

项目合同编号：2023-4-2

密级：公开

河南省交通运输厅科技项目 合 同 书

项目名称：聚氨酯基大空隙低碳生态路面材料

与施工关键技术研究

承担单位：同济大学

河南交通发展研究院有限公司

同路达（上海）交通科技有限公司

河南省高速公路建设养护集团有限公司

项目负责人：李辉

起止年限：2023 年 12 月至 2026 年 12 月

河南省交通运输厅制

填写格式及说明

一、格式

纸张规格：A4；页边距：左右各 3.2 cm，上下各 2.8 cm；

字体：宋体四号字；段落间距：1.5 倍行距，段前 0.5 行。

二、主要填写内容及要求

1. 本合同系河南省交通运输厅为组织河南省交通运输科技项目实施而设计；

2. 项目合同编号为年度计划所列的项目编号，由河南省交通运输厅统一编制，密级根据项目情况填写；

3. 合同中甲方为河南省交通运输厅，乙方为项目（第一）承担单位，如为两个及以上的单位时，应在封面并列同时签署。保证方为厅直属单位/厅机关处室/省辖市交通运输局（委）/其他企事业单位；

4. 第二项考核目标中技术指标及经济指标必须简明、全面，可作为验收、鉴定（评审）的依据；

5. 合同文本应打印，字迹要清楚。

一、项目主要研究内容

1、项目的主要目的（不超过 300 字）

传统密实路面车路噪音大、道路积水、城市内涝等问题显著，难以适应“耐久安全、生态低碳”高质量发展的需求。大空隙道路材料具有丰富的多尺度空隙结构，兼具透水、降噪等多功能生态特性，可显著降低环境影响及经济成本。但大空隙结构易降低材料力学强度及铺装结构耐久性，制约其应用，亟需突破其力学性能与生态功能协同提升的瓶颈。

聚氨酯作为一种新型胶结料，具有优异的高温稳定性、低温柔韧性和耐疲劳等特点。同时，材料施工采用冷拌冷铺方式，极大降低能耗，建设周期碳排放显著降低。如何通过聚氨酯材料实现大空隙路面力学性能与生态功能的提升，解决大空隙路面力学性能与生态功能耐久协同的难题，实现路面高强耐久与生态长效，是亟待解决的技术问题。

2、主要研究内容

针对多孔沥青路面铺装材料耐久性待提升的技术瓶颈，利用聚氨酯材料的高强度、高粘结、耐磨耗特性，研发高性能、强耐久型路用聚氨酯材料，形成具有降噪-排水功能的多孔混合料路面建养技术。具体内容如下：

内容一：高性能路用聚氨酯胶结料研发

针对多孔沥青路面铺装材料性能待提高、服役寿命待提升等问题。利用聚氨酯材料的高强度、高粘结、耐磨耗特性，研发高强耐久型路面用聚氨酯材料。通过对所研发的胶结料进行优选，从胶结料方面提升多孔混合料路用性能，制备高性能耐久型多孔聚氨酯路面铺装材料。主要研究内容如下：

- 1) 基于软硬段含量的聚氨酯胶结料容留时间研究
- 2) 基于力学性能优化的聚氨酯胶结料材料研发
- 3) 聚氨酯胶结料性能评价与优选

内容二：耐久型排水-降噪多孔聚氨酯混合料性能优化

传统密实沥青路面交通噪音、道路积水等问题显著，本研究在高性能耐久型路面铺装材料研发的基础上，通过对多孔混合料级配设计进行优化，开发多孔路面高效声源降噪技术，实现多孔路面降噪-排水功能的协同提升。主要内容如下：

- 1) 基于空隙特征-力学性能的级配设计优化
- 2) 荷载与环境耦合作用下路用性能研究
- 3) 耐久型排水-降噪功能协同提升优化

内容三：高性能层间粘结材料研发与施工工艺

针对传统沥青路面铺装材料层间粘结性不强，路表经常出现推挤、拥包等问题。本项目通过研发高强度、高粘结的层间粘结材料，

并对层间抗剪切性能以及粘结性能进行评价。主要内容如下：

- 1) 层间粘结材料研发与性能优化
- 2) 层间抗剪切性能以及粘结性能评价
- 3) 施工工艺及质量控制技术

内容四：多孔聚氨酯路面长效性与耐久性养护方法

针对多孔沥青混合料路面服役全寿命周期阶段的性能衰减机理不明，以及路域水、土环境中的典型污染物对多孔路面造成堵塞等问题，通过高效控制多孔路面养护，提出基于空隙堵塞的精准养护方法。主要内容如下：

