

基于改进 MOPSO 算法和深度学习网络的极地单桩式 海上风电抗冰性能分析与优化设计

Reliability analysis and optimal design of monopile-supported offshore wind turbines in
arctic region using improved MOPSO algorithm and artificial intelligence

刘书幸^{1,2,3} 丛晟亦^{1,2,3} 唐亮^{1,2,3} 凌贤长^{1,2,3}

LIU Shuxing^{1, 2, 3} CONG Shengyi^{1, 2, 3} TANG Liang^{1, 2, 3} LING Xianzhang^{1, 2, 3}

(1. 哈尔滨工业大学 土木工程学院, 黑龙江哈尔滨 150090; 2. 黑龙江省寒技术区轨道交通工程研究中心, 黑龙江哈尔滨 150090; 3. 哈尔滨工业大学 重庆研究院, 重庆 401135)

(School of Civil Engineering, Harbin Institute of Technology, Harbin, Heilongjiang 150090, China; 2. Heilongjiang Research Center for Rail Transit Engineering in Cold Regions, Harbin, Heilongjiang 150090, China; 3. Chongqing Research Institute, Harbin Institute of Technology, Chongqing 401135, China)

摘要: 随着单桩式海上风电在北极和亚北极地区的进一步建设, 冰况的不确定性和极端性使得单桩式海上风电的设计成为一个具有挑战性的工作。然而, 基于可靠性的设计是提高结构抗冰性能的有力手段。因此, 综合考虑了桩基弯矩、位移和剪力等变形特征, 优选了冰山特征参数。针对极区常见冰山类型, 分别建立了桩基抗力方程和冰山荷载效应方程, 提出了以冰荷载为控制指标的极限状态方程。采用蒙特卡罗模拟确定了单桩基础抗冰可靠度指标, 并评估了不同单桩和冰山参数对可靠性指标的影响。进而, 构造了自适应惩罚函数, 提出了基于自适应多目标粒子群算法和机器学习的极区大直径桩抗冰可靠度优化设计方法, 弥补了现有冰区风电桩基抗冰设计的不足。

关键词: 海上风电; 特征参数优选; 可靠性设计; 多目标优化; 人工神经网络; 北极地区