

# 风电项目建设过程中的电气工程施工质量把控措施

郇立元

中节能山西风力发电有限公司 陕西西安 710016

**摘要:** 在世界范围内可再生能源需求量不断增加的背景下, 风力发电这一清洁且可持续发展的能源形式逐渐得到重视与普及。建设风电项目是我国能源转型以及应对气候变化的一项重要措施, 电气工程作为风电项目中的核心部分, 建设质量的好坏直接影响着风电场安全运行以及发电效率。所以在风电项目的施工过程中严格控制电气工程的施工质量是非常关键的。为确保风电项目能够顺利进行并长期平稳运行, 文章将以电气工程施工为研究视角, 对风电项目施工期间电气工程施工质量控制对策进行探究。

**关键词:** 风电项目; 建设过程; 电气工程; 施工质量

## 引言

风电工程施工品质的好坏不仅对风电项目整体性能与稳定性有着直接影响, 同时也深刻地影响风电场所产生的经济与社会效益。高质量的电气工程施工可以保证风电设备高效运行, 降低机械故障率, 进而降低后期维护成本, 增加能源产量。反之, 若电气工程施工品质不佳, 就有可能造成设备频繁出现故障甚至造成安全事故, 进而为企业及社会造成沉重经济负担。

## 一、电气工程概述

### 1. 电气工程定义及范围

电气工程是一门综合性, 专业性很强的工程领域, 涉及到电能的产生、输送、分配、利用及其有关控制、防护、测量、通信等体系, 总之, 电气工程涉及到与“电”相关的一切技术及其应用。就风电项目而言, 电气工程重点关注风力发电机组电气系统的设计和安装, 其中包括发电机电气接线, 控制和保护系统配置等、风电场内电力传输及分配网络建设和风电并网技术。另外涉及风电场监控系统, 通信系统和照明, 防雷接地辅助电气系统。电气工程涉及面非常广, 既是风电项目施工中的核心技术, 也是保障风电场安全, 稳定和经济运行的关键环节。风电项目电气工程施工时, 要考虑到电气设备的选择、布置、安装和调试等诸多因素, 才能保证风电场将风能高效转换为电能并稳定传输至电网。所以, 电气工程对风电项目起着关键作用, 它的设计及施工质量对风电场整体性能及运行效率有直接影响。

### 2. 风电项目中电气工程的特点

风电项目电气工程在满足高效发电、稳定传输等要

求的同时, 还要面对复杂多样的风电环境与气候条件。电气工程在风电项目当中表现出了技术高复杂性以及系统集成性等特点, 主要表现在风力发电机组电气控制系统当中, 这种系统要求对风力发电机运行状态进行准确的调节, 从而实现风能的最大限度捕捉以及电能的转化。另外, 风电场一般都位于偏远地区, 需要电气工程拥有超高的可靠性与耐久性来应对严酷自然环境与电网波动的挑战。与此同时, 为减少风电运营成本, 提升能源利用效率, 电气工程也需要重视节能与环保设计, 例如使用高效节能电气设备、智能化电力管理系统等。从整体上看, 风电项目电气工程集高效性, 稳定性, 耐久性, 环保性等特点为一体, 是一项复杂的系统工程, 需要专业人员有较深的电气工程知识与实践经验才能保证风电场平稳运行与高效发电。

## 二、风电项目建设过程中的电气工程施工关键点

### 1. 基础电气设施建设

基础电气设施建设对风电项目具有决定性作用, 是风电场整体平稳运行的根本。该环节主要涉及变电站及配电房施工、电缆线路敷设、接地系统设计几个方面。

变电站及配电房施工时, 场地选择至关重要, 需综合考虑地形、气候及安全方面的影响。施工过程中, 必须做好建筑物的防雷接地措施, 以保障设备的平稳和安全运行。至于电缆线路的铺设, 则需根据风电场的整体布局和电力需求来精心设计线路路径和选定电缆类型。比如选择合适的电缆截面来确保最大负荷时电压降不会大于规定值等, 一般情况下该值都会被限制在规范范围内。同时, 电缆的埋设深度也是一个重要参数, 一般要求不小于0.7米, 以确保电缆不受外力破坏。

接地系统的设计则直接关系到风电场的安全运行。它不仅保护人身和设备安全，还要防止雷电等自然灾害对风电场的影响。接地电阻是一个核心参数，通常要求不大于4欧姆，以确保接地系统的有效性。在实际施工中，还需要考虑到土壤电阻率、接地体的形状和尺寸等因素，以达到最佳的接地效果。

