

塔架及风机吊装作业安全风险管控

何佑华

四川电力设计咨询有限责任公司 四川成都 610000

【摘要】随着世界风力发电产业的发展,着风机设备的重量越来越重,高度越来越高,风力发电设备大型化导致风机吊装安全风险也随之增大。吊装作业主要包括塔架组装、机舱安装、叶片组装、风轮安装,分为起吊和组装,作业工艺复杂,吊装物件构型大、质量重、施工难度大。

【关键词】塔架及风机吊装;安全风险管控

Safety risk control of tower and fan hoisting operation

He Youhua

Sichuan Electric Power Design and consulting Co., LTD Chengdu, Sichuan Province 610000

【Abstract】With the development of the world wind power industry, the weight of the fan equipment is getting heavier and heavier, the height is getting higher and higher, and the large wind power generation equipment leads to the safety risk of the fan lifting also increases. The hoisting operation mainly includes tower assembly, engine room installation, blade assembly and wind wheel installation, which is divided into lifting and assembly. The operation process is complex, and the hoisting objects have large configuration, heavy quality and great construction difficulty.

【Key words】 tower and fan hoisting safety risk control

1 安全风险管控要点

1.1 吊装前

1. 吊装方案: 吊装方案编审批程序合规, 吊装方案应通过专家论证; 作业中, 未经批准, 不得更改吊装方案。

2. 标志、标牌: 吊装区域应设置安全警示围栏、警示标志、风险控制牌、应急联络牌等, 应有吊装现场的风力发电机组和吊车在吊装中的位置图。

3. 机组要求: 检查塔架和风机部件、组件、配件, 确保型号、规格、数量无误; 存在损伤、碰伤、变形、构件脱落、松动的应按规定进行处理, 严禁安装不合格、有缺陷的部件、组件、配件。

4. 起重机械要求

(1) 起重机械应按照国家有关规定检验合格后方可使用。

(2) 起重机械选型应满足起吊重量、起吊高度、作业半径、安全距离的要求。

(3) 主吊车应做好机体外壳电气双接地, 山地项目主吊车、辅助吊车应做好外壳电气双接地, 且接地电阻应满足规范要求。

(4) 吊/索具应由专业制造商按国家标准规定生产、检验, 具有合格证和维护、保养说明书, 性能安全可靠。

1.2 安装人员要求

1. 培训交底: 现场安装人员应经过安全培训、安全技术交底。

2. 现场指挥: 现场吊装指挥人员应唯一且始终在场。

3. 安全监护: 吊装现场设专职安全员一名。

4. 特种作业人员: 特种作业人员、特种设备作业人员应持证上岗。

5. 现场作业人员

(1) 现场作业人员身体健康并具备体检资质的医院

体检合格; 应自觉接受现场吊装指挥人员、安全监护人的管理, 遵守现场劳动纪律, 服从指挥, 不得擅自离岗。

(2) 工作区内不应有无关人员滞留, 非作业人员严禁进入施工作业区。

(3) 应熟悉施工安全和警告标识, 正确使用劳动防护用品, 对危险源知情并掌握应对措施。

1.3 安装现场要求

1. 风机基础

(1) 吊装前, 风机基础强度达标。基础环水平度达标; 如果是预应力锚栓, 预应力锚栓螺栓型号、尺寸以及预应力的张拉值应满足设计要求, 上锚板处二次灌浆料材料型号及强度应满足设计要求。

