# 2023年江西省科技进步奖公示

# 1、项目名称

复杂岩土边坡绿色防护基础理论创新及关键技术应用研究

# 2、提名者及提名意见

**提名者：**江西省教育厅

**提名意见：**该项目在国家自然科学基金项目及江西省科技项目支持下，结合国家绿色低碳环保发展战略，对复杂岩土边坡绿色低碳抗滑防护新技术、特殊岩土边坡绿色防护新技术以及边坡绿色防护协同监测预警技术开展了系统研究。项目成果对边坡绿色防护理论的发展做出了开拓性贡献，对工程建设绿色低碳转型起到了极大的推动作用，取得了显著的经济、社会和生态环保效益。研究成果整体上达到国际领先水平。同意提名该项目参加2023年江西省科学技术进步奖评审。

# 3、提名奖项和等级

提名该项目为2023年江西省科学技术进步奖特等奖。

# 4、项目简介

针对边坡防护和滑坡治理中抗滑桩等需消耗大量钢筋水泥高耗能建材，课题组在国家自然科学基金项目及江西省科技项目支持下，结合国家绿色低碳环保发展战略，历时15年科技攻关，以安全可靠、经济合理、环境友好并技术可行为研究主线，对复杂岩土边坡绿色防护的理论、关键技术及应用开展了系统研究。取得了如下主要创新成果：①原创性提出了正六角形围桩-土耦合抗滑桩技术，率先揭示了围桩-土耦合抗滑桩工作机理，创建了该抗滑桩计算理论和设计方法，对于中型滑坡治理特别有效，突破了传统抗滑桩不能充分发挥土体自身强度、消耗大量钢筋水泥的技术瓶颈；②研发了拱弦式围桩-土耦合抗滑结构，创建了“虚桩”理论计算方法，有效控制了高铁路基蠕滑治理后微变形及交通运营的施工影响；③提出了新型框格梁与弹性伸缩柔性锚杆耦合作用的膨胀土边坡防护方法，发明了以柔性弹性锚杆释放膨胀土遇水产生膨胀力的支护技术，有效抑制了膨胀土边坡反复发生的浅层破坏；④研发了煤系土边坡GFRP锚网+植被绿色防护新技术，研制并培育了适于煤系土的生态稳固基材和草本植物，创建了GFRP锚网植被边坡绿色防护结构理论计算理论，实现了防护材料和植物根系“此消彼长”绿色环保，有效解决了煤系土边坡遇水滑坍的技术难题；⑤首次提出基于弹性元件与光纤光栅传感元件耦合串联的调制方法，研制了适于复杂岩土体大变形监测的一系列新型智能光纤传感装备；创建了边坡绿色防护“空-天-地”一体多源信息监测体系，提高了监测预警预报的准确度。项目创新成果已经在江西、云南、甘肃、重庆等7个省市的铁路、公路、水利大坝、矿山及工程抢险等35个项目推广应用，取得了显著的经济、社会和生态环境效益。

