2022年度山东省科技进步奖公示内容

|  |  |
| --- | --- |
| **项目名称** | 发电企业脱硫废水零排放工艺运行效率和稳定性提升关键技术应用 |
| **申报奖种** | 山东省科技进步奖 |
| **提名单位** | 山东省能源局 |
| **项目简介** | 针对环保政策不断严格，发电企业中废水零排放工程建设规模和覆盖范围不断增加，而废水零排放工程中不断暴露出运行路线偏长、运行稳定性偏低、工程成本和运行成本较高等限制废水零排放建设的关键技术问题。脱硫废水零排放是关乎全厂废水零排放建设成本和运行效率以及稳定性的关键，其中膜法工艺存在加药线路过长、热法工艺存在结垢严重等问题，直接影响全厂废水零排放工艺的稳定运行。因此本项目以脱硫废水零排放为研究目标，分别在华能莱芜电厂和华能运河电厂建立起脱硫废水零排放现场中试试验，在废水零排放方面取得了重要技术性突破，主要创新成果如下：  1.本项目为脱硫废水零排放的热法和膜法两种工艺提出了整改方案，分别针对热法工艺存在结垢严重、耗能高的问题以及膜法工艺加药路线较长、运行稳定性较差的问题进行了系统性分析和新工艺建立以及原理性分析，并提供了有效的建设方案，并在华能黄台电厂和华能济宁热点分别进行工程建设应用，有效降低了脱硫废水零排放工程的建设成本和运行成本，并显著提升了脱硫废水零排放工程运行的效率和稳定性。两种工艺均可使建设成本降低约 20%，运行成本可降低约 30%，运行周期可提升 50%。  2.在华能莱芜电厂建立的现场热法中试试验采用两段式烟气蒸发工艺，采用 CFD 和 ANSYS 等先进模拟计算软件，科学指导建立脱硫废水浓缩中试平台，利用欠饱和烟气对脱硫废水进行高效浓缩，直接降低废水处理的能耗和运行成本。同时采用数学建模和实验室指向性试验的方式，揭示了液滴的蒸发规律和废水中各类离子随蒸汽变化的迁移情况，为热法工艺浓缩脱硫废水的工艺设计提供了更加 可靠的科学依据。将结晶塔壁面积灰结垢转化为液体中的固体沉降物，浓缩塔终端废水减量 80%以上，解决了热法问题结垢迅速、固体物质分离不及时的问题，保证了热法工艺的顺利进行，相关项目成果在华能济宁热电厂进行应用。  3.在华能运河电厂建立的现场膜法中试试验，对脱硫废水直接采用高级氧化-陶瓷膜处理工艺直接对脱硫废水进行预处理，用高压反渗透对预处理后的脱硫废水进行回用处理，可实现预处理环节脱硫废水回收率超过 70%，且可稳定在 60%以上，并实现 99%以上的脱盐率，同时不再产生新的固体废弃物，避免二次污染。本项目膜法工艺能够显著降低处理成本和工程规模，同时该工艺运行稳定，在1个月的运行周期内，陶瓷膜系统和反渗透系统运行参数无明显变化，且预处理系统和反渗透系统功能恢复情况良好，在6个月的试验周期内陶瓷膜系统和反渗透系统仅清洗 3次，清洗后可保证水回收率和脱盐率能恢复至新膜的95%以上。相关项目成果在华能黄台电厂进行应用。  项目获得发明专利 4 项，实用新型专利 2 项，发表核心及以上论文 7 篇，项目完成当年产生效益 1165 万。  综上所述，本项目建立的热法中试工艺研究和膜法中试工艺研究，均可有效改善传统热法工艺和膜法工艺中的缺陷，为脱硫废水零排放建设提供更加可靠的技术支撑。  相关领域技术专家均评价该项目在废水零排放工程方面取得质的突破。 |

