

江苏省建设科技创新成果推荐书

一、基本情况

项目名称	沥青老化定向阻断及胶粉共混高性能改性技术与工程应用		
完 成 人	张金生、周洲、孙小峰、管盈铭、付理想、于翔、薛秋、陆爱娇、李平		
完成单位	江苏瑞沃建设集团有限公司 江苏弘盛建设工程集团有限公司 东南大学		
推荐单位（盖章） 或推荐专家（签字）	江苏省土木建筑学会		
任 务 来 源			
计划、基金名称	项目名称	编号	验收结题时间
东南大学-江苏瑞沃 校企合作项目	改性沥青胶结料与混合料性能 评价研究	RW2018002	2021.06.20
授权发明专利（项）	1	授权其他知识产权（项）	6
起止时间	起始：2018 年 01 月 10 日 完成：2021 年 06 月 20 日		

二、项目简介

面向绿色交通发展需求，依托江苏省市政道路路面典型结构与材料，基于前期研究成果，江苏瑞沃建设集团有限公司、江苏弘盛建设工程集团有限公司与东南大学针对可持续高耐久绿色道路材料在道路工程中的应用开展产学研合作。通过技术研发、试验研究、数值模拟与工程应用相结合的研究手段，着重解决高耐久可持续复合改性沥青应用关键技术。项目历时多年，主要取得如下创新性成果：

（1）提出了沥青老化路径阻断技术

针对当前沥青抗老化剂成本过高、效果有限等问题，基于有机物自由基链式老化反应等理论，揭示了沥青材料的老化反应路径及靶向阻断机理，提出了一套基于木质素等廉价植物酚类物质的低价高效、易于推广的沥青抗老化技术。

（2）揭示了老化沥青定向再生原理

针对再生沥青混合料掺量不高、易于老化开裂的问题，基于量子化学、分子动力学以及相似相溶理论，揭示了再生剂凭借强极性官能团削弱老化沥青分子团聚，恢复老化沥青力学性质并改善再生混合料抗裂性能的内在机理，提出了一种基于高羧基含量生物油的高耐久高抗裂沥青再生剂。

（3）建立了胶粉共混反应改性沥青制备方法

针对传统胶粉与改性沥青相容性差、工艺复杂的问题，基于复合改性沥青中多种掺物的共混反应机理，提出了一种将废旧胶粉与普通胶粉经过特殊工艺在工厂中预先混合，直接掺入 SBS 改性沥青的定向制备新方法，实现了可持续高性能复合改性沥青材料的定向制备、生产及施工工艺。

经江苏省土木建筑学会鉴定，项目研究成果总体达到国际先进水平。依托项目已授权 1 项发明、实用新型专利 2 项，发表学术论文 10 余篇，形成省级工法 4 项，项目创新成果已在省内多个项目中得到成功应用，经济效益显著，有力推动可持续高耐久绿色道路材料关键技术的创新发展。

三、主要科技创新

创新点1: 创新性地基于量子化学框架等纳观分析方法，提出以攫氢步骤作为沥青老化行为的阻断靶点，揭示了沥青材料的老化反应路径及靶向机理，提出了一种基于木质素等廉价植物酚类物质的抗老化剂，形成了一套低价高效、易于推广的沥青抗老化技术。

①基于量子化学框架下的纳观分析方法，精准获取了沥青分子的老化反应路径及老化过程信息，深度解析了沥青老化行为的热力学驱动机理、环境影响机制以及老化引起的沥青纳观性质演变规律，从全新的角度解释了沥青材料老化机理。

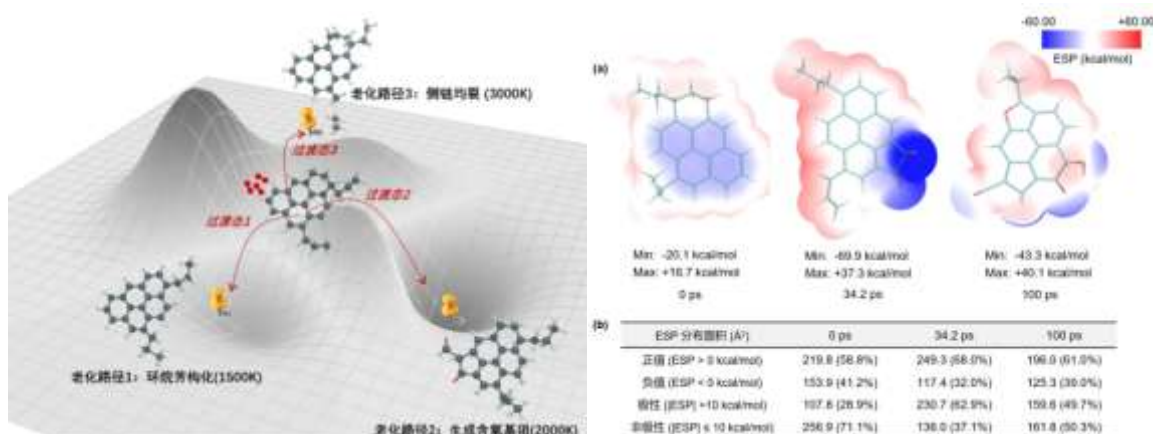


图1 沥青材料老化反应机理

②基于沥青老化路径等严格理论基础，提出了以攫氢步骤作为沥青老化行为的阻断靶点，选定木质素等廉价植物酚类物质作为沥青抗老化剂，基于室内试验与量子化学方法开展抗老化活性测试及抗老化机理研究，形成了一套低价高效、易于推广的沥青抗老化技术。

