

安徽省科学技术奖提名项目公示内容

(2019 年度)

一、项目名称

斜拉桥同向回转拉索体系技术与工程应用

二、提名者及提名意见

1. 推荐单位

安徽省交通运输厅

2. 提名意见

斜拉桥是大跨径桥梁采用的主要桥型之一，在其设计、建设直至营运期间经常会遇到如何处理混凝土索塔的锚索开裂难题，这也是国际桥梁界重点关注的问题。项目依托徐明高速公路五河淮河大桥、芜湖长江二桥等工程，成功研发出一种塔上环绕、桥面锚固的同向回转拉索体系，从原理上实现了索塔的非拉应力锚索，在应用后从根本上解决了索塔的锚索开裂问题。

项目的主要技术工作和技术发明有：（1）进行拉索数值分析研究，开展拉索定位、抗滑移、抗磨损疲劳设计和试验研究，提出了同向回转拉索工作原理和设计方法；（2）编制了同向回转拉索技术标准，研发出同向回转拉索系列产品；（3）进行桥梁总体结构、索塔和主梁局部构造数值分析和工程实践，形成了同向回转拉索桥梁系列和延伸技术。

项目成果已获国家发明专利 11 项、实用新型专利 25 项、软件著作权 1 项，先后获 2014 年全球 Be 创新奖、2015 年中国公路学会科学技术一等奖、2018 年国际桥梁大会乔治·理查德森奖。

项目整体技术已在徐明高速公路五河淮河大桥、芜湖长江二桥主跨 806m 柱式双塔钢箱梁斜拉桥主桥上得到成功应用。相关技术已推广应用至徐明高速公路怀洪新河大桥、芜湖长江二桥引桥等多座桥梁上。近 3 年，应用工程节约投资 0.9623 亿元，应用单位新增销售额 2.3798 亿元，新增利润 1.5199 亿元。

项目技术具有原创性，达到国际领先水平，应用效益显著，推动了斜拉桥的理论研究和科技进步。

鉴于以上所述，郑重推荐“斜拉桥同向回转拉索体系技术与工程应用”项目为 2019 年度安徽省科学技术奖科技进步类一等奖。

三、项目简介

1. 立项背景

大跨径斜拉桥普遍采用混凝土箱形索塔以获得更高的承载能力，但如何应对索塔锚索塔壁的受拉开裂风险，一直是国际桥梁界重点关注的问题和难题。近 30 年来，人们先后发展出环绕塔壁的预应力构造、可以平衡部分拉力的索塔内钢锚箱和钢锚梁结构，但塔壁受拉开裂的现象在国内外仍时有披露。分析原因，在于上述技术并没从根本上改变索塔锚索塔壁的受拉状态。

针对上述问题和难题，项目结合五河淮河大桥、芜湖长江二桥建设工程需求，突破传统

思维,提出一种同向回转拉索解决方案,即将拉索连续绕过塔柱,在索塔同一侧主梁上锚固,变索塔锚索产生的塔壁拉力为环向压力,从而从根本上解决了索塔的锚索开裂问题,以此进一步构建出采用同向回转拉索技术的系列桥梁型式,形成完整解决方案。

2. 主要技术内容

在进一步解决结构受力、拉索定位、塔型适配、系统配套等问题的过程中,项目完成了以下主要技术工作:

(1) 进行拉索数值分析研究,开展拉索定位、抗滑移、抗磨蚀疲劳设计和试验研究,提出了同向回转拉索工作原理和设计方法。

(2) 编制了同向回转拉索技术标准,研发出同向回转拉索系列产品。

(3) 进行桥梁总体结构、索塔和主梁局部构造数值分析和工程实践,形成了同向回转拉索桥梁系列和延伸技术。

3. 专利和知识产权

项目成果已获中国发明专利 11 项、实用新型专利 25 项、软件著作权 1 项;编制安徽省地方标准《同向回转拉索体系设计、施工与验收技术规程》(DB34/T3049-2017)、中国公路学会团体标准《同向回转拉索技术指南》(T/CHTS10002-2018),参编交通运输部行业标准《公路斜拉桥设计细则》(JTG/T D65-01)。

