

一、项目名称

公路工程抗震防灾与重载交通技术研究及应用

二、项目来源

本项目为云南省交通运输厅科技计划项目，项目编号：云交科教[2016]160号-（一）。

三、项目简介

本项目成果主要应用在道路工程、桥梁工程和交通工程等领域。

项目依托云南武定至易门高速公路建设工程，以云南等强地震区公路工程构造物的建设和管理为研究对象，对影响交通生命线保通和安全的重要构筑物（桥梁结构，挡土墙结构）的抗震性能，及其超限超载汽车荷载治理等方面进行了系统研究。针对三种典型常规中小跨径桥梁结构，通过有限元模型系统分析了不同跨径、墩高、场地和地震波特性下，典型桥梁结构在 0.4g 及以上强地震区的地震性能响应趋势；研发了新型 **HIRB** 高性能板式减震橡胶支座并已成功应用于依托过程中，支座本身费用合计节约近 50%；得到了柔性加筋土路堤静力作用下的变形规律；系统分析了不同断面布筋方式、格栅布置形式下路堤的坡面水平及坡顶沉降变形规律、土压力变化规律以及格栅受力规律；提出的柔性加筋土路堤已成功应用于依托工程路基拓宽路段和新建填土路堤段，优化了结构本体的抗震性能；编制形成了“钢丝网加劲层板式减震橡胶支座应用技术指南”和“柔性土工格栅反包型加筋路堤设计与施工技术指南”，更好的指导了项目的实施；调研收集了总计 420 万辆车辆的荷载数据，对不同测点车辆的荷载概率分布情况、超载情况进行了系统分析与研究。项目研究成果提升了依托工程的施工质量与品质，节约了工程造价。解决了强地震区中小跨径桥梁抗震的

关键技术问题，更是填补了我国强地震区连续梁桥抗震设计研究的空白，形成有关的实用产品和应用技术指南和标准更具有广阔的应用前景和经济效益。

四、候选人对项目的贡献

姓名	排名	技术职称	工作单位	对本项目技术创造性贡献
周应新	1	正高级工程师	云南省交通投资建设集团有限公司	项目总负责人，负责项目的总体组织、协调，监督指导项目研究内容的实施，提出关键技术研发总体创新思路，审核相关技术成果等工作内容。指导实施了土工格栅反包型加筋公路路堤抗震振动台试验，验证了新型土工格栅反包型加筋路堤体系抗震的可靠性；课题总研究报告的编写和分研究报告的审定。获得专利 1 项，发表论文 3 篇。
鲍卫刚	2	成绩优异高级工程师	中交基础设施养护集团有限公司	负责项目的总体技术方案的制定与实施、关键技术突破以及难点问题攻克，对主要技术成果做出了重要贡献：指导实施了土工格栅反包型加筋公路路堤抗震振动台试验，验证了新型土工格栅反包型加筋路堤体系抗震的可靠性；课题总研究报告的编写和分研究报告的审定。
钱正富	3	高级工程师	云南武易高速公路有限公司	参与项目的总体技术方案的制定与实施、关键技术突破以及难点问题攻克，对主要技术成果做出了重要贡献：指导实施了土工格栅反包型加筋公路路堤抗震振动台试验，验证了新型土工格栅反包型加筋路堤体系抗震的可靠性；课题总研究报告的编写和分研究报告的审定。发表论文 1 篇。
袁万城	4	教授	同济大学	项目主要技术负责人，负责本项目抗震课题的科研计划制定实施、关键技术突破以及难点问题攻克，对主要技术成果做出了重要贡献：1) 开拓性地提出适用于高烈度区中小跨径连续梁桥的新型板式橡胶减震支座。2) 组织完成单位开展大比例尺模型桥振动台试验对比验证了新型板式橡胶减震支座的有效性以及可靠性；3) 发表学术论文 3 篇，获得专利 6 项。

