

2018 年国家科学技术进步奖推荐项目公示

一、项目名称：复杂山区公路边坡灾害全过程防控新技术及应用

二、推荐单位意见

项目针对我国复杂山区公路建设养护的重大技术需求，以近 10 年来云南、广东公路发展为依托，陆地交通气象灾害防治技术国家工程实验室承建和参建共 5 家单位、150 多名科技人员的联合攻关和集成创新，对边坡灾害全过程防控关键技术问题，开展了深入系统研究。研究起点高，系统性强，具有前瞻性。获取了“安全耐久锚固新技术、钢花管多次分段控制注浆加固支挡创新技术、边坡灾害全过程风险评估技术、边坡灾害监测预警新技术”等四方面创新成果，具有重大突破和创新。项目研究构建了山区公路边坡风险评估、监测预警、工程防治三位一体全过程防控技术体系，建立了“认识—防治—评估—监测—预警—管理”六位一体的创新技术体系。已获得国家发明专利 7 项，计算机软件著作权 2 项；行业和地方指南标准主编(笔)2 部，参编 2 部；出版专著 4 部，发表论文 20 篇，培养了一大批科技人才，推动了行业和区域科技进步与发展。总体技术达到国际先进水平，部分达到国际领先水平。

项目成果实用性强，不仅全面支撑了云南、广东省十余条山区公路建设养护，且在其他八省区公路铁路得到了推广应用，取得了重大经济、社会、环境效益，应用前景十分广阔。

项目成果助推了陆地交通气象灾害防治技术国家工程实验室的申报和建设，为行业科技进步提升做出了贡献。

提名该项目为国家科学技术进步奖 二 等奖。

三、项目简介

项目旨在构建复杂山区公路边坡灾害风险评估、监测预警、工程防治三位一体全过程防控技术体系和“认识-防治-评估-监测-预警-管理”六位一体的创新技术体系，取得以下创新成果：

创新点 1：首创了 3 种预应力锚索边坡锚固新技术：自主研发了“预制锚头”、“双锚固段”预应力锚索，前者通过自制预制锚头，较传统的锚索大幅度提高了安全耐久性和锚固力；后者通过增加外锚固段，解决了传统锚索预应力损失的问题。

基于两种结构组合形成了复合型预应力锚索。创新了设计理论和方法；解决了施工关键技术，建立了质量评定方法。拓宽了预应力锚索在复杂岩土条件下的使用范围，特别是腐蚀地层与沿海腐蚀环境，提升了我国边坡锚固水平。

创新点 2：研发了两种钢花管多次分段控制注浆加固支挡新技术：首创了竖向钢花管多次分段控制注浆加固支挡技术和斜向多次分段控制注浆钢花管（预应力）加固技术，前者实现了岩土体注浆加固和抗滑支挡的共同作用；后者实现了岩土体注浆加固和边坡锚固的共同作用。创新了两种结构的设计理论和方法；解决了注浆“范围控制、分段控制、压力控制”施工关键技术，创立了质量检验方法。为边坡灾害防治提供了先进、快速、经济的加固支挡技术。

创新点 3：构建了山区公路边坡灾害全过程风险评估方法体系：基于安全风险理论，首次建立了公路边坡灾害设计阶段预测评估、施工阶段安全风险评估、运营阶段安全评估的方法，构建了全过程风险评估体系，为我国山区公路边坡灾害的评估提供了途径和方法。

创新点 4：开发了两种边坡监测预警新技术：首次开发了基于分布式光纤的边坡安全监测告警技术，实现了低成本、全覆盖、全天候、实时快速监测告警功能；首次开发了基于阵列式位移传感系统的边坡超深孔监测预警技术，解决了超过 200m 深部位移监测的技术难题。

项目成果全面支撑了云南省十余条山区公路建设养护，且在其他八省区公路铁路得到了推广，近 3 年内部分项目直接经济效益约 3900 万元，其他经济效益过 10 亿，社会、环境效益显著，应用前景十分广阔。项目已获得国家发明专利 7 项、计算机软件著作权 2 项；行业和地方指南标准主编（笔）2 部，参编 2 部；出版专著 4 部，发表论文 20 篇，培养一大批科技人才，推动了行业和区域科技进步与发展。