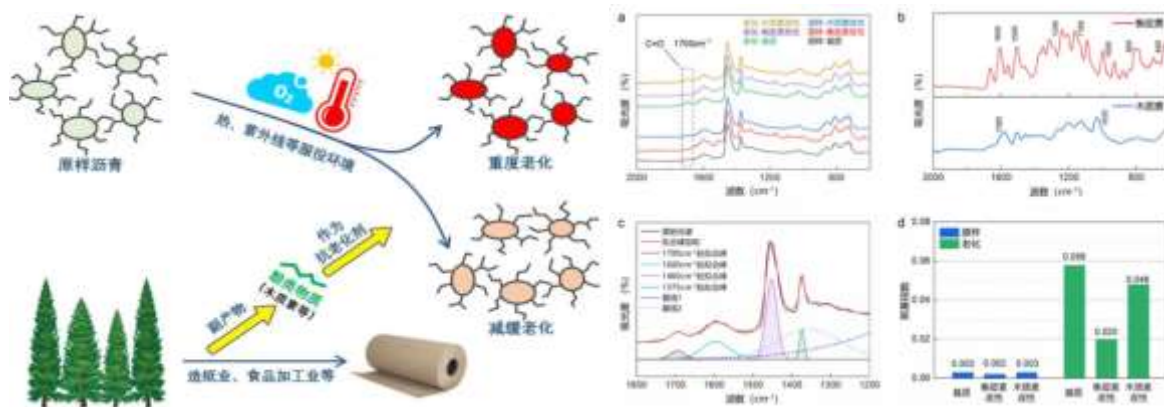


图2 沥青材料抗老化技术研究

创新点2: 创新性地基于量子化学、分子动力学以及相似相溶理论，揭示了再生剂定向恢复老化沥青性能的内在机理，分析了再生剂对沥青-集料界面失效的影响效应。

①计算分析了老化前后及再生状态下沥青分子的极性、分子间结合能、静电势分布、非共价

相互作用属性，发现了老化产生的极性含氧基团使沥青分子间形成氢键等强相互作用，从而增加了分子间结合能和分子团聚程度的机理，同时揭示了再生剂强极性官能团削弱老化沥青分子间过度团聚的内在靶向作用机理。

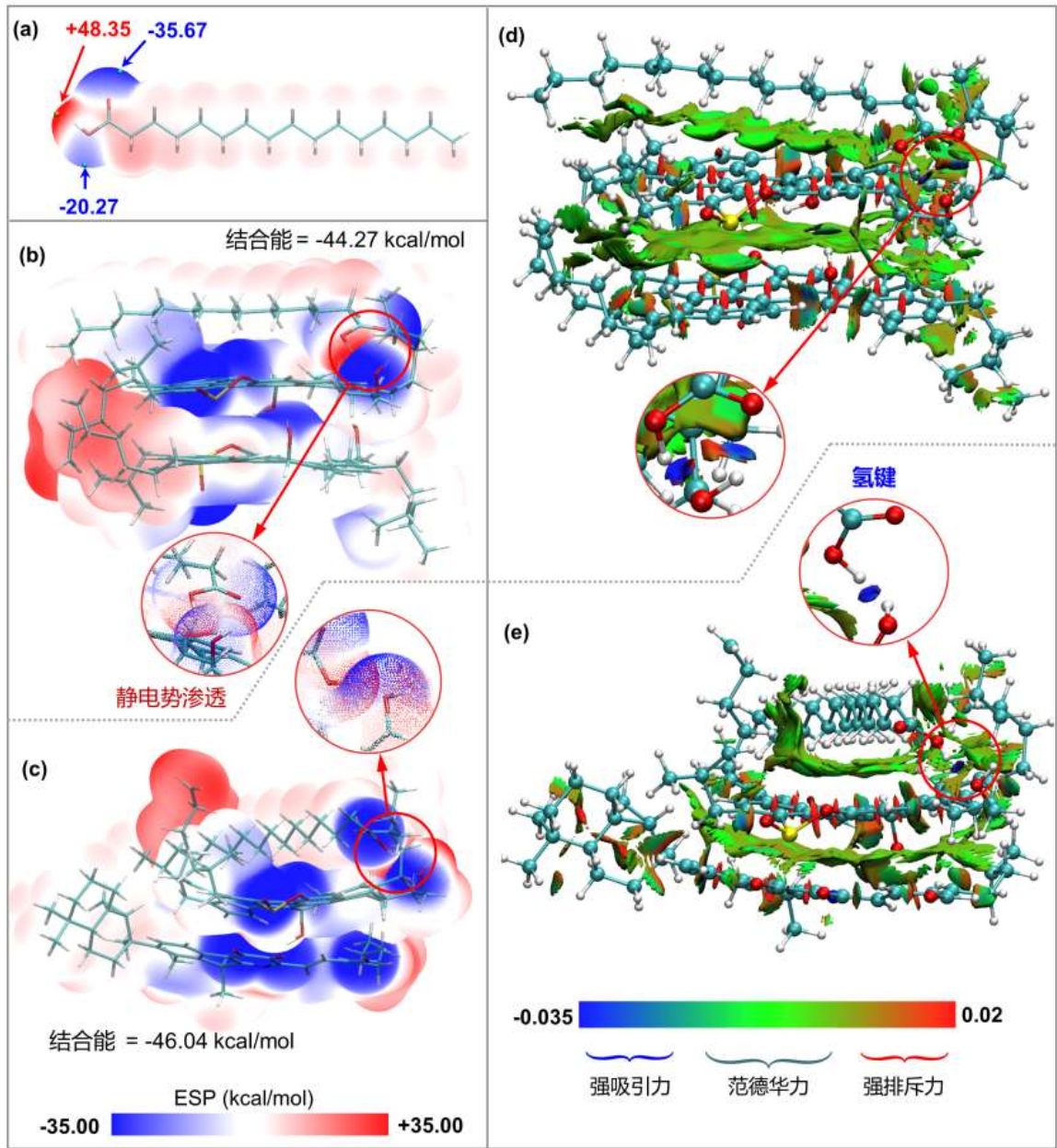


图3 再生剂靶向作用机理

②通过分子动力学与汉森溶解度参数计算，分析了沥青再生行为对界面抗裂性能的影响效应。通过计算沥青分子间结合能、扩散系数和相容性等参数，揭示了沥青老化致使沥青-集料界面体系流动性和抗裂韧性下降的内在机理，提出了基于生物基再生剂促进新旧沥青相容，从而高效调控再生沥青混合料抗裂性能的技术方案。