(2) 地基应有良好的接地装置, 其接地电阻应不大于 4Ω 。

2. 场地要求

(1) 吊装场地应满足作业需要, 应有足够的零部件存放场地。

(2) 设备存放场地应平整、坚实, 起吊场地平整度、地面强度应满足运输车辆、起重机械要求。

3. 设备要求

(1) 设备迎风面应顺风摆放, 采取防雨、防沙、防风措施。

(2) 塔架、机舱、轮毂等卸车后, 需垫枕木或采取其它措施防止设备下陷。

(3) 叶片放置时, 必须在前支架下垫枕木, 防止地面下沉, 叶片最低处离地面的距离至少 100mm, 防止叶片触地开裂或受损。

(4) 地面组装时, 单件设备下必须有两个以上支点, 防止其塌腰或上翘, 对人员、设备造成伤害。

4. 在塔架、风机中工作时, 必须配备安全电压照明灯。

1.4 安装过程

1.4.1 一般规定

2.气象要求

(1) 吊装作业前,应提前取得当地气象部门发布的天气预报,在雷雨、大雪、雷电、沙尘、能见度低、环境温度小于或等于-20℃等恶劣条件下,不应进行风力发电机组的吊装作业。

(2) 塔架、机舱、叶轮、叶片等部件吊装时,现场应配备风速仪,风速(风力等级按照平地上离地10m处的风速值确定)不应高于该机型安装技术规定、生产厂家要求;未明确相关吊装风速的,风力等级大于或等于六级(10.8m/s-13.8m/s),不应进行吊装作业。

2.夜间吊装:按照专项吊装方案,确保能见度和照明满足安全作业要求。

3.交叉作业:尽量避免立体交叉作业,如需立体交叉作业应采取安全防护隔离措施。

4.高处作业:高处作业人员应正确使用个人防护用品;使用的工器具和其他物品应放入专用工具袋中;工作中所需零部件、工器具必须传递,不应空中抛接;工器具使用后应及时放回工具袋或箱中,工作结束后应清点。

5.作业中发现安全隐患应立即停止作业,直到隐患完全排除。

6.起重吊装

(1) 风力发电机组吊装起重作业应严格执行《履带起重机安全操作规程》(DL/T 5248-2010)、《汽车起重机安全操作规程》(DL/T5250-2010)等规范。

(2) 高海拔地区吊装作业,宜选用高原型起重机械。

(3) 荷载要求:起重机械负载率应小于90%;双机抬吊时,要根据起重机械的起重能力进行合理的负荷分配,起吊重量不得超过两台起重机在该工况下允许起重量总和的75%,单机的起吊荷载不得超过允许荷载的80%,起吊过程中两机动作应协调,起重滑车组基本保持垂直状态。

(4) 吊装指挥

1) 吊装过程中,由现场总指挥统一指挥调配,各岗位应正确执行总指挥的命令,指挥信号应传递迅速、准确,现场作业人员应熟悉此信号。

2) 起重机械的工作条件不符合有关安全规定时,起重指挥人员不得指挥作业。

3) 吊装作业人员应按照吊装指挥人员指挥信号进行操作,指挥信号不明确时,不应进行吊装作业。

4) 因天气原因或照明不足,指挥人员看不清各工作地点,或起重驾驶员看不见起重指挥人员等情况时,不应进行起重工作。

5) 吊装过程中,作业人员未经现场指挥许可,不得在起重物下及受力索具附近停留或通过。

(5) 吊装前应正确选择吊具,并确保起吊点无误;吊装物各部件保持完好,固定牢固。

(6) 起重机操作人员应熟悉起重机械性能,起重机工作前应观察在起重机的回转范围内有无障碍物;起重机工作前应先试运转一次,检查各机构的工作是否正常,制动装置是否灵敏可靠,确认正常后方可开始工作。

(7) 在吊绳被拉紧时,不应用手接触起吊部位,禁止人员和车辆在起重作业半径内停留。

(8) 起吊时,应先进行试吊,起吊部件离开地面或运输车辆约100mm时应暂停起吊,检查起重机稳定性,制动装置的可靠性和绑扎的牢固性等,确认可靠后才能继续起吊。

(9) 起吊部件时,起吊物应绑挂牢固,吊钩悬挂点应在吊物重心的垂直线上,吊钩钢丝绳应保持垂直,不得偏拉斜吊,作业人员不得位于吊物前方和后方。吊物周围所有死角均不得站人。部件落钩时应防止由于吊物局部着地而引起吊绳偏斜。

