**附件：**

**沈阳华人风电科技有限公司拟提名的2019年度省科技奖励项目**

|  |  |
| --- | --- |
| 项目名称 | 风力发电系统多维精细化互动仿真训练技术体系创建及应用 |
| 提名者 | 沈阳市科技局 |
| 提名意见 | 该项目“风力发电系统多维精细化互动仿真训练技术体系创建及应用”同意提名该项目申报2019年度辽宁省科学技术进步奖二等奖。 |
| 项目简介 | 我国风电产业发展迅猛，总装机和年新增装机位居世界第一，随之人才流动加快、人才紧缺问题凸显，而人才培养体系和规模跟不上发展。同时，风电行业存在高空、高电压、高速、高成本等“四高”问题，为保障人、财、物安全，企业无法为人才培养提供专门生产训练，成为制约行业人才培养的“卡脖子”难题。项目完成单位瞄准风电行业人才培养核心难题，依托沈阳工业大学国家级风能技术团队，在科技型中小企业技术创新基金支持下，创建了适合于风电人才培养的精细化交互仿真训练技术体系，创新如下：（1）提出了风电场、风电机组和部件设备三个层级仿真系统的动态互联体系架构；打破GH等国际企业技术垄断，研发了国内首个风力发电系统集成化仿真计算引擎程序，动态、实时、精准驱动风电仿真软硬件运行和联动，解决了风电行业多尺度操控仿真训练难题。（2）提出了基于装配界面的机械装备装配训练方法，扩展创建了基于界面层的风力发电系统互动仿真训练技术体系架构，由装配界面、操作界面、控制界面将操作对象与用户行为分离，以虚代实，减少训练投入，解决了风电行业装配、定检、维修、操作等训练“四高”难题。（3）提出了风力发电系统多学科分析联合仿真技术架构，仿真内容涵盖气动、传热、动力学、优化等多学科，可开展多学科、多物理场联合仿真，实现了多学科分析的数据联动、过程联动和视图联动，解决了系统认知、科学实验等行业难题。（4）建立了完善的风力发电系统仿真训练课程及支撑体系，内容涵盖实验、试验、实训和教学环节；研制了风电场、风电机组、部件设备等多尺度仿真训练装置22种、仿真训练软件14套；撰写配套课程指导36册，累计出版教材4部；解决了风电行业人才培养体系不健全的难题。项目成果为风电行业的制造、运维、科研和教学人才培养搭建起了完善的仿真训练平台；产品在北京、天津、上海、内蒙古、吉林、辽宁、河北、宁夏、甘肃、江苏、山东、云南、黑龙江、新疆等省区市的63家单位推广应用；开展理论、技能和师资培训40余次，直接培训教师和技术人员超1200名；教材被清华大学等百余所高校图书馆收藏，被广泛阅读和使用。成果受益人数超10万人。项目成果在2017全国职业教育虚拟仿真应用案例评选活动中获得“优秀应用案例奖”；在2018年度全球绿色低碳领域“蓝天奖”评审中获“蓝天奖提名奖”；为节能环保和绿色低碳事业做出了突出贡献；在风电知识传播和职业教育领域产生了巨大影响力；为解决行业人才培养“卡脖子”难题发挥了重要作用；为风电行业教育科技进步做出了不可替代的重大贡献，取得了重大的社会效益。 |
| 客观评价 | **一、项目新颖性评价**摘自：《风力发电系统多维精细化互动仿真训练技术体系创建与应用——科技查新报告》——中国科学院文献情报中心“中国科学院文献情报中心对项目技术的创新性进行评价，经对相关文献进行比较分析，得出结论如下：（1）查新点“风力发电“场-机-部”三层级实时联动仿真技术”的内容，国内外公开文献中未见相同报道。（2）查新点“基于装配界面层的风力发电系统互动虚拟仿真训练技术”的内容，国内外公开文献中未见相同报道。”**二、行业学会的评价意见****（1）辽宁省可再生能源学会的评价意见**摘自：《风力发电系统多维精细化互动仿真训练技术体系创建与应用项目评价》——辽宁省可再生能源学会。