4. 技术经济指标

项目提出 1 种同向回转拉索工作原理、1 种同向回转拉索设计方法、1 种采用同向回转拉索技术的桥梁系列,研发 1 种新型鞍座、1 种新型索股、2 种新型锚拉板、1 套桥梁斜向阻尼约束系统。

索塔实现无拉应力锚索,三向受压应力在 7Mpa 以下。索塔锚索结构用钢和造价减少 70% 左右。索塔长细比突破 50,用材减少 20% 左右。

5. 应用推广情况

项目整体技术先后成功应用于徐明高速五河淮河大桥主跨 246m 柱式独塔混合梁斜拉桥主桥、芜湖长江二桥主跨 806m 柱式双塔钢箱梁斜拉桥主桥。

夹持型鞍座、自防护索股技术已推广至徐明高速怀洪新河和新汴河大桥、济祁高速寿阳淮河大桥、北沿江高速裕溪河大桥、芜湖长江二桥两引桥。

系统夹持、磨蚀疲劳试验技术已成为工程建设各方进行产品质量与性能判断的重要方法。夹持型鞍座、自防护索股技术已在国内形成专项生产线。

6. 经济及社会效益

近 3 年,应用工程节约投资 0.9623 亿元,应用单位新增销售额 2.3798 亿元,新增利润 1.5199 亿元。

项目技术填补了行业空白,提升了行业国际影响,经范立础院士等专家鉴定为国际领先水平,被交通运输部评价为交通领域为数不多的原始创新,先后获 2014 年全球 Be 创新奖、2015 年中国公路学会科学技术一等奖、2018 年国际桥梁大会乔治·理查德森奖。

四、客观评价

1. 鉴定、验收、审查意见

1) 同向回转拉索体系研究鉴定意见、验收意见

2013 年 3 月,安徽省交通运输厅主持《同向回转拉索体系研究》项目成果鉴定、验收会。由范立础院士、邵长宇设计大师等组成的委员会一致同意课题取得如下创新成果:

①创新性地提出了同向回转拉索体系,降低了鞍座两侧拉索的不平衡力,解决了斜拉桥

中由于不平衡力过大而无法采用鞍座式索塔锚固区的问题,改变了常规索塔锚索区受力机理,避免了在索塔锚固区产生拉应力,提高了索塔的耐久性。②首次完成了小半径大转角鞍座系统疲劳试验,验证了钢绞线在小半径大转角鞍座系统中的疲劳性能及安装、张拉和拆换工艺的可行性,填补了国内鞍座系统疲劳试验的空白。③通过理论分、试验研究和工地实践相结合的系列研究,完成同向回转拉索体系设计及实桥试验。形成了设计、制造加工、施工安装成套技术。以上成果为同向回转拉索体系的推广应用提供了技术支持,社会经济效益显著。

委员会评价课题研究成果具有创新性、实用性,总体达到国际领先水平。

2) 同向回转拉索柱式塔斜拉桥关键技术研究鉴定证书(皖交科鉴字(2015)第13号)、鉴定意见、验收意见

2015年6月,安徽省交通运输厅主持《同向回转拉索柱式塔斜拉桥关键技术研究》项目成果鉴定、验收会。邵长宇设计大师等组成的委员会一致同意课题取得如下创新成果:

①首创了同向回转拉索体系,突破了传统索塔锚索区难以消除拉应力的技术瓶颈,为确保混凝土索塔耐久性提供了技术保障。②首次完成了小半径大转角鞍座锚索系统疲劳试验,填补了同类鞍座系统疲劳试验的空白,形成了拉索安装、张拉和拆换的成套施工工艺。③首次提出挤压摩擦式混凝土梁锚拉板结构,实现锚拉板与混凝土主梁之间的可靠锚固。④创新了锚索区无拉应力的柱式塔斜拉桥结构体系,形成了同向回转拉索柱式塔斜拉桥成套技术。

