

山地风力发电设备安全安装技术要点分析

孙渤涵

摘要：在山地风电场的设备安装过程中，需要面对复杂多变的地形、气候以及运输条件，这些因素都增加了安装的难度和风险。为了确保风力发电机组的安全、稳定运行，必须从安装前的选址、设备选型，到安装过程中的吊装、调试等各个环节，都进行严格的技术把控。本文将围绕山地风力发电设备的安全安装技术要点展开分析，旨在为风电设备安装工程提供科学的指导和建议，以期提升风电设备安装的质量和效率，为风电产业的健康发展贡献力量。

关键词：山地风力发电设备；安全安装；技术要点

引言

随着全球能源结构的转型和可再生能源的推广，风力发电作为一种清洁、可持续的能源形式，在世界范围内得到了广泛的关注和应用。山地风电场作为风力发电的重要领域，其地理环境和气候条件对风力发电机组的安装提出了更高的挑战。因此，深入探讨山地风力发电设备的安全安装技术要点，对于确保风电设备的安全运行、提高发电效率以及推动风电产业的可持续发展具有重要意义。

一、山地风电设备安装前的准备

1. 风电场选址评估

对风电场的选址进行评价时，需要考虑地理环境、气候条件以及地质因素等因素。从地理环境上看，山地地形复杂多变，需要在区位选择上对地形起伏，山脊走向，山地植被覆盖等进行细致调查，这些因素都会对风电设备布局以及风电场整体发电效率产生直接的影响。气候条件又是不容忽视的因素，尤其是风速、风向是否稳定对风电场能否长期平稳运行具有十分重要的意义。在选址上也需要对山地风向频率及风速分布情况进行深入分析，才能保证风电机组捕捉风能资源最大化。与此同时，地质勘探与土壤承载力评价是场地选择中又一个关键环节，山地地质稳固性与土壤承载力会直接影响风电机组基础安全。所以在风电场的选址中，要对地理、气候以及地质等诸多因素进行综合评价，这样才能保证风电场建设可行性以及长期运行稳定性，为风电项目顺利实施打下坚实的基础。这种综合评估既有利于风电场

高效运行，又可以有效避免可能发生自然灾害风险，保障风电项目持续发展。

2. 设备选型与采购

在风电设备选型与采购阶段，需要细致考量多个关键因素以确保选择的设备既符合山地的特定环境，又能满足发电效率和安全性要求。选型过程中，必须仔细分析风电机组的技术规格，特别是风轮直径、额定功率、切入风速、额定风速和切出风速等核心参数。例如，针对山地风力资源的特点，可能需要选择具有较大风轮直径的机组，以捕捉更多的风能。同时，考虑到山地运输和安装的限制，机组的尺寸和重量也需严格把控。在采购环节，不仅要考虑设备成本，还需对供应商的售后服务、设备维护以及备件供应能力进行全面评估。此外，设备的可靠性和耐久性也是选型时的重要因素，因为这将直接影响到风电场的长期稳定运行和经济效益。综上所述，设备选型与采购是一个综合考虑技术、经济、安全等多方面因素的复杂过程，对于风电场的成功建设和运营具有至关重要的意义。

二、山地风电设备安装技术要点

1. 基础施工

基础施工是风电设备安装中至关重要的一环，直接关系到风电机组的安全性和稳定性。在山地风电场，基础施工尤为复杂，因为需要考虑到地形的不规则性和地质条件的多变性。施工过程中，首先要进行的是地质勘探，以确定土壤和岩石的承载能力，这决定了基础的类型和尺寸。重力式基础是常见的选择，特别是在岩石地基上，而桩基则适用于地质条件较差的区域。在确定基础类型后，施工团队需严格按照设计图纸进行定位、开挖和混凝土浇筑。例如，重力式基础通常需要达到一定的深度和宽度，以确保风电机组在各种风力条件下的稳

作者简介：孙渤涵（1994.06——），男，汉族，本科学历，助理工程师，主要从事风力发电方面的研究工作。

定性。施工过程中还需严格控制混凝土的水灰比、坍落度等参数，以确保基础的质量。此外，基础的验收也是关键步骤，包括基础的平整度、水平度、尺寸精度等都需要进行严格检查，以确保满足风电机组的安装要求。整个基础施工过程，每一步都需要精确计算和严格执行，以确保风电设备的安全稳定运行。

