

## 风电工程风机基础大体积混凝土施工与质量控制措施

朱亚彬

辽宁龙源新能源发展有限公司, 辽宁 沈阳 110000

**[摘要]**在当今全球能源转型的大背景下,风电作为清洁能源的重要组成部分,正逐渐成为各国能源结构调整的重要选择之一。在风电项目中,风机基础的建设质量直接关系到整个风机系统的安全稳定运行,针对风机基础的大体积混凝土施工,其施工质量控制显得尤为重要。随着风电工程规模的不断扩大和技术的不断提升,如何有效地进行风机基础施工,确保其质量和可靠性,成为了当前风电行业亟需解决的重要问题。文中探讨风机基础施工过程中的关键环节和质量控制措施,从设计、施工到监测和应急处理等多个方面进行全面分析,为提高风机基础的施工质量和效率提供理论指导和实践经验。

**[关键词]**风电工程风机基础;大体积混凝土施工;质量控制

DOI: 10.33142/hst.v7i5.12322

中图分类号: TV544.9

文献标识码: A

### Construction and Quality Control Measures of Large Volume Concrete for Wind Turbine Foundation in Wind Power Engineering

ZHU Yabin

Liaoning Longyuan New Energy Development Co., Ltd., Shenyang, Liaoning, 110000, China

**Abstract:** In the context of today's global energy transformation, wind power, as an important component of clean energy, is gradually becoming one of the important choices for energy structure adjustment in various countries. In wind power projects, the construction quality of wind turbine foundation is directly related to the safe and stable operation of the entire wind turbine system. For the construction of large volume concrete for wind turbine foundation, construction quality control is particularly important. With the continuous expansion of wind power engineering scale and the continuous improvement of technology, how to effectively carry out wind turbine foundation construction, ensure its quality and reliability, has become an important problem that needs to be solved in the current wind power industry. This article explores the key links and quality control measures in the construction process of wind turbine foundation, from design, construction to monitoring and emergency response, etc. Conduct a comprehensive analysis to provide theoretical guidance and practical experience for improving the construction quality and efficiency of wind turbine foundation.

**Keywords:** wind power engineering wind turbine foundation; large volume concrete construction; quality control

#### 引言

随着全球对清洁能源的需求不断增长和环境保护意识的提高,风电作为一种可再生能源形式,得到了广泛的关注和推广,特别是在一些具有丰富风资源的地区,风电已成为主要的能源供应方式之一。然而,风电工程的成功与否不仅仅取决于风力资源的丰富程度,还在于工程施工质量的优劣,在风电项目中,风机基础的建设是整个风机系统的基础,其质量直接关系到风机的稳定性、安全性和可靠性。随着风电工程规模的不断扩大和技术的不断进步,风机基础的施工质量控制变得尤为重要,而针对大体积混凝土的施工,其质量控制更显复杂和关键。因此,加强对风机基础施工质量控制的研究和实践,对于保障风电工程的安全稳定运行,推动清洁能源的可持续发展具有重要意义。

#### 1 对于大体积混凝土施工质量控制的必要性

##### 1.1 风电工程风机基础的重要性

风电工程中的风机基础作为支撑整个风机系统的基础结构,承担着巨大的静载荷和动载荷,来自于风机本身的重量以及在风力作用下的振动力。因此,风机基础必须

具备足够的强度和稳定性,能够抵御各种外部环境因素的影响,如强风、地震等。合理的设计能够降低风机的振动响应,减少能量损耗,提高发电效率;而优质的施工则能够确保基础的均匀性和紧密度,减少裂缝和变形的产生,延长基础的使用寿命。总之,风机基础的重要性不仅体现在对风机本身结构的支撑,更关乎到整个风电项目的安全性和经济效益。

##### 1.2 大体积混凝土施工存在的质量问题

大体积混凝土施工在风电工程中温度控制不当会导致混凝土过早硬化或者过快升温,从而引发裂缝和强度降低的问题;混凝土配合比不合适导致混凝土的坍落度、强度等性能不达标,增加了混凝土开裂和变形的风险;振捣不均匀或者不到位会造成混凝土内部空洞、夹渣等质量缺陷,影响混凝土的力学性能和耐久性;施工现场管理不到位,比如杂物掺入、施工工艺不规范等也导致混凝土质量问题<sup>[1]</sup>。这些质量问题如果得不到有效控制和解决,将会直接影响到风机基础的稳定性和承载能力,进而影响到整个风电项目的安全运行和可靠性。

