

# 江苏省优秀研究生工作站示范基地

## 申报书

申请单位全称：南通润邦重机有限公司

组织单位代码：79861283-0

单位所属行业：机械制造行业

单位地址：南通市船舶配套工业园区荣盛路 88 号

单位联系人：朱小龙

联系电话：13706278352

电子信箱：xingzhe.zu@rainbowco.com.cn

合作高校名称：南京理工大学

工作站认定时间：2011 年 6 月

优秀认定时间：2016 年、2020 年

江苏省学位委员会  
江苏省教育厅 制表

# 填写说明

## 一、申请单位基本情况

“研发机构”指经批准建设的博士后科研工作站、工程技术研究中心、企业技术中心、工程中心、公共技术服务平台等，按机构名称、级别、认定部门、认定年份等逐一列出。

“工作站获综合奖励情况”指政府及政府相关职能部门组织的奖励。

## 二、工作站技术研发情况

“科研项目、课题名称”指建站以来经各有关部门立项支持的研发项目。选择最具代表性项目，不超过5项，按类别、编号、名称和经济效益、社会效益、申请专利、制订标准等逐一列出。

## 三、工作站建设与运行管理情况

根据工作站运行与管理需要，企业和合作高校独立或联合出台的相关管理文件、管理办法和举措情况。

## 四、工作站人才培养培训情况

“进站研究生发表与工作站研究课题相关的学术成果”指在国内外学术期刊正式发表的学术论文。

“进站研究生取得与工作站研究课题相关的发明专利”指学生作为主要完成人所申请的国内外发明专利。

## 五、佐证材料复印件请附在本表后面并按以下顺序一起装订

1. 设站单位各类项目立项批文；
2. 设站单位高新技术产品认定、授权专利、技术标准制订、科学技术奖励证书等；
3. 进站导师组及研究生所发表的代表性论文、科研奖励证书、专利证书等。

## 六、其他

本表由企业与合作高校联合填报，一式两份，A4纸双面打印，连同附件佐证材料装订成册。文字原则上使用小四或五号宋体。填报时不得改变本表格式。

一、申请单位基本情况

单位所在地域	南通市 港闸区(县)					
所属领域(行业)	B	A 电子信息、B 现代制造、C 新材料、D 生物医药、E 高科技农业、F 新能源与节能、G 环保、H 化工、I 纺织、J 其它				
单位类型	B、C、D	A 星火龙头企业、B 民营科技企业、C 国家火炬计划重点高新技术企业、D 省高新技术企业、E 其它(可多选)				
职工总数(人)	759人					
近三年销售收入、利润、纳税额等(人文社科类研究生工作站可不填写此项)						
年度	销售收入(万元)	利润(万元)	纳税额(万元)			
2018	55906.52	4405.34	5692.17			
2019	69242.77	6944.80	4389.06			
2020	70874.56	4512.08	3736.62			
研发机构名称	级别	认定部门	认定时间			
江苏省特种起重装备工程技术研究中心	省级	江苏省科技厅	2010			
江苏省企业技术中心	省级	江苏省经济和信息化委员会	2012			
江苏省工业设计中心	省级	江苏省工信厅	2018			
江苏省港口起重装备和海洋工程起重装备工程研究中心	省级	江苏省发改委	2018			
科技人员(人)	280	上年度研发经费(万元)	4913			
研发人员(人)(不含兼职)	257	其中	博士	5	硕士	12
			高级职称	40	中级职称	90
授权专利总数(件)	109	其中授权发明专利数(件)				14
工作站获综合奖励情况						

荣誉称号、表彰奖励名称	获奖时间	授奖部门	获奖级别	备注
第三届“全国工程专业学位研究生联合培养示范基地”——先进制造与高端装备研究生联合培养实践基地	2017.9	全国工程专业学位研究生教育指导委员会	国家级	南通润邦重机为示范基地共建单位之一
2020年度江苏省研究生教育改革成果奖 “产学研深度融合、多方协同的机械工程研究生培养模式研究与实践”	2020.11	江苏省研究生教育指导委员会	省级 二等奖	成果实践应用单位
2018年度江苏省优秀研究生工作站——南通润邦重机有限公司研究生工作站	2018.7	江苏省教育厅 江苏省科技厅	省级	南通润邦重机
2020年度江苏省期满验收优秀研究生工作站——南通润邦重机有限公司研究生工作站	2021.2	江苏省教育厅 江苏省科技厅	省级	南通润邦重机
2019年度江苏省科学技术奖 “超大型智能化海上风电安装作业平台关键技术研发及应用”	2020.3	江苏省人民政府	省级 二等奖	南理工第1，南通润邦重机第3
2013年度江苏省科学技术奖 “海上风电工程起重装备关键技术及产业化”	2014.2	江苏省人民政府	省级 二等奖	南通润邦重机第1，南理工第2
2011年度南通市科技进步奖 “GYGQ350-116海上风电工程起重机”	2011.12	南通市人民政府	市级 二等奖	南通润邦重机

## 二、工作站科研开展情况

课题研究				
起止年月	科研项目、课题名称	项目来源及类别	完成情况	成果获奖、专利及效益情况 (注明授奖部门、奖励级别及排名)
2011.10-2014.12	面向海上风电作业的超大型多功能吊装装备研发及产业化(BA2011088)	江苏省科技成果转化项目	通过科技厅验收	获江苏省科学技术二等奖1项(排第1); 获发明专利2件、实用新型专利12件、软件著作权1件。
2013.1-2016.12	超大型海上风电吊装装备故障诊断与预报的多尺度方法研究(51275245)	国家自然科学基金	通过验收	获发明专利3件、发表学术论文6篇。
2014.7-2016.6	超大型海上风电吊装装备的嵌入式智能监控与维护系统研发(BY2011104)	江苏省产学研前瞻性联合研究	通过科技厅验收	获江苏省科学技术二等奖1项(排第1); 获发明专利17件、实用新型专利24件; 荣获“国家优质工程金质奖”1项。
2015.4-2019.3	智能型多功能移动式港口起重机的研发及产业化	江苏省科技成果转化	通过科技厅验收	获江苏省首台(套)重大装备认定; 申请发明专利9件、实用新型专利8件,获得授权发明专利3件、实用新型专利8件,软件著作权1件。
2018.04-2020.08	大型绕桩式全回转海洋工程平台起重装备的研发	江苏省海洋科技创新专项项目	通过科技厅验收	获得中国(江苏)智慧海洋创新创业大赛技术创新组决赛一等奖; 申请发明专利4件、实用新型专利7件,获得授权发明专利2件、实用新型专利7件。
技术创新				
<p>本研究生工作站坚持以市场为导向,技术为平台,瞄准国内外高端产品市场,结合工厂实际需求,加大产品创新,增加产品附加值,取得了丰硕成果:</p> <p>(1) 针对海上风电吊装设备的大负荷力流分布,创新设计了桅杆式结构,为大起重量、大起升高度、大工作跨距的吊装作业提供了解决方案;</p> <p>(2) 基于虚拟样机和疲劳寿命预测的整机受力构件轻量化设计技术,使得整机重量轻、受风面小、稳定性好;</p>				

