

2025 年度陕西省科学技术奖提名公示

(科学技术进步奖)

一、项目名称

钢管焊缝缺陷智能检测系统关键技术及工程应用研究。

二、提名者及提名意见

提名单位：陕西省教育厅。

提名意见：该项目针对管道缺陷检测设备和技术长期依赖于国外进口的问题，西京学院与华油钢管有限公司多年合作，攻关了钢管焊缝超声检测技术难题，制定的团体标准规范了管道缺陷检测技术指标，开发了管道缺陷智能检测新型一体化系统，取得了较大的经济效益。该项目成果材料齐全、规范，无知识产权纠纷，人员排序无争议，符合陕西省科学技术奖提名条件。提名该项目为陕西省科学技术进步奖三等奖。

三、项目简介

本项目研究钢管焊缝缺陷智能检测技术是保证焊接质量的重要环节，具有很大的生产应用价值，特别在油气管道安全运输中。依托于陕西省科研计划项目和陕西省教育厅科研计划项目，针对管道缺陷智能检测设备和技术长期依赖于国外进口问题，团队合作研究 10 余年，解决了钢管焊缝超声检测技术难题，制定的团体标准规范了管道缺陷检测技术指标，开发了管道缺陷智能检测新型一体化系统，实现了钢管缺陷智能检测，获得了很大的经济效益和社会效益。研究成果整体水平达到了国际水平、国内领先。

四、客观评价

本项目研究钢管焊缝缺陷智能检测技术，关系到国家经济命脉。项目组 10 年来，开展钢管焊缝缺陷检测的理论和应用技术研究，构建大型管道焊缝缺陷图像数据集和深度学习模型，进行缺陷检测、定位、识别、分类、量化、反演，构建了缺陷智能检测系统，提升数据判读准确性，使缺陷检测、识别和量化更加精确，更好的指导管道维修工作，最后实现研究成果的产业化。该项目形成的团体标准满足了钢管焊缝缺陷自动检测结果长久保存和追溯性的需求，同时研究成果对于使用钢管焊缝缺陷自动检测方法和规范的制定、修订、评估具有重要指导作用。

五、应用情况

西京学院与合作单位研发的“一种工业钢管焊缝缺陷智能检测中的关键技术”得到了实际应用。该技术采用多尺度预测机制，网络分层预测不同缺陷特征，通过网络中引入轻量级的残差结构，减少网络计算量，加快网络训练过程中的收敛速度。该方法简单易实现，能够检测不同类型不同大小的焊缝缺陷，具有较高的检测准确率。应用表明，与常规脉冲回波超声检测技术相比，该系统具有检测精度高、检测效率高、缺陷检出率高、检测结果显示直观等优势，可以快速、高效地对直缝埋弧焊管焊缝进行检测，实现了数字化、信息化、智能化，取得了较大的经济效益。

六、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(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)
1	发明专利	基于多尺度U-Net的直缝埋弧焊管焊缝缺陷超声检测方法	中国	ZL 2022 1 0433159.7	2023-05-23	第5987930号	西京学院	张善文、黄磊、于长青、张刚亮、张谷庆、黎娟、王冉
2	实用新型专利	直读式螺旋焊管内壁缺陷定位装置	中国	ZL 2020 2 1954397.5	2021-04-06	第12883352号	华油钢管有限公司属于中国石油化工集团有限公司	李汝江;王海生;吴成武,等
3	标准	无损检测钢材埋弧焊钢管焊缝相控阵超声自动检测	中国	T/CSTM 00675—2023	2023-06-21	中关村材料试验技术联盟	中国石油集团工程材料研究院有限公司、华油钢管有限公司、中科创新科技股份有限公司、陕西省市场监督管理局、江苏省特种设备安全监督检验研究院、西京学院... ..	黄磊、韩秀林、李汝江、李亮、孙少卿、张刚亮、林光辉、朱庆南、张善文、姜金星、蔡绪明、张圣光、曹华勇
4	计算机软件著作权	曲面加工精度检测与补偿系统V1.0	中国	2020SR0682290	2020-04-23	软著登字第5560986号	西京学院	郭建新、王振
5	计算机软件著作权	机械设备电气化控制系统V1.0	中国	2019SR0852362	2019-03-19	软著登字第4273119号	西京学院	王引卫、王振

