术体系的研发与构建，解决了传统土壤重金属污染治理技术存在难推广、易产生二次污染、经济支出大、产生的社会效益极低等问题，本项目首次将环境污染治理与产业化挂钩，实现了土壤重金属稳定+植物生态修复双重技术突破，达到对环境污染区的生态治理与恢复，且在降低二次污染的同时建立成套的人造板产业链。

项目实施期间，项目形成的产品与技术在湖南、贵州和江西等相关单位中得到推广应用，项目开发的产品与技术已应用于污染耕地安全利用、矿区污染土壤生态恢复、农业面源污染治理、农业废弃物资源化、户外防腐木材、室内装饰板材等多种领域；近三年累计取得了巨大的经济效益、社会效益和生态效益。通过新技术推广和产品应用，累计向社会提供了1200个以上的就业岗位，促进了相关产业的增收；其次，对治理后易产生二次污染的农业废弃物进行无害化、资源化、产业化，固定污染物迁移的同时增加了新的技术点、新的经济增长点，形成一套完整的环保技术体系。此外，项目实施期间，培训工人和技术人员1300人次以上，为产业发展提供了有利的智力支持。综上所述，通过该项目成果的推广与应用，开辟了一条完整的环境技术产业链，增强了产业的生态效益，促进了区域经济和社会发展。

**四、客观评价**

针对目前我国土壤重金属污染日趋严重的现状，以及植物修复后的安全利用研发与产业发展脱节的问题，在国家自然科学基金和国家重点研发计划等科技计划的资助下，经过多年的田间试验和研究，发现了土壤中重金属元素镉、砷、铜、铅，以及类重金属元素砷等在植物体内的富集和转运规律。并在此基础上研发了一系列提高植物抗逆性的栽培措施，形成了多套包括土壤重金属稳定和植物修复技术在内的污染治理技术体系，开发了纤维作物作为工业用生物原料的资源化途径。最终构建起“修复植物规模化种植-污染治理技术-生物基新型环保板材”一条完整的“污染治理-生产-加工产业链”技术体系。鉴定成果3项，获授权专利3项（发明专利2项），发表论文2篇（SCI/CSCD各收录1篇），制定团体标准1项。

代表性第三方评价如下：

（1）科技查新

2021年7月15日，由山东省级科技查新咨询单位,山东省化工信息中心对该成果进行了科技查新，根据“土壤重金属污染生态修复技术体系的开发与构建”项目查新点所述的技术特征，对数据库中的国内公开文献进行检索，结果表明：目前国内未见与本项目查新内容相同的文献报道。（附件3）

（2）科技成果评价

本项目取得的阶段性技术成果：“ABL-RH型土壤稳定化修复药剂”、“‘鲁盾’土壤调理剂”，通过湖南省环境治理行业协会鉴定，研究成果符合湖南省环境治理产品认证条件。（附件1-1、附件1-2）

项目科技成果“亚麻高产高效种植技术研究与示范”通过了国家麻类产业技术体系管理办公室组织的专家成果鉴定，专家评价“该技术有较好的效果，建议加强相关配套技术与设备研究，推进产业化应用”。（附件1-3）

（3）发表论文被收录和应用情况

项目组在土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建的研究工作中取得了系列重要研究成果，在国内外学术界产生较大影响。本项目多个完成人共同完成的研究论文（DOI: 10.1002/AGJ2.20569）在《Agronomy Journal》上发表。据中国知网统计，项目组完成发表的科技论文被多次查看与引用。（附件7-5）

**五、推广应用情况**

项目实施期间，技术在湖南、江西和贵州等相关业主单位中得到推广应用，项目开发产品已广泛应用于矿区、耕地、场地、农业面源区等多种领域。近三年累计取得了较大的经济效益、社会效益和生态效益。

