

2019 年安徽省科学技术奖提名项目公示

（一）项目名称

重载交通条件下波形钢腹板 PC 箱梁桥结构承载性能研究及工程应用

（二）提名者：

安徽省交通运输厅

（三）提名意见

波形钢腹板预应力混凝土组合箱梁是一种经济、高效、施工简便的新型的钢-混凝土组合结构，波形钢腹板箱梁恰当的将钢、混凝土两种不同材料结合起来，提高了结构稳定性、强度及材料的使用效率。我国对于波形钢腹板 PC 箱梁桥的相关研究和建造工作开展的较晚，但近年来对波形钢腹板 PC 箱梁的研究与应用均取得了长足的进步。

本项目主要以单箱多室波形钢腹板箱梁为研究对象，首先调研国内外波形钢腹板 PC 组合箱梁桥，特别是重载交通条件下的研究方法、构造特点、并分析、统计，归纳总结，结合相关的设计规范，对同类型桥梁的概念设计进行探讨。本研究创新性地提出了变截面单箱多室波形钢腹板组合梁的横向弯矩简化计算公式（创新点 1）；得出了横隔板对变截面单箱多室波形钢腹板组合梁截面剪力滞的影响规律，并通过节段模型试验加以验证（创新点 2）；提出了横隔板的布置对变截面单箱多室波形钢腹板组合梁横向偏载系数的影响

程度（创新点 3）。项目研究成果总体上达到国内领先水平，有力的推动波形钢腹板 PC 组合箱梁扭转畸变、剪力滞及横向受力分析的相关研究，提升了此类桥梁的理论和实践水平进步。

该项目共获授权实用新型专利 2 项，在中外期刊及会议发表论文 6 篇，并获 2018 年安徽省公路学会交通科技进步二等奖，项目成果在省内外波形钢腹板组合箱梁桥中得到了广泛应用。

项目材料填写规范，内容真实，经公示无异议。对照安徽省科学技术奖授奖条件，提名该项目为安徽省科技进步一等奖。

（四）项目简介

本次研究项目通过波形钢腹板 PC 箱梁桥在旧桥改造工程中的应用，以 G105 线南照淮河公路大桥维修改造工程为依托，对波形钢腹板 PC 组合梁桥在重载作用下的结构力学性能及构造设计进行理论研究、有限元分析，并辅以节段模型试验验证，主要研究内容如下：

根据本次研究的主要内容，本项目具体分为以下四个子课题进行研究：

子课题 1：重载作用下单箱多室波形钢腹板 PC 梁桥的扭转与畸变性能

研究重载作用下单箱多室波形钢腹板 PC 梁桥扭转畸变性能及重载作用下变截面单箱多室波形钢腹板 PC 梁桥偏载

系数。

子课题 2：波形钢腹板 PC 梁桥横向弯矩数值分析

研究单箱多室波形钢腹板 PC 梁桥横向内力分布及横向内力的简化计算方法。

子课题 3：波形钢腹板 PC 梁桥剪力滞效应研究

研究施工阶段波形钢腹板梁桥剪力滞效应及重载作用下单箱多室波形钢腹板 PC 梁桥剪力滞系数分布规律。

子课题 4：单箱多室波形钢腹板桥节段模型试验研究

单箱多室波形梁钢腹板梁桥节段模型试验研究；单箱多室波形梁钢腹板梁桥节段模型试验的数据分析和有限元验证。

本项目研究成果应用，对于研究单向多室波形钢腹板 PC 组合箱梁在荷载作用下的结构响应进行了理论和试验分析，为大跨径宽幅波形钢腹板 PC 组合箱梁桥的长期使用和进一步应用提供理论和技术支持，可产生较大的经济和社会效益。

（五）客观评价

1、本次研究项目通过波形钢腹板 PC 箱梁桥在旧桥改造工程中的应用，以 G105 线南照淮河公路大桥维修改造工程为依托，对波形钢腹板 PC 组合梁桥在重载作用下的结构力学性能及构造设计进行理论研究、有限元分析，并辅以节段模型实验验证，给出了剪力滞和偏载系数的建议值，并提出了单向多室波形钢腹板箱梁横向弯矩简化计算公示，以供设

计参考。本项目的研究成果通过了安徽省公路学会组织的验收，项目研究成果总体上达到国内领先水平，填补了省内关于单向多室波形钢腹板组合箱梁相关研究领域的空白，为波形钢腹板 PC 组合箱梁桥的设计与施工及在我省的应用与推广提供技术支持。

2、在中外核心期刊发表 6 篇论文，实用新型专利 2 项。

3、本项目获 2018 年安徽省公路学会交通科技进步二等奖。

（六）应用情况

本项目的研究依托于 G105 南照淮河公路大桥改造工程，对于项目的前期资料调研，力学性能分析等成果，已经直接应用于依托工程的设计过程中，尤其对于依托工程的主桥单箱三室宽跨比较大的截面，在主梁结构尺寸拟定时，充分的采用了项目的研究成果，节省了设计时间、提高了设计效率，实现了波形梁钢腹板在旧桥改造工程中的应用，避免了主桥和跨堤桥下部构造的拆除重建。