- 1) 多孔聚氨酯路面功能衰减机理与规律
- 2) 针对空隙堵塞的精准养护方法
- 3) 路面病害精细化养护方案

3、项目研究创新点（应分条列述）

创新点 1：研发高强度、高粘结、耐磨耗的路用聚氨酯胶结料。

创新点 2：在高性能耐久型路面铺装材料研发的基础上，通过对多孔混合料级配设计进行优化，开发多孔路面高效声源降噪技术，实现多孔路面降噪-排水功能的协同提升。

创新点 3：研发高强度、高粘结的层间粘结材料，并对层间抗剪切性能以及粘结性能评价。

创新点 4：通过高效控制多孔路面养护，提出基于多孔聚氨酯路面空隙堵塞的精准养护方法。

4、项目研究的重点和难点问题

难点一：聚氨酯胶结料力学性能研究

聚氨酯胶结料力学特性受原材料类型、软硬段比例及催化剂等因素的影响，如何通过调节异氰酸酯含量以求得到性能各异的聚氨酯胶结料；需要利用直接拉伸、邵氏硬度、表面自由能、黏结等试验表征异氰酸酯含量对聚氨酯胶结料性能的影响，利用扫描电子显微镜观察聚氨酯胶结料在微观层面上的变化，为后续聚氨酯混合料的性能研究提供技术支撑。

难点二：耐久型排水-降噪多孔聚氨酯混合料性能优化

优异的路用性能是混合料具有良好服役性的基础，文献调研可知聚氨酯混合料具有较弱的水稳定性和抗剥落性，这阻碍了其更广泛的应用。如何通过试验方法系统性研究胶石比、细集料含量和级配类型等组份对聚氨酯混合料路用性能的影响，实现多孔路面空隙特征-力学性能的级配设计的协同提升。项目将利用多层线性模型（Multilevel Linear Model, MLM）定量分析各因素对 PUM 性能的影响，针对不同的级配类型推荐聚氨酯胶结料的膜厚和细集料含量，同时利用试验方法探究聚氨酯胶结料性能对聚氨酯混合料性能（飞散损失率、劈裂强度、弯拉应变、动态模量等）的影响，提出满足

耐久型排水-降噪功能特性的配比,解决聚氨酯混合料的“性能牵制”的问题。

难点三: 高性能层间粘结材料研发与施工工艺

针对传统沥青路面铺装材料层间粘结性不强,路表经常出现推挤、拥包等问题。如何基于聚氨酯胶结料与沥青胶结料作为粘结层性能,通过对聚氨酯胶结料与沥青胶结料原材料进行调控,并研究改性后胶结料性能,优化一种高性能层间粘结料。形成高强度、高粘结的层间粘结材料,并对层间抗剪切性能以及粘结性能评价。

难点四: 多孔聚氨酯路面长效性与耐久性养护方法

为使聚氨酯路面性能满足服役性要求,根据前期室内试验研究结果,本文将分析聚氨酯胶结料特性与聚氨酯混合料性能间的关系,提出聚氨酯胶结料和聚氨酯混合料的性能设计指标;根据室内试验结果、铺面材料性能要求和环境因素作用下聚氨酯胶结料和聚氨酯混合料的性能衰变特性,提出聚氨酯胶结料和聚氨酯混合料的服役性检验指标。明确路域环境中的典型污染物对多孔路面造成堵塞的源头,并对空隙堵塞问题进行处置,实现高效控制多孔路面养护,形成系统的高效低能耗路面养护技术。

5、本项目的依托工程应用情况

无

二、项目的考核指标

1、主要技术指标（如形成的新技术、新产品、新装置、专利、论文专著等数量、指标及其水平等，应分条列述）；

成果达成要求：

（1）形成项目技术报告 1 部；

（2）编制技术指南不少于 1 项；

（3）授权发明专利不少于 2 项；

（4）发表论文不少于 5 篇，其中 SCI/EI 论文不少于 3 篇；

2、主要经济指标（如技术及产品应用所形成的市场规模、社会效益及经济效益等，应分条列述）；

技术指标：

（1）研发低碳路用聚氨酯基胶结新材料，拉伸强度大于 8MPa，粘结强度大于 2MPa。

（2）研发具有透水、降噪等功能的低碳生态功能型铺装材料与结构，实现声源降噪 3-5dB；透水系数高于 1mm/s；抗飞散性能提升至 1 倍以上；服役寿命延长 10-30%。

