

江苏省建设科技创新成果推荐书

一、基本情况

项目名称	超高韧性环氧树脂特种铺装建设与养护成套技术		
完 成 人	张志祥, 张辉, 李款, 陈李峰, 潘友强, 李娣, 罗瑞林, 崔磊, 孔令林, 陈贇峰		
完成单位	中路交科科技股份有限公司, 江苏中路工程技术研究院有限公司, 江苏长路智造科技有限公司		
推荐单位（盖章） 或推荐专家（签字）	南京市城乡建设委员会		
任 务 来 源			
计划、基金名称	项目名称	编号	验收结题时间
部委计划	超高韧性树脂钢桥面铺装工程关键技术研究	2020CX045	2020-12-31
交通部行业重点科技项目	安全耐久型铺装技术在苏锡常南部高速公路太湖隧道工程中的推广应用	/	2021-11-01
江苏省科技计划—江苏省科技成果转化专项	超高韧性钢桥面环保铺装关键材料与智能施工技术研发及产业化项目	/	2021-03-24
江苏省科技计划—江苏省基础研究计划（自然科学基金）	基于阻尼特性的环氧沥青开发及疲劳性能提升基础研究	BK20181112	2022-01-31
江苏省科技计划—江苏省基础研究计划（自然科学基金）	钢桥面铺装界面损伤机理与增强技术研究	BK20180113	2022-02-01
授权发明专利（项）	60	授权其他知识产权（项）	33
起止时间	起始：2014年04月01日	完成：2022年2月1日	

二、项目简介

近年来一批引领世界“中国桥、中国隧”建成通车，然而，长寿命铺装技术一直是桥隧高质量发展的卡脖子难题，长期面临关键材料依赖进口、施工难度大、使用寿命短、维保困难等突出难题。随着国家综合交通立体网等战略实施，桥梁跨度和隧道长度突破到两千米和万米以上，铺装寿命期望从 5-8 年延长至 15 年以上，技术挑战更大。依托国家和省部级重点研发计划，通过 9 年理论研究、技术攻关和工程实践，破解了材料国产化开发和韧性提升等技术难题，**创建了超大型桥隧超高韧性树脂铺装材料-设计-施工-养护成套技术。**

1. 发明了建设期超高韧性热拌环氧树脂结合料和二阶固化环氧粘结料、耐疲劳冷拌环氧树脂快养材料，实现进口替代和疲劳韧性弯道超车。突破纳米级柔性链段原位增韧、微米级“两亲结构”增容及活性自由基-靶向络合改性技术，发明了超高韧性热拌环氧树脂结合料，**对比进口产品**可施工时间延长 150%、阻尼温域拓展至-20~70℃，断裂韧性提升 2~3 个数量级，**实现宽温域超高韧性**；发明了双官能度仲胺-高熔点有机酸酐的二阶固化环氧粘结料，固化间隔达 12~48h，**粘结强度提升 50%以上**；发明了基于超支化环氧应力抵消及多尺度纳米粒子增韧的耐疲劳冷拌环氧树脂养护材料，养生时间从 7 天缩短至 2h，**断裂韧性提升 1 倍。**

2. 创建了超大型桥隧铺装长寿命结构、足尺验证方法与数字化施工技术，破解了设计和施工难题。建立了基于桥隧结构-铺装刚度协同的长寿命铺装设计方法，研发了刚柔复合式、梯度功能式和全厚式等五种代表性铺装方案；创建结构-铺装耦合大型足尺加速加载试验和疲劳韧性量化评估方法，首次开展 **5-70℃宽温域足尺疲劳试验**，验证铺装**使用寿命可达 1 亿次轴载以上(20 年+)**；研发树脂计量-混合-泵送自动化模块装备与树脂混凝土拌和-摊铺-碾压的数字化施工技术，基于实时感知数据进行质量动态控制，实体工程检测**无鼓包死料缺陷。**

3. 发明了铺装疲劳损伤检测快速养护关键技术，保障了超大桥隧铺装全生命周期使用。研发了雷-视-激光融合的一体化车载检测装备，实现了“弯沉-破损-车辙-抗滑-平整度”铺装性能**无损快速诊断，检测效率可达到 80km/h（免封闭交通）**；发明了轴载-温度-结构响应-疲劳损伤感知一体化的服役状态**多源融合感知系统**和数字孪生养护平台，实现铺装结构刚度、疲劳损伤、界面脱层等隐性病害实时定位与定量诊断；率先研发了树脂混凝土全**自动车载式移动养护装备**，实现集约养护和 2h 内开放交通，保障铺装长期服役。

项目获授权发明专利60件（PCT国际专利1件）、软件著作权21项、主参编标准11部、行业工法10项、发表高水平学术论文83篇，国内外学术会议主旨报告40余次。研究成果整体应用于沪苏通长江大桥（世界跨径最大公铁斜拉桥）、五峰山长江大桥（中国第一座跨度超千米公铁两用悬索桥）、太湖隧道（国内最长公路湖底隧道）、港珠澳大桥（世界最长跨海大桥）等超大型桥隧工程30余座；并推广应用到市政桥梁、机场道面等百余个省重点工程，累计经济效益44.07亿元，近两年直接经济效益14.06亿元，为交通强国和长江经济带等国家战略提供了关键支撑。

三、主要科技创新

1. 项目立项背景

近30年来，中国的交通基础设施建设突飞猛进，苏通大桥、港珠澳大桥、太湖隧道等一批享誉世界的超级桥隧工程建成通车，“中国桥、中国隧”成为展示中国形象的新品牌。随着交通强国、长江经济带以及粤港澳大湾区等国家级战略的实施，桥隧工程逐渐往超大型发展，江苏建设的常泰长江大桥主跨突破1200米，成为世界最大跨度公铁两用斜拉桥；张靖皋长江大桥主跨突破2300米，成为世界最大跨度悬索桥；海太长江隧道长度突破11000米，成为“万里长江第一隧”，还有一大批举世瞩目的世界级超大型桥隧工程正在规划。

然而，长寿命铺装技术一直是困扰超大型桥隧建设的卡脖子难题，主要体现如下：（1）受限于超大型桥梁结构二期恒载和隧道封闭空间净空标高控制要求，桥隧铺装厚度通常只有5-10cm，约为路基段面层铺装厚度（18-30cm）的1/3，铺装受力十分严苛，我国主要通过进口美国和日本的高性能材料来满足桥隧铺装性能指标要求，材料国产化愿望困扰我国长达20余年；（2）我国超大型桥隧铺装服役条件与国外差异很大，直接参照国外经验设计与施工的铺装工程早期开裂、脱粘病害普遍，使用寿命（往往只有5-8年）远低于设计使用寿命15年，桥隧铺装结构的针对性设计与高均匀度施工难题一直未得到有效解决；（3）超大型桥隧工程通常处于路网咽喉要道，服役期交通量大，传统的封闭交通、人工检查、半手工半机械化养护维修的方法对交通运营安全和铺装耐久性的影响很不利，快速检测和高效养护技术需求十分迫切。

项目在国家和部省重点研发计划等项目的支撑下，历时9年，通过核心理论创新、关键技术攻关、重大工程应用，分别从高韧性树脂改性方法与增韧机理、结构体系设计与高质量建造、服役感知与高效维保技术等方面开展研究，实现了超大型桥隧铺装超高韧性树脂材料国产化开发、结构自主设计与数字化施工、快速无损检测与养护等多方面核心技术突破，创建了具有完全自主知识产权专利群的高韧性树脂铺装材料-设计-施工-养护成套技术，并在30多座超大型桥隧工程中成功示范，整体应用4年效果良好。项目成果打破了国外高性能材料的长期技术垄断与封锁，既实现了进口替代，还实现了疲劳韧性弯道超车，满足了我国桥隧工程往超大型和科技自立自强方向高质量发展的迫切需求，服务和支撑了国家综合交通立体网建设、长江经济带、粤港澳大湾区等国家战略实施。总体研究思路如图1所示。

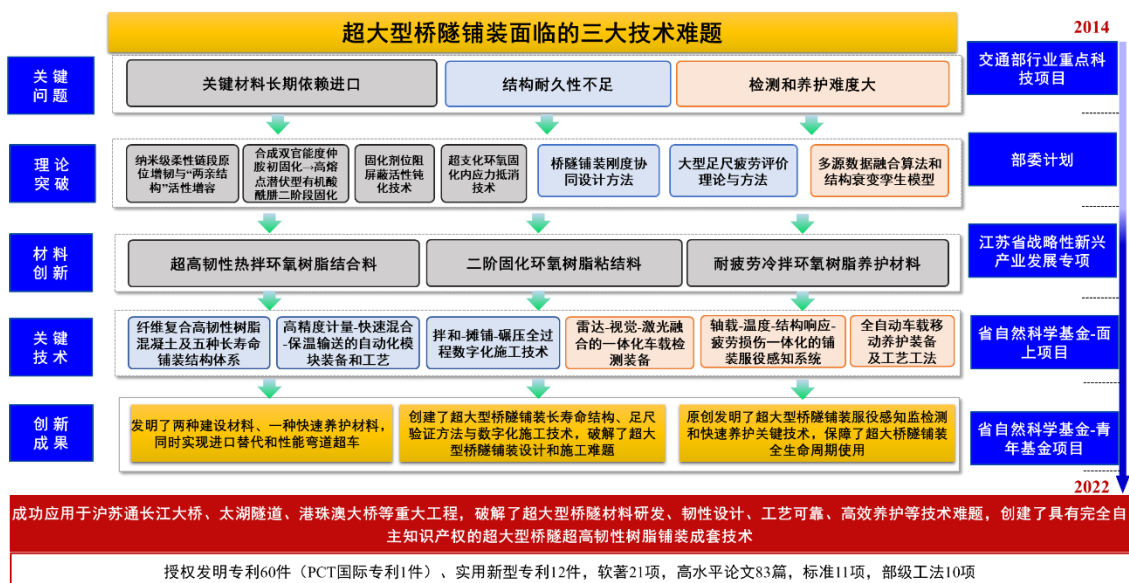


图1 总体研究思路

创新成果一：研发了超高韧热拌环氧树脂结合料、二阶固化环氧树脂粘结料及耐疲劳冷拌环氧树脂快速养护材料，实现进口替代和宽温域疲劳韧性弯道超车。【学科：建筑材料；证明材料：授权发明专利24件；SCI/EI论文3篇；标准2项】（附件2.1~2.3、5.1~5.3、7.38~7.39）