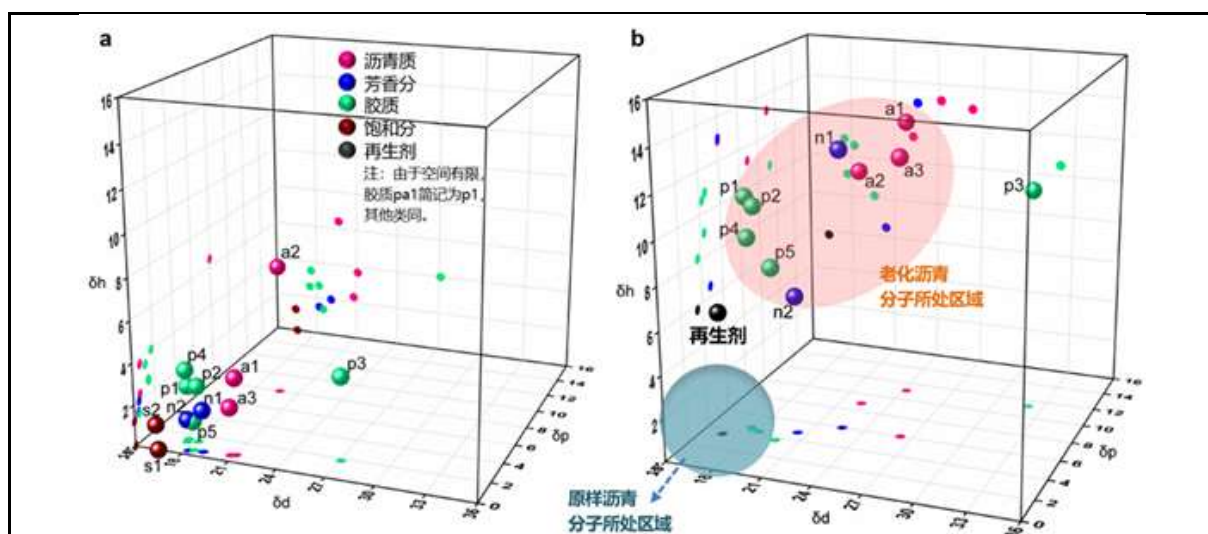


图4 再生剂对沥青-集料界面失效影响机制

创新点3: 创新性地揭示了胶粉与SBS在沥青中的共混反应机理, 分析了SBS、废旧橡胶、多聚磷酸等改性剂对沥青路用性能的提升效果, 实现了路用性能和施工便易性多维提升的多掺物高性能绿色复合改性沥青的制备方案, 提出了确定沥青最佳施工温度的新方法。

①分析了不同掺量、种类的胶粉对SBS改性沥青路用性能的提升效果, 通过微观尺度分析, 揭示了SBS与胶粉在沥青中的共混反应机理, 确定了胶粉的最优掺量, 提出了绿色高性能沥青材料的制备思路。

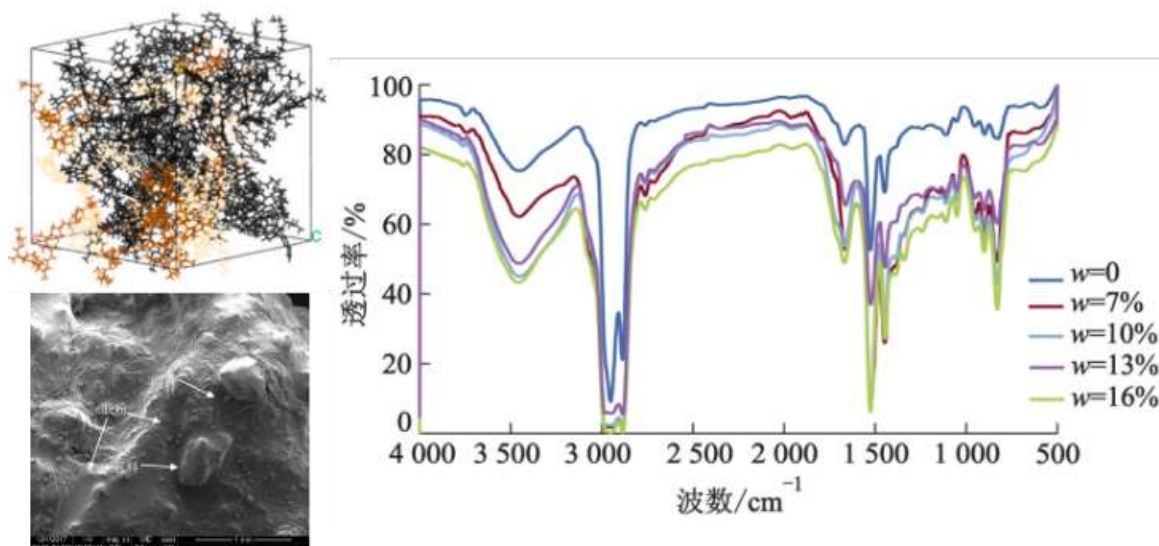


图5 SBS/胶粉复合改性沥青多尺度分析

②提出了基于胶粉、多聚磷酸、聚乙烯蜡等多掺物的自主研发高黏度沥青制备方法及工艺参数, 在保证优异路用性能的前提下, 有效避免了多聚磷酸对135℃旋转粘度提升过高而带来施工方面的不良影响, 提出了基于零剪切粘度拟合的黏温曲线确定施工温度的新方法。

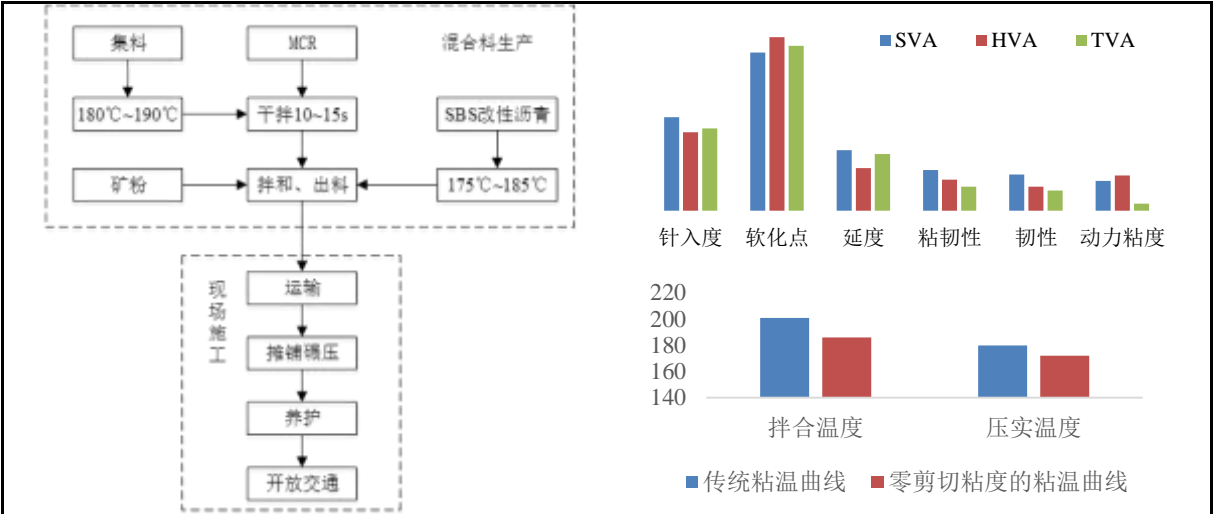


图6 胶粉复合改性沥青制备工艺及性能评估

创新点 4：创新性地提出了干法直投式复合改性橡胶沥青路面施工工法

①发明了一种以天然可再生高分子杜仲胶为主要原料的添加剂，将其硫化接枝，再配上其它几种化学原料后，通过造粒生产出一种颗粒状添加剂，称为橡胶沥青反应剂，用于橡胶沥青混合料干法工艺，从而改善干法工艺生产的橡胶沥青混合料性能。

