

响水风电场塔架的吊装技术

杨 成

(中国水电七局有限公司机电安装分局 四川 彭山 620860)

摘要 :分析响水风电场塔架的技术参数 ,介绍了响水风电场塔架的吊装程序和吊装工艺 ,并提出塔架吊装时应注意的问题。

关键词 :塔架 ;吊装技术 ;响水风电场

中图分类号 :TM754 文献标识码 :B 文章编号 :1006-7647(2010)S2-0055-02

塔架是风力发电机组的主要承载部件。在风力发电机组中塔架的质量占风力发电机组总质量的 1/2 左右 ,其成本占风力发电机组制造成本的 15% 左右。塔架的主要功能是支承风机的机械部件和发电系统 ,承受风轮引起的振动载荷 ,包括起动和停机的周期性影响、突风变化、塔影效应等 ,承受风轮的作用力和风作用在塔架上的力(弯矩、推力及对塔架的扭力)。

1 响水风电场塔架技术参数

响水风电场位于江苏省响水县东北部沿海的滩涂地区 ,共安装 134 台单机容量 1.5 MW 的风力发电机 ,总装机容量为 201 MW。风电场所有风力发电机组均由东方电气集团东方汽轮机有限公司制造 ,机型为 FD77A ,转轮直径为 77 m ,轮毂高度为 61.5 m^[1]。工程采用适合当地地质、气象等条件的钢质圆筒式、防盐雾、海水侵蚀型塔架 ,塔架高度为 57.65 m ,分为 3 节。相关参数见表 1。

表 1 塔架相关参数

1 节		2 节		3 节	
长度/m	质量/kg	长度/m	质量/kg	长度/m	质量/kg
13	28 700	19.25	31 700	25.4	30 000

塔架底部最大直径为 4 m ,顶部最小直径为 2.955 m。塔架与基础、塔架段与段之间及塔架与机舱的连接采用高强度螺栓连接。塔架的底部配有 1 扇门 ,能使外部空气进入塔架内 ,同时具有防沙、防雨、防蚊虫、防盗的功能。塔架内部设置 4 个平台 ,各平台都有照明装置和应急照明装置。

变频器、风机控制系统的操作面板和主电源的装置安装在塔架底部的独立平台上 ,平台与入口门

位置齐平。这样重要设备的功能控制可以在地面上轻松完成操作 ,不必攀爬到机舱内进行操作。塔架内还安装有导电轨 ,将发电机的电能输送到变压器。安装光纤以便所有控制信号能从操作计算机传送到塔架顶部。

塔架通过多层喷涂来达到最佳的防腐蚀效果。所有的金属板和焊缝都采用超声波和 X 光进行探伤测试。

2 装配程序

2.1 吊装设备

根据响水风电场塔架的质量、外形尺寸、吊装高度及其结构特点 ,以及现场吊装条件的许可和吊装条件的限制 ,结合施工单位现有的起重能力 ,决定采用 1 台 400 t 履带式起重机 辅以 1 台 200 t 汽车起重机以及 1 台 50 t 履带式起重机进行筒体吊装及溜尾工作。为确保施工进度 2008 年 12 月 17 日 ,又租赁了 1 台 400 t 汽车起重机 ,风电场 2 个吊装工作面同时展开作业。

2.2 吊装准备工作

a. 风机基础已经制作完毕 ,验收合格 ,能够满足设计和安装要求。在基础环上标记出塔架门的位置 ,清理基础环和基础环上的螺栓孔 ,并涂抹润滑剂。在各节塔架连接法兰上做出记号 ,保证电缆和爬梯通畅。

b. 吊装设备组装完毕 ,机械性能良好 ,能够满足吊装要求。

c. 机组和有关附属设备的安装必须在设备制造厂的安装指导人员指导下进行。

作者简介 :杨成(1976—) ,男 ,高级工程师 ,从事金属焊接工作。E-mail :30524638@qq.com

d. 将设备附件安装在指定位置。

2.3 吊装流程

2.3.1 底部塔架安装

a. 复查基础环的水平度 ,用经纬仪将控制轴线测放至混凝土基础表面 ,将垫板放在地基离塔架中心线 8 m 到 10 m 的位置上 ,使用水平仪测量顶部的水平程度。通过增加或减少垫板的方法 ,使所有位置的垫板顶标高都一致 ,根据测放轴线及找平后的支承面安装。

b. 检查吊具、吊链完好 ,没有印痕和裂纹 ,检查钢丝绳完好 ,无断股或磨损 ,检查吊具螺栓、螺母完好 ,无弯曲或螺纹损坏 ,拆除塔架上下部包装 ,清洁法兰表面的油脂和灰尘。

c. 清点塔架与基础环连接的螺栓、螺母、垫圈数量(144 套) ,涂抹防咬剂后摆放在基础环下 ,准备安装使用工具放置在基础内 ,引入电源 ,在基础环法兰面的外部区域涂上少量的密封胶。

