

# 关于加强风电发电场故障管理的思考及建议

范海晶

国家能源集团国电电力山西新能源开发有限公司 山西 大同 037000

**摘要:** 本文从卧牛山风电发电场运行维护管理模式、生产人员情况、设备基本情况、故障配件更换情况等入手,对导致风电机组故障频发的原因进行了分析,在此基础上进行了思考,提出了加强业务培训、针对性进行重点维护保养、采取包机制、对易发故障部件进行统型处理、强化故障全过程管理,提高故障管理水平等建议。

**关键词:** 风电机组; 预警管理; 故障分析

为进一步强化风电发电场运营管理,确保风电机组高效运用,更好的服务国民经济,本人对太旗卧牛山风电发电场风电机组故障情况进行了摸底了解,对其运营管理情况进行了调研并进行了思考,相关情况如下:

## 1 卧牛山风电发电场基本情况

### 1.1 概况

国电电力太仆寺旗卧牛山风电场位于内蒙古锡林郭勒盟市太仆寺旗红旗镇,风电场规划容量400MW,现已建设148.5MW,装机规模为单机容量1500kW的风力发电机组99台。风电场升压站采用220kV单母线接线,依靠220kV卧红线单回与220kV太仆寺旗变电站联结,出线长度32.5公里。

### 1.2 日常运行维护管理模式

风场自主进行监盘、抄表、巡检、操作等工作,风电场的消缺检修工作主要由北京新能源与风场检修人员共同负责维护检修。

### 1.3 生产人员情况

风场采取场长负责制,总计19人。设场长1人,场长助理1人(兼安全、技术专工),值班1人,检修班长2人,其余为检修及运行人员。

## 2 设备运行情况

### 2.1 设备基本情况

目前该风电场建有江苏华鹏生产的容量100MVA/220kV主变两台,主变低压侧为35kV双母线分段接线。风场220kV开关是西安西电高压开关有限公司生产的LW25-252 SF6双弹簧结构开关;220kV刀闸是西

安西电高压开关有限公司生产的GW7B-252平行转角刀闸;220kV电压互感器是西安西电高压开关有限公司生产的TYD220/ $\sqrt{3}$ -0.005H(220kV线路)、35kV电压互感器是上海一互有限公司生产的TYD220/ $\sqrt{3}$ -0.001H电压互感器;220kV电流互感器是西安西电高压开关有限公司生产的LVB-220电流互感器;220kV避雷器是西安西电高压开关有限公司生产的Y10WZ-200/520型避雷器。35kV开关为上海华东开关厂生产的KYN61-40.5户内式手车开关和沈阳高压成套开关股份有限公司生产的ZN12-40.5户内式手车开关。35kV集电线路采用架空和电缆相结合布置。380V站用电系统采用单母线分段运行方式,站用电备用电源为10kV外引自当地农电局,无备用电源自投装置,380V电源切换需手动就地切换。

风电场I、II、III期工程99台风力机组全部采用国电联合动力有限公司生产的变速恒频双馈异步发电机。箱变为山东泰开、江苏华鹏变压器有限公司生产;塔筒为青岛平成钢结构公司生产;风机偏航系统为四部电机驱动内齿型偏航系统,啮合较紧凑、简单;变桨系统为电驱动全变桨系统,较液压机机构型式维护简单;控制系统为ABB生产变频器,部分已经汉化处理;发电机为湘潭电机厂生产型号DFWG-1500/4-2异步发电机,发电机与齿轮箱间通过弹性联轴器连接;齿轮箱为南高齿生产,增速比为100.48。风力发电机经箱变后由690V升压到35kV,由集电线路送向电网。

风电机组及相关电气部分统计、汇总情况详见表1、表2,如下:

表1 风电机组

建设批次	风机厂家	风机型号	箱变	发电机	齿轮箱	变频器
一期	联合动力	UP77-1500	泰开/33台	湘电、南汽、宜兴	南高齿、包齿	ABB、龙源
二期	联合动力	UP1500-77	华鹏/66台			
三期	联合动力	UP1500-77				

表2 电气部分

序号	名称	型号	厂家	备注
1	主变压器	100Mva220kV	江苏华鹏	
2	220kV开关	LW25-252 SF6	西安西电高压开关公司	双弹簧结构开关
3	220kV刀闸	GW7B-252	西安西电高压开关公司	平行转角刀闸
4	220KV电压互感器	TYD220/ $\sqrt{3}$ -0.005H	西安西电高压开关公司	220kV线路
5	35 kV电压互感器	TYD220/ $\sqrt{3}$ -0.001H	上海一互有限公司	
6	220KV电流互感器	LVB-220	西安西电高压开关公司	
7	220KV避雷器	Y10WZ-200/520	西安西电高压开关公司	
8	35kV开关	KYN61-40.5	上海华东开关厂	户内式手车开关
9	35kV开关	ZN12-40.5	沈阳高压成套开关公司	户内式手车开关

## 2.2 故障及配件更换情况

换情况进行了统计分析,具体情况如下:

