# **2024年度自然资源科学技术奖公示表**

|  |  |
| --- | --- |
| **项目名称** | 车间焊接烟尘收集净化处理系统研究 |
| **申报奖项** | 一等或二等 |
| **主要完成单位** | 广船国际有限公司、南方环境有限公司 |
| **主要完成人** | 金利潮、刘毅梁、董景彪、陶坤、潘政红、于海涛、徐锋明、李建安、党长青、郑泽洪、潘松青 |
| **推荐意见** | 该项目旨在解决高大车间面临的多个焊接烟尘治理痛点，包括不固定工位、不固定工件和三维交叉作业等复杂条件下的焊接烟尘治理问题。通过使用GA-BP神经网络优化焊接烟尘气固两相流模型精准定位高效收集烟尘点位，结合高大车间内工件布置情况设计分布式高跨车间通风结构，形成车间焊接烟收集净化处理系统，高效净化污染环境，并在系统设置自动清灰排污技术，大大降低环境污染问题，大幅高大车间焊接作业环境，降低职业健康风险，满足《工厂场所有害因素职业接触限值》（GBZ2.1-2019）中“焊接烟尘浓度小余4mg/m3”的标准。  该项目获得13项知识产权，经专家鉴定，其总体技术达到了国内领先水平。所涉及的技术应用具备行业通用性，特别适用于船舶制造、轨道交通、冶金机械、桥梁钢结构等大型装备制造行业。这些行业的车间往往具有高大空间、复杂的作业条件和高浓度的焊接烟尘，迫切需要有效的焊接烟尘收集治理方法。通过该技术的应用，可以有效解决大型车间中焊接烟尘治理的难题。  此外，该项目还具有重要的经济效益和社会效益。该项目已在多家企业应用，通过降低投资成本和运行电耗，有效降低项目的成本，并在能源双控和双碳目标的背景下实现节能减排。为不同行业带来经济上的益处，并对环境保护和可持续发展产生积极的社会效益。  对照自然资源科学技术奖授奖条件，推荐该项目为2024年度自然资源科学技术奖一等奖。 |
| **成果简介** | 1.研发背景  国内船舶工业作为劳动力、资金、技术密集型产业，焊接烟尘治理面临诸多痛点。船舶制造车间空间大、工位多且分散，焊接作业密度大、产烟量高，传统除尘设备难以有效覆盖。同时，船舶制造常采用三维立体交叉作业，行车吊装频繁，导致焊接烟尘收集系统布置受限。常见的治理方法，如自然通风、局部通风等，存在不满足环保标准、降低生产效率、烟尘收集效果差或成本过高等问题。  随着国家对环保与职业健康的重视，船舶工业焊接烟尘治理面临更高要求。焊接车间需严格执行《工作场所有害因素职业接触限值》（GBZ2.1-2019），其中明确规定焊接烟尘职业接触限值小于4mg/m³，但实际焊接工位附近烟尘浓度常高达数十毫克每立方米，远超标准限值。这不仅威胁员工健康，还影响企业绿色生产和环境达标排放。  因此，开发高效、经济的焊接烟尘收集净化处理系统，不仅能够有效降低车间焊接烟尘浓度，改善工人作业环境、保障员工身心健康，还能满足企业绿色生产和严格的环境达标排放技术要求，具有重要的现实意义。  2.主要技术内容及成果水平  本项目聚焦于高大车间焊接烟尘治理的诸多痛点，如不固定工位、不固定工件以及复杂的三维交叉作业环境，创新性地采用GA-BP神经网络优化气固两相流模型，精准定位烟尘收集的最佳点位。结合高大车间内工件的实际布置情况，精心设计了分布式高跨车间通风结构，构建了一套完整的焊接烟尘收集与净化处理系统，并在系统中融入了自动清灰排污技术。本系统不仅高效净化了污染环境，还显著提升了高大车间的焊接作业环境，大幅降低了职业健康风险，确保车间内焊接烟尘浓度满足《工厂场所有害因素职业接触限值》（GBZ2.1-2019）中“焊接烟尘浓度小余4mg/m3”的标准。  本项目成果丰硕，已获得13项知识产权。经专家鉴定，其总体技术水平达到了国内领先。该技术具有广泛的行业通用性，特别适用于船舶制造、轨道交通、冶金机械、桥梁钢结构等大型装备制造行业。这些行业通常面临高大空间、复杂作业条件以及高浓度焊接烟尘的挑战，对有效的焊接烟尘收集治理方法有着迫切的需求。通过本技术的应用，可有效解决大型车间焊接烟尘治理的难题，为相关行业的绿色发展和职业健康保障提供了有力支持。  3.推广应用情况及效益  本项目成果主要服务的对象为重工业及制造业等在大型车间使用焊接工艺生产作业的企业。目前已承接广船国际有限公司、江苏汇金环保科技有限公司、三河同飞制冷股份有限公司、重庆长征重工有限责任公司等焊接烟尘治理项目。累计销售额达到4000万元以上。  本项目实现研究和设计目标，形成利于焊接烟尘收集的有组织气流运动，系统地解决了大型钢结构车间不固定工位、不固定工件焊接烟尘治理的难点，大幅改善车间作业环境，保障车间焊烟浓度满足《工作场所有害因素职业接触限值》标准，全面达到国家职业健康标准，大幅降低职业健康风险，保障员工的身心健康。