

2023 年山西省科技进步奖提名公示

1、项目名称

大温差区沥青路面低碳再生关键技术创新及应用

2、提名者

太原理工大学

3、提名意见

我单位认真审阅了该项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，符合山西省科学技术奖励申报要求。

我国年产沥青路面旧料 2 亿余吨，综合利用率仅 30%。国家 2030 年碳达峰方案明确要求加强废弃路面材料再生利用。作为一种低碳环保技术，路面冷再生技术可实现旧料常温再生，已在南方地区逐步推广；但在以山西为代表的大温差地区，该技术存在结构标准缺失、材料性能不足、生产质量不佳等问题，无法应对复杂的气候环境，应用率远低于预期，严重制约了交通行业可持续发展。

项目通过产学研联合攻关，在大温差区再生路面结构分析理论、改性乳化沥青胶浆材料、多变量再生混合料设计方法、高效低碳生产拌和装备等方面开展研究，形成了贯穿“结构理论-材料方法-生产装备”的大温差区低碳再生路面成套技术。

项目成功应对了公路工程建设中的共性和地域特定技术挑战，提升了大温差区再生沥青路面建设水平。实施过程中，获发明专利 20 件、软著 7 项，发表 SCI/EI 论文 78 篇，参编 2 部地方规范，培养国家级青年人才 1 名，成果列入国家重点节能技术目录和交通运输部科技成果库。近三年在晋、鲁、蒙等地区应用超 1800 万平米，高价值利用路面废弃物超 300 万吨，取得直接经济效益 5.2 亿元，减排二氧化碳 7.8 万吨，经济社会效益显著，多项成果达到国际领先水平。

提名该项目为山西省科学技术进步奖一等奖。

4、项目简介

我国年产道路固废料达百亿吨，其综合循环再生利用率仅约 30%，造成巨大 我国年产沥青路面旧料 2 亿余吨，综合利用率仅 30%。国家 2030 年碳达峰方案明确要求加强废弃路面材料再生利用。作为一种低碳环保技术，路面冷再生技术可实现旧料常温再生，已在南方地区逐步推广；但在以山西为代表的大温差地区，该技术存在结构标准缺失、材料性能不足、生产质量不佳等问题，无法应对复杂的气候环境，应用率远低预期，难以满足路面固废低碳利用的国家重大战略需求。

通过产学研联合攻关，在大温差区再生路面结构分析理论、改性乳化沥青胶浆材料、多变量再生混合料设计方法、高效低碳生产拌和装备等方面开展研究，形成了贯穿“结构理论-材料方法-生产装备”的大温差区低碳再生路面成套技术。主要创新点如下：

1.建立了大温差区再生路面温度场及热-力耦合模型，提出了荷载-温度-结构耦合下的损伤分析理论，构建了满足大温差区、不同层位需求的再生层结构设计标准，指导再生混合料设计。

2.揭示了煤性青的多尺度改性机制，研发了复合改性乳化沥青胶浆，建立了胶浆分级标准，拓宽了服役温差范围（ $>90^{\circ}\text{C}$ ）。

3.提出了再生混合料级配分形控制技术，建立了考虑“拌和-激活-压实”多变量的混合料设计方法，靶向设计适于大温差区结构需求的再生混合料，性能提升 20%以上。

4.研发了废料联合破碎筛分设备，首创了分级分步拌和工艺及拌和装备，准确再现了室内设计性能，产能提升 1 倍以上、碳排放降低 30%以上，满足规模化生产需求。

项目创新了大温差区沥青路面低碳再生技术体系，多项成果处于国际领先水平。获发明专利 20 件、软著 7 项，发表 SCI/EI 论文 78 篇，参编 2 部地方规范，培养国家级青年人才 1 名，成果列入国家重点节能技术目录和交通运输部科技成果库；在晋、鲁、蒙等地区应用超 1800 万平米，获经济效益 5.2 亿元，减排二氧化碳 7.8 万吨，经济社会效益显著。

