

## 申报 2023 年度中国交通运输协会科学技术奖项目公示

一、项目名称：高温多雨地区道路病害多维度无损精准识别及快速处置技术

二、主要完成人：张毅、张浩、罗婷倚、张军、邓海峰、王晓伟、吕欢、陶亮、朱文锋、叶敏

三、主要完成单位：中国路桥工程有限责任公司、广西北投公路建设投资集团有限公司、长安大学

四、提名奖项与等级：中国交通运输协会 2023 年度科技进步二等奖

### 五、项目简介：

近年来，公路养护已从传统的“抢修时代”过渡到“全面养护时代”，全国养护里程占公路总里程的 99%。特别是在高温多雨地区，高温会导致路面变形和老化问题，而多雨天气则易引发道路损坏、地基沉降甚至整体塌陷等问题，隐性病害尤为突出。

针对高温多雨地区路面病害发展迅速且影响行车安全性的问题，在病害检测、自动识别、病害结构安全性评价和快速处置上开展了系统研究，并提出了高温多雨地区道路病害多维度无损精准识别及快速处置技术，对于延长路面使用寿命和保障行车安全具有重要意义。

主要工作为基于时频域信号变换原理，开发了探地雷达（GPR）信号的高分辨率病害时频域三维可视化表征技术；提出了前向卷积和深度学习相结合的多维识别方法；基于多组分的低碳高韧性快速修补材料设计方法，完成了高早强快速修复材料个性化设计；实现了病害区域自动定位及其三维结构边界的精准确定。

依据病害尺寸与路面力学行为的响应关系，提出了脱空区域识别结果的危险等级量化分析方法，并利用修复材料实现了脱空区域的快速处置。在国内高温多雨地区如广西省 200km 水泥路面开展了病害的智能检测与修复应用，也在柬埔寨首条高速公路金港高速进行实地应用，验证了项目研究成果的适用性与可靠性。

## 六、主要知识产权目录:

| 序号 | 知识产权类别 | 知识产权名称                   | 国家(地区) | 授权号           | 授权日期       | 证书编号    | 权利人<br>(按单位顺序完整填写)                              | 发明人<br>(按署名顺序完整填写)      |
|----|--------|--------------------------|--------|---------------|------------|---------|-------------------------------------------------|-------------------------|
| 1  | 发明专利   | 一种基于探地雷达信号时频统计特征的水损害识别方法 | 中国     | CN109782274B  | 2023.05.16 | 5976120 | 长安大学                                            | 张军、张超、陶君、李炜光、熊登、李孝瑾、鲁亚明 |
| 2  | 发明专利   | 一种用于水损害检测的探地雷达图谱自适应选取方法  | 中国     | CN111025286B  | 2021.08.24 | 4631344 | 长安大学                                            | 张军、陶君                   |
| 3  | 软件著作权  | 探地雷达数据后处理软件              | 中国     | 2022SR0971442 | 2022.07.27 | 9925641 | 长安大学、广西北投公路建设投资有限公司、广西强路工程咨询有限责任公司、广西路产建设投资有限公司 | 叶敏、张军、朱文锋               |
| 4  | 软件著作权  | 水泥路面传力杆施工质量检测系统          | 中国     | 2022SR0971443 | 2022.07.27 | 9925642 | 长安大学、广西北投公路建设投资有限公司、广西强路工程咨询有限责任公司、广西路产建设投资有限公司 | 叶敏、张军、张浩                |

|    |        |                           |    |               |            |          |                     |                                |
|----|--------|---------------------------|----|---------------|------------|----------|---------------------|--------------------------------|
| 5  | 实用新型专利 | 一种用于路面缺陷检测的挂车             | 中国 | CN215944743U  | 2022.03.04 | 15929121 | 长安大学、广西北投公路建设投资有限公司 | 张军、王超、余秋琴、罗婷倚、唐亚森、刘斌、王涛、李炜光、朱欣 |
| 6  | 发明专利   | 一种基于图谱灰度自适应选取的沥青路面水损害检测方法 | 中国 | CN111025285B  | 2021.06.11 | 4631343  | 长安大学                | 张军、陶君                          |
| 7  | 发明专利   | 一种传力杆施工质量检测方法             | 中国 | CN110133639B  | 2019.08.16 | 5620201  | 长安大学                | 张军、鲁亚明、陶君、李炜光、张超、文川            |
| 8  | 软件著作权  | GPR数据处理及识别软件              | 中国 | 2022SR1349470 | 2022.09.09 | 10303669 | 长安大学                | 叶敏、张军、张毅                       |
| 9  | 发明专利   | 一种道面修复用双掺注浆材料及其制备方法       | 中国 | CN107840626B  | 2017.10.31 | 3681489  | 长安大学                | 田耀刚、王帅飞、卢东、赵成、江浩、李炜光、赵荐、郭艳明、张军 |
| 10 | 发明专利   | 一种沥青路面水损害检测方法             | 中国 | CN110927713B  | 2021.06.11 | 4476809  | 长安大学                | 张军、陶君                          |
| 11 | 发明专利   | 沥青路面水损害识别模型构建方法、识别方法及系统   | 中国 | CN111476088B  | 2023.04.07 | 5868876  | 长安大学                | 张军、陶君、张超                       |

