

# 2024 年度中交集团科学技术进步奖公示信息

## 一、项目基本情况

项目名称	隧道排水系统结晶风险及控制技术研究
主要完成人	卢冠楠 肖向荣 田连民 王笑 张建峰 刘禹阳 李志强 侯兆隆 王海翔 尹鹏 汤九科 张艺潇 白松 朱丹丹 周兴
主要完成单位	中交路桥建设有限公司、中交路桥华北工程有限公司、长安大学、河海大学
申报等级	一等奖

## 三、项目简介

### 1.所述科学技术领域

本项目属于道路、桥梁与隧道工程类

### 2. 主要内容

本项目所属公路工程施工领域，依托中交路建贵州玉石高速、河南栾卢高速、河南栾卢豫陕高速建设项目进行研究。通过隧道现场调研、室内测定试验、理论分析和现场验证手段，构建隧道水文地质环境参数获取方案，评估隧道排水盲管长期结晶风险，考虑水文地质条件与施工影响优化排水系统，确定考虑水文地质特征的隧道排水系统疏导方案，确定隧道排水系统结晶风险控制指标，明确运营期隧道排水系统结晶风险预警机制。制定了有效治理方案，解决高速隧道运营隐患，形成一套针对岩溶地区隧道排水系统问题的设计、施工技术，推动处理隧道排水系统结垢问题设备的研发与应用，形成隧道防结晶排水系统标准化解决方案。

该项目基于公司贵州玉石高速、河南栾卢高速、河南栾川卢氏豫陕高速施工实际情况，通过现场调研、室内测定试验、理论分析和现场验证手段，对隧道排水系统结晶风险控制及预警机制深入研究，主要科技内容如下：

(1)通过模型试验和数值模拟的方法，量化分析了结晶堵塞过程中主要影响因素的作用。(2)明确了隧道排水盲管长期结晶趋势评估方法；(3)对不同水文地质条件与施工影响的排水系统整体优化；(4)建立运营期隧道排水系统结晶风险控制指标及分级预警机制。(5)研发了具有除垢有效性和环境友好性的，并对隧道排水系统及其周边的隧道衬砌结构工程安全基本不产生影响的阻垢剂，提出了岩溶地区隧道排水系统阻垢除垢水冲法系统解决方案。

### 3.主要成果

本课题采用资料分析、现场调研、理论分析、数值模拟、室内试验、现场验证、综合分析等研究方法，对隧道防排水结构系统进行优化，对在役隧道结晶风险进行评估、控制及预警研究，对结晶物处置等全面研究实践。取得一系列成果具有先进性。

(1)揭示隧道排水系统结晶出现的原理，给出最佳的隧道排水系统结晶处治措施。(2)通过对依托项目隧道的研究及试验，对比传统的隧道排水系统疏导方案，得出最优的隧道排水系统选材指标及疏导方案。(3)构建隧道排水系统结晶风险控制参数指标，明确运营期隧道排水系统结晶分级预警机制。(4)提出了以反渗透膜阻垢除垢设备为核心的隧道结晶堵塞解决方案。

#### 4.科技鉴定评价

2024年3月5日中国公路建设行业协会在线上主持召开了“隧道排水系统结晶风险及控制技术研究”科学技术成果评价会，验收委员会一致认为该项目研究成果总体上处于国际领先水平。

#### 5.应用情况

自2021年7月至2023年12月，该项目研究成果已成功应用于贵州玉石高速、河南栾卢高速、河南栾卢豫陕高速等高速公路建设项目，通过应用本项目提出的阻垢技术及阻垢装置，获得降低或节约隧道维护成本效果；解决隧道排水管结垢堵塞技术难题，减少工程整修难度，延长隧道排水系统使用时间，降低或节约建设和运营成本。

### 三、代表作知识产权

类别	名称	完成情况	发明人/作者	专利权人/单位
专利	《一种自清洁 Ti3C2Tx 亲水柔性纳滤膜的制备方法及其制备的滤膜和应用》	发明已授权	张建峰， 黄海萌， 徐媛媛	河海大学
	《一种 Ti3C2Tx 基电极材料及其制备方法和应用》	发明已授权	黄海萌， 杨笑言， 应国兵， 张建峰	河海大学
	《一种隧道边墙外接式纵向排水管结晶沉淀装置》	实用新型已授权	尹鹏， 谢门东， 庄潮辉， 刘禹阳， 王合军， 沈安虎， 苑好然， 李恒金	中交路桥建设有限公司， 中交路桥华北工程有限公司， 河南省栾卢高速公路建设有限公司
	《一种隧道横通道侧壁替换式水质过滤装置》	实用新型已授权	庄潮辉， 谢门东， 安万里，	中交路桥建设有限公司， 中交路

			刘禹阳，王合军，尹鹏，尹志刚，周豪，张天宇	桥华北工程有限公司，河南省栾卢高速公路建设有限公司
	《一种隧道横通道路面平铺式纵向排水管加速结晶装置》	实用新型已授权	王合军，谢门东，尹鹏，刘禹阳，张艳辉，宁武超，杨忠，周豪，王国龙	中交路桥建设有限公司，中交路桥华北工程有限公司，河南省栾卢高速公路建设有限公司
	《一种新型隧道纵向排水盲管防结晶装置》	实用新型已授权	王合军，王耕，尹鹏，刘禹阳，刘志军，席龙龙，刘亚辉，张智纲	中交路桥建设有限公司，中交路桥华北工程有限公司，河南省栾卢高速公路建设有限公司
论文	《白云岩隧道排水路径结晶趋势变化及影响分析》	中文核心《隧道建设》	庄潮辉;刘禹阳;席龙龙;周旋;汤九科	中交路桥建设有限公司，长安大学建筑工程学院，河南省栾卢高速公路建设有限公司
	《加压渗透下隧道喷射混凝土钙析出与水环境变化试验装置研发及验证》	中文核心《隧道建设》	王合军;汤九科;刘禹阳;张鹏鹏;席龙龙	中交路桥建设有限公司，长安大学建筑工程学院，河南省栾卢高速公路建设有限公司
	《不同区域环境公路隧道排水系统设计特征统计研究》	中文核心《现代隧道技术》	刘禹阳;沈安虎;来弘鹏;庄潮辉;王合军	长安大学建筑工程学院，长安大学公路学院，中交路桥建设有限公司
	《隧道初期支护喷射混凝土阻钙析出配合比试验研究》	中文核心《铁道建筑》	尹鹏;汤九科;刘禹阳;李志强;张艺潇	中交路桥建设有限公司，长安大学建筑工程学院
	《岩溶区隧道排水系统地下水渗流结晶堵塞机理及阻垢技术研究综述》	中文核心《现代隧道技术》	卢冠楠;王鹏;杨蕴;毛成君;吴咏敬;吴剑锋;董平;吴吉春	中交路桥建设有限公司. 河海大学地球科学与工程学院. 南京大学地球科学与工程学院. 南京水联天下海水淡化技术研究院