

风电场风电功率预测系统标准化设计应用分析

韩桂芬¹, 饶 袁²

(1. 国电南京自动化股份有限公司研究院, 江苏 南京 210003;
2. 南京国电南自城乡电网自动化工程有限公司, 江苏 南京 211100)

摘 要: 文章阐述了风电场风电功率预测系统标准化设计的目的和意义, 分析了风电场风电功率预测系统建设的政策依据和实施细则, 依据风电场风电功率预测系统标准化设计配置原则及功能要求, 明确了风电功率预测系统标准化设计的原则与思路, 构建了风电场风电功率预测系统标准化设计解决方案, 为我国风电场风电功率预测系统标准化设计提供参考。

关键词: 风电场; 风电功率预测系统; 标准化设计

0 引言

为进一步规范、优化风电场电气系统的设计方案, 应对大规模风电接入给电力系统带来的冲击, 保障风电接入后电网后能够安全稳定运行, 并可靠的向电力用户提供优质电力, 促进风电和电网协调发展, 国家电网公司于 2009 年 11 月启动了《风电场电气系统典型设计》(以下简称“典设”) 编制工作。《风电场风电功率预测系统》作为“典设”的重要内容之一, “典设”中对风电场风电功率预测系统的配置原则、系统功能、配置方案、性能要求等进行了规范, 是我国风电场风电功率预测系统标准化设计的纲领性文件, 为我国风电场风电功率预测系统的标准化设计提供了技术指导, 也为从设计源头规范我国风电场风电功率预测系统的建设提供了技术保障。

1 风电场风电功率预测系统标准化设计的目的和意义

1.1 风电场风电功率预测系统标准化设计的目的和意义

对风电功率预测系统实施标准化设计, 优化配置方案, 确保风电资源充分利用, 降低风电出力冲击影响; 为提高电源电网的相互适应能力, 提高风能资源的利用效率提供有力的技术支撑。同时, 通过优化配置, 方便运行维护, 降低风电场风电功率预测的建设和运行成本, 提高工作效率, 保证设计质量, 满足风电建设快速发展的需求。总之, 通过

风电功率预测系统的标准化设计, 既规范了风电场风电功率预测系统的建设方案, 提高建设进度和质量, 又规范了电网企业管理行为, 提高风电调度能力和上网电量, 实现风电与电网的协调发展, 应在风电场建设中稳步推广。

1.2 风电场风电功率预测系统的作用和意义

1.2.1 风电功率预测的作用

风电具有间歇性、随机性和波动性。风电场出力不稳, 给电网调度、调峰、安全等带来一系列问题。准确的风电功率预测是解决以上问题的有效方法。风电功率预测系统可以有效掌握和利用风能资源, 为电网调度充分安排风电上网电量提供重要依据; 对风电场输出功率进行预测是缓解电力系统调峰、调频压力, 提高风电接纳能力的有效手段之一。同时, 风电功率预测还可以指导风电场的检修计划, 提高风能利用率, 提高风电场的经济效益。发电功率预测系统对于电网能够起到节约调峰成本、保障电网安全、更多消纳风电的作用; 对于风电场能够起到减小弃风、科学运营风电场、更多送出风电的作用。

国外经验充分证明, 建设和提高风电场的功率预测能力, 及时掌握风电功率变化情况, 根据负荷需求, 协调控制各种电源出力, 是实现电网科学调度、提高风电接纳能力的重要手段; 同时, 建立风电功率预测系统还可以提高风电厂的运营效益。

1.2.2 风电功率预测的意义

(1) 提高风电场发电效率

建立风电功率预测系统对于风电场的日常运营有着重要意义。根据德国、丹麦等欧洲风电发达国家的经验，如果风机检修全部在小风期或者无风期完成，风电场每年的发电量将提高 2%，以 5 万千瓦的风场为例，其每年直接经济效益将超过 120 万元。

(2) 配合电网调度需求

风电功率预测系统使风电场可以向电网公司提供准确的日前发电功率曲线，这使得电网调度可以有效利用风电资源，提高风电发电上网小时数。

(3) 满足电网并网技术要求

风电场发电功率随风速的无序变化是电网无法大规模消纳风电的关键因素。建立风电功率预测系统是解决这一问题有效手段，在中国国家标准化管理委员会发布的中华人民共和国国家标准《风电场接入电力系统技术规定》中，都对风电场的发电功率预测技术参数进行了明确的规定。

