

项目名称：固废基固化剂协同改性纤维处理超软土关键技术及工程应用

题目奖项：科学技术进步奖

等级：二等奖

主要完成单位：天津城建大学、东华大学、安徽省融工博大环保技术材料研究院有限公司、中交天津港湾工程研究院有限公司、交通运输部天津水运工程科学研究所

主要完成人：杨爱武、郎瑞卿、李风军、侯晋芳、刘晓强、刘津、陈云涛、陈红

提名单位：天津城建大学

项目简介

我国自然沉积软土、疏浚底泥、流泥以及工程建设废弃泥浆等超软土量大利用率低，对生态环境产生了较大威胁。采用传统水泥类材料对其进行处理，存在排碳量高、加固效果差等不足。此外，我国工业固废（钢渣、石膏及矿渣，简称工业“三废”）和废弃高分子材料（废弃纤维、塑料）产量巨大，但资源化利用率极低。如何快速、安全、大批量利用这些固体废弃物高效处置超软土，实现“以废治废”“变废为宝”，对推动环境治理从无害化转向资源化、减量化、智能化，促进经济社会发展全面绿色转型均具有重要的战略意义。

针对上述问题，依托国家自然科学基金、天津市自然科学基金重点项目以及企事业单位委托项目等多个项目，项目组经过近 10 年理论和技术创新，在超软土固化材料、固化技术、施工装备和质量控制体系等方面取得了如下创新成果：

(1) **发明了低碳环保超软土固化材料。**研发了固废基固化剂和废弃高分子材料工程改性纤维，与传统固化材料相比，碳排放量降低超 50%，能源节约 60%以上，实现了超软土固化剂和改性纤维生产低碳化和低能耗。

(2) **提出了固废基固化剂协同改性纤维处理超软土固化技术。**突破了利用固废处理超软土技术瓶颈，揭示了固化作用机制，明晰了固化土强度增长机理以及复杂条件下力学特性演化。

(3) **自主研发了高效智能化固化土施工装备，制定了质量控制标准。**研制了堵塞物自动清理的固化土原位喷头装置，解决了传统喷头易堵塞的技术难题；研发了固化土大规模施工与集成化智能控制成套设备及技术，制定了固化土施工控制标准，实现了软土固化施工精准控制和高效管理。

主要技术支撑材料

(一) 知识产权和标准规范

编号	知识产权(标准)类别	知识产权(标准)具体名称	授权号(标准编号)	发明人(标准起草人)	有效状态
1	发明专利	一种固废基高含水率软土固化剂与固化装置	ZL202310074642.5	杨爱武、徐健、梁振振等	是
2	发明专利	一种高强度疏浚土固化剂	ZL201811300758.1	刘晓强、裴文彬、张伟、等	是
3	发明专利	一种用于疏浚土高强度固化的激发剂及其应用	ZL202210071727.3	刘晓强、恽亦凡、裴文彬、等	是
4	发明专利	一种河道底泥稳定化及资源化利用的方法	ZL201810108743.9	陈红、薛罡、刘振鸿、等	是
5	发明专利	一种尾矿固化充填方法、充填材料、胶结剂及其制备方法和制备系统	ZL202210632172.5	樊传刚、鲁廷桂、番曦、樊鲁倩、华磊、李风军	是
6	发明专利	一种以废硅藻土为主要原料的中碱玻璃纤维及其制备方法	ZL202311810120.3	刘津、薛天翔、丁林锋、等	是
7	发明专利	大面积软土地基智能固化施工控制系统及使用方法	ZL202210386338.X	袁方龙、张岩东、张海洋、陈运涛、等	是
8	发明专利	一种用于软土原位固化的喷头装置	ZL202210384982.3	袁方龙、陈运涛、张岩东、等	是
9	实用新型专利	一种高压旋喷桩机	ZL201920183288.9	李风军、樊传刚、高元宝、等	是
10	团体标准	工程泥浆固化技术利用标准	T/TJKCSJ 004-2022	范立登、凌贤长、李风军等	是

(二) 代表性论文和专著

编号	论文(专著)名称/刊名/作者	年卷页码	发表时间
11	Long-term mechanical properties of sludge-cured lightweight under the superimposed effects of drying-wetting and freezing-thawing/ International Journal of Geotechnical Engineering/ Ai-Wu Yang,Bin-Bin Wang,Yang Ding,Jie Wang,Li-Deng Fan,Feng-Jun Li	2024, 1-15	2024-5
12	Fiber Solidification Treatment of River and Lake Wastewater and Sediments: Deformation Characteristics and Microscopic Mechanism Research/Processes/ Aiwu Yang,Jian Xu,Yuhao Gu,Fengjun Li,Xiaoqiang Liu,Jinfang Hou	2024, 12(5):876.	2024-04
13	Study on the Mechanical Characteristics of Large Shear Deformation of Lightweight Soil Solidified by Blowing and Filling with High Moisture Content/ Polish Journal of Environmental Studies/ Aiwu Yang, Jian Xu,Fengyan Li,Lideng Fan,Fenjun Li	2024, 33(3): 2933-2939.	2024-02
14	Deformation Characteristics of Fiber-Reinforced Cured Lightweight Soils under Dry and Wet Cycles and Intermittent Loading/ Polish Journal of Environmental Studies/ Aiwu Yang,Binbin Wang	2024, 33(1): 455-466.	2023-11
15	新拌不同液限淤泥固化土流动性试验研究/中国公路学报/郎瑞卿, 裴璐熹, 孙立强, 周龙, 李恒	2023, 44(10):2789-2797	2023-09
16	Mechanical Properties and Structural Evolution of Sludge-cured Lightweight Soils Subjected to Freeze-thaw Cycles/ KSCE Journal of Civil Engineering/ Aiwu Yang,Shaopeng Yang,Xiaokai Zhong,Xianwei Zhang	2022, 26(11): 4478-4488.	2022-09
17	冻融循环作用下城市污泥固化土三维力学特性及其破坏准则/岩土力学/杨爱武; 徐彩丽; 郎瑞卿; 王韬	2021, 42(04): 963-975.	2021-04
18	Study of the Long-Term Deformation Characteristics of Municipal Sludge Solidified Soil under the Coupling Action of Dry-Wet Cycles and Initial Static Deviatoric Stress/ Advances in Civil Engineering/ Aiwu Yang,Shaokun Yang,Guofang Xu,Wei Zhang	2020, 2020(1): 8824414.	2020-11