

风电工程风电吊装技术分析

陈伟杰

中国水利水电第十一工程局有限公司 河南 郑州 450000

摘要: 在科技进步与能源需求日益增长的双重驱动下,风电作为清洁、可再生的能源形式,在电力行业的应用愈发广泛。其中,风电吊装技术作为连接设计与实际运行的桥梁,其重要性不言而喻,它不仅关乎风电项目的顺利推进,更对项目的后期运行性能产生深远影响。本文旨在深入剖析风电吊装技术的独特之处、当前的应用状况以及未来的发展趋势,同时,探讨吊装作业中的核心技术要点,力求为风电工程的吊装作业提供科学、系统的指导。

关键词: 风电工程; 风电吊装技术; 起重机; 风电机组; 施工安全

引言

在当今全球能源转型与环境保护的宏大背景下,风能作为一种举足轻重的清洁能源,对于有效缓解能源危机、切实减少环境污染展现出了非凡的意义。风电工程的建设,作为风能利用的重要实践,涵盖了从设计规划到施工安装的多个关键环节。其中,风电吊装技术以其独特的作用,成为了确保风电机组能够安全、高效安装的核心要素。本文将从风电吊装技术的特点、现状以及技术要点等多个维度进行深入剖析,旨在为风电工程的吊装作业提供有益的参考与指导。

1 风电吊装技术的特点与要求

风电吊装技术展现出一系列鲜明且独特的特点,同时也伴随着诸多严格的要求。第一,吊装高度大是其显著特点。如今,风电机组的塔架高度普遍在140m以上,甚至有些达到了200m左右;如此巨大的高度意味着吊装设备必须具备超强的起重能力,才能够将沉重的部件精准地提升到高空指定位置。而且,在高空作业时,设备还需保持高度的稳定性,以防止因风力、设备自身振动等因素导致的晃动和偏移,否则不仅会影响吊装的精度,还可能引发严重的安全事故。第二,风电机组的主要部件,如塔筒、机舱、叶轮等,其尺寸和质量都相当巨大。塔筒通常为几十米长,直径数米,机舱重达数十吨,叶轮的直径更是可达百米以上;这就需要专门定制的大型吊装设备,如超大型履带起重机或塔式起重机等;施工方案也必须经过精心设计,考虑到部件的运输、起吊顺序、空中组装等多个环节,确保每个步骤都能安全、高效地完成。第三,作业环境的复杂性给风电吊装带来了巨大挑战。风电场常常选址于风力强劲、地形复杂的区域,如山地、丘陵、近海等地;在大风环境中作业,不仅增加了设备操作的难度,还可能导致设备的不稳定和部件的摆动;复杂的地形则可能限制吊装

设备的布置和移动,增加施工的难度和风险;另外,恶劣的天气条件,如暴雨、雷电等,也会对施工进度和安全造成不利影响。第四,施工周期长是风电吊装不可忽视的特点。一个风电场通常由数十台甚至上百台风电机组组成,且分布范围较广;这意味着吊装设备需要在较大的区域内不断移动和重新布置,以完成多台机组的安装,每一次的转场都需要耗费大量的时间和资源;由于施工过程中可能会遇到各种不可预见的问题,如地质条件变化、设备故障等,都可能导致施工进度的延误。因此,在施工前必须进行周密的规划,合理安排施工顺序和资源调配,以尽可能缩短施工周期^[1]。

2 风电吊装技术的现状

在风电行业的发展历程中,吊装技术经历了不断的演变和改进。传统的风电吊装模式主要依赖于基于地面的大型起重设备,如大型履带式起重机和汽车起重机等。大型履带式起重机因其强大的起重能力,曾经在风电吊装领域占据重要地位。然而,在实际应用中,它逐渐暴露出一些明显的局限性。在复杂地形条件下,如山地、丘陵等,履带式起重机的转场变得极为困难。其庞大而沉重的机身在不平整的地面上移动缓慢,需要耗费大量的时间和人力来铺设专门的运输道路,增加了施工成本和时间成本。而且,履带式起重机在复杂地形中的稳定性也难以保证,一旦地面支撑不均匀,就可能导致机身倾斜甚至倾倒,引发严重的安全事故。汽车起重机虽然具有较高的机动性,但它对风载十分敏感。在风力较大的情况下,其起重臂容易受到风的影响而产生晃动,从而影响吊装的精度和安全性。此外,汽车起重机的起重能力相对有限,对于大型风电机组的部件吊装往往力不从心。在面对越来越大型化的风电机组时,汽车起重机的适用性逐渐降低。近年来,随着风电技术的不断发展和创新,基于风机主机的吊装技术应运而生,并