|    |        |             |    |              |            |          |                     |                               |
|----|--------|-------------|----|--------------|------------|----------|---------------------|-------------------------------|
| 12 | 实用新型专利 | 一种弹簧压缩式缓冲装置 | 中国 | CN215110287U | 2021.12.10 | 15094788 | 长安大学、广西北投公路建设投资有限公司 | 张军、王超、余秋琴、叶源、李炜光、唐亚森、刘斌、王涛、朱欣 |
|----|--------|-------------|----|--------------|------------|----------|---------------------|-------------------------------|

## 七、代表性论文：

| 序号 | 论文/专著名称                                                                                       | 刊名/出版社                     | 发表/出版年月 | 年（卷）：页码                                                                                                                                           | 作者<br>(按署名顺序完整填写)          |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|
| 1  | 基于 GPR 信号的水泥路面脱空特征表征方法                                                                        | 地下空间与工程学报                  | 2021.01 | 卷: 17, 增刊 2, P. 0902- 0911                                                                                                                        | 余秋琴、罗婷倚、杨哲、朱欣、张军           |
| 2  | 水泥路面脱空区域 GPR 信号的时频域分析                                                                         | 现代雷达                       | 2022.09 | <a href="http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1353.TN.20220921.1520.004.html">http://kns.cnki.net/kcms/detail/32.1353.TN.20220921.1520.004.html</a> | 余秋琴、罗婷倚、朱欣、李有鑫、张军、刘斌       |
| 3  | 不同小波基对水泥路面脱空信号时频特征的影响                                                                         | 地球物理学进展                    | 2022.12 | 卷: 38, 第 4 期, P.1815-1823                                                                                                                         | 李有鑫、郭宇堃、余秋琴、罗婷倚、张军、刘斌      |
| 4  | YOLO-LWNet: A Lightweight Road Damage Object Detection Network for Mobile Terminal Devices    | Sensors                    | 2023.03 | 卷: 23, P.3268                                                                                                                                     | 武晨光、叶敏、张佳乐、麻玉川             |
| 5  | 基于 GPR 信号和卷积核的水泥路面脱空识别算法                                                                      | 地球物理学进展                    | 2022.07 | 卷: 37, 第 6 期, P.2580-2588                                                                                                                         | 罗婷倚、杨哲、张军、余秋琴、朱欣           |
| 6  | Recognition of void defects in airport runways using ground-penetrating radar and shallow CNN | Automation in Construction | 2022.04 | 卷: 138, P.104260                                                                                                                                  | 张军、鲁亚明、杨哲、朱欣、郑婷、刘鑫、田耀刚、李炜光 |
| 7  | Automatic detection of moisture damages in asphalt                                            | Automation in Construction | 2020.05 | 卷: 113, P.103119                                                                                                                                  | 张军、阳星、李炜光、张少博、贾云逸          |

|    |                                                                                                                                                             |                                     |         |                                                                                             |                    |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|    | pavements from GPR data with deep CNN and IRS method                                                                                                        |                                     |         |                                                                                             |                    |
| 8  | Optimization of Particle Distribution for Asphalt Mixtures in Screw Conveyor of Paver Based on Discrete Element Method and Response Surface Methodology     | Advanced Theory and Simulations     | 2023.06 | <a href="https://doi.org/10.1002/adts.202300252">https://doi.org/10.1002/adts.202300252</a> | 李岩、叶敏、张毅、孙乙丁、郝长峰   |
| 9  | Sulfate-induced expansion of cement treated road base: Deterioration law of performance and air-void structure change under water-heat-salt coupling effect | Construction and Building Materials | 2022.12 | 卷: 359, P.129475                                                                            | 张梦、张军、丁龙亭、王选仓      |
| 10 | 测试与传感器技术 (英文版)                                                                                                                                              | 清华大学出版社                             | 2022.06 | 9787302601944                                                                               | 张新荣、张小栋、王斌华、杜向党、张军 |