委员会评价课题研究成果社会经济效益显著,推广应用前景广阔,总体达到国际领先水平。

3) 交通运输部关于芜湖长江公路二桥技术设计的批复(交函公路[2014]62号)、芜湖长江公路二桥同向回转鞍座锚索系统技术设计审查专家组意见

2014年1月,交通运输部主持应用项目技术的《芜湖长江公路二桥同向回转鞍座锚索系统技术设计》审查会,专家组认为:

技术设计在研究锚固机理、拉索定位、塔性适配、结构功能、拉索防护、施工方案、质量检测、结构安全建设费用等有关问题的基础上,对系统的适应性、安全性和经济性进行了论证,并结合工程实践,取得了较为丰富的技术成果。芜湖长江二桥同向回转鞍座锚索系统技术设计方案合理、可行。

部总工程师周海涛评价同向回转拉索体系,是我国桥梁领域为数不多的原始创新之一。

2. 国内外重要科技奖励

1) 全球基础设施建设年会的“Be 创新奖”国际知名度极高。2014年的决赛竞争激烈,全球2千多个项目,经数轮筛选,3百多个进入决赛。我国40个项目6个进入决赛。芜湖长江二桥凭借其“柱式塔斜拉桥同向回转鞍座”等领先技术,为我国桥梁首次夺得该大奖。

2) 国际桥梁大会的“乔治·理查德森奖”被誉为国际桥梁界的“诺贝尔奖”,每年仅授予一个在桥梁设计、建造、科研等领域取得杰出成就的桥梁工程。2018年,芜湖长江二桥凭借其“世界首次运用同向回转拉索锚固技术的大跨径斜拉桥”等桥梁建设上的多个第一,在第35届国际桥梁大会上荣获该大奖。

3) 2015年,《同向回转拉索柱式塔斜拉桥关键技术研究》获中国公路学会科学技术一等奖,《同向回转拉索锚固体系研究》获安徽省公路学会交通科技进步特等奖。

3. 国内外重要学术交流和技術认证

1) 2014年,《斜拉桥同向回转鞍座锚索系统研究》在第7届国际桥梁维护、安全与管理会议上被推荐作专题报告(Study on U Shape Anchoring System of Cable-Stayed Bridge, 7th IABMAS SYMPOSIUM, 2014)。

2) 2017 年,《同向回转鞍座锚索系统:概念设计和关键试验》在第 39 届国际桥梁会议上被选入论文集(U Shape Anchoring System: Concept Design and Key Experiments, 39th IABSE SYMPOSIUM-Engineering for the Future, 2017)。《芜湖长江二桥:一座主跨 806m 的同向回转拉索斜拉桥》在第 39 届国际桥梁会议上被选入论文集并被推荐作专题报告(The 2nd Wuhu Yangzi River Bridge: An 806m Span Cable-Stayed Bridge Use U-Shaped Anchoring System, 39th IABSE SYMPOSIUM-Engineering for the Future, 2017)。

3) 2017 年,《芜湖长江二桥建设中的创新技术》在北京世界交通运输大会(WTC)桥梁发展论坛上被推荐作专题报告。

4)《斜拉桥同向回转拉索体系关键技术》在 2017 年被交通运输部选为交通运输建设科技成果推广技术;《斜拉桥同向回转拉索体系》在 2019 年被交通运输部列入交通运输重大科技创新成果库。

5) 2018 年,项目第一完成人胡可被评为全国 2017-2018 年度十大桥梁人物。

五、应用情况

项目整体技术首先成功应用于徐明高速五河淮河大桥主桥，主跨 246m 柱式独塔混合梁斜拉桥，此后被推广应用于芜湖长江二桥主桥，主跨 806m 柱式双塔钢箱梁斜拉桥。