**“**沈阳华人风电科技有限公司等单位在国内率先创建了风力发电系统多维精细化互动仿真训练的技术体系，开发了高精度的风力发电系统集成化仿真计算程序内核，在多学科的联合仿真、联动仿真、交互仿真等多个维度上取得了重要的技术突破与创新，部分技术填补了国内空白，成为国内外风电仿真训练技术领域的行业标杆。项目团队是少数能够完成风力发电系统高精度、精细化、动态仿真的团队之一。项目成果解决了制约行业健康发展的痛点和“卡脖子”问题。技术、产品和服务在风电场、整机企业、高等院校、职业院校等得到了规模化推广，为我国风电产业人才培养做出了重要贡献。”**（2） 中国可再生能源学会风能专业委员会的评价意见**摘自：《风力发电系统多维精细化互动仿真训练技术体系创建与应用项目评价》——中国可再生能源学会风能专业委员会“沈阳华人风电科技有限公司是国内知名的风电技术研究、开发和服务企业，在风电行业内有着较强的影响力。该公司一直从事风电相关的设计、分析和仿真技术研究与开发，在风力发电系统仿真训练技术领域一直保持领先地位。沈阳华人风电科技有限公司牵头创建的“风力发电系统多维精细化交互仿真训练技术体系”涵盖了设计、制造、运输、吊装、调试、运维等风电行业上下游环节，服务于风电产业人才培养中的实验、实验和实训。该技术体系及其衍生产品在国内高等院校、职业院校和企业得到了大面积的推广应用，使大批的在校大学生、技术人员和科研人员从中受益。本项目成果为我国风电产业人才培养发挥了巨大的不替代的作用，为我国风电产业健康发展做出了重要贡献。”**三、社会公益组织的评价意见****（1）全球绿色低碳领域“蓝天奖”评审委员会**经2018年度全球绿色低碳领域“蓝天奖”评审委员会评审，来自美国、日本、德国等20多个国家300多项技术参加“蓝天奖”评选，本项目成果“风力发电工程VR虚拟实训系统”进入48强，被授予“蓝天奖提名奖”。**（2）中国职业技术教育学会职业教育装备专业委员会**沈阳华人风电科技有限公司在2017首届全国职业教育虚拟仿真应用案例评选中，参选的“风力发电虚拟实训系统”荣获“优秀应用案例奖”。 |
| 推广应用情况 | **1．应用情况**本项目成果的产品、技术、课程、教材及服务被应用于北京、天津、上海、内蒙古、吉林、辽宁、河北、宁夏、甘肃、江苏、山东、云南、黑龙江、新疆等省、市、自治区的63家企业、高校和科研院所；受益人数超过10万人次，遍布国内风电场，为国内大部分风电场和整机厂提供了有力的人才和技术支撑。**2．经济效益和社会效益**（1）成功研制出风力发电系统集成化仿真计算引擎程序，打破了GH等外国企业的技术垄断地位，成为国际上少数具备风力发电系统高精度、精细化、动态仿真能力的团队之一。 （2）研发形成了一整套完善的风力发电系统多维精细化交互仿真训练技术体系；从技术、装备、课程、教材等多方面为我国风电行业技术人才培养提供了全方位的技术和服务保障；为我国风电教育科技进步做出了重大贡献。（3）研制了22种风力发电系统仿真训练硬件装置和14种仿真训练软件系统，仿真训练范围几乎覆盖了风电行业的上下游产业链，在风电仿真训练技术领域产生了巨大影响力。（4）技术和服务覆盖了全国63家企业、高校和科研院所的专业学院、培训基地和技术中心，在五大电力集团、国家示范性职业院校和国内双一流高校开设技术、技能和师资培训课达40余次，参加培训的教师和技术人员达1200余名，为解决行业人才培养发挥了重要作用。(5) 本项目研制的风力发电仿真训练软硬件产品、课程及教材被全国10万余名技术人员、大学生、科研人员和教师所使用。成果受众广泛、行业影响力巨大。项目成果为风力发电知识传播、为风电从业人员整体素质和水平提高、为促进节能环保和绿色低碳事业发展做出了突出贡献。 |
