

## 项目公示信息

一、成果名称：低碳高性能湿喷混凝土可泵与可喷协同关键技术与应用

二、完成单位：陕西铁路工程职业技术学院，中铁十二局集团第二工程有限公司，中铁十八局集团隧道工程有限公司

三、完成人：何文敏，彭磊，燕波，王涛，王永维，王闯，高妮，夏雨，张新锦，宁波，张林

四、成果简介：

随着我国交通强国建设的不断推进，隧道建设重心不断向生态环境脆弱、气候环境更恶劣的山区转移，低碳高性能湿喷混凝土，特别是碳纤维湿喷混凝土以其难以替代的自监测功能成为研究热点。统计资料表明湿喷混凝土因可泵性与可喷性协同性差及碳纤维分散性差等导致的湿喷混凝土输送不畅、回弹率高等问题普遍存在，不仅造成水泥浪费，增加能源消耗和碳排放，还大幅延长人工和设备的工作时间。此外，多次喷射达到足够的混凝土厚度严重影响结构质量的均匀性及使用寿命，为绿色低碳隧道建设带来巨大的挑战。

基于此，陕西铁路工程职业技术学院联合中铁十二局集团第二工程有限公司、中铁十八局集团隧

道工程有限公司等 2 家单位，综合运用理论分析、数值模拟、室内及工程现场验证、专家论证等，开展了新型引气流变剂、新型复合引气流变剂对碳纤维的分散、引气型低碳高性能湿喷混凝土组成设计及引气型低碳高性能湿喷混凝土施工方法及回弹率检测方法等主要研究内容，形成了隧道高性能湿喷混凝土可泵与可喷协同关键技术与应用成果。

项目成果创新性突出，取得主要创新成果如下：

(1) 发明了新型复合式引气流变剂，制备了高含气量高性能湿喷混凝土，有效化解湿喷混凝土可泵性与可喷性间的矛盾。

(2) 提出了利用新型复合引气流变剂提高碳纤维在喷射混凝土中分散性的方法，实现了碳纤维的均匀分散。

(3) 提出了引气型低碳高性能湿喷混凝土组成设计方法、低碳高性能湿喷混凝土施工方法及回弹率检测方法等。

围绕本项目研究，获得授权发明专利 1 件、实用新型专利 4 件，发表论文 5 篇。研究成果成功应用于重黔铁路、雄忻高铁等 3 个国家级重大工程项目的 4 条隧道，实现了集性能优越、节约成本、低

碳节能的综合目标，取得了显著的社会经济效益，推广及应用价值显著，应用前景广阔。

#### 五、完成人合作关系情况：

何文敏、彭磊、燕波、王永维、王闯、高妮、夏雨、张新锦、宁波为陕西铁路工程职业技术学院科技骨干，王涛为中铁十二局集团第二工程有限公司技术中心办公室副主任，张林为中铁十八局集团隧道工程有限公司项目总工。完成人均为项目研发、推广应用的主要完成人，第一完成人何文敏为陕西铁路工程职业技术学院科研平台陕西省高性能混凝土工程实验室副主任，为技术开发的总负责人。彭磊、燕波、王永维、王闯、高妮、夏雨、张新锦和宁波为关键技术与推广应用的核心人员。完成人合作关系情况见下表。

## 完成人合作关系情况

序号	合作方式	合作关系人及排名	合作时间	合作成果
1	共同知识产权	张林/1、燕波/2	2022.08	一种用于隧道喷射混凝土回弹率测定的辅助装置
2	共同知识产权	张新锦/1、燕波/2、彭磊/3、刘竞怡/6、王永维/7、 夏雨/8	2022.10	用于单孔法测隧道围岩松动圈厚度的测试装置
3	论文合著	王闯/1、彭磊/2、高妮/4	2018.10	Influences of molding processes and different dispersants on the dispersion of chopped carbon fibers in cement matrix
4	论文合著	王闯/1、彭磊/2	2019.6	Preparation, thermal stability and deflection of a density gradient thermally-conductive carbon foam material derived from phenolic resin
5	论文合著	何文敏/1、王闯/3	2015.11	湿喷混凝土性能研究进展
6	共同立项与结题	何文敏/1、宁波/2、王闯/4	2013.07-2016.01	湿喷射混凝土的可喷性研究
7	共同立项与结题	彭磊/1、何文敏/2、宁波/4、王闯/6	2018.01-2020.05	复合泡沫混凝土泡沫剂研究
8	共同立项与结题	何文敏/1、彭磊/2、刘竞怡/3、夏雨/4、王永维/6、 燕波/7、张新锦/8、宁波/12、高妮/13	2021.11-2022.12	湿喷射混凝土回弹率控制相关技术研究
9	共同获奖	何文敏/1、彭磊/2、燕波/3、王永维/4、高妮/6、 宁波/7、夏雨/8、王闯/9、张海波/11	2024.03	隧道湿喷混凝土回弹控制关键技术
8	共同获奖	何文敏/1、王永维/2、彭磊/4、燕波/7、宁波/8、 高妮/13、夏雨/15	2023.12	绿隧先锋—低碳隧道回弹控制新材料引领者

