**2020年度陕西省科学技术奖（科技进步奖）提名公示内容**

1. **项目基本情况**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 超高墩超长联大跨径连续刚构桥综合节点技术与应用 |
| 主要完成人 | 冯云成 屈仆 叶征伟 翟晓亮 王立志 徐希娟 黄平明 孙科营 宋松林 周育驰 樊冰冰 |
| 主要完成单位 | 陕西省交通建设集团公司，中交第一公路勘察设计研究院有限公司，西安公路研究院，长安大学，陕西交通技术咨公司 |

1. **提名者及提名意见**

提名者：陕西省交通运输厅

提名意见：

项目聚焦西部地区高速公路快速发展的重大工程需求，瞄准超高墩超长联大跨径连续刚构桥建设过程中面临桥墩选型、结构抗风、结构抗震性能、施工控制技术、成桥评价技术和高新能材料应用等关键技术问题，结合30余座超高墩超长联大跨径连续刚构桥的建设运营、勘察设计、咨询审查、施工控制实践，依托陕西省科研计划课题，历时10余年，从超高墩连续刚构桥建设管理、设计、施工、施工控制和承载力评价全方位入手，形成了超高墩超长联大跨径连续刚构桥综合节点技术。项目成果共发表核心期刊学术论文20篇；授权国家专利2项；主编设计指南2部。依托研究成果，已建成了以咸旬高速三水河特大桥为代表的一大批超高墩超长联大跨径连续刚构桥，有效支撑了我国西部重大交通基础设施建设发展，社会经济效益显著。经鉴定，达到了国际先进水平。

该项目技术上有创新，实用性强，有广阔的应用前景和推广价值。提名材料齐全、规范，经完成单位公示，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖提名条件。

提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖及以上。

1. **项目简介**

连续刚构桥在山区高速公路的大跨度桥梁中占主导地位，尤其在遍布大量U型峡谷的西北地区，修建超高墩超长联大跨径连续刚构桥具有前期投入少、后期维护成本低、养护工作量小的优势。但超高墩超长联大跨径连续刚构桥的建设需求与建造技术之间矛盾非常突出。超高墩超长联大跨径连续刚构桥建设过程中面临桥墩选型、结构抗风、结构抗震性能、施工控制技术、成桥评价技术和高新能材料应用等问题。目前国内既有技术对超高墩大跨径连续刚构桥的建设难题缺少成套的应对方案。

本研究项目聚焦西部地区高速公路快速发展的重大工程需求，依托陕西省科研计划课题，结合30余座超高墩超长联大跨径连续刚构桥的建设运营、勘察设计、咨询审查、施工控制实践，历时10余年系统深入研究，在超高墩连续刚构桥建设管理、设计、施工、施工控制和承载力评价等方面取得了一系列原创性成果，形成了超高墩超长联大跨径连续刚构桥综合节点技术。

形成了六项创新技术成果：

1.提出了主梁纵向变形下的墩底应力与桥墩距离主梁变形零点和墩高平方之比之间的关系简化计算公式，给出了不同墩高、跨径、联长组合连续刚构桥的桥墩受力特性。

2.通过稳定性、长细比对构件截面承载力的影响程度、施工难易程度和经济性四个方面系统分析，结合国内已建成桥梁调研结果，提出了高墩与超高墩的界限指标。

3.基于抗震分析和稳定分析，给出了地震作用下采用一致激励内力进行桥墩配筋设计、采用考虑行波效应位移进行支座和伸缩缝设计的原则，指出实际结构工程中薄壁空心墩壁板的宽厚比设计由强度控制而非局部稳定控制。

4.结合桥位附近气象站资料开展数值风洞分析，改进了考虑风速风向联合概率分布确定基本风速的计算公式，定量分析了不同抽样时间间隔对计算结果的影响；基于桥墩横桥向一阶振型，提出了计算高墩大跨连续刚构桥墩底横桥向弯矩和剪力等效风荷载及风载内力的实用简化计算公式。

5.提出了适合西北黄土地区实际的混凝土桥墩日照温度场分布、空间应力分布及设计计算方法；首次分构件对桥梁静动载试验中校验系数的取值范围进行了研究，提出了分构件校验系数的合理取值。

6.基于西北黄土地区原材料性能试验研究，提出了桥梁高性能混凝土材料的技术指标要求和配合比设计方法。

本项目在超高墩超长联大跨径连续刚构桥建设运营、勘察设计、施工控制方面形成了核心知识产权体系，实现了超高墩超长联大跨径连续刚构桥建设管理、设计、建造技术突破。项目授权实用新型专利1项，编制标准1部，发表核心期刊学术论文20篇(其中SCI/EI检索4篇)。总体成果达到国际先进水平，编制了的《超长联大跨径连续刚构桥高墩设计指南》和《桥梁高性能混凝土（HPC）技术指南》，与现行规范形成互补，对同类桥梁的建设具有重要指导作用，对相关规范的修订具有借鉴作用，社会经济效益显著。