### 1.3 质量控制对项目安全与可靠性的重要性

有效的质量控制可以确保风机基础的结构稳定性和承载能力符合设计要求,通过控制混凝土的配合比、振捣质量以及施工工艺等关键环节,可以有效预防混凝土裂缝、空洞等质量问题的出现,提高基础的抗压强度和耐久性,从而保障了风机在各种复杂环境条件下的安全运行。合格的风机基础不仅可以降低维护频率和费用,还可以延长风机的使用寿命,减少意外停机和损坏造成的损失,提高项目的经济效益和可靠性;质量控制还能够提高项目的整体品质和声誉,通过确保风机基础的质量,可以增强项目的公信力和市场竞争力,为项目的长期发展奠定良好的基础。因此,质量控制在风电工程项目中扮演着至关重要的角色,是确保项目安全、可靠运行的重要保障措施。

## 2 风电工程风机基础的具体施工要点

### 2.1 设计风机基础

设计风机基础需要确定风机基础的类型,包括浅基础(如筏板基础、扩展基础)或深基础(如桩基础),以及选择合适的基础形式,如圆形、方形等。根据风机的重量、高度和风力等级,确定基础的尺寸和强度,需要进行充分的结构计算和分析,确保基础能够承受来自风机的静载荷和动载荷,同时考虑地基承载能力和稳定性等因素。设计还需要考虑基础与风机塔架之间的连接方式,确保连接牢固可靠。在设计过程中,还需要充分考虑风机基础的抗风性能,采取合适的防风措施,以确保在恶劣天气条件下基础的安全稳定。总之,设计风机基础需要全面考虑多种因素,包括荷载特性、地质条件、环境因素等,以确保基础结构的安全性、稳定性和可靠性。

### 2.2 浇筑混凝土

在风电工程中,浇筑混凝土是构建风机基础的关键步骤之一,其质量直接影响到基础的稳定性和耐久性。在浇筑混凝土之前,需要确保施工现场的清洁和整齐,清除杂物、泥土和水等,要检查和调整模板,确保模板的尺寸和平整度符合设计要求,以保证浇筑出的混凝土结构完整。混凝土配合比需要根据设计要求和现场环境进行合理调配,确保混凝土的强度、耐久性和抗裂性等性能满足要求,在配制混凝土的过程中,需要控制水灰比、水泥用量和掺合料比例等关键参数,以保证混凝土的质量稳定性和施工性能。在浇筑过程中,需要控制浇筑速度和坡度,确保混凝土在模板内均匀流动,并采取适当的振捣措施,排除混凝土中的气泡和空隙,提高混凝土的密实度和强度<sup>[2]</sup>。混凝土在初凝和硬化过程中需要进行湿养护,保持适当的湿度和温度,以促进混凝土的强度发展和抗裂性能,还需要定期检查和维护混凝土结构,及时修补和处理裂缝,确保混凝土结构的完整性和稳定性。

### 2.3 振捣混凝土

在进行振捣混凝土之前,施工人员首先需要确保混凝

土的配合比、材料比例和水灰比等参数符合设计要求,并保持施工现场的清洁和整洁。在振捣混凝土之前,施工人员需要合理安排振捣设备的摆放位置和振捣顺序,确保混凝土得到均匀振实。通常采用振动棒或振动板等专业设备进行振捣,施工人员应熟练掌握设备的操作技巧,确保振捣效果良好。在进行振捣过程中,应避免振动时间过长或过短,以免造成混凝土的分层或振捣不均匀的问题。还需要注意振捣混凝土的过程中,尽量避免混凝土表面的泛水现象,以免影响混凝土的质量,确保振捣设备的震动力和频率适当,达到最佳的振捣效果。在振捣结束后,应及时对振捣后的混凝土表面进行修整和养护,保持其光滑度和平整度。

