

极地冰山冲击荷载下单桩式海上风电水平变形动力响应特性及解析解

Dynamic response characteristic and analytical solution of lateral deformation of monopile-supported offshore wind turbines in the Arctic region

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: 随着海上风电项目的快速发展, 目前已有大量单桩式海上风电安装在环北极国家。然而, 与无冰海域相比, 冰荷载往往是北极和亚北极地区海洋结构的主要控制荷载。为此, 建立冰山—桩基—土体相互作用三维数值模型, 分析了不同壁厚、埋深和直径的单桩基础的动力响应与变形特征。综合考虑桩基弯矩、位移、剪力等因素, 优选了单桩特征参数。结合单桩在冰山撞击过程中的变形模式, 分别建立单桩与桩周土体的受力变形能量方程。结合桩土变形协调与桩土相互作用方程, 应用最小势能原理, 推导了桩基变形的控制微分方程, 并给出了相关的解析解。研究工作对极区大直径单桩基础结构设计提供了重要参考。

关键词: 海上风电; 单桩基础; 动力响应; 理论计算模型; 能量法; 北极地区