(10) 履带吊的履带下(或汽车吊支腿处)必须垫好走道板,增大接触面积,确保安全;吊装过程中,必须派专人对履带或汽车吊支腿的沉降情况进行监护,如有异常情况,必须立即停止吊装作业。

(11) 当使用设有大小钩的起重机械时,大小钩不应同时各自起吊物件。

(12) 起重机作业完毕收车时,应摘除挂在吊钩上的索具,并将吊钩升起;所有操纵杆放在空档位置并切断主电源,如遇天气预报风力将达六级(10.8m/s-13.8m/s)时,如厂家有要求,按厂家要求执行,应将臂杆转至顺风方向并松开回转制动器。汽车式起重机还应将支腿全部支出,选择地基坚实的路面,防止下雨后出现地基下沉。

(13) 设备与吊臂之间的安全距离应大于500mm。

(14) 吊装作业区有带电设备时,其中设施和吊物、牵引风绳等与带电体的最小安全距离不得小于《电力建设安全工作规程》(DL 5009)的规定,并应设专人监护;吊装时采用的临时缆绳应由非导电材料制成,并确保足够强度。

(15) 设备吊装时,必要时安装防止涡激振动的专用装置。

(16) 暂停作业时,对吊装作业中未形成稳定系统的部分,应采取临时固定措施。

1.4.2 塔架安装

1.塔架安装之前必须先完成机组基础验收。

2.起吊塔架时,应保证塔架直立后下端处于水平位置,并至少有一根导向绳导向。

3.塔架就位时,工作人员不应将身体部位伸出塔架之外。

4.底部塔架安装完成后应立即与接地网进行连接,其他塔架安装就位后应立即连接防雷导线。

5.在塔架的安装过程中,应安装临时防坠装置。如无临时防坠装置,攀爬塔架时应使用双钩安全绳进行交替固定。

6.塔架吊装时,不应将零部件和工器具放置于塔架顶平台上。

7.顶端塔架安装完成后,应立即进行机舱安装。如遇特殊情况,不能完成机舱安装,人员离开时必须将塔架门关闭,并采取将塔架顶部封闭等防止塔架摆动措施。

8.攀爬塔架时,每一塔段只准许一个人,过平台后应将舱口盖板盖好。

1.4.3 机舱吊装

1.起吊机舱时,起吊点应确保无误。在吊装中必须保证有一名人员在塔架平台协助工作。

2.机舱和塔架对接时应缓慢而平稳,避免机舱与塔架之

间发生碰撞。

3.起吊机舱时，禁止人员随机舱一起起吊。

4.机舱与塔架固定连接螺栓到达技术要求的紧固力矩后，方可松开吊钩、移除钓具。

5.完成机舱安装，人员撤离现场时，应恢复顶部盖板并关闭机舱所有窗口。

6.在机舱内工作时，须将叶轮锁定；若在机舱内控制元件上工作，须断开主开关，并在主开关把手上挂警示牌。

7.若机舱内某些工作必须短时开机，工作人员应远离传动部位（联轴器、刹车盘、低速轴等），工作衣应贴身，不应有拖拉的带子、绳子等物，随身使用的工具应在开机前放置好。

1.4.4 风轮安装

1.叶轮和叶片起吊时，应使用经检验合格的吊具。

2.起吊叶轮和叶片时至少有两根导向绳，导向绳长度和强度应足够；应有足够人员拉紧导向绳，保证起吊方向。

3.起吊变桨距机组叶轮时，叶片桨距角必须处于顺浆位置，并可靠锁定。

4.叶片吊装前，应检查叶片引雷线连接良好，叶片各接闪器至根部引雷线阻值不大于该机组规定值。

5.叶轮在地面组装完成未起吊前，必须可靠牢固。

1.4.5 其他

1.塔架、机舱就位后，应立即按照紧固技术要求进行紧固。使用的各类紧固器具，应经过检测合格并有检验合格标识。