**提名意见及等级**

|  |  |
| --- | --- |
| **提名意见** | 我单位通过认真审核项目提名书及附件材料，确认全部材料真实有效，填写内容均符合山东省科学技术奖励工作办公室要求。  随着环境保护政策日益严峻，废水零排放已经在电力行业中推行并得到了一定发展，项目组历经多年的实验室和现场试验研究，针对当前发电企业建设的废水零排放工程中存在的建设方面和运行方面的问题，有针对性的提出了热法和膜法工艺，并分别在华能莱芜、运河电厂举行了中试工程示范工作，在华能济宁热电、黄台电厂进行了推广应用，主要创新成果如下：  （1）针对当前脱硫废水零排放中的热法处理工艺和膜法处理工艺中普遍存在的问题均从理论、应用和推广方面进行了系统性研究；  （2）通过理论计算和实践指导，在华能莱芜电厂现场建立起两段法烟气蒸发工艺降低了热法工艺的能耗和成本，解决了脱硝受影响、烟气难脱白等问题；  （3）通过小试和放大试验，在华能运河电厂现场建立起高级氧化-陶瓷膜-高压反渗透处理工艺来看，显著缩短了工艺路线，解决了膜法工艺路线加药不稳定、运行难度较大的问题，提升了浓缩效率，降低了运行成本。  （4）以现场中试结论为基础，分别在华能济宁热电厂和华能黄台电厂推行本项目研究建立的热法工艺和膜法工艺，建立示范工程项目，解决传统工艺易结垢、能耗高、药剂消耗大等普遍问题；  （5）获得中国发明专利 4 项，实用新型专利 2 项，发表学术论文 7 篇，进入实质性审查发明专利 5 项。  项目成果弥补国内空白，处于领先水平。 |
| **提名等级** | 对照山东省科学技术奖授奖条件，提名该项目为山东省科学技术进步奖二等奖。 |

**主要完成单位情况**

|  |  |
| --- | --- |
| **完成单位排序及创新推广贡献** | **主要完成单位排序：1.** **华能山东发电有限公司；2. 国网山东省电力公司电力科学研究院；3. 山东大学**  **1. 华能山东发电有限公司，排名1。**  **对本项目贡献：**（1）针对当前发电企业建设的废水零排放工程中存在的建设方面和运行方面的问题，有针对性的提出了热法工艺和膜法工艺改进方案，制定整改项目的工艺路线，建立项目实施方案。  （2）分别在华能莱芜电厂和华能运行电厂为该项目开展了中试工程示范工作，分别建设两段式烟气蒸发结晶中试平台和高级氧化-陶瓷膜-高压反渗透脱硫废水浓缩中试平台，提升优化了热法工艺和膜法工艺，充分揭示了其中的科学规律，提供了工程建设的科学依据。  （3）以相关成果为基础，形成工艺路线和工程方案，分别在华能济宁热电和华能黄台电厂进行示范工程推广和建设，建立两段式烟气蒸发结晶示范工程和高级氧化-陶瓷膜-高压反渗透脱硫废水浓缩工程。  （4）对华能山东公司下属电厂和其它电厂的化学、环保等专业员工开展废水零排放工程建设和运行培训，参加单位超过 20 家，培训员工超过 300 人。  （5）发表核心及以上论文 6 篇，申请发明专利 4 项，获得了行业内专家的一致认可，提升了本单位在电力行业内的知名度和影响力，为发电企业脱硫废水零排放作出了重要的贡献支撑。  **2.** **国网山东省电力公司电力科学研究院，排名2。**  **对本项目贡献：**（1）配合项目牵头单位华能山东公司相关人员，对提出了热法工艺和膜法工艺改进方案进行补充和完善，丰富试验方案和工艺路线。  （2）配合华能莱芜电厂和华能运行电厂现场的中试工程示范工作，为两段法烟气蒸发工艺和高级氧化-陶瓷膜-高压反渗透处理工艺提供检测、方案改进等技术支撑。  （3）丰富完善技术支撑方案，为华能济宁热电和华能黄台电厂现场脱硫废水零排放项目建设提供技术支撑和现场指导，为项目推广提供技术支撑。  （4）获得脱硫废水相关发明专利 4 项。  **3.** **山东大学，排名3**  **对本项目贡献：**（1）主持了华能山东发电有限公司《两段式欠饱和烟气浓缩结晶脱硫废水零排放处理技术》的科研项目。  （2）完成了脱硫废水零排放相关的相关理论研究、计算机数值模拟研究和试验研究。  （3）主持了在华能莱芜电厂进行的中试试验研究，完成了相关科研成果的分析，研究报告的撰写。  （4）完成了相关研究成果和专利的申报，获得脱硫废水相关发明专利1项，实用新型专利 1 篇，发表论文两篇。  （5）为项目主持单位技术推广提供技术支撑。 |