1.1 揭示了因阻尼温域与服役温域不匹配导致环氧铺装疲劳开裂的内在成因机制，破解了从纳米到微米尺度的环氧树脂多尺度增韧技术，实现了超高韧性环氧树脂阻尼温域与桥隧服役温域匹配。创造性提出了基于纳米级柔性链段原位增韧技术，利用纳米级增韧相的阻尼特性大幅拓展环氧树脂的阻尼温域达到-20~70℃，破解了超大桥隧环氧铺装因阻尼温域与服役宽温域不吻合而过早出现疲劳开裂的技术难题。针对超高韧性环氧树脂与沥青密度、介电常数及溶解度参数等差异导致的不相容问题，合成具有“两亲结构”的活性增容剂，通过活性增容剂在环氧树脂相与沥青相间架构起牢固的微米级两相增容结构体系，破解了超大桥隧环氧铺装因沥青相迁移析出而引发的阻尼温域衰变技术难题。阻尼温域拓宽至-20~70℃，低温极限应变 $\geq 3000\mu\epsilon$ ，断裂功5000N·mm以上，疲劳韧性增加2~3个数量级。

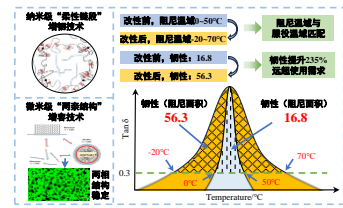


图2 基于增韧和增容协同服役的温域拓宽技术

1.2 揭示了因环氧开环反应活化能与施工过程不匹配导致环氧铺装施工容留时间短、养生固化时间长的内在成因机制，开发了基于活性自由基-靶向催化剂络合体系的环氧开环反应活化能可控调节技术，实现了超高韧性环氧树脂施工容留时间与养生固化时间的协调。创造性构建了由活性自由基-靶向催化剂螯合物组成的络合固化体系，通过调节络合网络的键能大小控制活性自由基缓释速率，破解了因环氧开环活化能过低而导致的高温爆聚技术难题，显著延长了环氧树脂的施工容留时间；通过解离的靶向催化剂对环氧树脂开环反应的定向催化，破解了因环氧树脂开环活化能过高而导致的常温反应慢的技术难题，实现了环氧树脂养生固化时间的可控调节。对比进口产品可施工时间延长150%，可达3h以上，养生固化时间3~7d。

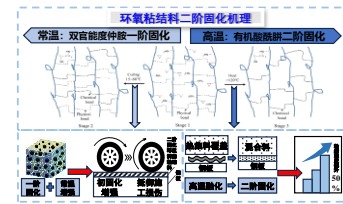


图3 环氧粘结料二阶固化机理

1.3 揭示了因环氧凝胶过程与施工过程不匹配导致环氧粘结料易施工损伤、界面粘接不足的内在成因机制，开发了基于环氧凝胶过程可控调节的二阶固化技术，实现了环氧树脂粘结料施工损伤与界面粘接间协调。创造性构建了双官能度仲胺一阶固化和高熔点潜伏型有机酸酐二阶固化的两阶段固化体系，通过双官能度仲胺固化剂在常温下的一阶段固化及高熔点潜伏型有机酸酐固化剂在常温下的增强作用，破解了因环氧树脂凝胶过程过短而无法匹配施工过程的技术难题，实现了环氧粘结料在未完全固化状态下有效抵御施工机械履带及轮胎的碾压破坏；通过高温条件下高熔点潜伏型有机酸酐固化剂融化并丧失对一阶固化物的增强作用，破解了因环氧粘结层固化后导致的界面粘接不足的技术难题，实现了环氧粘结料在一阶固化后可在高温混合料作用下完全融化并二阶固化。拉伸强度 $\geq 3\text{MPa}$ ，断裂伸长率 $\geq 300\%$ ，与钢板粘结强度 $\geq 10\text{MPa}$ ，一阶固化与二阶固化间隔时间12~48h。

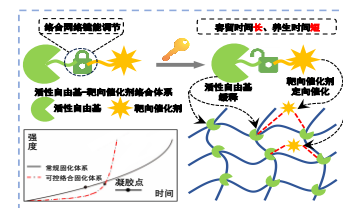


图4 可控释固化体系

1.4 揭示了因快速固化诱发的内应力削弱基体断裂韧性导致环氧树脂养护材料耐疲劳性能不足的内在成因机制，开发了基于超支化环氧的固化内应力抵消技术与基于多尺度纳米粒子的增韧改性技术，在满足快速固化的同时实现了耐疲劳性能的大幅提升，填补了国内空白。创造性提出了基于位阻屏蔽效应的固化剂活性钝化技术，通过在改性胺固化剂上接枝具有空间位阻效应的链段实现对活泼氢原子与环氧基团间反应活性的适度钝化，在保留环氧树脂快速固化特性的同时实现施工容留时间的适度延长；构建了基于超支化环氧的固化内应力抵消技术和基于多尺度纳米粒子的增韧技术，通过超支化环氧的空间占位效应大幅抵消环氧树脂养护材料快速固化过程中产生的内应力，并通过多尺度纳米粒子协同改性对环氧树脂养护材料进行增韧，实现了环氧树脂快速养护材料固化内应力的消除及断裂韧性的

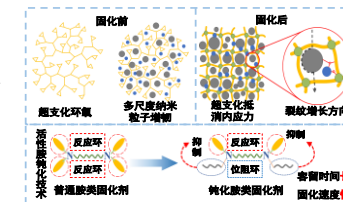


图5 活性钝化原理和内应力抵消机制

技术，通过在改性胺固化剂上接枝具有空间位阻效应的链段实现对活泼氢原子与环氧基团间反应活性的适度钝化，在保留环氧树脂快速固化特性的同时实现施工容留时间的适度延长；构建了基于超支化环氧的固化内应力抵消技术和基于多尺度纳米粒子的增韧技术，通过超支化环氧的空间占位效应大幅抵消环氧树脂养护材料快速固化过程中产生的内应力，并通过多尺度纳米粒子协同改性对环氧树脂养护材料进行增韧，实现了环氧树脂快速养护材料固化内应力的消除及断裂韧性的

创新成果二：创建了超大型桥隧超高韧性树脂铺装宽温域刚度协同结构设计、足尺性能疲劳试验与全过程数字化施工技术，使用寿命从5-8年突破到20年以上。【学科：道路工程；证明材料：授权发明专利32件；高水平论文26篇；软件著作权14项；行业工法4项，标准2项】（附件2.5~2.7、7.7、7.9~7.22、7.26、7.27、7.29、7.33、7.35）

图6 桥隧结构-铺装多目标设计指标体系

1	2	3	4	5	6	7
建立元模型	铺展接触统计	疲劳应力等效	荷载作用面积	对不利荷载	加荷载率测算	循环水加热
		100%	200mm X 200mm	200mm X 200mm	1-100%	5-100%

图7 大型足尺加速加载升温疲劳试验

图8 拌和-摊铺-碾压全过程数字化施工技术

个高速公路沥青路面与过江通道铺装质量数据中心平台，大幅度提升了超大规模体量铺装施工温度、级配比例和压实度的均匀性，沪苏通长江大桥、太湖隧道等铺装实体工程检测无鼓包、死料等早期缺陷，合格率100%，且使用4年第三方检测性能优良，终结了桥隧铺装施工缺陷导致的使用寿命问题。

创新成果三：发明了超大型桥隧铺装无损检测和快速养护关键技术，保障了超高韧性树脂铺装全生命周期使用，填补了国内外空白。【学科：道路工程；证明材料：授权发明专利21件；高水平论文29篇；软件著作权7项；行业工法6项，标准7项】（附件2.8~2.10、7.1~7.6、7.8、7.22~7.25、7.28、7.30~7.31、7.33~7.34、7.36~7.37、7.40）

3.1 发了雷达-视觉-激光融合的一体化车载检测装备，实现了超大型桥隧铺装路用性能快速无损检测，填补国内空白。超大型桥隧通常处于路网咽喉要道，交通封闭会引起交通瘫痪甚至路网阻塞问题，针对常规铺装检测采用的多种不同手段分次开展检测方法对交通影响很大的困难，发明了高动态探地雷达-多普勒激光-三维可视化点云融合的一体化车载检测装备与分析平台，实现了桥隧铺装“弯沉-破损-车辙-抗滑-平整度”五项健康状态指标快速无损共点检测，检测效率可达到80km/h（免封闭交通），溯源定位精度 $\leq 0.5\text{m}$ ；利用多普勒激光测振仪传感器实时检测路面变形速度，建立了基于弹性地基梁模型的路表弯沉盆斜率曲线方程积分推导路表弯沉盆算法，实现了铺装结构承载能力快速检测，识别精度超过80%；基于机器学习大数据算法建立了雷达图像自动化识别方法，识别准确率超过95%；建立了基于红外线结构激光器和高分辨率智能三维相机联合的路表破损与功能指标三维检测方法，识别精度超过90%。