6	计算机软件著作权	机械设备性能监测一体化平台V1.0	中国	2019SR0857109	2019-05-19	软件登字第4277886号	西京学院	王振、马亚红、张善文
7	计算机软件著作权	机械设备故障诊断分析软件V1.0	中国	2019SR0851903	2015-03-19	软著登字第4272660号	西京学院	王引卫、马亚红
8	计算机软件著作权	机械维护保养平台V1.0	中国	2019SR0852673	2019-04-10	软著登字第4273430号	西京学院	张善文、王引卫、马亚红
9	发明专利	一种管材挤压成形模具及其成形方法	中国	ZL 2017 10774425.1	2017-08-31	第 3686032 号	西京学院	王引卫、党波、雷同飞
10	论文	Weld Defect Detection based on Improved Multi-Scale CNN with CBAM Attention	中国	DOI:10.1145/3614008.3614042	2023年07月14日	SPML.214-220	西京学院	Lei Huang, Shanwen Zhang, Rujiang Li, Xuming Cai, Shengguang Zhang

七、主要完成人情况

姓名	排名	行政职务	技术职称	工作单位	完成单位	对本项目贡献
张善文	1	无	教授	西京学院	西京学院	提出了一种基于多尺度U-Net的直缝埋弧焊管焊缝缺陷超声检测方法,实现了直缝埋弧焊管焊缝缺陷检测,起草相关团体标准1项,授权发明专利1项,合作相关科研项目1项,软件著作权2项。
王 振	2	无	副教授	西京学院	西京学院	参与了项目的前期研发和成果转化等,提出了探头设计方案,形成了钢管焊缝自动超声检测成套技术,合作软件著作权3项。
马亚红	3	无	教授	西京学院	西京学院	从检测方法、闸门设置、对比试块及人工缺陷设计和检测结果显示及记录等进行研究,参与成果转化。合作相关科研项目1项、软件著作权3项。
郭建新	4	副校长	教授	西京学院	西京学院	参与了项目的前期研发、项目技术路线确定等方面的工作,合作相关科研项目1项,授权软件著作权1项。
李汝江	5	总工程师	高级工程师	华油钢管有限公司	华油钢管有限公司	制定具体研究计划方案,设计制作了板材管材电磁超声自动检测对比与人工缺陷,开发了板材管材电磁超声自动检测系统与设备,合作相关科研项目1项,授权实用新型专利1项。
谷传龙	6	无	工程师	华油钢管有限公司	华油钢管有限公司	引入了自动化检查工具,有效提升了开发流程效率,减少了约 15% 的重复性人工操作,合作相关科研项目1项。
王引卫	7	无	教授	西京学院	西京学院	参与了项目的前期研发、项目技术路线确定以及成果转化等方面的工作。合作相关科研项目1项,授权实用新型专利1项、软件著作权3项。

八、主要完成单位及创新推广贡献

完成单位	排名	创新推广贡献
西京学院	1	确定项目参与单位及其分工，主导项目研究内容及进度，并完成钢管焊缝缺陷检测关键技术的实际应用。归纳为：1) 设计开发了用于钢管缺陷检测系统，实现了不同角度、多个方向的钢管焊缝缺陷检测，解决了钢管焊缝缺陷检测难题；2) 结合现有技术中采集、处理、储存和显示装置，使缺陷检测结果和探头耦合监视显示在一起，将检测结果显示保存，具有良好的追溯性；3) 进行了成果转化，取得了较大的社会和经济效益，推广前景广阔。授权相关发明专利 1 项，软件著作权 4 项，参与制定管道缺陷检测的团体标准 1 项。
华油钢管有限公司	2	在本项目中发挥了关键性的技术支撑与工程协同作用：深度参与系统技术方案的优化与攻关，提出创新思路并改进核心算法，有效突破性能瓶颈；承担系统中游模块的衔接与集成任务，确保接口规范统一与流程顺畅；严格把控系统测试与质量，引入自动化工具提升开发效率；同时依托工程实践优势，推动检测系统与实际生产环境深度融合，为科技成果高效转化及显著经济社会效益的取得提供了坚实基础和重要保障。

九、完成人合作关系说明

本项目由张善文、王振、马亚红、郭建新、李汝江、谷传龙和王引卫共同完成。张善文、王振、马亚红、郭建新和王引卫都属于陕西省高校“黄大年式教师团队”。该团队在本项目中的成果转化、校企合作、研究生实习基地建设、学术交流、论文著作发表和申报各种技术奖等多个方面进行了 10 年合作，取得了一系列研究成果。李汝江和谷传龙属于华油钢管有限公司，合作完成成果转化。

7 个完成人具体的合作关系说明如下：

- 1) 李汝江、谷传龙、张善文、王振、马亚红、郭建新和王引卫合作研发一套“基于深度学习的工业钢管焊缝缺陷智能检测系统”，并通过了成果鉴定；
- 2) 张善文、王振合作获得陕西高等学校科学技术研究优秀成果二等奖；
- 3) 张善文、王振、郭建新和王引卫合作完成相关项目 1 项；
- 4) 张善文、王振、郭建新、王引卫和马亚红合作申报软件著作权 5 项；
- 5) 张善文和李汝江合作制定相关标准 1 项。