

陕西省交通运输科学技术奖申报项目 公示材料

(2023年度)

一、项目基本情况

项目名称	秦巴山区软岩富水断裂带公路隧道施工技术研究
主要完成人	张微、杨晓华、石强、杨武策、刘宝平、张亚飞、周元成、张文凯、来弘鹏
主要完成单位	陕西路桥集团有限公司，长安大学
申报等级	二等奖及以上
联系人及电话	杨晓华 13709250126

二、项目简介

1. 项目所属科学技术领域

交通运输、公路、隧道工程

2. 主要科技内容

《秦巴山区软岩富水断裂带公路隧道施工技术研究》是2017陕西省交通运输厅批准立项的交通科研项目（项目编号17-24K）。本项目针对太凤高速庙儿岭、白云驿隧道施工期间出现的塌方、涌水等问题，在借鉴国内外已有的科研成果和应用技术成果的基础上，以陕西省太白县至凤县高速公路庙儿岭隧道、白云驿隧道为工程背景，对软岩富水断裂带公路隧道施工技术开展研究，通过实践检验，得到了有效的结论。

项目通过研究解决了以下关键技术问题：（1）秦巴山区地质条件与特征；（2）软岩富水断裂带隧道施工水害的防治技术；（3）软岩富水断裂带道施工工法与支护参数的优

化设计。项目研究提出了富水断裂段施工水害防治措施，给出了富水断裂段合理施工工法与支护参数技术，形成了一整套安全有效的软岩富水断裂段公路隧道建设关键技术及施工风险综合防控系统技术。

项目取得了以下创新性成果：（1）基于围岩变形演化规律分析，给出了含水率对围岩力学性能与变形的影响规律，为隧道开挖工法优选提供了理论支撑。（2）针对秦巴山区富水断裂带地质特性，形成了在超前帷幕注浆结合管棚预支护技术基础上的三台阶快速施工工法。（3）通过断层破碎带富水特性及水力联系分析，提出了超前帷幕注浆浆液选取原则、配比、注浆工艺参数等。（4）研发了三维可视化注浆效果试验箱。

3. 技术经济指标

1) 给出含水率对围岩力学性能与变形的影响规律，为隧道开挖工法优选提供理论数据支撑；

2) 形成在超前帷幕注浆结合管棚预支护技术基础上的三台阶快速施工工法；

3) 提出超前帷幕注浆浆液选取原则，配比、注浆工艺参数等；

4) 研发了三维可视化注浆效果试验箱，能够直观检验出浆液的扩散规律，模拟动水条件下的浆液扩散情况，直观、快速检验注浆效果；

5) 编制了《秦巴山区软岩富水碎裂带公路隧道施工技术指南》；

6) 发表学术论文 3 篇，授权发明专利 3 项，授权实用新型专利 11 项，取得计算机软件著作权 1 项，获得企业级工法 1 项。

4. 促进行业科技进步作用

项目研究成果可以有效的解决现阶段软岩富水断裂带隧道工程施工极易形成塌方、涌水等问题，降低因软岩富水断裂带隧道破碎围岩采用常规方式施工给施工人员设备造成的安全隐患，降低工程事故的发生率，较传统的单侧壁导坑法、双侧壁导坑法等大大提高了施工效率，在公路隧道领域具有广阔的应用前景。陕西省公路学会组织专家组对研究成果进行了鉴定评价，认为该项科研成果总体达到国际先进水平，极大地推动了我国软岩富水断裂带公路隧道工程施工技术的发展。

5. 应用推广情况

项目研究成果在陕西省太白至凤县高速公路庙儿岭隧道和白云梁隧道等工程中得到了成功应用，为隧道安全进行软岩富水断裂带破碎围岩区的施工提供了有价值的技术方案和措施，提高了公路隧道穿越软岩富水断裂带的设计与施工水平，确保了隧道