图9 一体化车载检测装备与测试平台

3.2 发明了轴载-温度-结构响应-疲劳损伤一体化的铺装服役感知系统，实现了超大型桥隧铺装疲劳损伤实时诊断评估。针对铺装结构内部疲劳损伤、层间脱空等隐性病害检测评估技术缺失的问题，开发了车道式压电动态轴载-温度场-应变结构响应一体化的实时服役感知系统，实现了桥隧铺装真实服役状态的实时掌握；发明了铺装结构体系肋间挠度变形速率监测、疲劳裂缝声发射监测、层间脱空红外热成像检测等内部损伤感知新方法，实现了桥隧铺装结构刚度、疲劳损伤、界面脱层等隐性病害定位、定量监测；开发了桥隧铺装数字孪生养护管理平台，构建了“温度-轴重-车速-轴型-应力/肋间相对挠度”服役感知大数据仓库，提出了基于时空序列归一化的多源数据融合算法和结构疲劳衰变孪生模型，实现了实体工程性能衰变的定量评估和预测，支撑了超大型桥隧铺装的高效服役和科学养护。

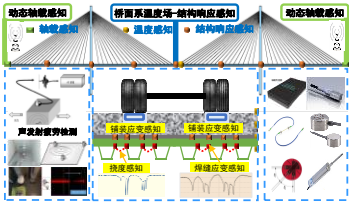


图10 轴载-温度-结构响应-疲劳损伤服役感知系统

3.3 研发了冷拌树脂混凝土全自动车载移动养护装备，实现了超大型桥隧铺装集约养护。针对超大型桥隧铺装养护采用新建材料需要夜间人工作业并长期封闭交通的难题，发明了树脂混凝土全自动车载式移动养护装备，集成原材料计量-输送-混合-布料等自动化模块式装备于一体，实现随拌随铺随走，产量达30t/h，养护效率提升10倍，2h内快速开放交通；发明了高韧树脂全厚度局部破损快速修补技术、铺装裂缝和鼓包病害注浆处治等专用微创养护技术，实现铺装层的保存与延寿，攻克了以往半手工半机械化养护维修对交通运营安全和铺装耐久性的不利影响。通过精准感知、实时诊断和快速养护，综合保障超大型桥隧铺装高质量的耐久服役。

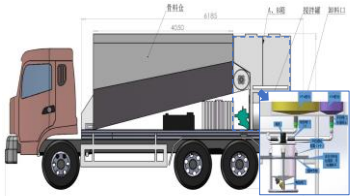


图11 全自动车载移动养护装备

表 1 与国内外同类技术的比较

类别	比较项目	国内外同类技术	本项目相关技术
创新点一	桥隧铺装结合料	1、美国环氧沥青结合料，拌和温度110-121℃，可施工时间1.5-2h，养生时间30天，疲劳寿命达 $10^4 \sim 10^5$ 2、日本环氧树脂结合料，拌和温度170-185℃，可施工时间1.5-2.5h，养生时间7天，疲劳寿命达 $10^5 \sim 10^6$	发明超高韧性热拌环氧树脂结合料，拌和温度165-190℃，可施工时间2-3h，养生时间5d，拉伸强度 $\geq 2\text{MPa}$ 、断裂伸长率 $\geq 200\%$ 、阻尼温域拓宽至-20~70℃、疲劳寿命达 $10^6 \sim 10^8$ ，实现了宽温域高应力幅疲劳韧性提升1-2个数量级
	桥隧铺装粘结料	1、美国环氧沥青粘结料，一阶固化，易施工损伤，界面粘结强度1~5MPa 2、日本环氧树脂粘结料，二阶固化，界面粘结强度5~7MPa	发明二阶固化环氧树脂粘结料，施工期无损伤，界面粘结强度7~10MPa，拉伸强度 $\geq 3\text{MPa}$ 、断裂伸长率 $\geq 100\%$ 、一阶固化与二阶固化间隔时间12~48h
	养护材料	无专用养护材料，采用新建材料需要长时间封闭交通	发明耐疲劳冷拌环氧树脂快速养护材料，断裂韧性相比新建材料提高1倍，采用冷拌工艺（常温施工），固化时间2h，当日养护当日开放交通
创新点二	桥隧铺装结构	单一的双层EA结构设计	针对不同应用场景建立了耐久性结构体系，包括刚柔复合式（EA+SMA）、梯度功能式（GA+EA）、全厚式EA等结构
	耐久性评估方法	小尺度的材料评估为主，单一温度下等效1200万轴次的疲劳试验	发明了桥隧结构和铺装耦合的大尺度升温加速加载试验评估方法，试验温度5℃-70℃，等效疲劳作用次数超过1亿轴次
	施工技术	传统沥青混合料施工工艺，环氧树脂添加采用半人工半机械方式为主，温控和均匀性控制难度大	采用数字化建造工艺，对拌和温度、级配、摊铺均匀性与碾压轨迹采用实时监测和控制，环氧树脂添加采用模块输送和保温拌和的机械化方式，精度控制到1%，温度控制在 $60 \pm 1^\circ\text{C}$
创新点三	桥隧铺装路用性能检测	采用封闭交通条件下的人工检查方式为主，辅助落锤式弯沉等低速检测技术，对车道交通影响大，检测数据需要后期进行人工整合分析	发明了雷达-视觉-激光融合的车载智能检测装备，检测效率80km/h，无需封闭交通，“弯沉-破损-车辙-抗滑-平整度”五项健康状态指标快速无损共点检测和评估
	结构服役状态感知	采用传统的温度检测、应变检测等方式对铺装进行间歇性分析，间接评估铺装内部疲劳损伤状态	发明了轴载-温度-结构响应-疲劳损伤一体化服役感知系统和多种新型无损检测技术，实时感知评估和定位定量分析
	养护工艺	采用人工加小型机械养护为主，封闭交通时间长，往往需要夜间作业	发明了树脂混凝土全自动车载式移动养护装备，随拌随铺随走，产量达30t/h，养护效率相比人工提升10倍，2h内快速开放交通，交通低影响

四、第三方评价

1) 鉴定验收会议评价

2020年11月27日,江苏省交通运输厅组织**高宗余院士**领衔的专家组对《**超高韧性钢桥面铺装关键材料研发及产业化**》项目鉴定评价为:“……,通过“两亲结构”柔性链段增容改性形成海岛结构体系,并在固化剂中接枝屏蔽链段,破解了环氧树脂与沥青混合时强弱极性难容及高温爆聚凝胶难题;……,研发了超高韧性 HRM 热拌环氧结合料与 HRB 二阶环氧粘结料,……, **部分指标超过进口产品,实现进口替代**;……项目产品已在沪苏通长江大桥、五峰山长江大桥等重点工程实现规模化应用……, **节约外汇超过 4000 万元,节省铺装工程造价约 30%。……,研究成果达到国际领先水平。**”(附件 3.1)

2017年5月27日,中国公路学会组织**郑建龙院士**领衔的专家组对《长江中下游大跨径钢桥沥青铺装养护关键技术、材料开发及性能跟踪研究》项目鉴定评价为:“揭示了……桥面铺装破坏机理和发展规律……;开发了红外检测评估方法和微损注浆技术,有效解决了铺装结构隐性病害的修复问题,……,研发了高韧性冷拌树脂材料、高温拌和型环氧沥青材料……, **路用性能超过同类进口产品。……研究成果总体上达到国际先进水平。**”(附件 3.2)

2022年1月,江苏省科技厅组织专家组召开了“基于阻尼特性的环氧沥青开发及疲劳性能提升基础研究”验收会。形成意见如下:“……,基于化学增容改性和延时凝胶固化技术,开发了高韧性环氧树脂,实现了环氧树脂强度与韧性的协同提升,改善了环氧树脂与沥青间的相容性,提高了环氧沥青混合料的疲劳性能, **彻底解决了我国环氧沥青料长期依赖进口的卡脖子问题。……,同意验收通过。**”(附件 3.3)

2017年7月1日,江苏省交通运输厅组织**王景全院士、张喜刚院士**领衔的专家组对《大跨径缆索承重桥梁钢桥面铺装养护关键技术研究》项目鉴定评价为:“……形成了基于红外热扫描的无损检测方法……,开发了钢桥面铺装纤维增强树脂……高压注浆处治脱空等预防性养护技术,……研发了钢桥面铺装全寿命周期的成套养护技术和养护材料,……**研究成果达到国际领先水平。**”(附件 3.4)

2022年7月25日,中国公路学会组织**刘加平院士**领衔的专家组对《大跨径索承桥钢桥面铺装韧性养护成套技术》项目鉴定评价为:“……提出了基于服役状态感知的多源数据融合技术,……率先开展了大节段足尺和实桥实验……,发明了……超韧纤维复合树脂……,提升了正交异性钢桥面板疲劳寿命和铺装层耐久性能,……**项目成果总体达到国际领先水平。**”(附件 3.5)

2018年7月7日,湖北省交通运输厅组织专家组对《重载大跨径钢桥环氧沥青桥面铺装养护成套技术研究》项目鉴定评价为:“研发了……重载使用条件的高韧高渗透裂缝填补材料和超薄树脂封层材料,……,形成了全厚式钢桥面铺装养护施工工法;编制了养护技术指南……,其中高韧性冷拌树脂钢桥面铺装养护材料及施工技术**达到国际领先水平。**”(附件 3.6)

2023年12月12日,江苏省工业和信息化厅组织专家组对《交通基础设施快速无损智能检测装备》新产品评价为:“项目研发道路健康状态一体化快速检测装备及数据平台,研发了可共点同步检测表面破损、表面功能、内部病害、结构承载力、路域环境五项路面健康状态指标……,基于机器学习算法建立了雷达图像自动化识别方法,……,实现了破损图像自动化识别,……检测效率显著提升,实现了交通零干扰……**项目产品总体处于国际领先水平。**”(附件 3.7)

2020年11月11日,江苏省交通运输厅组织专家组对《千米级钢桁梁悬索桥公路钢桥面铺装关键技术研究》项目鉴定:“……提出了基于公路荷载及环境因素共同作用的钢桥面铺装……,“二阶环氧树脂粘结层+3.5cm 直馏浇注式沥青 GA10+二阶环氧树脂粘结层+3.5cm 高温拌和型环氧沥青 EA10”的复合型铺装结构,……, **研究成果达到国际领先水平。**”(附件 3.8)

