SCADA 光伏功率预测系统技术规范

一、系统概述

本系统为我公司自主研发的 SCADA 光伏功率预测系统软件，是基于高精度数值气象预报、人工智能神经网络、粒子群优化、高性能时空模式分类器及数据挖掘算法的光伏电站功率预测与智能管理系统。系统通过搭建完备的数据库平台，利用各种通讯接口采集光伏电站远动系统和实时气象站数据，对光伏电站进行功率预测，为光伏电站生产管理和电网调度提供辅助手段。

本系统以高精度数值气象预报为基础，实时读取电气参数，神经网络不断对预测发电量值与实测发电量值进行比较、网络学习训练、误差修正，形成多种类型的预测样本并不断优化，可准确预报电场未来 24 小时功率，满足电网对光伏电站电力负荷输出的调度要求。

二、核心技术性能指标

（一）预测精度指标

- **超短期预测精度：**超短期预测（未来 4 小时）平均预测精度超过 90%，均方根误差小于 10%。
- **短期预测精度：**短期预测（未来 24 小时）预测精度可达 85%以上。
- **最大有效预测时长：**最大有效预测时长达到 72 小时。

（二）系统运行指标

- **系统运行寿命：**系统设计运行寿命不低于 20 年。
- **系统预测合格率：**系统预测合格率大于 99%。
- **系统在线时间：**系统在线时间（可用率）大于 99.99%。

（三）数值气象预报参数

- **预报时长：**可提供未来 72 小时的辐照度、云量等高精度气象信息。
- **时间分辨率：**时间分辨率高达 15 分钟。
- **空间分辨率：**空间分辨率达到 3×3 公里。

三、系统功能要求

（一）高精度数值天气预报

系统以全球中尺度模式气象预报数据为基础，结合光伏电站微观选址及针对不同地域特点的参数化方案，经过大规模并行分布式计算机集群的模式计算优化后得到高精度的中小尺度数值天气预报，作为太阳能预报的基础。能够提供未来 72 小时的辐照度、云量等高精度信息，时间分辨率 15 分钟，空间分辨率达到 3×3 公里。

（二）高精度预测技术

基于云平台计算，应用数据挖掘与智能算法，在光伏功率预测系统下进行高精度模拟、计算。超短期预测精度达到 90%，短期精度达到 85%以上的目标。系统对未来光伏电站出力负荷的预测精准，满足电网对光伏电站电力负荷输出的调度要求。

（三）基于数据挖掘的数据净化

系统需处理海量光伏数据，包括光伏电站 SCADA 数据、EMS 数据、NWP 数据等。系统通过智能数据过滤算法，剔除无效数据（垃圾数据），保留有效数据，为光伏电站建模的数据净化打下基础。

（四）光电数据模式识别

系统具备基于标准接口的 Python 算法，可根据现场需要随时将优化验证后的最新算法更新到电站预测服务器。不同光伏电站具有不同的属性（装机规模、地理位置、电池板型号、气候条件、电网接纳条件等），系统能够自适应调整模型参数。

（五）通用光电信息数据交换平台

SCADA 平台系统兼容不同综自系统的数据交换协议，能够实时采集光伏电站的运行数据，同时具备采集数据质量检查及优化、数据分析、存储、转发等功能，配合气象预报数据，实现光伏电站资源数据和运行数据的融合。

（六）自动化数据上传与报表

系统兼容各个省区不同预测主站的 E 文件规范标准及各种上传调度规约标准，同时支持常见 Excel 数据报表导出功能。用户能够对任意时间段的数据执行分析和报表生成的指令。

（七）光伏电站 AGC 模块

系统可针对特定的光伏电站开发自适应的光电负荷跟踪控制模块，根据太阳能资源的预报情况对光伏电站的逆变器实施智能监控，使实际负荷和预测负荷之间的误差最小，实现业主优先并网和电网优化调度的双方需求。

