

项目合同编号：25-84K

陕西省交通运输厅 2025 年度交通科研项目

合 同 书

项目名称：橡胶基全固废型橡塑颗粒材料研发及其在干线公路的应用研究

承担单位：西安科技大学

项目负责人：李海滨

通讯邮编、地址：西安市碑林区雁塔路 58 号

传真、电话：029-85583153

起止年限：2026 年 3 月至 2028 年 3 月

陕西省交通运输厅制

项目合同编号：25-84K

陕西省交通运输厅 2025 年度交通科研项目

合 同 书

项目名称：橡胶基全固废型橡塑颗粒材料研发及其在干线公路的应用研究

承担单位：西安科技大学

项目负责人：李海滨

通讯邮编、地址：西安市碑林区雁塔路 58 号

传真、电话：029-85583153

起止年限：2026 年 3 月至 2028 年 3 月

陕西省交通运输厅制

填写说明：

1. 此文本要求采用计算机打印，字迹清晰，字间距采用标准距离；
2. 合同甲方为陕西省交通运输厅；
3. 按照合同书正文、附件（修改后的可研报告、专家评审意见、专家名单及意见处理表等）顺序双面打印胶装，封面、封底采用白色布纹纸张。

一、项目主要内容

1. 主要内容

(1) 橡胶基全固废型橡塑材料研发

研究不同品类的废塑料和废胶粉对沥青性能的改善效果，选定适宜的废胶粉目数和废塑料类型，对比分析不同掺量和制备参数对其改性沥青性能影响的差异，提出适宜的胶粉/塑料组成比例，研发橡胶基全固废型橡塑材料，推荐橡塑复合改性沥青制备工艺参数。

(2) 橡胶基全固废型橡塑改性沥青基本性能研究

基于橡塑复合改性沥青的制备工艺参数和适宜掺量制备橡胶基全固废型橡塑改性沥青，分析其基本性能，与常用的橡胶沥青和废塑料改性沥青性能对比分析，为研究橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能奠定基础。

(3) 橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能研究

根据推荐的制备工艺参数和适宜掺量制备橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料并研究其路用性能，与常用的改性沥青混合料路用性能进行对比分析，验证橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料制备工艺参数和掺量的适用性。

(4) 橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料在干线公路的应用

依托安康市干线公路沥青路面养护维修工程，开展橡胶基全固废型橡塑改性沥青路面的现场工程应用，提出橡胶基全固废型橡塑改性沥青路面施工的关键控制环节，验证其在工程中的实际应用效果，进一步说明该橡塑双废合成材料在干线公路沥青路面的适用性。

1. 技术关键

(1)提出橡胶基全固废型橡塑材料中废塑料和废胶粉的材料配方组成；

(2)明确橡胶基全固废型橡塑改性沥青的基本性能和橡塑复合改性沥青混合料路用性能的适用性。

3. 依托工程（依托工作）

本项目依托安康市 2026-2027 年干线公路沥青路面养护维修工程，在充分调研、分析基础上，确定合理试验路段，按照既定研究方案开展研究。通过研究各种废橡胶和废塑料材料的特性，推荐适宜废塑料类型；结合改性沥青的基本性能测试，推荐橡塑材料材料组成比例和最佳制备工艺参数。在此基础上，对比分析橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料与常见改性沥青混合料路用性能的差异，阐明其在干线公路沥青路面的适用性。研究成果对实现“绿色交通”、“绿色公路”，以及固废循环利用意义明显，将为废橡胶和废塑料在干线公路的进一步推广应用提供理论支撑和现场经验。

二、考核指标

1. 预期目标

- (1) 推荐橡胶基全固废型橡塑材料中的材料配方组成;
- (2) 研发适用道路沥青路面的橡胶基全固废型橡塑颗粒材料;
- (3) 提出橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路面施工的关键控制环节。

2. 主要技术经济指标（具体的技术经济参数）

- (1) 研发适宜干线公路沥青混合料路面的橡胶基全固废型橡塑材料;
- (2) 橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料的路用性能符合规范要求, 车辙试验动稳定度不小于 4500 次/mm, 低温弯曲破坏应变不小于 3000 $\mu\epsilon$;
- (3) 橡胶基全固废橡塑改性沥青路面相比于传统沥青路面, 降低生产过程中的碳排放, 实现资源的循环利用和减少环境污染。

3. 经济和社会效益

本项目研究成果的投入使用, 将提供废橡胶和废塑料在安康市干线公路沥青路面中资源化循环再利用的新途径, 制备的橡胶基全固废型橡塑改性沥青可以改善基质沥青性能, 并增加道路沥青改性剂的可选品种, 与目前常用的 SBS 改性沥青产品相比, 可实现橡胶基全固废型橡塑改性沥青价格每吨降 30~50%左右, 有效的降低了沥青路面的材料成本, 为实现橡塑材料在道路沥青领域的产品突破、技术支撑和现场施工提供可靠依据。该橡胶基全固废型橡塑改性沥

青混合料的路用性能达标，适应性强，在节约施工成本的基础上可以有效提高沥青路面服务功能。国内相关的公路养护、施工单位可以采用本项目研究成果，不仅能够解决干线公路沥青路面铺筑费用高昂的相关问题，还对保护生态环境、合理利用废旧资源意义重大，是一项符合可持续发展战略的技术措施，经济效益和社会效益显著。

4. 成果提供形式

（1）提交《橡胶基全固废型橡塑材料研发及其在干线公路的应用研究》研究报告；

（2）提交《干线公路橡胶基全固废型橡塑改性沥青路面施工技术指南》；

（3）申获专利 1 项；

（4）发表论文 1 篇。

5. 其他考核指标

（1）媒体宣传报道 3 次；

（2）技术交流 1 次。

三、项目年度计划内容及考核目标

年度	计划内容及考核目标（每栏限 125 字）
2026.03~2026.06	检索、收集国内外相关文献，安康地区干线公路沥青路面实地调研，准备试验所需材料和仪器，编写研究大纲和工作实施详细计划。
2026.07~2026.09	对常见废塑料和废橡胶的种类、品质等情况进行分析和研究，确定废塑料种类和废胶粉目数。在原材料物理和化学技术性质分析基础上，设定不同废塑料掺量、废胶粉掺量、制备温度及剪切时间等条件。
2026.10~2026.12	继续对制备的橡塑材料和复合改性沥青进行其基本性能分析和对比，确定橡塑复合沥青的适宜掺量及制备参数。
2027.01~2027.03	采用干拌和湿拌工艺，分别制备橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料，与常见沥青混合料的高温车辙、低温弯曲及水稳定性等性能对比分析。

2027.04~2027.06	继续与常见沥青混合料的高温车辙、低温弯曲及水稳定性等性能对比分析，确保橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能的均衡性，阐明该橡塑改性剂材料在道路沥青路面的适用性。 完成 1 项实用新型专利的申请。
2027.07~2027.09	进行橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料的试验段铺筑，提出橡胶基全固废型橡塑改性沥青路面施工的关键控制环节，验证该橡胶基全固废型橡塑材料在干线公路的适用性。完成 1 篇文章投稿。
2027.10~2027.12	对橡塑改性沥青进行微观机理测试，根据测试结果分析并揭示胶粉和塑料改善沥青性能的机理。
2028.01~2028.03	总结成果并撰写项目研究报告，进行项目结题工作。

四、项目经费

项目总经费：44.975 万元
交通运输厅补助：19.975 万元
工程配套研究经费：25 万元

经费支出预算表

科 目	总经费 (单位：万元)	厅补经费 (单位：万元)
(一) 直接费用	35.975	15.975
1. 设备费	0.0	0.0
(1) 购置设备费	0.0	0.0
(2) 试制设备费	0.0	0.0
(3) 设备改造与租赁费	0.0	0.0
2. 业务费	31.975	11.975
(4) 材料支出	4.975	4.975
(5) 测试化验实验加工支出	14.0	3.0
(6) 燃料及动力支出	1.0	1.0
(7) 差旅支出	5.0	1.0
(8) 会议支出	2.0	0.0
(9) 国际合作与交流支出	0.0	0.0
(10) 出版/文献/信息传播/知识产权事务/ 印刷支出	4.0	2.0
(11) 其他支出	1.0	0.0
3. 劳务费	4.0	4.0
(12) 劳务性支出	2.0	2.0
(13) 咨询专家支出	2.0	2.0
(二) 间接费用	9.0	4.0
4. 管理费	4.5	2.0
5. 绩效支出	4.5	2.0
合 计	44.975	19.975

注：预算编制按照《陕西省人民政府办公厅关于改革完善省级财政科研经费管理的实施意见》（陕政办发〔2022〕3号）文件执行。项目验收将组织财务专项验收或审计。

五、项目绩效目标

一级指标类别	二级指标类别	明细指标	指标值
产出类指标	知识产权	1.专利授权数（项）	1
		（1）授权发明专利	0
		（2）实用新型	1
		（3）外观设计	0
		2.软件著作权授权数（项）	0
		3.发表论文（篇）	1
		（1）其中 SCI 索引收录数	0
		（2）其中 EI 索引收录数	0
		（3）其他	1
		4.著作（部）	0
		5.制订标准数（项）	0
		（1）国际标准	0
		（2）国家标准	0
		（3）行业标准	0
		（4）地方标准	0
		（5）企业标准	0
		（6）科技报告	0
	其他成果	1.填补技术空白数	
		（1）国际	0
		（2）国家	0
		（3）省级	0
		2.获奖项数	
		（1）国家奖项	0
		（2）部、省奖项	0
		（3）地市级奖项	0
		3.其他科技成果产出	1
		（1）新工艺（或新方法模式）	0
		（2）新产品（含农业新品种）	0
		（3）新材料	1
		（4）新装备（装置）	0
		（5）平台/基地/示范点	0
		（6）中试线	0
		（7）生产线	0

一级指标类别	二级指标类别	明细指标	指标值
产出类指标	其他成果	4.研究开发情况	
		(1) 小试	是
		(2) 中试（样品样机）	否
		(3) 小批量	否
		(4) 规模化生产	否
	人才引育	1.引进高层次人才	
		(1) 博士、博士后	0
		(2) 硕士	0
		2.培养高层次人才	1-2
		(1) 博士、博士后	0
		(2) 硕士	1-2
		3.培训从事技术创新服务人员（人次）	50
		4.是否设立科研助理岗位	否
	产业化情况	1.开放共享仪器设备数（台/套/只等）	
		2.科研仪器设备利用率（%）	
		3.孵化科技型企业（个）	
		4.转化科技成果（个）	
效果类指标	经济效益	1.新增产值（万元）	
		2.新增销售（万元）	
		3.新增出口创汇（万美元）	
		4.新增利润（万元）	
	社会效益	1.新增税收（万元）	
		2.新增就业人数	
		3.就业培训（人次）	
		4.带动农民增收（万元）	
		5.培训和指导科技服务（人次）	
		6.新增产业带动情况	
		7.技术集成示范（项）	
		8.建立示范基地（亩数）	
		9.节约资源能源	
		10.环保效益	
其他需要说明的情况			

