

黄土地区公路桥梁后压浆灌注桩承载性状与智能压浆装备开发及工程应用

项目公示表

一、项目概况

项目名称	黄土地区公路桥梁后压浆灌注桩承载性状与智能压浆装备开发及工程应用
提名者	陕西省交通运输厅
提名意见	该项目以黄土地区公路桥梁传统灌注桩桩端沉渣和桩周泥皮两大症结为突破口，围绕黄土地区后压浆灌注桩设计参数取值、承载力评价与施工装备开发三个方面，通过理论分析、数值仿真、现场试验与工程应用相结合的方法开展了黄土地区公路桥梁后压浆灌注桩承载性状与智能压浆装备开发关键技术研究。提出了黄土地区公路桥梁灌注桩钻孔灌注桩桩侧摩阻力取值范围，建立了基于不同成孔方式的后压浆灌注桩极限承载力计算公式，研制了适用于公路桥梁桩基智能压浆集成设备，提高了桩基后压浆质量管控水平。 该项目研究成果经鉴定为国际先进水平。编制地方标准 1 部，获得发明专利 1 项，发表 SCI/EI 论文 15 篇，培养正高级职称 3 人和省部级人才 1 人，培养研究生 14 名，举办业务培训班 10 余次。目前，项目成果已在渭蒲、渭玉、西铜改扩建、西宝改扩建、西咸北环线、马泾等高速公路近万棵桥梁桩基中应用，降低工程造价约 1.8 亿元，企业服务累计合同额约 6000 万元。项目致力于改善桥梁桩基基础承载性状和创新人才教育培养体系，贴合交通强国发展理念，推动交通行业创新成果推广应用，经济和社会效益显著。 提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。
项目简介	本项目属于交通运输建筑工程技术领域。 截至 2023 年底，陕西省公路总里程为 18.77 万公里，公路桥梁 3.60 万座，全国公路国道里程 38.40 万公里，省道里程 40.41 万公里，公路桥梁 107.93 万座。全国黄土面积达 $6.31 \times 10^5 \text{km}^2$，约占我国陆地总面积的 6.6%。主要分布在陕西、山西、甘肃、青海、新疆等省（区）。黄土是第四纪堆积的、以粉土颗粒为主、富含碳酸盐、具有大孔隙、黄色的松软沉积物，其垂直节理发育。桩基础作为一种有效基础形式，在该地区广泛应用于公路、铁路及建筑等工程中。但桩端沉渣和桩周

泥皮是传统钻孔灌注桩的两大症结（图 1），使钻孔灌注桩的承载力显著降低，为了满足设计承载力的要求，往往需要增加桩长或加大桩径，导致每立方米桩体积所提供的极限承载力偏低。因此，针对传统灌注桩，深入开展后压浆灌注桩承载性状与智能压浆装备研究，是面向国家基础设施建设重要需求之一。



(a) 冲击钻成孔现场

(b) 旋挖钻成孔现场

图 1 灌注桩成孔工艺

本项目以黄土地区后压浆灌注桩设计与施工中关键问题为突破口，针对设计参数不明确、施工装备不高效、质量管控不完善的现状，采用理论分析、数值仿真、室内外试验验证与工程应用相结合的方法，先后依托西安咸阳机场专用高速公路、西户铁路高架桥、西安市北二环立交、永寿至咸阳高速公路、吴定高速公路等重大项目，围绕桩侧土的摩阻力标准值取值、后压浆灌注桩承载性状、施工装备及质量控制三个方面进行了十余年的系统研究，解决了黄土地区公路桥梁后压浆灌注桩设计与施工过程中的关键技术。

项目取得如下创新成果：

1、提出了黄土地层钻孔灌注桩桩侧摩阻力标准值取值范围。研究了黄土地层

公路桥梁钻孔灌注桩桩侧摩阻力的主要影响因素，揭示了桩侧土的破坏机理，首次提出了陕西黄土地层公路桥梁钻孔灌注桩桩侧摩阻力确定方法及取值范围，对该地区的桩基设计优化提供了理论依据。