②针对传统胶粉与改性沥青相容性差、工艺复杂的问题，基于复合改性沥青中多种掺物的共混反应机理，提出了一种将废旧胶粉与普通胶粉经过特殊工艺在工厂中预先混合，直接掺入 SBS 改性沥青的定向制备方法，解决了橡胶沥青施工工艺复杂、湿法工艺存储稳定性差等问题，实现了可持续高性能复合改性沥青材料的定向制备、生产及施工工艺。



图7 橡胶沥青反应剂



图8 胶粉专用投料机

四、第三方评价

1、项目鉴定意见（江苏省土木建筑学会）

2023 年 8 月 17 日，江苏省土木建筑学会在扬州组织召开了“沥青老化定向阻断及胶粉共混高性能改性技术与工程应用”课题成果鉴定会。鉴定委员会听取了课题组的研究报告，查阅了相关资料，经过质询、讨论，认为课题组围绕“沥青老化定向阻断及胶粉共混高性能改性技术与工程应用”开展了创新研究，形成如下创新点：

（1）基于量子化学框架的纳观分析方法，揭示了沥青材料的老化反应路径及再生活化机理，对沥青材料的双向老化行为形成了全新的认知；提出了一种基于木质素等廉价植物酚类物质的抗老化剂，形成了一套低价高效、易于推广的沥青抗老化技术。

（2）揭示了沥青中胶粉的共混反应机理，提出了路用性能和施工便易性多维提升的可持续高性能复合改性沥青的定向制备方案，形成了自主研发的干法直投式复合改性橡胶沥青路面施工工艺。

鉴定委员会一致认为，研究成果总体达到国际先进水平。

2、科技查新报告（江苏省科技查新咨询中心）

项目所述围绕沥青老化行为的全局反应路径、热力学驱动机理、环境影响机制及由其引起的沥青纳观性质演变规律进行了研究，通过从头算分子动力学 AIMD 模拟和密度泛函理论 DFT 方法研究了沥青老化反应路径及老化沥青纳观性质的演变规律，分析不同环境因素对沥青老化行为影响机制，通过分子动力学 MD 模拟研究 SBS 聚合物对沥青老化的影响，从原子尺度揭示了沥青老化行为底层机理，在文献检索范围内未见报道。

国外已见非挥发性冷改性沥青粘合剂，包括 0.1-30 wt% 的石油沥青、0.1-30 wt% 的天然沥青、0.1-15 wt% 的橡胶改性化合物（RMC）、20-50 wt% 的工艺油、0.5-30 wt% 的粘合强度增强剂，其中，橡胶改性化合物为乙烯基芳烃共轭二烯嵌段共聚物，选自苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物（SBS）、苯乙烯-异戊二烯嵌段共聚物和苯乙烯-乙烯-丁二烯嵌段共聚物的报道，而项目所述 SBSA2 的原料包括 0.5% 多聚磷酸，在文献检索范围内未见报道。

项目所述基于聚烯烃改性沥青相容稳定特性的高粘高弹改性沥青的复合制备方案，SHMA1 的原料包括 4% 高密度聚乙烯、2% 共聚聚丙烯、0.2% 硫、1% EVA、0.8% 马来酸酐接枝聚乙烯、0.4% 马来酸酐接枝聚丙烯、4% 芳烃油、1% SBS、0.05% 炭黑、0.05% 纳米碳酸钙，SHMA2 的原料包括 4% 高密度聚乙烯、2% 均聚聚丙烯、2% 共聚聚丙烯、0.2% 硫、2% EVA、0.8% 马来酸酐接枝聚乙烯、0.8% 马来酸酐接枝聚丙烯、4% 芳烃油、1% SBS、0.05% 炭黑、0.05% 纳米碳酸钙，SHMA2 混合料的动稳定度超过 11000 次/mm，SHMA1 混合料的动稳定度为 8351 次/mm，在文献检索范围内未见报道。

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

本项目属于技术开发类，主要针对传统路面材料耐久性不足的技术难题和绿色交通的发展需求，开展可持续高耐久绿色道路材料关键技术与工程应用研究，以解决废旧橡胶资源化利用为突破口，以沥青复合改性与老化定向阻断为抓手，通过技术研发、试验研究、数值模拟与工程应用相结合的研究手段，揭示了复合改性沥青中废旧橡胶的共混反应机理，提出了一种可持续高性能复合改性沥青定向制备方法及施工工艺。同时揭示了沥青材料的老化反应路径及再生活化机理，形成了一套基于木质素等廉价植物酚类物质的低价高效、易于推广的沥青抗老化技术，实现了沥青老化过程的靶向阻断，显著提升了改性沥青的可持续性与耐久性，并在道路工程建设中充分利用了高耐久可持续复合改性沥青等关键技术。目前，项目主要成果已在工程得到了应用验证，部分成果在**高邮市站前路建设工程项目、高邮市海潮东路提升提质工程道路工程、运河南北路快速化改造工程等省市重点项目**中得到推广应用，为推动基础设施可持续发展、实现“双碳”目标提供了新的方法和路径。

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年	17352	1750	5540	552
2022年	18855	1890	5897	567
2023年	19640	2004	6120	623
累 计	55847	5644	17557	1742

经济效益的有关说明及各栏目的计算依据：

根据近年来各应用单位提供的数据统计，项目所研制的专利和成果已在省内外诸多城市市政道路、国省干线公路、县道的新建、改扩建和养护工程中推广使用。以全长为170km的双向四车道沥青路面高速公路为例计算，通过使用掺有植物酚类抗老化剂的高耐久可持续复合改性沥青材料，其成本单价约为1300元/吨，相较于基质沥青市场价格增加300元/吨，总成本约增加2500万。但高速公路的总成本除初期建设成本投资之外，还应包括使用阶段的维修养护费用和营运费用，

即考虑道路工程的全寿命周期成本效益，以全方位地评价所研制产品带来的经济效益。通过室内试验、实际工程应用得到的技术参数分析，采用改性沥青所铺筑的路面可提高沥青面层的路用性能，并延长路面结构3-5年的服役寿命，减少路面处置工程规模29车道公里，减少沥青面层筑路材料消耗15566吨约2179万元，减少养护费用1142万元，节约交通维护费用14.5万元，降低社会车辆因施工而造成的延误费用1737万元。综上所述，通过采用改性沥青，可使该案例工程全寿命周期成本共降低2572万元。

