

# 关于风电机组检修过程效率的研究

张建荣

甘肃龙源新能源有限公司

**摘要：**风电机组主要包括发电机和风轮，风轮又包含叶片、加固件以及轮毂等部分。风力发电过程中，风电机组的功能包括发电机机头产生转动以及在风力的推动下叶片转动，其运行过程中只有保证具备恒定的输出电频率，才能够满足发电需求，但是风电机组实际运行过程中经常容易产生故障，而提升机组检修效率，能够有效减少故障产生的威胁。基于此，在本文中首先简单介绍了风电机组的相关内容，明确了影响风电机组检修效率的原因，最后探讨了几点切实有效的提升策略。

**关键词：**风电机组；检修；效率

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.09.232

## 引言

风电机组运行过程中故障问题时有发生，只有采取切实有效的运行维护策略，才能够保证机组始终处于稳定的运行状态，由于风电系统具备特殊性，所以在检修过程中，不能够单纯的使用老旧的检修方案，则会影响整体的检修效率，进一步加大风电机组故障带来的影响，而创新风电机组检修策略，能够以最快的速度恢复风电机组的正常运行。

## 一、风电机组简述

风力发电过程中，风电机组是非常关键的电源部分之一，在整个系统中组成电源的部件相对较多，还包括蓄电池充电控制器、卸荷器、蓄电池组、支撑机组的塔架、并网控制器等等，风电机组主要是由发电机和风轮两个不同的部分组成，而风轮又包括叶片、加固件、轮毂等部分，其在运行过程中受到风力的影响，叶片会旋转，并且促使机头转动进而产生电能。风电机组运行过程中在选择风速时，受到低风速的影响，风电机组在运行过程中能够充分发挥这一地区产生的风能有效提升风能利用率。所以，在年平均风速不超过3.5m/s以及不会出现台风的地区，可以选择低风速产品。风电机组在发电过程中必须要保证具备恒定的输出电频率，不论是并网发电还是风光互补发电都必须要遵守这一原则，要想保证具备恒定的发电频率，可以采取以下两种不同的方式。第一，风电机组运行过程中确保发电机始终具备恒定的运行速度，也就是恒速恒频运行模式。在风力机的作用下，发电机可以通过传动装置进行驱动，在这种情况下就需要保证具备恒定的转速，但是在实际运行过程中，如果选择这种方式，会在一定程度上影响风能的转换效率。第二，结合风速的变化调节发电机的转速，

再利用其他的控制对策，确保电能频率始终维持在恒定状态，也就是变速恒定运行模式。由于风电机组运行过程中，风能利用率和叶尖速比存在紧密的联系。也就是说，如果具备一个非常明确的叶尖速比就能够使风能利用率达到最大化，因而在变速恒定运行状态下，风力机和发电机的运行速度则会在一定的范围内出现变化，但是并不会影响到电能的输出频率，所以根据以上两种不同的方式进行综合考虑使用变速恒频的方式，能够确保风电机组运行过程中始终保持恒定的输出频率。

## 二、影响检修效率的原因

### 1. 故障检修效率分析

风电机组在运行过程中通常针对故障进行检修时，大多会采用失效模式分析法，对系统运行过程中出现故障的原因进行精准的识别，及时判断故障的位置，并采取有效的处理对策失效，也就是指设备运行过程中失去了原有设定的功能，而产生失效的原因，可能包括有告警、故障或者仅部分动作、产生危险等等致使其与原来设定的技能目标不符。对其进行分析时，必须严格按照既定的步骤进行解构。第一统计失效部件，这一环节的主要工作内容就是针对出现故障的频次和相关部件以及产生故障的原因进行有效的统计，最有效的方式就是概率论统计法，根据目前风电机组运行过程中容易出现故障的部件进行有效的统计，明确引起故障的原因和出现故障的频次。第二，分析失效模式。主要是指针对以往和目前风电机组运行过程中产生的失效数据进行分析，避免这些失效模式再次出现影响正常的程序，通过对失效部件进行有效的统计，判断失效模式，能够及时找到出现风电机组故障的原因，并且结合具体的问题判断整个失效过程。总而言之，针对风电机组运行过程中的故

障进行处理，通常都会用故障树的方式，梳理经常遇到的难题和出现的故障，进而细化每一个流程在现场确定故障出现的原因，有效提升处理问题的效率，确保风电机组检修工作的顺利开展。