夹持型鞍座、自防护索股关键技术已推广应用于徐明高速主跨 130m 怀洪新河大桥和跨径 2×60m 新汴河大桥，济祁高速主跨 200m 寿阳淮河大桥，北沿江高速主跨 130m 裕溪河大桥，芜湖长江二桥两座主跨 100m 的引桥等多座斜拉桥。

鞍座锚索系统夹持、磨蚀疲劳试验技术已成为建设、设计、施工和监理进行产品质量与性能判断的重要方法。

国内相关厂家有跟进自防护索股技术，研发出聚脲防护索股生产设备，已开始在市场竞争中占据先机，取得实效。

技术在德上高速合枞段孔城河大桥等上的推广应用还在继续。

《斜拉桥同向回转拉索体系关键技术》已被列入交通运输部《交通运输建设科技成果推广目录》（证书编号：2016015）。

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
[1]安徽省徐明高速公路管理有限公司	整体技术 夹持型鞍座、 自防护索股 技术	2011.4 ~2019.4	郑建中 18655131666	五河淮河大桥、怀洪新河大桥、新汴河大桥建设。通车
[2]安徽省交通控股集团有限公司芜湖长江公路二桥项目办公室	整体技术 夹持型鞍座、 自防护索股 技术	2013.6 ~2019.4	马祖桥 13515669322	芜湖长江公路二桥主桥及两座引桥建设。通车
[3]安徽省交通控股集团有限公司济祁高速公路（淮南至合肥段）项目办公室	夹持型鞍座、 自防护索股 技术	2014.4 ~2019.4	窦维禹 15955570608	寿阳淮河大桥建设。通车
[4]安徽省交通控股集团有限公司北沿江高速公路（巢湖至无为段）项目办公室	夹持型鞍座、 自防护索股 技术	2015.3 ~2019.4	陈发根 13505695558	裕溪河大桥建设。通车
[5]安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司	整体技术 夹持型鞍座、 自防护索股 技术	2011.1 ~2019.4	王胜斌 13705697887	五河淮河大桥、芜湖长江公路二桥、怀洪新河大桥、新汴河大桥、寿阳淮河大桥、裕溪河大桥、孔城河大桥等设计。
[6]安徽省公路桥梁工程有限公司徐州至明光高速公路土建工程XMLJ-11合同段项目经理部	夹持型鞍座、 自防护索股 技术	2011.4 ~2019.4	傅月斌 13505693865	怀洪新河大桥施工。通车
[7]安徽瑞仕达预应力设备有限责任公司	夹持型鞍座 技术	2013.1 ~2019.4	秦为广 13605518488	五河淮河大桥、怀洪新河大桥、新汴河大桥、芜湖长江公路二桥夹持型鞍座生产。通车
[8]天津冶金钢线钢缆集团有限公司	自防护索股 技术	2013.6 ~2019.4	董妍 13820713636	芜湖长江公路二桥自防护索股生产。通车