另一方面，在改性沥青当中，研究掺入了废旧橡胶这一固废材料，在提升改性沥青性能的同时，实现了固废材料在道路工程中的高效循环利用。根据上述案例计算，该改性沥青的使用可实现9565吨的废旧橡胶的高效利用，减少因焚烧、掩埋等废旧橡胶处置方式所产生的环境污染治理费用约400万元。同时，普通沥青主要适用于碱性或中性石料，酸性集料与沥青之间的黏附力难以满足工程需求。而由于沥青材料的性能提升，其对沥青混合料的石料提供了一个更宽的选择范围，可有利于就地取材，使用当地的石料，减少材料运输费，或采用性能次之且成本更低的石料，实现总工程成本的降低。以市场价格为例，采用性能相对次之的石料可降低成本约100元/吨，再考虑运输费与人工费的降低，可使总建设成本共降低约700万元。综上所述，研究的技术成果具有良好的经济效益。

3、社会效益（限 200 字）

废旧橡胶是一种潜在的优质建筑材料，制备基于胶粉的高耐久复合改性沥青，实现固废材料在道路工程中的高效循环利用，可以有效地降低土壤污染面积，减小焚烧、掩埋等废旧橡胶处置方式对生态环境的破坏，形成资源的循环利用，达到退“废”还“地”、以“废”节“地”的目的，属于绿色施工技术，有助于推动基础设施可持续发展。

通过沥青老化机理的揭示，以及基于植物酚类这一廉价物质的抗老化剂的研制，可大幅提升沥青材料的耐久性，延长路面结构使用寿命，减少筑路材料的使用，降低养护维修的次数，可减少因施工导致的交通管制，保证公民的出行需求。同时还可减少对石料、沥青等不可再生资源的利用，形成资源友好型、环境友好型的路面结构，符合国家可持续发展的战略要求，具有良好的社会效益。

4、环境效益（限 200 字）

沥青老化定向阻断及胶粉共混高性能改性技术可大幅提高沥青材料的耐久性和路用性能，可实现可持续高性能改性沥青的定向制备，延长路面结构使用寿命，减少运营过程中养护及维修次数，同时可有效地降低土壤污染面积，减小焚烧、掩埋等废旧橡胶处置方式对生态环境的破坏，形成废弃资源的循环利用，达到退“废”还“地”、以“废”节“地”的目的，可广泛应用于基础设施的建设当中，减少筑路材料的使用，促进形成资源友好型、环境友好型的基础设施。

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	高粘沥青与沥青混合料性能对比研究/四川水泥/张金生，马丽莉，陈奕辛	2020 年 02 期 313-314 页	2020 年 2 月	张金生	张金生	7	知网	是
2	再生沥青低温抗裂性能评价/建筑材料学报/顾兴宇，姜严旭，周洲，倪富健	2018年第21卷第3 期 523-528 页	2018 年 6 月	顾兴宇	顾兴宇	20	知网	是
3	Laboratory evaluation of the performance of reclaimed asphalt mixed with composite crumb rubber-modified asphalt: reconciling relatively high content of RAP and virgin asphalt/International Journal of Pavement Engineering/Zhen Liu, Zhou Zhou, Xingyu Gu, Lijun Sun, Chen Wang	2023 年 24（1）期 网络在线出版	2023 年 6 月 15 日	顾兴宇	刘震	14	SCI	否
4	Rutting and fatigue cracking performance of SBS-RAP blended binders with a rejuvenator/Construction and Building Materials/Zhou Zhou, Xingyu Gu, Qiao Dong, Fujian Ni, Yanxu Jiang	2019 年第 203 卷 294-303 页	2019 年 4 月 10 日	顾兴宇	周洲	59	SCI	否
5	Investigation of the oxidation ageing of RAP asphalt blend binders and mixtures//International Journal of Pavement Engineering/	2022年第23卷第3 期 571-587 页	2020 年 5 月 18 日	顾兴宇	周洲	16	SCI	否

	Zhou Zhou, Xingyu Gu, Qiao Dong, Fujian Ni, Yanxu Jiang							
--	---	--	--	--	--	--	--	--

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：

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/影响因子	引文发表时间（年月日）
1	Laboratory Evaluation Of The Performance Of Reclaimed Asphalt Mixed With Composite Crumb Rubber-modified Asphalt: Reconciling Relatively High Content Of RAP And Virgin Asphalt	Enhancing High-content Recycled Asphalt Pavement Regeneration: A Laboratory Separation And Treatment Approach/ Guangji Xu, Yiming Fan, Zan Shen, Houzhi Wang, Jing Gao	CONSTRUCTION AND BUILDING MATERIALS/7.4	2024 年 1 月 19 日
2	Investigation Of The Oxidation Ageing Of RAP Asphalt Blend Binders And Mixtures	Fatigue And Intermediate-temperature Cracking Performance Of Rejuvenated Recycled Asphalt Binders And Mixtures: A Review/Mohsen Alae, Ling Xu, Zhenglong Cao, Xiyong Xu, Feipeng Xiao	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION/11.1	2023 年 1 月 15 日
3	Investigation Of The Oxidation Ageing Of RAP Asphalt Blend Binders And Mixtures	The Effect Of Mix Design Method On Performance Of Asphalt Mixtures Containing Reclaimed Asphalt Pavement And Recycling Agents: Superpave Versus Balanced Mix Design/ Hassan Ziari, Mojtaba Hajiloo	CASE STUDIES IN CONSTRUCTION MATERIALS/6.2	2023 年 2 月 16 日
4	Rutting and fatigue cracking performance of SBS-RAP blended binders with a rejuvenator	Towards Sustainable Roads: A State-of-the-art Review On The Use Of Recycling Agents In Recycled Asphalt Mixtures/Saqib Gulzar a, Andrew Fried, Jaime Preciado, Cassie Castorena, Shane Underwood, Jhony Habbouche, Ilker Boz	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION/11.1	2023 年 6 月 20 日
5	Rutting and fatigue cracking performance of SBS-RAP blended binders with a rejuvenator	Application Of Rejuvenators To Improve The Rheological And Mechanical Properties Of Asphalt Binders And Mixtures: A Review/ Ali Behnood	JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION/11.1	2019 年 5 月 21 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	发明专利	一种改性再生剂及其制备方法与应用	中国	ZL201610440105.8	2018.03.20	2852613	东南大学	顾兴宇 周 洲 高 磊 姜言旭	有效
2	施工工法	基于SAP补强的高弹橡胶沥青路面改造施工工法	中国	苏建质安[2024]36号	2024.03.31	JSSJGF2023-1193	江苏瑞沃建设集团有限公司	付理想 朱志军 杨 飞 吴新宇 虞明星	有效
3	施工工法	干法直投式复合改性橡胶沥青路面施工工法	中国	苏建质安[2022]1号	2022.1.4	JSSGF2021-730	江苏瑞沃建设集团有限公司	张金生 付理想 钱蔚娟 张 鑫 陆爱娇	有效
4	施工工法	基于物联网的高胶复合改性沥青路面施工工法	中国	苏建质安[2019]403号	2019.11.28	JSSJGF2019-449	江苏瑞沃建设集团有限公司	孙小峰 薛 秋 顾小荣 付理想 胡锦涛	有效
5	施工工法	农村公路温拌热再生沥青加铺整体修复施工工法	中国	苏建质安[2017]384号	2017.8.10	JSSJGF2017-1-200	江苏瑞沃建设集团有限公司	张金生 陈 俊 孙小亮 于 翔 薛 秋	有效
6	实用新型专利	一种沥青生产用辅剂添加设备	中国	ZL201820638614.6	2019.02.15	8478206	江苏瑞沃建设集团有限公司	张金生 刘志勤 孙小亮 于 翔	有效
7	实用新型专利	一种沥青生产用辅剂定量添加装置	中国	ZL201920944368.1	2019.06.21	10273519	江苏瑞沃建设集团有限公司	张行生 周兆存 陈小虎 吴生宏 张菊坤	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：

