

题目编号：CP-202602

# 长期循环荷载下海上风机大直径桩的累积变形预测及预警比赛方案

## 一、发榜单位

华能（浙江）能源开发有限公司清洁能源分公司

## 二、题目名称

长期循环荷载下海上风机大直径桩的累积变形预测及预警

## 三、题目介绍

随着“双碳”战略深入推进，我国海上风电已进入深远海规模化开发新阶段，截至 2024 年装机容量突破 3000 万千瓦，成为清洁能源体系的核心支柱。大直径桩作为海上风机的核心基础构件，承担着传递上部结构荷载至地基的关键作用，其长期安全稳定性直接决定风电场运营效益。然而，深远海环境中，风机大直径桩需持续承受风浪、波浪、潮流等水平循环荷载，引发桩周土体累积损伤、刚度退化，进而导致桩体累积变形，严重时引发桩基倾斜、结构失稳，甚至风机非计划停机。

行业数据显示，累积变形诱发的结构性失效占海上风机非计划停机事故的 60% 以上，单台风机年经济损失可达 2300 万元量级。当前技术体系存在三大核心痛点：一是尺寸效应考虑不足，现有模型多基于小直径模型桩试验数据，未充分考虑大

直径桩（3-8m）的桩土相互作用非线性特征，导致变形预测误差过大；二是累积变形机理不清，循环荷载与土体弱化的耦合效应缺乏精准量化模型，难以实现长期变形趋势预判；三是预警响应滞后，传统监测依赖人工巡检（周期3个月），数字孪生系统更新周期超24小时，无法满足实时管控需求。这些问题已成为制约深远海风电高质量发展的关键难题，亟需开展针对性技术攻关。

本题目深度依托“十五五”规划围绕海上风机领域从技术突破、区域布局、产业链协同、融合应用等维度，针对深远海环境复杂度高、运维难度大的痛点。通过突破多源数据融合、动态风险推演等关键技术，探究从监测到预警的全链条解决方案，推动海上风电基础实现智能预控转型。

该选题具备明确的实际应用价值与广泛推广前景。技术层面，聚焦大直径桩累积变形这一研究热点，融合弹塑性力学、机器学习、数字孪生等多学科技术，科研攻关路径清晰，可调动土木、力学、自动化、计算机等多领域创新主体参与。应用层面，成果可直接适配我国沿海各风电场，解决深远海风机基础安全监测难题，降低非计划停机率，延长风机服役寿命。同时，技术方案可延伸至海洋平台、跨海大桥等大型海洋工程基础监测领域，服务海洋强国战略。

本题目不涉及超长周期研发，核心技术模块可通过现有科研条件实现突破，适合高校学生、青年科技人才团队开展联合

攻关，既保证技术创新性，又兼顾工程可实施性，预期将吸引大量创新主体参与揭榜，形成一批具备产业化潜力的技术成果。

#### **四、参赛对象**

学生赛道：2026年6月1日以前正式注册的国内全日制非成人教育的普通高等学校在校专科生、本科生、硕士和博士研究生（不含在职研究生），以及全日制职业教育本科、高职高专在校学生，可通过学生赛道申报作品参赛。

高校青年教师在指导学生参赛的同时不得以参赛人员身份参加同一选题比赛。发榜单位及同发榜单位有相关隶属关系单位的青年不得参加本单位选题比赛。

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、科研院所或企业等作为参赛主体提交申报。

#### **五、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. 产品设计书。涵盖技术原理、技术路线、作品详细介

绍、可行性验证等关键内容。

## 2. 核心技术材料。（二选一）

软件：系统核心代码（含注释与调用说明）及可运行的程序。

硬件：实物演示视频（时长 $\leq 5$ 分钟，清晰展示核心功能）。

3. 成本核算表。按硬件、软件研发、安装维护分类核算，附详细依据，确保单机年均成本 $\leq 45$ 万元。

4. 知识产权与合规说明。提交专利查新报告，明确知识产权归属，说明方案符合相关法律法规及行业规范。若有论文支持，请提供相关论文 pdf 文件。

5. 验证报告。实验室或实地环境测试报告，需包含数据采集、分析过程及结果，证明方案有效性。

## 六、作品评选标准

围绕“大直径桩的尺寸效应”“循环荷载诱发的累积变形”“预警机制构建”三大核心方向，结合技术落地与应用价值，设置五大评审维度，总分 100 分，具体标准如下：

### （一）评分维度与权重

技术创新性（30%）、技术可行性（30%）、工程应用价值（25%）、成本效益（10%）、作品完整性（5%）。

## （二）核心指标阈值

尺寸效应适配：针对 3-8m 大直径桩，尺寸效应量化误差  $\leq 15\%$ ，桩-土相互作用非线性特征表征  $\leq 10\%$ ；累积变形预测：长期（ $\geq 5$  年）累积变形预测误差  $\leq 10\text{cm}$ ，循环荷载与土体弱化耦合模型拟合度  $\geq 0.9$ ；预警性能：数据采集至预警响应  $\leq 10$  分钟，水下监测设备连续运行  $\geq 6$  个月；成本控制（单机年均运维成本  $\leq 20$  万元）