(3) 研发的表面涂装处理先进工艺技术，解决了海上高温、高盐度、高水分环境下设备的防腐难题；

(4) 采用先进的液压负载敏感控制技术，实现了整机起升、变幅、回转的平稳控制，有效减少了冲击，增强了整机的抗倾覆能力和节能效果；

(5) 采用液压马达直驱内藏式减速箱设计方案，大幅度提高了绞车卷筒的容绳量，使绞车提升重量更大、更安全、绕绳更合理，并大大延长了钢丝绳寿命；

(6) 提出了基于运行数据的海上风电工程起重装备早期故障诊断和预报技术，开发了远程监控与维护系统，实现了海上风电工程起重装备的高效安全运行；

(7) 发明了超大型海上风电安装作业平台 360° 全回转绕桩式起重机，既解决了起重机回转支承问题、确保了作业平稳，也避开了中心桩腿孔，提高了绕桩式起重机的维修性、关键零部件的可靠性及作业效率，极大地提升了起升速度，满足了重物的防摆要求；

(8) 创新设计了超大型海上风电安装作业平台液压环梁插销紧锁式自保护升降系统，与齿轮齿条式升降机构相比，系统寿命长、可靠性高、成本低、适合频繁升降，同时具备容错性，可保证平台的作业平衡。研发的集成式双控液压系统有效解决了作业平台四条桩腿在起升时位置差异无法协调运动的难题；

(9) 研发了超大型海上风电安装作业平台新型桩腿等升降系统关重件制造及总装工艺，极大地提高了桩腿的制造精度，可达到：桩腿直径  $\phi 2800 \pm 2 \text{ mm}$ ；椭圆度误差  $\leq 10 \text{ mm}$ ；任何桩腿长度 12m 范围内直线度误差  $\leq 5 \text{ mm}$ ；开发了升降系统模块化立体装配工艺，实现了高效立体式安装，提高了海上风电作业平台装配质量和效率；

(10) 提出了超大型海上风电安装作业平台起重机的信号检测、特征提取及故障诊断理论和方法，实现了传动系统关键部件早期微弱故障信号的增强检测，克服了传统特征构造方法无法有效表示多尺度观测结果的非线性与关联性、传统去趋势波动分析方法识别精度较低的缺点；

(11) 研发了嵌入式智能监控与远程维护系统，实现了吊装装备的现场实时控制、远程监控、故障智能诊断与远程维护，保证了海上风电安装作业平台的高效安全可靠运行。

成果转化

研发的风电安装作业平台如图 1 所示，由船体、关键部件（装置）、控制与监控系统及升降系统等组成，其中升降机构为液压环梁插销式，由升降油缸、上下环梁和上下插销装置等组成，具有插拔桩频繁、升降速度快、起吊能力强等特点。相比国内外同类风电安装作业平台，该平台具有建造成本低、可靠性高、承载能力大、维护成本低、作业条件适应性强等优势，图 2 为该平台在华电重工股份有限公司承接的中电投滨海北区 H1#100MW 海上风电项目施工现场。



图 1 海上风电安装作业平台图      2 海上风电安装作业平台施工现场

该海上风电安装作业平台是一种全新的海洋工程船舶，主要用于海上风力发电机的运输和吊装，它将运输船、作业平台、起重船以及生活供给船的多项功能完美地融为一体，另外还装有先进的动力定位系统和自动控制系统，操作灵活自如，可以独立完成上述运输和吊装。该项目荣获 2016-2017 年度国家优质工程金质奖。

### (1) 发明了超大型海上风电安装作业 360°全回转绕桩式起重机

发明了超大型海上风电安装作业平台 360°全回转绕桩式起重机，创新设计了 360°全回转平台支撑装置、可快速进行绕绳倍率调整的吊钩滑车和角度可调式稳货系统，主要性能指标和国内外同类产品比较如表 1，经江苏省经济和信息化委员组织的新产品专家鉴定（苏经信鉴字（2017）364 号），技术水平处于国内领先、国际先进。

表 1 该项目与国内外同类产品的比较

品牌	GustoMSC	振华重工集团	南通润邦重机有限公司
国家	荷兰	中国	中国
起重能力 (t)	800	1000	1000
结构形式	绕桩式	绕桩式	360°连续回转绕桩式
作业半径 (m)	22.5~92	22.5~85	15.1~92.5
起升高度 (m)	130	130	135
起升速度 (m/min)	0~5	0~2.5	0~5.5
回转速度 (r/min)	0~3	0~0.15	0~0.3
是否有防摆稳货功	有	没有	有

如图 3 所示的 360°全回转平台支撑装置摒弃了传统的滚轮式回转起重机“圆柱轮面滚

轮+中心回转轴+套筒式”设计，利用回转平台本身下部筒体设计作为起重机的回转轴，利用起重机基座上上部法兰等效作为起重机的回转套筒，在回转平台筒体外壁轮辋式向外辐射设置车轮组（如图4），每个车轮的锥形轮面和焊在起重机基座上的斜面轨道配合为回转平台提供向心力，既解决了起重机的回转支承问题，确保了作业平稳，也避开了中心桩腿孔，满足了绕桩式起重机由安装空间特点带来的特殊安装要求。当起重机吊臂位置固定后，可以拆下整个回转驱动装置，也可以拆检回转驱动装置内的关键零部件，使回转平台支撑装置具备很好的维修性，提高了起重机吊装作业的效率 and 关键零部件的可靠性，确保作业安全。