**主要完成人情况**

|  |  |
| --- | --- |
| **全部完成人排序及对项目的贡献** | **主要完成人：李杰、王垚、侯逊、曹红梅、吴中杰、张华东、栾涛**  **（下述主要完成人情况包含：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）**  **1.李杰，排名1，华能山东发电有限公司生产部主任，教授级高级工程师，华能山东发电有限公司，第一完成单位。**  **对本项目贡献：**课题前期调研，总结了当前脱硫废水零排放工程建设和运行中存在的主要问题，分别针对热法工艺和膜法工艺中当前存在的主要问题提出整改建议，以解决热法工艺能耗高、影响烟温和膜法工艺加药路线长、加药种类多、加药量大等限制脱硫废水零排放工程顺利建设和运行的障碍，对电厂现场中试平台的建设和改进提出了针对性的建议，对课题路线的确定提出了重要的创新性意见和建议  **2.王垚，排名2，华能山东发电有限公司副总经理，教授级高级工程师，华能山东发电有限公司，第一完成单位。**  **对本项目贡献：**通过长期对下属发电厂废水零排放工程运行情况的总结，并结合广泛的调研，总结各种工艺在处理效率和运行稳定性方面的缺陷，有针对性的提出了对项目的具体改进意见，对本项目创新点一、二的形成作出了创新性的贡献，并对课题的主要方向进行了把握和指导，为课题的正确立项、课题的正确进行、课题成果的总结提供了重要的支撑。  **3.侯逊，排名3，华能山东发电有限公司生产部副主任，教授级高级工程师，华能山东发电有限公司，第一完成单位。**  **对本项目贡献：**在华能莱芜电厂和华能运河电厂对不同的中试平台建设、调试、试验等进行了细致系统的工作，为项目应用的创新点一、二提供了现场支持，对两段法烟气蒸发结晶中试平台和高级氧化-陶瓷膜-高压反渗透中试平台的现场顺利试验作出了突出的贡献。特别是在中试平台前期调试阶段作出了选定参数范围、制定试验方案等重要策略。在课题具体实施方面进行了现场建设指导，为项目顺利进行铺平了道路。  **4.曹红梅，排名4，华能山东发电有限公司生产部部门专责，高级工程师，华能山东发电有限公司，第一完成单位。**  **对本项目贡献：**针对中试项目产生的数据进行筛选和总结，在创新点一、二的推广应用方面作出了重要贡献。具体参与华能济宁热电和华能黄台电厂现场工程协商、推广、建设的前期规划和组织工作，推动建立产学研一体的高新技术示范工程，参与发表 SCI/EI/核心论文 4 篇。  **5. 吴中杰，排名5，国网山东省电力公司电力科学研究院电源技术中心部门专责，高级工程师，国网山东省电力公司电力科学研究院，第二完成单位。**  **对本项目贡献：**以服务华能莱芜电厂和华能运河电厂现场中试试验为主要工作，对现场水质检测、运行情况监督提供了可靠的技术支持，以现场数据为基础，以脱硫废水零排放为目标，获得发明专利 4 项，同时申请发明专利 2 项，已进入实质性审查阶段。  **6.张华东，排名6，华能山东发电有限公司生产环保部主管，教授级高级工程师，华能山东发电有限公司，第一完成单位。**  **对本项目贡献：**对现场中试平台所得到的试验结果进行了总结和分析，参与完善两段法热烟气蒸发结晶工艺和高级氧化-陶瓷膜-高压反渗透工艺的成果总结，参与两段法热烟气蒸发结晶示范工程和高级氧化-陶瓷膜-高压反渗透示范工程组织协调和推广工作，获得脱硫废水相关实用新型专利 2 篇。  **7.栾涛，排名7，山东大学能源与动力工程学院教授，教授，山东大学，第三完成单位。**  **对本项目贡献：**主持了华能山东发电有限公司《两段式欠饱和烟气浓缩结晶脱硫废水零排放处理技术》的科研项目，完成了废水处理的相关理论研究、计算机数值模拟和试验研究，主持了在华能莱芜电厂进行的中试试验研究，完成了相关科研成果的分析，研究报告的撰写，相关研究成果和专利的申报，获得脱硫废水相关发明专利1项，实用新型专利 1 篇，发表论文两篇。 |

