

2026 年度拟提名陕西省科技进步奖项目公示内容

一、项目名称

电缆用高性能铝合金屏蔽带制备关键技术及产业化应用

二、提名者及提名意见

1、提名者：娄彦涛

工作单位：西安西电电力系统有限公司；职称：正高级工程师；学科专业：电气工程

提名意见：

该项目创新性突出，突破了高性能铝合金屏蔽带制备及多物理场耦合连续镀膜等关键制造技术，产品导电、耐蚀及力学综合性能优异。成果技术先进、成熟度高，已实现规模化稳定生产和批量化应用，制造成本较传统铜材降低约 70%，近三年新增销售收入超 30 亿元，并已在多家行业头部企业实现替代应用。项目实施有效降低了电缆行业对铜资源的依赖，提升了产业链自主可控与安全保障能力，经济和社会效益显著，对推动电缆行业技术进步和结构升级具有重要引领和示范作用。提名材料齐全、规范，经完成单位公示，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，特郑重提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。

2、提名者：韩振华

工作单位：西安理工大学；职称：副教授；学科专业：材料科学与工程

提名意见：

该项目面向国家重大需求和行业关键技术瓶颈，通过多尺度强化协同机制与电化学原位定向成膜策略，破解了导电与防腐互斥难题。经产学研深度融合，完成基础研究、技术开发与工程应用，创新性突出、成熟度高。核心成果已纳入国家电网标准化设计方案，主导制定多项国家与行业标准，授权发明专利 37 项，发表论文 30 余篇，应用效果显著，有力推动了电缆金属屏蔽材料技术进步。项目提名材料齐全、规范，经完成单位公示，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，特提名该项目为陕西省科学技术进步奖二等奖。

三、项目简介

为应对我国铜矿对外依存度高及电网复杂服役环境对“轻量化、高性能”电缆屏蔽材料的迫切需求，本项目紧扣国家“以铝节铜”战略，针对铝基体强电矛盾、表面易蚀、规模制造受限及评价体系缺失四大技术瓶颈，研发电缆用高性能铝合金屏蔽带制备关键技术并实现产业化应用，主要技术内容如下：(1) 揭示了 8A50 铝合金低固溶度基体与多尺度强化协同机制，通过多元微合金化破解“强韧塑-导电”固有矛盾，实现了力学与电气性能的协同跨越提升；(2) 发明了铝合金表面高能键桥联的导电防腐原位纳米成膜技术，通过原位构建强共价键

转化层，从根源上解决了表面绝缘易点蚀难题，保障长期界面防腐与导电可靠性；(3) 开发了原位生长预测性调控模型与多物理场耦合连续镀膜装备，突破成膜结晶各向异性与搭接损伤制约，实现了年产 3000 吨的高质量规模化量产及接头高效低阻连接；(4) 构建了金属屏蔽全工况运行可靠性综合评估体系，在国内率先建立了系统性测试指标与前置考核门槛，为设备入网质量管控提供了量化依据。

项目累计发表论文 30 余篇，牵头制定国家标准 4 项，团体标准及国网设计规范等 5 项，获批铝合金新牌号 1 项，授权中国发明专利 37 项、实用新型 21 项及软著 15 项。技术成果已在陕西正泰电缆有限公司、中国西电电气股份有限公司、江苏上上集团电缆有限公司等企业推广应用。本次申报所列的 10 家应用单位累计新增电缆 17400 千米，新增销售收入 312480 万元，新增利润 44718 万元，经济效益显著。

四、客观评价

本项目成果经国家电线电缆质量检验检测中心等机构检测，各项技术指标均满足入网标准要求。中国科学院上海科技查新咨询中心出具的查新报告结论为：除自有技术外，未见相同技术文献和专利，项目具有新颖性。此外，由院士领衔的专家组鉴定认为：项目发明了新型铝合金材料熔炼配方和工艺，实现抗拉强度 ≥ 170 MPa、断裂伸长率 $\geq 15\%$ 、导电率(20°C) $\geq 57.5\%$ IACS；首次提出纳米厚度镀膜技术，表面电阻(20°C) ≤ 0.30 m Ω ，耐蚀性较铜、铝分别提升 20 倍和 100 倍。鉴定结论为：产品解决了电力电缆金属屏蔽“以铝节铜”基础材料难题，填补国内外技术空白。中国电力企业联合会等第三方评价认为：经电网检测和挂网运行，产品技术的各项指标优异，其核心技术方案为行业首创；智能化连续镀膜装备与无损连接工艺达国际领先水平。