四、客观评价

项目得到科学技术部、云南省科学技术厅、云南省交通运输厅、云南省科学技术情报院的相关评价，广东省科学技术情报研究所进行了科技查新。

1、国家科学技术部评价结论

科技部高技术中心专家验收意见：提出了“公路路堑边坡和路堤边坡的灾害分类和破坏模式，建立了钢花管多次注浆抗滑体设计计算理论和方法，形成了施

工工艺，用于龙瑞高速龙陵立交高边坡等工程”（创新点 2）；“构建了高原山区公路边坡灾害风险评估、预警标准体系，集成形成了山区公路工程智能预警系统（创新点 3、4），在龙瑞线等边坡工程中进行了实际工程验证，相关成果纳入了省部级规范”。完成了任务书中的预期技术经济指标：“提出钢花管二次注浆抗滑体防治新技术的设计计算理论和方法，力争实现二次注浆微型桩较以往的普通微型桩的抗滑效果提高 15%以上，同类工程应用造价节约 20%以上。”（创新点 2）。

科技部 863 计划现代交通技术领域办公室专家验收意见：“研发了智能注浆和新型智能注浆”（创新点 2）和“公路地质灾害智能远程监测系统”（创新点 4）。

2、云南省科学技术厅评价结论

①对云南高原山区地质灾害进行了区划，总结了各区的降雨特征及地质灾害分布规律；②系统总结了云南高原山区农村公路降雨诱发地质灾害的类型、特点及发生机理；③提出了包括简易支挡技术、生态防护技术、注浆加固技术（创新点 2）及排水技术等在内的云南农村公路地质灾害适宜防治技术；④提出了云南农村公路运营期地质灾害风险评估指标体系，建立了农村公路地质灾害检查养护管理体系（创新点 3）；⑤研发了云南农村公路地质灾害数据库与评价管理系统（创新点 3、4）。

3、云南省交通运输厅评价结论

①系统总结了云南省公路边坡灾害的成套防治技术（创新点 2、3）；②编写了《云南省高原山区公路边坡灾害勘测设计指南》。

4、云南省科学技术情报院评价结论

项目以我国复杂山区公路边坡灾害防控重大需求为导向，以提升我国山区公路边坡灾害防灾减灾技术水平为目标，针对公路边坡灾害防控全过程关键技术问题，运用病害调查、模型试验、数值模拟、现场试验与监测、工程示范等研究手段，开展系统的科学研究与应用，取得以下创新成果：①研发了竖向钢花管、斜向钢锚管多次分段控制注浆加固支挡结构，提出了相应的设计计算方法、施工工艺和检验标准，为公路边坡加固提供了两种快速高效的处置技术（创新点 2）。②研发了“预制锚头”锚索和“双锚固段”锚索等两种新型预应力锚索结构，提出了相应的设计理论、计算方法、施工工艺及质量检测方法，拓宽了预应力锚索在腐蚀地层与破碎松散地层的使用范围，有效提高了锚索锚固力，降低了锚索预应力

损失，增强了预应力锚固边坡的安全耐久性（创新点1）。③提出了公路边坡设计阶段的灾害预测、施工阶段的安全风险评估、运营阶段安全检查与风险评价方法，构建了公路边坡全寿命周期的灾害风险评估体系，为行业相关标准制定奠定了基础（创新点3）。④开发了基于分布式光纤的边坡安全监测告警技术，解决了公路边坡灾害低成本、全覆盖和全天候的监控技术难题；基于阵列式位移与空间形态测量系统(SAA 传感系统)，开发了边坡超深孔监测预警技术，解决了200m以上的超深孔位移监测技术难题（创新点4）。⑤建立了复杂边坡坡体结构与破坏模式之间的关系；提出了基于实时工况的预应力锚索抗滑桩设计计算理论，发展了公路边坡加固工程设计方法。项目研究成果已在云南、广东、福建和浙江等省区20多条公路成功应用，社会经济效益显著，推广应用前景广阔。研究成果总体达到国际先进水平，在竖向钢花管、斜向钢锚管多次分段控制注浆加固支挡结构、“预制锚头”和“双锚固段”新型锚索结构技术达到国际领先水平。