研究成果已在陕西、甘肃、宁夏和内蒙等多个省的超高墩超长联大跨径连续刚构桥及矮塔斜拉桥中得到成功应用，产生了显著的经济效益和社会效益。近三年来，依托课题研究成果累计设计完成了7座超高墩超长联大跨径连续刚构桥，分别为夏双城至达里加（甘青界）公路工程卧龙沟2号特大桥、卧龙沟3号特大桥，甘肃省甜水堡（宁甘界）经庆城至永和（甘陕界）公路施无日天沟特大桥、九龙河特大桥、城北河大桥，银川至昆明公路（G85）太阳山开发区至彭阳（宁甘界）段工程杜家沟特大桥和友联红河特大桥；2座超高墩超长联矮塔斜拉桥，分别为合阳至铜川高速公路王家河特大桥和克什克腾（经棚）至乌兰布统（蒙冀界）段高速公路西拉沐伦河特大桥。设计过程应用了课题研究成果中的桥墩选型指南，实现了桥墩的快速选型，提高了效率；通过数值风洞在初步设计阶段开展了模拟风洞试验，降低了方案前期试验费用；平均每座桥设计成本降低约5%，累计设计成本节支125万元。建设过程中因下部桥墩优化，节约工程量和施工措施费，平均每座桥节支约1000万元，建设过程累计节支约9000万元。

1. **客观评价**

1. 成果查新结论

2019年4月，由教育部科技查新工作站（G01）对“超高墩超长联大跨径连续刚构桥综合节点技术”项目成果进行了科技查新，查新结果为国内外均未见与该查新项目技术特点完全相符的文献报道。综合分析检索到的国内外相关文献，在上述检索式和检索范围内，未见与该项目查新点完全相同的文献报告。因此本技术具有明显的新颖性。

2. 成果鉴定意见

2019年11月22日，陕西省公路学会在西安主持召开了“超高墩超长联大跨径连续刚构桥综合节点技术研究”项目成果评价会，评价委员会认为课题研究成果总体达到国际先进水平。

3. 相关奖励

依托工程咸旬高速三水河特大桥建成时为亚洲最高墩，跨径和联长组合居世界第一。该桥所在咸阳至淳化至旬邑高速公路（02合同段）获得“陕西省第十八次优秀工程设计一等奖”。

4. 同行评价

陕西咸旬高速三水河特大桥、贵州大思高速公路乌江大桥被由黄镇东、李彦武主编的《中国公路峡谷大桥》作为代表性桥梁收录。

5. 应用单位评价

研究成果已在陕西、甘肃、宁夏和内蒙等多个省的超高墩超长联大跨径连续刚构桥及矮塔斜拉桥中得到成功应用，应用单位一致认为本项目研究成果聚焦西部超高墩大跨径连续刚构桥建设面临的系列问题，从理论、构造、控制工艺和材料方面均提供了很好的解决方案，对提升建设品质、节约投资有重要支撑作用。

1. **应用情况**

本项目技术成果的主要应用单位情况如下表。

**成果主要应用单位与项目情况表**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 单位名称 | 应用的技术 | 应用对象  与规模 | 应用起止时间 | 单位联系人  /电话 |
| 1 | 陕西省交通建设集团公司咸旬高速管理处 | 整体应用 | 三水河特大桥、姜源河特大桥、小花沟特大桥 | 2012年12月-2014.12月 | 孙营科18602935896 |
| 2 | 中交二公局第五工程有限公司荔榕高速第九经理部 | 超高墩温度时变效应和承载力评价技术 | 都柳江大桥 | 2015年4月-2017年6月 | 郭瑞13379188588 |
| 3 | 中交第二航务工程局有限公司运宝黄项目经理部 | 超高墩施工控制技术及承载力评定技术 | 运宝黄河大桥 | 2016年5月-2019年4月 | 李玉骁18392017642 |
| 4 | 甘肃省公路建设管理集团有限公司 | 整体应用 | 天宁沟特大桥 | 2017年6月至今 | 杨卫涛18092118665 |
| 5 | 临夏双城至达里加（甘青界）公路工程建设项目管理办公室 | 整体应用 | 卧龙沟2号特大桥 | 2017年5月至今 | 蒋亮亮18093005399 |
| 6 | 陕西省交通建设集团旬邑至陕甘界高速公路建设管理处 | 整体应用 | 支党河特大桥 | 2018年9月至今 | 赵宝俊18991180036 |
| 7 | 中铁建陕西高速公路有限公司 | 超高墩超大跨桥梁桥墩选型及抗风性能分析技术 | 王家河特大桥 | 2018年6月至今 | 马彦阳15911170358 |