（3）形成低排放施工工艺 1 项，实现公路建造综合排放 CO₂ 当量降低不少于 20%。

3、提交的成果及形式；

（1）形成项目技术报告 1 部；

(2) 编制技术指南不少于 1 项；

(3) 授权发明专利不少于 2 项；

(4) 发表论文不少于 5 篇，其中 SCI/EI 论文不少于 3 篇；

4、成果转化方案；

本项目在研究过程中及后期推广应用期间，通过高校、科研院所等多方面、多角度的对新型路用低碳聚氨酯材料进行深入地研究，全面的认识和掌握其机理与性能提升难题，形成新型路用低碳胶凝材料的白皮书。

研究团队有与上海多家企业有紧密合作，拥有国际上领先的特种胶结料生产线，方便开展中试和试生产研究，后期可向河南进行引进。

5、其他考核指标（填写人员培养、宣传报导指标等）。

培养博士研究生不少于 1 名，硕士研究生不少于 3 名，工程技术人员不少于 1 名。

三、项目的进度计划及季度目标

年度	项目的年度计划及季度目标
2024 年	1-3 月 收集相关资料，调研考察相关项目，分析国内外文献，掌握功能型聚氨酯路面建养技术国内外发展现状，制定本项目研究方案
	4-6 月 聚氨酯胶结料容留时间研究，确定影响施工容留时间的关键因素，并提出解决容留时间的调控方法。
	7-9 月 利用聚氨酯胶结料材料的高弹抗裂特性、塑料材料的高黏结性，研发面向不同路域环境的高性能聚氨酯胶结料。
	9-12 月 从胶结料方面提升多孔混合料路用性能，优选高性能耐久型多孔路面聚氨酯胶结料。申请专利 1 项，发表论文 1 篇。
2025 年	1-3 月 对多孔混合料级配设计进行优化，开发基于空隙特征-力学性能的级配设计。对不同荷载与环境耦合作用因素下的聚氨酯混合料相关性能进行研究。
	4-6 月 建立聚氨酯胶结料性能指标的预测模型，提出满足耐久型排水-降噪功能特性的配比，解决聚氨酯混合料的“性能牵制”的问题。发表论文 1 篇。
	7-9 月 利用聚氨酯胶结料材料的高弹抗裂特性、塑料材料的高黏结性，研发面向不同路域环境的高性能聚氨酯胶结料。
	9-12 月 研发高强度、高粘结的层间粘结材料，并对层间抗剪切性能以及粘结性能评价。基于现场工程实践，提出高效精准施工工艺。申请专利 1 项。发表论文 1 篇。
2026 年	1-3 月 明确聚氨酯路面服役全寿命周期阶段的性能衰减规律，解析路面性能衰减机理，发表论文 1 篇。
	4-6 月 对空隙堵塞问题进行处置，实现高效控制多孔路面养护，提出基于空隙堵塞的精准养护方法。发表论文 1 篇。
	7-9 月 探明路面预防、修复养护系列技术的能耗排放特征，形成系统的高效低能耗路面养护技术。
	9-12 月 项目成果梳理与汇总，完成课题验收。