2 风电场风电功率预测系统建设的政策依据和实施细则

2.1 风电场风电功率预测系统建设的政策依据

中国国家标准化管理委员会发布国家标准《风电场接入电力系统技术规定》、国家电网公司制定的《风电调度管理规定》和电监会拟颁布的《风电并网调度协议》中，都对风电场的发电功率预测技术参数进行了明确的规定。国家电网公司颁布的《风电场接入电网技术规定》中，第五条规定：风电场应配置风电功率预测系统；国家能源局新能源和可再生能源司也颁布了《发电功率预测及系统协调运行管理办法》，办法的第十五条规定，新建风电场，应在并网运行前配置发电功率预测系统。第十六条规定，已并网运行的风电场，要求其在本办法颁布之日起半年内配置发电功率预测系统。这些都为我国开展风电场风电功率预测系统的标准化设计和建设提供了有效的制度保障。

2.2 风电场风电功率预测实施细则

为贯彻落实国家能源局《风电场功率预测预报管理暂行办法》，促进风电功率预测预报与电网调度运行的协调发展，国家能源局于 2012 年 2 月发布了《风电功率预报与电网协调运行实施细则(试行)》(以下简称《细则》)。《细则》明确规定了：风电开发企业负责风电场发电功率预报工作，按照要

求上报风电场发电功率预报曲线，并执行电网调度机构下发的发电功率计划曲线；风电场企业根据风能数值天气预报数据，并结合风电场地形、现场测风塔风能资源实测数据和风电场发电运行统计数据等开展风电场发电功率预报工作；风电场要按照有关气象观测规范标准，配套建立实时测风塔，测风塔位置应尽可能具有代表性和不易受风电场尾流效应影响，采集量至少应包括 10m、50m 及轮盘高度的风速和风向以及某一层高的气温、气压等信息。

《细则》对风电功率预测预报数据及报送都提出了具体和明确的要求：风电场功率预测时间尺度分短期预测和超短期预测两种，短期预测为风电场次日 0h 至未来 72h 的功率预测，超短期预测为未来 15min 到 4h 内的功率预测；风电场功率预报系统应至少包括数值天气预报产品接收和处理、实时气象信息处理、短期和超短期预测、系统人机界面、数据库与数据交换接口等功能；风电场功率预报系统硬件应至少包括气象数据接收系统和处理服务器、系统应用服务器、安全隔离装置、人机工作站等；电网调度机构的风电功率预测系统的硬件除具备上述功能外，还应包括与风电场数据进行交换的服务器，系统部署及数据交互应满足《电力二次系统安全防护规定》的要求；风电场安装使用的功率预报系统应具备自动向电网调度机构上报数据的功能，上报内容应包括用于日前发电计划编制的相关信息、日内超短期预测信息和运行情况。

3 风电场风电功率预测系统标准化设计配置原则及系统功能

3.1 风电场风电功率预测系统标准化设计配置原则

按照《风电场电气系统典型设计》中风电场风电功率预测系统配置原则，风电场应配置一套风电功率预测系统，调度根据风电出力调整电网调峰容量，以提高电网接纳风电的能力，改善电力系统运行安全性和经济性。

风电功率预测系统应设置风电功率预测系统主机、测风塔、数据采集处理装置(测风、数值天气预报等)以及相关网络设备。

风电功率预测系统应具有 0~72h 短期风电功率预测以及 15min~4h 超短期风电功率预测功能。风电场每 15min 自动向电力系统调度部门滚动上报未来 15min~4h 的风电场发电功率预测曲线，预测值

的时间分辨率为 15min，风电场每天按照电力系统调度部门规定的时间上报次日 0~24h 风电场发电功率预测曲线，预测值的时间分辨率为 15min。

3.2 风电场风电功率预测系统标准化设计系统功能

按照《风电场电气系统典型设计》中风电场风电功率预测系统功能要求，根据风电场所处地理位置的气候特征和风电场历史数据变化情况，采用适当的预测方法，构建特定的预测模型进行风电场的功率预测。根据预测时间尺度的不同和实际应用的具体需求，采用多种方法及模型，形成最优预测策略。确保风电功率预测功能符合《Q/GDW 588-2011 风电功率预测功能规范》的要求。