**六、主要知识产权和标准规范等目录（限10条）**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权具体名称 | 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） |
| 1 | 专利 | 一种具有高性能超薄磨耗层的水泥路面结构 | 中国 | ZL 201711112518.4 | 2017.8.8 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 西安公路研究院 | 李晓娟，徐希娟，李渊，周新锋，李娜，韩微微，贾德生，王旭 |
| 2 | 专利 | 斜向预应力混凝土复合式路面与桥梁相接过渡结构 | 中国 | ZL 201420931892.5 | 2015.6.17 | 中华人民共和国国家知识产权局 | 长安大学 | 郑木莲、张东省、屈仆、薛保勇、张威、赵颖超、孙营科、成进科、王涛、 |
| 3 | 论文 | 采用单阶柱法分析连续体系梁式桥桥墩的计算长度 | 中国 | 43(2013)78-82 | 2013年 | 桥梁建设 | 中交第一公路勘察设计研究院有限公司 | 冯云成 宋松林 |
| 4 | 论文 | 超高墩大跨长联连续刚构桥结构分析 | 中国 | 11(2014)1-4 | 2014年 | 公路交通科技 | 陕西省交通建设集团公司 | 屈仆，王琛，刘海鹏 |
| 5 | 论文 | Methods of calculating wind loads on long-span girder bridges with tall piers and comparison of values | 中国 | 17(2012)813-821 | 2012年 | Journal of Bridge Engineering | 陕西交通技术咨询有限公司 | Yiqiang Xiang, Zhengwei Ye |
| 6 | 论文 | Bridge design basic wind speed based on the joint distribution of wind speed and direction | 中国 | 90-93(2011)805-812 | 2011年 | Applied Mechanics and Materials | 陕西交通技术咨询有限公司 | Ye Zheng-wei, Xiang Yi-qiang |
| 7 | 论文 | 高墩连续刚构桥双悬臂状态等效风荷载的简化计算 | 中国 | 24(2011)63-69 | 2011年 | 中国公路学报 | 陕西交通技术咨询有限公司 | 叶征伟，项贻强 |
| 8 | 论文 | 新月形拱\_连续梁组合体系桥优化分析 | 中国 | 32（2015）68-74 | 2015年 | 公路交通科技 | 中交第一公路勘察设计研究院有限公司 | 翟晓亮，刘喆，冯云成 |
| 9 | 论文 | 混凝土桥梁承载力综合评价体系研究 | 中国 | 10(2018)162-168 | 2018年 | 中国安全科学学报 | 长安大学 | 龙关旭，刘修平，王涛，黄平明 |
| 10 | 论文 | 高性能混凝土配合比设计实例分析 | 中国 | 11(2014)214-216 | 2014年 | 公路交通科技 | 西安公路研究院 | 薛保勇，徐希娟，岳卫民 |

**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 | 对本项目贡献 |
| 冯云成 | 1 | 中交第一公路勘察设计研究院有限公司副总工 | 正高工 | 中交第一公路勘察设计研究院有限公司 | 中交第一公路勘察设计研究院有限公司 | 负责课题研究技术路线的确定，总体研究方向把关。主持编制了的《超长联大跨径连续刚构桥高墩设计指南》，并设计完成了10余座超高墩大跨径连续刚构桥，将研究成果进行了广泛推广；提出超高墩适应性评价方法，开展了理论研究，对创新点1具有重要贡献。 |
| 屈仆 | 2 | 陕西省交通建设集团公司咸旬分公司总经理 | 正高工 | 陕西省交通建设集团 | 陕西省交通建设集团 | 负责本项目代表性依托工程咸旬高速建设管理工作，对科研成果在本项目中整体应用做了大量的基础性工作；也是陕西省交通科技项目“超髙墩超长联大跨径连续刚构桥综合节点技术研究”的总负责人。 |
| 叶征伟 | 3 | 无 | 高工 | 陕西交通技术咨询有限公司 | 陕西交通技术咨询有限公司 | 对超高墩大跨径连续刚构桥的风载效应开展了系统研究，对创新点4有重要贡献 |
| 翟晓亮 | 4 | 无 | 正高工 | 中交第一公路勘察设计研究院有限公司 | 中交第一公路勘察设计研究院有限公司 | 对超高墩大跨径连续刚构桥稳定性、抗震效应开展了系统研究，对创新点2,3有重要贡献，设计完成4座超高墩大跨连续刚构桥，参与编制《超长联大跨径连续刚构桥高墩设计指南》 |
| 王立志 | 5 | 无 | 工程师 | 陕西省交通建设集团 | 陕西省交通建设集团 | 负责本项目代表性依托工程咸旬高速三水河特大桥具体建设管理工作，对科研成果在本项目中整体应用以及进一步推广做了重要贡献。 |
| 徐希娟 | 6 | 无 | 正高工 | 西安公路研究院 | 西安公路研究院 | 开展了高性能混凝土研发，主持编制了《桥梁高性能混凝土（HPC）技术指南》，并开展广泛推广，对创新点6有重要贡献 |
| 黄平明 | 7 | 无 | 教授 | 长安大学 | 长安大学 | 对超高墩连续刚构桥施工控制和承载力评价开展了系统研究，对创新点5有重要贡献 |
| 孙科营 | 8 | 无 | 高工 | 陕西省交通建设集团 | 陕西省交通建设集团 | 负责本项目代表性依托工程咸旬高速三水河特大桥具体建设管理工作，对研究成果推广作出重要贡献 |
| 宋松林 | 9 | 无 | 正高工 |  |  | 对超高墩大跨径连续刚构桥桥墩选型开展了系统研究，对创新点1有重要贡献，设计完成4座超高墩大跨连续刚构桥 |
| 周育驰 | 10 | 无 | 工程师 | 陕西省交通建设集团 | 陕西省交通建设集团 | 对研究成果在支党河特大桥上的推广应用做出来重要贡献 |
| 樊冰冰 | 11 | 无 | 工程师 |  |  | 参与编制《超长联大跨径连续刚构桥高墩设计指南》，对创新点2有重要贡献 |