五、应用情况

本项目通过铝基体力-电性能协同优化及表面镀膜处理，解决了传统铜屏蔽带成本高的行业难题，实现了电缆金属屏蔽材料的轻量化与低成本化。自 2018 年投产以来，已在陕西、浙江、江苏等二十余个省市的电缆制造企业实现规模化应用，广泛服务于光伏发电、风力发电、城市配网、轨道交通、海上风电及铁路电力工程等领域。相关技术已在陕西正泰电缆有限公司、中国西电电气股份有限公司、江苏上上电缆集团有限公司、中天科技海缆股份有限公司等百余家企业推广使用，近 3 年新增铝合金芯挤包绝缘电力电缆（铝合金屏蔽）超 4 万千米，取得了显著的经济效益。

主要应用单位情况表

序号	单位名称	应用的技术	应用对象及规模	应用起止时间	单位联系人/电话
1	浙江正泰电缆有限公司	高性能铝合金屏蔽带	456 吨	2018 年-至今	沈佳龙 13757364786

2	陕西正泰电缆有限公司	高性能铝合金屏蔽带	405 吨	2018 年-至今	奂玉涛 18082502077
3	中航宝胜（四川）电缆有限公司	高性能铝合金屏蔽带	324 吨	2022 年-至今	许松 18538186199
4	无锡光环电缆有限公司	高性能铝合金屏蔽带	297 吨	2018 年-至今	芮露 13606153863
5	江苏上上集团电缆有限公司	高性能铝合金屏蔽带	201 吨	2020 年-至今	宋鹏 15051915707
6	四川天成明超电缆有限公司	高性能铝合金屏蔽带	219 吨	2022 年-至今	袁翊雄 13649925338
7	安徽凌宇电缆科技有限公司	高性能铝合金屏蔽带	249 吨	2021 年-至今	郭守恒 15955171568
8	湖北洪乐电缆股份有限公司	高性能铝合金屏蔽带	162 吨	2019 年-至今	胡锋春 18202738203
9	兰州众邦电线电缆集团有限公司	高性能铝合金屏蔽带	156 吨	2021 年-至今	祁东强 18293172131
10	四川万阳电缆有限公司	高性能铝合金屏蔽带	141 吨	2021 年-至今	李珍 19982602261

六、主要知识产权和标准规范等目录（限 10 条）

序号	知识产权类别	知识产权具体名称	国家(地区)	授权号	授权日期	证书编号	权利人	发明人
1	发明专利	一种铝材表面阴极保护型复合导电防腐涂层的制备方法	中国	ZL202410097473.1	2025-12-12	8565419	西安理工大学	刘照伟; 黄延辉; 汤玉斐; 赵康; 汪浩; 种鹏蛟; 蒋嘉怡
2	国家标准	额定电压 1kV(U _m =1.2kV)35kV(U _m =40.5kV)铝合金芯挤包绝缘电力电缆 第 1 部分:额定电压 1kV(U _m =1.2kV)到 3kV(U _m =3.6kV)电缆	中国	GB/T31840.1-2025	2025-10-05	中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局 / 中国国家标准化管理委员会	中国电力科学研究院有限公司; 国网北京市电力公司; 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院; 国网江苏省电力有限公司电力科学研究院; 江苏亨通电力电缆有限公司; 杭州电缆股份有限公司; 航天电工集团有限公司; 浙江晨光电缆股份有限公司; 温州安能科技有限公司; 无锡江南电缆有限公司; 江苏长峰电缆有限公司; 江苏通光强能输电线科技有限公司; 浙江正泰电缆有限公司; 安徽欣意电缆有限公司; 安徽太平洋电缆股份有限公司; 江苏中超电缆有限公司; 金杯衡阳电缆集团有限公司; 双登电缆股份有限公司; 明达线缆集团有限公司	欧阳本红; 邓显波; 王昱力; 赵健康; 李华春; 曹俊平; 陈杰; 彭超; 黄凯文; 刘松华; 刘威; 滕兆丰; 赵士林; 岳振国; 种鹏蛟; 马壮; 张高洋; 王绍刚; 沈佳龙; 林泽民; 薛举信; 孙曙光; 胡少中; 吕志亮; 高青松
3	牌号	有色金属及合金注册牌号	中国	8A50	2025-09-19	全国有色金属标准化技术委员	温州安能科技有限公司; 山西航运铝业科技有限公司	种鹏蛟; 王兵胜; 汤玉斐
4	团体标准	电缆屏蔽用铝合金带	中国	T/CES197-2023	2023-05-19	中国电工技术学会	温州安能科技有限公司; 中国电力科学研究院有限公司; 国网河南省电力有限公司	种鹏蛟; 王昱力; 邓显波; 李德阁; 白银浩; 杨威; 吴明孝; 周