发电功率预测系统可向电网提供风电场次日 0h 至未来 72h 的短期功率时间曲线，或者 15min 至未来 4h 的超短期的发电功率预测结果，时间分辨率为 15min。风电功率预测系统的功能主要包括预测时间尺度、数据准备、数据采集与处理、功率预测、统计分析、界面要求、安全防护、接口要求及性能指标等。预测时效一般分成短期 72h 和超短期 4h。

4 风电场风电功率预测系统标准化设计配置方案

风电功率预测系统配置方案如图 1 所示。

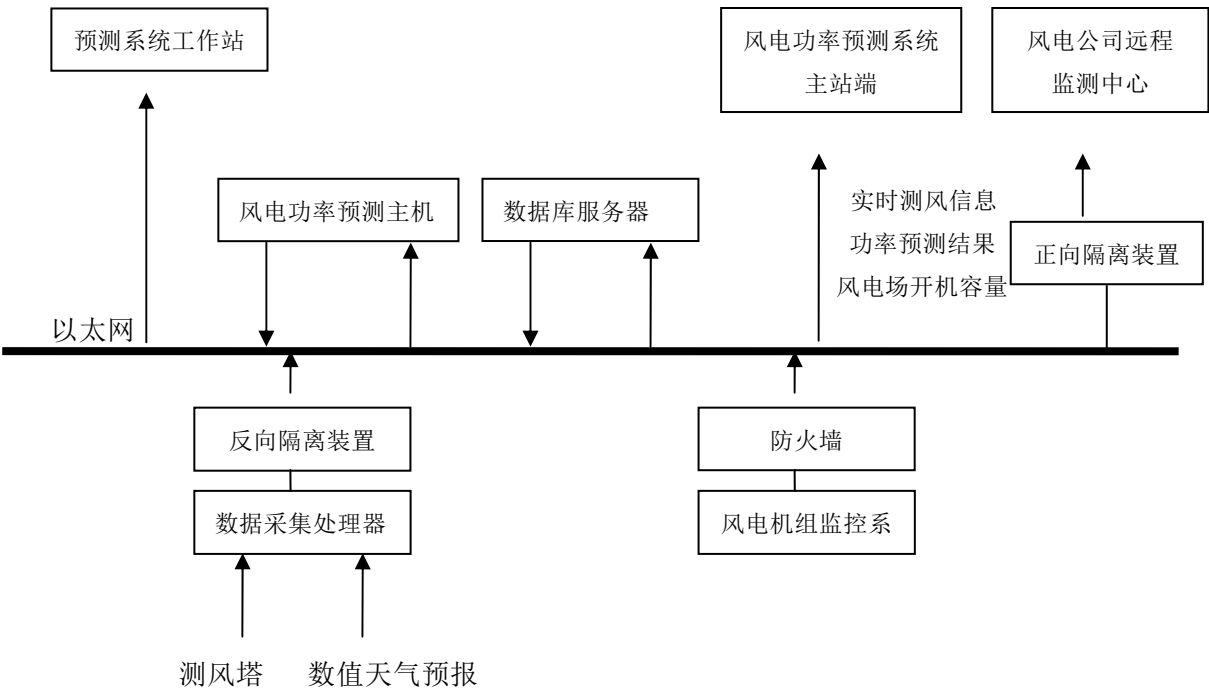


图 1 风电功率预测系统配置方案

4.1 硬件配置

风电功率预测系统设备包括测风塔及实时气象数据采集设备，功率预测主机、数据采集处理器、数据库服务器、安全防护设备。工作站以及其他网络设备等。

4.1.1 测风塔及实时气象数据采集设备

测风塔需配置风速计，风向标，风度气压传感器，实时气象数据采集器等设备，所配设备应选择耐高风速、耐腐蚀、耐风沙型设备。测风设备电源可根据现场实际情况采用太阳能电池板供电或者通过电缆采用常规电源供电。

测风塔数据采集量应至少包括 10、70m 及轮毂高度的风速和风向以及气温、气压等信息，采集频率应不大于 5min。测风塔数据根据现场实际情况可通过无线或光纤传输至风电功率预测系统。

当利用现有的测风塔时，应评估其能否满足功率预测系统要求；若测风塔能满足要求，需完善相应采集装置以满足功率预测系统测风塔数据采集要求；若不能满足要求，需根据现场实际情况对测风塔进行改造或设立新的测风塔以满足功率预测系统要求。