研发了可快速进行绕绳倍率调整的吊钩滑车，装拆调整极为方便，无需进行钢丝绳的装拆缠绕和调整，极大提升了起升速度，使用维护成本低；研发了角度可调式稳货系统，采用了起重机绞车出绳位置随吊钩位置与吊臂角度变化而动态匹配调整技术，满足了重物的防摆要求。

该技术已获发明专利 4 件：大型绕桩式海上平台起重机（ZL201210321575.4），一种绕桩式起重机新型回转支承装置（ZL201410728501.1）；一种具有快速进行绕绳倍率调整功能的吊钩滑车（ZL201610222998.9）；一种角度可调式起重机稳货系统（ZL201610222999.3）。

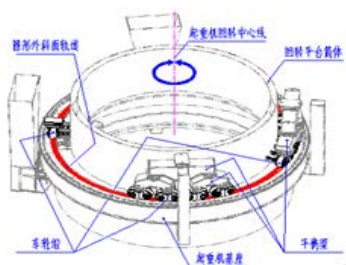


图 3 台车式全回转结构

图 4 起重机回转支撑车轮组

## (2) 创新设计了超大型海上风电安装作业平台液压插销紧锁式自保护升降系统

所研超大型海上风电安装作业平台液压插销紧锁式自保护升降系统如图 5 所示，该升降系统主要由液压环梁插销式升降机构和集成式双控液压系统组成，其中，液压环梁插销式升降机构由升降油缸、上下环梁和上下插销装置等构成，集成式双控液压系统包含液压泵站系统和阀控系统两部分。主要性能指标和国内外同类产品的比较如表 2 所示，单桩举升能力 4000t 为国内迄今为止最高水平，系统技术水平处于国内领先、国际先进。

液压环梁插销式升降机构采用了目前国内最安全的液压插销紧锁技术，通过在平台升



降到位时插销与壳体式桩腿上的销孔的配合实现上下插销的互锁，具有体积小、惯性好、传动效率高、对桩腿没有公差要求、刹车时由于液压缸的缓冲作用无需在结构上设置缓冲传动效率高等优点，与齿轮齿条升降型式相比使用寿命长、可靠性高、更适用于频繁升降的场合，同时成本更低。整套升降机构具备容错性，即当部分机构发生故障时，系统仍能正常升降。平衡装置成对配合使用，可在 2°以内补偿倾斜角度，保证平台作业时的平衡。

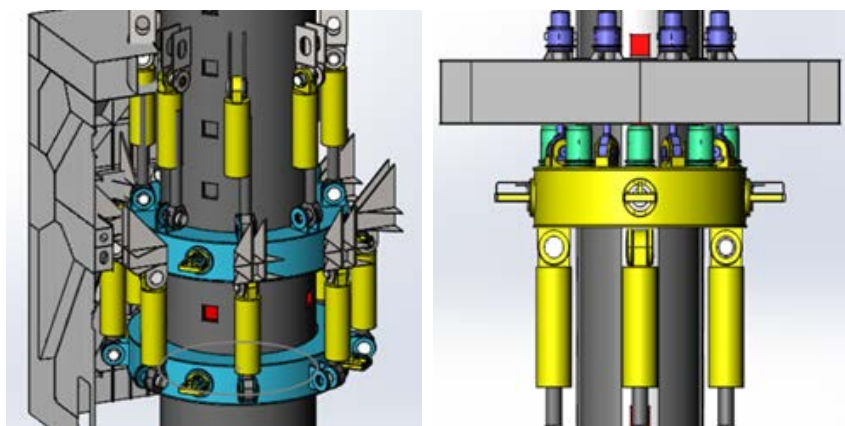


图 5 液压插销紧锁式自保护升降系统

表 2 与国内外同类产品的比较

品牌	LeTourneau	普丰海工	南通润邦重机有限公司
国家	美国	中国	中国
单桩举升载荷（吨）	3200	2500	4000
举升平台平均速度（m/h）	8	10	12
下降平台平均速度（m/h）	12	15	18
升降桩腿平均速度（m/h）	18	20	24
是否有智能化集中控制系统	有	没有	有

集成式双控液压系统为保证升降机构顺利工作进行动力输送和动态控制。液压泵站系统包括：主回路、辅助回路、控制回路和插销回路四个部分，主泵采用无级变量的斜盘式轴向柱塞变量泵设计，实现了桩腿各个工作过程的工作压力匹配、背压可调、油缸同步模块设置等功能，保证了平台的自由灵活升降。阀控系统通过控制桩腿的阀台将各阀组集成于一体，提高了液压控制的可靠性和安全性，同时减少了管路长度和油液内外泄漏，采用插装阀和比例阀共用的双控制模式，提高了在斜盘式轴向柱塞变量泵、比例控制阀及油缸平衡阀失效模式下的安全性，从而有效解决了海洋风电安装作业平台的四条桩腿在起升时由于海床高低使各桩腿运动位置存在差异无法协调运动的难题。

该技术已获授权发明专利：一种上下环梁制作工艺（ZL 201210420891.7）；发表学

术论文：一种海上风电起重机液压系统设计/机械工程师。

### (3) 研发了超大型海上风电安装作业平台新型桩腿等升降系统关重件制造及总装工艺

桩腿的制造和安装是超大型海上风电安装作业平台升降系统建造最关键和难度最大的工作，对桩腿制造工艺和升降系统总装工艺要求极高。

自主研发的超大型海上风电安装作业平台桩腿制造工艺如图 6 所示，创造性地采用了先分段制造，再最终整体合拢的理念和制造技术，具体包括下列步骤：单个管节的制作；在管节的内部安装加强角钢；单个管节合拢；划线装配插销孔覆板并做好标记；沿覆板插销孔在筒体上划线；卸掉插销孔覆板；仿形切割筒体上插销孔；覆板二次装配；焊接覆板；装焊内部防海水结构；焊后打磨；报 QC 检验。通过对桩腿分段制造精度进行严格把控，从而保证了桩腿最终整体合拢的制造精度，桩腿制造精度得到极大的提高，可达到：桩腿直径  $\phi 2800 \pm 2 \text{ mm}$ ；椭圆度误差  $\leq 10 \text{ mm}$ ；任何桩腿长度 12m 范围内直线度误差  $\leq 5 \text{ mm}$ 。