2.机组的部件或整机装配中的高强螺栓应在装配后4h-24h内进行复检。复检方法应与安装方法相同。

3.机组安装完成后，应将刹车系统松闸，使机组处于自由旋转状态。

4.机组安装完成后，应测量和核实机组叶片根部至底部引雷通道阻值符合技术规定，并检查机组等电位连接无异常。

2 安全管理要求

2.1 风机安装专项方案的编制

1.施工单位应针对风机设备部件、构件的吊重、吊装半径、现场位置等吊装参数的实际情况，分析吊装工况，编制风机安装专项方案，选择合理的施工设备，制定可靠的安装工序，配备足够的施工专业人员，明确安装工程技术重点和保证安全、质量的措施。

2.风机安装专项方案应进行专家论证，论证通过后方可组织实施。

2.2 风机安装技术交底

1.首台风机安装前至少14天，总承包部应组织风机厂家技术服务人员向施工单位、监理单位进行风机安装技术交

底，交底内容主要包括安装技术要求、注意事项等。

2.施工单位内部应向作业层面进行分级、多批次风机安装技术交底，落实层面要求至各班组，总承包部须对施工人员随机抽查是否掌握风机安装技术要求。

2.3 安装准备工作检查

在设备吊装前，总承包部应组织施工单位对照安装专项方案进行检查确认，确保满足方案要求。

2.4 吊装过程控制

1.总承包部、施工单位必须严格进行风机吊装过程安全检查。

2.总承包部检查安装单位现场作业、指挥、安全管理人员是否到位，分工是否明确，气象条件是否符合安装要求。

3.总承包部督促施工单位检查机舱、轮毂、叶片、塔架等设备构件的连接法兰等是否已进行保护，吊装索具与设备或构件的尖锐处应避开或进行保护处理，设备吊点、钢丝绳接头等处连接是否牢固。

4.总承包部督促安装单位在吊装前对安全状况进行自检、复检，并组织联合检查，各级检查均应签字确认。

5.机舱、叶轮、塔架等主要超重、超长构件试吊中应仔细检查确认设备构件的平衡、索具连接牢固、吊车负荷情况，设备或构件的吊耳情况，索具、吊车、负荷、地基变化及吊耳与设备或构件的本身情况。

6.每节塔架、机舱、叶轮等重要吊装工序必须经施工技术负责人和专职安全员、风机厂家代表、监理工程师、现场指挥签字确认后，才可正式进行吊装。

7.设备正式吊装过程中，管理、指挥、作业各类人员应遵守各自职责，紧密配合，施工单位专职安全员应实施全过程旁站。

2.5 主吊设备转（退）场安全管理

设备或构件吊装完成后，吊车的转（退）场应确保安全，主吊设备应由有资格的施工人员进行拆除，并及时组织吊装机具安全转（退）场。

2.6 安装完成后风机设备检查

风机安装后应按照风机厂家调试要求做好风机设备的各项检查确认工作。

1.风机吊装完成后，施工单位应立即组织完成电气（包括一、二次）连接、各法兰面螺栓紧固。杜绝出现超过风机厂家规定的螺栓紧固期限。

2.施工单位按照国家相关规范和风机厂家提供的检查表对电气（包括一、二次）连接、机械联接进行自检，自检合格后报监理工程师进行复核确认。如监理工程师发现存在不合格项，施工单位须对该项进行返工处理。

3.在风机调试前，总承包部组织风机厂家技术服务人员对风机进行电气、机械连接检查确认。

参考文献

- [1]风力发电机组装配和安装规范（GB/T 19568-2017）
- [2]风力发电机组吊装安全技术规程（GB/T 37898-2019）
- [3]陆上风电场工程安全文明施工规范（NB/T 31106-2016）