(2) 建立了黄土地区后压浆灌注桩承载力计算公式。建立了考虑浆液后期时变性的浆液上返模型，提出了不同土体中压力作用下浆液上返高度计算方法；对比研究了人工挖孔、冲击钻、旋挖钻等成孔工艺时后压浆灌注桩的承载特性，建立了考虑成孔方式影响的后压浆灌注桩极限承载力计算公式。

(3) 研发了适用于公路桥梁钻孔灌注桩智能压浆集成装备。集成水箱、料仓、搅拌机、注浆泵等设备，实现注浆过程的机械自动化；设置注浆料重量、浆液流量、注浆压力等传感器，实现控制系统数字化；编制了后压浆监测软件，实现了现场施工质量的可控化。

项目组获得国家发明专利 1 项，实用新型专利 4 项，发表期刊论文 32 篇，其中 EI 和 SCI 检索 15 篇，主编地方标准 1 部；参加国内外学术会议 20 余次；举办业务培训班 10 余次；培养正高级工程师 3 名和省部级人才 1 名，培养硕士研究生 12 名、博士研究生 2 名，对带动西部地区的人才培养和人才储备起到了积极作用，是贯彻“深入推进科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略”二十大精神的具体举措。

项目成果已在渭蒲、渭玉、西铜改扩建、西宝改扩建、西咸北环线、马泾等高速公路项目近万棵灌注桩中得到成功应用，产生了显著的经济和社会效益。主要体现在两个方面：一是，采用后压浆技术，能够有效缩短桩长，节约工程造价，减少

	碳排放约 50 万吨，累计节省造价 18011.7 万元；二是，课题组为工程项目建设提供后压浆技术服务，为企业创造了利润，累计合同额约 6000 万元。经过十多年运营和监测（图 2、图 3），依托工程桥梁状况良好，基础稳定。  图 2 西安机场专用高速公路渭河特大桥 图 3 西铜改扩建高速公路草滩渭河特大桥
客 观 评 价	项目组自 2007 年至 2023 年，先后依托西安咸阳机场专用高速公路、西户铁路高架桥、西安市北二环立交、永寿至咸阳高速公路、吴定高速公路等重大项目，开展了“公路桥梁钻孔灌注桩后压浆技术应用研究”、“陕西黄土地层公路桥梁钻孔灌注桩侧摩阻力研究”、“黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究”等课题研究。项目组通过自主创新，攻克了黄土地区公路桥梁后压浆灌注桩承载性状评价与施工装备关键技术难题，获得了一批专利、论文等自主知识产权，成果纳入地方标准，并成功应用到省内 8 条高速公路近万棵灌注桩中，经济和社会效益显著。 （1）评价鉴定 2024 年 5 月 9 日，中国公路学会以线上线下相结合的方式主持召开了“黄土地区公路桥梁后压浆灌注桩承载性状与智能压浆装备开发及工程应用”项目成果评价会。评价委员会认为，项目组通过理论分析、数值模拟、室内外试验和工程验证等手段，对黄土地区公路桥梁后压浆灌注桩承载性状及智能压浆装备技术进行了系

统研究，取得了以下主要创新性成果。

①首次提出了黄土地区公路桥梁钻孔灌注桩侧摩阻力取值范围，对桩基优化设计提供了依据；

②建立了基于不同成孔方式的灌注桩桩基后压浆极限承载力计算公式，提出了后压浆灌注桩桩端及桩侧阻力增强系数取值范围；

③研制了适用于公路桥梁桩基智能压浆集成设备，提高了桩基后压浆过程质量管控水平。

该项目研究成果总体处于国际先进水平。

(2) 科技成果查新

2024 年 4 月教育部科技查新工作站（G01）在中文 11 个数据库和英文 11 个数据库中对查新点进行检索，对比分析项目研究成果，形成国内外科技查新报告（报告编号：202426000G010042），结论如下：

该项目查新点是：

①对比后压浆对不同成孔方式灌注桩承载力的提高幅度，研究了黄土地区不同成孔方式灌注桩后压浆适应性，建立了考虑成孔方式影响的后压浆灌注桩极限承载力计算公式；

②结合灌注桩周围黏性土的液性指数与粉土密实度指标，给出了不同密实度黄土地层桩侧摩阻力标准值的建议取值范围。

综上所述，在上述检索式与检索范围内，除项目组成员发表的前期研究论文外，未见到与该项目查新点内容完全相同的中外文献报道。

2018 年吴定高速公路 LJ- 1、LJ- 9 标合同段路基、桥隧工程质量评分分别为 99.3、99.2，通过交工验收。2021- 2023 年吴定高速公路桥梁定期检测报告表明，桥梁技术状况良好，基础稳定。



