2023 年度广西科技进步奖、技术发明奖拟提名项目公示信息

项目名称	复杂环境下盾构隧道结构韧性提升技术及应用		
提名单位	广西壮族自治区教育厅	奖种及提名等级	科技进步奖：一等奖
候选个人	张稳军、叶飞、贺维国、张高乐、李大伟、杨钊、史庆涛、蒙国往、黄震、王中华、韩兴博、范国刚、刘朋飞、龙其生、唐志辉		
候选组织	广西大学、长安大学、中铁第六勘察设计院集团有限公司、天津大学、中铁隧道局集团有限公司、中铁十四局集团大盾构工程有限公司、中交第二航务工程局有限公司、南宁轨道交通建设有限公司、广西华业建筑工程有限公司		
项目简介	<p>本项目属于土木建筑工程科学技术领域。</p> <p>盾构隧道在城市交通、公路、铁路、水利、电力和城市管廊等基础设施中得到了广泛应用，且呈现出超近距/密贴既有构（建）筑物、穿越复杂难掘地层、高水压、超深埋、长距离、断面大而多样等常态化发展态势。盾构隧道“近、难、高、深、长、大”带来的管片衬砌结构更易受损、渗漏水严重、地表塌陷、构（建）筑物破坏和线路改线等事故屡见不鲜，给人民的生命财产安全造成了巨大损失，严重制约了地下空间资源的高效、安全和低碳利用。对合理、有效提升盾构隧道管片衬砌结构韧性提出了严峻的挑战，而高性能新型管片研发、整体化防水性能提升和成型管环质量智能管控则为盾构隧道结构韧性提升的最有效途径。项目组依托国内外重大科研项目（国家自然科学基金 15 项、日本钢铁联盟纵向基础研究项目 1 项，重大工程项目 22 项），历时约 20 年的产学研联合技术攻关，通过理论研究、试验分析、仿真模拟、人工智能、现场测试等综合技术手段，创立了盾构隧道新型复合管片研发及高效分析、防水性能整体化提升和成型管环质量智能管控三大结构韧性提升创新成果，成功解决了盾构隧道结构韧性不足的难题，并形成了成套创新理论和技术。</p> <p>1、盾构隧道新型复合管片研发及高效分析方法：发明了承载力高、刚度大、防水性能好和加工精度高的新型复合管片；创建了非连续接触、多材料组合/复合和多尺度耦合的管片力学性能分析方法；研发了复杂工况大规模盾构隧道与周边环境相互作用的高效分析系统。攻克了复杂环境下传统管片韧性不足及现有方法通用性差、耗时长、计算精度低和不易收敛等世界性难题。</p> <p>2、盾构隧道防水性能整体化提升技术：创新研发了能表征盾构隧道运行工况的接缝防水足尺试验系统；构建了多源数据融合、流固耦合分析和多尺度试验校核的密封垫设计方法；开发了盾构隧道壁后注浆多因素影响的浆液扩散模型、注浆外加剂混合装置、废弃泥浆-筛分渣土制备砂浆方法和地层适配性的浆液优选及质量评价体系。解决了现行防水试验偏差大、接缝防水性能提升技术不成熟和壁后注浆难形成有效防水层等重大技术难题。</p> <p>3、盾构隧道成型管环质量智能管控技术：创新发展了三轴线优化拟合的管环拼装自适应选型、纠偏曲线选定和四指标联动的管环姿态调控技术；研发了提升盾构机姿态精准控制能力的技术及设备，构建了盾构机功能设计体系和自主掘进评价标准；提出了复杂环境盾构安全掘进辨识和成型管环质量评价方法，研发了多指标体系下成型管环的质量监测、评价和拼装质量智能控制系统。解决了被动调控下管环结构损伤和渗漏诱发的工程灾变难题。</p>		