## 3 施工质量控制的具体措施

### 3.1 适当调整钢筋配置以提高基础强度

在设计风机基础时,钢筋配置方案应该根据实际工程需求和地质条件进行合理设计。设计师需要充分了解风机基础所需承载的荷载特性,包括静载荷和动载荷,根据荷载特性,确定合适的钢筋类型、直径和布置方式,以确保钢筋能够充分发挥承载作用。在调整钢筋配置时,需要考虑基础的受力情况和结构形式。例如,对于较大荷载和复杂地质条件的风机基础,可以增加钢筋的数量和直径,增强基础的抗弯和抗剪能力,钢筋的布置应尽量均匀,避免集中布置或者局部缺乏钢筋的情况,以提高基础的整体性能。根据风机基础的具体形式和结构要求,调整钢筋的连接方式和节点处理,确保钢筋的连接牢固可靠,能够有效传递荷载,并与混凝土充分黏结,形成良好的整体结构。在施工过程中,施工人员需要严格按照设计要求进行钢筋的安装和连接,确保钢筋配置的准确性和可靠性。通过适当调整钢筋配置,可以有效提高风机基础的强度和稳定性,确保其能够承受各种外部荷载和环境影响,保障风机的安全运行和长期稳定性。

### 3.2 有效控制材料裂缝的方法与技术

在风电工程中,混凝土裂缝对基础结构的稳定性和耐久性产生负面影响,因此需要采取一系列方法和技术进行控制。在混凝土配合比设计阶段通过调整水灰比、控制混凝土的黏度和流动性,可以有效减少混凝土收缩率,降低裂缝的产生概率,采用适当的掺合料(如膨胀剂、纤维增强剂等)也可以改善混凝土的抗裂性能,减少裂缝的扩展<sup>[3]</sup>。高温和快速升温是混凝土裂缝的主要原因之一,因此需要采取遮阳、覆盖等措施,控制混凝土表面的温度;在冷却季节,应加强保温措施,防止混凝土过快降温导致收缩裂缝的产生。

合理安排振捣设备的摆放位置和振捣顺序,确保混凝土内部的空气和气泡得到有效排除,降低裂缝的形成风险。养护过程中,保持混凝土表面湿润、避免温度变化剧烈,有助于减缓混凝土的收缩速率,降低裂缝的产生概率。实施严格的质量监控和检查,定期对风机基础进行检测和评估,及时发现和修复混凝土表面的微裂缝,防止其扩展成

为大裂缝,保障基础结构的完整性和稳定性。总之,通过合理设计配合比、控制温度变化、保证振捣质量、及时养护和严格监控,可以有效控制混凝土裂缝的产生,提高风机基础的质量和性能稳定性,确保其安全可靠运行。

### 3.3 基础混凝土养护的关键步骤与注意事项

基础混凝土养护是确保混凝土强度和耐久性的关键步骤,也是保障风机基础质量的重要环节。在夏季高温时,应采取遮阳遮雨等措施,防止混凝土表面温度过高,导致混凝土收缩裂缝的产生;在冬季低温时,应采取保温措施,防止混凝土过快降温,影响水化反应的进行。可以采用喷水、覆盖湿布等方式进行湿养护,确保混凝土表面保持一定的湿润度,湿养护有助于促进混凝土的水化反应,提高混凝土的强度和密实性。混凝土养护时间为7至14天,具体时间取决于混凝土配合比、环境温度和湿度等因素,在养护期间,应定期检查混凝土表面的湿润程度和养护效果,及时调整养护措施,确保混凝土充分水化和强度的提高。需要注意的是,在养护期间应避免在混凝土表面行走或施加外力,以免损坏混凝土表面和影响养护效果。同时,施工现场应保持清洁,避免杂物掺入混凝土中,影响混凝土的质量和强度。总之,基础混凝土养护的关键步骤包括及时养护、保持湿润、控制温度、调整养护时间和注意施工现场环境等。