							电力科学研究院；国网湖北省电力有限公司电力科学研究院；国网福建省电力有限公司电力科学研究院；国网电力科学研究院武汉南瑞有限责任公司；西安理工大学；中国西电电气股份有限公司；上海摩恩电气股份有限公司；上海起帆电缆股份有限公司；四川鑫电电缆有限公司；浙江正泰电缆有限公司；湖北洪乐电缆股份有限公司；山西航运铝业科技有限公司；上海工程技术大学；安徽国电电缆股份有限公司；浙江华云电力工程设计咨询有限公司	少珍；张耀东；黄友聪；汪浩；张静；汤玉斐；刘照伟；郭剑箫；陈磊；王国福；李准；陶瑞祥；张欢欣；王兵胜；皇甫亚俊；周细应；何立群；任远；孔祥湾
5	论文	Intelligent antibacterial coatings based on sensitive response and periodic fast drug release for long-term defense against corrosion induced by sulfate-reducing bacteria	中国	2025 年第 684 卷 331-345 页	2025-01-07	Journal of Colloid And Interface Science	Xi'an University of Technology	Guoxin Xing, Yufei Tang, Siyi Wang, Junyi Jiang, Chen Tang, Zhaowei Liu, Kang Zhao
6	发明专利	一种用于铝表面具有砖泥结构导电防腐涂层的制备方法	中国	ZL202410774817.8	2025-09-09	8241778	西安理工大学	谢章雯；汤玉斐；郑婉星；蒋君毅；种鹏蛟；刘照伟；唐晨
7	发明专利	一种稀土高铁铝合金带材	中国	ZL202510280437.3	2025-06-24	8026885	温州安能科技有限公司	王春华；种鹏蛟；汤玉斐；王昱力；陈素芹；唐晨；孔祥湾；黄

								振亮；李传港；祁东强
8	发明专利	一种铝合金带材镀膜用药剂自动供给装置	中国	ZL202510008896.6	2025-04-18	7884707	温州安能科技有限公司	王春华；种鹏蛟；汤玉斐；唐晨；王昱力；黄振亮；陈素芹；董学文；谢远香
9	发明专利	一种用于评估电缆设备运行可靠性的方法及系统	中国	ZL202010598812.6	2024-11-29	7568650	中国电力科学研究院有限公司；国网河北省电力有限公司雄安新区供电公司	王昱力；丁斌；欧阳本红；刘敬文；沈学良；夏荣；李国鹏；李文杰；王格；李志雷；邓显波；赵鹏；费雯丽；刘松华；王学彬
10	发明专利	一种防腐蚀阻燃电线电缆及其制备方法	中国	ZL201910324423.1	2023-09-26	6360379	陕西正泰电缆有限公司	南赞峰；张志坤；王国荣

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
汤玉斐	1	本科生院院长	教授	西安理工大学	西安理工大学	1.对第 1、2、3、4 项科技创新做出了创造性贡献。 2.揭示了高性能铝合金的低固溶度基体与多尺度强化协同机制，提出了铝合金表面高能键桥联的导电防腐原位纳米成膜策略，解决了传统铝基合金力-电性能平衡的根本难题。 3.参与原位生长预测性调控模型与多物理场耦合连续镀膜装备的方案设计，牵头构建电缆金属屏蔽全工况运行可靠性综合评估技术体系。 4.揭示了原位纳米膜层微观结构与宏观性能之间的相互作用规律，为新型铝合金屏蔽材料的工程应用奠定基础。 5.是代表性成果中 1 项牌号、1 项团体标准、4 项国家授权发明专利、1 篇论文的主要完成人。