## 2. 专项维护效率分析

通过之前分析失效模式产生的结果，再结合专项维护业务的实际状况，判断风电机组维修过程中效率最低的派工活动，明确产生执行偏差、未按计划进行作业以及缺少维护计划的原因，从人员派工、物资因素、管理因素、现场因素等多个方面对数据进行总结。以某风电场为例，利用排列图法对影响风电机组检修效率的因素进行了有效的描述，直观地显示出了影响风电机组维修效率的因素，主要包括技改、专项维护业务等等，并且绘制了排列图，通过这样的方式就能够进一步明确影响风电机组维修效率的因素。

## 三、提升风电机组维修效率的措施

### 1. 健全维护管理制度

要想从根本上提升风电机组检修效率，就必须制定完善的管理机制，首先制定针对性的维修计划，大部分的风电场都会根据制造商所提供的维护清单来制定维护计划，但是由于不同的风电场所处的地理环境有一定的区别，所以部分零部件的使用寿命也会存在不同。针对风电场制定维护计划时，也应该在制造商提供维护清单的前提下，根据风电场运行的实际状况以及周围环境，制定更具针对性的检修计划，进一步扩大维护范围，结合每台机组制定相应的维护计划，尽量避免出现维护不足的状况。其次，做好维修质量评估。针对维修质量进行精准的评估，也能够进一步优化维护策略，确保风电机组及维护工作的顺利开展，通过对各项评估指标进行有效的比对，能够精准地判断维护效果。质量评估指标主要包括风电机组无故障运行时间、故障总耗时以及机组可利用率等。平均无故障时间是指风电机组两次出现故障之间的间隔，这样就能够精准地判断风电机组的维修水平；故障总耗时则是一个固定的周期内机组停止运行的时间，这一指标能够精准的分析维修人员的作业速度以及故障诊断和排除效率；机组可利用率是指一段时间内机组的可用实数以及周期总时数的比值越大，说明机组的利用率越高。

### 2. 检修方式的选择

结合风电机组运行过程中可能存在的故障，我们可

以将其分为早期故障、意外故障以及损失故障等几种不同的类型，再根据检修方式的不同，我们也可以将故障维修分为日常检修、定期维护以及故障后维修等几种不同的方式，在风电机组运行的初期阶段，出现故障的概率相对要高，这一阶段的故障大部分都是由于设计制造缺陷引起的，也可能是工作人员维护不到位，为了能够有效解决这些问题，就必须针对风电机组进行日常检查，及时发现机组运行中潜在的隐患，采取有效的处理对策。在通过机组240测试后，其运行状态会逐步趋于稳定，这时工作人员就需要严格按照制定的维护计划，落实各项维护工作，定期对风电机组的齿轮箱、导电轨、固定螺栓以及偏航系统等设备进行仔细的检查。进入到机组运行的第2年，可以结合日常维护过程中产生故障设备的概率，建立完善的备件储备制度，尽量减少设备故障产生的停机时间。进入到了机组运行的第3年，这时已经逐步过渡到了稳定运行阶段，针对风电机组进行维护时，可以根据该风电场的实际状态，制定完善的日常检查和定检维保策略，对于不同类型的故障进行有效的修理尽量将故障消除在萌芽状态。当风电机组运行进入到第五年以后，一些大型的零部件逐步进入了老化、振动、漏油等异常状态频发阶段，这时就需要在对风电机组进行日常检修和定期检修的前提下进行精细化的检修，通过对整个机组进行全面的检查，能够有效规避协调的隐患逐步扩大，同时还可以对部分系统进行技改，利用更加先进的技术手段，有效减少故障出现的概率，从根本上提升风电机组的运行水平。

### 3. 积极引进先进的技术手段

#### 1) 物联网技术

要想从根本上提升风电机组的检修效率，还可以积极引进先进的技术手段，例如物联网技术建立全新的运维模式，使用物联网技术可以建立物联网服务端，进一步突显风电机组设备的管理任务。对风电机组的相关设备进行管理时，由运行维护人员负责这方面的内容，能够更加全面地了解设备的信息，确保运维管理工作的顺利开展，在其他任务时也可以结合风电机组运行的实际状况，针对性的调整运维检修计划，成立专门的检修小组，对机组设备进行定期维护。在设计物联网客户端时，需要重点突出运维人员的实际需求，确保能够在手持终端设备的大力支持下，运维人员通过迅速扫描条码来获取运维任务和具体的内容，而且也能够及时将检修