图 20 马泾高速桩基智能压浆 (2023 年)

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	陕西高速集团渭玉高速管理处	后压浆技术	中铁三局集团有限公司渭南至玉山高速公路 WY- C04 合同段项目经理部（108 棵）	2013.09- 2015.12	王航 18829337777
2	西安咸阳国际机场专用高速公路建设管理处	后压浆技术	中铁七局集团有限公司西安咸阳国际机场专用高速公路 N1 项目部（481 棵）	2006.11- 2009.07	党延兵 13991891935
			路桥集团第一公路工程局西安咸阳国际机场专用高速公路 N2 合同段项目经理部（184 棵）		
3	渭蒲高速公路项目建设管理处	后压浆技术	渭南至蒲城高速公路 3 合同段项目经理部（698 棵）	2009.07- 2010.11	高世君 15029055369
			渭南至蒲城高速公路 4 合同段项目经理部（245 棵）		

				渭南至蒲城高速公路 5 合同段项目经理部 (198 棵)		
				渭南至蒲城高速公路 6 合同段项目经理部 (483 棵)		
	4	西铜改扩建项目管理处	后压浆技术	西铜改扩建 S1 新合同段项目经理部 (521 棵)	2007.07- 2010.08	杨文奇 13359205888
				西铜改扩建 XTK- 2 合同段项目经理部 (198 棵)		
				西铜改扩建 XTK- 3 合同段项目经理部 (912 棵)		
				中铁十一局集团西铜高速改扩建 XTK- 7 合同段项目经理部 (288 棵)		
				西铜改扩建 XTK- 1 合同段项目经理部 (899 棵)		
				西铜改扩建 XTK- 4 合同段项目经理部 (1256 棵)		
				西铜改扩建 XTK- 5 合同段项目经理部 (826 棵)		
	5	西宝高速改扩建项目管理处	后压浆技术	中铁一局集团桥梁工程有限公司西宝高速公路改扩建工程 B- C03 项目经理部 (521 棵)	2009.09- 2011.11	王剑 13991338000
	6	西咸北环线高速公路建设管理处	后压浆技术	中铁二局第五工程有限公司 (171 棵)	2013.07- 2015.12	党延兵 13991891935
				中铁二十四局集团有限公司西咸北环线高速公路第 LJ- 2 合同段项目经理部 (棵)		
	7	陕西交通建设集团吴定高速公路建设管理处	后压浆技术	中交建筑集团第五工程有限公司 (160 棵)	2015.08- 2018.09	薛振年 13662933810
				中铁一局集团有限公司吴起至定边高速公路 LJ- 9 合同段项目经理部 (256 棵)		
	8	陕西交控集团有限公司铜西马泾高速公路建设管理处	后压浆技术	中交二公局第六工程有限公司马家堡至泾阳高速公路设计施工总承包项目部 (1183 棵)	2022.09- 2023.12	贾晓军 159 9186 6830

--	--

二、主要知识产权和标准规范等目录

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	手持便携式浅层注浆机	中国	201410012057.3	2015年12月02日	1864515	西安长大公路养护技术有限公司	吴超凡; 李鹏辉; 袁锦浪; 余宏波; 王志刚; 张新旺; 杨明艳; 王水; 赵耀辉
2	规范	公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程	中国	DB 61/T 1692-2023	2023年5月25日	陕西省市场监管局	陕西交通控股集团有限公司; 西安长大公路工程检测中心有限公司; 陕西通宇公路研究有限公司; 长安大学	薛振年、王晨、张熠、周志军、魏家乐、李耀国、葛磊、王苗苗、弓斌、汪晓勇、王君、高伟超、刘浪涛、吴嘉、姜海力、范红英
3	论文	黄土地区不同成孔方式灌注桩压浆前后承载特性	中国	10.19818/j.cnki.1671-1637.2021.04.005	2021年8月15日	交通运输工程学报	长安大学	周志军; 徐天宇; 徐甫; 陈超然; 白杨
4	论文	考虑长径比影响的黄土地区钻孔灌注桩桩侧摩阻力取值研究	中国	10.3969/j.issn.1002-0268.2022.12.009	2022年12月15日	公路交通科技	长安大学	薛振年; 田叶青; 董亚琴; 周志军
5	论文	黄土地区桥梁灌注桩桩侧-桩端联合压浆模型试验	中国	10.19721/j.cnki.1671-8879.202	2021年11月5日	长安大学学报(自然科学版)	陕西交通控股集团有限公司;	薛振年; 冯泓鸣; 任晨宁; 周志军