工程的施工安全，取得了超过 1100 万元的直接经济效益，同时缩短了翻山 13 公里的运距，方便了山区人民的出行，具有很好的社会效益和经济效益。

三、应用情况

课题依托庙儿岭、白云驿隧道软岩富水地质展开研究，同步隧道施工，多层次、全方位观察、取样、试验、分析，获得结论在实践中试验检查，最终确定一系列阶段性成果，并将研究成果将直接指导依托隧道工程的施工，提高了隧道施工的安全性。通过对围岩强度检查、对掌子面超前检测等，获取技术参数，进行模拟计算，确定优化方案，在保证结构安全的基础上大大提高了可操作性，加快了隧道施工进度，能够较传统施工方法更早的贯通，尽早通行，尽早为后续路面工程等材料运输提供便捷通道，减少翻山的危险和运距。研究成果将形成软岩富水公路隧道施工的成套关键技术，推动我省软岩富水公路隧道施工建设水平的进步，进而对类似软岩富水公路隧道的施工起到促进和示范作用。

本课题的研究和成果的应用，为依托隧道工程的顺利建成提供技术保证，有效提高隧道建设水平，节约建设成本并产生较高的经济效益。推广应用白云梁隧道软岩富水围岩隧道施工关键技术，为软岩富水隧道施工提供可靠的隧道围岩形变等指导性信息，更好地保证隧道工程的施工及后期运行安全和耐久性能，延长隧道工程的使用寿命。研究成果形成了软岩富水围岩状态下公路隧道施工的成套关键技术，推动秦巴山区软岩富水公路隧道发展的可持续性，促进我省隧道建设与交通事业的发展进步。

项目的研究成果除了在庙儿岭隧道、白云驿隧道工程的施工中得到了成功应用，同时也被太凤高速公路建设管理处在全线积极宣传推广。为国内公路隧道富水围岩破碎段的施工提供了有价值的技术方案和措施，确保了隧道工程的建设和运营安全。这些应用证明了本研究的可行性与可推广性，对于今后的工程具有很好的应用价值。

四、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	三维可视化注浆效果试验箱	中国	ZL201610355370.6	2018.08.07	3025551	长安大学	杨晓华、郑坤隆、徐礼笑、杨涵晞
2	发明专利	一种基于保护边坡自然植被的隧道进洞施工方法	中国	ZL201910302199.6	2020.11.06	4077940	陕西路桥集团有限公司	胡平、马迎生、王琦、贺伟
3	发明专利	一种适应于重交通碾压的隧道中心检查井井盖施工方法	中国	ZL201910502641.X	2021.03.09	4291516	陕西路桥集团有限公司	梁栋、胡平、冯科科、王云鹏、庞峰
4	实用新型专利	一种便于维修更换的隧道防排水结构	中国	ZL201820892280.5	2019.02.01	8433658	长安大学	来弘鹏、谢永利、刘禹阳、洪秋阳、沈鹏翔、宋勇勇、赖金星、杨万精
5	实用新型专利	一种隧道锚杆加长焊接部位的保护装置	中国	ZL201821991338.8	2019.08.02	9172634	长安大学	赵滨京、马晨、郑坤隆、肖靖、李爱明

五、代表性论文专著目录

序号	论文专著名称	刊名	作者	年卷页码 (xx年xx卷xx页)	发表时间	通讯作者	第一作者	国内作者	他引总次数	检索数据库	知识产权是否归国内所有
1	白云驿隧道涌水处治措施研究	公路交通科技	张微、赵滨京、陈涛	2020年16卷230-234页	2020年	张微	张微	张微、赵滨京、陈涛	0	中国知网	是
2	超前全断面与半断面帷幕注浆效果分析	公路	李嘉璐、张微、杨晓华、陈涛	2021年66卷304-311页	2021年	张微	李嘉璐	李嘉璐、张微、杨晓华、陈涛	14	中国知网	是
3	千枚岩深埋隧道支护参数对结构受力与变形的影响	建筑科学与工程学报	杨晓华、赵滨京、吴昊、李爱明	2020年37卷108-117页	2020年	杨晓华	杨晓华	杨晓华、赵滨京、吴昊、李爱明	7	中国知网	是