针对升降系统传统总装工艺技术不足，根据大件装配的难度和现场环境的特殊性，通过有限元模型仿真技术确定了桩腿、桩靴、固桩架、上下环梁、升降油缸、悬挂杆、平衡器、插销等组件的装配顺序、空间布局、吊装方法，建立了升降系统模块化立体装配工艺，实现了升降系统高效立体式安装，提高了装配质量和装配效率。

该技术已获发明专利 3 件：风电安装船桩腿的制作工艺（ZL201110294789.2）；一种自升式海上风电安装作业平台桩腿制造工艺（ZL201310568815.5）；风电安装船桩靴的制作工艺（ZL201110306485.3）。

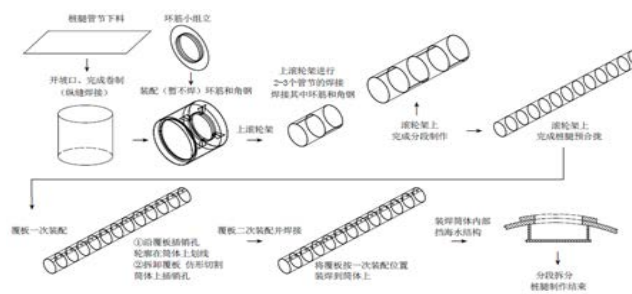


图 6 桩腿制造工艺流程

### (4) 提出了海上风电安装作业平台起重机的信号检测、特征提取及故障诊断理论和方法

系统研究了超大型海上风电安装作业平台起重机故障信号检测信号检测、故障特征的融合提取和故障诊断的理论和方法，为提高海上风电吊装装备的故障诊断能力和技术水平，保证其安全、可靠运用打下了坚实的理论基础。

提出了一种自适应多稳态级联随机共振方法，该方法通过级联的多稳态随机共振系统处理振动信号的包络信号，能够有效地实现传动系统关键部件早期微弱故障信号的增强检测，避免了因早期故障难以检测所引起的故障进一步恶化；提出了将小波瞬时能量与连续峭度融合的早期微弱故障特征提取方法，实现了早期微弱故障特征信号的提取，克服了单一方法无法提取早期微弱故障特征的缺点；基于多尺度特征观测和去趋势波动分析理论，提出了 2 种故障诊断方法：（1）多尺度形态流形方法，通过多尺度形态变换实现了对振动信号从局部细节特征到总体包络特征的多尺度变化观测，通过欧氏距离特征构造方法有效地重现了观测结果随着尺度的衍变过程，克服了传统特征构造方法无法有效表示多尺度观测结果的非线性与关联性的缺点；（2）多重分形流形方法，充分考虑了传动系统振动信号的多重分形特性，并将传统的单分形去趋势波动分析扩展至多重分形领域，有效克服了传统去趋势波动分析方法在相似故障模式识别及同类样本特征波动较大的情况下识别精度较低的缺点。相关研究成果见图 7~图 9。

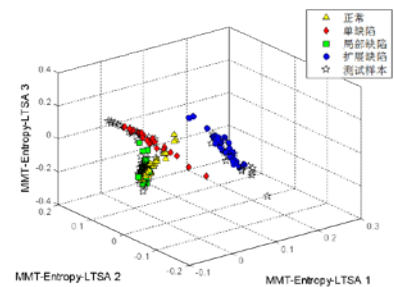
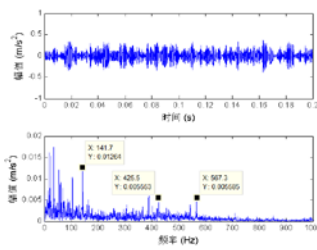
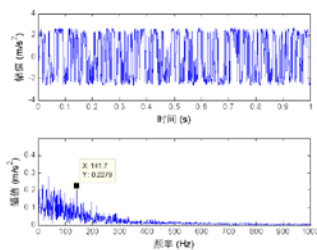


图 7 多稳态级联随机共振处理结果

图 8 特征融合方法处理的故障特征信号

图 9 多尺度分量量化的聚类结果

该研究已发表学术论文 4 篇（其中 SCI 论文 2 篇、EI 论文 1 篇）：**Multiscale morphological manifold for rolling bearing fault diagnosis/ Journal of Mechanical Engineering Science (SCI DOI: 10.1177/0954406216646803)**, **Multifractal manifold for rotating machinery fault diagnosis based on detrended fluctuation analysis/ Journal of Vibroengineering (SCI WOS: 000391129000018)**, **基于多稳态随机共振的轴承微弱故障信号检测/振动、测试与诊断 (EI: 20170303249026)**, **基于组合核函数 OSVR 算法的起重机减速齿轮箱磨损趋势预测/中国机械工程。**

**(5) 建立了基于强度校核和疲劳寿命预测的整机受力构件设计方法，使整机重量轻、受风面小、稳定性好**

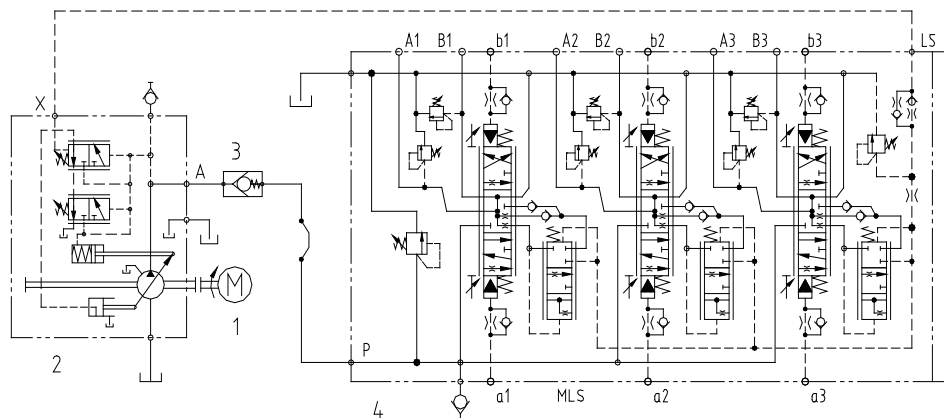
针对起吊重量大于 800 吨的海上风电作业用超大型多功能吊装装备，进行结构优化设计与校核，提高设计的可靠性与质量；通过数值模拟节省工艺试验费用与时间，降低制造