对2021年该风场的风电机组故障情况及备品配件更

表3 风电机组故障情况

故障类型	故障台次(台)	占比	停运时间(小时)	占比	损失电量(万千瓦时)	占比
变桨故障	185	33.82%	2697.34	26.11%	129.37	27.60%
变频器故障	146	26.69%	1270.64	12.30%	86.76	18.51%
齿轮箱故障	49	8.96%	1130.33	10.94%	52.17	11.13%
液压站故障	39	7.13%	161.02	1.56%	4.62	0.99%
发电机故障	32	5.85%	2770.53	26.82%	87.73	18.72%
偏航故障	31	5.67%	156.1	1.51%	7.67	1.64%
通讯故障	27	4.94%	1962.37	19.00%	89.65	19.13%
其他故障	38	6.95%	182.2	1.76%	10.77	2.30%
合计	547		10330.53		468.74	

表4 备品配件更换情况

序号	更换备件名称	数量	占比	序号	更换备件名称	数量	占比
1	变频器24V继电器	40	10.81%	15	变频器电容	8	2.16%
2	更换IGBT	33	8.92%	16	变桨驱动器	8	2.16%
3	变频器冷却风扇	28	7.57%	17	变桨轴4K1	8	2.16%
4	700A保险	28	7.57%	18	AINT控制板	8	2.16%
5	滑环编码器	23	6.22%	19	发电机轴承	7	1.89%
6	变桨AC400	21	5.68%	20	齿轮箱油泵	6	1.62%
7	卡件KL2904	21	5.68%	21	齿轮箱冷却风扇电机	5	1.35%
8	400A保险	21	5.68%	22	变桨PLC	5	1.35%
9	变桨电机	20	5.41%	23	变桨4G1电源模块	5	1.35%
10	pitchmaster	18	4.86%	24	滑环编码器	4	1.08%
11	发电机冷却风扇	11	2.97%	25	PT100	4	1.08%
12	风向标	11	2.97%	26	联轴器	4	1.08%
13	800A保险	10	2.70%	27	120bar储能罐	4	1.08%
14	液压油泵	9	2.43%				
合计: 370件							

由表3可以看出,太旗风场风机故障主要以变桨故障和变频器故障为主,其中变桨故障185台次,占故障总数的33.82%,变频器故障146台次,占故障总数的26.69%。

## 2.3 故障原因分析

## 2.3.1 设备运行时间长、配件老化

太旗风场自2010年1月投产以来,已运行超过12年,

风电机组设备开始老化,尤其电源、接触器,继电器等配件老化,已接近设计使用寿命,备品备件更换数量也会随之增加。

### 2.3.2 设备型号种类多,结构复杂

如:太旗风场有34台华电天仁变桨,11台能建变桨,33台LUST变桨,21台MCCV变桨,变桨型号种类繁多。同时在跟班作业过程中,了解到LUST变桨故障率较高,初步分析与该变桨结构复杂有关系,LUST变桨有三个电池柜,一个主控柜,三个轴柜,器件和电子器件回路多,同时该变桨用的是直流电机,直流电机有碳刷,碳刷易发生故障。

### 2.3.3 风速等客观原因

太旗风场地理环境比较恶劣,风速变化较大,小风时风速为2.0-3.0m/s,起风时风速会短时间飙升至9-10m/s,且极端天气较多,风速不稳,风向频繁变化,导致风机频繁偏航、开顺桨,多报变桨故障和偏航故障。

## 3 思考及建议

3.1 进一步加强业务培训,提高人员的素质及业务能力,同时结合风速等客观情况,针对性加强设备运行质量监控,第一时间发现故障、第一时间处置故障。

3.2 对发电量较大的风机进行重点维护保养,定期开展风电机组的评比,分风机种类、重点部件等采取包机制度,责任落实到人,督促检修标准的落实及人员素质的整体提升。

3.3 针对升压站主要设备及风电机组大部件(如齿轮箱、发电机等)进行专项检查整治、巡检,强化小修标准的落实,必要时厂家来人针对某部件的检修、整治进行专项指导、帮促。

3.4 结合风电机组运行情况,对运行时间较长、故障频发的部件等提前进行更换处置,或者对某一易发故障的部件针对性采取统型处理。

3.5 鉴于更换下的故障风机配件与故障原因的关联性,建议每月风场对配件更换情况与故障原因等进行对比、分析,一是可以有效卡控成本支出情况,促进经济效益提升,二是对更换下的故障配件质量情况进行有效掌握,对生产厂家产品质量情况和后续质保服务等进行判定,督促其提升产品质量,三是可以真正掌握住风机等故障真实原因,确保管理的有的放矢,确保后续强化措施的有效性、针对性。

3.6 强化备件预警管理机制,控制备件供应对于消缺及时性的影响。风电场运行工作的主要包括两个部分内容,分别是升压站电气一、二次设备的运行和风力发电机组的检修维护。风电场运行检修管理包括制定风电

