

NB

中华人民共和国能源行业标准

NB/T 11357—2023

智能风电场一体化管控平台技术要求

Technical requirements for integrated management and control
platform of smart wind farm

2023-12-28 发布

2024-06-28 实施

国家能源局 发布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 总体要求 2

5 系统架构 2

6 主要功能 3

7 接口要求 7

8 性能指标 8

附录 A（资料性） 智能风电场一体化管控平台典型架构 9



前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020 《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国电力企业联合会提出。

本文件由能源行业风电标准化技术委员会风电场运行维护分技术委员会（NEA/TC 1/SC 3）归口。

本文件起草单位：中国大唐集团科学技术研究总院有限公司、大唐国信滨海海上风力发电有限公司、南京南瑞水利水电科技有限公司、北京天泽智云科技有限公司。

本文件主要起草人：叶翔、刘展、芮钧、阴晓艳、李理、范玉鹏、姜浩杰、姜浩、范赫、周松。

本文件为首次发布。

本文件在执行过程中的意见或建议反馈至中国电力企业联合会标准化管理中心（北京市白广路二条一号，100761）。

智能风电场一体化管控平台技术要求

1 范围

本文件规定了智能风电场一体化管控平台的系统架构、主要功能和性能指标等主要内容。
本文件适用于智能风电场一体化管控平台的设计、开发和运行维护。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 20273 信息安全技术 数据库管理系统安全技术要求

GB/T 22239 信息安全技术 网络安全等级保护基本要求

GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则

DL/T 634.5101 远动设备及系统 第 5-101 部分：传输规约基本远动任务配套标准

DL/T 634.5104 远动设备及系统 第 5-104 部分：传输规约采用标准传输协议集的 IEC 60870-5-101 网络访问

DL/T 719 远动设备及系统 第 5 部分：传输规约 第 102 篇：电力系统电能累计量传输配套标准

DL/T 860（所有部分） 电力自动化通信网络和系统

NB/T 10321 风电场监控系统技术规范

NB/T 10918 智能风电场技术导则

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

一体化管控平台 integrated management and control platform

为风电场生产运行和生产管理提供统一的数据服务、信息化服务以及智能应用，实现数据共享、集中管控与协同互动的计算机软硬件平台。

3.2

智能应用组件 intelligent application component

能够实现智能应用的模块化开发，具有可复用、可移植特性的单一风电业务功能模块集合，具有对外开放的、不受编程语言限制的应用程序接口（API），以供一体化管控平台以及其他的智能应用组件调用。

3.3

数据服务 data service

智能风电场一体化管控平台为各智能应用提供的数据采集、数据传输、数据存储、数据处理、数据交互等信息技术服务。

3.4

信息化服务 information service

智能风电场一体化管控平台为各智能应用提供的计算资源监管、权限管理、日志管理、资源调度、

信息安全管理等信息技术服务。

3.5

智能应用 intelligent application

基于智能风场一体化管控平台，为满足风电场生产运行和生产管理的需求而提供的应用软件。

4 总体要求

4.1 平台应纳入智能风电场统一规划，对全场生产运行设备及功能建立统一信息模型，并实现数据组织、管理与融合，符合 NB/T 10918 的规定。

4.2 平台的分区、隔离及防护应符合 GB/T 36572 中的电力监控系统安全防护规定。

4.3 平台应支持智能应用组件的即插即用和统一管理。

4.4 平台应具备开放性、可扩展性和可维护性。

4.5 系统防护等级应满足 GB/T 22239 中的国家等级保护测评要求。

5 系统架构

5.1 硬件架构

5.1.1 平台宜采用分层分区架构，实现安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证。

5.1.2 平台应划分为生产控制大区和管理信息大区，生产控制大区包括安全Ⅰ区、安全Ⅱ区，硬件架构图参见附录 A 中图 A.1。

5.1.3 计算机硬件和网络设备的配置应满足并行计算、数据安全管控等系统功能要求，所选设备应技术成熟、稳定可靠并符合技术发展趋势。

5.1.4 安全Ⅰ区、安全Ⅱ区局域网宜采用双网结构，管理信息大区局域网可采用单网结构。

5.1.5 设备配置应满足各安全分区应用的要求，同一安全分区的相同类别、相同功能的设备宜共享。

5.1.6 安全Ⅰ区、安全Ⅱ区应配置连接电力调度数据网及其他专用网的接入设备，对于采用公共通信网络、无线网络等通信通道，应当设立安全接入区；管理信息大区宜配置连接发电企业数据网或公共数据网的接入设备。

5.1.7 安全Ⅰ区、安全Ⅱ区的通信通道、接入设备、应用服务器、历史库服务器等关键设备宜采用冗余配置，各类冗余配置的设备发生软硬件故障时应能自动切换至备用设备，切换过程应为无扰动切换。

5.1.8 数据库服务器宜采用集群、分布式存储等技术。

5.2 软件架构

5.2.1 平台软件应包括数据服务、信息化服务、智能应用等部分，软件架构图参见附录 A 中图 A.2。

5.2.2 平台应采用面向服务的软件架构，提供智能应用组件管理功能。

5.2.3 平台软件配置应满足各安全分区应用的要求。对实现远程集控的风电场，电场侧一体化管控平台软件可简化数据采集、处理及交互的配置。

5.2.4 平台软件应提供统一开放的数据通信接口，应能监视通信通道故障，发生故障时应能自动无扰动切换至备用通道。

5.2.5 平台软件应为智能应用组件提供支撑，可按需部署各类智能应用组件，智能应用组件应采用模块化设计。

5.2.6 平台软件宜支持分布式存储、分布式计算、负载均衡等。

6 主要功能

6.1 数据服务

6.1.1 数据采集

6.1.1.1 平台应实现风电场主要运行数据和状态监测数据的统一采集，包括变电站数据、线路数据、测风及功率预测数据、风力发电机组数据、箱式变压器数据、检修维护数据、巡检数据等。