# 5、主要知识产权和标准规范等目录

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 已授权专利情况（共30项，其中发明专利15项） | 授权公告号 | 名 称 |
| ZL2014104298749 发明 | 一种柔性伞状支护锚杆及用于支护土层边坡的方法 |
| ZL2013103494615 发明 | 膨胀土路堑边坡支护结构及其施工方法 |
| ZL2010105537698 发明 | 一种大量程光纤光栅位移传感器 |
| ZL2021107137842 发明 | 一种边坡支护装置和边坡支护方法 |
| ZL2021107120790 发明 | 一种高边坡监测装置 |
| ZL2015106481673 发明 | 边坡地下水模拟装置 |
| ZL2015106480312 发明 | 组合式边坡模型开挖装置 |
| ZL2016105092390 发明 | 一种液化地基模型试验装置及方法 |
| ZL2015104827060 发明 | 冻土边坡模型试验装置 |
| ZL2016105092403 发明 | 一种凹凸边坡模型制作装置及制作方法 |
| ZL2016102684527 发明 | 吊铲式边坡开挖试验装置 |
| ZL2015102025296 发明 | 可调节角度边坡试验台 |
| ZL2016102696257 发明 | 一种双向振动台装置 |
| ZL2019102394655 发明 | 拼装式边坡水平加载试验装置 |
| ZL2016102695860 发明 | 一种降雨模拟装置 |
| ZL2013208393866 实用新型 | 边坡加固结构 |
| ZL2018201478584 实用新型 | 一种用于制作重塑土环刀试样的模具 |
| ZL2018212468942 实用新型 | 用于超前地质预报和无损检测的雷达台车装置 |
| ZL2018212468961 实用新型 | 一种制备规格环刀样的制样装置 |
| ZL2014204898993 实用新型 | 一种柔性伞状支护锚杆 |
| ZL2013204905723 实用新型 | 膨胀土路堑边坡支护结构 |
| ZL2021214280605 实用新型 | 一种公路边坡支护结构 |
| ZL2021213488413 实用新型 | 一种边坡支护排架搭设架 |
| ZL2021214296660 实用新型 | 一种边坡锚喷支护结构 |
| ZL2021214280592 实用新型 | 一种公路边坡检测设备 |
| ZL202121445899X 实用新型 | 一种公路边坡锚固加固装置 |
| ZL2014204965019 实用新型 | 一种光纤光栅测斜仪器 |
| ZL2018208670096 实用新型 | 一种土壤含水率测试装置 |
| ZL2018211550206 实用新型 | 一种基于光纤传感技术的土体三向应力测量装置 |
| ZL202121428054X 实用新型 | 一种公路边坡监测桩 |
| 计算机软件著作权登记3项 | 2016SR290766 | 公路高边坡智能光纤在线监测系统V1.1 |
| 2013SR028468 | 高等级公路智能光纤远程在线监测系统V1.0 |
| 2021SR0075726 | 抚顺西露天矿多维度协同监测系统V1.0 |

