

复杂地质区域风电场风机基础选型研究

马欣欣

华电电力科学研究院有限公司山东分院

摘要:通过建立机组复杂地质区域基础选型运行指标监测模块及考核系统,提供监测通道及数据的有效手段、使用和调度考核算法一致的、实时的本地考核、通过挖掘比对调度、风电场实时数据研究不同系统数据之间的关联,研究开发复杂地质区域风电场风机基础选型系统,包括选型考核指标监测预警分析功能,辅助风电场在复杂地质区域基础选型运行中减少考核量,提高经济效益。

关键词:风电机组;复杂地质区域基础选型特征;预警与分析系统

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2022.23.070

前言:是随着生产经营模式的改变,发电运行也带来一系列问题,如:两个细则信息获取延迟、缺乏有效监测手段、数据源不准确、缺乏数据分析工具、数据繁多,运行系统复杂等。其中复杂地质区域基础选型运行考核的影响尤为突出,如何在电力市场环境下做好复杂地质区域基础选型运行管理工作,发挥自身优势,挖掘生产潜力,实现机组安全运行、成本控制、考核补偿、能源综合利用等多重因素影响下的综合收益提升是风电企业在电力市场上亟待解决的问题。

一、复杂地质区域风电场风机基础选型理论分析

(一) 复杂地质区域风电场风机基础选型概念

国家电网出台了发电调度“两个细则”实施管理办法,此办法作为重要的考核机制,规范统一了省级以上电力调度交易机构管辖范围内复杂地质区域基础选型运行的所有风电场,完成辅助服务补偿和运行考核具体工作,全面实现电网的供电可靠性,并通过经济手段激励风电场参与调度的积极性。

(二) 复杂地质区域风电场风机基础选型系统的设计重要意义

1) 提高风电场经济效益

从调度复杂地质区域基础选型、机组性能、系统控制、人员管理四方面入手,在保生产保安全的前提下,最大限度的发挥风电场在“两个细则”和“辅助服务”市场竞争中的潜力,不断提升风电场在区域内的竞争排名,最大程度上为风电场减少或减免考核,获取各类补偿,使“两个细则”在风电场整体经营中成为继生产后另一项重要收益来源。

2) 完善指标管理闭环

收集“两个细则”相关联指标数据,利用大数据分析技术,归类提炼关键问题,辅助决策者第一时间知晓要务,通过管理软件快速进行任务分派,由系统自动跟踪执行情况,给出绩效考核建议。对发电生产指标运行状况进行定量评估,实现机组生产运行技术指标的跟踪

管理,对机组运行人员进行绩效考核,形成闭环的指标绩效管理体系。满足风电场技术经济指标的归类统计,符合生产运营各级管理层的管理要求。

3) 提高效率,减少工作量

通过通讯接口获取发电运行实时数据,如机组有功、无功、母线电压、频率以及AGC、AVC,网控系统的指令跟踪情况等。建立能实时监测、分析复杂地质区域基础选型运行指标的评价复核功能,使风电场能够实时了解自身复杂地质区域基础选型运行指标考核情况,在不合格时能及时采取纠正措施,以提高运行指标合格率。同时,在调控中心对风电场进行复杂地质区域基础选型运行管理误考时,风电场运行人员可以以自身考核系统数据作为依据,对调度中心进行申诉,降低或者免除考核。降低了“两个细则”以往靠人员收集、分析、统计数据等大部分工作量,解决人员分析数据结果滞后的问题,提升了“两个细则”提升工作的整体效率。

4) 降低风电场安全风险

随着新版“两个细则”强势执行,各大风电场在考虑经济补偿下,也做了大量的优化工作,尤其对机组自身性能改造做了较多尝试,但由于设备在建设之初时配套的各类措施并未从两个细则方面出发,所以仅从设备最大性能提高上进行技改,易导致设备性能提前透支,这将给设备后期使用寿命缩短和安全事故带来隐患。此次将从西北电网考核补偿体系中出发,辩证设计本厂设备安全与生产经济指标的关系平衡,使风电场在持续产生收益中,降低设备安全风险点。