5、科技查新结论

广东省科学技术情报研究所检出与本项目相关的国内文献有81篇，国外文献64篇。国内查新结论：在国内文献及数据库检索中，未发现与本项目整体技术涉及多方面技术组成一体的相同的“复杂山区公路边坡灾害全过程防控新技术及应用”的相同报道，未见有与本项目创新点（查新点）组成的技术特点相同的报道。国外查新结论：未见国外有与本项目创新点（查新点）组成的技术特点相同的报道。

五、推广应用情况

项目成果被建设、设计、施工、管理等单位广泛采用，成果转化率高、系统性强，具有良好应用推广前景。

（1）新型预应力锚索技术在广东省6处典型煤系地层和高液限土边坡灾害整治工点进行应用示范，造价减少2112.86万元，降低15.28%—30.11%，经济优势明显。

（2）钢花管多次分段控制注浆加固支挡新技术已在5条山区公路12个典型工点进行应用示范，尤其在“鲁甸”地震抢险和灾后重建中发挥了作用。在云南、广东等超过20条山区公路、铁路中得到推广，成为公路边坡灾害抢险的实用技术。

(3) 边坡灾害全过程风险评估技术在云南、广东、福建等 28 条高等级公路 3316.41 公里 3570 个工点进行应用示范，成果纳入行业技术指南《高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估指南》全国范围执行。

(4) 边坡灾害监测预警新技术

基于分布式光纤的边坡安全监测告警技术，已在广东、福建、陕西等 4 条公路 9 个工点，太原局吕临铁路 5 个工点进行应用。基于阵列式位移传感系统的边坡超深孔监测预警技术，已在云南、重庆等省市 6 个工点进行应用。

(5) 边坡工程设计理论与方法相关成果纳入云南省地方标准《公路路堑边坡支护工程勘察设计指南》，交通部行业标准《公路滑坡防治设计规范》，铁路行业技术指南《铁路工务技术手册（路基）》。

表 6.1 主要应用单位情况表

应用单位名称	应用技术	应用的起止时间	应用单位联系人/电话	应用情况
云南省楚雄州交通运输局	钢花管多次分段控制注浆加固支挡新技术	2013.11~2015.03	袁才/13987078561	良好
昭通市交通运输局	钢花管多次分段控制注浆加固支挡新技术、边坡灾害全过程风险评估技术	2014.08~2015.03	雷光亮 /0870-2220661	良好
元阳至绿春二级公路建设指挥部	钢花管多次分段控制注浆加固支挡新技术	2011.12~2012.04	姬志屏 /13908730594	良好
中交第二航务工程局有限公司	钢花管多次分段控制注浆加固支挡新技术	2014.05~2015.01	胡承文 /027-83920500	良好
广东晶通公路工程建设集团有限公司	钢花管多次分段控制注浆加固支挡新技术/新型预应力锚索技术	2014.09~2015.04	黄冠群 /18575301198	良好
中建路桥集团有限公司	钢花管多次分段控制注浆加固支挡新技术/新型预应力锚索技术	2014.09~2015.03	魏基然 /15712193210	良好
中交第二公路勘察设计院有限公司	边坡工程设计理论与方法	2010.01~2015.03	吴万平 /027-84214041	良好
中国铁路总公司防洪办	钢花管多次分段控制注浆加固支挡新技术/边坡工程设计理论与方法	2010.01~2015.03	朱瑞龙 /13910831872	良好