六、主要知识产权和标准规范等目录

1. 专利及软件著作权

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	有效状态
发明专利	[1]小半径大转角摩擦型鞍座锚索系统磨蚀-疲劳通用试验台	中国	ZL201610022896.2	2018.5.4	2910895	安徽省交通控股集团有限公司	胡可; 杨晓光; 石雪飞; 梅应华; 郑建中; 阮欣; 刘志权; 曹光伦; 马祖桥; 王胜斌等	有效
发明专利	[2]用于索塔斜置的拉索转向器	中国	ZL201210567587.5	2014.9.17	1485019	威胜利工程有限公司	梅应华; 杨晓光; 胡可; 郑建中; 石雪飞; 许文俊	有效
发明专利	[3]用于斜拉桥索塔鞍座的雨滴形不锈钢分丝管	中国	ZL201310005087.7	2015.6.17	1695059	威胜利工程有限公司	梅应华; 杨晓光; 胡可; 郑建中; 石雪飞; 许文俊	有效
发明专利	[4]斜拉桥混凝土主梁用锚拉板组件	中国	ZL201310026902.8	2014.10.1	1489658	安徽省交通控股集团有限公司	梅应华; 曹光伦; 左敦礼; 于春江; 李晓勇; 王宏斌等	有效
发明专利	[5]一种多功能锚管型锚拉板	中国	ZL201710325302.X	2018.11.9	3142063	安徽省交通控股集团有限公司	胡可; 杨晓光; 马祖桥; 王凯; 王胜斌; 梅应华; 吴平等	有效
发明专利	[6]斜拉桥主梁斜向阻尼约束系统	中国	ZL201510575214.6	2017.1.18	2350653	安徽省交通控股集团有限公司	胡可; 杨晓光; 曹光伦; 王胜斌; 梅应华; 汪正兴; 杨大海; 马祖桥; 窦巍; 郭庆超	有效
实用新型专利	[7]鞍座锚固段具有符合护套的斜拉桥拉索	中国	ZL201220711471.X	2012.12.21	2951848	安徽省交通控股集团有限公司	杨晓光; 郑建中; 黄维树; 梅应华; 蔡兵	有效
软件著作权	[8]斜拉桥同向回转拉索定位软件 V1.0	中国	2015SR049924	2015.3.20	00679028	胡可	胡可	有效
实用新型专利	[9]具有同向回转拉索体系的斜拉桥	中国	ZL201320039003.7	2013.7.24	3058783	安徽省交通控股集团有限公司	胡可; 杨晓光; 郑建中; 马祖桥; 赵可肖; 蔡斌; 许文斌等	有效
实用新型专利	[10]四索面同向回转斜拉索-悬索协作体系桥梁	中国	ZL201721506043.2	2018.6.21	7462594	安徽省交通控股集团有限公司	胡可; 杨晓光; 王凯; 梁长海; 吴平平; 梅应华; 席进; 石雪飞等	有效

2. 标准规范

- 1) 编制安徽省地方标准《同向回转拉索体系设计、施工与验收技术规程》(DB34/T3049-2017)。
- 2) 编制中国公路学会团体标准《同向回转拉索技术指南》(T/CHTS10002-2018)。
- 3) 参编交通运输部行业标准《公路斜拉桥设计细则》JTG/T D65-01。

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	对本项目贡献
胡可	1	总工程师	正高工	安徽省交通控股集团有限公司	为本项目总负责人，主持项目立项、调研、总体技术路线与研究内容的制定、项目研究工作的开展、项目研究报告与成果的核定、项目成果的推广应用，提出斜拉桥同向回转拉索解决方案、同向回转拉索设计方法，编制拉索设计软件，参与完成鞍座与拉索的选型和优化、模型试验和工程试验，指导五河淮河大桥工程试验、芜湖长江二桥技术应用，编制技术标准。
石雪飞	2	教研室主任	教授	同济大学	为本项目理论与试验研究负责人，组织项目调研和研究内容的开展，进行桥梁、索塔和拉索模型数值分析，制定小半径大回转角鞍座锚索系统夹持、磨蚀疲劳综合试验方案并完成试验，进行项目总结，参与指导五河淮河大桥工程试验、芜湖长江二桥技术应用。
郑建中	3	副总工程师	正高工	安徽省交通控股集团有限公司	为本项目技术应用负责人，主持五河淮河大桥工程试验和成果的推广应用，参与完成鞍座与拉索的选型和优化，参与项目模型试验，参与制定小半径大回转角鞍座锚索系统夹持、磨蚀疲劳综合试验方案，主持完成试验台制造，参与完成系统夹持、磨蚀疲劳综合试验。
杨晓光	4	副总经理	高工	安徽省交通控股集团有限公司	为本项目技术指导负责人，组织重大技术方案决策，制定总体技术路线与研究内容，参与项目成果推广应用，主要参与斜拉桥同向回转拉索解决方案的提出，主持完成鞍座与拉索的选型和优化，参与模型试验和工程试验，指导五河淮河大桥工程试验、芜湖长江二桥技术应用。
梅应华	5	总监	正高工	安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司	为本项目结构设计负责人，主持挤压式锚拉板的设计与优化，完成斜拉桥同向回转拉索在徐明高速五河淮河大桥主跨246m柱式独塔混合梁斜拉桥主桥和芜湖长江二桥主跨806m柱式双塔钢箱梁斜拉桥主桥上的应用设计，参与完成鞍座与拉索的选型和优化、模型试验和工程试验。