# 6、主要完成人情况

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **排名** | **完成人姓名** | **职务** | **职称** | **工作单位** | **对本项目贡献** |
| 1 | 郑明新 | 道桥与岩土工程研究所所长 | 教授 | 华东交通大学 | 项目总负责人，对项目创新点1、2、3、4有贡献：创新性地提出了围桩-土耦合抗滑桩及拱弦式耦合抗滑结构等绿色防护技术；提出了拱弦式耦合抗滑结构的“虚桩”计算理论方法；提出了工程防护和植物根系“此消彼长”的煤系土边坡绿色防护新思路，研发了煤系土边坡的锚网（GFRP）+植被绿色防护新技术；协同创建边坡绿色防护监测体系和安全评价预警系统。 |
| 2 | 张鸿 | / | 教授 | 南昌工程学院 | 对项目创新点2、3、4有贡献：提出框格梁与弹性伸缩柔性锚杆组合的膨胀土边坡新型防护技术，研发了柔性锚杆弹性拉杆结构；建立了煤系土边坡与流体相互耦合作用的细观力学计算方法，获得了煤系土边坡宏观力学响应与细观结构参数变化之间的尺度定律；建立了岩土边坡大变形位移和应力光纤监测理论计算方法。 |
| 3 | 荣耀 | 总经理 | 教授级高工 | 江西省交通科学研究院有限公司 | 对项目创新点3、4有贡献：研发了高边坡智能光纤远程在线监测系统，实现了对岩土边坡变形、应力位移等监测参数远程在线监控；建立了一套岩土高边坡“空-天-地”一体多源信息监测预警体系，实现岩土边坡多维协同监测，协助在典型边坡安全监测中推广应用。 |
| 4 | 孙书伟 | 矿山岩土灾害防治研究中心主任 | 教授 | 中国矿业大学（北京） | 对项目创新点1、4有贡献：提出了基于截面抗弯承载力的微型桩群加固土质边坡理论计算方法，揭示了微型桩群加固边坡的加固机制和失效机理；建立了基于强度折减法和二分法的微型桩加固边坡稳定性耦合评价方法，协助在典型边坡加固工程中推广应用；合作提出了新型围桩-土耦合抗滑结构和设计计算理论。 |
| 5 | 黄钢 | / | 副教授 | 黄冈师范学院（原华东交通大学博士研究生） | 对项目创新点1、3有贡献：提出了GFRP锚网+植被边坡绿色防护结构理论计算方法；研发了适合锚网植被绿色防护新技术的新型GFRP锚杆材料，研制出了煤系土生态稳固基材，培育出了适合煤系土边坡种植的香根草本植物和多花木兰灌木植物。 |
| 6 | 刘伟宏 | / | 副教授 | 江苏工程职业技术学院（原华东交通大学硕士研究生） | 对项目创新点1、3有贡献：负责围桩土耦合结构室内试验研究和试验数据分析，揭示了围桩-土耦合抗滑结构工作机理；作为骨干参与建立了围桩-土耦合抗滑结构受力模型及耦合效应计算方法。 |
| 7 | 孙洋 | 试验检测部部长 | 高工 | 江西省交通科学研究院有限公司 | 对项目创新点2、4有贡献：作为骨干参与研发边坡位移新型监测装备；参与研发了高边坡智能光纤远程在线监测系统，协助典型岩土边坡安全监测推广应用。 |
| 8 | 胡国平 | / | 讲师 | 河南城建学院（原华东交通大学博士研究生） | 对项目创新点1、4有贡献：作为骨干参与研发了新型拱弦式耦合抗滑结构等全新绿色防护技术；参与建立了基于截面抗弯承载力的微型桩群加固土质边坡理论计算方法。 |
| 9 | 刘优平 | / | 教授 | 南昌工程学院 | 对项目创新点2、4有贡献：作为骨干参与研发框格梁与弹性伸缩柔性锚杆组合的膨胀土边坡新型防护体系；参与研制了适合岩土体大变形和应力量测的智能传感监测装备。 |
| 10 | 黄红元 | / | 讲师 | 南昌工程学院 | 对项目创新点2、4有贡献：作为技术骨干参与研发框格梁与弹性伸缩柔性锚杆组合的膨胀土边坡新型防护体系，建立了边坡岩土体与锚杆耦合作用的计算模型。 |
| 11 | 方焘 | 土木建筑学院副院长 | 教授 | 华东交通大学 | 对项目创新点1、3有贡献：作为骨干参与围桩土耦合结构的研发工作；作为骨干参与了煤系土边坡锚网（GFRP）+植被绿色防护新技术的研发。 |
| 12 | 俞俊平 | / | 工程师 | 江西省交通科学研究院有限公司 | 对项目创新点2、4有贡献：作为骨干参与研发了智能光纤远程在线监测系统，建立了岩土边坡灰色预测模型和模糊综合安全预警方法。 |
| 13 | 马国正 | / | 高级实验师 | 华东交通大学 | 对项目创新点4有贡献：参与提出一种结合GPS相位观测值与全球电离层图提取区域电离层总电子含量的方法，作为技术骨干参与建立了岩土高边坡“空-天-地”一体多源信息监测与预警体系。 |
| 14 | 杨继凯 | / | 工程师 | 江西省公路桥梁工程有限公司（原华东交通大学硕士研究生） | 对项目创新点3有贡献：作为技术骨干参与建立了煤系土边坡土颗粒与流体相互耦合作用的细观力学计算方法，揭示了降雨入渗下煤系土边坡宏细观力学特性及细观变形失稳机理。 |
| 15 | 戴红涛 | / | 工程师 | 江西省交通科学研究院有限公司 | 对项目创新点4有贡献：作为技术骨干参与研制了适合岩土体大变形和应力量测的智能传感监测装备。 |
| 16 | 杨肇熙 | / | 助教 | 中国矿业大学（北京） | 对项目创新点1有贡献：作为技术骨干参与了微型桩群加固土质边坡的理论计算与微型桩加固边坡稳定性的耦合数值分析。 |
| 17 | 郭锴 | / | 实验师 | 华东交通大学 | 对项目创新点1、4有贡献：作为骨干参与研发新型拱弦式耦合抗滑结构等绿色防护技术和煤系土边坡GFRP+植被绿色防护新技术的室内试验与分析。 |
| 18 | 朱利晴 | / | 工程师 | 江西省交通科学研究院有限公司 | 对项目创新点4有贡献：作为技术骨干参与边坡智能监测装备研发，建立了岩土边坡灰色预测模型和模糊综合安全预警方法。 |
| 19 | 李志强 | / | 工程师 | 江西省交通科学研究院有限公司 | 对项目创新点4有贡献：作为技术骨干参与岩土体大变形和应力量测的智能传感监测装备研发，建立高边坡“空-天-地”一体多源信息监测预警体系。 |
| 20 | 吴江鹏 | / | 工程师 | 江西省交通科学研究院有限公司 | 对本项目贡献：作为技术骨干参与岩土体大变形和应力量测的智能传感监测装备研发。 |