## （三）细化评分细则

技术创新型（30%）：是否提出具有独创性的累积变形测量和预警方法可适配大直径桩特征，量化误差 5%-10%（5-12 分）；是否结合人工智能提升预测与预警能力（4-10 分）；是否具有知识产权产出（提交发明专利，受理 3 分、授权 5 分；软件登记 3 分）

技术可行性（30%）：预测精度、实时性、环境适应性等方面是否优于现有技术（4-10 分）；系统是否满足稳定性阈值（4-10 分）；系统响应效率是否满足时间阈值（4-10 分）

工程应用价值（25%）：技术是否具有实际场景验证（0-15 分）（比如：多风电场应用且成果预警的 8-10 分；单风场应用效果良好 5-7 分；仅仿真验证 2-4 分；无验证的 0 分）；是否可直接适配我国沿海主流风电场，满足产业化适配性（2-10 分）

成本效益（10%）：单机成本控制是否满足阈值（0-9分）；单机长期运维是否满足经济效益（0-6分）

作品完整性（5%）：技术报告是否完整、结构清晰、逻辑合理。（1-5分）

#### （四）等级划分与否决机制

##### 1. 等级划分

特等奖（ $\geq 90$ 分）：全部核心指标均满足阈值要求；技术创新至少2项指标表现突出；具备工程推广能力。

一等奖(80-89分):全部核心指标满足阈值要求，无一项不达标；技术创新性维度至少1项子指标表现突出；具备工程推广能力。

二等奖（75-79分）：主要核心指标满足阈值要求；技术方案完整，创新性有限但具备实用价值。

三等奖（70-74分）：主要核心指标满足阈值要求；技术方案相对完整，创新性有限

##### 2. 淘汰规则

未满足任意一项核心指标阈值，直接淘汰，不参与奖项评定。

#### 七、作品提交时间

2026年5月至9月上旬，各参赛团队选择榜单中的题目开展研发攻关，各高校、企业、科研机构等组织协调机构应组织学生和青年科技工作者参赛，安排专业人员给予指导，为参赛

团队提供支持保障。

2026年9月15日前，各参赛团队要向发榜单位完成作品提交，具体要求详见本方案第八点第（二）款，并严格遵照发榜单位明确的提交规范执行。

2026年9月30日前，由发榜单位完成初审，确定入围终审擂台赛的晋级作品和团队。

2026年10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。

2026年11月，组织终审擂台赛，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 [www.tiaozhanbei.net](http://www.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或所在单位公章。

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2026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**

参赛团队的作品相关材料应准确、齐全，提交至以下邮箱：839456700@qq.com，联系人：苏老师 17328878008。作品提交方式须完整列明报送邮箱、邮件主题标注规范、收件人、收件地址等要素。在提交作品时，同步报送 1 份经报名系统审核通过的参赛报名表，报名表所有信息须与系统内填报内容完全一致。

## **九、赛事保障**

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。所有技术指导、资源开放等措施自 2026 年 3 月选题发布启动，贯彻赛事全周期；成立专项工作专班，由专人负责对接参赛团队需求，确保各项保障措施及时落地。

## **十、设奖情况及奖励措施**

### **（一）设奖情况**

原则上设“擂主”1 名，特等奖 5 名，一等奖 8 名，二等奖 12 名，三等奖 20 名。最终授奖数量可视作品申报数量和质量情况，报大赛组委会同意后动态调整。

### **（二）奖励措施**

对“擂主”给予奖励 10 万元；特等奖，给予每个奖项奖金 2 万元；一等奖，给予每个奖项奖金 1 万元；二等奖，给予每个



奖项奖金 0.5 万元，三等奖，给予每个奖项奖金 0.2 万元。以上均为税后奖励。

对其中可转化的方案和成果，本公司将择优提供相应的实习、实践机会。

### **（三）奖金发放方式**

奖金将在大赛公布结果后 1 个月内完成公示，公示无异议后待获奖团队提供银行卡详细信息后，1 个季度内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：林老师，联系电话：17328877008

顾问专家：汤老师，联系电话：18458888966

负责比赛期间技术指导保障。

### **2. 赛事服务团队**

联络专员：葛老师，联系电话：17328878001

联络专员：苏老师，联系电话：17328878008

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（浙江）能源开发有限公司清洁能源分公司（以下简称“华能浙江清洁能源分公司”）位于浙江省杭州市，成立于2015年10月，是中央企业华能集团在浙江地区的清洁能源开发主体，直属华能（浙江）能源开发有限公司管理，主要从事风电、光伏等清洁能源项目的开发、建设和运营，目前已投产运营及在建的项目包括海上风电、陆上风电、光伏和储能等规模超150万千瓦，同时还与浙江省内各地市政府签署了包括海上风电、光伏、储能等项目的开发和技术服务协议。

华能浙江清洁能源分公司传承华能“三色公司”使命，秉承“清能 清风 清新；有为 做为 成为”的企业子文化，致力于打造一个集项目开发、建设、运营，以及新能源配套服务和技术咨询为一体的清洁能源综合利用公司。