马祖桥	6	项目办主任	正高工	安徽省交通控股集团有限公司	为本项目技术应用负责人，主持芜湖长江二桥技术应用，参与完成鞍座与拉索的优化，参与完成系统夹持、磨蚀疲劳综合试验。
曹光伦	7	副总工程师	正高工	安徽省交通控股集团有限公司	为本项目技术协调负责人，参与项目立项、调研、总体技术路线与研究内容的制定、项目研究工作的开展、项目研究报告与成果的核定、项目成果的推广应用，参与完成鞍座与拉索的选型和优化、模型试验和工程试验，指导芜湖长江二桥技术应用，参与编制技术标准。
崔建华	8	教师	教授	安徽建筑大学	进行本项目技术咨询，参与项目总体技术路线与研究内容的制定、项目研究工作的开展、项目研究报告与成果的核定。
王胜斌	9	副总经理	正高工	安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司	为本项目设计指导负责人，指导完成斜拉桥同向回转拉索在徐明高速五河淮河大桥主跨 246m 柱式独塔混合梁斜拉桥主桥和芜湖长江二桥主跨 806m 柱式双塔钢箱梁斜拉桥主桥上的应用设计，参与完成鞍座与拉索的选型和优化、模型试验和工程试验。
程磊科	10	主管	工程师	安徽省交通控股集团有限公司	为本项目技术应用参与者，参与芜湖长江二桥技术应用，参与完成鞍座与拉索的优化，组织项目工作检查、成果审查、鉴定与验收等工作。

八、主要完成单位及创新推广贡献

单位名称	排名顺序	创新推广贡献
安徽省交通控股集团有限公司	1	<p>为本项目第一完成单位。主持项目立项，调研；制定项目技术路线与研究内容；主持项目工作；审查项目成果；组织编制标准，推广应用等。对本项目科技创新的以下部分做出贡献：</p> <p>（1）提出同向回转拉索工作原理和设计方法：a)提出同向回转拉索锚固和传力原理；b)提出同向回转拉索基准圆筒定位法；c)提出同向回转拉索广义性试验方法。（2）提出同向回转拉索技术标准和系列产品：a)建立标准化技术体系；b)研发大转角夹持型鞍座；c)研发自防护拉索索股。（3）形成同向回转拉索桥梁系列和延伸技术：a)构建技术应用桥梁系列；b)发展桥梁结构延伸技术。</p> <p>组织项目整体技术首先成功应用于徐明高速五河淮河大桥主桥：主跨246m柱式独塔混合梁斜拉桥，并推广应用于芜湖长江二桥主桥：主跨806m柱式双塔钢箱梁斜拉桥，以及合枞高速孔城河大桥：主跨165m柱式独塔模块化组合结构斜拉桥。组织项目夹持型鞍座、自防护索股关键技术推广应用于徐明高速主跨130m怀洪新河大桥和跨径2×60m新汴河大桥、济祁高速主跨200m寿阳淮河大桥、北沿江高速主跨130m裕溪河大桥、以及芜湖长江二桥两座主跨100m的引桥等多座斜拉桥。</p>
同济大学	2	<p>为本项目第二完成单位。落实项目立项，提出项目建议；落实项目调研，制定工作大纲；负责项目部分原型试验、现场试验；总结项目工作，提炼项目成果，提出关键技术；编制标准，协助推广应用，提出改进性方案等。</p> <p>对项目科技创新的以下部分做出贡献：</p> <p>（1）提出同向回转拉索工作原理和设计方法：a)提出同向回转拉索锚固和传力原理；c)提出同向回转拉索广义性试验方法。（2）提出同向回转拉索技术标准和系列产品：a)建立标准化技术体系；b)研发大转角夹持型鞍座；c)研发自防护拉索索股。（3）形成同向回转拉索桥梁系列和延伸技术：a)构建技术应用桥梁系列；b)发展桥梁结构延伸技术。</p> <p>在落实项目成果推广应用期间，长期进行省内外相关技术的咨询、审查和指导。参与徐明高速五河淮河大桥主桥、芜湖长江二桥主桥、合枞高速孔城河大桥等的方案设计、技术转化、结构计算和设计优化。</p>
安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司	3	<p>为本项目第三完成单位。负责项目部分原型设计、系统模拟和最优评价；落实项目成果推广应用，进行应用工程结构设计等。</p> <p>对项目科技创新的以下部分做出贡献：</p> <p>（1）提出同向回转拉索工作原理和设计方法：a)提出同向回转拉索锚固和传力原理；c)提出同向回转拉索广义性试验方法。（2）提出同向回转拉索技术标准和系列产品：b)研发大转角夹持型鞍座；c)研发自防护拉索索股。（3）形成同向回转拉索桥梁系列和延伸技术：a)构建技术应用桥梁系列；b)发展桥梁结构延伸技术。</p> <p>落实项目整体技术首先成功应用于徐明高速五河淮河大桥主桥，并推广应用于芜湖长江二桥主桥，以及合枞高速孔城河大桥。落实项目夹持型鞍座、自防护索股关键技术推广应用于徐明高速怀洪新河大桥和新汴河大桥、济祁高速寿阳淮河大桥、北沿江高速裕溪河大桥、芜湖长江二桥</p>