六、承担单位或研究人员分工

(1) 西安科技大学

西安科技大学为应急管理部与陕西省人民政府共建高校，其土木工程、矿业工程、安全工程专业为国家级特色专业建设点，具有土木工程专业一级学科博士学位和硕士学位授予权，岩土工程学科为陕西省重点学科，设有土木工程博士后科研流动站；科研基地涵盖陕西省高速公路建设集团公司、陕西建工集团、西安地铁建设公司等 11 家单位。道路工程研究中心拥有对沥青混合料性能测试的整套试验测试设备，并具有很强的设备开发能力；混凝土材料微细观分析及力学性能试验系统，其中 SEM 电镜扫描仪、差热分析仪、热重分析仪、X-衍射仪、红外光谱分析仪、电子探针、扫描电镜等设备在国内相同学科处于先进水平。近五年来共承担科研项目 120 项，累计到款 8000 余万，其中承担国家攻关项目 2 项，部委联合攻关项目 14 项，陕西科技项目 12 项，交通厅项目 12 项。获得国家科技进步二等奖 1 项，部级二等奖 16 项，三等奖 12 项，获陕西省科技进步一等奖 2 项，二等奖 5 项。技术力量雄厚，能满足本研究需要。主要负责工作如下：

- 1) 负责制定室内试验研究大纲和具体实施方案；
- 2) 负责室内外试验方案的制定与实施；
- 3) 参与试验路的铺筑；
- 4) 负责项目研究报告的撰写；
- 5) 负责项目的验收

(2) 安康市公路局

安康市公路局现有人员 1098 人，其中：管理类 157 人,管理八级以上 73 人；专业技术 291 人，包含工程类 209 人，占比达 71%，专业技术人员当中：高级职称 3 人，副高级职称 36 人，中级职称 99 人；工勤人员 641 人，其中技师 55 人，高级工 243 人。科研项目《秦巴山区区域桥梁预防性养护关键技术与工程示范》获得陕西省科技进步奖三等奖，近年来取得实用新型专利授权二十余项、计算机软件著作权 1 项，参与编写地方标准 3 部，1 个科研课题获陕西省企业“三新三小”创新竞赛二等奖。主要负责工作如下：

- 1) 负责制定项目总体研究大纲和总体方案；
- 2) 负责试验段的落实及铺筑；
- 3) 参与项目的验收。

七、项目参加人员表

项目承担单位：							
参与单位（排序）：安康市公路局，西安科技大学							
项目负责人							
序号	姓 名	出生年月	工作单位	职称/职务	专 业	在项目中担任具体工作	签名
1	胡裕成	1969.8	安康市公路局	副高级	公路工程	项目负责与试验段协调	胡裕成
主要研究人员							
2	李海滨	1980.12	西安科技大学	正高级	道路工程	项目技术负责	李海滨
3	程喜章	1992.7	安康市公路局	副高级	公路工程	工程应用	程喜章
4	景宏君	1974.6	西安科技大学	正高级	道路工程	理论指导	景宏君
5	宋丹	1996.2	安康市公路局	助理级	公路工程	项目协调	宋丹
6	邹晓龙	1988.4	西安科技大学	副高级	道路工程	测试分析	邹晓龙
7	刘磊	1994.8	安康市公路局	助理级	土木工程	方案制定	刘磊
8	邓波	1985.11	安康市公路局	中级	公路工程	方案实施	邓波
9	李志刚	1988.4	西安科技大学	副高级	道路工程	测试分析	李志刚
10	李建阁	1991.2	西安科技大学	中级	道路工程	室内试验分析	李建阁
11	王小庆	1993.7	西安科技大学	中级	道路工程	室内试验分析	王小庆
12	李克南	1997.8	西安科技大学	中级	道路工程	室内试验分析	李克南
13	钱恺豪	2003.4	西安科技大学	研究生	道路工程	室内试验分析	钱恺豪
14	赵亚筱	2003.1	西安科技大学	研究生	道路工程	室内试验分析	赵亚筱
15	张雨佳	2002.6	西安科技大学	研究生	道路工程	室内试验分析	张雨佳

八、信息表

项目合同编号		25-84K		密级		/		A: 机密 B: 秘密 C: 内部		
项目名称		橡胶基全固废型橡塑材料研发及其在干线公路的应用研究								
项目实施所在地		西安		起止年限		2026 年 3 月至 2028 年 3 月				
总 经 费		44.975		厅 拨		19.975				
第一承担单位	单位名称	西安科技大学								
	所在地	陕西省（区、市）					代码	610100		
	通讯地址	西安市碑林区雁塔路 58 号					邮编	710054		
	单位性质	(1) 1.大专院校 2.科研院所 3.企业 4.其他					代码			
参与单位	序号	单 位 名 称								
	1	安康市公路局								
	2									
	3									
项目负责人		姓 名	胡裕成		性别 (1) 1.男 2.女		出生年份	1969		
		学 历	(1) 1.研究生 2.大学 3.大专 4.中专 5.其他							
		职 称	(1) 1.高级 2.中级 3.初级 4.其他							
		联系电话				电子邮箱				
项目联系人		姓名	李海滨			性别	男			
		联系电话	13700222165			电子邮箱	lihaibin1212@126.com			
项目组人数		15	高级	6	中级	4	初级	2	其他	3
主要研究内容 (100 字以内)		(1) 橡胶基全固废型橡塑材料研发 (2) 橡胶基全固废型橡塑改性沥青基本性能研究 (3) 橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能研究 (4) 橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料在干线公路的应用								
成果属性		C	A: 新技术 B: 新工艺 C: 新材料 D: 新产品 E: 软科学 F: 装备 G: 其他							
成果形式		AC	A: 专著、论文 B: 样机、样品 C: 试验工程、产品 D: 示范工程 E: 产品 F: 其他							

九、共同条款

合同各方应共同遵守《陕西省交通运输厅科研项目管理办法》。

1. 合同执行过程中，乙方如需修改合同某项条款，应向甲方提出变更内容及理由的申请报告，经甲方审核同意后实施。未接到正式批准以前，双方仍须按原合同条款履行，否则后果由自行修改条款的一方负责。

2. 乙方因任何主观或客观原因（如：与大纲评审内容有出入，挪用经费、技术措施或某种条件不落实等）致使计划无法执行而要求解除合同的，需取得甲方书面同意且应视不同情况，部分或全部退还所拨经费；出现上述情况的，甲方有权单方解除本合同且视不同情况要求乙方部分或全部退还所拨经费。

3. 乙方的厅补助经费及工程配套研究经费应按国省有关科研经费使用范围开支。

4. 项目执行过程中，甲方提出变更合同有关内容时，要与乙方协商达成书面协议。

5. 项目完成后，乙方必须按要求向甲方提交一套真实、完整、详细的技术资料及样机，并提出项目验收申请报告，由甲方审查后组织验收。

6. 合同正本一式 9 份，甲方单位伍份，承担单位 4 份。

7. 本合同经双方签章后生效，规定内容执行完毕后自然失效。

十、合同签约各方

合同甲方：



陕西省交通运输厅

负责人：（签字） 2016年3月27日

联系人：（签字） （公章）

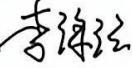
电 话：029-88869067

合同乙方：（承担单位）



单位负责人：（签字） 2016年3月27日



项目负责人：（签字） （公章）

电 话：

财务负责人：



账 户 名：西安科技大学

开户银行：中国银行股份有限公司西安大雁塔北广场支行



账 号：102492014123

陕西交通科研项目科研诚信 承诺书

项目承担单位及项目负责人承诺在科研项目实施过程中，遵守科学道德和科研诚信要求，严格执行《陕西省交通运输厅科研项目管理办法》的规定和科研项目合同约定，保证所提交材料的真实性，确保自筹经费全额到位、专款专用。如违背以上承诺，愿意承担相关责任，并同意主管部门将相关失信信息记入公共信用信息系统。

项目承担单位：
项目负责人：李治强

2026年3月27日

项目编号：25-84K

2025 年度陕西省交通运输厅科研项目 研究大纲

项目名称：橡胶基全固废型橡塑颗粒材料研发及
其在干线公路的应用研究

申请单位：西安科技大学

联系人：李海滨

电 话：13700222165

陕西省交通运输厅制

2026 年 3 月

目 录

一、项目研究的背景和必要性	1
1. 项目研究目的与意义	1
2. 项目概要	2
3. 市场需求前景或推广应用领域	2
4. 达到的技术水平及在国民经济发展中的作用	3
二、前期科研及工作基础	4
1. 国内外研究现状	4
2. 项目前期科研及现有工作条件	12
3. 参考文献	20
三、实施方案	23
1. 拟解决的关键问题	23
2. 主要研究内容及实施方案	23
3. 技术路线	24
4. 后续技术改造或基本建设计划的衔接	26
5. 有关技术经济指标	27
四、项目承担单位及参加单位概况	27
1. 单位概况	27
2. 技术力量及人员构成	28
3. 各自承担的主要工作	29
4. 项目主要负责人情况	30
五、项目依托工程（工作）情况及其他必要支撑条件	30

1. 依托工程（工作）概况	30
2. 投资来源	31
3. 工程进度与项目科研进度的配合	31
4. 组织管理形式	32
六、项目经费估算及资金筹措情况	34
七、项目绩效指标	34
八、预期目标、成果提供形式及经济社会效益	37
1. 项目预期目标（项目的考核目标）	37
2. 提交的研究成果及其形式	37
3. 经济、社会、环境效益分析	37
九、其他需要说明的问题	38
十、申请单位意见	38

一、项目研究的背景和必要性

1. 项目研究目的与意义

近年来，随着车流量的增加以及路面使用年限的延长，许多干线公路出现不同类型的路面病害，并且病害程度会随着时间的推移逐渐加剧，导致路面的使用性能显著下降，大大降低沥青路面的使用寿命，并显著影响行车的舒适性和安全性。与此同时，塑料制品和橡胶轮胎被广泛的应用于人们的日常生活中，随之而来的废塑料和废橡胶数量激增，生态环境遭到严重的污染，对废塑料和废橡胶的回收再利用已经成为不可忽视的问题，亟需探索并开发一种新型橡塑复合材料作为改性剂应用于干线公路沥青路面。

现阶段虽然聚合物改性沥青已在实际工程中大规模应用，但塑料改性沥青混合料易发生脆性破坏，橡胶改性沥青稳定性不足易离析，SBS 改性沥青价格昂贵成本高，然而将橡胶的柔性及弹性恢复性能与塑料具备较强抗变形能力相结合，不仅将使橡塑复合改性沥青混合料具有良好的高低温性能，且成本降低明显，还将增加道路沥青的改性剂类型，实现废塑料和废橡胶在道路工程的循环利用。

