

新能源建设现场 - 叶片吊装过程辅助监测探究

秦志江¹ 杨学伟² 任伟² 吴小涛²

(1 国电电力山东新能源开发有限公司 山东 烟台 264010; 2 北京电力自动化设备有限公司 北京 100044)

摘要: 本文针对风电场叶片安装过程的吊装盲区, 吊装过程中监测叶片在空中悬停角度, 平衡度的问题作出研究。提出关于吊装过程中叶片平衡度监测, 吊装高度测量, 在安装过程中地面指挥可视化, 对主吊车对比传统的依靠视觉方法的吊装过程进行了吊装精准度测试, 安装速度测试; 在引入相关传感器后现场实际调试优化, 提升现场叶片安装的精准度与安装速度。

关键词: 风电场; 风机叶片安装; 新能源建设; 叶片吊装过程辅助监测

0 引言

目前, 国内 2MW 风力发电机组组成为塔架、机舱、发电机、叶轮, 继续细分有控制柜、塔架分三段(现场组装), 机舱分机舱与发电机, 叶轮分轮毂与叶片(现场组装), 其中在整机组装过程中叶轮部分的安装分为两种方式: ①先吊装轮毂, 其次安装叶片, 每安装一片叶片轮毂旋转一定角度, 安装下一片叶片, 吊装过程耗时较大, 且受现场风力影响严重。②地面组装轮毂及叶片, 安装后吊装, 该过程受场地影响, 多用于平原低区安装, 山区不适用, 且在安装过程中使用两台吊机同时作业, 安装速度能够较第一种大幅缩减。上述两种方式在风场施工过程中存在不同程度的风向风速影响, 在轮毂与机舱的法兰对接时极易存在不稳定的问题, 在对接不稳定时, 轮毂易擦伤连接法兰, 同时也容易损坏螺杆, 受到撞击的螺杆会产生机械性的损伤; 所以吊装时应该对现场两台吊机进行受力分析, 防范机械故障导致的事故发生。因此依靠智能化手段辅助现场人员完成安全、快速作业势在必行。

1 研究基础

风电机组在进行吊装时, 需考虑以下几点因素:

- ① 吊装前需对沉降及水平环境进行测量, 测量误差应保持在 $\pm 1\text{mm}$;
- ② 吊装前清点各附件数量, 检查螺杆安装情况, 有效避免在吊装过程中因相关附件缺失影响整体工程;
- ③ 在实际安装过程中应避免恶劣天气影响, 在风速等级为五级以内 (10m/s) 时可选择机舱、发电机等施工, 不可吊装受风面积大的物体(即叶片), 在风速等级为四级 (6m/s , 不得大于 8m/s) 时可吊装叶轮及叶片;
- ④ 在吊装过程中应合理安排施工人员对控制角度缆绳进行拉扯, 保证安装角度;
- ⑤ 在叶片及轮毂整体安装环节时法兰实际连接方向需要以主吊的排放位置确定, 同时法兰的对接位置不能对叶轮, 轮毂, 叶片的吊装产生影响;
- ⑥ 在进行对接时进行仰角的控制, 保证仰角在 85° 左右, 对接时应保证垂直角度为 0° ;
- ⑦ 吊装过程中由两台吊机完成作业, 吊机位置耐力计算, 同时厂家提供吊具的质量证明文件;

⑧ 最后是技术人员需做好现场安装的测量角度, 以及选用有经验的施工人员进行对接指挥操作。

本次研究是基于国电电力夏津二期 100MW 风电场工程项目的的新能源建设工程智慧管理平台的基础上, 对实施过程中轮毂叶片安装, 作出相关理论假设, 相关传感器选择, 理论部分验证。

2 研究方法

测量现场地表风速、风向, 高空风速、风向, 对吊装的轮毂安装独立式倾斜仪, 监测安装过程中倾斜程度, 采用应力计监测吊机力臂关键部位进行测量, 最后针对收集到的数据进行分析, 以最终数字化方式提供至现场作业人员, 辅助完成安装作业。