| 主要知识产权证明目录（不超过10件） |
| 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 | 发明专利有效状态 |
| 发明专利 | 适用于微电网的多源分布式发电系统及控制方法 | 中国 | ZL 2015 1 0811378.4 | 2018/10/26 | 3125102 | 沈阳工业大学 | 王士荣，王晓东，刘颖明，李科，王超，刘玥 | 授权有效 |
| 发明专利 | 适用于微电网的多源分布式发电系统及控制方法 | 中国 | ZL 2015 1 0811378.4 | 2018/10/26 | 3125102 | 沈阳工业大学 | 王士荣，王晓东，刘颖明，李科，王超，刘玥 | 授权有效 |
| 发明专利 | 双叶片模型风力发电机实验台及实验方法 | 中国 | ZL 2015 1 0430457.0 | 2018/8/10 | 3027007 | 沈阳华人风电科技有限公司 | 刘颖明;谢洪放;张森林;崔戈;王建国 | 授权有效 |
| 实用新型专利 | 风电机组装配实训装置 | 中国 | ZL 2017 2 0382253.9 | 20180518 | 20180518 | 沈阳华人风电科技有限公司 | 刘颖明；王晓东；马铁强；唐蕾 | 授权有效 |
| 软件著作权 | 风电场微观环境动态监测与模拟系统 | 中国 | 2016SR186732 | 2016/7/20 | 01118250 | 沈阳工业大学 | 马铁强孙传宗、姚兴佳单光坤 | 授权有效 |
| 软件著作权 | 风电机组机舱温度场分析与热布局优化系统 | 中国 | 2016SR187187 | 2016/7/20 | 01114893 | 沈阳工业大学 | 马铁强姚兴佳孙传宗单光坤 | 授权有效 |
| 软件著作权 | 风力发电工程VR虚拟实训系统 | 中国 | 2018SR389222 | 2018/5/28 | 02625350 | 沈阳华人风电科技有限公司 | 姚露张森林 | 授权有效 |
| 软件著作权 | 风力发电虚拟实训系统 | 中国 | 2015SR23731 | 2015/2/4 | 00649601 | 沈阳华人风电科技有限公司 | 姚露张森林 | 授权有效 |
| 软件著作权 | 风电机组虚拟检修系统 | 中国 | 2017SR662151 | 2017/12/1 | 02130480 | 沈阳华人风电科技有限公司 | 姚露张森林 | 授权有效 |
| 软件著作权 | 风电场运维虚拟仿真系统 | 中国 | 2014SR146944 | 2014/9/29 | 0816184 | 沈阳华人风电科技有限公司 | 张森林 | 授权有效 |
| 完成人情况 | 1：马铁强；第1完成人；博士，副教授；工作单位：沈阳工业大学。对本项目贡献：（1）负责项目技术方案制定和实施；（2）发明了风力发电系统布局模拟方法，用于风力发电系统多层级联动仿真；（3）发明了基于装配界面的机械装备装配训练方法，拓展应用于风力发电领域；（4）开展了风电机组机舱温度场仿真分析方法研究；（5）主编了2部教材。2：单光坤；第2完成人；博士，副教授；工作单位：沈阳工业大学。对本项目贡献：（1）参与了风力发电系统多物理场仿真分析研究；（2）负责研究和制定本项目实验、试验和实训的技术体系，提出了多种实训方法；（3）参与研发了2款风电仿真实训软件；（4）主编1部教材。3.孙传宗；第3完成人；博士，讲师，工作单位：沈阳工业大学。对本项目贡献：（1）负责风力发电多学科分析技术及其联合仿真技术攻关，并研发出2套风电仿真训练软件；（2）参编1部教材。