2021年12月,江苏省科技厅组织召开了“钢桥面铺装界面损伤机理与增强技术研究”验收会。形成意见如下:“……研究分析了界面损伤对钢桥面铺装体系耐久性的影响规律,并提出界面黏聚力损伤本构模型和病害检测手段;开发了一种高强树脂注浆材料及施工工艺……, **对我国钢**

桥面铺装鼓包病害修复有重要的指导意义，……，同意该项目验收通过。”（附件 3.9）

2015 年 6 月 29 日，中国公路学会组织专家组对《特大型树脂沥青组合式钢桥面铺装工程关键材料及施工装备研究》项目鉴定评价为：“……，开发了 ERS 钢桥面铺装系列施工装备，主要包括……RA 粘结层智能化洒布设备、RA 树脂沥青自动化混合及计量设备、大型冷热拌双系统沥青拌和站……研究成果总体上达到国际先进水平。”（附件 3.10）

2021 年 11 月 1 日，交通运输部组织召开了“安全耐久型铺装技术在苏锡常南部高速公路太湖隧道工程中的推广应用”项目验收会。形成以下意见“……在隧道路面 30 年交通荷载特点分析的基础上，通过对路面结构优化、材料性能提升、施工工艺改善，室内试验与理论分析实现隧道铺装设计使用寿命延长至 30 年，经过应用实测，施工有害气体排放量相对于传统热拌工艺综合降低 60%以上，环保效益显著。验收委员会一致同意该项目通过验收”。（附件 3.11）

2) 国家权威部门第三方检测评定

(1) 超高韧性热拌树脂结合料：国家建筑材料工业建筑防水材料产品质量监督检验测试中心第三方检测：热拌环氧树脂结合料拉伸强度达 2MPa 以上，断裂伸长率超 100%。（附件 3.13）

(2) 二阶固化环氧粘结料：国家建筑材料工业建筑防水材料产品质量监督检验测试中心第三方检测：拉伸强度达 3MPa 以上，断裂伸长率超 100%，与钢板粘结强度达 7.5MPa，与混合料粘结强度达 2.8MPa。（附件 3.14）

(3) 耐疲劳冷拌环氧树脂材料：国家建筑材料工业建筑防水材料产品质量监督检验测试中心检测：RM 树脂胶结料拉伸强度达到 2MPa 以上，断裂伸长率超 200%；RB 环氧树脂拉伸强度达到 10MPa 以上，断裂伸长率超 10%。（附件 3.15、3.16）

(4) 超高韧性热拌树脂铺装混合料：国家道路及桥梁质量监督检验中心第三方检测：HRM 混合料的马歇尔稳定度 66.3kN，70℃动稳定度>6000 次/mm，冻融劈裂强度比 98.8%，-10℃低温弯曲破坏应变 4143 $\mu\epsilon$ 。（附件 3.17）

(5) 中路沥青路面施工质量信息监管综合平台软件：中国赛宝实验室（工业和信息化部电子第五研究所）对中路沥青路面施工质量信息监管综合平台软件进行测试，结论如下：……混合料拌和生产……实时运输，摊铺里程、温度、速度……碾压遍数、温度、速度……等信息监管测试结果均为通过。（附件 3.18）

(6) 激光动态弯沉测试系统：国家道路与桥梁工程检测设备计量站对激光动态弯沉测试系统进行检测，结论如下：……重复性标准偏差 $\leq 0.03\text{mm}$ ，……速度变异性 $\leq 5.0\%$ ，……测试结果与落锤式弯沉仪具有良好相关性，……符合交通运输行业标准 JT/T 1170-2017 的要求。（附件 3.19）

(7) 大跨径钢桥面铺装养护管理软件：中国赛宝实验室（工业和信息化部电子第五研究所）对中路大跨径钢桥面铺装养护管理软件进行测试，结论如下：……功能性、信息安全性、可靠性、维护性、易用性、可移植性测试结果均为通过。（附件 3.20）

(8) 苏锡常南部高速太湖隧道铺装实体工程：江苏省交通运输综合行政执法监督局对苏锡常南部高速公路常州至无锡段工程项目进行了竣工验收质量鉴定。结论如下：……隧道路面上、下面层压实度各检测 34 点，合格率 100%；上面层厚度与总厚度各检测 34 点，合格率 100%；平整度检测 708 段，IRI 平均值 0.85m/km，合格率 100%；抗滑性能检测 708 段，横向力系数代表值 64（SFC）、构造深度平均值 0.98mm，合格率 100%；渗水系数检测 60 处，合格率 100%。（附件 3.21）

(9) 沪苏通大桥桥面铺装实体工程：江苏现代工程检测有限公司对沪苏通大桥第二车道（国检车道）路面铺装进行了第三方检测（2023 年 12 月）。结论如下：……沪苏通大桥高速无锡方向第二车道的 RQI 为 94.88，南通方向第二车道的 RQI 为 94.90。按《评定标准》评价路面平整度总体状况为优。沪苏通大桥高速无锡方向第二车道平整度 IRI 平均值分别为 1.11m/km，南通方向第二车道平整度 IRI 平均值为 1.11m/km。（附件 3.22）

2) 推动产业发展

项目发明的超高韧性环氧树脂材料成功注册商标“中路新材”，获质量管理体系 GB/T 19001-2006/ISO 9001:2015 认证，在江苏盐城、镇江大港、连云港建立生产基地，建成超高韧性热拌树脂材料标准化生产线 4 条，热拌树脂结合料和二阶固化环氧粘结料产能分别达到 8000 吨/年和 5000 吨/年；建成冷拌树脂材料生产线 2 条，产能 2000 吨/年（附件 7.41~7.43、3.1）。

项目成果产业化与推广应用获得交通部与江苏省各级政府的积极支持，纳入交通部重大科技创新和推广应用类项目 4 项、省级成果转化与产业化项目 2 项、以及省级和地方重点产品推广目录 3 项。（附件 7.44~7.52）

表 2 已获产业化项目支撑

类别	成果名称	部门	备注
重大科技创新成果推广项目	超高韧性树脂钢桥铺装工程关键技术（2020CX045）	交通运输部	推动超韧树脂材料技术创新与成果转化
	大跨径钢桥沥青铺装养护关键技术（2019CX035）	交通运输部	推动桥面铺装技术创新与成果转化
	基于物联网与数据融合的沥青面层施工质量动态控制技术（2018TG006）	交通运输部	推动桥隧铺装数字施工技术推广应用
	安全耐久型铺装技术在苏锡常南部高速公路太湖隧道工程中的推广应用	交通运输部	推动隧道铺装技术推广应用
产业化项目	温（冷）拌低烟尘路桥铺装技术与关键材料的研发及产业化（2022CX024）	江苏省科技厅	推动冷拌耐疲劳环氧树脂材料产业化
	超高韧性钢桥面环保铺装关键材料与智能施工技术研发及产业化项目	江苏省发改委	推动超高韧性热拌树脂材料产业化
交通运输节能环保优秀推荐产品	冷拌冷铺型树脂混凝土铺装材料及技术	中国交通企业管理协会	冷拌树脂填补了行业空白，环保效益显著
第二十六批江苏省重点推广应用的新技术新产品目录	路桥用超高韧性树脂	省新技术新产品推广应用工作联席会议办公室	推动高韧树脂材料推广应用
江苏省公路学会科技创新产品奖	钢桥面纤维增强型树脂抗滑罩面	江苏省公路学会	推动高韧树脂材料在罩面工程的推广应用

（4）行业工法与标准 21 项。

行业工法 10 项：《钢桥面高韧冷拌树脂铺装施工工法》GGG(苏)C3352-2023；《钢桥面铺装脱空高韧树脂注浆微创养护施工工法》GGG(苏)C3202-2019；《钢桥面铺装全厚式常温固化环氧混凝土养护施工工法》GGG(鄂)F3002-2016；《钢桥面铺装破损快速修复施工工法》GGG(鄂)F1001-2015；《沥青混凝土路面全过程信息化动态监管施工工法》GGG(浙)B3086-2019；《超大孔隙冷拌彩色耐候性树脂胶石路面施工工法》GGG(苏)B5129-2020；《复合型光催化彩色耐候性树脂极薄磨耗层施工工法》GGG(苏)B3139-2023；《隧道温拌高强密水组合式铺装施工工法》GGG(苏)B3140-2023；《复合型高韧树脂极薄抗裂罩面施工工法》GGG(苏)C3203-2019；《混凝土桥面耐久型沥青铺装施工工法》GGG(浙)B4125-2020（附件 7.22~7.29）

标准 11 项：项目研究成果形成了 11 项行业团体与地方标准等，并推广到中小跨径钢桥、高速公路日常养护以及树脂表面处治等技术领域。（附件 7.30~7.40）

表 3 已编制发布的标准

序号	类别	名称	编号	备注
1	地方标准	公路钢桥面高温拌和型环氧沥青铺装施工及养护技术规程	DB42/T ****-2021	已通过报批稿审查，待发布
2	地方标准	大跨径桥梁钢桥面环氧沥青混凝土铺装养护技术规程	DB32/T 3292-2017	
3	地方标准	江苏省高速公路中小桥钢桥面铺装设计指导意见	/	推广应用到中小桥面铺装
4	地方标准	高速公路日常养护技术规范	DB36/T 1593—2022	推广应用到高速公路日常养护
5	行业团体标准	公路钢桥面环氧沥青铺装养护技术指南	T/CHTS 10026-2020	
6	行业团体标准	公路长大隧道温拌阻燃高模量沥青铺装施工技术规程	T/JSTERA 42—2022	
7	行业团体标准	公路沥青路面内部状况探地雷达检测技术指南	T/CHTS 10078-2022	
8	行业团体标准	公路路面彩色聚氨酯及改性环氧树脂表面处治技术指南	T/CHTS 10006-2018	推广应用到特种树脂表面处治
9	企业标准	钢桥面铺装用中路新材®H 型树脂	Q/320111ZL-008-2021	
10	企业标准	钢桥面铺装用系列冷拌树脂材料	Q/320111ZL-004-2021	
11	企业标准	正交异性钢桥面系服役状态感知系统设计	Q/320111ZL-013-2021	