成本。贯彻可靠性设计思想，提高产品使用可靠度和可维修度；研究影响液压系统、电气系统故障的主要因素，为整机可靠性设计提供依据。充分借鉴欧盟国家的先进技术及标准，在冗余和监控、安全等级方面提高目标产品的安全性。

作为吊装作业的配套设备，我司创新性的设计了一种工程管桩校正道向装置，通过调整定位装置进行桩体与单位爪之间的行程调整，来实现桩体偏斜角的调整，当定位爪触及桩管时，达到校正的目的。

### (6) 先进的液压负载敏感控制技术，使系统高效节能，运动更平稳

采用开式负载敏感控制技术，大大减少系统发热量和溢流损失，使系统功率利用更合理、更高效节能；油泵可根据负载压力来调节泵的排量，执行器不工作时油泵供给的油量仅用于满足油泵的润滑；液压系统中多路阀既具有流阻小、安全保护好特点，又可单独调节经过每一联阀芯的流量，使之适应不同负载流量要求。液压系统大量采用集成阀块，使系统易于安装和调试，有效地减少液压元件数量，减少系统泄漏的发生，并便于维护。海上风电工程起重装备压力补偿变量泵系统如图 10 所示。



1 电动机 2 主液压泵（负载反馈控制） 3 单向阀 4 多路阀（三联）

a1-a3, b1-b3 多路阀液压控制油口，A1-A3, B1-B3 多路阀工作油口

图 10 海上风电工程起重装备压力补偿变量泵系统

此外，具有完备的安全和应急措施，如超载保护、超压保护、主钩和副钩的起升下降限位保护、变幅的上下限位保护、主副钩应急下放、应急回转等，令起重机可以应付各种突发事件的发生，减少用户的后顾之忧。

### (7) 先进、安全、大负载、多层绕、大容绳量的绞车设计技术

为实现大负载量起升，设备各绞车采用多液压马达直接驱动内藏式减速箱，带动卷筒

转动，从而实现重物的升降，所使用的大扭矩内藏式减速箱，使整机结构更紧凑，体积更小，但提升重量更大，也有效控制了自身重量。绞车机构均设计了双刹车，使安全性更得到有效保证。

为满足大起升高度的使用要求，设备的各主要绞车均配置多层次、大容量卷筒。本设备的绞车均使用了双卷筒，钢丝绳的缠绕层级达到了 7 层，绞车卷筒均带有绳槽输出，使钢丝绳收放更合理同时，也增加了钢丝绳的使用寿命。

### (8) 研发了超大型海上风电安装作业平台吊装装备嵌入式智能监控与远程维护系统

研发了如图 11 所示的超大型吊装装备嵌入式智能监控与远程维护系统，基于嵌入式控制、人工智能、现场总线技术等理论和方法，开发了数据采集、数据传输与通信、监测分析与诊断、结果输出与报警及远程维护模块，实现了吊装装备的现场实时控制、远程监控、故障智能诊断与远程维护。研发的起重机动态监控子系统由 PLC 系统、远程 I/O 模块、主臂编码器、副臂编码器、主绞车编码器、副绞车编码器以及回转机构编码器组成，插拔桩过程运行监控如图 12 所示，通过现场总线将 PLC 远程 I/O 信号、各编码器子站连接起来进行数据交换。人机接口界面用于反馈警报信息、起重机系统状态参数，同时也为操作人员的信息反馈以及普通指令的输入提供接口界面。

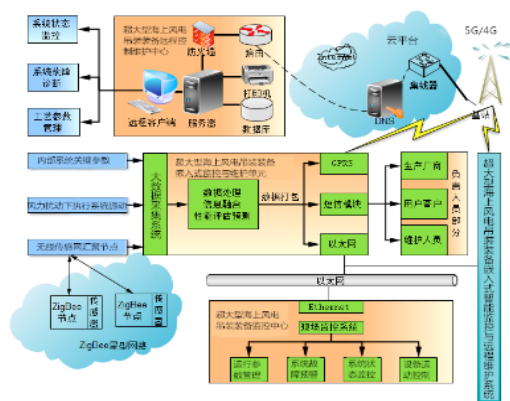


图 11 嵌入式智能监控与远程维护系统

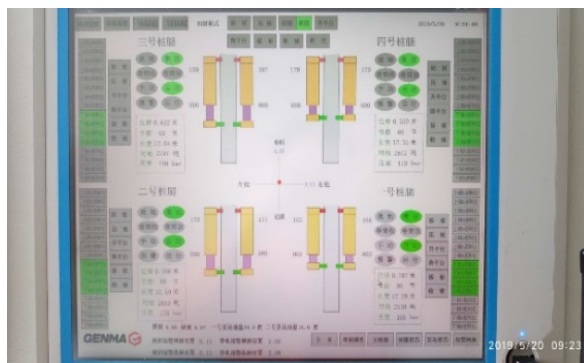


图 12 插拔桩过程运行监控

该技术获发明专利：制造装备嵌入式智能监控与远程维护系统（ZL201310344323.6）；发表 SCI 论文 2 篇、EI 论文 1 篇：A New Approach to Group Decision-Making for Cooperative Monitoring and Diagnosis of Manufacturing Equipment/Advanced Science Letters（SCIE: 000294372900102），A Nonlinear PID controller for Electro-hydraulic Servo System Based on PSO Algorithm/ Applied Mechanics and Materials（SCIE: 000306504400029），基于自动分组排列的电子标签防撞碰撞算法/南京理工大学学报（EI: 20121314899872）。

### (9) 研发了智能化高效、自动连续高压冲桩系统及海上风机分体式安装工艺

研发了智能化高效、自动连续高压冲桩系统，结合国内特有的淤泥地质，解决了平台间断冲水、水压低和流量小等难题；采用内外部结合布管，外部软管运用恒张力绞车自动收放，避免对人工搬运和拆装的依赖，自动化程度高；适用于海上平台拔桩时吸附力及周围土体等障碍物的去除，在拔桩全过程连续冲水，使其附着土体粘性减弱，减小桩腿、桩靴与土体的摩擦力，从而减小拔桩阻力，最终实现了高效拔桩，拔桩时间由之前约 18 小时缩短至约 4 小时。研发了海上风机分体式安装工艺，解决了传统工艺需要在码头上将海上风电设备整体先安装好，再整机运输至安装场地进行二次安装的难题，大大降低了施工成本，减少了施工环节，降低了安全风险，提高了海上风机安装的效率。