同时焊工在工作过程不受除尘系统干扰，可以保证生产效率。在国内造船业的大型车间焊接烟尘治理中尚属首例。不仅可以有效解决造船企业在车间焊接烟尘治理方面的迫切需要，满足企业自身绿色生产和严格的环境达标排放技术要求，而且本项目研究的相关技术及装备，在造船企业和国内的钢结构生产、设备制造等含有大型车间的单位中，都具有较高的通用性，成果拓展与推广具有一定市场前景。在能源双控和双碳目标的大背景下具有重要的社会效益和经济效益，不断促进我国船舶产业绿色化、数字化升级，助力我国制造业布局绿色生态，打造“绿色工厂”，实现“绿色制造”。 |
| **客观评价** | 本项目成果的研究及应用为国内首例，能够填补船舶行业内复杂环境高大作业车间焊接烟尘治理技术设计空白。与当前国内同类技术对比：   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | 本技术关键技术 | 常见技术 | 对比优势 | 权威专家和机构采纳 | | 建立了高大车间三维作业环境焊接烟尘流场模型，提出了GA-BP神经网络优化该环境焊接烟尘收集的计算方法，实现对烟尘精准高效收集 | 全面通风：屋顶安装通风器、厂房设计为半开放空间，增加建筑进风面积 | 采用自然通风的车间，内部气流受热压和风压的影响，且或会因外部风向的变化出现气流倒灌现象。 | 1、广东省科学技术情报研究所《科技查新报告》  结论：国内未见到与本技术查新点相同的文献报道。  2、广东省环境保护产业协会颁发的粤环协鉴【2023】3号《环保产业科技成果专家评价鉴定证书》  结论:该项目研制难度大、技术复杂，研究成果成熟、可靠，总体技术达到国内领先水平，已在多家企业应用，具有良好的经济效益和社会效益及广阔的应用前景 | | 局部通风：采用自动定位移动式焊烟净化机组直接从焊接工作点附近捕集烟气，控制有害物质扩散在室内。 | 采用移动式焊烟净化机组除尘的方法更适用于零星固定焊接工位。 | | 研制了零干扰三维作业高大车间的焊接烟尘收集系统，实现对焊接烟尘的零干扰高效收集 | 平面分段流水线、T型材焊接流水线等自动焊工位采用固定式局部除尘系统，在流水线焊接点位上方设置吸尘罩，被捕集的焊烟等粉尘经风管进入滤筒除尘器净化处理后气体由离心风机排放。 | 只适用于固定式局部除尘系统，不便于大工件、交叉作业等场景。 | | 固定上吸罩结合软帘围挡成相对密闭的烟尘捕集区域，利用焊接烟尘上升的特性进行捕集。 | 只适用于固定工位，水平运输工件的焊接工位，排风口布置在上顶，受烟尘上升影响，工人仍会呼吸到烟尘。 | | 研制了一种高大车间焊接烟尘收集净化集成数控化系统，达到了自循环式收集、净化以及全自动清灰、排污维护处理效果 | 通过在车间或外场布置配备烟尘收集处理装置的可伸缩式工棚，可实现较大区域范围内的焊接或打磨烟尘治理。 | 只适用于中小型钢结构件的焊接烟尘收集。车间内使用需重新规划产品生产区域及物流吊运流程，花费成本高。 | | 通过高真空形成的负压，焊烟产生初期尚未扩散第一时刻捕捉，效率高、运行功率低，起到事半功倍的效果。 | 附加设备重量大，不便于工人作业操作。 | |
| **主要知识产权目录** | 发明专利：焊烟处理系统的电气控制柜 ZL2021106150411 |
| 实用新型：车间除尘用清洗小车电气控制系统 ZL2021211983581 |
| 实用新型：清洗小车水路系统 ZL2021212126792 |
| 实用新型：焊接烟尘高效处理系统 ZL202121206545X |
| 实用新型：车间焊接烟尘处理设备的送风系统 ZL2021211984917 |
| 实用新型：分布式焊接烟尘收集系统 ZL2021212065002 |
| 实用新型：焊烟处理系统的电气控制柜 ZL2021212217382 |
| 实用新型：焊烟电除尘设备 ZL2021212260359 |
| 实用新型：高跨车间通风结构 ZL2021212271014 |
| 实用新型：一种具备引导除尘功能的烟气净化装置 ZL2022215079410 |
| 实用新型：一种可变式机构及烟尘处理装置 ZL2023206919067 |
| 实用新型：一种快拆机构及烟尘处理设备 ZL2023206919334 |
| 实用新型：一种通风装置的调节机构 ZL2023208633261 |
| 发明专利：一种基于遗传-神经网络（GA-BP）模型的焊接车间环境控制方法 2021103346463 |