（6）支撑部省级平台建设4项，省级标准化试点2项。（附件7.53~7.58）

表 4 产业化平台建设

序号	名称	批复单位	备注
1	江苏省钢桥面及隧道铺装工程技术研究中心	江苏省科技厅	推动新技术研发及成果转化
2	江苏省绿色低碳桥隧工程技术研究中心	江苏省科技厅	
3	江苏省长大桥隧铺装材料及养护工程研究中心	江苏省发改委	推动建养新材料、新技术产业化推广应用
4	江苏省智慧公路技术开发与养护工程研究中心	江苏省发改委	推动数字化施工和智能建造技术产业化
5	高性能沥青材料及铺装高新技术自主创新标准化试点	江苏省质监局	推动技术标准化，支撑产业推广

五、推广应用情况、经济效益、社会效益和环境效益

1、推广应用情况（应用证明请标明应用时间）

项目在江苏盐城射阳、镇江大港、连云港建立了生产基地，共建成标准化生产线 6 条，项目成果成功应用于沪苏通长江大桥、五峰山大桥、太湖隧道、港珠澳大桥等百余项超大型桥隧工程；并推广到中小跨径桥梁、机场道面、市政道路、桥隧树脂弹性缝、道路注浆等多个场景，累计经济效益 44.07 亿元，近两年直接经济效益 14.06 亿元，产生了显著的进口替代社会效益，通过技术超越和进步引领了我国超大性桥隧工程高质量发展，为交通强国战略提供了关键技术支撑。（附件 4.1~13）

【整体技术应用】研究成果在沪苏通大桥（使用4年）、五峰山大桥（使用超过3年）、太湖隧道（使用超过2年）等项目得到全面整体应用。①沪苏通长江公铁大桥是我国自主设计建造、世界上首座4线铁路+6车道公路、世界上最长的主跨超千米的公铁两用斜拉桥，全长11072m，主跨1092m，有效促进长三角城市群跨江融合、协同发展，有力助推长三角区域一体化发展，项目在2020年3月全面采用了超高韧性树脂铺装材料和工程技术，目前使用4年效果良好。（附件4.1）②五峰山长江大桥主跨达1092米，是世界荷载最大的公铁两用悬索桥，上部为8车道高速公路，下部为四线高速铁路通道，大桥对推动苏中苏南融合发展，推进宁镇扬同城化，加快长江三角地区一体化进程，乃至国家“一带一路”和沿海开发战略都有着重要意义。项目在2020年8月全面采用了超高韧性树脂铺装材料和工程技术，目前使用超过3年效果良好。（附件4.4）③苏锡常南部高速太湖隧道是国内已建最长的水下隧道工程，全长10.79km，横断面宽43.6m。该项目建设规模大、施工技术难、安全风险高、环保要求严，工程建设极具挑战，是江苏第一批公路水运品质工程示范创建项目、交通运输部首批立项的科技示范工程。项目在2021年8月全面采用了超高韧性树脂铺装材料和工程技术，目前使用超过2年效果良好。（附件4.2）

（1）国产超高韧性环氧树脂材料应用：在沪苏通长江大桥（世界上最长的公铁两用斜拉桥）、太湖隧道（国内第一长高速公路湖底隧道）、五峰山大桥（中国第一座跨度超千米的超大型公铁两用悬索桥）、苏通大桥（2021-2022大修重置）、无锡邀贤山隧道、镇江观音山隧道等重点工程进行大规模应用。该技术被江苏海德新材料有限公司、江苏中亿通道路新材料有限公司、江苏亿虎沥青科技有限公司、连云港汉通路桥工程有限公司、南通路桥工程有限公司、中铁大桥局集团有限公司、中交第二航务工程局有限公司、江苏省交通工程集团有限公司、湖北路桥集团有限公司、广东长大公路工程有限公司、江苏现代路桥有限责任公司、重庆智翔铺道工程公司、天津城建滨海路桥有限公司等推广应用，实现了材料进口替代和节约造价。

（2）超大型桥隧铺装长寿命结构、足尺验证方法与数字化施工技术应用：在沪苏通长江大桥、五峰山大桥、太湖隧道、港珠澳大桥等重大工程成功应用，还支撑了张靖皋长江大桥、常泰长江大桥、江阴靖江长江隧道、海太长江隧道、龙潭长江大桥等世界级工程设计与建设；同时被京沪高速公路改扩建、新疆乌市机场改扩建等项目推广应用。该技术被中铁大桥局集团有限公司、中交第二航务工程局有限公司、江苏省交通工程集团有限公司、湖北省路桥集团有限公司、广东省长大公路工程有限公司、浙江交工集团股份有限公司、重庆智翔铺道工程公司等推广应用，提升了超大型桥隧铺装工程的施工质量和耐久性。

（3）超大型桥隧铺装服役感知监检和快速养护关键技术应用：在泰州大桥、苏通大桥、江阴大桥、润扬大桥、南京三桥、崇启大桥、五峰山大桥、太湖隧道等重大桥隧铺装工程建设和运

营营养中成功应用。其中服役感知技术还被推广到京沪高速、宁杭高速、建兴高速等路基段路面的检监测和服役感知；快速养护技术还被推广到机场道面等维养工程，**促进了路桥隧大行业科技进步和基础设施工程延寿技术推广。**

表 9 主要应用单位情况

序号	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	经济、社会效益
1	中路交科科技股份有限公司	超高韧性环氧树脂材料	2014~2023	吉冬妮 /13913837636	经济效益：123811 万元； 社会效益：超高韧性树脂材料实现了进口替代和性能弯道超车，节约外汇、节省铺装工程造价。
2	江苏长路智造科技有限公司	数字化施工技术、快速养护技术	2017~2023	许加锐 /15751833261	经济效益：62741 万元； 社会效益：对混合料拌和温度、级配、摊铺均匀性与碾压轨迹采用实时监测和控制，环氧树脂添加精度控制到 1%；养护效率相比人工提升 10 倍，2h 内快速开放交通，交通低影响。
3	江苏海德新材料有限公司	超高韧性环氧树脂材料、数字化施工技术	2014~2023	潘俊 /13851133868	经济效益：8360 万元； 社会效益：实现了环氧树脂高精度拌合，有效保证了环氧树脂充分混合及与沥青投放的同步性，进而保障混合料性能，提升铺装服役质量。
4	江苏中亿通道路新材料有限公司	超高韧性环氧树脂材料	2016~2023	马军 /13952882652	经济效益：11573 万元； 社会效益：满足了桥隧铺装建设的需求，为城市经济发展提供了有力支撑。
5	连云港汉通路桥工程有限公司	超高韧性环氧树脂材料	2014~2023	谢兆鹏 /13605133558	经济效益：78543 万元； 社会效益：提高了道路的耐久性和承载能力，保障人们的出行安全。
6	江苏亿虎沥青材料有限公司	超高韧性环氧树脂材料	2018~2023	马军 /13952882652	经济效益：14650 万元； 社会效益：带动化石能源开发等相关产业的发展，创造就业机会，促进了经济增长。
7	南通路桥工程有限公司	超高韧性环氧树脂材料、数字化施工技术	2017~2023	王善来 /13921603232	经济效益：30546 万元； 社会效益：实现动态监管树脂混凝土拌合级配、摊铺速度、碾压轨迹和全过程施工温度等关键质量参数；对结构状态实时感知评估和定位定量分析。
8	南京交通工程有限公司	超高韧性环氧树脂材料、数字化施工技术	2020~2023	许尔明 /18705175810	经济效益：23373.4 万元； 社会效益：拌和效率提升 20%，施工质量风险可测可控，有力保障了路桥面施工质量均匀性和稳定性。

9	湖北省路桥集团有限公司	超高韧性环氧树脂材料、数字化施工技术、检测检测和快速养护技术	2014~2023	殷源 /17786380829	经济效益：7338 万元； 社会效益：实现铺装结构刚度、疲劳损伤、界面脱层等隐性病害定位、定量诊断及养护施工零碳低能耗和 2h 快速开放交通。
10	江苏通用路桥工程有限公司	超高韧性环氧树脂材料、数字化施工技术、快速养护技术	2014~2023	王晓俊 /13861166808	经济效益：5019 万元； 社会效益：实现计量误差小于 1%高精度拌合，突破了传统人工拌合摊铺施工质效低的技术难题，解决了桥隧铺面建造及养护效率低的技术难题。
11	江苏东方路桥建设养护有限公司	超高韧性环氧树脂材料、数字化施工技术、快速养护技术	2014~2023	孙怡 /13770697531	经济效益：2010 万元； 社会效益：养护效率提升 10 倍，随拌随铺随走，快速开放交通，综合保障铺装高质量的耐久服役。
12	江苏现代路桥有限责任公司	超高韧性环氧树脂材料、数字化施工技术、检测检测和快速养护技术	2014~2023	余兆宇 /13851833306	经济效益：9127 万元； 社会效益：实现了桥隧铺装结构刚度、疲劳损伤、界面脱层等隐性病害定位、定量诊断；实现了计量误差小于 1%高精度拌合，保提升了施工质量。
13	天津城建滨海路桥有限公司	超高韧性环氧树脂材料、数字化施工技术	2021~2023	赵付星 /13920178530	经济效益：1810 万元； 社会效益：排除了施工中拌和因素对混合料性能的影响，提升了铺装整体的服役质量。

2、近年直接经济效益

单位：万元人民币

	完成单位		其他应用单位	
年 份	新增销售额	新增利润	新增销售额	新增利润
2021	39597	9073	27654	7276
2022	48614	11523	24716	6128.5
累 计	88211	20596	52370	13404.5