主要应用单位情况表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 应用单位名称 | 应用技术 | 应用的起止时间 | 应用单位联系人/电话 |
| 毕节市生态环境局 | 土壤生态修复技术 | 2020年5月-2020年12月 | 毕节市生态环境局/ 0857-8226613 |
| 益阳市环境保护局赫山分局 | 土壤生态修复技术 | 2017 年 11 月-2018 年6月 | 益阳市环境保护局赫山分局/0737-4423742 |
| 宜章县白石渡镇人民政府 | 植物修复技术 | 2017年08月-2018年06月 | 宜章县白石渡镇人民政府/ 0735-3652166 |
| 安化县东坪镇人民政府 | 植物修复技术 | 2019年4月-2019年9月 | 安化县东坪镇人民政府/ 0737-7224713 |
| 毕节市生态环境局 | 土壤生态修复技术 | 2019年8月-2020年7月 | 毕节市生态环境局/ 0857-8226613 |
| 张家界市生态环境局永定分 | 植物修复技术 | 2019 年 9 月-2020 年9 月 | 张家界市生态环境局永定分局/ 0744-8223426 |
| 安乡县环境保护局 | 植物修复技术 | 2017年5月-2018年10月 | 安乡县环境保护局/ 0736-4312116 |
| 花垣县环境保护局 | 土壤生态修复技术 | 2017年5月-2018年12月 | 花垣县环境保护局/ 0743－7227109 |
| 毕节市生态环境局大方分局 | 土壤生态修复技术 | 2020年6月-2021年6月 | 毕节市生态环境局大方分局/ 0857-8226613 |
| 婺源县太白镇人民政府 | 土壤生态修复技术 | 2018年7月-2020年11月 | 婺源县太白镇人民政府/0793-7350765 |

**六、主要知识产权证明目录**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权（标准）类别 | 知识产权（标准）具体名称 | 国家（地区） | 授权号（标准编号） | 授权（标准发布）日期 | 证书编号（标准批准发布部门） | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） | 发明专利（标准）有效状态 |
| 1.论文 | Phytoextraction of lead and arsenic from agricultural soils by different intercropping density of *Boehmeria nivea* (L.) and *Pteris vittata* (L.) | 美国 | DOI: 10.1002/agj2.20569 | 2020.08.10 | \ | 湖南艾布鲁环保科技股份有限公司 | 王栋，曾睿，胡志鑫，李祥 | 有效 |
| 2.团体标准 | 中高山地铅锌矿区植被恢复技术规程 | 中国 | T/HAEPCI026-2020 | 2020.05.21 | 湖南省环境治理行业协会 | 湖南艾布鲁环保科技股份有限公司 | 王栋，胡志鑫，曾睿 | 有效 |
| 3.发明专利 | 一种增强红麻吸收土壤中Cd的方法 | 中国 | ZL201610970042.7 | 2019.05.21 | 3385625 | 中国农业科学院麻类研究所 | 郭媛，王玉富，邱财生 | 有效 |
| 4.发明专利 | 一种重金属镉污染耕地土壤修复的方法 | 中国 | ZL201510638040.3 | 2017.11.21 | 2705601 | 湖南艾布鲁环保科技股份有限公司 | 游建军，胡志鑫 | 有效 |
| 5.实用新型专利 | 一种修复镉污染土壤的土壤活化剂生产装置 | 中国 | ZL201821292606.7 | 2018.08.10 | 8740344 | 湖南艾布鲁环保科技股份有限公司 | 胡志鑫，游建军，曾睿 | 有效 |
| 6.论文 | 不同黄麻品种对重金属污染农田镉的富集和转移效率研究 | 中国 | \ | 2019.07.03 | \ | 中国农业科学院麻类研究所 | 郭媛，邱财生，王玉富 | 有效 |

**七、主要完成人及技术贡献**

1、曾睿，排名1，工作单位：湖南艾布鲁环保科技股份有限公司，对本项目技术创造性贡献：对项目全面负责，对项目《主要科技创新》中创新点1、2、3做出重要贡献。主要负责韧皮纤维作物培育筛选小试试验、土壤调理剂稳定重金属的土培试验、大豆胶黏剂的小试试验以及人造板的室内工艺试验等技术开发，首次将环境污染治理与产业化挂钩，形成了多套包括土壤重金属稳定和植物修复技术在内的污染治理关键技术，开发出新产品2个，获得专利2项，发表论文1篇，参与制定团体标准1项。本项目技术研究中投入工作量占本人工作量的60%。（见核心知识产权证明：附件1-1，附件1-3，附件10-1，，附件10-2，附件6-4，附件6-5）