鉴于此，本项目以安康市 2026-2027 年干线公路沥青路面养护维修工程为依托，通过研究废橡胶和不同废塑料材料的特性，寻找适宜道路沥青的废胶粉目数和废塑料类型；结合道路沥青的基本性能测试，推荐复合改性沥青中胶粉和废旧塑料的适宜掺量和最佳制备参数，在此基础上，利用已选定废橡胶和废塑料研发橡胶基全固废型橡塑材料，研究橡胶基全固废型橡塑改性沥青的基本性能，对比分析橡

胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能与常见沥青混合料的差异，阐明其在干线公路沥青路面的适用性。结合安康市 2026-2027 年干线公路沥青路面养护维修工程，提出橡胶基全固废型橡塑改性沥青路面施工的关键控制环节，研究成果将有效改善干线公路沥青路面性能，降低工程造价，对实现“绿色交通”、“绿色公路”，以及固废循环利用意义明显，将为废橡胶和废塑料在干线公路养护维修工程的进一步推广应用提供理论支撑和现场经验，具有重要的经济效益和社会效益。

2. 项目概要

本项目研发一种橡胶基全固废型橡塑材料并作为改性剂应用于沥青，并依托现阶段安康市 2026-2027 年干线公路沥青路面养护维修工程，在对废塑料和废橡胶材料特性研究的基础上，推荐橡塑复合改性沥青的材料种类、适宜掺量和制备参数，研发橡胶基全固废型橡塑材料并尽量实现造粒，在此基础上，研究橡胶基全固废型橡塑改性沥青的基本性能及其混合料的路用性能，并与干线公路常用的沥青混合料路用性能进行对比分析，阐明该橡胶基全固废型橡塑材料在干线道路沥青路面的适用性。最后结合安康市 2026-2027 年干线公路沥青路面养护维修工程，提出橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路面施工的关键控制环节，实现废塑料和废橡胶的循环利用，为废塑料和废橡胶在公路工程中进一步推广应用提供理论支撑和现场经验。

3. 市场需求前景或推广应用领域

干线公路沥青路面的维修与改造需求日益增长，为“橡胶基全固

废型橡塑材料开发及其在干线公路的应用研究”项目提供了强有力的市场支撑。随着使用年限的增加和交通流量的增大，沥青路面的各种破损和老化问题日益凸显。此外，日常生活和交通运输工具中产生了大量的废塑料和废橡胶轮胎，对废塑料和废橡胶的回收再利用已经成为不可忽视的问题。

在这一背景下，研发橡塑复合材料作为沥青改性剂并应用于道路工程中，不仅能显著提高干线公路沥青路面的性能，增加废旧塑料和废旧橡胶的回收再利用率，还能增加道路沥青改性剂的可选类型。此外，相较于常见的 SBS 改性沥青混合料，橡胶基全固废型橡塑改性沥青实现了资源的循环利用，节约了工程投资，不改变原施工工序，降低了工程造价，更满足了国家近年来环保的战略方针，实现道路绿色化可持续建设的目的。因此，本项目在研发过程中将充分考虑两种废旧材料的协同性，满足复合改性沥青混合料的路用性能，开发质优价低的道路沥青改性剂，以满足市场对于绿色、环保型道路的需求。

4. 达到的技术水平及在国民经济发展中的作用

本项目结合安康市干线公路沥青路面实际情况，基于减少裂缝或车辙出现的目的，开展橡胶基全固废型橡塑材料开发及其在干线公路的应用研究，研究成果将为废橡胶和废塑料在安康市干线公路沥青路面中资源化循环再利用提供新的途径，增加道路沥青用改性剂的可选品种，降低沥青路面的铺筑成本，实现资源循环利用、延长道路寿命、降低路面工程造价的多赢局面。研发过程中，项目组将充分考虑橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料的路用性能和环保因素，力求开发出

低成本、路用性能良好、适应性强的道路沥青改性剂产品，以满足市场对于高质低价、环保绿色型道路沥青改性剂的需求。

二、前期科研及工作基础

1. 国内外研究现状

沥青作为一种粘弹性材料，在不同温度条件下，流变性能差异较大，高温易变形，低温易脆裂，感温性差。此外，结合现阶段废塑料和废橡胶产量逐年增长且缺少经济环保的处理方式这一难题。为缓解这一问题国内外道路研究人员将废塑料和废橡胶加入沥青混合料中以求改善路面的使用性能和使用寿命，废塑料和废橡胶同时作为改性剂，能够兼顾改善沥青混合料的高、低温性能，提高沥青混合料的路用性能，减少路面维修二次投入，还将为废塑料和废橡胶在干线公路更科学、合理、经济的循环利用，进一步在干线公路推广应用提供理论支撑和现场经验。结合现有研究，总结出橡塑复合改性沥青在微观机理、原材质控、产品均稳性等方面的不足，本项目重点开展橡塑协同改性微观机理研究，揭示其界面作用与性能互补机制，为材料配方优化提供理论支撑。

（1）国外研究现状

橡胶沥青具有良好的低温性能，塑料能够明显改善沥青高温性能。将废橡胶和塑料添加到基质沥青中制备复合改性沥青，以改善沥青的高、低温性能，同时可以减少废弃制品对环境的污染。国外对于改性沥青的研究开始较早，英国早在 1843 年对胶粉改性沥青就进行了专利申请^[1]。但单一塑料改性剂或橡胶改性剂以无法满足日益严苛

的使用要求时，橡塑复合改性沥青已成为沥青研究国际发展的新趋势。

Navarro^[2]等通过掺入胶粉与聚乙烯（PE）对沥青材料进行复合改性，研究结果表明，上述外加剂的添加使沥青共混体系的耐高温性能得到较大程度的改善，但在较高温度条件下，存在黏度过大等问题，从而严重影响了施工和易性。

Fang^[3]等发现废胶粉/PE 复合改性是一种物理改性，废胶粉/PE 复合改性沥青的性能整体上要优于 PE 改性沥青。

Gibreil^[4]等研究了高密度聚乙烯（HDPE）/胶粉复合改性沥青及其混合料的性能，发现随着 HDPE 和胶粉含量的增加，针入度和延度降低，软化点增加，表明改性剂的加入降低了沥青的温度敏感性，提高了中高温下的抗变形能力。HDPE 和胶粉的加入增加了沥青混合料的高温稳定性。

Wang^[5]等人将 PE 和轮胎橡胶屑通过螺杆挤出机进行共混造粒，挤出后的橡塑共混物可以使沥青的流变性能得到改善，提高了沥青混合料的高温抗车辙和低温抗开裂能力。

Zhang^[6]等人以废聚丙烯、低密度聚乙烯（LDPE）、线性低密度聚乙烯（LLDPE）等废塑料为原料，加入胶粉，采用邻苯二甲酸二辛酯作为增塑剂，制备了胶粉/废塑料复合改性沥青并对其性能进行测试。发现 LLDPE 对改善橡胶改性沥青的高温性能起主导作用，LLDPE 和邻苯二甲酸二辛酯均可以提高橡胶改性沥青的黏性。

Alemu^[7]等人确定了橡塑复合改性沥青的最佳掺量为 10%胶粉和

2%聚对苯二甲酸乙二醇酯 (PET)，并发现添加胶粉和 PET 可以提高沥青混合料的抗拉强度。

Ameri^[8]等人采用 PET 和胶粉作为沥青改性剂，发现橡塑复合改性沥青混合料具有良好的高温稳定性和水稳定性，且可以有效缓解环境污染问题。

Dong^[9]等人以橡胶和塑料为改性剂制备高粘度改性沥青，并采用荧光显微分析法对橡塑复合改性沥青的微观机理进行分析，发现橡塑改性剂在沥青中充分膨胀，并以絮体的形式均匀分散在沥青中。

Zhang^[10]等人研究了废塑料/橡胶改性沥青的基本性能、相容性及其相互作用机理。发现废旧 PE 的最佳掺量为 8%，废旧 PE 可以提高橡胶改性沥青的高温性能和相容性，还可以在橡胶改性沥青中形成网状结构包裹橡胶颗粒。

(2) 国内研究现状

近年来，国内学者在橡塑复合改性沥青及其混合料领域的研究取得了显著进展。鉴于国家对基础设施建设的持续重视与环保标准的日益严格，废塑料和废橡胶的循环再利用作为沥青改性剂，成为实现可持续发展的新途径。因此，橡塑复合改性沥青备受关注与研究。将废塑料和废橡胶加入沥青中，利用塑料的耐热性和抗老化特性、橡胶的弹性恢复性能和柔软性，显著增强了沥青混合料的整体性能。此举不仅解决了废塑料的回收难题，更为道路建设提供了更为环保、经济的材料选项，有助于推动可持续发展。

国内科研机构和科研人员对橡塑复合改性沥青及其混合料进行

了大量研究。李朝利^[11]通过研究不同配比的橡塑复合改性沥青性能，分析复合改性沥青高温及感温性和抗老化性能，最终确定当脱硫胶粉掺量为 28%，HDPE 掺量为 2%制备橡塑复合改性沥青时，其综合性能达到最优，PE 加入不利于脱硫橡胶沥青低温性能。

吕文姝^[12]等采用脱硫橡胶、PE 及 SBS 对克拉玛依 70#沥青进行复合改性，结果表明，7%橡胶粉，1%PE，3%SBS 复合改性后，橡塑复合改性沥青关键指标均能达到技术指标，SBS 的加入改善了橡塑沥青的低温性能和弹性恢复。

姚鸿儒^[13]等采用等密度理论进行研究，对胶粉与 PE 的比例进行调节，并用双螺杆挤出机挤出造粒，制得橡塑复合改性剂，且橡塑复合改性沥青高温下储存稳定。

宋莉芳^[14]等通过对胶粉与 PE 复合改性沥青制备工艺进行优化，认为最适推荐试验温度设置为 180℃，推荐剪切速率为先以 2000r/min 对共混体系持续剪切 20min，再调整剪切速率设置为 4000r/min，持续该转速进行 90min 的改性过程，即可使上述外加剂能较均匀的分布在沥青中。

郝培文^[15]等研究了废旧 PE 薄膜与废轮胎橡胶粉对普通道路石油沥青的改性效果及混合料的路用性能。其研究表明，基质沥青实现橡塑复合改性后，其高温性能与改性前相比得到了较大程度的提高，并且，其性能因温度变化而产生的变异现象也得到了改善。

王佳^[16]等用废橡胶粉与废 PE 作为复合改性剂，对沥青进行改性。通过对不同掺配比例的改性沥青进行低温弯曲流变试验发现，在 PE

用量一定时，低温弯曲蠕变劲度随着橡胶粉掺量的增加而逐渐降低。说明在同样的温度变化下，沥青梁试件内产生的温度应力随橡胶粉用量的增加逐渐变小，改性沥青的低温抗裂性能有一定改善。