从整体上看，基础电气设施建设属于综合性项目，要综合考虑很多因素。经过合理规划与准确建设，能够保证风电场电气系统稳定与安全，为风电项目长期平稳运行奠定坚实基础。在建设期间，也需要严格按照相关电气安全规范与标准进行施工，才能保证每个施工环节均满足质量要求，从而为风电场后续的运行与维护工作提供强有力保障。

## 2. 风电设备电气安装

在风电项目建设中，风电设备电气安装处于核心地位，施工质量的好坏对于风电场运行效率和安全都有着直接的影响。安装时，需按照有关规范及设计要求进行，保证全部安装细节合格。

风力发电机组的核心是电气连接，机组安装需保证电气连接准确可靠。如发电机定子和转子的联接必须按照具体接线图进行，采用符合规范的电缆及接头。接线端子紧固力矩要在要求范围之内，一般用力矩扳手来调整，力矩值根据接线端子及电缆规格而异。

升压变压器在安装与调试过程中，要结合风电场实际需要及电网要求，确定容量及电压等级。安装时要求保证变压器水平及垂直度符合规定的标准，可采用水平仪，垂直线及其他工具来测试。在调试期间，需要对变压器绝缘电阻，直流电阻，变压比等多个参数进行测试，保证变压器性能满足设计要求。

另外，控制系统作为风电场的核心，负责监测和调度整个风电场的运行情况。在安装控制系统时，需要确保传感器和执行器的接线正确，并通过严格的功能测试，以确保它们能够准确地收集数据和下达控制指令。自动化设备的选择和安装也需要根据设计要求进行，以确保在关键时刻能够精确动作并保护风电设备。

总之，风电设备电气安装是一项复杂而细致的工作，需要施工人员有丰富的工作经验与专业知识。通过按照施工规范及设计要求开展建设，能够保证风电场电气系统稳定、可靠地运行，为风电项目长远发展提供强有力的保障。

## 3. 安全防护措施

安全防护措施是风电项目电气工程施工过程中非常

关键的一项措施，不仅关系着施工人员的安全，而且对风电设备能否平稳运行也有着直接的影响，风电项目电气工程采用多重安全防护措施，以保证全过程安全，具体如下：（1）防雷和接地保护。风电设备尤其是风力发电机组通常安装于空旷和高处，使其更易遭受雷电侵袭。因此，在风电设备的电气系统中，我们安装了高性能的避雷器，并确保其接地电阻小于4欧姆，这样可以有效地将雷电流引入地面，保护设备不受雷电的冲击。（2）过电压保护。风电设备运行时可能遭遇多种过电压的状况，例如操作过电压和雷电过电压。为确保设备不受过电压的伤害，要在关键部位安装了如氧化锌避雷器这样的过电压保护装置。这些保护器能在电压高于设定值的情况下快速动作，使过电压控制在安全的范围之内。（3）预防性试验和测试。施工期间，定期对全部电气设备及其材料做绝缘电阻测试和耐压试验，以保证各项性能合格。比如对电缆绝缘电阻我们规定它不能小于规定值，一般该值因电缆型号、规格而异。同时也要监控风电设备电气连接部分的温度，以保证运行温度处于安全范围。

总之，安全防护措施对风电项目电气工程施工起到了关键作用。通过综合运用防雷及接地保护，过电压保护，预防性试验及检测等多措并举，可以有效确保风电设备及施工人员安全，从而为风电项目顺利开展提供了坚实保障。

## 三、电气工程施工质量把控策略

### 1. 制定详细的施工计划与流程

在进行建设之前，需要结合风电项目具体情况以及建设要求制定全面详细的建设方案。该方案要求明确各阶段任务目标，时间节点和资源分配等，保证施工过程井然有序。与此同时，施工流程设计非常关键，其需综合考虑施工工序是否合理，施工人员专业技能以及设备调配和使用情况等诸多方面。通过对施工流程进行优化，能够使工作效率得到最大限度的提升，降低不必要的浪费与耽搁。在编制施工计划及流程时，还要充分考虑到可能面临的各种风险及挑战，制定出相对应的措施，来保证施工过程能够顺利实施。另外，在施工计划的编制过程中，也需要相关部门及队伍充分沟通及协调，以保证各方面紧密配合，促进电气工程在风电项目中顺利完工。这样，才能在确保风电工程电气工程施工质量与进度的同时，切实提高工程整体的经济效益。