**主要知识产权和标准规范等目录（不超过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 | 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） | 发明专利（标准）有效状态 | 第一完成人是否为发明人（标准起草人） | 第一完成单位是否为权利人（标准起草单位） |
| 实用新型专利权 | 一种应用于火电厂的无线监测预警及调节系统 | 中国 | ZL201721 510544.8 | 2018-05 | 7366903 | 华能国际电力股份有限公司；山东和信智 能科技有限公司；华能山东发电有限公司；华能临沂发电有限公司 | 徐龙学；李杰；戚继厚；崔志建；张瑾明；吴猛；王学厚；葛树俊；林洪莹；李海龙；路守山 | 有效 | 是 | 是 |
| 实用新型专利权 | 一种适用于火电厂室外仪表柜的温湿度采集及柜内环境调节装置 | 中国 | ZL201721 515048.1 | 2018-05 | 7351405 | 华能国际电力股份有限公司；山东和信智 能科技有限公司；华能山东发电有限公司；华能临沂发电有限公司 | 崔志建；李杰；戚继厚；徐龙学；张瑾明；吴猛；王学厚；葛树俊；林洪莹；李海龙；路守山 | 有效 | 是 | 是 |
| 实用新型专利权 | 发电机组的一次调频性能检测系统 | 中国 | ZL201721 328582.1 | 2018-05 | 7276291 | 华能山东发电有限公司；华能威海发电有限责任公司；山东纳鑫电力科技有限公司 | 王涛；于信波；房高超；徐明军；李杰；雷文涛；范军锋 | 有效 | 是 | 是 |
| 实用新型专利权 | 可弥补发电厂锅炉机组惯性和滞后性的控制系统 | 中国 | ZL201721 328583.6 | 2018-05 | 7364172 | 华能山东发电有限公司；华能莱芜发电有限公司；山东纳鑫电力科技有限公司 | 雷文涛；李因勤； 李慎斌；董鹏；王 涛；李杰；范军锋；吴猛 | 有效 | 是 | 是 |
| 发明专利权 | 一种超声波振动防堵喷嘴及雾化器 | 中国 | ZL2020101439581 | 2022-03 | 4944717 | 华能山东发电有限公司 | 王栩；王垚；柯波；李杰；张华东；栾涛；张怡雪；张兰庆，任建永；苏永宁；刘涛 | 有效 | 是 | 是 |
| 实用新型专利权 | 一种防止壁面结垢的装置及包含该装置的结晶塔 | 中国 | ZL202020 256591.X | 2020-10 | 11737927 | 华能山东发电有限公司 | 田文增；张华东；侯逊；李杰；赵爱民；栾涛；董筱凡；尚宪超；杨富强；王庆刚；宋涛 | 有效 | 是 | 是 |
| 实用新型专利权 | 一种局部放电缺陷模拟试验用实体变压器 | 中国 | ZL201920 235434.8 | 2019-11 | 9643621 | 华能国际电力股份有限公司；西安热工研究院有限公司；华能山东发电有限公司；西安交通大学 | 王勇；南江；吕尚 霖；刘瞻；陈志强；李杰；冷述文 | 有效 | 是 | 是 |
| 论文 | 火电厂集控运行节能降耗技术分析 | 中国 | issn2095- 2457.2020.28.33 | 2020-10 | Issn2095- 2457 | 华能聊城热电有限公司；华能山东发电有限公司 | 田忠玉；李勇；李杰；石佃忠；李洪伟 | 有效 | 是 | 是 |
| 论文 | 一次调频扰动多元非线性补偿的应用研究 | 中国 | issn.1674- 2583.2020.09.018 | 2020-09 | Issn1674- 2583 | 华能沾化热电有限公司； 华能山东发电有限公司；山东和信智能科技有限公司 | 李永春；李杰；王宝文；许红；张海涛；焦平义；路守山 | 有效 | 是 | 是 |
| 论文 | 汽轮机典型负荷陡变现象的故障类别及机理分析 | 中国 | QLJV.0.2 019-04-015 | 2019-08 | ISSN1001- 5884 | 哈尔滨工业大学空间基础科学研究中心； 华能莱芜发电有限公司；华能山东发电有限公司；哈尔滨工业大学(深圳)机电工程与自动化学院 | 万杰；董鹏；李杰；姚坤；白进纬；曹 勇 | 有效 | 是 | 是 |