

中国公路建设行业协会科学技术进步奖推荐项目公示

一、项目名称

路堑边坡高强锚杆/索支护及复绿一体化关键技术

二、项目简介

复杂山区交通路堑边坡的安全稳定评价和综合治理是我国基础设施建设中亟待解决的重大难题。由于复杂山区外部环境及地质条件的错综复杂，给该地区交通路堑的稳定性评价和加固绿化带来巨大挑战。针对交通路堑边坡的稳定性评价和综合治理技术已成为岩土工程领域亟需攻克的关键技术之一。项目组在国家自然科学基金（项目编号：51474249）等课题资助下，围绕针对交通路堑边坡如何进行科学合理的安全稳定性评价和加固绿化综合处治的关键问题，开展了交通路堑安全评价与高性能锚杆/索支护及复绿一体化关键技术研究，取得了多项创新成果：（1）创新提出了考虑现场条件影响的边坡岩土参数测试技术及方法，揭示了外部环境对边坡岩体蠕变性质和耐久性的影响机理，获得了水分侵入作用下岩体热传导与耐崩解特性的演化规律，在准确获取岩土参数方面提供了新手段，为边坡长期稳定性分析与评价奠定理论基础。（2）系统构建了边坡安全系数多线程并行快速计算方法，提出了任意尺度边坡精细安全系数计算及网格划分方法，揭示了外部环境和内部因素对边坡稳定性的影响机制，形成了复杂条件下路堑高边坡长期稳定性评价技术体系。（3）自主研发了复杂地质条件下路堑边坡支护高性能锚杆/锚索结构及其施工工艺，探明了锚杆支护结构对边坡加固效果的影响机理，建立了路堑高边坡绿化防护微灌养护技术，形成了路堑高边坡加固复绿一体化综合防治技术。

三、完成单位

广西北投交通养护科技集团有限公司、中南大学、广西交通设计集团有限公司、南京工业大学、中铁第四勘察设计院集团有限公司、长安大学

四、完成人

骆俊晖、张涛、林杭、畅振超、张占荣、范祥、莫鹏、谢东、陈川、黄海峰、李时亮、吴勇、杨玉玲、赵晋乾、陈德强

五、项目成果列表

1、专利成果

- [1] 发明专利：一种测试土体静止土压力系数的光弹性传感器及测试装置（专利号：ZL201310551830.9）
- [2] 发明专利：一种有效识别土层界面的微型孔压静力触探探头（专利号：ZL201310251113.4）
- [3] 发明专利：法向压力下的渗透系数试验方法及试验装置（专利号：CN103926182B）
- [4] 发明专利：边坡安全系数理论值的快速计算方法（专利号：CN111931273A）
- [5] 发明专利：考虑粘聚力与内摩擦角贡献度的边坡安全系数计算方法（专利号：CN111008465A）
- [6] 发明专利：任意尺度边坡等精度安全系数计算方法及网格划分方法（专利号：CN111931272A）
- [7] 发明专利：针对锁固段结构的边坡安全系数计算方法及失稳判断方法（专利号：CN112307549A）
- [8] 发明专利：一种边坡强度折减系数多线程并行计算方法（专利号：CN108108244A）
- [9] 发明专利：一种带锥形扩大头的中空注浆锚杆及施工方法（专利号：ZL20211140199.4）
- [10] 发明专利：一种多段自适应膨胀锚杆施工方法（专利号：ZL202110707006.2）
- [11] 发明专利-《一种可回收多段自适应膨胀锚杆》（专利号：ZL202110707139.X）
- [12] 发明专利：一种新型预制锚头压力型锚索结构及其施工方法（专利号：ZL202111140082.6）
- [13] 发明专利：调刚度变形盒式压力分散型锚索（专利号：ZL20111027493.8）
- [14] 发明专利-《一种新型锚杆拉拔装置》（专利号：ZL202111140082.6）
- [15] 发明专利：一种基于微灌技术的边坡绿化方法（专利号：ZL202110819581.1）
- [16] 实用新型-《扩大端头锚杆》（专利号：ZL201120540897.9）
- [17] 实用新型：一种可回收重复利用的多段自适应膨胀锚杆（专利号：CN202121417165.0）
- [18] 实用新型-《注浆囊式扩大端头锚杆》（专利号：ZL201921655609.7）
- [19] 实用新型-《一种注浆囊式可回收锚索》（专利号：ZL201921673877.1）
- [20] 实用新型-《一种用于边坡锚杆加固中钻孔设备的角度调整架》（专利号：ZL202120787794.6）
- [21] 实用新型-《垫片型二次张拉预应力锚具》（专利号：ZL201621017534.6）
- [22] 实用新型-《垫片型分批二次张拉预应力锚具》（专利号：ZL201621021747.6）

