浙江省科学技术奖公示信息表（单位提名）

提名奖项：科学技术进步奖

|  |  |
| --- | --- |
| 成果名称 | 在役水电站大型压力钢管机器人原位检测技术及装备 |
| 提名等级 | 科学技术进步奖二等奖 |
| 提名书  相关内容 | 1. 发明专利：一种可变径的管道机器人（ZL202110432349.2）； 2. 发明专利：一种水电站大直径压力管道可变径维护机器人（ZL202311308876.8）； 3. 发明专利：一种磁吸可移动轨道式管道焊接机器人（ZL202311146017.3）； 4. 发明专利：一种机器人牵引装置（ZL201910875938.0）； 5. 发明专利：一种水电站检测机器人的焊缝扫查装置及其工作方法（ZL202510890160.6）； 6. 实用新型专利：一种用于管道内壁的爬壁机器人（ZL202320894064.5）； 7. 发明专利：轨道机器人（ZL202010428299.6）； 8. 发明专利：一种用于管道爬壁机器人的吸附性能测试装置（ZL202411688734.3）； 9. 发明专利：一种机组设备温度异常检测方法（ZL201910266851.3）； 10. S. Wu; G. Zheng; T. Liu; B. Wang. A magnetic wall climbing robot with non-contactable and adjustable adhesion mechanism, 2017 IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics, 2017, pp. 11. 吴善强,陈莉,程楠. 外直角壁面过渡爬壁机器人的研究 [J]. 煤矿机械, 2017, 38 (05): 174-176. 12. 吴善强,陈莉,胡素峰,等. 壁面过渡爬壁机器人的设计与分析[J]. 煤矿机械, 2018, 39 (05): 17-19. 13. 吴施伟,吴海腾,金浩然,等. 聚焦探头水浸检测下的频域合成孔径聚焦技术 [J]. 浙江大学学报(工学版), 2015, 49 (01): 110-115. 14. Wu S, Skjelvareid M H, Yang K, et al. Synthetic aperture imaging for multilayer cylindrical object using an exterior rotating transducer. Review of Scientific Instruments 86.8 (2015). 15. Chang Z, Wu E, Xu X, Wu S, et al. An efficient ultrasonic wavenumber-domain plane wave imaging method towards the inspection of curved structures. Ultrasonics 143 (2024): 107416. 16. Zhao G, Yu Z, Wu S, et al. Ultrasonic full guided wavefield for damage detection in curved CFRP parts. Composites Communications 49 (2024): 101994. 17. X. Liang, B. Wang, C. Lei, K. Zhou, X. Chen, Kolmogorov-Arnold networks autoencoder enhanced thermal wave radar for internal defect detection in carbon steel, Optics and Lasers in Engineering 187 (2025) 108879. 18. X. Liang, B. Wang, K. Zhou, S. Wu, X. Chen, Research on Infrared Detection and Identification of Internal Defects in Pipeline Wall-Climbing Robot, 2024 3rd International Conference on Service Robotics (ICoSR), 2024, pp. 98-102. |
| 主要完成人 | 1. 吴善强，排名1，副教授，浙江衡昇科技有限公司； 2. 吴施伟，排名2，工程师，浙江大学； 3. 胡素峰，排名3，正高级工程师，中国特种设备检测研究院； 4. 陈豪杰，排名4，高级工程师，中国华电集团有限公司衢州乌溪江分公司； 5. 徐剑峰，排名5，高级工程师，中国华电集团有限公司衢州乌溪江分公司； 6. 许云峰，排名6，高级工程师，中国华电集团有限公司衢州乌溪江分公司； 7. 周坤，排名7，讲师，中国计量大学； 8. 白帆，排名8，工程师，中国特种设备检测研究院； 9. 安学利，排名9，正高级工程师，中国水利水电科学研究院。 |
| 主要完成单位 | 1. 中国华电集团有限公司衢州乌溪江分公司 2. 浙江衡昇科技有限公司 3. 浙江大学 4. 中国特种设备检验研究院 5. 中国计量大学 6. 中国水利水电科学研究院 |
| 提名单位 | 衢州市人民政府 |
| 提名意见 | 我国水电总装机容量和大坝数量世界第一，水利发电站的正常运营关系到国计民生和库区下游的安全问题。埋藏于地下的水电站大直径压力钢管为典型的密闭空间环境，面临在高空、长距离、倾斜等复杂工况下的作业风险高、可达性差、检修效率低、质量难保证等难题。研发满足大直径压力钢管超大尺寸、复杂表面和曲面、高空壁面机器人相控阵超声检测技术和装备，有利于水电检验检测行业规范发展，对推动国家高价值设备维护和高端装备发展具有重要战略意义。  项目开展了大直径引水管道内壁检测的壁面移动机器人相控阵检测自动扫查技术和装备研究及应用，解决了变曲率曲面稳定吸附和越障运动、封闭高空环境中机器人打磨、耦合剂喷涂、相控阵探头多自由度夹持贴附、多通道超声相控阵信号并行高速采样及其海量数据的实时传输、存储与并行流水处理等关键技术，研制出一种全聚焦实时3D超声相控阵成像的机器人检测仪器，满足大直径压力管道无损检测在可靠性、实时性、定量化、精细化、柔性化以及原位在役应用等方面的需求，减少了人工操作风险，提高了检测效率和精度。项目获授权发明专利9件，论文9篇，并通过中国电力企业联合会组织的鉴定，整体技术水平国际先进，部分技术国际领先。  ‌系统已在乌溪江、湖南镇、黄坛口、贵州乌江等水电站成功应用，达到检测效率大幅提高、完全消除高空作业风险、检测数据标准化等显著效果。‌近三年为合作水电站节省大量运维成本，避免潜在经济损失。项目成果符合国家智能制造发展方向，通过技术创新带动产业升级，推动水电行业检测智能化转型，助力“工业强国”战略与共同富裕目标实现。项目在技术创新、产业升级、安全效益等方面成果显著，符合浙江省科技进步奖“国际先进、重大贡献”的评审标准，特此提名！ |