逐渐成为主流趋势。这种新型的吊装技术充分利用了风电机组自身的结构特点,通过专门设计的新型专用设备,实现了更为高效和安全的吊装作业。例如,一些新型的吊装设备采用了自升式结构,可以直接依附在风机塔筒上,随着塔筒的安装逐渐升高,从而避免了传统起重需要在地面上进行高空作业的风险。这种方式不仅提高了吊装的稳定性和精度,还减少了对大型地面起重机的依赖,降低了施工成本。另外,还有一些基于风机主机的吊装技术采用了智能化的控制系统,可以实时监测吊装过程中的各种参数,如风速、起重量、起重臂角度等,并根据这些参数自动调整吊装策略,确保吊装作业的安全和高效。同时,这些新型设备还具备更好的适应性,可以在不同的地形和环境条件下灵活作业。基于风机主机的吊装技术的兴起,不仅提高了风电吊装的效率和安全性,也为风电行业的进一步发展提供了有力支持。它使得风电机组的安装更加便捷、快速,缩短了项目的建设周期,降低了成本,从而推动了风电产业的规模化发展。然而,尽管基于风机主机的吊装技术带来了诸多优势,但在实际应用中仍然面临一些挑战和问题。例如,新型专用设备的研发和生产成本较高,需要进一步降低成本以提高其市场普及度。此外,相关技术标准和规范还不够完善,需要在实践中不断积累经验,建立健全相应的标准体系^[2]。

3 风电吊装技术要点

3.1 吊装机械的选择与评估

风电吊装作业因其专业性强、风险大,使得吊装机械的选择与评估显得尤为重要;这一过程不仅关乎吊装作业的顺利进行,更直接影响到整个风电项目的建设进度和安全。(1)在选择吊装机械时,我们首先要关注的是设备的起重能力。风电设备的组件往往体积庞大、质量重,因而,吊装机械必须具备足够的起重能力,以确保能够安全、稳定地吊起这些组件。(2)防风能力也是不可忽视的要素。风电场通常位于风力较大的地区,吊装作业过程中,机械和设备很容易受到风力的影响;选择具有良好防风能力的吊装机械,可以有效降低风载对吊装作业的影响,提高作业的安全性和稳定性。(3)场地适应性也是一个重要的考虑因素。风电场的地形往往复杂多变,吊装机械需要具备良好的场地适应性,以便在不同地形条件下都能进行有效的吊装作业。(4)转场灵活性也不容忽视。在风电场建设中,吊装机械可能需要在不同位置进行多次转场;于是,选择转场灵活的吊装机械,可以大大提高吊装效率,降低吊装成本。(5)除了上述因素外,进行现场勘察也是吊装机械选择与评

估的重要环节。通过现场勘察,可以更准确地了解吊装作业的实际需求,确保所选吊装机械的荷载和吊钩下的高度等参数满足吊装要求,从而为吊装作业的顺利进行提供有力保障^[3]。

3.2 塔筒吊装要点

塔筒吊装作为风电吊装的第一步,其重要性不言而喻;这一环节不仅关乎整个吊装作业的顺利进行,更直接影响到后续风电设备的安装以及风电场的稳定运行;所以,掌握塔筒吊装的要点对于风电吊装技术人员来说至关重要。(1)在进行塔筒吊装前,必须确保塔筒卸车与吊装场地边缘保持适当的距离。这是为了防止在吊装过程中发生意外碰撞,导致塔筒损坏或吊装事故;同时卸车和吊装工作应按顺序进行,确保每一步操作都在可控范围内。(2)在吊装过程中,推荐使用双吊吊运法。这种方法通过主起重机提升塔筒的小直径端,而副起重机则辅助调整塔底与地面的距离;这样的操作方式可以有效防止塔底在吊装过程中发生变形,确保塔筒的完整性。(3)当塔筒对接完成后,应及时上高强度螺栓并进行预紧。这一步骤是确保塔筒稳定性的关键,高强度螺栓能够提供足够的紧固力,防止塔筒在后续运行过程中发生松动或变形;预紧操作则能够进一步确保螺栓的紧固效果,提高塔筒的整体稳定性。(4)除了以上要点外,塔筒吊装过程中还需要注意风向和风速的变化。由于风电场通常位于风力较大的地区,因此在吊装过程中必须密切关注风向和风速的变化,确保吊装作业的安全性。