				1.06.003			长安大学; 中铁第一 勘察设计 院集团有 限公司	
6	论文	湿陷性黄土中成孔 方式对桩基承载力 影响试验研究	中国	10.16285/j .rsm.2015. 10.024	2015 年 10 月 10 日	岩土力学	长安大学	王端端; 周志 军; 吕彦达; 魏进
7	论文	Centrifugal model test of post- grouting pile group in loess area	中国	org/10.101 6/j.soildyn. 2021.1069 85	2021 年 12 月	Soil Dynamics and Earthquake Engineering	长安大学	周志军; 王康 超; 冯泓鸣; 田叶青; 朱姍 姍
8	论文	Experimental study of the influence of different hole- forming methods on the bearing characteristics of post- grouting pile in Loess Areas	中国	org/10.101 6/j.trgeo.2 020.10042 3	2021 年 3 月	Transportatio n Geotechnics	长安大学	周志军; 徐甫; 雷江涛; 白杨; 陈超然; 徐天 宇; 张志鹏; 朱林檀; 刘彤
9	实用新型 专利	一种公路基层集装 箱式注浆设备总成	中国	20162047 3004.6	2016 年 11 月 09 日	5656096	西安长大 公路养护 技术有限 公司	吴超凡; 刘玉 宾; 崔小龙
10	实用新型 专利	一种具压力保护和 流量监控的比例注 浆机	中国	20172070 9105.3	2017 年 12 月 20 日	6794249	西安长大 公路养护 技术有限 公司	吴超凡; 刘玉 宾

三、主要完成人情况

姓名	李耀国
排名	1
行政职务	副处长
技术职称	高级工程师
工作单位	陕西交通控股集团有限公司
完成单位	陕西交通控股集团有限公司

对本项目贡献：

参与陕西省交通运输厅科技项目《黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究》（15- 21K）及陕西省市场监管局地方标准《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程》（SDBXM62- 2020），组织开展了吴定高速公路不同成孔方式灌注桩承载力对比现场试验，提出了黄土地区不同成孔方式灌注桩后压浆的适应性，并建立了不同成孔方式灌注桩承载力计算公式。在以往研究成果的基础上，编制了黄土地区灌注桩后压浆设计与施工技术指南。

姓名	周志军
排名	2
行政职务	无
技术职称	教授
工作单位	长安大学
完成单位	长安大学

对本项目贡献：

参与了陕西省交通运输厅科技项目《黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究》（15- 21K）、陕西省市场监管局地方标准《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程》（SDBXM62- 2020）及《公路桥梁灌注桩智能压浆设备开发》等研究工作，提出了不同成孔方式灌注桩承载力计算公式，并给出了桩侧摩阻力和桩端阻力增强系数；编制了设计与施工技术指南，指导了依托工程后压浆实施；开发了公路桥梁智能压浆设备，提高了桥梁灌注桩后压浆的管控水平。

姓名	姜海力
排名	3
行政职务	副总经理
技术职称	副高级
工作单位	陕西交控通宇交通研究有限公司

完成单位	陕西交控通宇交通研究有限公司
对本项目贡献： 参与了陕西省交通运输厅科技项目《公路桥梁钻孔灌注桩后压浆技术应用研究》（07-28T）研究工作，组织开展了西安咸阳国际机场专用高速公路渭河特大桥试验区桩基静载试验工作，通过理论及数值计算分析了后压浆灌注桩承载力提高机理，开展了后压浆灌注桩工后沉降观测，提出了后压浆技术应用于黄土地区公路桥梁灌注桩的可行性；通过大量的现场试桩试验，提出了黄土地区灌注桩桩侧摩阻力取值。	