刘延芳	5	教授级高工	中交基础设施养护集团有限公司	负责项目的技术理论研究工作，对主要技术成果做出了重要贡献：（1）指导强地震区典型桥梁结构抗震性能评估技术研究；（2）组织实施了大比例尺模型桥振动台试验，验证了新型板式橡胶减震支座减震体系的有效性以及可靠性；（3）指导柔性加筋土挡墙的设计与振动台试验。
方绍林	6	正高级工程师	云南武易高速公路有限公司	参与项目调研、理论分析及工程应用等工作内容。具体贡献包括：1）参与柔性加筋土挡墙的设计与振动台试验；2）依托工程实施效果分析。
唐忠林	7	高级工程师	云南武易高速公路有限公司	参与项目调研、理论分析及工程应用等工作内容。具体贡献包括：1）参与重载交通荷载管理研究；2）依托工程实施。
唐亮	8	教授	哈尔滨工业大学	负责本项目柔性加筋土挡墙抗震课题的科研计划制定与实施，对主要技术成果做出了重要贡献：1）发明了新式的土工格栅反包型加筋公路路堤结构体系技术；2）组织实施了土工格栅反包型加筋公路路堤抗震振动台试验，验证了新型土工格栅反包型加筋路堤体系抗震的可靠性；3）完成了土工格栅反包型加筋公路路堤抗震性能的影响效应分析；4）发表SCI期刊论文5篇，授权国家发明专利和实用新型专利各1项。
胡德军	9	助理工程师	云南武易高速公路有限公司	参与项目调研、理论分析及工程应用等工作内容。具体贡献包括：1）参与开展大比例尺模型桥振动台试验对比验证了新型板式橡胶减震支座的有效性以及可靠性；2）依托工程实施效果分析；3）获得专利1项。

五、候选单位对项目的贡献

单位名称	排名	创新推广贡献
云南省交通投资建设集团有限公司	1	项目总体负责单位，主要负责项目全面协调、制定总体技术路线、审查研究成果质量等工作，主要贡献如下： （1）负责对项目进度进行协调、进度把控； （2）组织协调依托工程实地踏勘及调研； （3）参与项目研究路线制定及项目文件的质量审核； （4）组织依托工程实施； （5）获得专利 1 项，发表论文 3 篇。
云南武易高速公路有限公司	2	负责项目研究的总体协调、依托工程组织实施、组织成果推广等工作，主要贡献如下： （1）负责对项目进度进行协调、进度把控； （2）组织协调依托工程实地踏勘及调研； （3）参与项目研究路线制定及项目文件的质量审核； （4）组织依托工程实施； （5）获得专利 1 项，发表论文 3 篇。
中交基础设施养护集团有限公司	3	负责子题柔性加筋土路堤抗震性能研究，提出了柔性加筋土路堤，计算分析得到了柔性加筋土路堤静力作用下的变形规律；系统分析了不同断面布筋方式、格栅布置形式下路堤的坡面水平及坡顶沉降变形规律、土压力变化规律以及格栅受力规律。实际指导应用于云南武易高速公路 WLK6+205—WLK6+280 路基拓宽路段和云南武易高速公路九厂支线 K0+060—K0+100 填土路堤段。承担连梁装置的抗震分析研究工作，以及连梁抗震装置的设计，指导振动台试件和抗震支座和连梁装置的设计；负责重载交通荷载管理研究中汽车荷载的概率分布分析和超宽桥梁的汽车荷载的多车道相遇概率分析
云南交投集团投资有限公司	4	负责项目研究的总体协调、依托工程组织实施、组织成果推广等工作，主要贡献如下： （1）负责对项目进度进行协调、进度把控； （2）组织协调依托工程实地踏勘及调研； （3）参与项目研究路线制定及项目文件的质量审核； （4）组织依托工程实施； （5）获得专利 1 项，发表论文 3 篇。
同济大学	5	负责子课题一 0.4g 以上强地震区中小跨径公路桥梁结构抗震性能评估及新型减隔震装置和防落梁装置的开发研究，（1）系统计算分析了 0.40g 强地震区中小跨径桥梁的抗震性能，得到了不同桥梁结构在不同地震作用荷载下的响应规律，评估了常规桥梁结构的抗震性能，为强地震区中小跨径桥梁的建设提供了技术支持； （2）研发了力学性能优越的新型高性能板式减震橡胶支座，揭示了其受力变形机理，通过振动台试验验证了其减震效果，并制定了相关的应用技术指南；

哈尔滨工业大学	6	参与子题柔性加筋土路堤抗震性能研究及振动台试验,提出的柔性加筋土路堤,阐明了反包型土工格栅加筋路堤在渗流和应力场耦合作用下的受力机理,得到了不同高度路堤的应力变化规律和强震作用下路堤沿高度的加速度放大系数变化规律,提出了土工格栅加筋路堤沉降预测方法。编制形成了“柔性土工格栅反包型加筋路堤设计与施工技术指南”
云南交投集团云岭建设有限公司	7	负责云南武易高速公路多依村1号桥、吴家村大桥的HIRB高性能板式减震橡胶支座依托工程现场实施。