2. 设备运输与吊装

设备运输与吊装是山地风力发电设备安装过程中的重要环节，这一环节涉及的技术和安全问题尤为关键。在运输方面，由于山地地形的复杂性，常常需要采用特别设计的运输车辆，如低床运输车或普通挂车，来确保风力发电设备能够安全到达安装地点。同时，考虑到山地道路的崎岖和狭窄，运输过程中需要限速，并且可能需要专门的引导车辆以确保安全。

在吊装环节，由于风力发电设备，如风机塔筒、叶片、叶轮等，体积庞大且重量重，因此需要选用合适的吊装机械。例如，对于重量达到数十吨的塔筒和机舱，可能会使用如CC2500（450t）履带吊这样的大型吊装设备，其最大起重量和起吊高度需满足吊装要求。吊装过程中，还需考虑到山地的风力和其他环境因素，确保吊装作业的稳定性和安全性。

此外，吊装作业前必须进行详细的吊装计划制定，包括确定吊装顺序、吊装点的选择、以及必要的安全措施等。在吊装过程中，需要专业的吊装团队进行指挥和操作，确保每一步都精确无误。综上所述，设备运输与

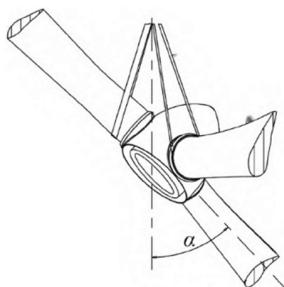


图1 叶轮吊装示意图

吊装是山地风电设备安装中的技术难题，但通过合理的规划和严谨的操作，可以确保这一过程的安全与高效。

3. 风电机组的安装

风电机组的安装是风电项目中的核心环节，涉及多个精密步骤。安装前，必须确保所有设备已安全运输到现场，并且基础施工已完成且符合质量标准。在安装过程中，塔筒的竖立是首要任务，需要利用大型吊装设备将其稳妥地放置到预先浇筑的基础上，并确保其垂直度和稳定性。随后，机舱和发电机的安装需要精准对接，保证各部件之间的连接紧密可靠。叶片的安装也是关键步骤，每片叶片的重量和尺寸都必须精确控制，以确保风电机组在运行时的平衡和效率。在整个安装过程中，应严格遵守安全操作规程，所有安装人员都必须配备适

当的安全装备。此外，安装过程中的每一步都需要进行质量检查，确保每一个部件都按照制造商的规格和要求正确安装。这样不仅能保证风电机组的安全运行，还能最大化其发电效率。通过这一系列精细而严谨的操作，风电机组才能稳固地矗立在地面之上，为未来的风力发电提供坚实基础。

4. 电气安装与调试

电气安装与调试是风电设备安装过程中至关重要的环节，它确保风电机组能够正常发电并安全并入电网。在电气安装方面，重点是按照设计图纸和技术要求，精确敷设电缆、安装电气元件及保护装置。这包括发电机定子、转子接线的安装，以及变压器、开关柜等关键电气设备的就位和接线。所有电气连接必须牢固、可靠，并符合电气安全规范。

调试阶段则是对安装质量的全面检验。调试前，应进行详细的检查工作，包括对所有电气设备和线路进行绝缘测试，确保没有短路和接地故障。随后进行的调试工作包括发电机的空载试验、负载试验，以及整个电气系统的联调。在这些试验中，需要密切关注电压、电流、功率因数等关键参数，确保它们在设计范围内。

此外，调试过程中还需对保护装置进行校验，以确保在异常情况发生时能够及时动作，保护风电机组免受损坏。整个电气安装与调试过程必须严格遵守相关标准和规范，确保风电机组的安全性和发电效率。

结束语

由于山地风力发电场的地理条件较为恶劣，导致设备安装时的施工环境并不理想，因此充分掌握山地风力发电设备安全安装技术要点，对于风电机组的低成本、高效安装具有重要意义。通过合理安排施工工序，正确选择吊装平台、吊车，做好关键组件的正确吊装，保证吊装过程中各环节紧密配合，可有效保证风力发电机组的安全、稳定运行，进而推动山地风力发电行业的进一步发展。

参考文献

- [1] 陈文超, 杜雯, 王帅杰. 风力发电对电力系统的影响研究[J]. 中国设备工程, 2023(11): 135-137.
- [2] 李晓飞. 山地风力发电场的施工难点及质量控制要点探究[J]. 工程技术研究, 2017(8): 163-164.
- [3] 张继忠. W3600-168-100型风力发电机组吊装施工技术[J]. 安装, 2022(12): 31-33.