

2025 年度山西省科学技术奖拟提名项目情况

项目名称	腐蚀环境下结构钢同源损伤机理与等效准则
提名者	山西大学
提名意见	项目申报材料真实完整，符合提名要求。 推荐“腐蚀环境下结构钢同源损伤机理与等效准则”项目申报 2025 年度山西省自然科学奖二等奖。
项目简介	钢结构广泛应用于交通、能源、市政等基础设施领域。随着我国基础设施建设进入“建养并重”新阶段，大量既有钢结构已进入服役中后期，酸雨环境下的腐蚀损伤问题日益突出，已成为影响结构安全的关键因素之一。自然大气腐蚀试验能够真实反映结构钢实际服役的腐蚀和力学行为，但存在试验周期长、区域性强的短板，加速腐蚀成为主流替代研究手段。然而两类腐蚀体系存在“相似机理不清”、“相似规律不明”、“等效准则缺失”等核心科学问题，致使依托加速腐蚀替代大气暴露腐蚀开展既有钢结构耐久性评估与寿命预测的研究缺乏可靠的理论支撑。 本项目依托国家自然科学基金、山西省自然科学基金项目，历时十余年，以酸雨腐蚀结构钢为研究对象，基于自然大气暴露与加速腐蚀两类腐蚀环境的平行对比试验，对 182 个试样系统开展腐蚀行为、腐蚀损伤演化、静力性能、疲劳性能的系统研究，通过多源试验相互印证，结合灰色关联度理论、弹塑性理论及热力学机理进行系统分析，并依托酸雨环境服役 25 年结构钢进行多尺度验证。取得的重要发现包括：①揭示了两类腐蚀环境下结构钢腐蚀及力学性能劣化的同源机理，阐明了腐蚀诱发力学性能退化的内在机理；②系统量化揭示了两类腐蚀环境下结构钢腐蚀损伤、静力与疲劳性能的相似演化规律，建立了统一的定量关联模型体系，实现了两类腐蚀环境下腐蚀损伤、静力响应与疲劳性能的统一量化表征；③首次揭示了结构钢力学性能退化对锈层形貌及腐蚀发展过程的不敏感特性，建立了自然大气与加速腐蚀环境的等效准则。 项目研究成果构建的多腐蚀环境同源损伤理论与等效准则，为钢结构耐久性研究提供关键理论依据。5 篇代表性论文发表于《Construction and Building Materials》《International Journal of Fatigue》《Thin-Walled Structures》等土木工程领域国际权威期刊。
客观评价	5 篇代表性论文累计 SCI/EI 他引 238 次。
代表性论文专著目录	[1] Haiying Wu , Yaozhi Luo, Guangen Zhou, Corrosion behaviors and mechanical properties of Q235 steel pipes collapsing due to corrosion after 25-year service in urban industrial atmospheric environment, Construction and Building Materials, 395 (2023) 132342. [2] Haiying Wu , Honggang Lei, Y. Frank Chen, Grey relational analysis of static tensile properties of structural steel subjected to urban industrial atmospheric corrosion and accelerated corrosion, Construction and Building Materials, 315 (2022) 125706.

	[3] Haiying Wu, Honggang Lei, Y. Frank Chen, Comparison on mechanisms of high-cycle fatigue performance of structural steel exposed to urban industrial atmosphere and laboratory simulated corrosive environment based on infrared thermography, International Journal of Fatigue, 145 (2021) 106098. [4] Haiying Wu, Honggang Lei, Y. Frank Chen, Study on corrosion models of structural steel exposed in urban industrial atmospheric and laboratory simulated environments based on the 3D profile, Thin-Walled Structures, 168 (2021) 108286. [5] Haiying Wu, Honggang Lei, Y. Frank Chen, Junyi Qiao, Comparison on corrosion behaviour and mechanical properties of structural steel exposed between urban industrial atmosphere and laboratory simulated environment. Construction and Building Materials, 211 (2019) 228–243.
主要完成人情况	吴海英，罗尧治，乔俊义，周观根
完成人合作关系说明	本项目由吴海英（第1完成人）牵头完成，各完成人之间通过论文、专利、科技奖形成合作关系。罗尧治（第2完成人）、周观根（第4完成人）均为吴海英的博士后导师，通过博士后工作开展合作，形成论文、专利、科技奖。乔均义（第3完成人），通过项目的试验测试工作开展合作，形成论文、专利。