姓名	张熠
排名	4
行政职务	无
技术职称	博士研究生
工作单位	长安大学
完成单位	长安大学
对本项目贡献： 参与了陕西省交通运输厅科技项目《黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究》（15-21K）、陕西省市场监管局地方标准《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规范》（SDBXM62-2020）研究工作，编制了灌注桩桩端后压浆设计条款，提出了公路桥梁桩基智能压浆系统开发路线，并组织了智能压浆设备的测试。	

姓名	朱林萱
排名	5
行政职务	无
技术职称	助工
工作单位	长安大学
完成单位	长安大学

对本项目贡献：

参与了陕西省市场监管局地方标准《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程》（SDBXM62- 2020）及企业自选项目《公路桥梁灌注桩智能压浆设备开发》等研究工作，提出了黄土地区公路桥梁灌注桩后压浆施工参数区间范围，开展了智能压浆设备的测试工作，协助开发了智能压浆设备监控软件。

姓名	葛磊
排名	6
行政职务	无
技术职称	工程师
工作单位	陕西交控建投经营管理有限公司
完成单位	陕西交控建投经营管理有限公司

对本项目贡献：

参与了陕西省交通运输厅科技项目《黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究》（15- 21K）、陕西省市场监管局地方标准《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程》（SDBXM62- 2020）课题项目。通过现场试验提出了不同成孔方式灌注桩承载特性及后压浆适应性，建立不同成孔方式后压浆灌注桩承载力计算公式。

姓名	吴超凡
排名	7
行政职务	董事长
技术职称	正高
工作单位	西安长大公路养护技术有限公司
完成单位	西安长大公路养护技术有限公司

对本项目贡献：

主持了西安长大公路养护技术有限公司与长安大学合作开发的《公路桥梁灌注桩智能压浆设备》的研究工作，提出了一种手持便携式浅层注浆机，注浆压力及注浆量可控，构建了公路桥梁灌注桩智能压浆设备开发思路，并组织设计、生产、调试公路桥梁灌注桩智能压浆设备，该设备已广泛应用于公路桥梁灌注桩后压浆、路基及地基处理等工程中。

姓名	魏家乐
排名	8
行政职务	总经理
技术职称	正高
工作单位	陕西交控通宇交通研究有限公司
完成单位	陕西交控通宇交通研究有限公司

对本项目贡献：

主持了陕西省交通运输厅科技项目《陕西黄土地层公路桥梁钻孔灌注桩侧摩阻力研究》（10-42K）研究工作，考虑粉土密实度指标，提出了黄土地层桩侧阻力标准值的建议取值范围；参与了陕西省市场监管局地方标准《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程》（SDBXM62-2020）编制工作，编制了黄土地区公路桥梁灌注桩后压浆施工条款。

姓名	李艳艳
排名	9
行政职务	无
技术职称	工程师
工作单位	陕西交通控股集团有限公司
完成单位	陕西交通控股集团有限公司

对本项目贡献：

参与了西安长大公路养护技术有限公司与长安大学合作开发的《公路桥梁灌注桩智能压浆设备》的研究工作，通过设置传感器实现了注浆过程的数字化，保证了注浆精度；编制公路桥梁灌注桩后压浆监控软件，利用云平台，实时监测注浆参数，提高了公路桥梁灌注桩后压浆的管控水平。

姓名	王苗苗
排名	10
行政职务	无
技术职称	讲师
工作单位	长安大学
完成单位	西安长大公路工程检测中心有限公司

对本项目贡献：

参与了陕西省交通运输厅科技项目《黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究》（15- 21K）、陕西省市场监管局地方标准《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程》（SDBXM62- 2020）等科研项目，提出了不同土层公路桥梁灌注桩后压浆上返高度计算方法，建立不同成孔方式后压浆灌注桩承载力计算公式，编制了公路桥梁灌注桩后压浆技术规程中设计条款，测试并改进了智能压浆设备性能参数。