2、王栋，排名2，工作单位：湖南艾布鲁环保科技股份有限公司，对本项目技术贡献：对项目《主要科技创新》中创新点1、2、3做出重要贡献，主要负责韧皮纤维作物培育筛选小试试验、土壤调理剂稳定重金属的土培试验、大豆胶黏剂的小试试验以及人造板的关键工艺试验等技术开发，首次将环境污染治理与产业化挂钩，形成了多套包括土壤重金属稳定和植物修复技术在内的污染治理关键技术，发表论文1篇，主持制定团体标准1项。本项目技术研究中投入工作量占本人工作量的60%。（见核心知识产权证明：附件1-1，附件1-3，，附件6-4，附件6-5）

3、郭媛，排名3，工作单位：中国农业科学院麻类研究所，对本项目技术贡献：对项目《主要科技创新》中创新点1、2做出重要贡献，主要负责韧皮纤维作物培育筛选小试试验、土壤调理剂稳定重金属的土培试验，形成了多套包括土壤重金属稳定和植物修复技术在内的污染治理关键技术，开发出新技术多个，获得专利1项，发表论文1篇。本项目技术研究中投入工作量占本人工作量的60%。（见核心知识产权证明：附件1-2，附件10-3，附件6-4，附件6-3，附件6-5）

4、胡志鑫，排名4，工作单位：湖南艾布鲁环保科技股份有限公司，对项目《主要科技创新》中创新点1、2做出重要贡献，主要负责韧皮纤维作物培育筛选小试试验、土壤调理剂稳定重金属的土培试验等技术开发，首次将环境污染治理与产业化挂钩，形成了多套包括土壤重金属稳定和植物修复技术在内的污染治理关键技术，开发出新产品2个，获得专利3项，发表论文1篇，参与制定团体标准1项。本项目技术研究中投入工作量占本人工作量的50%。（见核心知识产权证明：附件1-1，附件1-3，附件10-1，，附件10-2，附件6-5）

5、王玉富，排名5，工作单位：中国农业科学院麻类研究所，对项目《主要科技创新》中创新点1、2做出重要贡献，主要负责韧皮纤维作物培育筛选小试试验、土壤调理剂稳定重金属的土培试验，形成了多套包括土壤重金属稳定和植物修复技术在内的污染治理关键技术，开发出新技术多个，获得专利1项，发表论文1篇。本项目技术研究中投入工作量占本人工作量的50%。（见核心知识产权证明：附件1-2，附件10-3，附件6-3）

6、游建军，排名6，工作单位：湖南艾布鲁环保科技股份有限公司，对项目《主要科技创新》中创新点1、2、3做出重要贡献，主要负责韧皮纤维作物培育筛选小试试验、土壤调理剂稳定重金属的土培试验、大豆胶黏剂的小试试验以及人造板的室内工艺试验等技术开发，首次将环境污染治理与产业化挂钩，形成了多套包括土壤重金属稳定和植物修复技术在内的污染治理关键技术，开发出新产品2个，获得专利2项。本项目技术研究中投入工作量占本人工作量的50%。（见核心知识产权证明：附件10-1，附件10-2，附件6-5）

7、李祥，排名7，工作单位：湖南艾布鲁环保科技股份有限公司，对项目《主要科技创新》中创新点1、2做出重要贡献，主要负责韧皮纤维作物培育筛选小试试验、土壤调理剂稳定重金属的土培试验等技术开发，首次将环境污染治理与产业化挂钩，形成了多套包括土壤重金属稳定和植物修复技术在内的污染治理关键技术，撰写相关的研发报告1份，发表论文1篇。本项目技术研究中投入工作量占本人工作量的50%。（见核心知识产权证明：附件1-1，附件6-4，附件6-5）