### 2. 严格选材与验收标准

选材工作要严谨细致，严格遵循工程设计要求和行业标准，对供应商进行细致的筛选，确保其提供的产品

质量上乘、性能稳定。在选材过程中，要关注电气元件的耐压、耐温和耐腐蚀等性能指标，重视材料的环保性和耐久性，才能为电气系统的稳定运行提供有力保障，比如，在电缆选型上，既要考虑电缆的导电性能、绝缘性能等，又要有足够大的机械强度、耐候性等来满足风电场复杂多样的环境条件。

同时制定严格验收标准，并对每批进场物资进行质量全面检查，在验收时，根据国家有关标准及工程的具体要求，从外观、尺寸及性能几个方面一一核实物料，只有经过验收的物资才有可能进入到施工现场，这样才能保证电气工程施工源头质量，另外，抽样复检施工期所用关键材料，以防材料问题造成工程质量隐患。

通过对材料的选择及验收标准进行严格把关，可以有效地避免由于材料质量问题导致的安全事故及性能故障的发生，从而为风电项目长期平稳的运行打下坚实的基础。

### 3. 强化施工现场管理

在风电项目电气工程施工现场中，通过采取一系列措施加强管理以保证施工质量与安全，执行严格的现场管理制度，规范施工人员行为，保证施工过程有序，同时强化现场监督、定期检查施工进度与质量、发现问题及时纠正。另外，注重施工现场安全管理，有专门的安全管理人员、有详尽的安全操作规程、有规律地开展施工人员安全培训、增强其安全意识及应急处理能力。通过采取上述措施，有效提升施工现场管理水平，保障风电项目电气工程施工质量与安全。这样既为工程的顺利实施提供强有力的保证，又为实现企业可持续发展打下坚实的基础。

### 4. 定期对施工质量进行检查

风电项目电气工程施工质量把控中，经常性施工质量检查对确保工程质量与工程进度至关重要，通过严格质量检查流程的制定与实施，能够有效发现和解决在施工中可能存在的各种问题。质量检查工作要涉及电气设备的安装、接线及系统调试的各个环节，保证每一个环节均达到设计要求及国家标准。

以风电场电缆敷设为例，其检验内容应该包括电缆型号、规格与设计要求是否相符，电缆敷设路径、敷设深度、电缆弯曲半径等是否符合规范要求，电缆接头制作及绝缘阻抗值等是否合格等。电缆敷设结束时，要用0.1Hz超低频高压发生器进行电缆线路耐压试验，试验电压通常为2.5倍额定工作电压，为确保电缆线路绝缘性能的稳定性和可靠性，所需的持续时间必须不低于60

分钟。

在风力发电机组安装中，检验工作要着重考虑塔筒垂直度、叶轮和发电机对中精度和紧固件扭矩能否满足要求，测量塔筒垂直度可以使用光学经纬仪来进行，其误差要在设计许可的范围之内。叶轮及发电机对中精度的高低直接关系到风力发电机组运行效率及寿命，要采用激光对中仪这种精密设备来实现准确测量。另外，还需定期检测风电场电气保护系统，主要有过电压保护、短路保护和接地保护，以保证各保护装置能在实际运行时可靠动作。如通过对过电压、短路及其他故障进行仿真来测试保护装置动作时间及动作精度能否满足设计要求。

### 结束语

风电项目施工中电气工程施工质量控制非常关键，它不仅事关风电项目整体性能及稳定运行，而且对于风电行业可持续发展也有着深远影响。通过一系列严格质量控制措施的落实，可以保证电气工程施工质量，进而提升风电项目安全高效运行。在风电技术不断进步以及市场竞争日益激烈的情况下，电气工程施工质量要求会不断提高，要持续保持高度负责、敬业爱岗的态度，持续优化、改进施工质量把控措施才能满足风电行业的发展要求。唯有如此，才能保证风电项目给社会带来更多洁净可靠的能量，对促进绿色能源事业发展起到更大的作用。

### 参考文献

- [1] 宗佳平. 风电项目建设过程中电气工程施工质量控制分析[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2022(9): 4.
- [2] 高敏. 基于协同论的风电建设项目多目标优化模型研究[D]. 华北电力大学, 2015. DOI: 10.7666/d.Y2879640.
- [3] 阳凯超. 建筑电气工程施工过程中存在的质量问题以及防治措施[J]. 工业, 2016.
- [4] 杨静东. 风力发电工程施工与验收[M]. 中国水利水电出版社, 2013.
- [5] 刘翔忠, 于文轩. 风电项目EPC工程总承包管理探索[J]. 决策探索(中), 2018, No.591(09): 67-68. DOI: CNKI: SUN: JCTZ.0.2018-09-038.
- [6] 刘晓斌. 风电工程质量通病预防与治理手册[M]. 中国电力出版社, 2020.