二、复杂地质区域风电场风机基础选型分析系统设计

(一) 系统构架

1) 界面显示层。界面显示层是系统面向最终用户的统一入口,是各类用户获取所需服务的主要入口和交互界面,该层提供UI框架、单点登录(Single Sign-On)、权限管理、门户管理、图表展示等公共功能。单点登录是针对所有最终用户访问所有已建的应用信息系统集中访问入口,通过对风电场所有最终用户访问权限的统一管理,在用户登录时进行集中统一验证,实现“一次登录,多系统漫游”。统一门户是根据用户的个性化喜好定制个人的电子办公桌面,将用户个人关注的重点应用以频道、栏目的方式集中展示在个人电子办公桌面上。统一门户平台包括个性化定制、身份认证集成、Portlet管理、访问统计、页面风格设置等服务。

2) 业务管理层。业务管理层是针对风电场的整体信息化框架下开发的具体应用信息系统,是各类用户具体业务应用的信息化管理实现。本模块建设的应用系统包括:状态监测预警、预警模型管理、故障知识管理、

故障诊断、性能监测、损耗分析、性能优化指导、运行时间统计、启停次数统计、当量运行监测、设备台账共11个功能模块，并开发相关接口程序实现与设备维护、设备检修、设备缺陷、工单等外部系统的集成，主要实现根据设备的故障预警触发相应的维护、检修、缺陷处理及工单。集成的应用系统包括：点检系统、SIS系统、EAM系统、生产任务管理系统、精密点检系统、技术监督系统。

3) 应用支撑层。应用支撑层提供一些公共的功能以方便应用功能的实现，主要包括应用开发集成框架（本系统选用.NetFrameWork）、报表引擎、图表引擎、日志服务、数据访问、数采服务、定时器、公式解析等组件。

4) 信息资源层。信息资源层（信息中心）是针对风电场的信息资源进行通盘规划和设计，将核心的基础数据进行集中统一管理，为各类具体业务应用提供统一的数据共享环境。根据风电场自身的特点，本项目基础信息资源包括设备信息、测点信息、预警模型信息、故障知识信息、优化模型信息、实时数据等几大类信息资源。信息资源层通过共享信息平台来实现数据的集中访问和共享。

5) 软件、硬件层。软件主要包括开发平台、Net Frame Work、数据库等。硬件主要包括服务器、风电场已有的设备传感器以及数据采集器等。

（二）系统功能设计

本项目采样目前主流的JavaEE开发技术，利用前后的分离的方式进行开发。使用高性能的服务器进行本地计算，采集数据保存在关系型数据库中，利用web系统提供系统功能页面使用。系统详细功能如下：

1) 模型参数管理

维护风电场的复杂地质区域基础选型运行管理模式、注册基本信息以及系统运行参数信息。具体包括新能源场站复杂地质区域基础选型运行管理信息和系统运行所需的配置等公用参数信息的维护和查询。

目前两个细则在调度主站侧以月度考核汇总发布的形式公布考核结果，数据公布不及时、披露结果不细致，导致场站侧不能及时发现和定位为题，所以本系统在场站侧本地建立模拟考核计算系统，进行实时模拟计算，是指标分析和预警和考核分析的前提。

系统基于风电场数据采集系统获取的发电机组实际出力、计划出力，AGC指令跟踪、AVC投运情况、一次调频指令跟踪，以及对系统各个运行装置的状态跟踪和统计分析，对标主站考核计算方法，模拟主站考核，进行实时考核电量模拟计算，及时预警考核电量。

2) 信息总览

实时展示日前发电计划、实时发电计划、AGC指令值、有功功率、无功功率、AVC月度数据、主站风电场实际值、风电场侧采集风电场实际值、风电场容量、截至日期月考核电量、当日考核电量、当日报警数、处理报警数、当月报警数、当月处理数、当月积分电量、当

