**山东省科学技术奖提名公示内容**

一、项目名称

富水地层基坑降水回灌关键技术及数智装备研创

二、提名者

山东省交通运输厅

三、提名意见及提名等级

我单位认真审阅了该项目提名书及其附件材料，确认全部申报材料真实有效，相关栏目均符合山东省科学技术奖励的填写要求。该项目依托济南泉域典型地铁建设工程，围绕“基坑降水回灌一体化”，开展了室内外试验及理论分析，提出了回灌量、回灌井影响半径计算公式，研创了可感知、能学习、自适应的抽灌基坑降水回灌一体化设备及其智能控制系统，建立了基坑降水回灌设计方法和施工控制技术体系，实现了降水回灌的标准化设计和精细化管控，本项目成果已成为济南泉域地铁建设保泉技术体系的关键组成部分，并成功在天津、上海等基坑工程中推广应用。该项目获授权发明专利22项，实用新型专利29项，软件著作权2项，省级标准2部，团体标准2部，出版专著3部，工法1项，发表论文30余篇，研发了三代智能控制抽灌一体化装置，获得“济南市专利奖一等奖”、“济南市技术发明奖一等奖”。项目成果环境效益与社会效益重大，对提高富水地层城市地下空间开发及环境保护技术，助力交通强国山东示范区建设具有重大的实践意义。

该项目已征求了蒋宁生（中铁十四局集团、公路工程）、高奎刚（山东公路技师学院、交通信息工程）、刘俊岩（济南大学、岩土工程）、罗永现（山东省深基坑工程总公司、岩土工程）、石长礼（上海市隧道工程轨道交通设计研究院、岩土工程）等5 名专家意见

提名该项目为2024年度山东省技术发明奖二等奖。

四、项目简介

济南泉域复杂水文地质环境地铁建设是公认的世界级技术难题，在历年保泉评审中多位院士等权威专家一致认为严格控制降水量并实施原位高效回灌是车站建设泉水保护最有效的措施。针对传统回灌技术存在回灌效率低、运行维护困难、抽灌设备分离等突出问题，以及泉域复杂地质基坑回灌尚无理论支撑、缺乏成熟施工技术、缺少回灌设计评价体系、无智能化抽灌一体化装备及工程集群联控平台等现状，本项目以住建部、省重大专项、省自然科学基金等科研项目为支撑，依托济南泉域典型地铁建设工程，围绕“基坑降水回灌一体化”，开展了室内外试验及理论分析，提出了回灌量、回灌井影响半径计算公式，研创了可感知、能学习、自适应的抽灌基坑降水回灌一体化设备及其智能控制系统，建立了基坑降水回灌设计方法和施工控制技术体系，解决了泉域富水地层制约地铁建设的突出矛盾，实现了地铁建设与泉水保护和谐共生。主要创新性成果如下：

（1）**泉域富水地层基坑降水回灌智能控制装备及信息化平台。**自主研发了具有精细动态控制抽灌水量、智能调控回灌压力、智控净化回灌水水质、智慧健康监测等功能的基坑降水回灌智能控制装备技术，开发了深基坑原位回灌一体化全过程智能控制系统，实现了基坑降水回灌智能控制装备与控制系统平台的软硬件无缝衔接，回灌率高达80%以上。

（2）**室内回灌模型试验方法及关键装备。**研发了国内外最大尺寸的室内回灌模型试验设备，发明了模拟变水头潜水地层及承压水地层的回灌试验系统及控制方法，攻克了传统模型装置尺寸效应强、模拟工况单一、回灌压力不易控制等难题。研创了智能控制回灌压力、回灌量的成套关键技术，实现基坑降水回灌与周围环境的协同控制。

（3）**基坑降水回灌一体化设计方法和施工控制技术。**首创了基坑降水回灌适宜性分级分区综合评价方法，建立了基坑降水回灌一体化设计方法，发明了大直径变径加压保泉回灌井、第四系微承压水保泉回灌井、电渗保泉回灌井等新型结构及施工控制技术，实现了基坑降水回灌标准化设计和精细化施工。

2016年4月，本项目成功研创了基坑降水回灌一体化系统，并在济南地铁1号线玉王区间明挖段成功应用。随后推广至天津、上海等基坑工程中应用，近两年项目完成单位依托本技术成果新增合同收入约1.5亿元，关键技术新增经济效益约9.1亿元，经济、社会及环境效益显著。本项目获授权发明专利22项，实用新型专利29项，软件著作权2项，省级标准2部，团体标准3部，出版专著3部，工法1项，发表论文30余篇，获得“济南市专利奖一等奖”、“济南市技术发明奖一等奖”。