2、论文情况

- [1] SCI 论文-Chong Ma, Tao Zhang*, Wenmin Yao. An assessment of osmotic pressure effect on the creep properties of silty mudstone[J]. Soil Mechanics and Foundation Engineering, 2019, 56(5), 314-320.（渗透压力对粉砂质泥岩蠕变性质的影响与评价）
- [2] SCI 论文-Yuling Yang, Tao Zhang*. Effects of water intrusion on thermal conductivity and durability of carbonaceous rocks[J]. Soils and Foundations, 2022, 62(1): 101102.（水分侵入对碳质岩石导热性和耐久性的影响）
- [3] SCI 论文-Yu-Ling Yang, Tao Zhang*, Song-Yu Lin. 《Influence factor analysis and calculation model for thermal/electrical resistivity of geomaterials》（岩土材料热/电阻率影响因素分析及计算模型）
- [4] SCI 论文-Hang Lin*, Wenwen Zhong. Influence of Rainfall Intensity and Its Pattern on the Stability of Unsaturated Soil Slope[J]. Geotechnical and Geological Engineering, 2018,37:1-9.（降雨强度及其模式对非饱和土坡稳定性的影响）
- [5] SCI 论文-Hang Lin*, Wenwen Zhong, Hu Wang, et. al. Effect of Soil-Water Characteristic Parameters on Saturation Line and Stability of Slope[J]. Geotechnical & Geological

- Engineering, (2017). (土水特征参数对边坡饱和线及稳定性的影响)
- [6] SCI 论文 -Hang Lin*, Wenwen Zhong, Ping Cao. Three-dimensional rock slope stability analysis considering the surface load distribution[J]. European Journal of Environmental and Civil Engineering, 2015:20(8). (考虑地表荷载分布的三维岩质边坡稳定性分析)
- [7] SCI 论文 -Xiangjie Yin, Hang Lin*, Yifan Chen, et. al. Precise evaluation method for the stability analysis of multi-scale slopes[J]. SIMULATION: Transactions of The Society for Modeling and Simulation International, 2020,10:96. (多尺度边坡稳定性分析的精确评价方法)
- [8] EI 论文-林杭,曹平,李江腾,等.层状岩质边坡破坏模式及稳定性的数值分析[J].岩土力学, 2010, 31(10):5.
- [9] 中文核心-阳个,张黎明,骆俊晖等.生态护坡技术在巴平高速公路的应用研究[J].公路,2021,66(06):100-103.
- [10] EI 论文-林杭, 陈宝成, 范祥.锚杆长短相间布置形式对边坡稳定性的影响[J].中南大学学报: 自然科学版, 2015, 46(2):6.
- [11] EI 论文-林杭,钟文文,熊威,等.锚杆长度与边坡坡率对最优锚固角的影响[J].岩土工程学报, 2014(S2):5.
- [12] EI 论文-林杭,曹平. 锚杆长度对边坡稳定性影响的数值分析[J].岩土工程学报,2009,31(3):470-474.
- [13] EI 论文-林杭,曹平,李江腾.全长注浆锚杆布设方式对边坡稳定性的影响分析[J].解放军理工大学学报: 自然科学版, 2010, 11(2):5.

3、编制标准情况

- [1] 中国公路学会团体标准《公路边坡喷射植被混凝土防护技术指南》