工作上传,这样监管人员只需要通过在电脑上查看检修工作的具体内容,就能够了解机组的运行状态。在物联网技术的大力支持下,针对风电机组进行运行检修,可以结合工作特点灵活调整工作小组,例如针对部分风险高难度大的项目,可以适当增加工作人员,在工作人员的大力配合下,确保风电机组运维工作的顺利开展。

### 2) 虚拟现实VR技术

由于风电机组运维工作具备极强的特殊性,为了能够更好地保障现场工作人员的人身安全,同时也能够确保运维检修工作的顺利开展,还可以使用VR技术对整个检修过程进行模拟,以此来提升工作人员的应急能力。利用VR技术可以设置更加沉浸式的虚拟场景,工作人员只需要佩戴VR头盔,就能够进入到虚拟场景,完成交互式体验,也能够进一步丰富工作人员的经验。举例来说,在VR技术的大力支持下,可以对风电机组故障现场进行有效的模拟,这样工作人员就能够在虚拟场景下快速掌握突发事件的应对策略,避免对风电机组产生更大的威胁。以出现触电事故为例,利用VR技术对事故场景进行模拟,工作人员能够直观地了解触电事故产生的具体过程,明确违章作业的危险性。另外,还可以设置中暑事故、坠落事故的场景模拟,这样不仅能够有效提升工作人员的实践操作能力,还能够进一步提升运维人员的责任意识。而且在VR技术的大力支持下,还能够帮助运维人员更加清晰地了解不同风电机组设备的运行原理,对设备进行仿真模拟,通过操作计算机系统或者触摸显示屏直观的了解设备的运行规律,进而明确风电机组相关设备的维护重点,为后续运维工作的顺利开展打下良好的基础。

### 4. 优化人力资源保障

第一,制定人才需求计划。首先需要进一步明确现场工作人员的职责,每一个不同的风电机组维修项目都应由具备丰富经验的经理和工程师驻场负责。其次,以区域为单位建立机动服务团队,负责整个区域范围内的技术改造、批量检查以及拓展业务等方面的非周期性维护,进一步加大运维人员的机动性。最后,对于维修过程中劳动密集型任务进行分包作业,例如每年完成一次设备的清洁和定期检修,利用外包的方式能够有效减少周期性作业带来的压力。第二,建立完善的能力培养制度。一方面需要将现场维护人员的培养和能力等级评定进行有效的关联,通过对现场工作人员的专业能力进

行有效的梳理,制定更具针对性的维护计划,并且将图纸、指导书、控制逻辑等不同的内容划定不同的等级,将其作为制定薪酬和评级的指标。另外,还可以结合运维检修工作的具体内容,对不同工作人员的作业质量进行有效的评价,完成对现场运维人员的绩效考核,以此来提升工作人员的专业能力。

### 5. 建立检修数据系统

针对风电机组进行运维检修时,数据信息是保证检修工作顺利开展的前提条件,只有拥有完善的数据信息,才能够确保失效分析工作的顺利开展,进而为风电机组检修作业的顺利开展提供有效支持。一方面,对于检修工作中需要的信息数据进行有效的分解,全面了解不同数据之间的关系,建立完善的数据分析模型。另外,还可以通过梳理数据模型和数据之间的关系,判断影响电机设备运行效率的因素,结合数据系统开展相关设备的失效分析,明确出现故障的原因,为后续风电机组的智能检修提供大力支持。

## 四、结束语

本次文章主要探讨了影响风电机组检修效率的原因,以及提升风电机组检修效率的有效措施。为了能够进一步发挥风电机组的运行价值,实现对清洁能源的科学利用,就必须要保证风电机组始终处于稳定的运行状态。因此,针对风电机组进行检修时,必须要建立完善的管理机制,选择合适的检修模式,并积极引进先进的技术手段,做好人力资源的保障工作,以最快的速度排除风电机组运行中潜在的安全隐患,尽量减少由于机组故障引起的停机时间,全面提升风电机组运行效率。

## 参考文献

- [1]张瑞君,张文忠.关于完善风电机组质保模式的思考与建议[J].太阳能,2020,(11):39-43.
- [2]张润宏,陆元英,张所成.风电机组振动检测预防性检修技术的应用分析[J].电子技术与软件工程,2020,(21):231-232.
- [3]蒋志伟.风电机组的日常检修维护与故障处理[J].科技创新与应用,2019,(28):127-128.
- [4]保伟中,章志平.新形势下风电场检修管理创新与实践[J].企业管理,2018,(S2):136-137.
- [5]孙屹岱.浅议如何提高风电机组电气和控制系统检修作业水平[J].电子世界,2016,(23):43.