本项目通过采用波形钢腹板 PC 组合箱梁桥，使得原有桥梁下部结构得以继续利用。根据科研相关结论，对单箱多室波形钢腹板箱梁的构造进行了优化，较常规上下部全部新建方案，节约造价约 3000 万元。

本项目的研究成果同样在五河县规划 S313 (S306) 头铺西至望淮岭段改线工程淮河特大桥中进行了应用。对主桥的设计提供了技术参考。

波形钢腹板 PC 组合箱梁在中等跨径以上连续梁桥中有着极强的竞争力，结合安徽北部地区的地质情况，此类桥梁有较大的推广应用价值。本项目研究成果的应用能够为此类桥梁的设计、施工及运营提供参考，具有及大的直接经济效益及间接社会效益。

（七）主要知识产权和标准规范等目录：

1、学术论文统计

（1）Analysisi on shear distribution of composite box-girder with corrugated steel webs under construction phase, 郑国华，黄浩、万水；International Conference on Mechanical Engineering, Materials and Energy; 2016

（2）Rrror Analysis on Force Decomposition of Applied Eccentric Load for Concrete Box-girder, 张颖如、刘凤侠、万水；2017 Global Conference on Mechanics and Civil Engineering; 2017

（3）波形钢腹板 PC 组合箱梁桥在旧桥改造中的应用；黄浩、郑国华；常州工学院学报；2017

（4）基于 Timoshenko 梁理论的薄壁箱梁剪力滞效应研究；李夏元、郭靖宇、万水；公路交通科技；2018

（5）基于 Timoshenko 梁理论的薄壁箱梁剪力滞效应研究；李夏元、郭靖宇、万水；公路交通科技；2018

（6）基于拉-压杆模型的波形钢腹板箱梁转向块受力分析；黄浩、

王中民；工程与建设；2018

2、专利统计

1、实用新型专利，拉杆式体外束预埋锚具装置，中国，ZL 2015 2 0753698.4，申请日 2015 年 9 月 28 日，授权公告日 2016 年 2 月 23 日，安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司，郑国华、徐宏光、吴志刚、唐国喜、朱宇、黄浩、张树清，胡小康，有效。

2、实用新型专利，一种波形钢腹板箱梁，中国，ZL 2017 2 1483855.X，申请日 2017 年 11 月 9 日，授权公告日 2018 年 8 月 14 日，东南大学，万水、徐杰、范伟、王志宏、张颖如、刘凤侠，管松、陈小勇，夏赞飞，有效。

（八）主要完成人情况：

1. 吴志刚，排名第一，副总工程师、桥梁分院院长，正高级工程师。工作单位与完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司。是该项目负责人，对本项目的创新点 1、2、3 做出主要贡献，对项目整体方案进行规划与设计，对项目执行进行组织和协调，主持完成了项目立项、关键技术研究、装置研发以及推广应用工作。为本项目实用新型专利 1 的主要完成人。

2. 郭靖宇，排名第二，副局长，高级工程师。工作单位与完成单位：阜阳市公路管理局。是该项目协调小组组长，对本项目的创新点 1、2、3 做出主要贡献，总体负责项目的协调，负责落实本科研与背景工程的应用。对本项目的部分研究成果在 G105 南照淮河大桥维修改造工程中的推广应用做出了重要贡献。

3. 万水，排名第三，教授。工作单位与完成单位：东南大学交通学院。是该项目技术负责人，对本项目的创新点 2、3 做出主要贡献，为本项目研究工作提供了理论依据和技术支撑，对本项目的数值模拟分析及缩尺模型试验的研究做出了重要贡献。为本项目实用新型专利 2 的主要完成人。

4. 郑国华，排名第四，桥梁分院副院长，正高级工程师。工作单位与完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司。是该项目设计总院的技术负责人，主持项目研究报告与研究计划制定工作，负责推进项目研究进展，对本项目

的创新点 1、3 做出主要贡献，为本项目在依托工程中的应用做出了重要贡献。为本项目实用新型专利 1 的主要完成人。

5. 黄浩，排名第五，高级工程师。工作单位与完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司。是该项目的主要研究人员，主要负责了本项目的有限元数值分析及细部构造优化设计构造，对本项目的创新点 1、3 做出主要贡献，为本项目的研究成果在 G105 南照淮河大桥维修改造工程及五河县规划 S313 淮河特大桥的设计中的应用做出了贡献。

6. 王程，排名第六，高级工程师。工作单位与完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司。是该项目的主要研究人员，主要负责本项目科研报告的编制工作，总结及梳理科研成果，对本项目的创新点 1 做出贡献。