		两座主跨 100m 的引桥等多座斜拉桥。主持项目整体技术应用于广东深中通道方案竞赛：主跨 1620m 同向回转拉索-悬索协作桥梁。
威胜利工程有限公司	4	<p>为本项目第四完成单位。配合项目部分调研；协助项目部分原型试验、现场试验；负责进行相关关键技术实施工艺、工法和工装的研发；协助推广应用，提出改进性方案等。</p> <p>对本项目科技创新的以下部分做出贡献：（1）提出同向回转拉索工作原理和设计方法；c)提出同向回转拉索广义性试验方法。（2）提出同向回转拉索技术标准和系列产品：a)建立标准化技术体系；b)研发大转角夹持型鞍座。（3）形成同向回转拉索桥梁系列和延伸技术：b)发展桥梁结构延伸技术。</p> <p>在落实项目成果推广应用期间，长期进行省内外相关技术的咨询、审查和指导。参与徐明高速五河淮河大桥主桥、芜湖长江二桥主桥等的方案设计、产品试验和设计优化。</p>
中铁大桥科学研究所有限公司	5	<p>为本项目第五完成单位。参与项目立项，提出项目建议；落实项目部分调研，制定工作大纲；负责项目部分原型设计、系统模拟和最优评价；负责项目相关原型试验、现场试验；小结项目相关工作，提炼项目相关成果，提出相应关键技术；协助推广应用，提出改进性方案等。</p> <p>对项目科技创新的以下部分做出贡献：</p> <p>（3）形成同向回转拉索桥梁系列和延伸技术：a)构建技术应用桥梁系列；b)发展桥梁结构延伸技术。</p> <p>在落实项目成果推广应用期间，长期进行省内外相关技术的咨询、审查和指导。参与芜湖长江二桥主桥全漂浮主梁斜向阻尼约束系统的方案设计、技术转化、结构计算和设计优化。</p>
安徽瑞仕达预应力设备有限责任公司	6	<p>为本项目第六完成单位。配合项目调研；协助项目部分原型试验、现场试验；负责进行相关关键技术实施工艺、工法和工装的研发；协助推广应用，提出改进性方案等。</p> <p>对本项目科技创新的以下部分做出贡献：（1）提出同向回转拉索工作原理和设计方法；c)提出同向回转拉索广义性试验方法。（2）提出同向回转拉索技术标准和系列产品：b)研发大转角夹持型鞍座。</p> <p>在落实项目成果推广应用期间，参与徐明高速五河淮河大桥主桥、芜湖长江二桥主桥、徐明高速怀洪新河大桥和新汴河大桥、芜湖长江二桥两座主跨 100m 的引桥等的大转角夹持型鞍座的产品试验、产品生产和设计优化。</p>
天津冶金钢线钢缆集团有限公司	7	<p>为本项目第七完成单位。配合项目调研；协助项目部分原型试验、现场试验；负责进行相关关键技术实施工艺、工法和工装的研发；协助推广应用，提出改进性方案等。</p> <p>对本项目科技创新的以下部分做出贡献：（1）提出同向回转拉索工作原理和设计方法；c)提出同向回转拉索广义性试验方法。（2）提出同向回转拉索技术标准和系列产品：c)研发自防护拉索索股。</p> <p>在落实项目成果推广应用期间，参与徐明高速五河淮河大桥主桥、芜湖长江二桥主桥、徐明高速怀洪新河大桥和新汴河大桥、芜湖长江二桥两座主跨 100m 的引桥等的自防护拉索索股的产品试验、产品生产和设计优化。</p>