种鹏蛟	2	总经理	高级工程师	温州安能科技有限公司	温州安能科技有限公司	1.对第 1、2、3、4 项科技创新做出了关键贡献。 2.研发了铝合金材料熔炼及压延等关键制造工艺，构建了原位定向转化成膜技术体系，打破了传统导电膜层中导电性与耐蚀性难以兼顾的技术瓶颈。 3.主导开发原位生长预测性调控模型工艺，参与智能化连续镀膜生产线的建设与工艺优化。 4.参与设计并验证相关产品在实际运行与多维腐蚀环境下的技术参数指标，推动相关技术从实验室走向大规模产业应用。 5.是代表性成果中 1 项国家标准、1 项牌号、1 项团体标准、4 项国家授权发明专利的主要完成人。
刘照伟	3	材料系副主任	副教授	西安理工大学	西安理工大学	1.对第 1、2、3、4 项科技创新做出了重要贡献。 2.系统研究微合金化元素在非平衡凝固过程中的溶质分配与相变行为，阐明多元纳米级析出相的作用机理，开发强共价结合转化层的化学诱导制备方法。 3.协助完成原位生长预测性调控模型搭建，参与建立典型敷设搭接压力下表面接触电阻检测方法及其真型试验平台的数据分析工作。 4.是代表性成果中 1 项团体标准、2 项国家授权发明专利、1 篇论文的主要完成人。
王昱力	4	电缆室副主任	正高级工程师	中国电力科学研究院有限公司	中国电力科学研究院有限公司	1.对第 1、3 项科技创新做出了重要贡献。 2.针对微合金化铝合金材料开展了抗拉强度、断裂伸长率等关键性能的测试与数据标定工作，验证了成缆连接产品在成缆工序中的接头长期可靠性，协助制定相关测试标准。 3.是代表性成果中 1 项国家标准、1 项团体标准、3 项国家授权发明专利的主要完成人。
陶瑞祥	5	技术总监	高级工程师	浙江正泰电缆有限公司	浙江正泰电缆有限公司	1.对第 2、3 项科技创新做出了核心贡献。 2.承担导电防腐原位纳米成膜材料在电缆生产线上的工艺验证，优化端部搭接结构以规避导电劣化，落实了配型电缆的规模化生产计划。 3.是代表性成果中 1 项团体标准的主要完成人。

唐晨	6	/	讲师	西安理工大学	西安理工大学	1.对第 1、4 项科技创新做出了突出贡献。 2.探究稀土及微合金元素形成微纳化合物对降低杂质原子固溶度的影响，采集分析高膜层界面结合强度数据，参与多维腐蚀环境下金属屏蔽评估设备的研制与全功率真型试验平台的调试测试工作。 3.是代表性成果中 3 项国家授权发明专利、1 篇论文的主要完成人。
欧阳本红	7	副所长	正高级工程师	中国电力科学研究院有限公司	中国电力科学研究院有限公司	1.对第 3、4 项科技创新做出了突出贡献。 2.组织开展镀膜产品在典型敷设搭接压力下的表面接触电阻检测，负责真型试验平台中四类典型全尺寸通道的工况模拟与极限考核方案设计，完善了运行可靠性综合评估体系。 3.是代表性成果中 1 项国家标准、1 项国家授权发明专利的主要完成人。
王春华	8	研究院副院长	高级工程师	温州安能科技有限公司	温州安能科技有限公司	1.对第 1、2 项科技创新做出了重要贡献。 2.执行铝合金基材的熔炼工艺及压延流程，保障高抗拉强度与高导电率材料的产出，参与原位定向转化成膜技术的工程化调试，落实表面导电防腐原位纳米成膜策略的现场转化。 3.是代表性成果中 2 项国家授权发明专利的主要完成人。
张志坤	9	总经理	高级工程师	陕西正泰电缆有限公司	陕西正泰电缆有限公司	1.对第 3、4 项科技创新做出了重要贡献。 2.协助应用多物理场耦合连续镀膜装备，优化端部搭接结构以实现高效低阻连接，开展新型镀膜铝合金带等效截面设计与短路电流通路选取，执行电缆多维腐蚀及故障暂态等环境验证试验。 3.是代表性成果中 1 项国家授权发明专利的主要完成人。