（八）MOS 统计订正系统

采用统计回归技术，通过分析历史数值天气预报的结果，建立预测辐照度和实测辐照度之间误差的统计特性模型，进一步减小预报偏差，使预测结果更加准确。

（九）功率预测物理模型

根据光伏电站的太阳能电池组件参数、电站的电气参数等，能够在没有历史实发数据的情况下，直接通过预测辐照度数值计算出近似的光伏电站的发电功率。

四、核心优势要求

（一）数据深挖掘技术

在光伏电站的海量数据中，利用数据挖掘技术，完成相关性分析、误差分析、特征分析等，为高精度建模打下坚实基础。

（二）多观测网气象数据

将多种来源于不同观测网的气象信息作为数值天气预报模式输入的背景场，使得各个观测网的优势能够得到互补，模式预测的结果更加可靠。

（三）专业化地理方案设计

通过理论分析和大量试验，选取适应于各区域的边界层方案和近地层方案，因地制宜，使预报结果更加准确。

（四）专业化区域方案设计

采用人工神经网络模型，加入卡尔曼滤波算法、小波分析、遗传算法、蚁群算法、概率统计模型等复杂模型，建立精细化的多模块自动寻优模型。

五、硬件终端设施要求

光伏预测系统的硬件网络拓扑主要包括以下设备：

- 功率预测服务器
- 气象数据处理服务器
- 反向隔离器
- 交换机
- 防火墙
- PC 工作站

系统采用高精度气象源，以国际先进的中尺度数值天气预报技术为基础，通过大量敏感性试验将数值预报模型本地化后适用于光伏电场的实际需求。模型在考虑大尺度天气背景信息的同时，充分考虑到光伏电场地形地势、表面粗糙度、气候特征等影响光伏电场变化的因素，使预测结果更加稳定可靠。

六、系统功能模块要求

（一）主界面功能

www.hzvolt.com

首页展示信息分为：电场数据、气象数据、今日预测、短期与超短期预测、关键运行状态指示功能等内容。

（二）系统配置信息

系统配置信息包含 7 个子菜单：

- **预测设置：**预测设置：主要做预测启动时间、预测数据源设置。支持新增、修改、详情、删除操作。
- **光伏限电设置：**将调度的限电计划手动输入到数据库中，支持新增、修改、详情、删除、确认、导出等操作。
- **光伏计划开机容量设置：**用户根据电场逆变器的实际运行情况填写计划开机容量，提高预测精度。
- **光伏电场信息：**展示光伏电场的相关信息。
- **光伏组件信息：**查看逆变器型号信息及相关型号逆变器的辐照度—功率理论曲线。
- **光伏逆变器信息：**查看电场中逆变器的信息。
- **光伏气象站信息：**查看光伏电场中气象站的基本信息。

（三）功率预测功能

功率预测菜单包含 4 个子菜单：

- **短期预测界面：**展示未来预测功率曲线，同时展示预测功率、置信区间下限、置信区间上限曲线，支持预测数据导出固定格式报表。
- **超短期预测：**分"单点预测"和"单次预测"两个页面。单点预测显示选定时间段内的超短期预测值（默认第 16 个预测值）及对应时段的实发数据值曲线；单次预测展示单次预测结果曲线，支持展示 16 个超短期预测结果及对应实测功率。
- **数据补传：**提供需要补传的预测数据、实时数据文件 FTP 再次上传功能。

www.hzvolt.com

- **辐照度—功率对比展示：**采用双纵轴方式展示光伏电场某时段内的实发功率、预测功率、实测辐照度、预测辐照度对比曲线。

（四）气象信息功能

气象信息菜单包含 6 个子菜单：

- **辐照度曲线：**展示某时间段内气象预测辐照度和实际辐照度的对比曲线图，可计算均方根误差和相关性系数。
- **光伏风速：**展示某时间段内气象预测风速、实际风速的曲线图。
- **光伏风向：**展示某时间段内气象预测风向、实际风向的玫瑰图。
- **光伏温度：**展示某时间段内气象预测温度、实际温度、组件温度的曲线图。
- **光伏湿度：**展示某时间段内气象预测湿度和实际湿度的曲线图。
- **光伏气压：**展示某时间段内气象预测气压和实际气压的曲线图。