五、主要知识产权和标准规范等目录（限10件）

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 | 权利人（标准起草单位） | 发明人（标准起草人） | 发明专利（标准）有效状态 |
| 发明专利 | 一种基坑工程降水保泉回灌一体化装置 | 中国 | ZL201510016743.2 | 2016.06.15 | 济南轨道交通集团有限公司 | 王国富；路林海；曾纯品 | 有效 |
| 发明专利 | 一种单井单控抽灌一体化系统及其控制方法 | 中国 | ZL201510593693.4 | 2017.03.29 | 济南轨道交通集团有限公司 | 王国富；康学超；李罡；路林海 | 有效 |
| 发明专利 | 一种地下水回灌的仿真试验系统及其构建方法 | 中国 | ZL201610180041.2 | 2018.10.30 | 济南轨道交通集团有限公司；山东大学 | 王国富；张乾青；刘善伟；徐帮树；李术才；路林海；宋曙光；马秀媛；李利平；李罡；王倩 | 有效 |
| 发明专利 | 一种模拟变水头透水土层潜水地层室内回灌系统 | 中国 | ZL201510564041.8 | 2017.08.22 | 济南轨道交通集团有限公司 | 王国富；路林海；王倩；李罡 | 有效 |
| 发明专利 | 模拟承压水地层的室内回灌模型试验系统及其控制方法 | 中国 | ZL201510323385.X | 2016.06.29 | 济南轨道交通集团有限公司 | 王国富；康学超；李罡；路林海 | 有效 |
| 发明专利 | 一种加压保泉回灌井及方法 | 中国 | ZL201510016497.0 | 2016.04.13 | 济南轨道交通集团有限公司 | 王国富 | 有效 |
| 发明专利 | 一种第四系微承压水保泉回灌井及方法 | 中国 | ZL201510016027.4 | 2016.07.27 | 济南轨道交通集团有限公司 | 王国富；路林海；曾纯品 | 有效 |
| 发明专利 | 一种自动回灌清堵系统及其工作方法 | 中国 | ZL201610178707.0 | 2017.11.14 | 济南轨道交通集团有限公司；山东大学 | 王国富、夏鹏、徐帮树、李术才、张乾青、路林海、马秀媛、李罡、李利平、王倩、金纯 | 有效 |
| 省级工法 | 富水砂卵石地层基坑降水回灌一体化系统施工工法 | 山东 | SDSJGF2019098F | 2020.01 | 中铁十局集团有限公司；济南轨道交通集团有限公司 | 路林海；胡冰冰；李罡；王会刚；肖刚 | 有效 |
| SCI论文 | Automatic control of groundwater balance to combat dewatering during construction of a metro system | 荷兰 | / | 2021.01.02 | 汕头大学；济南轨道交通集团有限公司 | 沈水龙、吕海敏、周安楠、路林海、李罡、胡冰冰 | 有效 |

六、主要完成人

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 位次 | 姓名 | 行政职务 | 技术职务 | 工作单位 | 完成单位 | 对本项目贡献 |
| 1 | 王国富 | / | 研究员 | 济南市林业和城乡绿化局 | 济南轨道交通集团有限公司 | 对创新点1、2、3做出了贡献 |
| 2 | 沈水龙 | 院长 | 教授 | 汕头大学 | 汕头大学 | 对创新点1、2、3做出了贡献 |
| 3 | 李罡 | 部长 | 正高 | 济南轨道交通集团有限公司 | 济南轨道交通集团有限公司 | 对创新点1、2、3做出了贡献 |
| 4 | 张益杰 | / | 讲师 | 山东大学 | 山东大学 | 对创新点2、3做出了贡献 |
| 5 | 胡冰冰 | 资深主管 | 高工 | 济南轨道交通集团有限公司 | 济南轨道交通集团有限公司 | 对创新点1、3做出了贡献 |
| 6 | 曾纯品 | / | 研究员 | 山东省地矿工程勘察院（山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队） | 山东省地矿工程勘察院（山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队） | 对创新点1、3做出了贡献 |
| 7 | 路林海 | 副总经理 | 正高 | 济南轨道交通集团有限公司 | 济南轨道交通集团有限公司 | 对创新点1、2做出了贡献 |
| 8 | 李勤兴 | 总经理 | 正高 | 济南黄河路桥建设集团有限公司 | 济南黄河路桥建设集团有限公司 | 对创新点3做出了贡献 |
| 9 | 瞿成松 | 总工程师 | 教高 | 上海长凯岩土工程有限公司 | 上海长凯岩土工程有限公司 | 对创新点1做出了贡献 |
| 10 | 肖刚 | 项目经理 | 正高 | 中铁十局集团有限公司 | 中铁十局集团有限公司 | 对创新点3做出了贡献 |

七、主要完成单位

济南轨道交通集团有限公司，山东大学，山东省地矿工程勘察院（山东省地质矿产勘查开发局八〇一水文地质工程地质大队），汕头大学，中铁十局集团有限公司，济南黄河路桥建设集团有限公司，上海长凯岩土工程有限公司