四、主要完成单位情况

单位名称	陕西交通控股集团有限公司				
排 名	1	法定代表人	孔庆学	所 在 地	陕西西安
单位性质	国有企业	传 真	029- 878 32174	邮政编码	710065
通讯地址	陕西省西安市雁塔区太白南路 9 号				

对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：

作为项目主持单位，负责项目的申报、课题实施及进度控制、成果验收鉴定及奖项申报等工作。

针对后压浆技术在黄土地区公路桥梁灌注桩中的应用存在的问题，组织开展了《黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究》（15- 21K）、《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程》（SDBXM62- 2020）等项目研究工作，提出了不同成孔方式灌注桩承载力计算公式，编制了黄土地区公路桥梁灌注桩后压浆设计与施工技术规程，指导了多条高速公路桥梁灌注桩后压浆施工，取得了显著经济和社会效益。

主持编制地方标准 1 部，发表高水平论文 6 篇，其中 SCI/EI 检索 2 篇。

单位名称	长安大学				
排 名	2	法定代表人	沙爱民	所 在 地	陕西西安
单位性质	高等院校	传 真	0298233 4117	邮政编码	710064
通讯地址	陕西省西安碑林区文艺南路				

对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：

作为《陕西黄土地层公路桥梁钻孔灌注桩侧摩阻力研究》（10- 42K）、《黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究》（15- 21K）、《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程》（SDBXM62- 2020）、《公路桥梁灌注桩智能压浆设备》项目的参与单位，组织科研人员积极协助完成项目计划，参与项目的推广及应用。

通过现场试验、理论分析及成果应用，提出了黄土地区灌注桩桩侧摩阻力取值，建立了不同成孔方式灌注桩承载力计算公式，并给出了压浆后桩侧摩阻力及桩端阻力增强系数。以上研究成果填补了国内外相关领域的空白，获得相应的自主知识产权。

参与编制地方标准 1 部，培养研究生 14 名，发表高水平论文 16 篇，其中 SCI/EI 检索 12 篇。

单位名称	陕西交控通宇交通研究有限公司				
排 名	3	法定代表人	魏家乐	所 在 地	西安市
单位性质	国企	传 真	029- 883 54417	邮政编码	710118
通讯地址	西安市高新区西沣路长安国际企业总部 27 号办公楼				

对本项目科技创新和应用推广情况的贡献：

作为《公路桥梁钻孔灌注桩后压浆技术应用研究》（07- 28T）、《陕西黄土地层公路桥梁钻孔灌注桩侧摩阻力研究》（10- 42K）项目的主持单位及《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程》（SDBXM62- 2020）项目的参与单位。

通过大量的桩基静载试验，分析了公路桥梁后压浆灌注桩承载力提高机理，首次将后压浆技术应用于陕西黄土地区公路桥梁灌注桩中，并取得显著的经济和社会效益；结合黄土的粉质黏土特点，根据孔隙比变化，首次提出了黄土地区公路桥梁灌注桩桩侧摩阻力取值区间范围；对研究成果进行汇总分析，编制了公路桥梁灌注桩后压浆技术规程中的施工条款。研究成果弥补了黄土地区公路技术规程这方面的空白，取得相应的自主知识产权。

参与编制地方标准 1 部，培养正高级工程师 1 名，发表高水平论文 6 篇，其中 SCI/EI 检索 1 篇。

单位名称	西安长大公路养护技术有限公司				
排 名	4	法定代表人	吴超凡	所 在 地	西安
单位性质	企业	传 真		邮政编码	710065
通讯地址	陕西省西安市曲江新区雁翔路与南三环交界处旺座曲江 D 座 27 层				

对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为《公路桥梁灌注桩智能压浆设备》项目的主持单位，组织科研人员，落实研究经费，积极完成项目计划，根据公路桥梁灌注桩后压浆的特点，构建了智能压浆设备整体框架。主要创新工作如下：通过设置传感器，实现所有注浆参数的数字化；组织开发了控制软件，实现了注浆过程的实时监控；在马泾高速公路中进行了推广应用，对智能压浆设备进行了升级改造。 发明专利 1 项，实用新型专利 3 项，培养正高级工程师 1 名，产业领军人才 1 名。
--