六、主要知识产权证明目录

知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人	发明专利有效状态
发明专利	复合型预应力锚索结构及其施工方法	中国	ZL 201510197001.4	2016年06月22日	第2119369号	万军利	张玉芳; 邱利锐; 刘伟; 万军利	专利权维持
发明专利	钢花管控制注浆抗滑复合结构及其快速施工方法	中国	ZL 201310431743.X	2015年11月25日	第1850846号	张玉芳; 李卫民 王春生; 陈振秀	张玉芳; 李卫民; 王春生; 陈振秀; 魏少伟; 向润泽; 颜志雄	专利权维持
发明专利	斜向控制注浆钢锚管框架及其施工方法	中国	ZL 201310378502.3	2016年02月03日	第1943813号	张玉芳; 李卫民; 魏少伟	张玉芳; 李卫民; 魏少伟; 向润泽; 颜志雄	专利权维持
发明专利	一种可测深注浆管及测深方法	中国	ZL 201310406459.7	2015年11月25日	第1851023号	中铁西北科学研究院有限公司深圳南方分院	廖小平; 朱本珍; 王建松; 赵杰; 刘庆元; 林灿阳; 高和斌; 杨 军; 吴志刚	专利权维持
发明专利	混凝土梁锚下预应力检测的方法及实现该方法的装置	中国	ZL 200810190261.9	2012年06月06日	第968222号	中铁西北科学研究院有限公司深圳南方分院	王建松; 朱本珍; 刘庆元; 廖小平; 黄喆	专利权维持
发明专利	预制锚头压力型锚索结构及其施工方法	中国	ZL 201510197995.X	2016年11月16日	第2293527号	万军利	张玉芳; 陈达章; 刘伟; 万军利; 敖道朝	专利权维持
发明专利	双锚固段预应力锚索结构及其施工方法	中国	ZL 201510198480.1	2017年02月28日	无	万军利	张玉芳; 敖道朝; 刘伟; 万军利; 陈达章	授权

计算机软件 著作权	高速公路路堑高边坡工程 施工安全风险评估移动应用系统(iOS版)V1.0	中国	2016SR259880	2016年09月13日	软著登字第1438497号	云南省交通规划设计研究院	云南省交通规划设计研究院	取得权利
计算机软件 著作权	公路工程监测信息管理 预警预测系统 V2014	中国	2015SR060149	2015年04月07日	软著登字第0947235号	云南省交通规划设计研究院	云南省交通规划设计研究院	取得权利
实用新型专利	基于 RS485 总线技术的 多节点超长深部位移监测系统	中国	ZL201620419210.9	2016年11月23日	第 5698209 号	云南省交通规划设计研究院；北京中力智研物联科技有限公司	李果；房锐；刘晓宇；胡承宇；郭彪；余相贵；叶咸；王兴昆；丁志林；侯岳峰	专利权维持

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目技术创造性贡献
张玉芳	1	工程实验室副主任	正高级	中国铁道科学研究院	中国铁道科学研究院	<p>1.项目技术负责人，主持主要创新成果的研发。</p> <p>2.对项目创新点1、2、3做出了创造性贡献，旁证材料：①发明专利5项、②行业技术指南1部、地方标准1项、③专著2部、④论文3篇、⑤项目验收证明3.投入项目的工作量约占本人总工作量80%。</p>
刘永才	2	院长	正高级	云南省交通规划设计研究院	云南省交通规划设计研究院	<p>1.项目总体负责人，制定项目研究整体计划，统领各项研究工作开展，组织制定和实施地方规程，主导各项研究成果推广。</p> <p>2.对项目创新点4做出了创造性贡献，对创新点1、3做出了重要贡献。旁证材料：①计算机软件著作权2项②合作专著1部、③项目验收证明。</p> <p>3.投入项目的工作量约占本人总工作量65%。</p>
廖小平	3	副总工	正高级	中铁西北科学研究院有限公司	中铁西北科学研究院有限公司	<p>1.创新点1、3、4中的部分研发工作。</p> <p>2.对项目创新点5做出了创造性贡献；对创新点1中“基于可测深注浆管的锚孔深度检测方法”及锚下预应力检测方法”、对创新点3中“运营阶段高速公路边坡安全检查标准与风险评估方法”、对创新点4中“开发了基于分布式光纤的边坡安全监测告警技术”做出了重要贡献。旁证材料：①发明专利2项、②行业标准1项、③专著1部、④实用新型专利1项。</p> <p>3.投入项目的工作量约占本人总工作量的70%。</p>
房锐	4	副院长	正高级	云南省交通规划设计研究院	云南省交通规划设计研究院	<p>1.项目技术管理负责人，负责项目立项、验收、评价及各项研究工作的安排落实。</p> <p>2.对项目创新点4中“基于阵列式位移传感系统的边坡超深孔监测预警技术”的成果做出了创造性贡献；对创新点1、3做出了重要贡献。旁证材料：①实用新型专利1项、②计算机软件著作权2项、；③地方标准1项、④合作专著2部、⑤项目验收证明。</p> <p>3.投入项目的工作量约占本人总工作量的70%。</p>
敖道朝	5	总工程师	副高级	广东省高速公路有限公司	广东省高速公路有限公司	<p>1.项目技术管理骨干，负责项目立项、验收、评价及各项研究工作的安排落实。</p> <p>2.对项目创新点1做出了重要贡献，负责依托工程实施。旁证材料：①发明专利1项、②</p>