4：姚兴佳；第4完成人；教授；工作单位：沈阳工业大学。对本项目贡献：(1)参与了技术路线制定；（2）提出了风力发电系统控制策略，用于多层级联动仿真；（3）主编1部教材；（4）协助技术产业化和产品推广。5：赵 骞；第5完成人；博士，讲师；工作单位：沈阳工业大学。对本项目贡献：（1）研究了风轮特性计算方法，用于风力发电系统集成化仿真引擎程序开发，驱动多层级联动仿真；（2）开展了风电机组计算流体力学仿真分析，用于多学科分析联合仿真。6：王士荣；第6完成人员；教授级高级工程师；工作单位：沈阳工业大学。对本项目贡献：（1）参与开发风电场布局模拟方法研究，提出了多源分布式发电系统及控制方法，用于风力发电系统多层级联动仿真；（2）参与了风电机组机舱温度场分析，用于风力发电系统多学科分析联合仿真；（3）参编1部教材；（4）参与了技术产业化和产品应用推广。7：王超；第7完成人。工程师；工作单位：沈阳工业大学。对本项目贡献：（1）参与了风力发电系统多层级仿真训练技术及其仿真软件开发；（2）参编3部教材；（3）参与技术产业化，负责硬件产品的电控系统开发。8：张森林；第8完成人，高级工程师。工作单位：沈阳华人风电科技有限公司。对本项目贡献：（2）参与风力发电系统多层级联动仿真技术开发，发明了双叶片模拟实验装置；（2）主持开发了多种风力发电仿真训练软件和硬件产品；（3）参与技术产业化和产品推广。9：姚露；第9完成人，工程师。工作单位：沈阳华人风电科技有限公司。对本项目贡献：（1）参与了基于界面蹭的风力发电系统交互仿真训练技术开发。（2）参与开发了《风力发电工程VR虚拟实训系统》、《风力发电检修虚拟实训系统》等多种交互仿真训练软件产品；（3）参编1部教材；（4）参与技术产业化与产品推广。 |
| 完成单位及创新推广贡献 | 沈阳华人风电科技有限公司为第1完成单位，对本项目科技创新和推广应用的贡献在于：负责组建技术和产品研发团队；负责项目总体规划和实施;提出了风力发电系统多层级联动仿真技术;负责组织项目成果向产品转化;负责和参与了系列化软硬件产品的应用推广。沈阳工业大学为第2完成单位，对本项目科技创新和推广应用的贡献在于：负责项目理论研究、技术攻关和体系建设;提出了风力发电系统多维精细化互动仿真训练技术的整体体系，组织了风力发电系统多学科联合仿真、多层级联动仿真、交互仿真等核心技术的攻关，协助第1完成单位实施了项目技术的产业化，将其转化为服务于我国风电行业专业技术人才培养和训练的优秀仿真产品。 |
| 完成人合作关系说明 | 沈阳华人风电科技有限公司是依托沈阳工业大学风能技术团队力量发展起来的高新技术企业。完成人单光坤、孙传宗、姚兴佳、王士荣、赵骞和王超均为沈阳工业大学风能技术团队的核心成员，与第一完成人组成了紧密的团队合作关系。上述人员是本项目的主要参加者和完成人，长期从事风力发电相关的理论研究和关键技术攻关；近年来，上述人员紧密围绕沈阳华人风电科技有限公司的产品路线，开展风力发电系统设计、分析、仿真和控制等方面研究，并将相关技术成果应用于风力发电系统仿真训练领域。完成人张森林、姚露是沈阳华人风电科技有限公司员工，与第一完成人之间是校企合作关系。完成人张森林现为沈阳华人风电科技有限公司技术部高级工程师，长期从事风力发电系统仿真训练技术研究和相关产品开发，是多种仿真训练软硬件产品的研发负责人，为项目成果的产业化做出了重要贡献。项目完成人姚露现为沈阳华人风电科技有限公司技术部工程师，长期从事风力发电系统仿真训练软件系统的研发工作，是风力发电虚拟检修系统、风力发电工程VR虚拟实训系统等软件的架构师，为本项目成果的产业化做出了重要贡献。 |