经济效益的有关说明及各栏目的计算依据：

2021 年完成单位：中路交科科技股份有限公司所涉及的包括超高韧性热拌环氧树脂结合料、二阶固化环氧粘结料关键材料和耐疲劳冷拌环氧树脂快养材料等，新增销售额 23189 万元，新增利润 5595 万元；江苏中路工程技术研究院有限公司主要为材料-设计-施工-养护成套技术咨询服务及科研工作，新增销售额 3344 万元、新增利润 996 万元；江苏长路智造科技有限公司主要为工程

项目实施，新增销售额 13064 万元、新增利润 2482 万元。

2021 年其他应用单位：江苏海德新材料有限公司新增销售额 785 万元，新增利润 190 万元；江苏中亿通道路新材料有限公司新增销售额 1580 万元，新增利润 387 万元；连云港汉通路桥工程有限公司新增销售额 7350 万元，新增利润 1756 万元；江苏亿虎沥青材料有限公司新增销售额 2336 万元，新增利润 511 万元；湖北省路桥集团有限公司新增销售额 2282 万元，新增利润 570 万元；江苏中路信息科技有限公司新增销售额 7564 万元、新增利润 1845 万元；江苏通用路桥工程有限公司新增销售额 1761 万元，新增利润 340 万元；江苏东方路桥建设养护有限公司新增销售额 1000 万元，新增利润 250 万元；江苏现代路桥有限责任公司新增销售额 2196 万元，新增利润 527 万元；天津城建滨海路桥有限公司新增销售额 800 万元，新增利润 140 万元。

2022 年完成单位：中路交科科技股份有限公司所涉及的包括超高韧性热拌环氧树脂结合料、二阶固化环氧粘结料关键材料和耐疲劳冷拌环氧树脂快养材料等，2022 年新增销售额 28528 万元、新增利润 6971 万元；江苏中路工程技术研究院有限公司主要为材料-设计-施工-养护成套技术咨询服务及科研工作，增销售额 4268 万元，新增利润 1073 万元；江苏长路智造科技有限公司主要为工程项目实施，新增销售额 15818 万元，新增利润 3479 万元。

2022 年其他应用单位：江苏海德新材料有限公司新增销售额 830 万元、新增利润 202 万元；江苏中亿通道路新材料有限公司 2022 年新增销售额 1740 万元、新增利润 450 万元；连云港汉通路桥工程有限公司新增销售额 8431 万元、新增利润 2166 万元；江苏亿虎沥青材料有限公司新增销售额 2706 万元，新增利润 640 万元；湖北省路桥集团有限公司新增销售额 2073 万元，新增利润 518 万元；江苏中路信息科技有限公司新增销售额 5818 万元、新增利润 1279 万元；江苏通用路桥工程有限公司新增销售额 1280 万元，新增利润 320 万元；江苏东方路桥建设养护有限公司新增销售额 1010 万元，新增利润 252.5 万元；江苏现代路桥有限责任公司新增销售额 578 万元，新增利润 144 万元；天津城建滨海路桥有限公司新增销售额 1010 万元，新增利润 157 万元。

3、社会效益（限 200 字）

项目所研发的关键技术，破解了超大型桥隧铺装材料开发、结构耐久、工艺可靠、高效养护等难题。发明的高韧树脂实现了进口替代和性能弯道超车，节约外汇、节省铺装工程造价约 30%；发展了铺装数字建造和高效养护技术，寿命延长 1 倍，综合能耗降低超 50%，支撑了超大桥隧铺装产业自立自强，引领国内铺装材料产业化结构发展；培养了国家万人计划、江苏省“333”工程等高水平人才。为交通强国战略、平安百年品质工程的实施提供了有力支撑。

4、环境效益（限 200 字）

项目研发的耐疲劳冷拌环氧树脂快养材料，发明了铺装疲劳损伤检测技术和快速养护关键技术，保障了超大桥隧铺装全生命周期使用，常温拌合，每吨混合料减少碳排放 60~80%，常温施工，每吨混合料减少能耗 30~50%，无沥青烟排放，各项污染物浓度降低 80%以上，环保节能效益显著。

六、代表性论文论著情况

1、代表性论文论著目录（不超过 5 篇）

序号	论文论著名称 /刊名/作者	年卷页码（XX 年 XX 卷 XX 页）	发表时间 （年月日）	通讯作者	第一作者	他引总次数	检索数据库	是否中文论著 或国内期刊
1	江苏省高速公路沥青路面建设技术/人民交通出版社股份有限公司/张志祥，杜骋	2015年12月	2015年12月	张志祥	张志祥	108	中国知网	是
2	Material and structural properties of fiber-reinforced resin composites as thin overlay for steel bridge deck pavement/《Advances in Materials Science and Engineering》/ Hui Zhang, Chengqi Zhou, Kuan Li, Peiwei Gao, Zhixiang Zhang	2019年5月1-13页	2019年12月18日	张辉	张辉	5	SCI	否
3	Experimental Study on Service Performance of Epoxy Asphalt Steel Deck Pavement of Cable Stayed Bridge/《Case Studies in Construction Materials》/ Quan Mao, Hui Zhang, Chengqi Zhou, Youqiang Pan	2020年12月第13卷	2020年6月24日	张辉	茅荃	21	SCI	否
4	基于活性增韧剂改善冷拌环氧混合料路用性能/《材料导报》/李款，解建光，潘友强，张辉	2021年35卷22期	2021年11月25日	潘友强	李款	5	EI	是
5	环氧沥青钢桥面铺装多维度检测评估体系研究/《公路》/潘友强，李娣	2017年12月62卷151-155页	2017年12月25日	李娣	潘友强	10	中国知网	是

承诺：上述论文论著知识产权归国内所有且无争议。以下情况和规定已向所有未列入项目主要完成人的作者明确告知并征得同意：①上述论文论著用于推荐江苏省建设科技创新成果；②江苏省建设科技创新成果获奖项目所用论文专著不得再次参评。其中，未列入项目主要完成人的第一作者、通讯作者（含共同第一作者、共同通讯作者）已出具知情同意书面签字意见，与其他作者的有关知情证明材料均存档备查。因未如实告知上述情况而引起争议，且不能提供相应存档备查的证据，本人愿意承担相应责任，并接受处理。上述论文信息真实，因引起争议，本人愿意承担相应责任，并接受处理。

第一完成人签名：

年 月 日

2、代表性论文论著被他人引用的情况（不超过 5 篇，要求提供检索报告）

序号	被引代表性论文论著题目	引文题目/作者	引文刊名	引文发表时间（年月日）
1	Experimental Study on Service Performance of Epoxy Asphalt Steel Deck Pavement of Cable Stayed Bridge	Preparation and Performance of Graphene Nanoplatelets-Modified Epoxy Asphalt/ L Zhang, F Zhang, K Huang	Journal of Performance of Constructed Facilities	2021 年 9 月 8 日
2	Material and structural properties of fiber-reinforced resin composites as thin overlay for steel bridge deck pavement	Performance evaluation of polyurethane/epoxy resin modified asphalt as adhesive layer material for steel-UHPC composite bridge deck pavements/ Qiu Sheng He, Henglong Zhang, Jia Li, Haihui Duan	Construction and Building Materials	2021 年 4 月 27 日
3	基于活性增韧剂改善冷拌环氧混合料路用性能	Toughening of Epoxy Systems with Interpenetrating Polymer Network (IPN): A Review/ Farooq U , Teuwen J , Dransfeld C	Polymers	2020 年 8 月 24 日
4	基于活性增韧剂改善冷拌环氧混合料路用性能	环氧灌浆材料增韧增渗改性研究进展/潘凯, 习志威, 蓝慧萍, 林益军, 詹造成, 王立杰	高分子材料科学与工程	2023 年 12 月 13 日
5	环氧沥青钢桥面铺装多维度检测评估体系研究	钢桥面铺装力学行为与疲劳性能影响因素评价研究/曾国东, 张肖宁	华南理工大学	2019 年 12 月 16 日

七、主要知识产权目录（不超过 10 件）

序号	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	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）	知识产权（标准）有效状态
1	发明	一种热拌环氧沥青用超高韧环氧树脂材料及其制备方法	中国	ZL201911073387.2	2021年7月23日	第4569600号	中路交科科技股份有限公司、江苏中路工程技术研究院有限公司	陈李峰、潘友强、李款、张志祥	有效
2	发明	一种二阶环氧粘层油、制备方法及其应用方法	中国	ZL202011344435.X	2022年3月8日	第4983156号	中路交科科技股份有限公司	张志祥、李款、潘友强、陈李峰、张辉、莫剑臣	有效
3	PCT	耐疲劳冷拌环氧树脂材料、制备方法及其应用	美国	PCT/CN2019/085675	2021年9月15日	US11155707B2	中路交科科技股份有限公司	陈李峰、张志祥、潘友强、李款、关永胜、马涛、刘强、杜骋	有效
4	发明	超韧纤维复合树脂混凝土钢桥面铺装结构及制备方法	中国	ZL202011550238.3	2022年8月26日	第5413818号	江苏长路智造科技有限公司	张辉、张志祥、周橙琪、万建军、潘友强、吕浩	有效
5	发明	一种超韧纤维复合树脂混凝土及其制备方法	中国	202011550131.9	2022年4月15日	第5080918号	江苏长路智造科技有限公司、江苏中路工程技术研究院有限公司	张志祥、张辉、周橙琪、万建军、潘友强、吕浩	有效
6	发明	一种刚柔复合式钢桥面铺装结构及其铺装方法	中国	ZL202010265568.1	2021年9月7日	第4662029号	江苏中路工程技术研究院有限公司	潘友强、张辉、李娣、张志祥、赵梦龙、陈李峰、关永胜	有效