九、完成人合作关系说明

安徽省交通控股集团有限公司、同济大学、安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司、威胜利工程有限公司、中铁大桥科学研究院有限公司、安徽瑞仕达预应力设备有限责任公司、天津冶金钢线钢缆集团有限公司七方共同开展“斜拉桥同向回转拉索体系技术与工程应用”项目工作，合作时间为2009~2018年，合作方式为安徽省交通控股集团有限公司主持项目工作，并委托其余六方开展项目相关工作，具体分工为：

安徽省交通控股集团有限公司提供科研经费；主持项目立项，调研；制定项目技术路线与研究内容；主持项目工作；审查项目成果；组织编制标准，推广应用等。

同济大学负责落实项目立项，提出项目建议；落实项目调研，制定工作大纲；负责项目部分原型试验、现场试验；总结项目工作，提炼项目成果，提出关键技术；编制标准，协助推广应用，提出改进性方案等。

安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司负责项目部分原型设计、系统模拟和最优评价；落实项目成果推广应用，进行应用工程结构设计等。

威胜利工程有限公司负责配合项目部分调研；协助项目部分原型试验、现场试验；负责进行相关关键技术实施工艺、工法和工装的研发；协助推广应用，提出改进性方案等等。

中铁大桥科学研究院有限公司参与项目立项，提出项目建议；落实项目部分调研，制定工作大纲；负责项目部分原型设计、系统模拟和最优评价；负责项目相关原型试验、现场试验；小结项目相关工作，提炼项目相关成果，提出相应关键技术；协助推广应用，提出改进性方案等。

安徽瑞仕达预应力设备有限责任公司配合项目调研；协助项目部分原型试验、现场试验；负责进行相关关键技术实施工艺、工法和工装的研发；协助推广应用，提出改进性方案等。佐证材料：徐明高速五河淮河大桥主桥、芜湖长江二桥主桥、徐明高速怀洪新河大桥和新汴河大桥、芜湖长江二桥两座主跨100m的引桥等的大转角夹持型鞍座产品。

天津冶金钢线钢缆集团有限公司配合项目调研；协助项目部分原型试验、现场试验；负责进行相关关键技术实施工艺、工法和工装的研发；协助推广应用，提出改进性方案等。佐证材料：徐明高速五河淮河大桥主桥、芜湖长江二桥主桥、徐明高速怀洪新河大桥和新汴河大桥、芜湖长江二桥两座主跨100m的引桥等的自防护拉索索股产品。

合作过程中，安徽省交通控股集团有限公司提出的项目第一完成人，通过明确的合同和协议，考核其余六方提出的项目完成人，组建专项工作组，持续开展工作，不断取得突破，成功实现项目的整体目标，在产、学、研、用上取得突出成果。