8、邱财生，排名8，工作单位：中国农业科学院麻类研究所，对项目《主要科技创新》中创新点1、2做出重要贡献，主要负责韧皮纤维作物培育筛选小试试验、土壤调理剂稳定重金属的土培试验，形成了多套包括土壤重金属稳定和植物修复技术在内的污染治理关键技术，开发出新技术多个，获得专利1项，发表论文1篇。本项目技术研究中投入工作量占本人工作量的50%。（见核心知识产权证明：附件1-2，附件10-3，附件6-3）

**八、主要完成单位及创新推广贡献**

**1、湖南艾布鲁环保科技股份有限公司：**

项目主持单位，全面负责项目研究方案的制定的和组织实施，对本项目技术创新和推广应用情况的贡献如下：

对本项目创新点1、2、3中韧皮纤维作物在重金属污染治理中的关键技术、开发了一系列土壤调理剂稳定重金属的药剂、以及环保型大豆胶黏剂和人造板成型技术作出了突出贡献，提出环境污染治理与产业化挂钩。

项目实施期间，项目形成的产品与技术在矿区污染土壤生态恢复、农业面源污染治理、农业废弃物资源化、人造板加工等相关环保企业中得到推广应用有利促进了环境污染治理产业技术的升级和农业废弃物高效高值化利用，增强了市场竞争力。

通过项目实施，获国家专利2项，制定团体标准1项，发表学术论文1篇，研发报告1篇，培养专业技术人员800多人。通过推广与应用，开辟了一条完整的环境技术产业链，增强了产业的生态效益，促进了区域经济和社会发展。

1. **中国农业科学院麻类研究所：**

项目参加单位，对本项目技术创新和推广应用情况的贡献如下：

针对目前植物修复和安全利用研发与产业发展脱节的问题，构建起“修复植物规模化种植-土壤修复-生物基新型环保板材”一条完整的修复-生产-加工产业链。促进了麻类作物种植产业、加工产业、建筑材料产业、生物纤维板材产业和相关环保产业的发展。项目实施期间，项目形成的产品与技术在矿区污染土壤生态恢复、农业面源污染治理等相关环保企业中得到推广应用有利促进了环境污染治理产业技术的升级，增强了市场竞争力。

公开发表1篇与该技术相关的论文，授权1篇发明专利，形成了多种麻类作物修复种植模式，这些种植模式累计示范面积约2000亩。累计辐射推广面积约10000田。

**九、完成人合作关系说明**

在本项目完成单位中，湖南艾布鲁环保科技股份有限公司与中国农业科学院麻类研究所（郭媛）自2013年以来，长期合作完成了植物在重金属污染治理中的关键技术、生物质材料在工业中的应用技术。艾布鲁环保是国家高新技术企业、湖南省环境服务业试点企业、中国农业生态环境保护协会理事单位、湖南省环境科学学会副会长单位；被认定为“湖南省小巨人企业”、“长沙市小巨人企业”“湖南省认定企业技术中心”、“长沙市企业技术中心”和“长沙市专利密集型企业”；建有 “湖南省洞庭湖流域农业面源污染防治工程技术研究中心（共建）”、“湖南省环境保护地下水重金属污染修复工程中心”。艾布鲁环保的超富集修复植物培育的技术来自于中国农业科学院麻类研究所，是我国从事韧皮纤维作物研究的唯一国家级综合性专业研究所。完成人曾睿、王栋、胡志鑫、游建军、李祥为湖南艾布鲁环保科技股份有限公司研发人员，郭媛、王玉富、邱财生为中国农业科学院麻类研究所科研人员，具有共同知识产权和论文合著等，为“一种增强红麻吸收土壤中Cd的方法（发明专利）”、“Phytoextraction of lead and arsenic from agricultural soils by different intercropping density of Boehmeria nivea (L.) and Pteris vittata (L.)（论文）”、“中高山地铅锌矿区植被恢复技术规程（团体标准）”等知识产权的完成人。