罗妮^[17]通过研究橡胶粉与 PE 共混改性沥青的改性机理，发现当橡胶、PE 与热沥青共混时，橡胶和 PE 吸收沥青中的轻组分而发生溶胀。橡胶和 PE 能够大幅提高沥青的高温、低温性能，对抗老化性也有改善，从而提高了沥青路面的使用性能。

常颖^[18]选用了 5 组橡胶粉与 LDPE 不同掺配比制备复合改性沥青，并以沥青的软化点、延度、135℃ 黏度和 25℃ 弹性恢复速率为指标，对各组改性沥青进行室内试验和试验路验证，最终发现，最优的掺配方式为 6%LDPE+12%橡胶粉。

云庆庆^[19]等以克拉玛依基质沥青为原料、废橡胶粉和废 PE 为改性剂，通过单因素实验对基质沥青进行改性，制备了废橡塑复合改性沥青；采用差示扫描、扫描电镜及红外光谱等手段对制备废橡塑复合改性沥青进行表征。确定改性剂及助剂的最佳添加量为：废胶粉 15%、废 PE4%、蒙脱土 3%、糠醛精制抽出油 2%；助剂的加入使得改性剂与沥青之间的溶胀程度加强，改性剂在沥青中的分散更为均匀。

马嘉琛^[20]采用不同种类与掺量改性剂制备橡塑复合改性沥青材料，通过荧光显微镜试验、红外光谱扫描试验和凝胶色谱试验对改性剂在沥青中分布情况、共混方式和沥青分子量分布情况进行分析。发现橡塑复合高黏改性沥青中胶粉与塑料会形成网状结构，易产生分布不均、结团等现象，而掺入聚乙烯蜡会使橡塑复合高黏改性沥青体系

交联网状结构得到强化；在其共混方式方面，橡塑复合高黏改性沥青的共混方式主要以物理共混为主，同时伴随少量化学变化；聚乙烯蜡的掺入会使复合改性沥青中的大分子比例得到提升，提高橡塑复合高黏改性沥青中各组分间的相容性。

陆涛^[21]通过熔融剪切工艺、高温裂解工艺、螺杆挤出工艺和废食用油脱硫工艺制备了 4 种橡塑复合改性沥青。对制备 4 种复合改性沥青所需的原材料成本进行比较，发现以高温裂解工艺、废食用油脱硫工艺为代表的热力学工艺具有较高的经济性，其中高温裂解工艺由于能获得综合性能优异的改性沥青、加工周期短、无需特殊设备，极具应用前景。

邓成^[22]等试验制备了不同 PE 掺量、不同软化剂掺量、不同搅拌时间的废胎胶粉/PE 复合改性沥青，分析了复合改性沥青的高温稳定性能等参数随各影响因素变化的相关规律。发现软化点和车辙因子在表征其高温稳定性时，规律一致性较好，但车辙因子指标比软化点指标相对敏感。

公晋芳^[23]等以废橡胶粉和废 PE 为主要原材料生产湿法改性橡塑复合改性剂，研究了橡塑复合改性沥青的高低温性能和流变特性，及其混合料的路用性能和抗疲劳性能。发现橡塑复合改性剂有效改善了沥青的高温性能，并充分发挥了橡胶沥青高粘高弹性和热塑性弹性体的高强性能，橡塑复合改性沥青混合料的低温抗裂性能满足冬严寒区使用性能要求，与 5% SBS 改性沥青相比，橡塑复合改性沥青的高温稳定性和水稳定性能更优，疲劳寿命对应变水平变化的敏感程度更

低，耐久性更好。

刘磊^[24]等确定了橡胶粉掺量是橡塑改性沥青性能的主要影响因素。最佳掺量和制备参数为内掺 20%橡胶粉，外掺 2.5%废塑料，拌和温度 190℃，拌和时间 60min。

任瑞波^[25]等发现废橡塑改性沥青及其沥青混合料具有高温稳定性和水稳定性优势，低温性能介于橡胶改性沥青和 SBS 改性沥青之间，疲劳性能接近 SBS 改性沥青。利用废橡胶和废塑料各自优势对沥青进行复合改性，在提高沥青混合料路用性能方面具有发展潜力。

周剑^[26]通过与 SBS 改性沥青相比，发现橡塑复合改性沥青在同等高温条件下抗变形能力更强；在低温情况下，橡塑改性沥青柔性水平高于 SBS 改性沥青，橡塑改性沥青低温应力松弛水平更高。橡塑改性沥青混合料高温性能与低温性能均优于 SBS 改性沥青混合料。

目前国内对于橡胶粉、塑料的利用，大部分均将其添加到基质沥青中通过剪切拌和机的剪切作用制成复合改性沥青，但是将橡胶粉和塑料共混后作为沥青改性剂的研究较少。橡塑共混是指采用特定的加工技术，将橡胶和塑料通过物理共混的方式调制成为宏观均匀的聚合物，由于共混过程并未发生化学反应，无新物质生成，因此使所得共混材料兼具橡胶和塑料的双重特征，两相仍保持各自特征，只通过两相界面处结合，从而能使共混物彼此性能互补。

早在 20 世纪 40 年代，塑料就作为橡胶材料的填充剂。徐新锋^[27]等发现以塑料为主体的共混物中加入少量橡胶弹性体可使复合材料的抗脆性、耐低温性能明显改善。

Shojaei^[28]等指出橡胶加工中若加入某些低分子烷烃类塑料,可大幅度提高复合制品的流动性,使胶的加工性能得到改善。

张远喜^[29]等指出大部分合成橡胶综合性能较差,单独使用价值不大,需通过填充补强填料或与其他高分子共混才能实现其使用价值。因为塑料具有较高刚性和强度以及良好的加工性能,而橡胶作为唯一在常温条件下具有极好弹性性能的高聚物材料,具有良好的变形能力,将废塑料、废胶粉通过特定生产工艺进行物理共混形成改性剂,可使改性沥青获得更突出的效果,从而提高沥青混合料的使用性能。

综上所述,有关废旧塑料/废旧橡胶复合改性沥青的研究一直是国内外道路工作者关注的重点,研究结果表明添加废橡胶和废塑料改善沥青及其混合料的性能是可行的,然而国内外诸多研究主要集中在橡塑复合改性沥青或沥青混合料单一性能方面改善,未对橡胶和塑料进行共混处理生成某种橡塑复合改性剂,对橡塑复合改性沥青混合料的整体路用性能并没有进行详尽的研究,同时在实际应用方面可借鉴的工程经验较少,更加证明了本项目研究的必要性。

鉴于此,针对目前安康市干线公路的实际需求出发,亟待对沥青路面进行修复改建,提高其路用性能和服务水平。本项目研究是一种多学科交叉与渗透的尝试,在多学科理论与工程应用相结合方面具有创新意义和研究价值。评价分析安康市干线公路沥青路面状况;调查并分析废塑料和废橡胶的种类、品质等情况,选择适用于沥青改性的废塑料种类和废胶粉目数;在原材料物理和化学技术性质分析基础上确定橡塑复合沥青的适宜掺量及制备参数;研究橡胶基全固废型橡塑

材料中废塑料和废胶粉的配方组成和制备工艺，研发橡胶基全固废型橡塑材料；分析橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料的高温车辙、低温弯曲及水稳定性等性能，从而确保橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能的均衡性，有利于延长道路的使用寿命，实现施工工艺简便且节约材料成本，降低生产过程中的碳排放，实现资源的循环利用和减少环境污染。

针对橡胶基全固废型橡塑材料开发及其在干线公路的应用研究，研究成果将进一步有效提高安康市干线公路沥青路面路用性能和降低道路修复与改造成本，兼顾保护环境和废旧资源合理循环再利用，可为今后陕西省乃至其他地区的干线公路沥青路面维修和改建提供更多参考和实践意义，对陕西省经济的可持续性发展，建设资源节约型和环境友好型社会意义重大，且具有显著的推广应用前景。

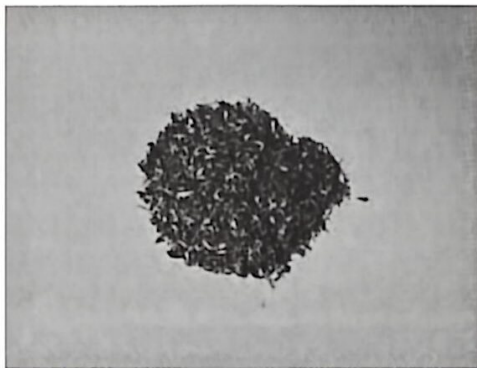
2. 项目前期科研及现有工作条件

（1）项目前期科研

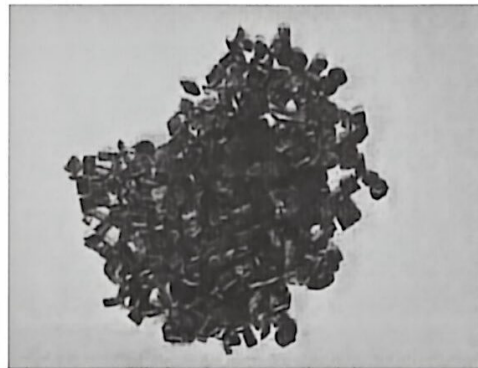
本项目拟定的主要研究人员均为长期从事公路工程研究和工程管理工作的人员，为确保本项目顺利实施，项目组成员于 2023 年开始准备工作，对国内外相关资料进行了收集整理，已查阅了大量国内外有关橡塑复合改性沥青及沥青混合料的研究资料，落实了室内试验和现场试验段测试所需的一系列相关仪器，完全可满足项目开展过程中的数据分析、模型建立和现场应用研究工作的需要，并对依托工程项目所在地的气候、水文和地质条件深入了解。

项目组已经完成了 8 类塑料、19 种具体规格的塑料改性沥青室

内试验，全面探究了不同塑料类型、掺量对基质沥青性能的影响，积累了完整的试验数据。在制备工艺参数方面，明确各类塑料改性沥青的关键制备参数范围，并针对不同塑料类型细化了参数区间。按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》（JTG 3410-2025），完成了针入度、软化点、延度三项核心指标测试，通过前期试验，明确了单一塑料改性沥青的核心瓶颈：高温稳定性与低温抗裂性难以兼顾、塑料与沥青相容性差异大、部分塑料熔融不完全，这些发现为本次项目聚焦“橡塑复合改性”提供了直接依据——利用橡胶的弹性恢复性能弥补塑料低温脆性，借助塑料的抗变形能力强化橡胶改性沥青的高温稳定性，形成性能互补。同时，前期试验已验证了室内试验的可靠性，为后续橡塑复合改性沥青的性能测试建立了统一、可靠的试验基准。强化废塑料、废胶粉原材性能评价，明确其核心特性，建立评价指标体系并制定筛选分级标准，为橡塑材料配方设计提供精准数据支撑。