该技术已获发明专利 2 件：一种海上风机分体式安装工艺（ZL201410143354.1），一种海上平台桩腿高压冲水装置（ZL201510479936.1）。

#### 社会和经济效益（直接、间接）

基于研究生工作站平台，南通润邦重机有限公司和南京理工大学合作开发的海上风电工程起重已实现销售 4 台，销售额达 14924 万元，利税 2202 万元。产品已广泛应用于黄海海上风电施工吊装、东海大桥施工等重大项目。根据 2013 年 5 月 22 日《中国船舶报》等媒体对本项目产品在东海大桥风场的海上风电安装作业的报道：本产品安装于我国首台自主设计建造的自升式海上风电安装平台，只用 6 天时间完成了原计划 15 天的在东海大桥风场的海上风电安装、维护工作，受到业主及同行业的广泛好评。

进站研究生结合企业的产品研发，积极承担科研项目，以企业亟需解决的实际工程问题为导向，充分研究、实践并提出切实有效的解决方法，同时保证了毕业论文理论高度，大幅提升了自我科研与创新能力，其中进站博士研究生翁朝阳、葛超作为核心成员参与了超大型智能化海上风电安装作业平台关键技术研发及应用，并荣获 2019 年度江苏省科学技术二等奖。

通过智能型多功能移动式港口起重机的研发及产业化项目实施提高了我国港口特种作业吊装装备的重大成套技术设计、制造和集成创新能力，使港口作业的吊装技术达到国际先进水平，实现港口吊装装备结构升级，突破共性关键技术与工程化、产业化瓶颈，大幅降低国内港口船舶吊装装备投资成本，使我国真正拥有独立研发能力、国产技术装备和民族自主品牌。

产品已销售给江苏亨通蓝德海洋工程有限公司、厦门船舶重工股份有限公司、江苏蓝

潮海洋风电工程建设有限公司，共实现 3 台套的销售，服务风电场 6 个，已安装风机 152 台，近两年新增销售额 43846.17 万元、利润 3673.27 万元、税收 2802.87 万元，已安装完成的海上风机均已并网发电，每年发电量可达 16.7 亿千瓦，每年可减少二氧化碳排放约 130 万吨，引领了海上风电产业发展方向，取得了显著的经济、社会和生态效益。

注：本页可续。

### 三、工作站建设与运行管理情况

正式出台与工作站建设与管理相关的制度和文件			
时间	文件名称	使用范围及产生效益	备注
2011.6	江苏省企业研究生工作站项目合作协议书	使用范围：南通润邦重机有限公司及南京理工大学  产生效益：帮助企业建立起研究生工作站，明确企业与学校之间的责任与义务，促进校企合作。	
2010.7	企业研究生工作站管理办法	使用范围：本研究生工作站所有人员  产生效益：帮助企业攻克技术难题，明确责任分工，开发新技术，提高产品性能，同时促进优秀创新人才成长。	依据 2009 年“江苏省企业研究生工作站进站研究生管理办法（试行）”制定
2012.5	南通润邦重机有限公司研究生工作站保密制度	使用范围：本研究生工作站  产生效益：规范工作站成员行为，保障公司与高校利益，提高研究人员保密意识。	
2012.5	南通润邦重机有限公司研究生工作站进站研究生绩效考核制度	使用范围：本工作站技术研发人员  产生效益：加快产品研发速度，提高进站研究生工作积极性，鼓励技术创新，充分激发工作热情和创造性。	
2012.5	优秀学生奖励办法	使用范围：本工作站入住的硕士、博士  产生效益：提高技术人员研发热情，有效提高工作站的工作效率和工作的主动性。保障应届毕业生的就业问题，提升企业员工素质。	
2014.9	南京理工大学研究生外出专业实践管理办法	使用范围：南京理工大学所有全日制研究生  产生效益：推进研究生培养模式改革的开展，加强学校	南京理工大学 2014 版研究生管理办法



		与企事业单位之间多途径、多形式的产学研合作，落实研究生教育创新工程，完善校外研究生管理制度。	
保障工作站有效运行的主要措施			
<p>企业方面：</p> <p>(1) 为进站研究生提供了优良的工作场所和适宜的住宿和就餐，并按时每月按照博士研究生 2200 元、硕士研究生 1500 元的标准发放生活补助。</p> <p>(2) 组织进站研究生进行国家宪法、法律、法规和企业管理制度等学习，强化对在站研究生的学习培训、安全教育及日常工作。</p> <p>(3) 进站研究生应遵守南通润邦重机有限公司工作纪律，严格遵守实验和生产操作规程，确保安全生产。尊重企业文化，团结同学及企业人员，齐心协力，开拓创新。</p> <p>(4) 进站研究生应与南通润邦重机有限公司签订保密协议，严格保守科研机密和南通润邦重机有限公司商业秘密。南通润邦重机有限公司和南京理工大学共享在站研究生工作期间所形成的成果。</p> <p>(5) 研究生在站期间需要离站者，必须履行请假手续。请假须由研究生本人书面提交，在征得指导教师同意后，由研究生工作站企业负责人审批。请病假须同时提交医院证明。请假期满，须到研究生工作站企业负责人办理销假手续。如因特殊情况不能按时返站，须以传真或信件等方式向研究生工作站企业负责人办理续假手续。</p> <p>(6) 在站工作期满，研究生工作站成立考核小组对进站研究生在站期间的工作时间、科研情况及思想表现进行考评，考核小组由工作站企业负责人、南通润邦重机有限公司项目负责人、导师组成员组成，对科研工作考核。考核合格的研究生办理出站手续，填写《企业研究生工作站进站学员考核表》。对于考核优秀的研究生，南通润邦重机有限公司将优先录用。</p>			

