

题目编号：CS-04

海上风电桩基冲刷智能监测及预警 比赛方案

一、发榜单位

华能国际电力江苏能源开发有限公司清洁能源分公司

二、题目名称

海上风电桩基冲刷智能监测及预警

三、题目介绍

（一）背景与战略意义

随着我国海上风电装机容量突破 3000 万千瓦（截至 2024 年），海上风机桩基冲刷问题已成为制约行业高质量发展的“卡脖子”难题。行业研究显示，桩基冲刷引发的结构性失效占海上风机非计划停机事故的 60%，单台风机因冲刷失稳导致的年经济损失可达 2300 万元量级，且传统监测技术因精度低、响应延迟等问题，难以满足实时预警需求。在此背景下，通过开展智能监测与预警技术研发，将有力促进海上风电冲刷治理从“被动响应”向“智能预控”的转型，为深远海风电规模化开发提供关键技术支撑。

本题目聚焦《“十四五”能源领域科技创新规划》中“海上风电智能运维装备”重点任务，旨在通过高精度冲刷感知、多源数据融合、动态风险推演三大技术突破，构建覆盖“监测-预警-决

策”的全链条解决方案，直接服务国家“双碳”战略与海洋强国建设。

（二）技术痛点

1. 监测能力不足

现有监测设备在早期冲刷（ $<30\text{cm}$ ）形变捕捉方面存在精度不足问题，且人工巡检周期长达 3 个月，导致无法及时满足《海上风力发电机组基础设计规范》（NB/T 10106-2018）对‘冲刷深度超设计允许值即触发预警’的要求，实际工程中常因监测滞后引发风机停运等情况。

2. 数字孪生系统缺位

当前海上风电领域尚未建立全生命周期、多尺度实时响应的数字孪生系统。现有数字孪生系统依赖离线仿真数据（更新周期 ≥ 24 小时），无法实现桩基冲刷状态实时同步，导致冲刷防护决策滞后、精准度不足。

3. 装备可靠性瓶颈

水下监测装备（含传感器、声呐阵列、光纤终端等）面临共性挑战：高压密封失效周期 ≤ 6 个月、盐雾腐蚀引发电路板年均失效率 $\geq 15\%$ ，因此需突破耐压封装（ $\geq 5\text{MPa}$ ）、自清洁材料等关键技术。

（三）刚性目标需求

监测精度：冲刷深度监测误差 $\leq 15\text{cm}$

预警性能：水下连续运行 ≥ 6 个月（故障间隔 ≥ 10 万小时），

从数据采集到风险响应≤10 分钟

成本控制：单机年均监测成本≤50 万元。

四、参赛对象

本题目只设学生赛道。

参赛对象为 2025 年 6 月 1 日以前正式注册的全日制非成人教育的各类高等院校在校专科生、本科生、硕士研究生、博士研究生（不含在职研究生），参赛人员年龄在 40 周岁以下，即 1985 年 6 月 1 日（含）以后出生。

同一作品不得同时参加第十九届“挑战杯”全国大学生课外学术科技作品竞赛（以下简称第十九届“挑战杯”竞赛）其他赛道的评比。

参赛对象可以团队或个人形式参赛，每个团队不超过 10 人，每件作品可由不超过 3 名指导教师进行指导。可以跨专业、跨学校、跨单位、跨地域组队，但同一团队所有成员均应符合本赛道相关年龄、身份要求。每件作品只可由 1 所高等院校作为参赛主体提交申报。

五、答题要求

（一）答题要求

参赛团队需提交“技术方案-原型验证-工程适配”三位一体的完整作品包，具体要求如下：

1. 产品作品书。需包含技术原理、作品性能等必要说明介绍。

2. 可运行代码/硬件原型（二选一）

软件：提供主要代码

硬件：实物演示效果视频（≥5 分钟）

3. 提供实物演示所需的主要设备。

4. 成本核算表。

（二）作品时间（可根据大会统一安排适当调整）

阶段	时间节点	提交内容	评审重点
技术方案 预审	2025 年 6 月 30 日	1.技术路线图 2.专利查新报告 3.核心算法/产品设计说明书	创新性、可行性
技术 作品 终审	2025 年 9 月 30 日	1.可运行代码/作品原型 2.实验室或实地环境测试报告 3.成本核算表	功能完整性、性能 达标度