六、专利、软件著作权等授权情况

知识产权(标准)类别	知识产权(标准)具体名称	国家(地区)	授权号(标准编号)	授权(标准发布)日期	证书编号(标准批准发布部门)	权利人(标准起草单位)	发明人(标准起草人)	发明专利(标准)有效状态
发明专利	一种连续梁桥预载弹簧临时固结装置	中国	ZL 2018 1 0376956.X	2018年04月25日	3466011号	云南武易高速公路建设指挥部,中交基础设施养护集团有限公司	周应新,刘延芳,汪永林,鲍卫刚,张晓锋,涂金平,钱正富,李文,曾维成	有效
发明专利	高强细密钢丝网加劲钢纤维复合高阻尼橡胶支座	中国	ZL 2014 1 0267977.X	2016年08月24日	2202132号	同济大学,江苏万宝桥梁构件有限公司	黄石,袁万城,李涵,党新志,王凤鸣,刘世佳,荣肇骏	有效

实用新型专利	高性能板式减震橡胶支座	中国	ZL 2015 2 0927833.2	2016年05月18日	5215669号	同济大学, 上海彭浦橡胶制品有限公司	李涵, 袁万城, 吴德兴, 田圣泽, 袁新哲, 党新志	有效
实用新型专利	一种生态柔性土工格栅加筋码头	中国	ZL 2017 2 1105122.2	2018年04月17日	7218233号	郑州大学	黄亮, 王俊杰, 张曦君, 朱佳华, 侯玉洁, 王博, 徐伟, 赵常, 张新月, 马艳, 潘艳萍	有效
实用新型专利	钢筋加劲型减震橡胶支座	中国	ZL 2012 2 0695177.4	2013年06月26日	2990678号	同济大学	王凤鸣, 刘世佳, 高康, 黄石, 杨浩林, 袁万城	有效
实用新型专利	钢纤维板式橡胶支座	中国	ZL 2012 2 0695343.0	2013年06月26日	2989736号	同济大学	黄石, 袁万城, 刘世佳, 高康, 王凤鸣, 贺金海	有效
实用新型专利	钢筋网加劲橡胶支座	中国	ZL 2012 2 0695176.X	2013年06月26日	2989694号	同济大学	刘世佳, 王凤鸣, 黄石, 高康, 游科华, 袁万城	有效
实用新型专利	纤维布约束式橡胶支座	中国	ZL 2012 2 0699381.3	2013年07月17日	3038281号	同济大学	高康, 王凤鸣, 刘世佳, 黄石, 庞于涛, 袁万城	有效

七、论文、专著发表情况

序号	论文、专著名称	刊名、出版社	作者	刊期、刊号	页码
1	Analysis of Factors Affecting Seismic Response of Medium and Small Span Continuous Beam Bridges Under Strong Earthquake and Performance Evaluation	2018 3rd International Conference on Smart City and Systems Engineering (ICSCSE)	Wang Si-jie,Zhou Ying-Xin;Qian Zheng-Fu;Zeng Wei-Cheng;Yuan Wan-Cheng;Dang Xin-Zhi	ISBN-13:978-1-7281-1366-1	167-173
2	基于震后路网保通的公路工程抗震重要性修正系数的思考	公路	钱坤;侯建伟;刘延芳;鲍卫刚	2018,48(S2)	948-952
3	基于桥墩静力延性能力的连续梁桥搭接长度研究	桥梁建设	刘延芳;鲍卫刚	2015,45(4)	64-68
4	多灾害桥梁设计研究与发展	建筑结构	马婧;周应新;汪永林;袁万城;党新志	2018,48(S2)	948-952
5	山区公路桥梁高性能板式减震橡胶支座振动台试验	同济大学学报	李涵;周应新;钱正富;袁万城	2019,9	1244-1251
6	Numerical study on ground improvement for liquefaction mitigation using stone columns encased with geosynthetics	Geotextiles and Geomembranes	Liang Tang; Shengyi Cong; Xianzhang Ling; Jinchi Lu; Ahmed Elgamal	43(2)	190-195
7	Three-dimensional analysis of geosynthetic-encased granular columns for liquefaction mitigation	Geosynthetics International	Tang, L	24(1)	45-59

八、曾获科技奖励情况

2019 年度中国交通运输协会二等奖。