学校方面：

(1) 聘请优秀的企业导师

学校先后聘请了南通润邦重机有限公司董事长吴建高工、总经理施晓越高工、总裁办主任徐永华高工、技术中心主任崔益华高工为南京理工大学机械工程学科的江苏省产业教授，聘请石胜征等 5 名高级工程师担任南京理工大学工程硕士导师，他们在海洋工程装备整机设计、制造、试验和试制方面具有丰富的实践经验，并具有与国际知名公司合作研究的经历，对在站研究生的创新实践具有引领作用。

(2) 提供合作研发所需的实验设备等软硬件资源

南京理工大学机械工程学院为研发提供了主轴转速为 60000rpm 的瑞士米克朗高速铣削加工中心、彩色快速原型机、加工中心、电加工等实验设备，提供了虚拟测试仪器平台、先进工业控制系统以及 MIS、CAD、CAM、PDM、自动化组态软件、各种测试软件等等实验仪器硬件和系统软件。

(3) 为学校深化应用基础研究和成果转化搭建平台

在合作承担江苏省科技成果转化资金项目“面向海上风电作业的超大型多功能吊装装备研发及产业化”基础上，合作申请的“超大型海上风电吊装装备故障诊断与预报的多尺度方法研究”获国家自然科学基金委员会立项，拓宽校企合作研究领域，加大校企合作研究深度。

#### 四、工作站人才培养培训情况

	姓 名	专业技 术职务	博导/ 硕导	专业方向	现指导研究生数	
					博 士	硕 士
进站 导师 情况	陆宝春	教授	博导	制造装备自动化与智能化	9	18
	张登峰	教授	博导	复杂制造装备信息处理与 智能控制	3	8
	杨国来	教授	博导	机械系统动力学与结构优 化	10	12
	狄长安	教授	博导	智能测试	8	16
	王茂森	副教授	硕导	机器人控制	0	15
	彭斌彬	副教授	硕导	机械优化设计	0	9
	郭钟华	副教授	硕导	液压与气压传动	0	6

	陈刚	副教授	硕导	工业机器人	0	9
	吴建	高工、产业教授	企业导师	机械设计	1	2
	关德壮	高工、产业教授	企业导师	先进制造	0	3
	崔益华	高工、产业教授	企业导师	机械设计	1	3
	施晓越	高工、产业教授	企业导师	机械设计	0	2
设站以来进站研究生情况	第1年			博士 2 人	硕士 6 人	
	第2年			博士 1 人	硕士 6 人	
	第3年			博士 1 人	硕士 7 人	
	第4年			博士 2 人	硕士 5 人	
	第5年			博士 2 人	硕士 6 人	
	第6年			博士 2 人	硕士 6 人	
进站研究生发表与工作站研究课题相关的学术成果 (限 20 项)						
学生姓名 (排名)	论文名称			期刊名称(全称)	SCI、EI、	备注
曹劲然 (1)	基于组合核函数 OSVR 算法的起重机减速齿轮箱磨损趋势预测			中国机械工程 2015, 26 (5) : 641-646	EI	企业导师 (5)
Wang Pengcheng (1)	Collision detection and force control based on the impedance approach and dynamic modelling			Industrial Robot DOI (10.1108/IR-08-2019-0163)	SCI	
Wang Pengcheng (1)	Robust fuzzy sliding mode control based on low pass filter for the welding robot with dynamic uncertainty			Industrial Robot DOI (10.1108/IR-04-2019-0074)	SCI	
Yi Feng 冯毅 (1)	Multiscale morphological manifold for rolling bearing fault diagnosis			J Mechanical Engineering Science, 2016	SCI	
Yi Feng 冯毅 (1)	Multiscale singular value manifold for rotating machinery fault diagnosis			Journal of Mechanical Science and Technology, 2017	SCI	
Yi Feng 冯毅 (1)	Multifractal manifold for rotating machinery fault diagnosis based on detrended fluctuation analysis			Journal of Vibroengineering, 2016	SCI	

苏树华 Shuhua Su (1)	Lateral Robust Iterative Learning Control for Unmanned Driving Robot Vehicle	Journal of Systems and Control Engineering, 2020	SCI	
Guojun Yang 杨国钧 (2, 导师第 1)	A New Approach to Group Decision-Making for Cooperative Monitoring and Diagnosis of Manufacturing Equipment	Advanced Science Letters, 2011, Vol.4 No.4/5, P1833 - P1837,	SCIE : 0002 9437 2900 102	
Chen Jipeng 陈吉朋 (1)	A Nonlinear PID controller for Electro-hydraulic Servo System Based on PSO Algorithm	Applied Mechanics and Materials, 2012, 142: 157-161	SCIE : 0003 0650 4400 029	
王 譞 (2, 导师第 1)	高压无气喷涂涂料雾化特性实验研究	表面技术, 2011, 40 (6) : 68-70	EI	
鲍丙瑞 (1)	一类单变量系统控制方差性能评价的改进算法	计算机集成制造系统, 19(10), pp2625-2632, 2013/10/21	EI	
张慎鹏 (1)	线性参变过驱动系统鲁棒控制分配策略	控制理论与应用, 2017,34(12): 1621-1630	EI	
王荣林 (1)	交流伺服系统分数阶 PID 改进型自抗扰控制	中国机械工程, 2019,30(16): 1989-1995	EI	
Cao Jinran 曹劲然 (1)	Fault Simulation and Fault Diagnosis for Hydraulic System of the Lifting Mechanism of Offshore Crane	Proceedings of the 5th International Conference on Mechanical Engineering and Mechanics, China, 2014	ISTP 收录	
Li Youfeng 李猷凤 (1)	Application of Hilbert-Huang Transform for Gearbox Fault Diagnosis FC-REPORT-2014 nsform for Gearbox Fault Diagnosis.	Proceedings of the 5th International Conference on Mechanical Engineering and Mechanics, China, 2014	ISTP 收录	
孙荣俊 (1)	基于自抗扰控制器的永磁同步电主轴速度扰动控制研究	组合机床与自动化加工技术, 2016(11):108-111	核心	
袁亚洲 (1)	基于接触有限元分析的渐开线齿轮修形曲线的研究	机械传动, 2017, 41 (04) : 34-37	核心	
杨斌 (1)	基于物联网监测的起重机安全预警	仪表技术与传感器, 6(2013), pp 66-68,		