2.1 传感器选型及安装

风速风向传感器(见图 1): 采用小型超声波风速风向传感器, 可测量风速, 风向瞬时值, 该传感器采用 485 通讯接口, 标准 Modbus-RTU 协议, 同时将 4G 物联网关固定至设备底部, 将收集到的数据传回远程平台, 完成数据展示。放置位置为机舱顶部、地面。

倾斜传感器: 采用独立式倾角传感器, 可测量三轴角度。

安装位置: 轮毂内叶片独立变桨的电气控制箱外壳, 可采用双面胶粘贴, 便于安装完成后拆卸。

应变计: 采用振弦式表面应变计, 可测量钢结构的应力应变状况。

安装位置: 吊机吊臂架构上半部及下半部。

2.2 方案

设计方案如下:



图 1 风速风向传感器

①在整体实施过程中尽量采用较少传感器来减少施工现场的安装布设工作，在风机吊装环节到叶片吊装时开始采用上述传感器。

②将风速风向传感器一台放置在平地，接通电源，可测得地面数据；将一台放置在机舱位置监测高空风速风向状况。

③倾斜计在使用前放置在已经校准的水平面上进行调零，将轮毂及叶片在地面安装完毕后使用粘胶对其中一台倾斜计进行安装，在起吊前对安装的倾斜计进行调零，采用电子测量器具，将轮毂调整姿态，调整轮毂姿态达到与对接面角度一致时进行调零校准，除去安装误差。

④对吊机结构进行研究后采取分段安装办法，同时考虑现场布线安装问题，在主吊前半部选择三处应力监测位置，主吊下部选择三处监测位置，如图 2 所示。

⑤在现场设备监测设备安装完后开始起吊叶片，参照倾斜计参照角度调整对接角度。

3 研究结果

现场安装完毕后的现场实施环境值、机械设备起重后应力变化数值、安装倾斜姿态值，对数值进行在线调整可得到气象数据，有东北风三级，适合吊装受风面积大的部件；根据持

续监测应力变化趋势，应力变化接近一条平滑直线，说明主吊机在提升叶片过程中无安全隐患；在对接过程中，机舱指挥人员依据设备监测返回数据指挥吊机操作员及地面控制绳人员，进行小幅度姿态调整，最终完成轮毂与主轴承连接。

4 结语

本文针对传统的风机大部件依靠人工经验方式下，采用传感器辅助安装指挥人员，对比传统方式，有效将人工经验转化为数字依据，同时也得出在风机大部件安装现场可广泛采取应用传感器辅助安装的手段，帮助地面控制人员能够以实际数据为参考，进行小幅度或微动控制，最终达到风机大部件快速、精确、安全的安装。

参考文献：

[1] 胡穗兴. 山地风电场风力发电机组安装安全技术 [J]. 中国新技术产品, 2018(4):146.
[2] 刘赛. 风力发电机组叶片装配吊具的研制 [J]. 金属制品, 2018,44(5):56-58.
[3] 忻爱民. 浅析风力发电机组安装技术 [J]. 安装, 2018(8):14.
[4] 刘泽有. 山地风机风轮吊装安全风险点及管控对策 [J]. 中国安全生产科学技术, 2017,13(2)72-76.
[5] GB/T 19568-2017, 风力发电机组装配和安装规范 [S].

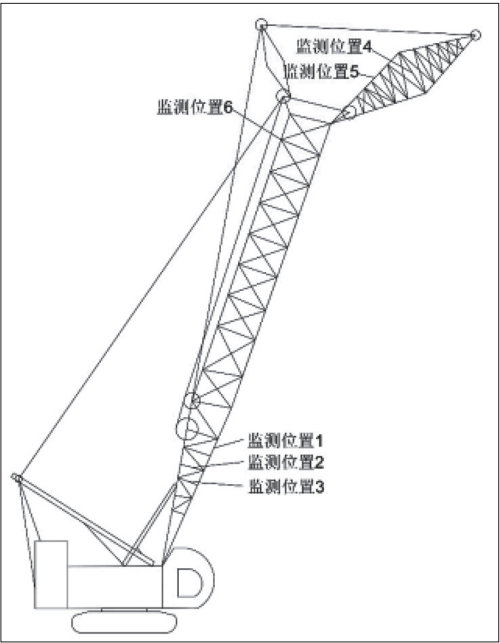


图 2 轮毂叶片安装图