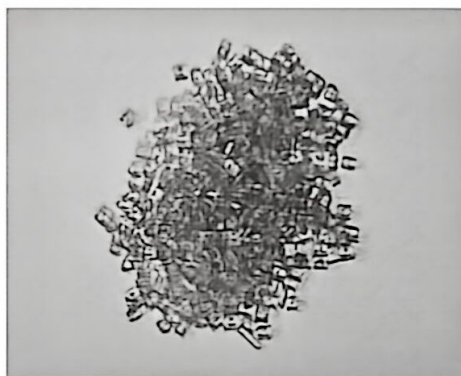
PE 粉末



PET 颗粒



PP 颗粒



改性 PET 颗粒



改性 PP 颗粒



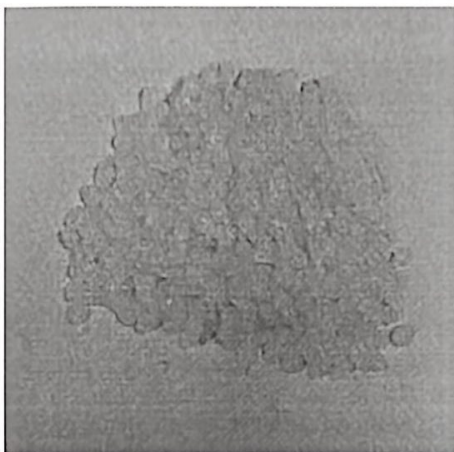
废旧 HDPE 颗粒



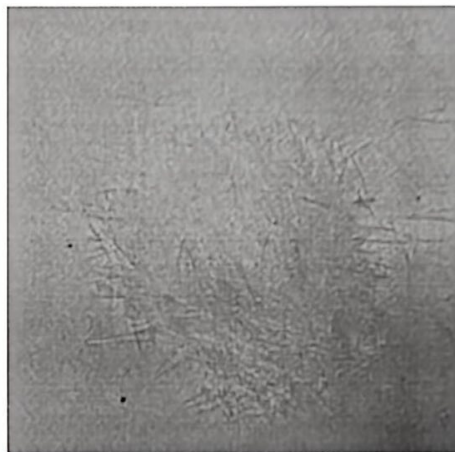
LDPE 颗粒



花色 HIPS 碎片



白色 HIPS 碎片



聚酯纤维

图 1 不同类型的塑料图片



PET 细粉



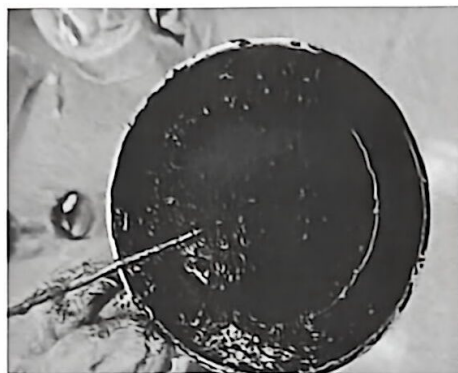
PET 颗粒



PP 颗粒



改性 PET 颗粒



改性 PP 颗粒



废旧 HDPE 碎片



废旧 LDPE 颗粒



HIPS 碎片（花色）



HIPS 碎片（白色）



聚酯纤维（白色）

图 2 剪切后的塑料改性沥青

（2）支撑条件

1) 技术支撑条件

①已查阅了大量国内外有关橡塑复合改性沥青及沥青混合料的研究资料，落实了室内试验和现场试验段测试所需的一系列相关仪

器，完全可满足项目开展过程中的数据分析、模型建立和现场应用研究工作的需要，并对依托工程项目所在地的气候、水文和地质条件拥有第一手资料。

②对项目研究工作进行了协作分工，确定了项目研究人员。

③依托工程项目管理单位拥有经验丰富的高级工程技术人员和道路检测设备，为试验路的标准铺筑、快速检测、实施反馈和动态调整做了大量的准备工作。

④项目研究单位拥有一系列先进的试验仪器与检测设备，如自动马歇尔试验仪、万能材料试验机、车辙试验仪等，且具备本项目开展基于所需的分析试验设备，如扫描电子显微镜、红外光谱分析仪、热分析仪、X 射线衍射仪等，为顺利开展材料的组成成分、结构分析以及性能试验提供了良好的试验工作条件。

⑤项目承担单位具有较强的学术影响和科研实力，拥有资深的现场检测、结构与材料等理论和实践的分析人才，并具备有利的室内试验条件，确保现场检测、理论分析和室内分析顺利进行。

2) 项目组织支撑条件

①严格按本项目计划目标组织实施。

②项目由承担单位和第一负责人全面负责管理，联合体各方的具体内容将以分合同形式进一步明确。

③定期召开项目进展工作会议，检查前阶段的工作进度，讨论解决研究过程中各项技术问题，布置下一阶段工作重点和具体要求。

④对本项目的重点阶段性目标和成果进行重点考核和督促，以确

保项目总体研究目标的实现。

（3）技术装备条件

本项目组在前期资料调查已做了大量工作，具备课题分析理论基础和试验设备，可满足项目开展过程中的室内试验、分析和现场应用研究工作的需要。

本项目承担单位为安康市公路局现为安康市交通运输局下属正县级全额拨款公益一类事业单位，承担辖区国省干线公路建设、养护工作，负责农村公路养建技术指导工作。负责国省干线公路应急指挥系统运行、维护工作，承担辖区国省干线公路、应急救援、灾害抢险、交通流量调查及路网调度、监测等工作。养管安康境内 6 条国道（G210、G211、G316、G345、G346、G541）、4 条省道（S102、S211、S318、S103）共计 1237 公里普通干线公路和 773 座 55462.94 延米桥梁、36 座 12351 延米隧道，承担市上安排的路网改建等公路建设任务，对派驻的普通国省干线政执法大队实行人财物和日常工作统一管理。全局编制 1312 名，现有在职职工 1129 人，退休职工 1229 人。机关内设 13 个科室，辖 10 个公路段、5 个超限运输检测站场、4 个事业中心，均为正科级单位。

本项目参与单位为西安科技大学具有土木工程专业一级学科博士学位和硕士学位授予权，土木工程专业为国家级特色专业建设点，是我国公路交通方面的重要研究基地之一。近年来承担了陕西省十天高速、黄延高速、西商高速等多条高速的科研工作，对不同类型改性沥青及其混合料的微观结构和现场施工具有丰富的理论知识和实践

经验。科研基地涵盖陕西省高速公路建设集团公司、陕西建工集团、西安地铁建设公司等 11 家单位。道路工程中心拥有对沥青混合料性能测试的整套试验测试设备，DWX-130-30 型低温试验箱、DH2120 型低温恒温槽、DFY-20/80 低温循环冷浴设备、RTP-175BU 高低温冻融循环试验箱等仪器是研究混合料高低温性能的特色试验仪器。涉及材料微细观分析及力学性能试验的 SEM 电镜扫描仪、差热分析仪、热重分析仪、X-衍射仪、红外光谱分析仪、电子探针、WAW-600 型电液伺服万能试验机等设备处于先进水平。

学院近五年来共承担科研项目 120 项，累计到款 8000 余万，其中承担国家攻关项目 2 项，部委联合攻关项目 14 项，陕西科技项目 12 项，交通厅项目 12 项。获得国家科技进步二等奖 1 项，部级二等奖 16 项，三等奖 12 项，获陕西省科技进步一等奖 2 项，二等奖 5 项。

（4）研究人员情况及协作条件

项目组成员包括正高级、副高级、中级以及外聘教授、外聘研究生等研究人员组成。

项目组学术氛围浓厚，工作扎实，人员搭配结构合理，团结协作精神强。项目负责人长期从事沥青路面建养及路面安全运营的相关工作，积累了丰富的经验。项目组主要成员有多年从事道路结构分析、道路材料试验研究和工程质量管理等工作经历，具有坚实的理论基础、丰富的工程实践经验和充足的科研时间。研究人员均主持或参与近年的多项省部级科研项目，具有扎实的理论分析研究能力和丰富的工程实践经验。

因此,理论基础、技术路线、研究方案及技术力量的配备均表明申请人和申请单位具备完成此项目的各种条件,可如期完成预定的研究内容,并取得预期的研究效果。

3. 参考文献

[1] 李梅,陆景富.废弃塑料在改善沥青路用性能中应用[J].公路,1995,(11):36-38.

[2] Navarro F J, Partal P, Martinez-Boza F, et al. Thermo-rheological behaviour and storage stability of ground tire rubber-modified bitumens[J]. Fuel, 2004, 83(14-15): 2041-2049.

[3] Fang C, Li T, Zhang Z, et al. Combined modification of asphalt by waste PE and rubber[J]. Polymer composites, 2008, 29(10): 1183-1187.

[4] Gibreil H A A, Feng C P. Effects of high-density polyethylene and crumb rubber powder as modifiers on properties of hot mix asphalt[J]. Construction and building materials, 2017, 142: 101-108.

[5] Wang S, Yuan C, Jiayi D. Crumb tire rubber and polyethylene mutually stabilized in asphalt by screw extrusion[J]. Journal of Applied Polymer Science, 2014, 131(23).

[6] Zhang F, Hu C. The research for crumb rubber/waste plastic compound modified asphalt[J]. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry, 2016, 124: 729-741.

[7] Alemu G M, Melese D T, Mahdi T W, et al. Combined

performance of polyethylene terephthalate waste plastic polymer and crumb rubber in modifying properties of hot mix asphalt[J]. Advances in Materials Science and Engineering, 2023, 2023(1): 6320490.

[8] Ameri M, Shaker H, Badarloo B, et al. Numerical and experimental investigation on the modified of hot mix asphalt concrete containing crumb rubber and waste pet[J]. Tehnički vjesnik, 2020, 27(4): 1186-1193.

[9] Dong R, Gao A, Zhu Y, et al. The development of a new thermoplastic elastomer (TPE)-modified asphalt[J]. Buildings, 2023, 13(6): 1451.

[10] Zhang X, Han C, Otto F, et al. Evaluation of properties and mechanisms of waste plastic/rubber-modified asphalt[J]. Coatings, 2021, 11(11): 1365.

[11] 李朝利. HDPE-脱硫橡胶粉复合改性沥青制备及其路用性能研究[D]. 湖南大学, 2019.

[12] 吕文姝, 王金勤, 蔺习雄, 等. 橡塑复合改性沥青性质影响因素研究[J]. 石油沥青, 2020, 34(03): 33-36.