4.1.2 功率预测主机

功率预测主机是功率预测系统的核心设备，用于实时数据处理、常规数据处理，出力计算模块以及超短期风力计算，将不同类型数据依据应用要求进行自动加工处理，实现数据转换、整编和存储。

4.1.3 数据采集处理器

数据采集处理器应采集测风塔数据，并从数值天气预报服务商的服务器下载数值天气预报数据，经过处理后上传至功率预测系统主机。

4.1.4 数据库服务器

数据库服务器负责功率预测数据采集、储存和管理，主要数据包括数值天气预报、测风塔实测气象数据、风电场实时有功数据、超短期风力预测，

4.1.5 安全防护设备

根据国家电力监管委员会令第5号《电力二次系统安全防护规定》的要求，风电场内外网系统需进行安全隔离，可根据实际情况配置正、反向隔离和防火墙设备。

风电场功率预测系统至少配置1套反向物理隔离装置用于隔离处于不同安全区的功率预测系统和数值天气预报系统。

4.1.6 工作站

风电功率预测系统至少配置1台PC工作站作为功率预测系统的后台，用于进行系统的监视、维护和管理。

4.1.7 网络设备

风电功率预测系统采用单以太网结构，需配置相应的网络设备。

4.2 软件配置

风电功率预测系统需配置相应的系统软件、数据库软件及应用软件等。其中，应用软件包括：

(1) 系统接口软件，用于完成各服务器之间及服务器与其他系统之间的数据传输。

(2) Web 应用软件，以图形用户界面形式与用户交互，完成数据及曲线显示，系统管理及维护等功能。

(3) 日前预测软件，计及风电机组的可用状态，预测本风电场日前96点出力曲线及次日高峰、低谷点保证出力。

(4) 超短期预测软件，预测本风电场未来4h出力曲线，需滚动执行。

(5) 数据库控制软件，数据的优化存储平台，同时控制数据的导入导出。

4.3 安全防护方案

风电功率预测系统应遵循《电力二次系统安全防护总体方案》的相关要求，主要安全区防护方案为：

(1) 风电功率预测系统位于安全区 II。

(2) 风电功率预测系统与来自外网的数值天气预报系统之间，应设置物理隔离装置。

(3) 风电功率预测系统与位于安全区 I 的风电机组监控系统之间，应配置防火墙。

4.4 信息交互方式

(1) 风电场端风电功率预测系统与调度机构主站端功率预测系统数据交换宜采用调度数据网，通信协议应满足接入主站端的要求。

(2) 风电功率预测系统与风电机组监控系统的数据交换采用串口或网络方式。

(3) 风电功率预测系统与测风塔的数据交换采用无线传输或光纤传输方式，由每个风电场的具体情况而定。

(4) 风电功率预测系统数据采集装置可通过 Internet 获取数值天气预报数据。

5 结束语

电力系统是一个复杂的动态系统，维持发电、输电、用电之间的功率平衡是电网的责任。随着风电接入电网的规模日益扩大，风电场输出功率具有的波动性和间歇性，对电网的电力平衡带来了很大的影响，导致发电计划制定难度大大增加，风电也给电力系统的调度运行带来巨大挑战。对风电场输出功率进行准确预测是缓解电力系统调峰、调频压力，提高风电接纳能力的有效手段之一。同时，风电功率预测也只有满足相应的技术条件下，并对其进行合理的标准化设计和优化配置，才能保证风电功率预测系统在发挥指导风电场检修计划，提高风能利用效率，提高风电场经济效益等优势的同时，保障电力系统的安全可靠运行。

本文通过依据我国风电场风电功率预测系统标准化设计配置原则及功能要求，构建了风电场风电功率预测系统标准化设计解决方案，对我国风电场风电功率预测系统标准化设计具有十分现实的指导作用。

参考文献：

- [1] 风电场电气系统典型设计[M].北京: 中国电力出版社, 2011.
- [2] GB/T 19963-2011,风电场接入电力系统技术规定[S].
- [3] 国家能源局. 风电功率预报与电网协调运行实施细则(试行)[Z].
- [4] 国家电网公司. Q/GDW 588-2011 风电功率预测功能规范[Z].

作者简介:

韩桂芬(1961-), 女, 江苏靖江人, 高级工程师。从事电力系统自动化产品研发技术管理及标准研究工作,

E-mail: hgfymp@126.com。

饶 袁(1958-), 男, 江苏南京人, 工程师, 从事电力系统自动化产品技术管理工作。