3.3 机舱吊装要点

机舱吊装是风电吊装作业中的核心环节之一,其技术要求高、操作复杂,对整个风电项目的顺利进行具有重要影响。(1)在机舱吊装前,必须在机舱底部固定缆风绳。缆风绳的设置应科学合理,既要确保起吊过程的平稳,又要避免对机舱造成不必要的损伤;固定缆风绳时,应使用专业的固定设备和工具,并确保固定点牢固可靠,以防止在吊装过程中发生脱落或松动。(2)主吊机械的选择与定位也是机舱吊装的关键。主吊机械应与机舱法兰正对,这样不仅可以确保吊装的准确性,还可以为后续叶轮的吊装提供便利。在选择主吊机械时,应充分考虑其起重能力、防风能力以及场地适应性,以确保吊装作业的顺利进行。(3)在机舱降落过程中,吊车需要保持一定的负载,以确保机舱能够平稳降落。待机舱对正落位后,应及时解除缆风绳,并迅速连接螺栓机组。这一步骤需要吊装技术人员具备丰富的经验和熟练的技能,以确保机舱能够准确、稳定地落位,并为后续的工作奠定坚实基础。(4)除了以上要点外,机舱吊装

过程中还需要密切关注天气变化和风向风速的影响。由于风电场通常位于风力较大的地区,因此在吊装过程中必须采取相应的防风措施,确保吊装作业的安全性。

3.4 发电机及叶轮吊装要点

发电机及叶轮的吊装是风电吊装作业中的重要环节,其技术要求高且操作复杂。(1)在发电机吊装前,必须组装专用的吊具,并确保其结构稳固、安全可靠。清理好法兰面,去除表面的杂质和污垢,以保证发电机与机舱的法兰能够紧密贴合,确保吊装对接的顺利进行。(2)在吊装过程中,要严格控制吊点的位置。吊点的选择应基于发电机的重心和几何形状,以确保吊装过程中发电机的平稳;并且,吊装过程中要保持缓慢、平稳的操作,避免发电机在吊装过程中发生晃动或碰撞。

(3)当发电机吊装至机舱附近时,需要进行精细的对接操作。应密切关注发电机的位置和姿态,及时调整吊装绳索的长度和角度,确保发电机能够平稳对接至机舱的法兰上;对接完成后,要及时安装连接螺栓,并进行初步的紧固。(4)叶轮吊装是风电吊装的关键环节。在吊装前,需要准确确定吊点的位置,这通常基于叶轮的几何形状和重心;吊点的选择应确保叶轮在吊装过程中保持平稳,避免发生晃动或倾斜。(5)在叶轮吊装过程中,要特别注意叶轮的翻转和对接过程。翻转叶轮时,要保持缓慢、平稳的操作,避免叶轮与塔筒或机舱发生碰撞;对接时,要密切关注叶轮的位置和姿态,及时调整吊装绳索,确保叶轮能够准确对接至机舱的转子上^[4]。

3.5 安全措施与质量控制

风电吊装作业因其高空、大件、重型等特性,具有相当高的危险性;于是,制定并执行严格的安全措施是保障作业顺利进行和人员设备安全的关键。(1)在风电吊装作业现场,应明确设置安全警戒线,确保非作业人员不得进入吊装区域,从而有效避免意外伤害。同时必须配备专业的安全人员,他们不仅负责监督安全措施的执行,还要在紧急情况下迅速响应,采取必要的应急措

施。(2)除了安全措施,质量控制也是风电吊装作业中不可忽视的一环。吊装过程中的每一个环节,如吊具的选择、吊点的确定、吊装速度的控制等,都必须严格按照规范要求进行,以确保吊装作业的准确性和稳定性。

(3)为了实现质量控制,风电吊装作业应制定详细的作业指导书,明确每一步的操作流程和注意事项。作业人员必须接受专业培训,熟悉作业指导书的内容,并在实际操作中严格遵守。(4)风电吊装作业还应加强过程监控和记录。通过使用专业的监控设备,可以实时记录吊装过程中的关键参数,如吊装速度、吊点位置等。这些数据不仅有助于及时发现并纠正作业中的偏差,还可以为后续的作业提供宝贵的参考经验。

结语

风电吊装技术作为风电工程建设中不可或缺的关键环节,其执行质量与效率无疑是风电项目成功实施与后期卓越运行性能的基石。展望未来,伴随着技术的持续革新与新型吊装设备的不断涌现,风电吊装技术正稳步迈向更高效、更安全、更经济的崭新阶段。在此背景下,相关单位与工作人员更应携手并进,加大技术研发力度,不断优化吊装工艺,致力于提升吊装作业的效率与质量,为风电工程的顺利推进与繁荣发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]李红峰,沈星星,葛中原,方晶,陈金龙,胡海红.8 MW海上风电机组的施工和安装技术介绍[J].太阳能,2021(07):80-88.
- [2]王慧,赵春雨,李有亮,黄文杰,柳胜举.风电机组单叶片吊装过程中叶根螺栓的强度分析[J].太阳能,2021(06):78-84.
- [3]李俊铖,刘少华.维斯塔斯超高柔性塔筒风电吊装施工[J].中国电力企业管理,2021(09):84-85.
- [4]王波.国产首台8 MW海上风电机组在福清兴化湾风场成功完成吊装[J].能源研究与信息,2020(02):116-117.