						项目验收证明。 3.投入项目的工作量约占本人总工作量的 70%。
魏少伟	6		副高级	中国铁道科学研究院	中国铁道科学研究院	1.创新点 2 的主创人员。 2.对项目创新点 2 中“现场试验、模型试验、试验结果分析”做出了创造性贡献；对创新点 3 中“工程应用与案例分析”、在创新点 5 中“边坡灾害机理典型实例分析”做出了重要贡献。旁证材料：①发明专利 2 项、②论文 4 篇、③项目验收证明。 3.投入项目的工作量约占本人总工作量的 70%。
李果	7	国家工程实验室边坡中心主任	副高级	云南省交通规划设计研究院	云南省交通规划设计研究院	创新点 4 的主创人员。投入项目的工作量约占本人总工作量的 70%。对项目创新点 4 中“现场试验、仪器、数据分析”做出了创造性贡献；对创新点 3 中“工程应用与案例分析”做出了重要贡献。旁证材料：①实用新型专利 1 项（附件 26）；②计算机软件著作权 2 项（附件 24、25）③参编地方标准 1 项（附件 28）；④论文 2 篇（附件 35、36）⑤项目验收证明（附件 07）。
谢忠	8	常务副指挥长	副高级	云南省交通投资建设集团有限公司（原名为：云南省公路开发投资有限责任公司）	云南省交通投资建设集团有限公司（原名为：云南省公路开发投资有限责任公司）	负责创新点 2 的主要研发工作，创新点 4、5 中的部分研发工作。投入项目的工作量约占本人总工作量的 70%。2、对项目创新点 2 中“现场试验、模型试验、试验结果分析”做出了创造性贡献；对创新点 4 中“基于 SAA 超深孔监测技术”、在创新点 5 中“边坡灾害防治工程设计”做出了重要贡献。旁证材料：①发明专利 3 项（附件 03、22、23）；②参编行业技术指南 1 部（附件 30）；③项目验收证明（附件 07、08、09）。
万军利	9	国家工程实验室边坡中心副主任	中级	中国铁道科学研究院	中国铁道科学研究院	负责创新点 2 的主要研发工作，创新点 4、5 中的部分研发工作。投入项目的工作量约占本人总工作量的 70%。对项目创新点 2 中“现场试验、模型试验、试验结果分析”做出了创造性贡献；对创新点 4 中“基于 SAA 超深孔监测技术”、在创新点 5 中“边坡灾害防治工程设计”做出了重要贡献。旁证材料：①发明专利 3 项（附件 03、22、23）；②参编行业技术指南 1 部（附件 30）；③项目验收证明（附件 07、08、09）。
李春晓	10	国家工程实验室技术研发部部长	正高级	云南省交通规划设计研究院	云南省交通规划设计研究院	项目研发骨干，负责项目计划安排、研究质量检查。投入项目的工作量约占本人总工作量的 70%。对项目创新点 1 中“现场试验、模型建造、设计方案优化”的成果做出了重要贡献；对创新点 3 中“工程应用与案例分析，开发风险评估软件”、在创新点 5 中“边坡灾害机理典型实例分析”做出了重要贡献。旁证材料：①计算机软件著作权 2 项（附件 24、25）；②合作专著 1 部（附件 33）；