## 六、代表性论文专著目录:

### 代表性论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	发表时间	年卷页码 (xx 年 xx 卷 xx 页)	作者	通讯作者 (含共同作者)	第一作者 (含共同作者)	国内作者 (中文名)	他引总次数	检索数据库	参与人 (成果完成人)	知识产权是否归国内所有
1	Preparation, thermal stability and deflection of a density gradient thermally-conductive carbon foam material derived from phenolic resin	Results in Physics	2019.6	2019(14): 102448	Wang Chuang, Peng Lei, Shi Zhen-hai, Li Bing-liang, Li Ke-zhi	Wang Chuang	Wang Chuang	王闯, 彭磊, 石镇海, 李炳良, 李克智	13	SCI	王闯, 彭磊	是
2	Influences of molding processes and different dispersants on the dispersion of chopped carbon fibers in cement matrix	HELIYON	2018.10	2018(4):00868	Wang Chuang, Peng Lei, Li Bing-liang, Gao Ni, Zhao Li-ping, Li Ke-zhi	Wang Chuang	Wang Chuang	王闯, 彭磊, 李炳良, 高妮, 赵丽萍, 李克智	27	SCIE	王闯, 彭磊, 高妮,	是

3	湿喷混凝土性能研究进展	混凝土	2015.11	2015(07):118-120+127.	何文敏, 陈华鑫, 王 闯, 张小利, 关博文	何文敏	何文敏	何文敏, 陈华鑫, 王 闯, 张小利, 关博文	17	北大核心	何文敏, 王闯	是
4	基于工作性的湿喷射混凝土配合比设计	混凝土	2014.01	2014,(10):138-140	何文敏; 薛邵龙; 陈拴发; 关博文	何文敏	何文敏	何文敏; 薛邵龙; 陈拴发; 关博文	5	北大核心	何文敏	是
5	新拌湿喷混凝土内聚力测试与影响因素分析	硅酸盐通报	2015.09	2015,34(09):2725-2730	何文敏; 陈华鑫; 李祖仲; 盛燕萍; 关博文	何文敏	何文敏	何文敏; 陈华鑫; 李祖仲; 盛燕萍; 关博文	2	中文核心	何文敏	是

## 七、主要知识产权（标准、规范）目录：

### 主要知识产权（标准、规范）目录

序号	知识产权类别	知识产权名称	国家（地区）	授权号（批准号）	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种低回弹喷射混凝土的施工方法	中国	ZL 2024 1 0067652.0	2024.09	7340022	中铁十二局集团有限公司 中铁十二局集团第二工程有限公司 山西科腾环保新材料股份有限公司	王涛、孙辉、赵香萍、盛泽、杨卫、武英、牛引生
2	实用新型专利	一种喷射混凝土与围岩粘结强度检测架体	中国	ZL 2023 2 3317422.5	2024.07	21393078	中铁十二局集团第二工程有限公司 中铁十二局集团有限公司 山西科腾环保新材料股份有限公司	王涛、赵香萍、孙辉、武英、牛引生、高志峰
3	实用新型专利	一种隧道全方位混凝土喷浆装置	中国	ZL 2021 2 0225616.4	2021.10	14375489	中铁十二局集团第二工程有限公司 中铁十二局集团有限公司 山西科腾环保新材料股份有限公司	王涛、李建军、王俊才、郭志超、李俊平
4	实用新型专利	一种用于隧道喷射混凝土回弹率测定的辅助装置	中国	ZL 2022 2 2032962.8	2022.08	18179989	中铁十八局集团隧道工程有限公司 陕西铁路工程职业技术学院	张林、燕波、王开阳、丰瑛、陶迪、传兴凤
5	实用新型专利	用于单孔法测隧道围岩松动圈厚度的测试装置	中国	ZL 2022 2 1750021.1	2022.10	17521901	陕西铁路工程职业技术学院	张新锦、燕波、彭磊、王文强、赵捷、刘竞怡、王永维、夏雨