**八、主要完成单位及创新推广贡献**

陕西省交通建设集团公司：全面负责项目的组织实施、理论分析以及技术路线的确定。负责项目代表性依托工程咸旬高速三水河特大桥建设，为研究成果在项目中整体应用做了大量基础性工作。同时，对研究成果在陕西省的推广作出了重要贡献。

中交第一公路勘察设计研究院有限公司：作为项目第二完成单位，对科技创新1、2、3、4做出了创造性贡献。近年来，累计完成设计、咨询和审查墩高超过120m、联长超过1000m的超高墩超长联大跨径连续刚构桥30余座。依托三水河特大桥的设计建造过程，针对桥墩选型、抗风性能及风荷载特性、抗震性能和稳定性等典型但又长期未能解决的设计关键技术难题开展了系统深入研究，明确了不同墩高、跨径、联长组合的连续刚构桥桥墩的受力特性，建立了超高墩性能评估方法及相应计算公式。提出了连续刚构桥高墩和超高墩的界限指标，揭示了几何非线性、材料非线性、构件初始缺陷等对超高墩稳定性的影响规律；给出了超高墩超长联大跨连续刚构桥在风荷载作用下的桥墩横向弯矩和剪力的等效荷载实用计算方法。将研究成果应用至陕西、甘肃、宁夏和内蒙等多个省的超高墩超长联大跨径连续刚构桥及矮塔斜拉桥建设中，为超高墩超长联大跨径连续刚构桥的建设提供了技术支撑，产生了显著的经济效益和社会效益。

西安公路研究院：对科技创新6作出了创造性贡献，基于西北黄土地区原材料性能试验研究，研发了桥梁高性能混凝土材料，为超高墩超长联大跨度连续刚构桥建设提供了基础保障。

长安大学：对科技创新5做出了创造性贡献，提出了适合西北黄土地区实际的混凝土桥墩日照温度场分布、空间应力分布及设计计算方法，极大提高了超高墩的施工控制水平。

陕西交通技术咨询有限公司：与中交第一公路勘察设计研究院有限公司联合对创新点4做出了创造性贡献，对超高墩超长联大跨径连续刚构桥抗风性能及风荷载特性做了系统研究，研究成果为超高墩超长联大跨径连续刚构桥前期方案拟定，提供了支撑。

**九、完成人合作关系说明**

本项目完成人在超高墩超长联大跨径连续刚构桥设计关键难题攻关、建设过程控制、科技成果推广方面有着密切合作关系，共同申报2020年陕西省科学技术进步奖。第一完成人冯云成，30多年来一直从事特殊复杂结构桥梁设计，主持设计超高墩超长联大跨径连续刚构桥10余座，第四完成人翟晓亮参与完成了由第一完成人主持设计的4座超高墩大跨径连续刚构桥的具体设计工作，第三完成人叶征伟与第一完成人冯云成合作解决了超高墩大跨径连续刚构桥的抗风关键技术；第二完成人屈仆和第四完成人王立志负责本项目代表性工程咸旬高速的建设运营工作；第六完成人徐希娟为超高墩大跨连续刚构桥建设开发了高性能混凝土。所有完成人共同参与了项目代表性依托工程咸旬高速三水河特大桥的建设工作，共同完成了陕西省交通科技项目（12-19K）“超高墩超长联大跨径连续刚构桥综合节点技术研究”，在研究成果推广应用方面保持着长期紧密合作。

陕西省交通建设集团公司

2020年5月22日