六、作品评选标准

（一）评分维度与权重

作品将从技术创新性、技术可行性、工程应用价值、成本效益、作品完整性五大维度进行量化评分，总分 100 分。各维度权重与核心指标如下：

维度	权重	核心指标
技术创新性	30%	技术原理突破、专利/软著成果、与现有方案差异度
技术可行性	25%	监测精度、系统稳定性、算法效率
工程应用价值	25%	现场验证效果、产业化适配性、运维成本优化
成本效益	15%	单机成本、部署效率
作品完整性	5%	文档规范性、数据可复现性、伦理合规性

（二）等级划分与否决机制

1. 等级划分

- 特等奖（ ≥ 90 分）：全部核心指标达标，且在至少2个维度实现较大创新，具备工程推广潜力。
- 一等奖（80-89分）：全部核心指标达标，在1个维度有显著创新，具备工程推广潜力。
- 二等奖（75-79分）：主要核心指标达标，技术方案完整但创新性有限。

- 三等奖（70-74分）：主要核心指标达标，技术方案相对完整但创新性有限。

- 淘汰规则：未满足任意一项刚性目标需求直接出局。

2. 核心指标阈值

指标	阈值要求
监测精度	冲刷深度监测误差 $\leq 15\text{cm}$
系统性能	水下连续运行 ≥ 6 个月（故障间隔 ≥ 10 万小时）， 从数据采集到风险响应 ≤ 10 分钟
单机成本	单机成本小于 50 万

（三）细化评分细则

1. 技术创新性（30%）

二级指标	评分规则
技术原理创新 （12%）	1.对现有技术进行改进或创新：+8~12分 2.应用现有技术：+4~7分
技术突破度 （10%）	优化已有技术性能参数：+3-10分
知识产权产出 （8%）	1.提交发明专利（受理+3分，授权+5分） 2.软件登记（+3分）

2. 技术可行性（25%）

二级指标	评分规则
监测精度 (10%)	1.误差 $\leq 2\text{cm}$: +10 分 2.误差 $\leq 10\text{cm}$: +5 分 3.误差 $> 10\text{cm}$: 0 分 (直接淘汰)
系统稳定性 (15%)	1.连续运行 ≥ 2 年: +8 分 2.6 个月 \leq 运行 < 2 年: +5 分 3.3 个月 \leq 运行 < 6 个月: +3 分

3. 工程应用价值 (25%)

二级指标	评分规则
产业化适配性 (10%)	1.国产化率 $\geq 90\%$: +10 分 2.国产化率 70%~90%: +5 分 3.国产化率 $< 70\%$: +0 分
施工可行性 (15%)	1.施工可行性较强: +15 分 2.施工可行性一般: +8 分 3.施工可行性较差: +1 分

4. 成本效益 (15%)

指标	评分规则
----	------

指标	评分规则
单机成本 (15%)	1.≤20 万元/个：+15 分 2.20-30 万元：+10 分 3.>30 万元：+0 分

5. 作品完整性（5%）

二级指标	评分规则
文档规范 (5%)	技术报告结构完整，结构合理规范：+5 分

七、作品提交时间

2025 年 6 月—8 月，各参赛团队选择榜单中的题目开展研发攻关，各高校组织协调机构组织学生参赛，安排专业人员给予指导，为参赛团队提供支持保障。

2025 年 8 月 15 日前，各参赛团队通过大赛申报系统提交作品，具体要求详见作品提交方式。

2025 年 8 月底前，由大赛组委会会同发榜单位共同完成初审，确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队。