八、完成人情况

姓 名	张金生	性 别	男	排 名	1
出生年月	1975年07月			民 族	汉族
国 籍	中国			居 住 地	扬州市
行政职务	总裁	归国人员	否	归国时间	/
工作单位	江苏弘盛建设工程集团有限公司			办公电话	13901449608
通讯地址	高邮市捍海路88号			邮政编码	225600
电子信箱	1036528237@qq.com			移动电话	13901449608
技术职称		高级工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		①2021 年江苏省住房和城乡建设厅建设科技成果奖三等奖；②2021 年中国发明协会发明创业奖创新奖二等奖。			
参加起止时间		2018年1月 ~ 2021年6月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>作为主要人员参与校企合作项目（改性沥青胶结料与混合料性能评价研究 RW2018002），对创新点 1、2、3 和 4 有重要贡献，投入本项目研究工作量占本人工作量的 80%。旁证材料：附件 4，6，7，16。</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《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。</p> <p>如有不符，本人愿意承担相关后果并接受相应的处理。</p>				
	本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日	

八、完成人情况

姓 名	周洲	性 别	男	排 名	2
出生年月	1990年10月			民 族	汉族
国 籍	中国			居 住 地	南京市
行政职务	无	归国人员	否	归国时间	/
工作单位	东南大学			办公电话	13770689431
通讯地址	南京市江宁区东南大学路2号			邮政编码	211189
电子信箱	zhouzhou1024@seu.edu.cn			移动电话	13770689431
技术职称		工程师		最高学位	博士
曾获科技奖励情况		①2022 年中国产学研合作创新与促进奖产学研合作创新成果奖优秀奖；②2022 年中国商业联合会科学技术奖全国商业科技进步奖二等奖。			
参加起止时间		2018年1月 ~ 2021年6月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>作为主要人员参与校企合作项目（改性沥青胶结料与混合料性能评价研究 RW2018002），对创新点 1、2、3 和 4 有重要贡献，投入本项目研究工作量占本人工作量的 80%。旁证材料：附件 2，17-20。</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《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。</p> <p>如有不符，本人愿意承担相关后果并接受相应的处理。</p>				
	本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日	

八、完成人情况

姓 名	孙小峰	性 别	男	排 名	3
出生年月	1980年02月			民 族	汉族
国 籍	中国			居 住 地	扬州市
行政职务	总工程师	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	江苏瑞沃建设集团有限公司			办公电话	18061158258
通讯地址	江苏省高邮市城南经济新区中心大道99号			邮政编码	225600
电子信箱	598541262@qq.com			移动电话	18061158258
技术职称		高级工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		①2021年江苏省住建厅建设科技创新成果三等奖；②2023年度江苏省土木建筑学会科学技术奖三等奖。			
参加起止时间		2018年1月 ~ 2021年6月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>作为主要人员参与校企合作项目（改性沥青胶结料与混合料性能评价研究 RW2018002），对创新点 1、2 有重要贡献，投入本项目研究工作量占本人工作量的 80%。旁证材料：附件 5，9。</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《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。</p> <p>如有不符，本人愿意承担相关后果并接受相应的处理。</p>				
	本人签名：			单位（公章）：	
	年 月 日			年 月 日	

八、完成人情况

姓 名	管盈铭	性 别	男	排 名	4
出生年月	1978年5月			民 族	汉族
国 籍	中国			居 住 地	扬州市
行政职务	副总经理	归国人员	/	归国时间	/
工作单位	江苏瑞沃建设集团有限公司			办公电话	051484605108
通讯地址	江苏省高邮市城南经济新区中心大道99号			邮政编码	225600
电子信箱	240440853@qq.com			移动电话	18005278108
技术职称		高级工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况		①中国安全生产协会第四届安全科技进步奖二等奖；②2023年度江苏省土木建筑学会科学技术奖二等奖。			
参加起止时间		2018年1月 ~ 2021年6月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>作为主要人员参与校企合作项目（改性沥青胶结料与混合料性能评价研究 RW2018002），对创新点 1、2 有重要贡献，投入本项目研究工作量占本人工作量的 80%。旁证材料：附件 9。</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《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。</p> <p>如有不符，本人愿意承担相关后果并接受相应的处理。</p>				
	<p>本人签名：</p> <p>年 月 日</p>			<p>单位（公章）：</p> <p>年 月 日</p>	

八、完成人情况

姓 名	付理想	性 别	男	排 名	5
出生年月	1989年11月			民 族	汉族
国 籍	中国			居 住 地	高邮市
行政职务	副总工程师	归国人员	否	归国时间	/
工作单位	江苏瑞沃建设集团有限公司			办公电话	051484605108
通讯地址	江苏省高邮市城南经济新区中心大道99号			邮政编码	225600
电子信箱	1036528237@qq.com			移动电话	18852897253
技术职称		高级工程师		最高学位	硕士
曾获科技奖励情况		①2018年中国公路建设行业协会交通建设科技创新成果三等奖；②2021年江苏省住建厅建设科技创新成果三等奖；③2023年江苏省住建厅建设科技创新成果三等奖；④2023年江苏省土木建筑学会科学技术奖二等奖			
参加起止时间		2018年1月 ~ 2021年6月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>作为主要人员参与校企合作项目（改性沥青胶结料与混合料性能评价研究 RW2018002），对创新点 3、4 有贡献，投入本项目研究工作量占本人工作量的 60%。旁证材料：附件 3-5、附件 9。</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《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。</p> <p>如有不符，本人愿意承担相关后果并接受相应的处理。</p>				
	本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日	