7	发明	一种桥隧纤维复合浇筑柔性防水铺装及施工方法	中国	ZL202011467728.7	2022年8月16日	第5384221号	江苏中路工程技术有限公司	张志祥、张辉、佟蕾、李娣、潘友强、杜骋、关永胜	有效
8	发明	一种钢桥面环氧沥青铺装脱空病害快速检测方法	中国	ZL201610871141.X	2019年3月15日	第3294912号	江苏中路工程技术有限公司	潘友强、张辉、徐肖龙、张健	有效
9	发明	一种基于声发射技术的钢桥面铺装系健康监测系统及方法	中国	ZL202111626183.4	2022年4月12日	第6705002号	江苏中路工程技术有限公司	张辉、张志祥、崔磊、罗瑞林、李娣	有效
10	发明	一种基于多源服役参数感知与融合的钢桥面系服役状态检测方法及系统	中国	ZL202111678008.X	2023年10月17日	第6405294号	中路交科技股份有限公司	张志祥、刘强、杨阳、罗瑞林、张辉、崔磊、付新新	有效

承诺：上述知识产权和标准规范等用于推荐江苏省建设科技创新成果的情况，已征得未列入项目主要完成人的权利人（发明专利指发明人）的同意。

第一完成人签名：

年 月 日

八、完成人情况

姓 名	张志祥	性 别	男	排 名	1
出生年月	1975-07-16			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏南京
行政职务	董事长	归国人员	否	归国时间	
工作单位	中路交科科技股份有限公司			办公电话	025-86550097
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	zzx@sinoroad.com			移动电话	13901596180
技术职称		正高级工程师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		2021年江苏省科学技术二等奖； 2018年江苏省科学技术二等奖			
参加起止时间		2014年4月至2022年2月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>全面负责项目的研究工作，确定国产超韧环氧树脂材料研发技术路线和方法，审定超大型桥隧铺装技术研究方案，把控项目研究总进度，并推动技术成果的实践应用。对创新点 1、2、3 均有贡献，在该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的 70%，是代表性论文论著 1、2 的主要作者，是主要知识产权 2、3、4、5、7、9、10 的主要发明人</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

姓 名	张辉	性 别	男	排 名	2
出生年月	1985-02-01			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏南京
行政职务	副总裁	归国人员	否	归国时间	
工作单位	中路交科科技股份有限公司			办公电话	025-86550097
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	zh@sinoroad.com			移动电话	15952021323
技术职称		正高级工程师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		2022年江苏省科学技术一等奖； 2018年江苏省科学技术二等奖			
参加起止时间		2015年6月至2022年2月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>全面负责该项目的技术开发工作，总负责超韧环氧树脂材料开发及性能评估，超大型桥隧铺装长寿命结构、足尺验证方法与数字化施工技术，研发超大型桥隧铺装服役感知检测 and 快速养护关键技术，破解了超大型桥隧设计和施工技术难题，对创新点 1、2、3 均有贡献，在该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的 80%，是代表性论文论著 2、3 的主要作者，是主要知识产权 4、5、6、7、8、9 的主要发明人。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

姓 名	李款	性 别	男	排 名	3
出生年月	1990-12-28			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏南京
行政职务	副院长	归国人员	否	归国时间	
工作单位	中路交科科技股份有限公司			办公电话	025-86550097
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	lk@sinoroad.com			移动电话	15251742189
技术职称		高级工程师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况					
参加起止时间		2016年7月至2022年2月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>主要负责高韧树脂材料的研发及工程应用工作，通过机理改性技术研究，自主研发了超高韧性热拌环氧树脂结合料、二阶固化环氧粘结料、耐疲劳冷拌环氧树脂等关键材料，全面综合评价其材料及混合料性能，促使科研成果快速完成转化为生产力。对创新点 1、2、3 有贡献，在该项技术研发工作中投入的工作量占本人工作总量的 75%，是代表性论文论著 2、4 的主要作者，是主要知识产权 1、2、3 的主要发明人。</p>					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	陈李峰	性 别	男	排 名	4
出生年月	1977-11-13			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏南京
行政职务	总裁	归国人员	否	归国时间	
工作单位	江苏长路智造科技有限公司			办公电话	025-86550097
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	clf@sinoroad.com			移动电话	13814006889
技术职称		正高级工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况		2018年江苏省科学技术二等奖			
参加起止时间		2014年4月至2022年2月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>主要负责超韧环氧树脂材料的推广、工程应用及长期性能跟踪观测工作，包括沪苏通大桥、太湖隧道、港珠澳大桥等超大型桥隧工程，并在江苏省、浙江省、湖北省等多个省份得到成功应用，促进了国产超韧环氧树脂材料产业化发展，对创新点 2、3 均有贡献，投入该项目研发工作量占本人工作量的 60%，是主要知识产权 1、3 的主要发明人。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

姓 名	潘友强	性 别	男	排 名	5
出生年月	1980-08-29			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏南京
行政职务	副院长	归国人员	否	归国时间	
工作单位	江苏中路工程技术研究院有限公司			办公电话	025-86550097
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	pyq@sinoroad.com			移动电话	13770729652
技术职称		正高级工程师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		2018年江苏省科学技术二等奖			
参加起止时间		2014年4月至2022年2月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>主要负责超韧环氧树脂材料和超大型桥隧铺装结构研究，制定研究路线，推进方案实施，提出纳米级柔性链段原位增韧等改性技术，建立了铺装刚度协同设计理论，研发了五种刚柔复合式、功能梯度式和全厚式等环氧树脂桥隧铺装结构体系，对创新点 1、2 均有贡献，投入该项目研发工作量占本人工作量的 70%，是代表性论文论著 3、4、5 的主要作者，是主要知识产权 1、2、3、6、8 的主要发明人。</p>					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	李 娣	性 别	女	排 名	6
出生年月	1990-03-06			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏南京
行政职务	所长	归国人员	否	归国时间	
工作单位	江苏中路工程技术研究院有限公司			办公电话	025-86550097
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	ld@sinoroad.com			移动电话	15151857855
技术职称		高级工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况					
参加起止时间		2015年7月至2022年2月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>主要负责超大型桥隧铺装长寿命结构、足尺验证方法与数字化施工技术研究，创建了集成了裂缝高效维修、脱空微创注浆等铺装快速养护技术，提升了超大规模体量铺装施工质量，保障了铺装全生命周期使用，对创新点 2、3 有贡献，投入该项目研发工作量占本人工作量的 60%，是代表性论文论著 5 的主要作者，是主要知识产权 6、7 的主要发明人。</p>					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	罗瑞林	性 别	男	排 名	7
出生年月	1992-06-10			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏南京
行政职务	主任	归国人员	否	归国时间	
工作单位	江苏中路工程技术研究院有限公司			办公电话	025-86550097
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	lrl@sinoroad.com			移动电话	15651609065
技术职称		工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况					
参加起止时间		2017年7月至2022年2月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>主要负责超大型桥隧铺装服役感知监测技术研究，研发了桥隧铺装的雷-视-激光融合的一体化车载检测装备，发明了铺装结构体系肋间挠度、疲劳裂缝声发射监测、层间脱空红外检测等内部疲劳损伤新方法，创建了轴载-温度-结构响应一体化的服役状态实时多源融合感知监测系统和数字孪生养护平台，实现铺装状态定位、定量、实时感知，对创新点 3 有贡献，投入该项目研发工作量占本人工作量的 60%，是主要知识产权 9、10 的主要发明人。</p>					
<p>承诺：</p> <p>本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。</p>			<p>工作单位声明：</p> <p>本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。</p>		
<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>		

姓 名	崔磊	性 别	男	排 名	8
出生年月	1992-06-17			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏南京
行政职务	助理研究员	归国人员	否	归国时间	
工作单位	江苏中路工程技术研究院有限公司			办公电话	025-86550097
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	cuilei@sinoroad.com			移动电话	18951806602
技术职称		工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况					
参加起止时间		2019年3月至2022年2月			
主要贡献：（限 300 字） 主要负责开展 5-70℃宽温域足尺疲劳试验，验证铺装使用寿命可达 1 亿次轴载以上，研究了轴载-温度-结构响应-疲劳损伤感知一体化的服役状态多源融合感知系统，实现铺装结构刚度、疲劳损伤、界面脱层等隐性病害实时定位与定量诊断，对创新点 2、3 有贡献，投入该项目研发工作量占本人工作量的 60%，是主要知识产权 9、10 的主要发明人。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	孔令林	性 别	男	排 名	9
出生年月	1996-10-26			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	江苏南京
行政职务	助理研究员	归国人员	否	归国时间	/
工作单位	江苏中路工程技术研究院有限公司			办公电话	025-86550097
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211800
电子信箱	kll@sinoroad.com			移动电话	13905164181
技术职称		助理工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况					
参加起止时间		2020年6月—2022年2月			
主要贡献：（限 300 字） 主要负责超大型桥隧铺装长寿命结构、足尺验证方法试验研究，轴载-温度-结构响应一体化的服役状态实时多源融合感知监测系统和数字孪生养护平台开发研究，投入该项目研发工作量占本人工作量的 50%，对创新点 2、3 有贡献。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

姓 名	陈贇峰	性 别	男	排 名	10
出生年月	1995-11-08			民 族	汉
国 籍	中国			居 住 地	南京
行政职务	助理研究员	归国人员	否	归国时间	/
工作单位	江苏中路工程技术研究院有限公司			办公电话	025-86550097
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	chenyf@sinoroad.com			移动电话	17812237462
技术职称		助理工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况					
参加起止时间		2021年7月—2022年2月			
主要贡献：（限 300 字） 主要参与刚柔复合式、梯度功能式和全厚式等五种代表性铺装方案的研究，以及 5-70℃宽温域足尺疲劳试验工作，投入该项目研发工作量占本人工作量的 50%，对创新点 2 有贡献。					
承诺： 本人同意完成人排名，并严格按照江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。			工作单位声明： 本单位对该完成人政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该完成人情况表内容真实准确，对该完成人被推荐无异议。如发生争议，将积极配合协助调查处理。		
本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日		