主要知识产权和标准规范目录

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 知识产权  （标准规范）类别 | 知识产权（标准规范）具体名称 | 国家  （地区） | 授权号  （标准规范编号） | 授权  （标准发布）  日期 | 证书编号（标准规范批准发布部门） | 权利人（标准规范起草单位） | 发明人（标准规范起草人） | 发明专利（标准规范）有效状态 |
| 发明专利 | 一种可变径的管道机器人 | 中国 | CN 113090866 B | 2022.08.23 | 第5399968号 | 浙江衡昇科技有限公司 | 吴善强 董小康 严铭浩 彭小云 | 有效 |
| 发明专利 | 一种水电站大直径压力管道可变径维护机器人 | 中国 | CN 117046839 B | 2024.01.12 | 第6617525号 | 浙江衡昇科技有限公司 | 吴善强 邹维铁 董小康 严铭浩 | 有效 |
| 发明专利 | 一种磁吸可移动轨道式管道焊接机器人 | 中国 | CN 116900585 B | 2023.12.08 | 第6544465号 | 浙江衡昇科技有限公司 | 吴善强 邹维铁 董小康 严铭浩 | 有效 |
| 发明专利 | 一种机器人牵引装置 | 中国 | CN 110465930 B | 2024.04.02 | 第6852599号 | 浙江衡昇科技有限公司 | 吴善强 彭小云 严明浩 | 有效 |
| 发明专利 | 一种水电站检测机器人的焊缝扫查装置及其工作方法 | 中国 | CN 120385747 B | 2025.07.29 | 第8249687号 | 中国华电集团有限公司衢州乌溪江分公司  澎湃（浙江自贸区）机器人技术有限公司  中国特种设备检测研究院  中国计量大学  中国水利水电科学研究院  鲁西科安特种设备检测有限公司  内蒙古自治区特种设备检验研究院  鄂尔多斯分院  广东珺相科技有限公司 | 胡素峰 白帆 秦国平 陈豪杰  许云峰 白昆 陈长游 李芝灿 | 有效 |
| 发明专利 | 基于多角度立体匹配的高实时定量超声检测方法 | 中国 | CN103575808B | 2016.04.06 | 第2020153号 | 浙江大学 | 吴施伟 武二永 吴海腾 金浩然 吕福在 杨克己 | 有效 |
| 实用新型专利 | 一种用于管道内壁的爬壁机器人 | 中国 | CN 219413996 U | 2023.07.25 | 第19391783号 | 浙江衡昇科技有限公司 | 周宁刚 周正华 徐剑峰 陈长游  胡建宇 吴善强 董小康 | 有效 |
| 发明专利 | 轨道机器人 | 中国 | CN 111823242 B | 2025.01.14 | 第7666266号 | 衡昇科技有限公司 | 吴善强 严明浩 彭小云 | 有效 |
| 发明专利 | 一种用于管道爬壁机器人的吸附性能测试装置 | 中国 | CN 119178601 B | 2025.02.28 | 第7769597号 | 中国计量大学 | 项广轩 金英连 王斌锐 郑小飞  周坤 吴善强 黄镇海 | 有效 |
| 发明专利 | 一种机组设备温度异常检测方法 | 中国 | CN 110006552 B | 2020.07.14 | 第3888739号 | 中国水利水电科学研究院 | 安学利 付婧 郭曦龙 | 有效 |

代表性论文专著目录

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 作 者 | 论文专著名称/刊物 | 年卷  页码 | 发表  时间  （年、月） | 他引  总次数 |
| S. Wu; G. Zheng; T. Liu; B. Wang. | A magnetic wall climbing robot with non-contactable and adjustable adhesion mechanism, 2017 IEEE International Conference on Real-time Computing and Robotics, | 427–430 | 2017 |  |
| 吴善强,陈莉,胡素峰,等 | 壁面过渡爬壁机器人的设计与分析. 煤矿机械 | 39 (05): 17-19. | 2018 |  |
| 吴施伟,吴海腾,金浩然,等. | 聚焦探头水浸检测下的频域合成孔径聚焦技术. 浙江大学学报(工学版) | 49 (01): 110-115. | 2015 |  |
| Wu S, Skjelvareid M H, Yang K, et al. | Synthetic aperture imaging for multilayer cylindrical object using an exterior rotating transducer. Review of Scientific Instruments | 86.8 | 2015 |  |
| Chang Z, Wu E, Xu X, Wu S, et al. | An efficient ultrasonic wavenumber-domain plane wave imaging method towards the inspection of curved structures. Ultrasonics | 143 : 107416. | 2024 |  |
| Zhao G, Yu Z, Wu S, et al. | Ultrasonic full guided wavefield for damage detection in curved CFRP parts. Composites Communications | 49 : 101994. | 2024 |  |
| X. Liang, B. Wang, C. Lei, K. Zhou, X. Chen, | Kolmogorov-Arnold networks autoencoder enhanced thermal wave radar for internal defect detection in carbon steel, Optics and Lasers in Engineering | 187 108879. | 2025 |  |
| X. Liang, B. Wang, K. Zhou, S. Wu, X. Chen, | Research on Infrared Detection and Identification of Internal Defects in Pipeline Wall-Climbing Robot, 2024 3rd International Conference on Service Robotics (ICoSR), | 98-102 | 2024 |  |