7. 朱宇，排名第七，桥梁分院副院长，高级工程师。工作单位与完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司。协助完成了项目研究报告与研究计划制定工作，辅助项目负责人推进项目研究进展，对本项目的创新点 3 做出了贡献，为本项目实用新型专利 1 的完成人之一。

8. 胡小康，排名第八，工程师。工作单位与完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司。是该项目的主要研究人员，协助完成本项目科研报告的编制工作，总结及梳理科研成果，对本项目的创新点 1、3 做出贡献。

9. 张树清，排名第九，高级工程师。工作单位与完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司。是该项目

的主要研究人员，协助完成本项目科研报告的编制工作，总结及梳理科研成果，对本项目的创新点 3 做出贡献。

10. 段书龙，排名第十，工程师。工作单位与完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司。是该项目的主要研究人员，协助完成本项目科研报告的编制工作，总结及梳理科研成果，为本项目在依托工程中的应用做出了贡献。

（九）主要完成单位情况及创新推广贡献

第一完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司

创新推广贡献：

（1）在整个项目的研究过程中，全面组织领导本项目工作，组织制定项目总体研究方案，监督管理项目研究实施进度计划，协调各参研单位的工作；项目的研究进行了积极的推广和应用，扩大了研究成果和效益，项目总体研究成果达到了国内领先水平。

（2）依托本项目的研究成果及 G105 线南照淮河大桥维修改造工程的实施，对单向多室变截面波形钢腹板 PC 组合箱梁的受力机理及设计方法进行研究，结合桥位的重载使用条件，提出了具有广泛适应性的设计方法。

（3）将研究团队将研究成果应用于规划 S313（S306）头铺西至望淮岭段改线工程淮河特大桥波形钢腹板组合桥梁设计中，取得良好的经济效益，具有重大的产业化前景与巨大的社会效益。

第二完成单位：阜阳市公路管理局

创新推广贡献：

（1）在整个项目的研究过程中，协调科研团队与依托工程项目工作推荐，监督管理项目研究实施进度计划，协调各参研单位的工作；

（2）积极组织参加与课题相关的学术交流与技术培训会，推广应用项目的各项研究成果，取得了显著的经济、社会和环境效益。

第三完成单位：东南大学

创新推广贡献：

（1）参与科研大纲的制定，负责国内外研究现状调研及文献整理，协助技术方案审核，为本项目提供了模型试验场地与设备；

（2）基于理论分析与数值仿真以节段模型试验，开展了单向多室变截面波形钢腹板箱梁扭转、畸变等结构受力研究。

（3）积极推广应用项目的各项研究成果，开展与课题相关的学术交流，依托本项目培养了多名博士及硕士研究生。

（十）完成人合作关系说明：

安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司（甲方）与阜阳市公路管理局（乙方）东南大学（丙方）三方联合攻关科研项目“重载交通条件下波形钢腹板 PC 箱梁桥结构承载

性能和构造设计研究”的研究，合作时间为 2015 年 6 月至 2018 年 8 月，合作方式为甲方主持科研项目工作，乙方负责科研项目协调并落实依托工程、丙方负责协助完成本项目的研究。科研项目以“G105 线南照淮河公路大桥维修改造工程”项目为依托工程，进行了系统的研究工作并取得科研成果。具体分工为：

甲方为项目负责单位，全面组织项目立项，调研；组织制定总体技术路线，全面负责课题的组织与管理；协调项目实施，落实项目的依托工程；审查项目成果，组织推广应用等。从设计对角度对单向多室波形钢腹板 PC 组合箱梁桥扭转、畸变等问题进行研究，并从设计的角度研究其控制策略。针对背景工程开展结构分析，同时总结了重载交通下波形钢腹板 PC 组合箱梁桥的构造细节设计。对第 1、2、3 创新点做出重要贡献。佐证材料：专利②；工程项目应用证明。

乙方主要负责科研项目的经费支持及本科研在依托工程中的落实。在本科研的实施过程中，负责与 G105 南照淮河大桥维修改造工程项目建设办公室协调沟通，确保本项目的科研成果在工程中得以应用。对第 2 创新点做出重要贡献。佐证材料：专利①、②；工程项目应用证明。

丙方主要负责科研项目的工作，设计节段模型试验梁，对单箱多室波形钢腹板组合箱梁桥力学性能进行试验验证和有限元分析，通过数值分析手段研究了重载对称/偏心荷载作用下单箱多室波形钢腹板组合梁桥的剪力滞、扭转与

畸变性能以及桥面板横向受力性能。对第 1、2、3 创新点做出重要贡献。佐证材料：项目科研工作报告等。

项目合作过程中，甲方作为项目第一完成人，建设单位（乙方）、高校（丙方）很好地发挥各自的有利条件和优势，起到了互补作用，各项工作开展顺利，取得了丰富的成果，达到了项目预期目标。成功实现项目的整体目标，在产、学、研、用上取得突出成果。

本人作为项目第一完成人声明：对上述内容真实负责。

第一完成人：吴志刚

第一完成单位：安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司

2019.04.16