（五）数据报表功能

数据报表菜单包含 9 个子菜单及气象资源数据导出功能：

- 短期预测日报、短期预测月报、短期预测年报
- 超短期预测日报、超短期预测月报、超短期预测年报
- 光伏电场累计日报、光伏电场累计月报、光伏电场累计年报
- **光伏气象资源数据导出报表：**以 5 分钟粒度查询光伏电场历史气象数据。

所有报表均支持查询和导出至 Excel 表格功能。日报按天显示数据，月报按月分组显示含月汇总数据，年报按年分组显示含年汇总数据。

（六）理论功率功能

理论功率菜单包含 2 个子菜单：

- **光伏理论功率：**根据国调下发的理论功率计算方法计算实时理论功率，时间分辨率支持 1 分钟、5 分钟、15 分钟。

- **光伏受阻电量：**提供根据不同算法计算的理论功率、可用功率相对于实测功率表征的受阻电量统计结果。

（七）统计分析功能

统计分析菜单包含 5 个子菜单：

- **事件查询：**查询某时间段内所有通讯、系统配置、预测修改等告警事件。
- **功率误差统计：**显示某时间段的实发功率和预测功率数据对比曲线，计算均方根误差（RMSE）、平均绝对误差（MAE）、相关性系数及开机容量平均绝对误差，分短期误差统计和超短期误差统计。
- **光伏上传率统计：**展示某一历史时间段的 102 协议、FTP 文件上传率，以列表形式显示。
- **上传状态查询：**展示最新实时上报文件的相关信息，以列表形式显示。
- **光伏功率频率分布统计：**展示光伏电场并网功率、实发功率在不同区间的分布情况，按装机容量分配区间。
- **辐照度频率分布统计：**展示光伏电场辐照度在不同区间的分布情况。

（八）标题栏操作功能

标题栏提供用户修改密码、告警事件处理、用户退出以及左侧菜单栏缩放功能。系统支持告警确认功能，用户可通过告警窗口勾选未确认的告警信息并点击"确认告警"按钮进行处理。支持菜单栏隐藏与恢复功能。

七、算法与模型要求

系统应采用以下算法与技术实现高精度预测：

- 人工智能神经网络算法
- 粒子群优化算法
- 光电信号数值净化算法
- 高性能时空模式分类器
- 数据挖掘算法（相关性分析、误差分析、特征分析）

- 卡尔曼滤波算法
- 小波分析
- 遗传算法
- 蚁群算法
- 概率统计模型

系统基于标准接口的 Python 算法，支持现场随时更新优化验证后的最新算法到电站预测服务器。

八、数据通信与上传规范

系统数据通信与上传应符合以下要求：

- **数据交换协议：**兼容各综自系统的数据交换协议。
- **E 文件规范：**兼容各省区不同预测主站的 E 文件规范标准。
- **上传规约：**支持 102 规约上传 E 文件，符合调度主站上传实效要求。
- **FTP 上传：**支持 FTP 文件上传功能。
- **调度规约：**系统兼容多种上传调度规约标准。
- **数据采集：**支持实时采集光伏电站 SCADA 数据、EMS 数据、NWP 数据。

九、供应商资质要求

供应商应为高新技术企业，具备以下条件：

- 拥有自主研发、生产制造和全方位营销综合能力。
- 拥有熟悉中国电力行业需求和特点的技术开发人员和工程人员。
- 具备功率预测类产品（风电/光伏功率预测系统）的研发和实施能力。
- 具备功率控制类产品（光伏 AGC/AVC 系统）的研发和实施能力。
- 具备分布式监控类产品的研发和实施能力。
- 具有成熟的光伏功率预测系统软件产品（V2.0 及以上版本）。

- 具有丰富的项目实施经验，在全国多个省份有成功案例。

www.hzvolt.com