单位名称	西安长大公路工程检测中心有限公司				
排 名	5	法定代表人	张景涛	所 在 地	陕西西安
单位性质	国有企业	传 真	029- 823 34986	邮政编码	710064
通讯地址	陕西省西安市碑林区文艺南路长安大学院内				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 作为《陕西黄土地层公路桥梁钻孔灌注桩侧摩阻力研究》（10- 42K）、《黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究》（15- 21K）、《黄土地区公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程》（SDBXM62- 2020）项目的参与单位，组织科研人员参加吴定高速公路后压浆桩基现场试验，得到了黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力特性及后压浆适应性，并对依托工程后压浆灌注桩沉降进行了长期观测；参与编制了公路桥梁灌注桩后压浆技术规程中施工章节。 实用新型专利 1 项，发表学术论文 2 篇，参与编制地方标准 1 部。					

单位名称	陕西交控建投经营管理有限公司				
排 名	6	法定代表人	路杨	所 在 地	陕西省西安
单位性质	国企	传 真	029- 888 69506	邮政编码	710075
通讯地址	陕西省西安市雁塔区唐延路 6 号				
对本项目科技创新和应用推广情况的贡献： 积极推动智能压浆设备在马泾高速公路马家堡互通、泾河特大桥、泾河互通枢纽等实体工程 1183 棵灌注桩中应用，保证了实体工程桩基后压浆质量，提高了工作效率，降低了注浆成本，采用后压浆技术节约工程造价 3082 万元，并对智能压浆设备升级改造提出了建议。					

五、完成人合作关系说明

完成人合作关系说明：

本项目完成人有 10 位，其中李耀国、李艳艳隶属于陕西交通控股集团有限公司；周志军、张熠、朱林萱隶属于长安大学；姜海力、魏家乐隶属于陕西交控通宇交通研究有限公司；吴超凡隶属于西安长大公路养护技术有限公司；王苗苗隶属于西安长大公路工程检测中心有限公司；葛磊隶属于陕西交控建投经营管理有限公司。

自 2007 年 1 月起至 2023 年 12 月，该项目完成人拥有且不限于以下合作关系。

完成人李耀国、周志军、姜海力、张熠、葛磊、魏家乐和王苗苗共同参与制定标准规范：公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规程（DB 61/T 1692- 2023）。

完成人周志军和葛磊共同立项了陕西省交通厅科技项目“黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究”（15- 21K）。

完成人姜海力和魏家乐共同立项了陕西省交通厅科技项目“陕西黄土地层公路桥梁钻孔灌注桩侧摩阻力研究”（10- 42K）。

完成人周志军、吴超凡、朱林萱、李艳艳和王苗苗共同完成了“公路桥梁灌注桩智能压浆设备开发”。

完成人周志军和朱林萱共同完成了论文“Experimental study of the influence of different hole- forming methods on the bearing characteristics of post- grouting pile in Loess Areas”。

完成人合作关系情况汇总表

序号	合作方式	合作者/项目排名	合作起始时间	合作完成时间	合作成果	证明材料
1	共同参与制定标准规范	李耀国/6 周志军/4 姜海力/15 张 熠/3 葛 磊/7 魏家乐/5 王苗苗/8	2018年1月	2023年6月	公路桥梁灌注桩桩端后压浆设计与施工技术规范(DB 61/T 1692- 2023)	附件1.1.2
2	共同立项	周志军/3 葛 磊/14	2014年6月	2018年12月	黄土地区不同成孔方式灌注桩承载力研究(15- 21K)	附件1.3.1
3	共同立项	姜海力/7 魏家乐/13	2010年1月	2015年1月	陕西黄土地层公路桥梁钻孔灌注桩侧摩阻力研究(10- 42K)	附件1.3.2
4	产业合作	吴超凡/1 周志军/3 张 熠/4 朱林檎/5 王苗苗/7 李艳艳/11	2019年1月	2022年12月	公路桥梁灌注桩智能压浆设备	附件2.2.6
5	论文	周志军/1 朱林檎/8	2020年1月	2021年3月	Experimental study of the influence of different hole- forming methods on the bearing characteristics of	附件2.2.3 .5

					post- grouting pile in Loess Areas	
--	--	--	--	--	---------------------------------------	--