针对本项目成果，参与单位及完成人员的排名均按照对项目的贡献大小来确定，知识产权成果等责权利关系清楚，无争议。

**完成人合作关系情况汇总表**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 合作方式 | 合作者/排名 | 合作时间 | 合作成果 | 证明材料 | 备注 |
| 1 | 论文合著标准合著专利合著 | 曾睿/1 | 2013.3-2021.7 | 1. “Phytoextraction of lead and arsenic from agricultural soils by different intercropping density of Boehmeria nivea (L.) and Pteris vittata (L.)”论文2. “中高山地铅锌矿区植被恢复技术规程”团体标准3.“一种修复镉污染土壤的土壤活化剂生产装置”实用新型专利4.“一种重金属镉污染耕地土壤修复的方法”发明专利5. “土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建”研发报告6. “土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建”科技查新 | 附件1-1，附件1-3，附件10-1，，附件10-2，附件6-4，附件6-5 |  |
| 2 | 论文合著标准合著 | 王栋/2 | 2013.3-2021.7 | 1. “Phytoextraction of lead and arsenic from agricultural soils by different intercropping density of Boehmeria nivea (L.) and Pteris vittata (L.)”论文2. “中高山地铅锌矿区植被恢复技术规程”团体标准3. “土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建”研发报告4. “土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建”科技查新 | 附件1-1，附件1-3，，附件6-4，附件6-5 |  |
| 3 | 论文合著专利合著 | 郭媛/3 | 2013.3-2021.7 | 1. “一种增强红麻吸收土壤中Cd的方法”发明专利2. “不同黄麻品种对重金属污染农田镉的富集和转移效率研究”论文3. “土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建”科技查新4. “亚麻高产高效种植技术研究与示范”验收报告 | 附件1-2，附件10-3，附件6-4，附件6-3，附件6-5 |  |
| 4 | 论文合著标准合著专利合著 | 胡志鑫/4 | 2013.3-2021.7 | 1. “Phytoextraction of lead and arsenic from agricultural soils by different intercropping density of Boehmeria nivea (L.) and Pteris vittata (L.)”论文2. “中高山地铅锌矿区植被恢复技术规程”团体标准3. “一种重金属镉污染耕地土壤修复的方法”发明专利4. “一种修复镉污染土壤的土壤活化剂生产装置”实用新型专利5. “土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建”科技查新 | 附件1-1，附件1-3，附件10-1，，附件10-2，附件6-5 |  |
| 5 | 论文合著专利合著 | 王玉富/5 | 2013.3-2021.7 | 1. “一种增强红麻吸收土壤中Cd的方法”发明专利2. “不同黄麻品种对重金属污染农田镉的富集和转移效率研究”论文3. “亚麻高产高效种植技术研究与示范”验收报告 | 附件1-2，附件10-3，附件6-3 |  |
| 6 | 论文合著专利合著 | 游建军/6 | 2013.3-2021.7 | 1. “一种重金属镉污染耕地土壤修复的方法”发明专利2. “一种修复镉污染土壤的土壤活化剂生产装置”实用新型专利3. “土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建”科技查新 | 附件10-1，附件10-2，附件6-5 |  |
| 7 | 论文合著 | 李祥/7 | 2017.5-2021.7 | 1. “Phytoextraction of lead and arsenic from agricultural soils by different intercropping density of Boehmeria nivea (L.) and Pteris vittata (L.)”论文2. “土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建”研发报告3. “土壤污染持续治理及资源化成套技术体系构建”科技查新 | 附件1-1，附件6-4，附件6-5 |  |
| 8 | 论文合著专利合著 | 邱财生/8 | 2013.3-2021.7 | 1. “一种增强红麻吸收土壤中Cd的方法”发明专利2. “不同黄麻品种对重金属污染农田镉的富集和转移效率研究”论文3. “亚麻高产高效种植技术研究与示范”验收报告 | 附件1-2，附件10-3，附件6-3 |  |