[13] 姚鸿儒, 王仕峰, 曹亚东, 等. 基于等密度法的胶粉稳定 SBS 改性沥青[J]. 弹性体, 2015, 25(02): 1-6.

[14] 宋莉芳, 张婷, 薛哲, 等. 基于逼近理想点排序法的活化橡胶粉改性沥青工艺 [J]. 材料科学与工程学报, 2020, 38(02): 226-231+314.

- [15] 郝培文, 杨美荣, 游润卫, 等. 聚乙烯复合改性沥青混合料路用性能的研究[J]. 重庆交通学院学报, 2001, (01): 22-25.
- [16] 王佳, 孔泽仁. 橡胶粉复合改性沥青应用技术研究[J]. 科技信息, 2011, (09): 659-660.
- [17] 罗妮. 对橡胶粉、聚乙烯复合改性沥青作用机理的探讨[J]. 现代企业教育, 2013, 18: 265-266.
- [18] 常颖. LDPE 与橡胶粉复合改性沥青应力吸收层混合料技术性能研究[J]. 公路工程, 2017, 42(01): 295-300.
- [19] 云庆庆, 曹康, 陆江银, 等. 废橡塑复合改性沥青的研究[J]. 石油炼制与化工, 2017, 48(12): 83-87.
- [20] 马嘉琛. 废胶粉-再生塑料复合改性高黏沥青制备及性能研究[D]. 长安大学, 2021.
- [21] 陆涛. 废橡塑复合改性沥青在道路工程中的应用研究[D]. 重庆交通大学, 2021.
- [22] 邓成, 洪锦祥, 张德育, 等. 废胎胶粉/PE 复合改性沥青的试验研究[J]. 新型建筑材料, 2014, 41(09): 40-43.
- [23] 公晋芳, 闫超超. 橡塑复合改性沥青及其混合料性能研究[J]. 新型建筑材料, 2019, 46(12): 85-89+104.
- [24] 刘磊, 伍任雄, 史灵玉. 废橡塑高黏改性沥青性能影响因素及制备研究[J]. 重庆建筑, 2020, 19(04): 35-37.
- [25] 任瑞波, 耿立涛, 徐强, 等. 废旧橡塑改性沥青及混合料的技术性能研究[J]. 建筑材料学报, 2016, 19(06): 1092-1096+1110.

[26] 周剑. 橡塑改性沥青及沥青混合料性能研究[J]. 科学咨询 (科技·管理), 2019, (10): 34-35.

[27] 徐新锋, 吴战鹏, 武德珍, 等. 端羧基丁腈橡胶改性酚醛树脂的性能研究[J]. 玻璃钢/复合材料, 2009, (01): 47-50.

[28] Shojaei A, Faghihi M. Physico-mechanical properties and thermal stability of thermoset nanocomposites based on styrene-butadiene rubber/phenolic resin blend[J]. Materials Science & Engineering A, 2010, 527(4-5): 917-926.

[29] 张远喜, 周丽玲, 袁维娜. 新型补强剂 Le 补强丁腈橡胶胶料的结构与性能[J]. 橡胶工业, 2012, 59(02): 101-106.

三、实施方案

1. 拟解决的关键问题

(1) 提出橡胶基全固废型橡塑材料中废塑料和废胶粉的材料配方组成;

(2) 明确橡胶基全固废型橡塑改性沥青的基本性能和橡塑复合改性沥青混合料路用性能的适用性。

2. 主要研究内容及实施方案

(1) 橡胶基全固废型橡塑材料研发

研究不同品类的废塑料和废胶粉对沥青性能的改善效果, 选定适宜的废胶粉目数和废塑料类型, 对比分析不同掺量和制备参数对其改性沥青性能影响的差异, 提出适宜的胶粉/塑料组成比例, 研发橡胶基全固废型橡塑材料, 推荐橡塑复合改性沥青制备工艺参数。

（2）橡胶基全固废型橡塑改性沥青基本性能研究

基于橡塑复合改性沥青的制备工艺参数和适宜掺量制备橡胶基全固废型橡塑改性沥青，分析其基本性能，与常用的橡胶沥青和废塑料改性沥青性能对比分析，为研究橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能奠定基础。

（3）橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能研究

根据推荐的制备工艺参数和适宜掺量制备橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料并研究其路用性能，与常用的改性沥青混合料路用性能进行对比分析，验证橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料制备工艺参数和掺量的适用性。

（4）橡塑改性沥青混合料在干线公路工程的应用

依托安康市2026-2027年干线公路沥青路面养护维修工程，开展橡胶基全固废型橡塑改性沥青路面的现场工程应用，提出橡胶基全固废型橡塑改性沥青路面施工的关键控制环节，验证其在工程中的实际应用效果，进一步说明该橡塑双废合成材料在干线公路沥青路面的适用性。

3. 技术路线

（1）技术方案

本项目结合干线公路沥青路面的实际情况，选择适用于沥青改性的废塑料种类和废胶粉目数，确定橡塑复合沥青的适宜掺量及制备参数，提出橡胶基全固废型橡塑材料中废塑料和废胶粉的配方组成和制备工艺。利用室内试验与工程应用及跟踪监测相结合等方式，验证橡

胶基全固废型橡塑改性沥青的有效性，并对橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料的适用性进行系统、深入研究。

①检索、收集国内外相关文献，省内调研，完成项目立项工作，准备试验所需材料和仪器，编写研究大纲和工作实施详细计划。

②选择适用于沥青改性的废塑料种类和废胶粉目数。在原材料物理和化学技术性质分析基础上，设定不同废塑料掺量、废胶粉掺量、制备温度及剪切时间等条件，制备橡塑复合改性沥青，对其基本性能进行试验分析，确定橡塑复合改性沥青的适宜掺量及制备参数，揭示橡胶与塑料在沥青体系中的微观机理。

③以橡塑复合改性沥青的适宜掺量及制备参数为基础，研究橡胶基全固废型橡塑材料中废塑料和废胶粉的配方组成和制备工艺，研发一种适用于沥青路面的新型沥青改性剂。

③按照《公路工程沥青及沥青混合料试验规程》(JTG 3410-2025)和《路面沥青改性材料废橡塑基热塑性弹性体》(JT/T 1089-2016)中相关试验方法，制备橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料，开展高温稳定性、低温抗裂性、水稳定性及长期耐久性研究，并与常用改性沥青混合料的各项性能进行对比分析，确保橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能的均衡性，为现场工程试验段铺筑奠定基础。

④在前述分析的基础上，将橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料应用与安康干线公路试验段，同时针对安康现阶段干线公路沥青路面的实际情况制定适宜的施工技术方案，在现场对施工严格把控。施工后反馈实际效果，提出橡胶基全固废型橡塑改性沥青路面施工的关键

控制环节，验证该橡胶基全固废型橡塑材料在干线公路的适用性。

⑤总结成果并撰写项目研究报告，进行项目结题工作。

(2) 技术路线

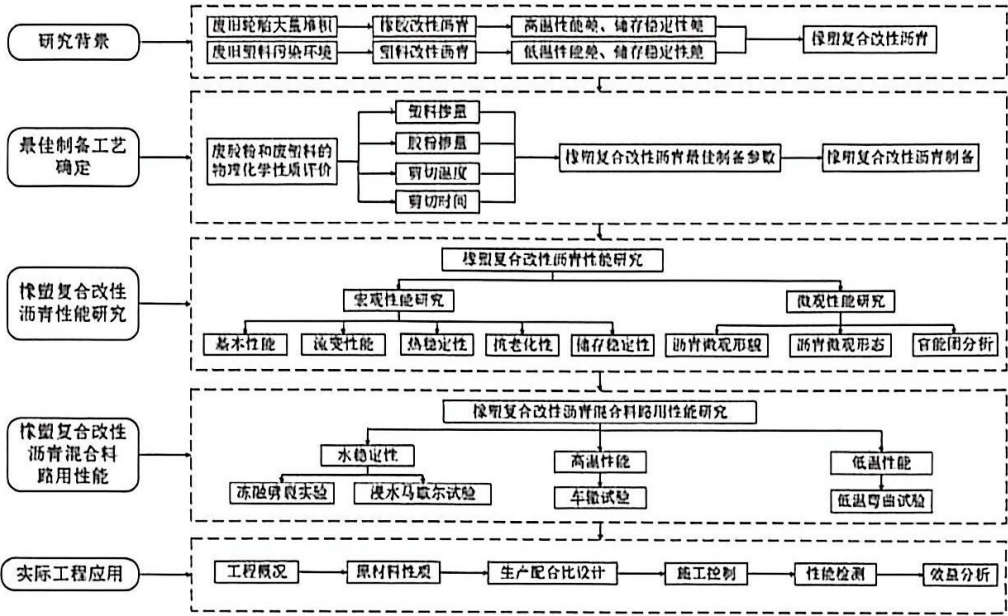


图 3 技术路线图

4. 后续技术改造或基本建设计划的衔接

本项目基于现阶段干线公路沥青路面的实际情况，开展橡胶基全固废型橡塑材料开发及其在干线公路的应用研究。在选择适用于沥青改性的废塑料种类和废胶粉目数，并确定橡塑复合沥青的适宜掺量及制备参数的基础上，研发适宜道路沥青的橡胶基全固废型橡塑材料，提出并验证全固废橡塑改性沥青的最佳制备参数，对橡胶基全固废型橡塑改性沥青的基本性能进行评价，研究橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料的路用性能，阐明该橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料在干线道路沥青路面的适用性，并通过依托项目进行验证。研究成果将为橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料在干线公路更科学、合理、经

济的循环利用，进一步在干线公路推广应用提供理论支撑和现场经验。后续将结合干线公路养护需求，开展橡塑改性材料的造粒，实施干法制备沥青混合料路用性能研究，同时通过推广应用和长期检测补充实测数据，为技术更新完善、扩大材料应用范围提供支撑。

5. 有关技术经济指标

(1) 研发适宜干线公路沥青混合料路面的橡胶基全固废型橡塑材料；

(2) 橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料的路用性能符合规范要求，车辙试验动稳定度不小于4500次/mm，低温弯曲破坏应变不小于3000 $\mu\epsilon$ ；

(3) 橡胶基全固废橡塑改性沥青路面相比于传统沥青路面，降低生产过程中的碳排放，实现资源的循环利用和减少环境污染。

四、项目承担单位及参加单位概况

本项目由西安科技大学和安康市公路局共同承担，前者为科研单位，负责研究大纲制定、试验及测试分析研究、报告编写等工作；后者为实体工程建设的组织单位，负责项目研究的各项组织实施工作。

1. 单位概况

(1) 西安科技大学

西安科技大学为应急管理部与陕西省人民政府共建高校，其土木工程、矿业工程、安全工程专业为国家级特色专业建设点，具有土木工程专业一级学科博士学位和硕士学位授予权，岩土工程学科为陕西省重点学科，设有土木工程博士后科研流动站；科研基地涵盖陕西省高速公路建设集团公司、陕西建工集团、西安地铁建设公司等 11 家