d. 在底部塔架的顶上、法兰的末端安装吊钩及钢丝绳 ,并将钢丝绳固定在主吊的吊钩上 ,在塔架的底部栓上溜绳 ,控制塔架的水平移动 ,使用辅助吊车通过调控底部的末端 ,将塔架组成部分进行提升立起 ,使其从水平位置调整到垂直位置。

e. 在 4 个方向拉设缆风绳 ,用 2 台经纬仪在 2 个方向根据柱脚轴线向上找正 ,用 4 个缆风绳上的链条葫芦调整 ,通过调节底部垫片来调整固定垂直度 ,检查塔架的垂直度是否满足要求。

f. 在塔架即将就位时 ,调整好塔架进入门方向 ,塔架下放速度应缓慢。

g. 塔架完全放置在基础环上后 ,将连接螺栓、螺母全部套上 ,不要紧固 ,塔架调整好后拧紧并且扭紧每一个铰钉立柱上的螺栓。完成了拧紧和扭紧之后 ,对每一个螺栓要使用制动螺母。检查塔架内侧法兰之间的空隙 ,如有空隙 ,应使用填隙片。

2.3.2 中部塔架安装

a. 拆除塔架上下部包装 ,清洁法兰表面的油脂和灰尘。

b. 用适当的容器装底部和中部塔架联结法兰的螺栓、垫圈和螺母并随电动扳手、扳手和过渡段导电轨一起吊到底部塔架平台处。

c. 中部塔架的吊装同底部 ,起吊后放置在下面塔架部分的上面。在塔架即将就位时 ,塔架下放速度应缓慢。在两法兰距离 20 mm 左右时停止下放。

d. 调整中部塔架方位 ,保证塔架上面部分的塔架梯与塔架下面部分的塔架爬梯和电缆方向一致。

e. 由下而上穿上所有连接螺栓 ,临时紧固所有螺栓。缓慢放下中部塔架 ,上下法兰完全接触后 ,用

冲击扳手再次临时紧固螺栓后 ,卸下上法兰吊具。

2.3.3 顶部塔架安装

a. 把连接机舱和塔架顶部法兰的螺栓、垫圈以及安装工具放入适当的容器内 ,然后吊到塔顶平台上。

b. 安装方式同中部、底部塔架。

塔架间紧固件的要求及处理方法见表 2。

表 2 塔架机组紧固件力矩要求及处理方法

名称	标准	紧固件	数量/个	套筒规格	工具	力矩/ N·m
塔架第 1 节	DIN6914	螺栓 M36 × 245	144	60	电动扳手	600
	DIN6915	螺母 M36	144	60	电动力矩	2000
	DIN6916	垫圈 37	288	60	液压扳手	2800
塔筒塔架第 2 节	DIN6914	螺栓 M36 × 205	136	60	电动扳手	600
	DIN6915	螺母 M36	136	60	电动力矩	2000
	DIN6916	垫圈 37	272	60	液压扳手	2800
塔架第 3 节	DIN6914	螺栓 M36 × 175	120	60	电动扳手	600
	DIN6915	螺母 M36	120	60	电动力矩	2000
	DIN6916	垫圈 37	240	60	液压扳手	2800

注 :在螺栓螺纹、螺母与法兰接触面涂抹防咬剂。

2.4 吊装注意事项^[2-3]

a. 吊装施工时间要尽量安排在风速不大的季节进行。吊装塔架下段、中段时风速应小于或等于 12 m/s。吊装塔架上段、机舱时风速应小于或等于 8 m/s。有大雾、能见度低于 100 m 时不得进行吊装。

b. 塔架上段与机舱要连接安装 ,当天完成 ,避免夜间停工期间刮大风造成设备损坏。

c. 塔架起吊前 ,检查设备内所有的电缆并进行必要加固措施 ,确保在吊装过程中电缆不被损坏。

d. 塔架内作业时必须做好漏电保护措施 ,检查电源线。

e. 吊装底节和中节塔架时把临时安全绳固定在塔架顶端 ,确保作业人员上下塔架的安全 ,吊装上段塔架后 ,把永久的安全绳安装好。

f. 塔架对接时由起重指挥站在地面通过对讲机与塔架平台上人员联系 ,并指挥吊机动作。当机舱到达塔架上方和叶轮与机舱对接时 ,吊装作业指挥权由地面起重指挥移交给塔架平台上起重指挥 ,由其通过对讲机指挥吊机动作。

参考文献 :

[1] 吴启仁 ,邓志勇 ,孙向东 .浅议响水风电场施工组织设计 [J].水利水电技术 ,2009(9) :68-71 .

[2] 谢正根 .风电设备安装技术管理综述 [J].建设机械技术与管理 ,2007(5) :33-35 .

[3] 周讯 .慈溪风电场土建与设备安装施工及其管理 [J].四川水利 ,2008(6) :54-57 .

(收稿日期 2010-09-10 编辑 :方宇彤)