5、客观评价

项目通过了中科合创（北京）科技成果评价中心的会议评价。

6、推广应用情况

成果在山西等地推广使用，取得良好经济社会效益。

7、主要知识产权证明目录

授权项目名称	知识产权类别	国家	专利权人	发明人	授权公告日	授 权 号
一种煤液化残渣基地聚物乳化沥青混合料路面材料及其制备方法	发明专利	中国	太原理工大学	张脩;兰雪江;王小龙;刘黎萍;孙斌;王世平;苗瑞锋;门杰;高阳;刘芳;刘力源;刘志胜;李帆;翟瑞鑫	2023-07-07	ZL202211160452.7
一种离子交换树脂改性乳化沥青及其制备方法	发明专利	中国	太原理工大学	高阳;张脩;魏雅春;郝忠卿;王永宝;孙斌;张彦飞;石利强;武宏涛;李帆;刘芳	2023-07-04	ZL202210855007.6
一种沥青混合料的动态模量的预测方法及其应用	发明专利	中国	太原理工大学	刘芳;王永宝;张脩;宋帅;樊伟恩;刘晓东;杜月林;王晋峰;王钢	2023-04-07	ZL201911174530.7
一种高频轻型振动成型装置及使用方法	发明专利	中国	太原理工大学	刘芳;郝忠卿;张脩;袁正兵;孔庆忠;刘力源;刘志胜;王永宝;兰雪江;高阳	2022-11-29	ZL202110767082.2
一种基于粒径级配的煤液化残渣改性沥青及其制备方法	发明专利	中国	太原理工大学	刘芳;王书慧;张脩;袁正兵;孔庆忠;刘晓东;杜月林;王永宝;高阳;王旗	2022-08-05	ZL202110762562.X
评价沥青混合料抗水损害能力的方法、系统及存储介质	发明专利	中国	同济大学	程怀磊;刘黎萍;孙立军;韩占闯;杨瑞康	2022-11-15	ZL202111356431.8

一种判别沥青混合料中沥青老化程度的方法	发明专利	中国	同济大学	刘黎萍;邢成炜;孙立军;李明宸	2022-02-11	ZL202011630614.X
一种振源上置式环保型沥青旧料筛分机	发明专利	中国	南方高科工程技术有限公司	孙斌;刘辉明;聂新;刘勇	2021-10-01	ZL202010770990.2
L 型沥青冷再生拌和设备	发明专利	中国	南方高科工程技术有限公司	孙斌;刘辉明;陈京钰;时海华	2018-01-02	ZL201610187690.5
一种冷再生分级分步拌和方法	发明专利	中国	南方高科工程技术有限公司	孙斌;刘辉明;陈京钰;刘勇	2018-01-23	ZL201610187640.7
一种间歇式沥青冷再生拌合工艺	发明专利	中国	南方高科工程技术有限公司	孙斌;刘辉明;陈京钰;江涛	2017-10-24	ZL201610186736.1

8、主要完成人情况

张翥、刘黎萍、程怀磊、邢成炜、高阳、李帆、韩占闯、孙斌、刘芳、王永宝

9、主要完成单位及创新推广贡献、

太原理工大学：复合改性乳化沥青胶浆材料、沥青路面旧料评价。

同济大学：大温差区再生路面结构分析理论、多变量再生混合料设计方法。

中交一公局集团有限公司：推广了再生材料、设计、生产、施工成套技术。

南方高科工程技术有限公司：同步破碎-筛分工艺及拌和设备，研发了积木式模块化低碳生产装备、施工碾压工艺。

长安大学：提出了沥青路面旧料老化程度原位判别方法及分级标准。

10、完成人合作关系说明

张翥、高阳、李帆、刘芳、王永宝工作单位在太原理工大学，共同合作完成项目技术开发；刘黎萍、程怀磊工作单位在同济大学，共同合作完成了项目基础理论方面的研究；韩占闯工作单位在中交一公局集团有限公司，负责了项目整体技术转化，大力推动项目成果在公路建设工程中的应用；孙斌工作单位在南方高科工程技术有限公司，主要负责了设备研发，支撑了项目技术的落地实施；邢成

炜工作单位在长安大学，共同合作完成了项目基础理论方面的研究。