单位。道路工程研究中心拥有对沥青混合料性能测试的整套试验测试设备，并具有很强的设备开发能力；混凝土材料微细观分析及力学性能试验系统，其中 SEM 电镜扫描仪、差热分析仪、热重分析仪、X-衍射仪、红外光谱分析仪、电子探针、扫描电镜等设备在国内相同学科处于先进水平。近五年来共承担科研项目 120 项，累计到款 8000 余万，其中承担国家攻关项目 2 项，部委联合攻关项目 14 项，陕西科技项目 12 项，交通厅项目 12 项。获得国家科技进步二等奖 1 项，部级二等奖 16 项，三等奖 12 项，获陕西省科技进步一等奖 2 项，二等奖 5 项。技术力量雄厚，能满足本研究需要。

（2）安康市公路局

安康市公路局现有人员 1098 人，其中：管理类 157 人,管理八级以上 73 人；专业技术 291 人，包含工程类 209 人，占比达 71%，专业技术人员当中：高级职称 3 人，副高级职称 36 人，中级职称 99 人；工勤人员 641 人，其中技师 55 人，高级工 243 人。科研项目《秦巴山区区域桥梁预防性养护关键技术研究工程示范》获得陕西省科技进步奖三等奖，近年来取得实用新型专利授权二十余项、计算机软件著作权 1 项，参与编写地方标准 3 部，1 个科研课题获陕西省企业“三新三小”创新竞赛二等奖。

2. 技术力量及人员构成

本项目组共由 8 人组成，其中教授 2 人，副高级工程师 2 人，工程师 2 人，助理工程师 2 人。项目组学术氛围浓厚，工作扎实，人员搭配结构合理，团结协作精神强。项目负责人长期从事道路材料性能

和施工质量的研究工作，特别是对路面破损后的修复等方面已研究数年之久。项目组主要成员有多年从事路面结构分析、道路材料试验研究和工程质量管理等工作经验，熟悉路面材料的相关研究方法，具有坚实的理论基础、丰富的工程实践经验和充足的科研时间。研究人员均主持或参与近年的多项省部级科研项目，具有扎实的理论分析研究能力和丰富的工程实践经验。项目具体人员见表 1。

表 1 项目参加人员组成

姓 名	单 位	性 别	出生 年月	年龄	技术职 称	专业	在项目中担 任具体工作
胡裕成	安康市公路局	男	1969.8	55	副高级	公路工程	项目负责人
李海滨	西安科技大学	男	1980.12	45	正高级	道路工程	项目技术负责
程喜章	安康市公路局	男	1992.7	34	副高级	公路工程	工程应用
景宏君	西安科技大学	男	1974.6	52	正高级	道路工程	理论推导
宋丹	安康市公路局	女	1996.2	28	助理级	公路工程	项目协调
邹晓龙	西安科技大学	男	1988.4	36	副高级	道路工程	测试分析
刘磊	安康市公路局	男	1994.8	33	助理级	土木工程	方案制定
邓波	安康市公路局	男	1985.11	39	中级	公路工程	方案实施

3. 各自承担的主要工作

(1) 安康市公路局：

- 1) 负责制定项目总体研究大纲和总体方案；
- 2) 负责试验段的落实及铺筑；

3) 参与项目的验收。

(2) 西安科技大学:

1) 负责制定室内试验研究大纲和具体实施方案;

2) 负责室内外试验方案的制定与实施;

3) 参与试验路的铺筑;

4) 负责项目研究报告的撰写;

5) 负责项目的验收。

4. 项目主要负责人情况

李海滨, 教授, 工学博士, 博士后, 陕西省高校优秀共产党员。美国普渡大学 (Purdue University)、密歇根理工大学 (Michigan Technological University) 高级访问学者, 硕士研究生导师。国家级一流课程负责人, 陕西省一流课程负责人。教育部学位中心论文评审专家, 世界交通大会 (WTC) 道路学部技术委员会委员, 陕西省公路学会第七届理事会理事。研究领域为废旧材料在道路工程的循环利用, 路面功能材料研发与应用。主持或参与国家级省部级科研项目 40 余项, 基于研究成果发表文章 80 余篇, 其中 SCI/EI 收录 40 余篇, 出版著作 4 本, 申获专利数十项。

李海滨教授作为项目技术负责人, 主要负责设计并确定项目的具体技术方案与关键参数。同时, 在项目中组织落实审定方案, 并配合完成对质量、进度、成本等相关工作的监控与报告。

五、项目依托工程(工作)情况及其他必要支撑条件

1. 依托工程(工作)概况

本项目依托安康市 2026-2027 年干线公路沥青路面养护维修工程，在充分调研、分析基础上，确定合理试验路段，按照既定研究方案开展研究。

2. 投资来源

经详细调研预算，本着成本节约、经济适用的原则，本课题研发总投入 44.975 万元，其中，陕西省交通运输厅补助 19.975 万元，工程配套研究经费 25 万元，确保本项目各项工作的顺利开展。

3. 工程进度与项目科研进度的配合

本项目预期研究期限为 2026 年 3 月~2028 年 3 月，阶段工作安排如下：

2026.03~2026.06：检索、收集国内外相关文献，安康地区干线公路沥青路面实地调研，准备试验所需材料和仪器，编写研究大纲和工作实施详细计划。

2026.07~2026.09:对常见废塑料和废橡胶的种类、品质等情况进行分析和研究，确定废塑料种类和废胶粉目数。在原材料物理和化学技术性质分析基础上，设定不同废塑料掺量、废胶粉掺量、制备温度及剪切时间等条件，

2026.10~2026.12: 继续对制备的橡塑材料和复合改性沥青进行其基本性能分析和对比，确定橡塑复合沥青的适宜掺量及制备参数。

2027.01~2027.03：采用干拌和湿拌工艺，分别制备橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料，与常见沥青混合料的高温车辙、低温弯曲及水稳定性等性能对比分析。

2027.04~2027.06: 继续与常见沥青混合料的高温车辙、低温弯曲及水稳定性等性能对比分析, 确保橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能的均衡性, 阐明该橡塑改性剂材料在道路沥青路面的适用性。完成 1 项实用新型专利的申请。

2027.07~2027.09: 进行橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料的试验段铺筑, 提出橡胶基全固废型橡塑改性沥青路面施工的关键控制环证该橡胶基全固废型橡塑材料在干线公路的适用性。完成 1 篇文章投稿。

2027.10~2027.12: 对橡塑改性沥青进行微观机理测试, 根据测试结果分析并揭示胶粉和塑料改善沥青性能的机理。

2028.01~2028.03: 总结成果并撰写项目研究报告, 进行项目结题工作。

4. 组织管理形式

(1) 本项目的各项研究内容和研究计划严格按本项目计划目标组织实施。

(2) 项目由第一负责人全面负责管理, 联合各方的分工协作、经费拨付、考核目标和责任要求等具体内容进一步明确。

(3) 每月定期召开项目工作会议, 检查前阶段的具体工作, 研究进展和实施深度, 讨论解决研究过程中的各项技术问题和其他事宜, 布置后阶段的工作重点和具体要求。对不能按时、保质完成研究任务的人员及时予以更换。

(4) 对本项目的重点阶段性目标和成果进行重点考核和督促,

以确保项目总体研究目标的实现。

六、项目经费估算及资金筹措情况

对经费估算及资金筹措情况说明，提供所需经费测算说明。

经费投入（万元）		经费支出（万元）			
科 目	估算数	科 目	总经费	厅补经费	配套资金
省交通运输厅补助	19.975	合 计	44.975	19.975	25.0
工程配套研究经费	25.0	（一）直接费用	35.975	15.975	20.00
其他经费	0.0	1.设备费	0.0	0.0	0.0
		（1）购置设备费	0.0	0.0	0.0
		（2）设备改造与租赁费	0.0	0.0	0.0
		2.业务费	31.975	11.975	20.0
		（1）材料费	4.975	4.975	3.0
		（2）测试化验实验加工费	14.0	3.0	8.0
		（3）燃料动力费	1.0	1.0	0.0
		（4）差旅费/会议费/国际合作与交流费	7.0	1.0	6.0
		（5）出版/文献/信息传播/知识产权费	4.0	2.0	2.0
		（6）其他费用	1.0	0.0	1.0
		3.劳务费	4.0	4.0	0.0
		（1）专家咨询费	2.0	2.0	0.0
		（2）聘用人员劳务费	2.0	2.0	0.0
		（3）其他劳务费	0.0	0.0	0.0
		（二）间接费用	9.0	4.0	5.0
		4.管理费	4.5	2.0	2.5
		5.绩效支出	4.5	2.0	2.5

七、项目绩效指标

一级指标类别	二级指标类别	明细指标	指标值
产出类指标	知识产权	1、专利授权数（项）	1
		（1）授权发明专利	
		（2）实用新型	1
		（3）外观设计	
		2、软件著作权授权数（项）	
		3、发表论文（篇）	1
		（1）其中 SCI 索引收录数	
		（2）其中 EI 索引收录数	
		（3）其它	
		4、著作（部）	
		5、制订标准数（项）	
		（1）国际标准	
		（2）国家标准	
		（3）行业标准	
		（4）地方标准	
		（5）企业标准	
		（6）科技报告	
	其他成果	1、填补技术空白数	
		（1）国际	
		（2）国家	
		（3）省级	
		2、获奖项数	
		（1）国家奖项	
		（2）部、省奖项	
		（3）地市级奖项	
		3、其他科技成果产出	1
		（1）新工艺（或新方法模式）	
		（2）新产品（含农业新品种）	
		（3）新材料	1
		（4）新装备（装置）	
		（5）平台/基地/示范点	

		(6) 中试线	
		(7) 生产线	
产出类指标	其他成果	4、研究开发情况	
		(1) 小试	是
		(2) 中试（样品样机）	否
		(3) 小批量	否
		(4) 规模化生产	否
	人才引育	1、引进高层次人才	
		(1) 博士、博士后	
		(2) 硕士	
		2、培养高层次人才	1-2
		(1) 博士、博士后	
		(2) 硕士	1-2
		3、培训从事技术创新服务人员（人次）	50
		4、是否设立科研助理岗位	否
	产业化情况	1、开放共享仪器设备数（台/套/只等）	
		2、科研仪器设备利用率（%）	
		3、孵化科技型企业（个）	
		4、转化科技成果（个）	
效果类指标	经济效益	1、新增产值（万元）	
		2、新增销售（万元）	
		3、新增出口创汇（万美元）	
		4、新增利润（万元）	
	社会效益	1、新增税收（万元）	
		2、新增就业人数	
		3、就业培训（人次）	
		4、带动农民增收（万元）	
		5、培训和指导科技服务（人次）	
		6、新增产业带动情况	
		7、技术集成示范（项）	
		8、建立示范基地（亩数）	
		9、节约资源能源	
		10、环保效益	
其他需要说明的情况			