八、完成人情况

姓 名	于翔	性 别	男	排 名	6
出生年月	1980年03月			民 族	汉族
国 籍	中国			居 住 地	高邮市
行政职务	项目经理	归国人员	否	归国时间	/
工作单位	江苏瑞沃建设集团有限公司			办公电话	13952782381
通讯地址	江苏省高邮市城南经济新区中心大道99号			邮政编码	225600
电子信箱	13952782381@163.com			移动电话	13952782381
技术职称		高级工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		无			
参加起止时间		2018年1月 ~ 2021年6月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>作为主要人员参与校企合作项目（改性沥青胶结料与混合料性能评价研究 RW2018002），对创新点 3、4 有贡献，投入本项目研究工作量占本人工作量的 60%。旁证材料：附件 6-7。</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《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。</p> <p>如有不符，本人愿意承担相关后果并接受相应的处理。</p>				
	本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日	

八、完成人情况

姓 名	薛秋	性 别	男	排 名	7
出生年月	1983年09月			民 族	汉族
国 籍	中国			居 住 地	高邮市
行政职务	项目经理	归国人员	否	归国时间	/
工作单位	江苏瑞沃建设集团有限公司			办公电话	18652790600
通讯地址	江苏省高邮市城南经济新区中心大道99号			邮政编码	225600
电子信箱	18652790600@163.com			移动电话	18652790600
技术职称		高级工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		无			
参加起止时间		2018年1月 ~ 2021年6月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>作为主要人员参与校企合作项目（改性沥青胶结料与混合料性能评价研究 RW2018002），对创新点 3、4 有贡献，投入本项目研究工作量占本人工作量的 60%。旁证材料：附件 5-6。</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《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。</p> <p>如有不符，本人愿意承担相关后果并接受相应的处理。</p>				
	本人签名：			单位（公章）：	
	年 月 日			年 月 日	

八、完成人情况

姓 名	陆爱娇	性 别	女	排 名	8
出生年月	1988年12月			民 族	汉族
国 籍	中国			居 住 地	高邮市
行政职务	办事员	归国人员	否	归国时间	/
工作单位	江苏瑞沃建设集团有限公司			办公电话	18168291910
通讯地址	江苏省高邮市城南经济新区中心大道99号			邮政编码	225600
电子信箱	511683022@qq.com			移动电话	18168291910
技术职称		工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		无			
参加起止时间		2018年1月 ~ 2021年6月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>作为主要人员参与校企合作项目（改性沥青胶结料与混合料性能评价研究 RW2018002），对创新点 3、4 有贡献，投入本项目研究工作量占本人工作量的 60%。旁证材料：附件 4、附件 9。</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《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。</p> <p>如有不符，本人愿意承担相关后果并接受相应的处理。</p>				
	本人签名： 年 月 日			单位（公章）： 年 月 日	

八、完成人情况

姓 名	李平	性 别	男	排 名	9
出生年月	1989.10			民 族	汉族
国 籍	中国			居 住 地	高邮市
行政职务	副总工程师	归国人员	否	归国时间	/
工作单位	江苏弘盛建设工程集团有限公司			办公电话	15161845268
通讯地址	高邮市捍海南路88号			邮政编码	225600
电子信箱	401704926@qq.com			移动电话	15161845268
技术职称		工程师		最高学位	本科
曾获科技奖励情况		无			
参加起止时间		2018年1月 ~ 2021年6月			
<p>主要贡献：（限 300 字）</p> <p>作为主要人员参与校企合作项目（改性沥青胶结料与混合料性能评价研究 RW2018002），对创新点 3、4 有贡献，投入本项目研究工作量占本人工作量的 60%。旁证材料：附件 9。</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《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。</p> <p>如有不符，本人愿意承担相关后果并接受相应的处理。</p>				
	本人签名：			单位（公章）：	
	年 月 日			年 月 日	

九、主要完成单位情况

单位名称	江苏瑞沃建设集团有限公司			排 名	1
法定代表人	陈 俊	单位性质	民营企业	传 真	0514-84605108
联 系 人	付理想	联系电话	051484605108	移动电话	18852897253
通讯地址	江苏省高邮市城南经济新区中心大道99号			邮政编码	225600
电子信箱	1036528237@qq.com			统一社会 信用代码	91321084661328 214J
<p>科技创新和推广应用情况的贡献：（限600字）</p> <p>主持校企合作项目改性沥青胶结料与混合料性能评价研究（项目编号：RW2018002），对创新点 1、2、3 和 4 均有贡献，并取得了系列技术创新成果：</p> <p>创新点 1：创新性地基于量子化学框架等纳观分析方法，提出以攫氢步骤作为沥青老化行为的阻断靶点，揭示了沥青材料的老化反应路径及靶向机理，提出了一种基于木质素等廉价植物酚类物质的抗老化剂，形成了一套低价高效、易于推广的沥青抗老化技术。</p> <p>创新点 2：创新性地基于量子化学、分子动力学以及相似相溶理论，揭示了再生剂定向恢复老化沥青性能的内在机理，分析了再生剂对沥青-集料界面失效的影响效应。</p> <p>创新点 3：创新性地揭示了胶粉与 SBS 在沥青中的共混反应机理，分析了 SBS、废旧橡胶、多聚磷酸等改性剂对沥青路用性能的提升效果，实现了路用性能和施工便易性多维提升的多掺物高性能绿色复合改性沥青的制备方案，提出了确定沥青最佳施工温度的新方法。</p> <p>创新点 4：创新性地提出了干法直投式复合改性橡胶沥青路面施工工法。</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>				

九、主要完成单位情况

单位名称	江苏弘盛建设工程集团有限公司			排 名	2
法定代表人	张金生	单位性质	国有企业	传 真	0514-84069848
联 系 人	郭金辉	联系电话	15369532370	移动电话	15369532370
通讯地址	江苏省高邮市捍海南路88号			邮政编码	225600
电子信箱	759616461@qq.com			统一社会 信用代码	91321084713280 030C
科技创新和推广应用情况的贡献：（限600字）					
作为项目实施单位，提出了路用性能和施工便易性多维提升的可持续高性能复合改性沥青的定向制备方案，形成了自主研发的干法直投式复合改性橡胶沥青路面施工工艺，对创新点 3、4 有贡献。					
声 明	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。				
	法定代表人签名：			单位（公章）：	
	年 月 日			年 月 日	