2025 年 9 月，发榜单位安排专门团队提供帮助和指导，各晋级团队完善作品，冲刺攻关参加终审擂台赛，角逐“擂主”。

八、参赛报名及作品提交方式

（一）报名方式

(1)参赛选手登录“挑战杯”官网 2025.tiaozhanbei.net,在“揭榜挂帅”擂台赛报名入口注册账号,登录大赛申报系统在线填写报名信息。报名信息提交后,下载打印系统生成的报名表。

(2)申报人在报名表对应位置加盖所在学校公章。

(3)将盖章版报名表扫描件上传至报名系统,等待系统审核。请参赛选手注意查看审核状态,如审核不通过,需重新提交。

(4)系统开放报名时间为 2025 年 5 月 30 日—6 月 30 日,逾期后系统将自动关闭报名功能。

(二) 作品提交方式

申报作品统一打包压缩提交至大赛申报系统,压缩包命名方式为:申报人所在单位-申报人姓名-作品名称-联系电话(例如:XX 大学-张 XX-XX 方案-手机号)。

九、赛事保障

本公司将设立专门的课题协调与管理办公室,负责项目的全过程管理与协调,跟踪课题执行进度、任务衔接、数据汇交、技术对接情况,确保课题研究内容高效协作并顺利推进。定期召开课题进展会议,相关技术骨干和参赛团队共同参会,共同讨论课题推进情况、数据共享、技术难题及成果应用等,推进本课题的高效实施与协同工作。

十、设奖情况及奖励措施

1. 设奖情况

原则上设特等奖 5 个，一、二、三等奖若干，从特等奖获奖团队中决出 1 个“擂主”。最终授奖数量可视作品申报数量和质量情况报组委会同意后动态调整。

2. 奖励措施

“擂主”给予奖励 10 万元；

特等奖，给予每个奖项奖金 0.6 万元；

一等奖，给予每个奖项奖金 0.5 万元；

二等奖，给予每支队伍奖项奖金 0.3 万元；

三等奖，给予每支队伍奖项奖金 0.2 万元；

对于其中可转化的方案，本公司将择优提供相应实习、实践机会。

具体奖励将在大赛公布结果后 1 个月内兑现。

3. 奖金发放方式

比赛结束后，单位比赛专班工作人员与获奖团队取得联系，填写奖金申请表，待获奖团队提供银行卡详细信息后 1 个季度内，将奖金一次性发放至获奖团队提供的银行卡中。

十一、比赛专班联系方式

1. 专家指导团队。

顾问专家：卢老师，联系电话：18100620817

顾问专家：胡老师，联系电话：13851543611

顾问专家：赵老师，联系电话：18100628766

负责比赛期间技术指导保障。

2. 赛事服务团队。

联络专员：吕老师，联系电话：18100620820

联络专员：褚老师，联系电话：13951673068

负责比赛期间组织服务及后期相关赛务协调联络。

3. 联系时间

比赛期间工作日（9:00-17:00）

附：发榜单位简介

华能江苏清洁能源分公司成立于2009年8月，是华能江苏公司的分支机构，主要负责华能集团在江苏区域风电及其他清洁能源开发、建设和经营管理任务。截至2024年底，投产装机总容量达340.45万千瓦，管理资产达511亿。其中，华能启东一期项目作为公司第一个风电项目曾创下我国10万千瓦级风电场开工建设10个月投产建成的纪录。2017年建成投产的华能如东八仙角海上风电场是当时投产的亚洲规模最大的海上风电场，该项目荣获2018—2019年度国家优质投资项目特别奖、华能集团2019年科技进步一等奖。华能大丰一期30万千瓦海上风电场是当时国内离岸最远海上风电场，项目荣获2022—2023年度“国家优质工程奖”。近年来，公司获得过中央企业先进基层党组织、江苏省青年安全生产示范岗、第二十九届全国企业管理现代化创新成果二等奖、中国管理科学学会2022年（首届）国有企业深化改革实践成果一等奖、2022年度全国风电场生产运行统计指标华东地区江苏省（海上地区）AAAA级风场等荣誉。