# 7、主要完成单位情况

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **排名** | **单位名称** | **对本项目贡献** |
| 1 | 华东交通大学 | 对项目创新点1、2、3、4有贡献：提出整体技术思路，负责项目总体规划和组织方案实施，具体包括：建立了围桩-土耦合抗滑结构受力模型及耦合效应计算方法，提出了一套围桩-土耦合抗滑桩的计算理论和设计方法；研发了新型拱弦式耦合抗滑结构等全新绿色防护技术；研究开发了煤系土边坡玻璃纤维增强材料锚网（GFRP）+植被绿色防护新技术，提出了GFRP锚网植被边坡绿色防护结构理论计算方法；协助建立岩土边坡变形、应力位移等监测平台，提出滑坡预警预报新方法；指导推动本项目创新技术的工程推广应用。 |
| 2 | 江西省交通科学研究院有限公司 | 对项目创新点2、3、4有贡献：：研制了适合岩土体大变形和应力量测的智能传感监测装备；研发了光纤监测现场数据智能采集系统，高效解决了海量监测数据处理和分析的技术难题；研发了智能光纤远程在线监测系统，实现了对岩土边坡变形、应力位移等监测参数远程在线监控；协助完成煤系土边坡玻璃纤维增强材料锚网（GFRP）+植被绿色防护新技术现场试验；大力推广新型围桩-土耦合抗滑结构新技术的工程应用。 |
| 3 | 南昌工程学院 | 对项目创新点2、3、4有贡献：建立了岩土边坡大变形位移和应力光纤监测理论计算方法；提出框格梁与弹性伸缩柔性锚杆组合的膨胀土边坡新型防护体系，有效地抑制了膨胀土边坡反复发生的浅层破坏；建立了煤系土边坡土颗粒与流体相互耦合作用的细观力学计算方法，揭示了降雨入渗下煤系土边坡宏细观力学特性及细观变形失稳机理；协助本项目技术在典型边坡防护工程中推广应用。 |
| 4 | 中国矿业大学（北京） | 对项目创新点1、4有贡献：提出了基于截面抗弯承载力的微型桩群加固土质边坡理论计算方法，揭示了微型桩群加固边坡的加固机制和失效机理；建立了基于强度折减法和二分法的微型桩加固边坡稳定性耦合评价方法；建立了岩土边坡灰色预测模型和模糊综合安全预警方法，实现了岩土边坡失稳预警的综合科学评判；建立了一套岩土高边坡“空-天-地”一体多源信息监测预警体系，实现岩土边坡多维协同监测；协助本项目技术在典型边坡防护中推广应用。 |