机的半年、一年及两年检修计划,做好备品备件及耗材的准备工作,按要求完成检修任务,提高风电机组经济效益。目前,由于该风电场设备数量庞大,备件管理的针对性、计划性还不能完全满足风电场运行工作管理需要,造成一定程度的供应不畅,亟需强化备件预警管理机制,控制备件供应对于消缺及时性的影响,同时为控制成本支出,建议建设、完善区域范围内设备运行统一监控平台,以实现不同种类设备备件的横向比较和分析,实现同类型备件库存量信息共享,实现备品备件施行统一区域化管理调配。

3.7 强化数据挖掘和统计分析,指导现场风机运行维护工作,使设备由定期检修逐步转变为状态检修,提高设备可利用率和等效可利用小时数。

3.8 强化风电发电机组、主系统等关键项目的异常运行和事故、故障规范处置,消除事故、故障根源,解除对人身、系统和设备的威胁,确保运行设备可靠运行,减少停电损失。

3.8.1 当风电场设备出现异常运行或发生事故时,当班值班长应组织运行人员尽快排除异常,恢复设备正常运行,处理情况记录在运行日志上。

3.8.2 事故发生时,应采取控制措施控制事故不再扩大并及时向有关领导汇报,在事故原因查清前,运行人员应保护事故现场和损坏的设备,特殊情况例外(如抢救人员生命)。如需立即进行抢修的,必须经领导同意。

3.8.3 当事故发生在交接班过程中,应停止接班,交班人员必须坚守岗位、处理事故,接班人员应在交班值班长指挥下协助事故处理。事故处理告一段落后,交接双方值班长决定是否继续交接班。

3.8.4 事故处理完毕后,当班值班长应将事故发生的经过和处理情况,如实记录在交班簿上。事故发生后应根据计算机记录,对保护、信号及自动装置动作情况进行分析,查明事故发生的原因,并写出书面报告,汇报上级领导。

3.9 强化设备故障全过程管理,提高设备故障管理水平。

一是大力开展设备故障分析。把设备常见的故障现象、分析步骤、排除方法汇编成故障查找逻辑程序图表,以便在故障发生后能迅速找到故障部位与原因,及时进行故障的排除和修复。

二是完善故障记录,及时进行故障统计分析。检修人员要认真填写检修记录单,存入设备档案,输入信息系统,并且按月统计分析,分析设备的故障动态和重点故障原因,找出故障的发生规律,这样不仅便于管理人

员和维修人员及时掌握设备故障发生的情况，确定维修对策时有明确目标，同时也为设备备件储备提供依据，提高备件管理水平，为制定设备维修费用计划和设备修理改造的技术准备提供参考。

三是做好日常维修工作，提前防范故障。通过检修人员日常巡回检查、质量鉴定所取得的设备状态信息和故障征兆，以及有关记录、分析材料，由风场场长针对风电机组的特点和已发现的一般缺陷，及时安排日常维修，充分利用生产空隙时间或节假日，做到预防在前，以控制和减少故障发生。对某些故障征兆、隐患，日常维修无力承担的，及时反馈给生计部安排计划检修。

3.10 建设设备管理子系统，实现对设备生命周期的经济和技术数据进行全过程监控。为实时实现风电场设备运行监视全景化，安全分析、调整控制前瞻化和智能化，运行评价动态化，能够从时间、空间、业务等多个层面和维度实现设备运行的远程控制、在线故障诊断和智能报警，亟需建设设备管理子系统。设备管理子系统主要是在对风场设备运行指标、管理效率分析的基础上，结合外部市场和技术环境的变化趋势，制定设备管理策略及与策略相适应的组织和流程，以此指导生产管控和运营层面的具体工作。同时建立设备资产管理所需信息的数据架构，实现对设备生命周期的经济和技术数据进行全过程监控。设备管理主要包括：设备台帐管理、设备缺陷管理、点检管理、设备异动管理、设备评

级管理、设备停服役管理、故障代码管理等。

3.10.1 设备台帐管理为风电场所有的设备建立相应的台帐信息，并对其进行统一维护。

3.10.2 设备缺陷管理对设备的缺陷进行登录、消缺、延期、验收、分类、分析等管理。

3.10.3 点检管理根据风电场对设备管理的要求，对点检点进行维护管理，及时掌握每天点检人员点检工作的进行情况，编制每个点检人员的月度点检计划，并据此做出点检记录表。

3.10.4 设备异动管理对风电场的设备提供设备的使用寿命管理，包括异动申请和相关审批。

3.10.5 设备评级管理将设备及部件的当前性能、状态记录在系统内，对设备进行评级，为预防性维修提供指导，给上级主管单位呈送报告。

3.10.6 设备停服役管理对设备的停役和服役的过程信息进行管理，通过停役和服役的申请流程来完成设备停役和服役的审批手续。

3.10.7 故障代码管理按照设备的种类统一建立设备的故障体系结构，为检修工作做指导，所有检修人员共享检修经验。

2022年9月11日

#### 参考文献

[1]戴慧珠, 陈默子, 王伟胜, 王晓蓉; 《中国风电发展现状及有关技术服务》