四、本项目科技成果及其形成的知识产权的归属与保护

本项目科技成果及其形成的知识产权，其归属、管理和使用按照交通运输部《交通运输行业知识产权管理办法》（交科技发[2010]78号）的有关规定执行。

（其他约定）

无。

五、项目承担单位、主要研究人员

项目承担单位							
1、同济大学 2、河南交通发展研究院有限公司 3、同路达（上海）交通科技有限公司 4、河南省高速公路建设养护集团有限公司							
	姓名	性别	出生年月	工作单位	职称/职务	专业	签名
负责人	李辉	男	1983-09-08	同济大学	教授	交通运输工程	李辉
	单飞	男	1983-07-17	河南交通发展研究院有限公司	高级工程师	交通运输工程	单飞
	孙红宇	男	1978-10-22	河南省高速公路建设养护集团	正高级工程师	交通运输工程	孙红宇
主要研究人员	何亚辉	男	1977-02-20	河南交通发展研究院有限公司	高级工程师	交通运输工程	何亚辉
	周嘉宾	男	1985-07-16	河南交通发展研究院有限公司	高级工程师	交通运输工程	周嘉宾
	李传明	男	1974-12-14	河南省高速公路建设养护集团	正高级工程师	交通运输工程	李传明
	周合轻	男	1983-07-11	河南省高速公路建设养护集团	中级工程师	交通运输工程	周合轻
	郑美芳	女	1980.03.10	河南省高速公路建设养护集团有	副高级工程师	交通运输工程	郑美芳
	王盼	男	1998-02-27	同路达(上海)交通科技有限公司	博士研究生	交通运输工程	王盼
	吴允红	男	1995-09-02	同路达(上海)交通科技有限公司	博士研究生	交通运输工程	吴允红

	刘明艳	女	1993-06-23	同路达(上海)交 通科技有限公司	博士研 究生	交通运 输工程	刘明艳
	王蕾	女	2001-05-16	同济大学	博士研 究生	交通运 输工程	王蕾
	任家兴	男	1995-06-27	同济大学	博士研 究生	交通运 输工程	任家兴
	韩雨钊	男	1998-09-03	同济大学	博士研 究生	交通运 输工程	韩雨钊
	孙杨	女	1994-08-15	同济大学	博士研 究生	交通运 输工程	孙杨

注：负责人原则不超过 3 人；主要研究人员原则不超过 12 人。

六、项目经费

河南省交通运输厅科技计划项目预算表

金额单位：万元

科目	合计	厅补经费	自筹经费
一、经费来源	300	150	150
1. 厅补经费	150	150	/
2. 自筹经费	150	/	150
其中：其他财政拨款	0	/	0
单位自筹	150	/	150
其他（注明来源）	0	/	0
二、经费支出	300	150	150
（一）直接费用	250	125	125
1. 设备费	60	30	30
2. 业务费	100	50	50
3. 劳务费	90	45	45
（二）间接费用	50	25	25
1. 管理费	25	12.5	12.5
2. 绩效支出	25	12.5	12.5

注：①本预算表不留空白，如无该部分费用，填入“0”；

②预算编制按照《关于进一步深化省级财政科研经费管理改革优化科研生态环境的若干意见》（豫财科〔2021〕57号）要求。

本项目总经费 300 万元，其中厅补经费 150 万元，自筹经费 150 万元。签订合同后拨付第一批厅补经费 45 万元，剩余厅补经费根据项目进展情况拨付。

七、签订各方意见

甲方：河南省交通运输厅

负责人：(签字)

陈芳

联系人：(签字)

杜玉良

电 话：

0371-87166537



乙方 1：第一承担单位 同济大学

单位负责人：(签字)

郭庆华

财务负责人：(签字)

联系人：(签字)

李强

电 话：15102158555



开户银行：中国农业银行股份有限公司上海翔殷 支行帐号：03326700812000848

乙方 2：合作单位 河南交通发展研究院有限公司

单位负责人：(签字)



财务负责人：(签字)

彭欣欣

联系人：(签字)

周磊

电 话：0371-58529035

2023年12月18日



开户银行：中信银行郑州分行营业部

帐号：8111101011500699161

乙方 3：合作单位 同路达（上海）交通科技有限公司

单位负责人：（签字）张毅

2023年 12 月 15 日

财务负责人：（签字）刘明艳

联系人：（签字）李建波

电 话：13601789941



开户银行：中国农业银行股份有限公司上海翔殷支行 帐号：09350301040099077

乙方 4：合作单位 河南省高速公路建设养护集团有限公司

单位负责人：（签字）张毅

2023年 12 月 18 日

财务负责人：（签字）刘明艳

联系人：（签字）刘明艳

电 话：15896603770



开户银行：中国民生银行股份有限公司郑州建设路支行 帐号：3008014170000231

八、共同条款：

签约各方共同遵守河南省交通运输厅科技项目管理办法。

1. 项目执行过程中，乙方如需调整任务，应根据相关管理办法中有关规定，向甲方提出变更内容及说明的申请报告，经甲方审定批准后实施。未接到正式批准书以前，双方须按原合同履行，否则后果由自行调整的一方负责。