申报 2025 年度山西省科学技术奖 知情同意证明

山西省科学技术厅：

山西大学吴海英教师等主持完成的成果《腐蚀环境下结构钢同源损伤机理与等效准则》，拟申报 2025 年度山西省科学技术奖，成果 5 篇论文中，其中有 4 篇本人为通讯作者，本人因牵头获“2024 年度山西省科学技术进步奖”二等奖，同意不作为本次申报奖励的主要完成人，对完成人排名顺序无异议。

特此证明。

附：（本人为通讯作者的论文）

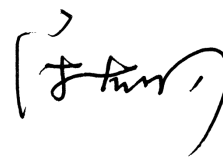
[1] Haiying Wu, **Honggang Lei**, Y. Frank Chen, Grey relational analysis of static tensile properties of structural steel subjected to urban industrial atmospheric corrosion and accelerated corrosion, Construction and Building Materials, 315 (2022) 125706.

[2] Haiying Wu, **Honggang Lei**, Y. Frank Chen, Comparison on mechanisms of high-cycle fatigue performance of structural steel exposed to urban industrial atmosphere and laboratory simulated corrosive environment based on infrared thermography, International Journal of Fatigue, 145 (2021) 106098.

[3] Haiying Wu, **Honggang Lei**, Y. Frank Chen, Study on corrosion models of structural steel exposed in urban industrial atmospheric and laboratory simulated environments based on the 3D profile, Thin-Walled Structures, 168 (2021) 108286.

[4] Haiying Wu, **Honggang Lei**, Y. Frank Chen, Junyi Qiao, Comparison on corrosion behaviour and mechanical properties of structural steel exposed between urban industrial atmosphere and laboratory simulated environment. Construction and Building Materials, 211 (2019) 228–243.

签名：



2026 年 7 月 9 日

申报 2025 年度山西省科学技术奖 知情同意证明

山西省科学技术厅：

山西大学吴海英教师等主持完成的成果《腐蚀环境下结构钢同源损伤机理与等效准则》，拟申报 2025 年度山西省科学技术奖，成果 5 篇论文中，其中有 4 篇本人为通讯作者，本人同意不作为本次申报奖励的主要完成人。此外，因本人目前身居美国，对于知情同意报奖证明，将以电子签名方式签署，无法提供手写摺印，敬请谅解。

特此证明。

附：（本人为通讯作者的论文）

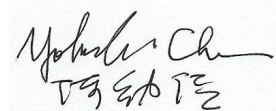
[1] Haiying Wu, Honggang Lei, **Y. Frank Chen**, Grey relational analysis of static tensile properties of structural steel subjected to urban industrial atmospheric corrosion and accelerated corrosion, Construction and Building Materials, 315 (2022) 125706.

[2] Haiying Wu, Honggang Lei, **Y. Frank Chen**, Comparison on mechanisms of high-cycle fatigue performance of structural steel exposed to urban industrial atmosphere and laboratory simulated corrosive environment based on infrared thermography, International Journal of Fatigue, 145 (2021) 106098.

[3] Haiying Wu, Honggang Lei, **Y. Frank Chen**, Study on corrosion models of structural steel exposed in urban industrial atmospheric and laboratory simulated environments based on the 3D profile, Thin-Walled Structures, 168 (2021) 108286.

[4] Haiying Wu, Honggang Lei, **Y. Frank Chen**, Junyi Qiao, Comparison on corrosion behaviour and mechanical properties of structural steel exposed between urban industrial atmosphere and laboratory simulated environment. Construction and Building Materials, 211 (2019) 228–243.

签名：



2026 年 7 月 12 日