日积分电量等数据。

3) 实时告警

对风电场发电计划（实时计划、日前计划、计划偏差）、AGC指标（可用率、死区合格率、响应时间）、AVC指标（月合格率及投运率），无功功率曲线变化（吸收无功的进项、迟项数据）等进行实时监测，对各模块产生的考核实时报警、推送，定位考核节点，生成考核分析简报（比如实时监测AGC控制在爬坡时段内发电能力未完全释放而产生死区考核，可以检测AGC厂家修正AGC控制系统，使爬坡时段内指令合理下调），协助风电场人员调整后续运行方式或处理导致考核的突发性事件，协助风电场追踪中调历史数据或事件提前申请免考，避免进一步扩大考核，造成更大的损失。

故障预警系统需要根据数据挖掘的过程中，对实际功能进行有效的划分，结合现场实际应用情况，对系统数据处理流程进行确定，保证数据处理流程设计的效果和质量。

数据采样。根据数据挖掘的不同效果，从数据样本中对各项数据信息进行抽取和采集，确保数据使用效果能够满足现场的基本要求。如果数据采集效果不够充分，需要加强数据实时采集的效果，对数据库中存在的不足之处进行补充与完善。

数据预处理。主要是对采集完成的数据信息进行处理，了解数据的质量和实际采集的情况，数据预处理的效果能够及时对数据进行转换，加强数据分析与计算的效果，对存在异常问题的数据进行筛选，确保数据能够在设备中进行有效的使用。

数据优化。加强对数据挖掘技术的有效使用，对设备正常运行效果进行保障，以各种全新计算方式，对数据计算的质量进行优化与完善。

数据建模。数据建模过程中，需要对多元化便梁估计技术和相似性原理进行使用，确保数据计算结果的真实性和有效性。

动态预警。在数据计算中，通过数据结果的偏差形成动态报警系统，对异常的数据问题进行警报，并且可以根据历史的数据警报情况进行调整，更好的保证数据动态预警的效果。

预警分析及处理。加强对各种数据偏差问题的分析，对设备实际运行情况进行检测，加强数据源预警的效果，根据设备实际的情况，对检修计划进行设计，合理的对设备进行维修与检测，减少设备损坏问题的产生。

4) 考核记录及诊断分析

通过对过程中大数据进行切面分析，准确定位考核位置，分析考核原因，提出优化建议或解决问题方式，免考申请方案，量化考核数据，挖掘发电空间等。同时针对各个考核项目的考核情况从宏观上进行趋势化分析，同比、环比分析，从微观上对颗粒度数据质量、组成进行分析。辅助风电场从宏观把握运行情况，从微观解决考核问题。

考核记录查询风电场、光伏电站复杂地质区域基础选型运行管理的各项考核详细数据、考核记录、日结果及月度考核汇总结果。包括：调度运行管理考核、AGC管理考核、调度计划曲线考核、无功考核、AVC月度管理考核、继电保护与安全自动装置管理考核、自动化设备管理考核、通信设备管理考核等。

通过对过程中大数据进行切面分析，准确定位考核位置，分析考核原因，提出优化建议或解决问题方式，免考申请方案，量化考核数据，挖掘发电空间等。

同时系统针对各个考核模块的考核情况从宏观上进行趋势化分析，同比、环比分析，从微观上对颗粒度数据质量、组成进行分析。辅助风电场从宏观把握运行情况，从微观解决考核问题。

（三）定桨距发电技术

通过使用定桨距发电技术，可以保证风力发电系统在运行期间遵循质量标准，能够进一步提高风力发电系统的运行可靠性。在风力发电的时候，需要相关风力发电机组在并网后开展发电工作，对于发电机组提出了比较严格的要求，将定桨距发电技术运用在风力发电中，能够加强对发电设备的功率控制。由于叶片的构造相对比较复杂、体积比较大、重量比较大，在发电期间可能会对发电机组工作效率产生负面影响。因此在定桨距发电技术适合运用在风力等级相对较低的环境中。若是所在发电区域风力等级相对比较高，需要选择使用其他发电技术。