### 3.4 实施定期质量检查与监测措施

定期的质量检查和监测可以及时发现潜在问题,采取有效措施加以解决,从而保障基础结构的安全可靠运行。定期质量检查应包括对风机基础结构、钢筋连接、混凝土表面等方面的全面检查,通过目视检查和测量检测,及时发现并记录下存在的问题和隐患。可以采用传感器和监测设备进行数据采集和分析,通过定期对监测数据的分析和比对,及时发现基础结构的变形和异常情况,做出相应的调整和处理。通常情况下,可以采用季度或半年度为周期进行一次全面检查和监测,对风机基础的质量和性能进行评估和分析。在特殊情况下,如强风天气、地震等自然灾害发生后,也需要立即进行检查和监测,确保基础的安全性和稳定性。针对不同类型的问题,可以采取加固措施、修补措施等进行处理,确保基础结构的完整性和稳定性。同时,还应加强对施工人员的培训和管理,提高其质量意识和技术水平,减少质量问题的发生。总之,实施定期质量检查与监测措施是确保风机基础质量和性能稳定的重要手段。通过全面的检查和监测,可以及时发现问题、解决隐患,确保基础结构的安全可靠运行。

### 3.5 意外事件应对与应急措施

在风电工程中,对于意外事件的应对与应急措施至关重要,这有助于最大程度地减少潜在的损失并保障人员安全。建立完善的应急预案,详尽覆盖各种发生的意外事件,如自然灾害、人员伤害、设备故障等,并明确每一种情况

下的应急处理流程、责任人和联系方式。针对不同的意外事件,应急预案需要细化具体的应对措施和紧急联系方式,以便在事件发生时迅速、有效地进行应对。对施工人员进行充分的培训与演练,向施工人员介绍应急预案的内容和应对措施,并进行相关技能培训,如急救技能、安全逃生等,通过定期的演练活动,让施工人员熟悉应急处理程序,提高应对突发事件的应变能力和执行力。定期进行安全检查和隐患排查,通过对施工现场、设备设施等的定期检查,及时发现并处理存在的安全隐患,预防意外事件的发生<sup>[4]</sup>。此外,安排专业的安全监测人员对施工过程进行监控,并确保相关安全设备和紧急救援措施的有效性,进一步提高安全性。在意外事件发生时,应立即启动应急预案,并按照预先制定的程序和流程进行紧急处置。及时报警并通知相关人员,组织施工人员进行安全撤离,并采取有效措施防止事态扩大。同时,对受伤人员进行紧急救护,并配合相关部门进行事故调查和处理,以防止类似意外事件再次发生。总之,建立完善的应急预案、加强施工人员培训、定期进行安全检查和隐患排查,以及在意外事件发生时迅速有效地应对和处置,是保障风电工程安全的重要措施。

## 4 结语

在风电工程中,风机基础的施工质量直接关系到项目的安全性、可靠性和长期运行效益。通过本文的介绍,我们深入探讨了风机基础施工中的关键环节和质量控制措施,包括设计、混凝土浇筑、钢筋配置、材料裂缝控制、养护以及定期检查和应急处理等方面。在风机基础的设计与施工中,需要充分考虑各种因素,确保基础结构的稳固性和耐久性。同时,加强质量控制和监测,及时发现和解决问题,是保障工程质量的重要保证。在未来的风电工程实践中,我们将进一步深化对风机基础施工质量控制的研究与实践,不断提升项目的安全性、可靠性和经济效益,为推动风电行业的发展贡献我们的力量。

### [参考文献]

- [1]刘刚伟.山地风电基础土岩组合稳定性与施工技术研究[J].中国新技术新产品,2023(7):86-88.
- [2]贾文虎,徐群杰.海上风电设施防腐蚀技术研究进展[J].发电技术,2023,44(5):703-711.
- [3]郭良泉.泉州市廉政教育基地工程大体积混凝土质量控制要点探析[J].中国建筑金属结构,2022(12):88-90.
- [4]张斯铭.风电工程风机基础大体积混凝土施工要点与质量管理措施分析[J].工程技术研究,2023,8(7):149-151.

作者简介:朱亚彬(1985.4—),毕业院校:沈阳工业大学,所学专业:机械设计制造及其自动化,当前就职单位:辽宁龙源新能源发展有限公司,职务:专责,职称级别:助理工程师。