八、主要完成单位情况及创新推广贡献

完成单位	排名	对本项目科技创新和应用推广情况的贡献
西安理工大学	1	作为第一完成单位，西安理工大学对本项目创新点 1、2、3、4 作出突出贡献。1、揭示高性能铝合金的低固溶度基体与多尺度强化协同机制，研究微合金化元素溶质分配与相变行为，解决传统铝基合金力-电性能平衡的根本难题；2、提出铝合金表面高能键桥联的导电防腐原位纳米成膜策略，替代高阻值的天然氧化铝膜；3、参与原位生长预测性调控模型与多物理场耦合连续镀膜装备的理论基础与方案设计；4、构建电缆金属屏蔽全工况运行可靠性综合评估技术体系，提取金属屏蔽结构失效的共性特征并构建通用型准入技术评价模型。此外，西安理工大学在项目完成过程中发表了学术论文 20 余篇，授权发明专利 10 项，参与制定国家标准 1 项，团体标准 2 项。
温州安能科技有限公司	2	作为第二完成单位，温州安能科技有限公司负责相关生产与产业化工作，对本项目创新点 1、2、3、4 作出贡献。1、针对低固溶度基体与多尺度强化协同机制，开发了铝合金材料熔炼及压延等制造工艺，实现高抗拉强度与高导电率材料的产出；2、依托原位纳米成膜策略，完成原位定向转化膜技术的工程转化，获得低表面电阻和优异耐蚀性；3、开发原位生长预测性调控模型工艺，构建膜层生长速率实时模型，消除膜层微观结晶波动，实现铝合金带智能化连续镀膜生产达 3000 吨/年、成品率达 99.8% 的规模化产业应用。此外，温州安能科技有限公司在项目完成过程中发表了学术论文 6 篇，注册牌号 1 项，软件著作权 15 项，授权发明专利 9 项，实用新型专利 4 项，参与制定国家标准 4 项，团体标准 3 项。
中国电力科学研究院有限公司	3	作为第三完成单位，中国电力科学研究院有限公司负责产品测试和共同制定标准，对本项目创新点 1、3、4 作出贡献。1、对微合金化铝合金材料及成缆产品开展电气性能及长效运行稳定性测试验证；2、构建电缆金属屏蔽运行可靠性综合评估技术体系，建成全功率（容量 150MVA）、真网架（总长 4 公里，覆盖四类典型全尺寸通道）的配电电缆真型试验平台，实现典型工况与故障暂态下的极限考核；3、结合评估数据构建通用型准入技术评价模型，确立前置性能考核门槛并共同制定相关标准。此外，中国电力科学研究院有限公司在项目完成过程中发表了学术论文 4 篇，授权发明专利 7 项，制定国家标准 4 项，行业标准 2 项，国家电网设计规范 2 项，团体标准 2 项，国家电网企业标准 2 项。
陕西正泰电缆有限公司	4	作为第四完成单位，陕西正泰电缆有限公司负责产品的实地使用及相关产品验证，对本项目创新点 2、3、4 作出贡献。1、承担导电防腐原位纳米成膜材料和多物理场耦合连续镀膜装备在生产线上的工艺验证，优化端部搭接结构有效规避膜层损伤与导电劣化；2、针对实际工程工况，开展新型镀膜铝合金带的等效截面设计、短路电流通路选取及典型敷设搭接压力下表面接触电阻等服役环境验证试验；3、完成配型电缆超 2 万公里/年在配电网

		工程中的推广与落地验证。此外，陕西正泰电缆有限公司在项目完成过程中授权发明专利 2 项，实用新型专利 16 项。
浙江正泰 电缆有限 公司	5	作为第五完成单位，浙江正泰电缆有限公司负责产品的实地使用及相关产品验证，对本项目创新点 2、3、4 作出贡献。1、开展电缆制造工序中屏蔽带的大规模敷设工艺测试，验证转化层的高膜层界面结合强度与强附着强度；2、参与全工况运行评估体系的实测与数据收集，提供多维腐蚀环境及典型服役状态下的电缆运行参数；3、基于工程应用数据与运行可靠性的定量约束指标，参与完成标准编写工作，为成果的市场推广提供技术保障。此外，浙江正泰电缆有限公司在项目完成过程中发表了学术论文 1 篇，授权发明专利 9 项，实用新型专利 1 项，参与制定国家标准 3 项，团体标准 2 项。

九、完成人合作关系说明

本项目团队成员自 2016 年起便在铝合金电缆材料研发与标准制定领域开展了长期、深入的合作。作为第一完成人，本人与种鹏蛟（2/9）、刘照伟（3/9）、王昱力（4/9）、陶瑞祥（5/9）自 2021-2023 年共同推进并完成《电缆屏蔽用铝合金带》团体标准；同时，本人与种鹏蛟、王昱力、唐晨（6/9）及王春华（8/9）在核心材料研发上紧密配合，共同完成发明专利《一种稀土高铁铝合金带材》。

除本人直接参与的技术攻关外，团队其他成员之间也保持相互合作。其中，种鹏蛟、王昱力与欧阳本红（7/9）自 2022-2025 年共同参与制定了《额定电压 1kV(U_m=1.2kV)35kV(U_m=40.5kV)铝合金芯挤包绝缘电力电缆第 1 部分:额定电压 1kV(U_m=1.2kV)到 3kV(U_m=3.6kV)电缆》的国家标准；在技术成果的产业化落地方面，种鹏蛟、陶瑞祥、王春华与张志坤（9/9）于 2022 年 5 月签署了《新型电缆复合铝合金材料联合研发应用合作协议》。

这些涵盖国家标准、团体标准、知识产权与产业合作的多维协作，为本项目的顺利实施奠定了基础。