（四）变速风力发电技术

变速风力发电技术主要是通过更改发电机的恒速运动情况，在风速出现变动的时候，更改风力发电机组的运行状态，保证工作人员可以按照风速大小调整风力发电系统运行状况，从而获得恒定发电频率。若是风速比较大，风力发电效率以及风力发电质量往往会受到功率因素产生的影响，因此工作人员应该注重加强对风轮转速指标的控制。

若是风速相对比较小，应该尽量运用比较多的风能，确保风力发电输出频率具有比较高的安全稳定性。值得特别注意的是，在风力发电区域不同、风速不同的情况下，风力发电规律也会存在一定的差异性，因此工作人员应该着重提升对热控保护控制技术的研究力度，有助于进一步提高风力发电的效能。变速风力发电技术主要包括交流励磁双馈型发电技术、永磁发电机以及磁场调制型发电机等，将其运用在风力发电中，可以在提升风能转化率的基础上，单独调整风力发电的输出功率以及无功功率，有助于提高变桨距调节的便利性，从而全面提高风力发电机组的运行质量。

三、复杂地质区域风电场风机基础选型分析系统效益评估

（一）经济效益

1) 存在争议的考核情况提供免考申请依据

调度由于多系统间数据传输延时等原因和风电场实时数据有不同步的情况，导致主站考核而风电场实际不

被考核的情况。根据两个细则实时监控系统内的考核计算结果，如都按照免考核申请并均通过的话，考核将会被大幅度降低，给风电场带来较大经济利益。保守预计可以降低考核电量的1.5%。

2) 实时告警提示，管理提升，降低考核事件的发生率

由于上级调度机构的考核信息按月度发布，信息获取有较长时间的滞后性，导致风电场无法实时获知被考核情况的发生，无法及时制定修正策略。系统中具有告警提示功能，可以对一次调频、AGC考核、AVC考核、实时遥测信息等内容中的越限信息进行相关提示，风电场可以根据告警信息及时制定相应修正策略，预防考核事件的发生，避免已考核事件因为同一原因而被持续考核，从而降低被考核电量，增加经济效益。预计可以降低总体考核电量2%以上。

3) 原因诊断分析，提出修正策略，避免持续考核

以往厂内虽知晓发生考核，但不知晓发生的具体原因，进而无法提出有效的解决方案，错过最佳消缺机遇，造成连续考核。该研究可辅助厂内根据预警的详细信息及时制定有针对性的修正策略，第一时间预防考核事件的发生，避免已考核事件因为同一原因而被持续考核，从而降低被考核电量，增加经济效益。

经统计，方家庄风电场截至8月两个细则考核3271万，其中发电计划考核474.2万、调峰能力考核2304万、一次调频考核192.8万，考核主要是煤质问题、电网突然调节负荷（速率快、幅度大）、设备突然故障停运、调峰能力受限考核等综合因素。

以上合计连续8个月的保守实现经济效益为 $3271 \times (1.5\% + 2\%) = 98.13$ ，按照106.1万投资额计算，投资回收期约 $106.1 \div (98.13 \div 8) = 9$ 个月。

（二）社会效益

风电场根据系统告警功能制定修正策略，不仅可以增加风电场经济效益，同时能够准确有效地执行调度机构下发的指令，为电网提供优质的辅助服务，支撑电力系统的安全稳定运行、保证电能质量。

总结：研究“复杂地质区域风电场风机基础选型系统”，对在双碳大背景下的风电机组的盈利具有较强的指导性，对其他风电机组在“两个细则”的“减少考核，增加补偿”管理中具有较强示范效应。尤其是，近期发布的“两个细则”补充规则（征求意见稿）意见建议通知中，更是对风电机组的复杂地质区域基础选型运行管理能力、发电机组调节能力进行了再次强化，加大了考核力度，因此，做好该课题的研究，可在其他风电机组进行有序推广。

参考文献

[1] 屈海洋. 浅析风电场风力发电机施工的若干问题[J]. 建筑工程技术与设计, 2016(18).

[2] 江建法. 浅析风电设备安装施工及管理[J]. 建材与装饰, 2013(25): 194~195.