2. 乙方因某种原因（如：与合同约定研究内容有出入、挪用经费、技术措施或实施条件不落实等）致使项目无法执行而要求中止任务，甲方可根据调查结果中止研究任务，停止拨款并收回已拨付经费，对情节严重的项目负责人加罚3年不得承担研究项目的处分，或依法移交有关部门处理。

3. 甲方根据科技经费的财务管理制度规定，监督经费的使用情况。

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. 合同签订各方均负有相应的责任。若有争议或纠纷时，按河南省交通运输厅科技项目有关管理办法有关条款处理。

6. 合同正式文本甲方和乙方各存一份，保证方存一份。

信 息 表

合同编号										
项目名称		聚氨酯基大空隙低碳生态路面材料与施工关键技术研究								
密 级		() 1. 绝密 2. 机密 3. 秘密 4. 公开					参加单位总数		4 个	
第一承担单位	单位名称	同济大学								
	所在地	上海市(区)					代码	31		
	通讯地址	上海市四平路 1239 号					邮编	200092		
	单位性质	(1)1. 大专院校 2. 科研院所 3. 企业 4. 其它					代码	10247		
	合同保证方					代码				
承担单位	序号	单 位 名 称								
	1	河南交通发展研究院有限公司								
	2	同路达(上海)交通科技有限公司								
	3	河南省高速公路建设养护集团有限公司								
项目负责人		姓 名	李辉			性别 (1) 1. 男 2. 女	出生年份		1983 年	
		学 历	(1) 1. 研究生 2. 大学 3. 大专 4. 中专 5. 其它							
		职 称	(1) 1. 高级 2. 中级 3. 初级 4. 其它							
		联系电话	15102158555		电子邮箱		hli@tongji.edu.cn			
项目联系人		姓名	李辉			性别		男		
		联系电话	15102158555		电子邮箱		hli@tongji.edu.cn			
项目组人数		15	高级	6	中级	2	初级	0	其它	7
起始时间		2023 年 12 月			终止时间		2026 年 12 月			
项目活动类型		(1) 1. 基础研究 2. 应用研究 3. 研究与开发 4. 产业化开发 5. 其它								
项目技术来源		(3) 1. 国内技术 2. 国外技术 3. 本单位自主开发								
主要研究内容 (100 字以内)		针对多孔沥青路面铺装材料耐久性待提升的技术瓶颈, 利用聚氨酯材料的高强度、高粘结、耐磨耗特性研发高性能、强耐久型路用聚氨酯材料, 形成具有降噪-排水功能的多孔混合料路面建设技术, 同时提出聚氨酯材料路面后期养护方法。								
预期成果形式		(1. 4. 6.) 1. 新技术 2. 新工艺 3. 新产品(含计算机软件) 4. 新材料 5. 新装备 6. 论文论著 7. 研究(咨询)报告 8. 标准与规范 9. 其它								
预期取得专利		(2) 1. 国外发明专利		2. 国内发明专利			3. 其它			
经费投入		总经费		300 万元		拨 款		150 万元		

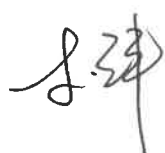
信息表填表说明

1. 带（ ）的条目，根据条目后所列选项，请在“（ ）”内填写相应的数字即可。
2. 第一承担单位：指项目合同乙方排名第一的单位。项目承担单位所在地：所在地只填到所在省辖市。
3. 第一承担单位性质，按所列数字选填。
4. 参加单位总数：包括第一承担单位、承担单位在内的单位总数。
5. 承担单位名称：按公章的详细名称填写。地址应详细到县（区）、街（路）、门牌号。
6. 项目负责人：按项目合同第一负责人填写。
7. 项目组人数：包括项目负责人在内的参加该项目研究工作的所有人员。

承诺书

我与课题组成员将恪守科学道德准则，遵守科研活动规范，践行科研诚信要求，按照科研项目合同书开展研究工作，不抄袭、剽窃他人科研成果或者伪造、篡改研究数据、研究结论，承诺项目经费全部用于与本项目研究工作相关的支出，不截留、挪用、侵占和虚假套取，不用于与研究无关的支出。如产生争议，将积极配合调查处理工作。

项目负责人：（签字）



2023年12月15日

我单位将严格遵守科研项目及经费管理等各项规定，切实保证工作时间，按计划及进度认真开展研究工作。如产生争议，愿意积极配合调查处理工作。

项目承担单位：（公章）



2023年12月15日