						③参编地方标准 1 项（附件 28）；④项目验收证明（附件 07）。
--	--	--	--	--	--	------------------------------------

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位	创新推广贡献
云南省交通规划设计研究院	<p>全面协调各参建单位的技术力量，投入到本项目研究工作，统一协调对外关系；负责制定项目研究整体规划、落实研究经费和依托工程，组织实施各项研究工作的开展，承担项目验收、评价、推广应用等工作。</p> <p>2.对创新点 2、4 做出了创造性贡献，对创新点 3、5 做出了重要贡献。</p> <p>在科技创新成果 1 中，将竖向钢花管多次分段控制注浆加固支撑技术和斜向钢锚管多次分段控制注浆锚固技术，成功应用在龙瑞、元绿等多条山区公路边坡灾害防治中，特别是在鲁甸地震抢险救灾中做出了突出贡献。</p> <p>在科技创新成果 3 中，将全过程风险评估方法体系应用于高速公路边坡管理，开发的“高速公路路堑边坡工程施工安全风险评估移动应用系统（iOS 版）V1.0”软件，获计算机软件著作权，成功应用在腾陇、小磨等十多条山区公路边坡灾害评估中。特别是在鲁甸、彝良地震震后地质灾害评估及应急抢险中发挥了巨大作用。</p> <p>在科技创新成果 4 中，开发了“基于 RS485 总线技术的多节点超长深部位移监测系统”，解决了超深孔深部位移监测的技术难题，获实用新型专利；研发的“公路工程监测信息管理预警预测系统 V2014”获计算机软件著作权。</p>
中国铁道科学研究院	<p>对创新点 1、2、3 做出了创造性贡献，对创新点 4、5 做出了重要贡献。</p> <p>在科技创新成果 1 中，研发了两种钢花管多次分段控制注浆加固支撑创新技术，获国家发明专利 2 项：“钢花管控制注浆抗滑复合结构及其快速施工方法”、“斜向控制注浆钢锚管框架及其施工方法”。在云南、广东等省区二十几条山区公路、十几条山区铁路边坡灾害防治中成功运用，为边坡灾害防治提供了先进快速加固支撑技术。</p> <p>在科技创新成果 2 中，创新了三种预应力锚索边坡锚固技术，获国家发明专利 3 项：“预制锚头压力型锚索结构及其施工方法”、“双锚固段预应力锚索结构及其施工方法”、“复合型预应力锚索结构及其施工方法”，在广东山区高速公路建设中得到成功应用。</p> <p>在科技创新成果 3 中，构建了边坡灾害的全过程风险评估体系，主笔编写了交通部行业技术指南《高速公路路堑高边坡工程施工安全风险评估指南》。</p> <p>在科技创新成果 4 中，参与解决了超深孔深部位移监测难题，提升了边坡灾害监测水平。</p> <p>版《边坡病害及治理工程效果评价》和《高轻型支撑技术及应用》2 部专著。</p>
中铁西北科学研究院有限公司	<p>对创新点 1 做出了创造性的贡献，对创新点 3、4 做出了重要贡献。</p> <p>在科技创新成果 2 中，提出了“混凝土梁锚下预应力检测的方法及实现该方法的装置”和“一种可测深注浆管及测深方法”，获国家发明专利 2 项，建立了一套边坡预应力锚索（杆）锚孔深度检测标准及锚下预应力检测方法，并成功应用于云南、福建、广东等省区 10 余条山区高速公路边坡锚固工程施工质量检测中。</p> <p>在科技创新成果 3 中，基于风险管理理念，提出了运营阶段高速公路边坡安全检查标准与风险评估方法，并成功地应用于云南、浙江、福建、广东等省区多条山区高速公路边坡安全风险评价与管理。</p> <p>在科技创新成果 4 中，基于 OTDR 技术开发了边坡安全监测告警系统，获实用新</p>