九、主要完成单位情况

单位名称	东南大学			排 名	3
法定代表人	黄 如	单位性质	事业单位	传 真	025-83792602
联 系 人	万 水	联系电话	13813852337	移动电话	13813852337
通讯地址	江苏省南京市江宁区东南大学路2号			邮政编码	211189
电子信箱	lanyu960421@163.com			统一社会 信用代码	12100000466006 770Q
<p>科技创新和推广应用情况的贡献：（限600字）</p> <p>作为项目实施单位，揭示了沥青材料的老化反应路径及再生活化机理，对沥青材料的双向老化行为形成了全新的认知，提出了一种基于木质素等廉价植物酚类物质的抗老化剂，形成了一套低价高效、易于推广的沥青抗老化技术，实现了路用性能和施工便易性多维提升的多掺物高性能绿色复合改性沥青的制备方案；对创新点 1、2、3 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	江苏省土木建筑学会		
通讯地址	江苏省南京市北京西路12号	邮 编	210024
联 系 人	蒋亮艳	联系电话	025-83278561
电子邮箱	Jstjxh@126.com	传 真	025-83278561
<p>推荐意见：（不超过 600 字）</p> <p>本项目以解决工程实际问题为出发点，针对传统改性沥青已逐渐难以满足路面使用性能需求的背景，通过向基质沥青中掺入废旧橡胶等改性剂、木质素等廉价植物酚类物质抗老化剂，揭示了再生剂在分子尺度对沥青的高效活化机理，可大幅提高沥青混合料路用性能与耐久性，改善路面结构使用性能，提出了沥青最佳施工温度的新思路，解决了服役路面材料耐久性不足的重大问题，为实现“双碳”目标提供了新的方法和路径。</p> <p>经江苏省土木建筑学会鉴定，项目研究成果总体达到国际先进水平。依托项目已授权 1 项发明、实用新型专利 2 项，发表学术论文 10 余篇，形成省级工法 4 项，项目创新成果已在省内多个项目中得到成功应用，经济与社会效益显著，有力推动可持续高耐久绿色道路材料关键技术的创新发展。</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，如实提供了本推荐书及相关材料，且不存在任何违反《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。</p> <p style="text-align: center;">如有不符，本单位愿意承担相关后果并接受相应的处理。</p> <p style="text-align: center;">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		
推荐意见：（不超过 600 字）					
声 明	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《中华人民共和国保守国家秘密法》和《科学技术保密规定》等相关法律法规及侵犯他人知识产权的情形。如被推荐成果发生争议，将积极配合工作，协助调查处理。				
	如有不符，本人愿意承担相关后果并接受相应的处理。				
	推荐专家（签名）： 年 月 日				

十二、附件

附件一类：主要研究报告

[附件 1] 改性沥青胶结料与混合料性能评价研究报告

附件二类：核心知识产权证明及批准文件

[附件 2] 顾兴宇, 周洲, 高磊, 姜言旭. 一种改性再生剂及其制备方法与应用[P], ZL2016104401058.

[附件 3] 付理想, 朱志军, 杨飞, 吴新宇, 虞明星. 基于 SAP 补强的高弹橡胶沥青路面改造施工工法, JSSJGF2023-1193

[附件 4] 张金生, 付理想, 钱蔚娟, 张鑫, 陆爱娇. 干法直投式复合改性橡胶沥青路面施工工法, JSSGF2021-730.

[附件 5] 孙小峰, 薛秋, 顾小荣, 付理想, 胡锦根. 基于物联网的高胶复合改性沥青路面施工工法, JSSJGF2019-449.

[附件 6] 张金生, 陈俊, 孙小亮, 于翔, 薛秋. 农村公路温拌热再生沥青加铺整体修复施工工法, JSSJGF2017-1-200.

[附件 7] 张金生, 刘志勤, 孙小亮, 于翔等. 一种沥青生产用辅剂添加设备[P], ZL2018206386146.

[附件 8] 张行生, 周兆存, 陈小虎, 吴生宏, 张菊坤. 一种沥青生产用辅剂定量添加装置[P], ZL2019209443681.

附件三类：评价证明

[附件 9] 《沥青老化定向阻断及胶粉共混高性能改性技术与工程应用》科学技术成果

鉴定证书，苏土建学鉴字[2023]第 23 号

附件四类：应用证明

[附件 10] 应用证明-江苏瑞沃建设集团有限公司

[附件 11] 应用证明-江苏弘盛建设工程集团有限公司

[附件 12] 应用证明-扬州高邮湖生态新城建设有限公司

[附件 13] 应用证明-高邮市建设投资发展集团有限公司

[附件 14] 应用证明-扬州市公路事业发展中心

附件五类：代表性论文论著

[附件 16] 张金生,马丽莉,陈奕辛.高粘沥青与沥青混合料性能对比研究[J].四川水泥,2020(02):313-314.

[附件 17] 顾兴宇,姜严旭,周洲,等.再生沥青低温抗裂性能评价[J].建筑材料学报,2018,21(03):523-528.

[附件 18] Liu Z, Zhou Z, Gu X, et al. Laboratory evaluation of the performance of reclaimed asphalt mixed with composite crumb rubber-modified asphalt: Reconciling relatively high content of RAP and virgin asphalt[J]. International Journal of Pavement Engineering, 2023, 24(1): 2217320.

[附件 19] Zhou Z, Gu X, Dong Q, et al. Rutting and fatigue cracking performance of SBS-RAP blended binders with a rejuvenator[J]. Construction and Building Materials, 2019, 203: 294-303.

[附件 20] Zhou Z, Gu X, Dong Q, et al. Investigation of the oxidation ageing of RAP

asphalt blend binders and mixtures[J]. International Journal of Pavement Engineering, 2022, 23(3): 571-587.

附件六类：代表性论文论著他引用情况

[附件 21] Xu G, Fan Y, Shen Z, et al. Enhancing high-content recycled asphalt pavement regeneration: A laboratory separation and treatment approach[J]. Construction and Building Materials, 2024, 412: 134868.

[附件 22] Alae M, Xu L, Cao Z, et al. Fatigue and intermediate-temperature cracking performance of rejuvenated recycled asphalt binders and mixtures: A review[J]. Journal of Cleaner Production, 2023, 384: 135587.

[附件 23] Ziari H, Hajiloo M. The effect of mix design method on performance of asphalt mixtures containing reclaimed asphalt pavement and recycling agents: Superpave versus balanced mix design[J]. Case Studies in Construction Materials, 2023, 18: e01931.

[附件 24] Gulzar S, Fried A, Preciado J, et al. Towards sustainable roads: State-of-the-art review on the use of recycling agents in recycled asphalt mixtures[J]. Journal of Cleaner Production, 2023: 136994.

[附件 25] Behnood A. Application of rejuvenators to improve the rheological and mechanical properties of asphalt binders and mixtures: A review[J]. Journal of cleaner production, 2019, 231: 171-182.

附件七类：文献检索报告

[附件 26] 文献检索报告

附件八类：各完成单位内部公示结果

[附件 27] 单位公示结果-江苏瑞沃建设集团有限公司

[附件 28] 单位公示结果-江苏弘盛建设工程集团有限公司

[附件 29] 单位公示结果-东南大学

附件九类：其他证明

[附件 30] 科技查新报告-可持续高性能沥青老化阻断定向改性技术与工程应用

[附件 31] 科学技术奖励-可持续高性能沥青老化阻断定向改性技术与工程应用