九、主要完成单位情况

单位名称	中路交科科技股份有限公司			排 名	1
法定代表人	张志祥	单位性质	企业	传 真	025-86555197
联 系 人	刘丹丹	联系电话	15950461949	移动电话	15950461949
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	ldd@sinoroad.com			统一社会 信用代码	91320000093939 198C
<p>科技创新和推广应用情况的贡献：（限600字）</p> <p>作为项目第一完成单位，负责对科研工作大纲、技术路线、最终研究报告进行审查，围绕项目研究目标进行指导、组织和分工协调。在研究过程中，主要负责本项目研究方案的审定，科研质量管理与控制，项目研究总进度的安排，以及推动技术成果的实践应用。重点对国产超韧环氧树脂材料研发技术思路、超大型桥隧铺装结构体系及数字化施工技术、服役感知监检测和快速养护关键技术开展了研究，制定总体思路、技术路线和研究目标，对创新点1、2、3均有贡献。</p>					
声 明	<p>本单位同意完成单位排名，严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对被推荐项目完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该项目材料内容真实准确，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。</p> <div style="text-align: right;"> 法定代表人签名： 年 月 日 </div> <div style="text-align: right;"> 单位（公章）： 年 月 日 </div>				

单位名称	江苏中路工程技术研究院有限公司			排 名	2
法定代表人	关永胜	单位性质	企业	传 真	025-86555197
联 系 人	张辉	联系电话	15952021323	移动电话	15952021323
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	zh@sinoroad.com			统一社会 信用代码	91320105093939 139N
<p>科技创新和推广应用情况的贡献：（限600字）</p> <p>在项目研究过程中，主要负责编制工作大纲，开展具体研究工作，撰写研究报告。重点负责研发了具有完全核心自主知识产权专利群的超大型桥隧高韧性树脂铺装材料，研发了桥隧铺装结构体系，建立典型桥隧铺装体系足尺试验方法，开发了轴载-温度-结构响应一体化的服役状态实时多源融合感知监测系统和数字孪生养护平台，对创新点1、2、3均有贡献。</p>					
声 明	<p>本单位同意完成单位排名，严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对被推荐项目完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该项目材料内容真实准确，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。</p> <div>法定代表人签名：单位（公章）： 年 月 日年 月 日</div>				

单位名称	江苏长路智造科技有限公司			排 名	3
法定代表人	陈李峰	单位性质	企业	传 真	025-86555197
联 系 人	吕浩	联系电话	13505166358	移动电话	13505166358
通讯地址	南京市浦口区海桥路8号			邮政编码	211806
电子信箱	lh@sinoroad.com			统一社会 信用代码	91320105339448 04XE
<p>科技创新和推广应用情况的贡献：（限600字）</p> <p>在项目研究过程中，重点针对超大型桥隧铺装工程，开发了树脂计量-混合-泵送自动化模块装备、树脂混凝土拌和-摊铺-碾压的全过程数字化施工技术，研发了桥隧铺装的雷-视-激光融合的一体化车载检测装备，并通过超大型桥隧工程应用实施，总结编制了相关工法成果，对创新点2、3均有贡献</p>					
声 明	<p>本单位同意完成单位排名，严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对被推荐项目完成人在本单位期间的政治、品行、作风、廉洁等情况进行了审核，不存在依规不得推荐的情况。确认该项目材料内容真实准确，且不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如产生争议，愿意积极配合调查。</p> <p>法定代表人签名：_____ 单位（公章）：_____</p> <p>_____年 月 日 _____年 月 日</p>				

十、推荐单位意见（专家推荐不填）

推荐单位	南京市浦口区城乡建设局		
通讯地址	南京市浦口区珠江路1号	邮 编	211800
联 系 人	邹天文	联系电话	025-58150359
电子邮箱	10565099@qq.com	传 真	025-58150359
<p>推荐意见：（不超过 600 字）</p> <p>随着交通强国、长江经济带以及粤港澳大湾区等国家级战略的实施，桥隧工程逐渐往超大型发展。然而，长寿命铺装技术一直是困扰超大型桥隧建设的卡脖子难题，我国主要通过进口美国和日本的高性能材料来满足桥隧铺装性能指标要求，材料国产化愿望困扰我国长达 20 余年；超大型桥隧铺装设计直接参照国外经验，施工的铺装工程早期开裂、脱粘病害普遍，使用寿命（往往只有 5-8 年）远低于设计使用寿命 15 年；服役期交通量大，传统的封闭交通、人工检查、半手工半机械化养护维修的方法对交通运营安全和铺装耐久性的影响很不利，快速检测和高效养护技术需求十分迫切。</p> <p>中路交科科技股份有限公司等单位针对以上重点难题，通过理论、材料、装备等创新，进行了深入系统研究，取得了一系列创新性成果：（1）发明了建设期超高韧性热拌环氧树脂结合料和二阶固化环氧粘结料、耐疲劳冷拌环氧树脂快养材料，实现进口替代和疲劳韧性弯道超车；（2）创建了超大型桥隧铺装长寿命结构、足尺验证方法与数字化施工技术，破解了设计和施工难题；（3）发明了铺装疲劳损伤监测和快速养护关键技术，保障了超大桥隧铺装全生命周期使用。</p> <p>研究成果整体应用于沪苏通长江大桥（世界跨径最大公铁斜拉桥）、五峰山长江大桥（世界首座高速铁路悬索桥）、太湖隧道（国内最长公路湖底隧道）等超大型桥隧工程 30 余座；并推广应用到中小跨径钢桥等百余个国省重点工程，为交通强国江苏样板工程和长江经济带等国家战略提供了关键支撑。</p>			
声 明	<p>本单位严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对推荐书内容及全部附件进行了严格审查，对推荐材料的真实性和准确性负责，并按要求对所有完成人遵纪守法、道德品行、学术水平等情况进行了审核，确认不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得推荐的情况。如产生争议，将承担相应的调查核实责任，并积极配合处理。如有材料虚假或违纪行为，愿承担相应责任并按规定接受处理。</p> <p>推荐单位（盖章）：</p> <p>年 月 日</p>		

十、推荐单位意见（专家推荐不填）

推荐单位	南京市城乡建设委员会		
通讯地址	江苏省南京市鼓楼区广州路185号	邮 编	210008
联 系 人	何波	联系电话	18120188841
电子邮箱	108171276@qq.com	传 真	025-83278026
<p>推荐意见：（不超过 600 字）</p> <p>随着交通强国、长江经济带以及粤港澳大湾区等国家级战略的实施，桥隧工程逐渐往超大型发展，江苏一大批举世瞩目的世界级超大型桥隧工程正在建设规划。然而，长寿命铺装技术一直是困扰超大型桥隧建设的卡脖子难题，特种铺装材料长期面临关键材料依赖进口、施工难度大、使用寿命短、维保困难等问题突出。</p> <p>中路交科科技股份有限公司等单位在国家和部省重点研发计划等项目的支撑下，历时9年，通过核心理论创新、关键技术攻关、重大工程应用，分别从高韧性树脂改性方法与增韧机理、结构体系设计与高质量建造、服役感知与高效维保技术等方面开展研究，实现了超大型桥隧铺装超高韧性树脂材料国产化开发、结构自主设计与数字化施工、快速无损检测与养护等多方面核心技术突破，创建了具有完全自主知识产权专利群的高韧性树脂铺装材料-设计-施工-养护成套技术，并在30多座超大型桥隧工程中成功示范，整体应用4年效果良好。</p> <p>项目在江苏盐城射阳、镇江大港、连云港建立了生产基地，共建成标准化生产线6条，项目成果成功应用于沪苏通长江大桥、五峰山大桥、太湖隧道、港珠澳大桥等百余项超大型桥隧工程；并推广到中小跨径桥梁、机场道面、市政道路、桥隧树脂弹性缝、道路注浆等多个场景，通过技术超越和进步引领了我国超大型桥隧工程高质量发展，为交通强国战略提供了关键技术支撑。</p>			
声 明	<p>本单位严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对推荐书内容及全部附件进行了严格审查，对推荐材料的真实性和准确性负责，并按要求对所有完成人遵纪守法、道德品行、学术水平等情况进行了审核，确认不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得推荐的情况。如产生争议，将承担相应的调查核实责任，并积极配合处理。如有材料虚假或违纪行为，愿承担相应责任并按规定接受处理。</p> <p>推荐单位（盖章）：</p> <p style="text-align: right;">年 月 日</p>		

十一、推荐专家意见（单位推荐不填）

推荐专家一		工作单位		专家类别	
推荐专家二		工作单位		专家类别	
推荐专家三		工作单位		专家类别	
推荐专家一 通讯地址				邮 编	
联 系 人				联系电话	
电子邮箱				传 真	
<p>推荐意见：（不超过 600 字）</p>					
声 明	<p>本人严格按照《江苏省建设科技创新成果推荐及评审工作细则（试行）》和江苏省住房和城乡建设厅对推荐工作的具体要求，对推荐书内容及全部附件进行了严格审查，对推荐材料的真实性和准确性负责，并按要求对所有完成人遵纪守法、道德品行、学术水平等情况进行了审核，确认不存在任何违反国家保密法律法规及侵犯他人知识产权的情形，以及其他依规不得推荐的情况。如产生争议，将承担相应的调查核实责任，并积极配合处理。如有材料虚假或违纪行为，愿承担相应责任并按规定接受处理。</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">推荐专家（签名）：</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">年 月 日</p>				

十二、附件

- 1、主要研究报告；
- 2、核心知识产权证明及国家法律法规要求审批的批准文件（不超过 10 件）
- 3、评价证明
- 4、应用证明
- 5、代表性论文论著（不超过 5 篇）
- 6、代表性论文论著他引用情况（不超过 5 篇）
- 7、其他证明