		2013/6/21		
李新泉 (2, 导师第 1)	永磁涡流调速器研究与应用	机械制造与自动化 2016, 45 (3) : 1-4		
汪晟杰 (1)	基于 LabVIEW 与三菱 PLC 通信在液压控制中的应用	机械制造与自动化, 2017, 46(2):171-173		
进站研究生取得与工作站研究课题相关的发明专利 (限 20 件)				
学生姓名 (排名)	专利名称	专利号	申 请、	备注
姚佳琛 (5)	一种起重机液压泵的监控系统	ZL201610790389.3	授权	第 1-4 为 企业导师
袁先圣 (2, 导师第 1)	制造装备嵌入式智能监控与 远程维护系统	ZL201310044323.6	授权	
杨罡 (3, 导师第 1)	充气伸长型气动柔性驱动器	ZL201010146317.8	授权	
于胜飞 (2, 导师第 1)	一种用于自动化生产线的送料 机械手	ZL201510118072.0	授权	
戴炼 (1)	一种适用于低温工况的液压 系统启动保护装置	ZL201610788254.3	授权	
袁亚洲 (2, 导师第 1)	一种多自由度电液振动台	ZL201710119456.3	授权	
庄浩 (2, 导师第 1)	一种基于动态面多直流无刷 电机位置协调控制方法	ZL201810061698.6	授权	
庄浩 (1)	基于干扰观测器的直流电机 自适应反演滑模控制方法	ZL201810048153.1	授权	
庄浩 (2, 导师第 1)	一种耦合控制结构下多电机 伺服驱动系统的容错比例协 调控制方法	ZL201810061660.9	授权	
廖作伟 (2, 导师第 1)	一种起重机双卷扬起升系统的 同步控制方法及装置	ZL201910801947.5	授权	
杨斌 (1)	起重物联网监控管理及预 警系统 V1.0	2013SR032767	授权	
李猷凤 (1)	基于小波包与谱峭度结合的 齿轮故障诊断及装置	CN201410439311.8	公开	
张宇飞 (2, 导师第	冲压上下料机械手	CN201510222346.3	公开	

1)				
高晓东 (2, 导师第 1)	一种基于离散制造设备过程数据的矩阵补全方法	CN201911182725.6	公开	
周春海 (2, 导师第 1)	一种基于刚柔耦合的起重机臂架疲劳计算方法	CN201910633189.0	公开	
李伟宸 (2, 导师第 1)	基于 K 均值聚类与 Elman 神经网络的锂电池容量在线预测方法	CN201910835244.4	公开	
张均利 (1)	一种用于岩土力学试验设备的专用动静组合液压缸	CN201910835248.2	公开	
邵诚 (2, 导师第 1)	一种具有环纵肌结构的气动软体机器人	CN201810230781.1	公开	
杨栋 (2, 导师第 1)	一种双向运动气动柔性驱动器及其工作方	CN201910737865.9	公开	
陈至杰 (2, 导师第 1)	一种 C 型扰流可调串联的流体能量压电俘能	CN202110149664.4	申请	
进站研究生获综合奖励情况 (限 10 项)				
荣誉称号、表彰奖励名称	获奖时间	授奖部门	获奖级别	排名/总人数
江苏省科学技术奖 “海上风电工程起重装备关键技术及产业化”	2014	江苏省人民政府	省级 二等奖	莫柏生 7/9
江苏省科学技术奖 “海上风电工程起重装备关键技术及产业化”	2014	江苏省人民政府	省级 二等奖	玉艳军 8/9
江苏省科学技术奖 “超大型智能化海上风电安装作业平台关键技术研发及应用”	2019	江苏省人民政府	省级 二等奖	翁朝阳 7/11 葛超 9/11
江苏省应届高校优秀毕业生 选调生	2017	江苏省委组织部		钱志远 1/1
工作站在人才培养培训方面的其他成果				

工程硕士研究生周春海在南通润邦重机有限公司研究生工作站期间，针对企业需求，以起重机为研究对象，针对起重机主要承载部件悬臂的受力情况进行研究，发现起重机悬臂在不同工况下承受和传递复杂的动载荷，疲劳破坏成为其主要失效模式之一，占起重机失效形式的 70%-80%，而现阶段的起重机臂架的疲劳计算主要采用名义应力法，依据材料的 S-N 曲线，通过有限元分析确定不同工况下臂架的最大、最小应力，并以此为依据根据相关行业的设计规范进行疲劳强度校核，但此种方法存在以下缺陷：1. 起重机一般会有几十种工况，为确定校核所需的危险应力，需要对每种工况分别进行静应力分析，计算成本过高；2. 简单的以危险应力作为疲劳校核依据较为保守，因为臂架并不是一直工作在最危险工况下；3. 不能给出臂架各位置的具体疲劳寿命，无法为臂架的进一步优化提供依据。周春海针对上述问题提出了一种基于刚柔耦合的起重机臂架疲劳计算方法，实现了起重机臂架疲劳寿命的定量评估，为起重机臂架的改进与优化提供依据，并申请发明专利：一种基于刚柔耦合的起重机臂架疲劳计算方法（CN201910633189.0）。

工程硕士研究生廖作伟在南通润邦重机有限公司研究生工作站期间，针对起重机双卷扬起升系统存在的双卷扬系统不同步，而导致吊钩发生倾斜且两根钢丝绳承受的载荷不同，引发严重安全事故这一实际工程问题，提出了一种以控制器、双激光测距仪、双测距挡板、双旋转编码器为硬件核心的起重机双卷扬起升系统的同步控制方法及装置，确保了吊钩处于水平状态，保证起重机工作的安全进行，并获授权发明专利：一种起重机双卷扬起升系统的同步控制方法及装置（ZL201910801947.5）。

两人以各自研究为核心展开的项目“大型绕桩式全回转海洋工程平台起重装备的研发”获中国（江苏）首届智慧海洋创新创业大赛技术创新组大赛决赛一等奖。

进站学科所在院系审核盖章	研究生管理部门审核盖章	学校审核盖章
负责人签字（签章）	负责人签字（签章）	负责人签字（签章）
年 月 日	年 月 日	年 月 日

注：本页由进站高校相关学科、部门填写。

五、相关意见

申请单位意见

单位法人代表签章

公章

年 月 日