八、预期目标、成果提供形式及经济社会效益

1. 项目预期目标（项目的考核目标）

- （1）推荐橡胶基全固废型橡塑材料中的材料配方组成；
- （2）研发适用于道路沥青路面的橡胶基全固废型橡塑颗粒材料；
- （3）提出橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路面施工的关键控制环节。

2. 提交的研究成果及其形式

- （1）提交《橡胶基全固废型橡塑材料开发及其在干线公路的应用研究》研究报告；
- （2）提交《干线公路橡胶基全固废型橡塑改性沥青路面施工技术指南》；
- （3）申获专利 1 项；
- （4）发表论文 1 篇。

3. 经济、社会、环境效益分析

本项目研究成果的投入使用，将提供废橡胶和废塑料在安康市干线公路沥青路面中资源化循环再利用的新途径，制备的橡胶基全固废型橡塑改性沥青可以改善基质沥青性能，增加路用改性沥青的可选品种，相较于传统SBS改性沥青，每吨材料成本可降低约30-50%，实现降本增效；该橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料各项路用性能均满足规范要求，且适应性强，在节约施工成本的基础上切实提升了干线公路的服务功能；通过本技术的应用，可大量消纳废橡胶与废塑料等固体废弃物，有效减少固废堆填占地与生产环节碳排放，实现了固体废弃物的高值化循环利用，有力助推了“无废城市”建设与“绿色公

路”“双碳”目标的落实。本项目研究成果可为国内公路养护与施工单位提供一种兼具经济性与环保性的技术方案，不仅有助于解决沥青路面造价高昂的现实难题，也对推动废旧资源循环利用、保护生态环境具有积极意义，是一项符合可持续发展战略要求的创新技术，经济效益和社会效益显著。

九、其他需要说明的问题

无。

十、申请单位意见

本课题依托工程和配套经费均已落实，完全能满足研究需要。



2026年3月27日

橡胶基全固废型橡塑材料研发及其在干线公路的应用研究

大纲评审意见

2026年3月24日，陕西省公路局受陕西省交通运输厅委托在西安主持召开了“橡胶基全固废型橡塑材料研发及其在干线公路的应用研究”（项目编号：25-84K）项目大纲评审会。与会专家（名单附后）听取了项目组的汇报，审阅了项目研究大纲，经质询讨论，形成如下评审意见。

一、研究内容合理，研究目标明确，技术路线可行。

二、研究人员组成合理，前期研究工作基础扎实，试验设备齐全，依托工程落实，经费预算合理，具备开展研究工作的条件。

三、预期成果覆盖研究目标，与研究内容逻辑框架契合。

与会专家一致同意该项目研究大纲通过评审。

建议：加强对废旧原材料的性能评价研究，优化技术指标。

主任委员： 
2026年3月24日

专家审查意见表

项目名称	橡胶基全固废型橡塑颗粒材料研发及其在干线公路的应用研究				
专家姓名	罗 强	职务/职称	教授	专 业	道路与铁道工程
专家单位	西南交通大学			联系电话	1390823860

评 审 意 见

塑料制品和橡胶轮胎被广泛的应用于人们的日常生活中，但废塑料和废橡胶数量激增，会造成生态环境的严重污染，对废塑料和废橡胶的回收再利用成为不可忽视的问题。开展橡胶基全固废型橡塑颗粒材料研发及其在干线公路的应用研究，符合可持续发展的要求，具有良好环境效益。

针对塑料改性沥青混合料易发生脆性破坏，橡胶改性沥青稳定性不足易离析，SBS 改性沥青价格昂贵成本高等特点，将橡胶的柔性及弹性恢复性能与塑料具备较强抗变形能力相结合，能使橡塑复合改性沥青混合料具有良好的高低温性能，且成本降低明显，实现废塑料和废橡胶在道路工程的循环利用。为此，课题的主要研究内容包括：1)橡胶基全固废型橡塑材料研发；2)橡胶基全固废型橡塑改性沥青基本性能研究；3)橡胶基全固废型橡塑改性沥青混合料路用性能研究；4)橡塑改性沥青混合料在干线公路工程的应用。其中，拟解决的关键技术问题有：提出橡胶基全固废型橡塑材料中废塑料和胶粉的配方组成，明确橡胶基全固废型橡塑改性沥青的基本性能及其复合改性沥青混合料路用性能的适用性。

项目研究内容完整，目标明确，技术路线可行；课题组具备良好研究基础和实验条件，承担单位有较强技术研发能力，人员组成合理，依托工程落实；预期研究成果覆盖意见目标，与研究内容的逻辑框架契合，拟提出的研究成果形式有技术报告、专利论文、技术指南等，同意研究大纲通过评审。

建议：加强对原材料制备质量控制标准和产品性能评价研究，关注研发材料在工程中的应用技术条件。

评审专家（签字）： 

2026 年 03 月 24 日

（本意见入档，应填写工整，纸面不敷，可另加纸）

专家审查意见表

项目名称	橡胶基全固废型橡塑材料研发及其在干线公路的应用研究				
专家姓名	路鑫	职务/职称	正高级工程师	专 业	公路工程
专家单位	陕西高速公路工程试验检测有限公司			联系电话	15091850063

评 审 意 见

项目针对废橡胶、废塑料处置难题与干线公路路面病害问题，提出橡塑复合改性方案，兼顾路用性能提升、固废循环、成本降低，符合“双碳”与绿色交通政策导向。研究内容覆盖材料配方、改性沥青性能、混合料路用性能、施工工艺全链条。选题贴合陕西省交通发展需求，工程实用性强、环保效益突出，具备推广价值，同意立项。建议如下：

（1）橡胶与塑料化学结构差异大，相容性与分散性较差，塑料组分在高温下可能软化但不完全溶于沥青，橡胶胶粉则需充分溶胀，二者协同改性时难以形成均匀稳定的微观结构，建议在后续研究中增加微观机理分析深度，重点突出橡塑协同作用机制；

（2）复合改性体系中，橡胶与塑料可能分别向不同相迁移，导致热储存稳定性下降，在高温储存和运输过程中，易出现分离现象，影响改性沥青的均匀性和性能稳定，建议在施工指南中充分考虑运输的时间和距离，

评审专家（签字）：

2026年3月24日

（本意见入档，应填写工整，纸面不敷，可另加纸）

专家审查意见表

项目名称	橡胶基全固废型橡塑颗粒材料研发及其在干热公路的应用研究				
专家姓名	梁武星	职务/职称	正高	专 业	公路工程
专家单位	西安公路研究院			联系电话	1360940361

评审意见

同意通过。

建议：^{进一步}1. 优化技术指标。

2. ~~如何增加~~产品均匀性 稳定性。

3. 建立原材料及成品检测及评价律。

4. ~~对于~~已实施点，建议详细记录

在进一步总结前期试验之基础上
提出意见完善后续研究内容。

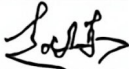
评审专家（签字）：

梁武星

2021年 3月24日

（本意见入档，应填写工整，纸面不敷，可另加纸）

专家审查意见表

项目名称	橡胶基全固废型橡胶颗粒材料研发及其在干线公路的应用研究				
专家姓名		职务/职称	正高工	专业	公路工程
专家单位	河南交通职业技术学院			联系电话	13909190990

评审意见

以下意见仅供参考：

1. 建议建立完善原材料来源分级标准与质量鉴别体系，便于以后大规模推广应用。
2. 考虑到干线公路养护维修时的再生利用问题，建议增加再生沥青混合料的路用性能研究，以扩大适用范围。
3. 在路用性能研究时建议考虑耐久性问题。

评审专家（签字）：



2026 年 3 月 24 日

（本意见入档，应填写工整，纸面不敷，可另加纸）

专家审查意见表

项目名称	橡胶基固废发泡橡塑材料研发及其产业化应用			
专家姓名	钟伟	职务/职称	正高	专业
专家单位	山西交通职业技术学院			联系电话
				13803069957

评审意见

项目研究内容全面，技术路线可行。
同意通过评审。

建议：

1. 细化考核指标；
2. 加强对发泡材料、发泡原料的性能评价研究。

评审专家（签字）：

2026年3月2日

（本意见入档，填写工整，纸面不敷，可另加纸）

橡胶基全固废型橡塑颗粒材料研究及其在干线公路的应用研究 (项目编号: 25-84K)

大纲评审专家委员会名单

序号	评审会职务	姓 名	工作单位	所学专业	从事专业	职称/职务	签 名
1	主任委员	梁武星	西安公路研究院	公路工程	公路工程	正高工	梁武星
2	委员	路鑫	陕西高速公路工程试验检测有限公司	公路工程	公路工程	正高工	路鑫
3	委员	赵卫东	铜川市交通运输局	公路工程	公路工程	正高工	赵卫东
4	委员	罗强	西南交通大学	道路与铁道工程	路基工程	教授	线上评审
5	委员	申俊敏	山西交通科学研究院集团	公路工程	公路工程	正高工	线上评审

专家意见处理表

项目名称：橡胶基全固废型橡塑材料研发及其在干线公路的应用研究

序号	专家姓名	建议内容	处理意见 (逐条回应, 详细说明修改情况)
1	罗强	加强对原材料制备质量控制标准和产品性能评价研究, 关注研发材料在工程中的应用技术条件。	在研究内容第三章实施方案中予以关注和进一步明确。
2	路鑫	增加微观机理分析深度, 重点突出橡塑协同作用机制。	在后续的机理研究中增强对两种材料协同作用的分析。
		在施工指南中充分考虑运输的时间以及距离。	在依托工程实施过程中重点考虑运输的时间以及距离, 并在指南中明确。
3	梁武星	进一步优化技术指标。	已经进行优化

			如何增加产品均匀性、稳定性。	在研究中重点考虑产品均匀性、稳定性，便于后续推广应用。
			建立原材料及成品检测及评价体系。	已在研究第一章进一步明确。
			进一步总结前期经验的基础上提出问题完善研究内容。	已按照意见进行调整。
			完善原材料来源分级标准与质量检测体系，便于以后大面积推广应用。	已在研究第一章进一步明确。
4	赵卫东	考虑到干线公路养护维修时的再生利用问题，建议增加再生沥青混合料的路用性能研究，以扩大适用范围。		已纳入后续研究内容的实施方案。

		在路用性质研究时建议考虑耐久性问题。	已增加耐久性相关内容
5	申俊敏	优化考核指标。	已进行优化和明确。
		加强对废塑料以及胶粉原材的性能评价研究。	已在研究第一章进一步明确。

大纲评审委员会专家（签字）

罗强

项目负责人（签字）：

李海江