上述创新成果已成为提升盾构隧道结构韧性的核心技术，推动了隧道及地下工程的学科进步和技术创新，获授权发明专利 36 件、实用新型 29 件、软著 13 件；国家及地方标准 4 部，省级工法 4 项；出版著作 4 部，发表论文 127 篇（其中，SCI/EI 论文 85 篇）；获国际隧协杰出工程提名奖、“阿基米德”国际发明新技术展银奖、詹天佑奖、中国公路学会科学技术一等奖、中国交通运输协会科学技术一等奖、日本土木学会论文奖励奖（青年最高奖）和第七届中国科协优秀科技论文遴选计划（本届入选的 95 篇论文是 2018 年 1 月 1 日以来发表在我国科技期刊上的优秀论文的代表）等。成果已成功于日本、孟加拉国、北京、上海、天津、广西、南京、南昌、合肥等国内外 100 余座盾构隧道工程建设中获得推广应用，经济、社会和环境效益显著，节支总额约 32.3 亿元。经中国工程院朱合华院士领衔的专家组（国家杰青、长江学者何川教授，973 项目首席科学家袁大军教授，国家杰青李利平教授，国家杰青闫治国教授，广西勘察设计院大师卢玉南教高）评价，研究成果“总体达到了国际领先水平”、“取得了显著的经济、社会和环境效益，具有重要的推广应用价值”。

主要知识产权和标准规范等目录

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（标准编号）	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）	有效状态
1	发明专利	一种盾构隧道结构计算系统	中国	ZL202010139471.6	2022.07.05	第 5281478 号	天津大学	张稳军;王祎;上官丹丹;高文元;张高乐;王博达;曹文振;来涛涛	有效
2	发明专利	隧道拱顶收敛全过程监测系统及方法	中国	ZL201710762858.5	2019.04.16	第 3337936 号	长安大学;福建省高速公路有限责任公司	叶飞;宋京;赵汝亮;唐勇三;陈礼彪	有效
3	发明专利	一种超高水压盾构管片接缝结构及防水方法	中国	ZL202310243751.5	2023.05.05	第 5947968 号	中铁第六勘察设计院集团有限公司	贺维国;范国刚;叶东明;刘庆方;曹威;陈翰;吕显福	有效
4	发明专利	一种含泥水盾构废弃泥浆的同步砂浆及其制备方法	中国	ZL201910054875.2	2021.09.03	第 4658296 号	中铁十四局集团大盾构工程有限公司	史庆涛;武文清;陆野	有效
5	发明专利	一种新型隧道防排水系统	中国	ZL202111211728.5	2023.06.27	第 6089852 号	广西大学	蒙国往;左一铭;吴波;丘伟兴;徐世祥;李宏乐;李想;刘家梁;丘洪彬;叶扬春;李华隆;陈辉浩;白国飞;张珂;韦煜;戚倪;韦耀文	有效
6	发明专利	一种刀盘清淤装置	中国	ZL202110036706.3	2022.07.01	第 5275987 号	广西大学	黄震;陈怡森;苏鑫勃;赵浚哲;岑小义;杜玉茜;高小荧;白海文	有效
7	发明专利	一种管道清淤机器人	中国	ZL202110036707.8	2022.09.13	第 5446807 号	广西大学	黄震;陈怡森;岑小义;王佳伟;宋凯瑄;金铭;余萌茎;张薇;张陈龙	有效
8	发明专利	用于联络通道快速开洞的可循环钢砼组合管片及装配方法	中国	ZL202210422058.X	2022.10.25	第 5537299 号	南宁中铁广发轨道装备有限公司;中铁第六勘察设计院集团有限公司	王炳华;唐志辉;贾少东;李翔;黄柳军;刘讴;谢锦昌;李海洋;张存;蒋礼平;熊清华;赵齐兼;曹泽骏;黄光培;卢建师	有效
9	发明专利	一种地铁车站群坑的中隔墙及其施工方法	中国	ZL201910988552.0	2021.08.20	第 4626807 号	广西大学	蒙国往;吴波;李静;彭逸勇;黄劲松;李锦;农忠建;黄惟;路明;邓政;兰扬斌;韦汉;许杰;孙文	有效