	<p>型专利 1 项：“边坡无源监测预警系统”，实现了低成本、全覆盖、全天候、实时快速边坡安全监测告警功能。</p> <p>在科技创新成果 5 中，完善和发展了边坡工程设计理论和方法，出版专著 1 部《路堑边坡工程理论与实践》，其中，边坡变形破坏模式与滑坡灾害防治对策模型、公路滑坡灾害前期预测和后期预警技术、动态设计理论和方法等部分内容纳入《公路滑坡防治设计规范》，提出的基于实时工况的锚索抗滑桩有限差分设计计算方法纳入《铁路工务技术手册（路基）》。</p>
<p>云南省交通投资建设集团有限公司（原名为：云南省公路开发投资有限责任公司）</p>	<p>对创新成果 2、3、4 做出了重要贡献，特别是在成果推广应用方面贡献突出。</p> <p>在科技创新成果 1 中，负责龙瑞高速公路竖向钢花管多次分段控制注浆加固支撑技术依托工程落实、模型建造和现场试验。</p> <p>在科技创新成果 3 中，参与“高速公路路堑边坡工程施工安全风险评估移动应用系统（iOS 版）V1.0”的开发工作，将工程建设实际需要与程序功能结构衔接，并负责推广应用。</p> <p>在科技创新成果 4 中，参与“公路工程监测信息管理预警预测系统 V2014”的开发工作，将工程建设实际需求与程序功能结构衔接，并负责推广应用。</p> <p>我司承担了云南省大部分山区高速公路建设与养护，为项目研究提供依托条件，为创新成功验证，提高了保障条件。项目成果在我司十几条复杂山区高速公路建设和养护管理中得到成功应用。</p>
<p>广东省高速公路有限公司</p>	<p>对创新点做出了创造性贡献，对创新点 4 做出了重要贡献。在科技创新成果 1 中，创新了三种预应力锚索边坡锚固技术，获国家发明专利 3 项：“预制锚头压力型锚索结构及其施工方法”、“双锚固段预应力锚索结构及其施工方法”、“复合型预应力锚索结构及其施工方法”，在广东山区高速公路建设中得到成功应用。</p>

九、完成人合作关系说明

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	证明材料	备注
1	共同知识产权合作	张玉芳；魏少伟	2013 年	钢花管控制注浆抗滑复合结构及其快速施工方法、斜向控制注浆钢锚管框架及其施工方法	发明专利	
2	共同知识产权合作	张玉芳；敖道朝；万军利	2015 年	复合型预应力锚索结构及其施工方法、预制锚头压力型锚索结构及其施工方法、双锚固段预应力锚索结构及其施工方法	发明专利	
3	共同知识产权合作	房锐/4；李果/6	2008 年~2015 年	基于 RS485 总线技术的多节点超长深部位移监测系统	实用新型专利	
4	共同成果	刘永才/2；房锐/4；李春晓/9	2010 年	《山区高速公路勘察设计技术》	专著	
5	共同成果	张玉芳/1；房锐/4	2010 年	《高轻型支挡技术及应用》	专著	
6	共同成果	张玉芳；房锐；魏少伟；万军利	2011 年	云南省公路边坡灾害区划及适宜防治技术研究	获奖证书	
7	共同立项	张玉芳；刘永才；房锐；魏少伟；李果；谢忠，万军利，李春晓	2012 年	高原山区公路工程防灾减灾综合技术及智能预警系统研究与应用示范	项目验收证书	
8	共同立项	张玉芳，房锐，魏少伟，万军利	2008 年	云南省公路边坡灾害区划及适宜防治技术研究	项目鉴定证书	
9	工艺规范	张玉芳；房锐；李果，李春晓	2016 年	公路路堑边坡支护工程勘察设计指南（DB53T/2014-2015）	行业标准	