								涛;徐世祥;黄宗辉;索潇;王汪洋;吴昱芳;张子仪	
10	发明专利	一种大断面隧道穿越上硬下软富水地层施工方法	中国	ZL201711363767.0	2020.07.03	第 3873626 号	广西大学;中铁十局集团第五工程有限公司	吴波;赵勇博;杨建新;张振国;刘飞;冯扬;朱晓勇;吴冬;蒙国往;李静;卢福聪;刘宗辉	有效
11	标准	盾构法隧道施工及验收规范	中国	GB 50446-2017	2017.01.21	中华人民共和国住房和城乡建设部;中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局	住房和城乡建设部科技与产业化发展中心;中铁隧道集团有限公司;北京城建集团有限责任公司;上海隧道工程有限公司;北京城建勘测设计研究院有限责任公司;中国铁建重工集团有限公司;中铁工程装备集团有限公司;北京京合顺隧道工程有限公司;中铁十一局集团有限公司;中铁十六局集团有限公司;北京港创瑞博混凝土有限公司;北京城建设计发展集团股份有限公司;上海力信测量技术有限公司;中铁隧道勘测设计院有限公司	梁洋;周建军;张晋勋;李刚;秦长利;李建斌;刘飞香;安栋;张旭东;马栋;杨寒冰;武福美;张晓日;毕既华;洪开荣;蔡亚宁;杨建刚;熊琦智;章龙管;程永亮;鲁海波;王更峰;王暖堂;任伟峰;恽军;杨振兴;贺维国;徐韬	有效
12	专著	复杂环境下盾构隧道复合管片力学机理研究	中国	ISBN:9787112250035	2020.06.01	中国建筑工业出版社	广西大学;天津大学	张稳军;张高乐	有效

九、候选个人合作情况

候选个人合作关系说明

广西大学、长安大学、中铁第六勘察设计院集团有限公司、天津大学、中铁隧道局集团有限公司、中铁十四局集团大盾构工程有限公司、中交第二航务工程局有限公司、南宁轨道交通建设有限公司、广西华业建筑工程有限公司 9 家候选组织、15 名候选个人（张稳军、叶飞、贺维国、张高乐、李大伟、杨钊、史庆涛、蒙国往、黄震、王中华、韩兴博、范国刚、刘朋飞、龙其生、唐志辉），历时多年的产学研联合技术攻关，对复杂环境下盾构隧道结构韧性提升技术及应用进行了深入研究，形成了多项提高盾构隧道结构韧性的创新性研究成果及其转化应用。候选个人代表性合作关系说明如下：

1.合作方式：专著合著、共同立项、共同知识产权

合作者：张稳军，张高乐

合作时间：2014 年 11 月至 2023 年 6 月

合作成果：（1）一种盾构隧道结构计算系统（附件 1-1）；（2）复杂环境下盾构隧道复合管片力学机理研究（附件 1-12）；（3）施工和运营期高温对盾构隧道复合管片衬砌力学性能的影响及防控措施研究（附件 2-9（1））。

2.合作方式：共同知识产权

合作者：贺维国，范国刚

合作时间：2013年7月至2023年6月

合作成果：（1）一种超高水压盾构管片接缝结构及防水方法（附件1-3）。

3.合作方式：共同立项

合作者：叶飞，韩兴博

合作时间：2013年6月至2023年6月

合作成果：（1）盾构隧道管片衬砌结构漂移机理及力学行为分析研究（附件2-9（2））；（2）基于驱替效应的砂卵石地层盾构壁后注浆渗透扩散机理研究（附件2-9（3））。

以上合作关系情况详见附表。

附表：候选个人合作情况汇总表

序号	合作方式	合作者	合作时间	合作成果	附件编号	备注
1	共同知识产权	张稳军，张高乐	2014.11~2023.6	一种盾构隧道结构计算系统	1-1	
2	专著合著	张稳军，张高乐	2014.11~2023.6	复杂环境下盾构隧道复合管片力学机理研究	1-12	
3	共同立项	张稳军，张高乐	2014.11~2023.6	施工和运营期高温对盾构隧道复合管片衬砌力学性能的影响及防控措施研究	2-9（1）	
4	共同知识产权	贺维国，范国刚	2013.7~2023.6	一种超高水压盾构管片接缝结构及防水方法	1-3	
5	共同立项	叶飞，韩兴博	2013.6~2023.6	盾构隧道管片衬砌结构漂移机理及力学行为分析研究	2-9（2）	
6	共同立项	叶飞，韩兴博	2013.7~2023.6	基于驱替效应的砂卵石地层盾构壁后注浆渗透扩散机理研究	2-9（3）	