6.1.1.2 满足常见数据类型：遥信、遥测、遥控、遥调、遥视的采集工作。

6.1.1.3 具备对控制系统接口、实时数据库、关系数据库等多种数据源的数据采集能力。

6.1.1.4 统一数据的采集测点及编码规则。

6.1.1.5 数据采集冗余配置，采用热备用方式工作，并支持手动或自动切换功能。

6.1.1.6 实时数据应即采即传、实时传输。

6.1.1.7 数据采集周期可依据通信协议确定。

6.1.1.8 通信链路应具备完善的数据自动缓存、网络链路心跳侦查、断点续传、数据补采、连接恢复等容错能力。

6.1.1.9 提供完整的数据采集通道配置功能，可对实际接入数据进行映射与配置，包括通道名称、信号名称、采样频率等。

6.1.1.10 提供自定义工况配置功能，可按设备工况状态，按条件采集数据。支持多条件的工况规则判断配置。

6.1.2 数据通信

6.1.2.1 安全Ⅰ区、安全Ⅱ区宜支持 DL/T 860（所有部分）通信服务，管理信息大区宜支持 Web Service 通信服务。

6.1.2.2 与风电机组 SCADA 系统的数据通信，应支持 IEC104、Modbus 或 OPC 协议。

6.1.2.3 与升压站综合自动化系统的数据通信，应支持 DL/T 634.5101 或 DL/T 634.5104 的规定。

6.1.2.4 与电能计量系统的数据通信，应支持 DL/T 719 的规定。

6.1.2.5 具备丰富的对外接口，支持风电场与远程集中监控系统、智能电网、设备厂商互动的数据通信。

6.1.2.6 数据通信应实现信息共享，并且满足以下要求：

a) 功能性要求：

- 1) 具备传输链路、传输状态监视、通信失败告警功能。
- 2) 具备通信异常自愈功能，局部通信系统故障不应导致系统性故障或失效。
- 3) 具备对报文丢失及数据完整性的甄别功能。
- 4) 具备报文解读过程中的防误判、防误动功能。

b) 技术要求：

- 1) 通信周期和内容应可配置。
- 2) 对通信数据标记准确的时标。
- 3) 按照实时性要求控制流量，满足生产管理需求。
- 4) 采用完全自描述的方法实现站内信息与模型的交换，参考 DL/T 860（所有部分）实施。

c) 安全防护要求：

- 1) 根据功能差异设置合理的网络区段。
- 2) 具备定期自动备份功能。
- 3) 具备定期测试数据安全防护系统功能。

4) 采用智能信息安全防护设备或系统,实现主动防御功能。

6.1.3 数据存储与处理

6.1.3.1 数据存储的信息种类应满足各级应用需求。

6.1.3.2 支持多样的数据存储形式。主要支撑 HDFS、Hive、HBase、MYSQL 等多类存储形式,根据数据自身的存储体量、时序特征等存储至对应类型的数据库中,以保证数据的高效存储与调用。

6.1.3.3 历史数据保存的时段可分为毫秒、秒、分钟、小时、日、周、月、年等,数据宜带有数据来源、修改标识及数据质量等属性。

6.1.3.4 实时数据库和历史数据库中数据值的时间戳应与时钟同步系统同步,在保留原有时间戳的同时,应加入时钟同步系统时间戳。

6.1.3.5 支持自动采集数据和人工录入数据的自动清洗和治理。

6.1.3.6 支持通用化数据巡检规则,包括数据缺失值补全、异常值剔除等处理规则。

6.1.3.7 支持数据校验巡检规则自定义,用户结合应用场景中数据逻辑,建立符合机理的校验规则。

6.1.3.8 对采集数据进行数据质量评价,评价维度至少包括以下几个方面:完整性、准确性、充足性、可追溯性。

6.1.3.9 支持数据质量自动化巡检与监控,可配置巡检执行周期,定期进行数据质量巡检,巡检结果将通过可视化监控页面进行呈现,方便用户掌握数据实际质量情况。

6.1.3.10 按照时间分类处理连续性数据和过程累加数据,并支持以下功能:

- a) 数据有效性判断。
- b) 特征值计算。
- c) 自动对模拟量、累积量、开关量进行分钟、小时、日、月、年等级别数据统计。
- d) 对人工确认后的数据进行保护。
- e) 支持手动启动重新计算,计算内容可配置。

6.1.4 数据访问

6.1.4.1 为不同智能应用组件提供统一的数据库访问服务接口。

6.1.4.2 满足不同应用的实时性要求。

6.1.4.3 满足多用户同时访问的并发性要求。

6.1.4.4 具有数据库访问安全保护功能。

6.1.4.5 提供远程过程调用、Web Service 服务接口。

6.1.5 跨区数据同步

6.1.5.1 不同安全分区间的数据同步与传输应满足电力监控系统安全防护规定要求。

6.1.5.2 安全Ⅰ区、安全Ⅱ区与外界互联需要物理隔离。采用物理隔离装置的方式保证数据单向传输,只允许通过特定规则的数据包,过滤非法数据,保证安全Ⅰ区和安全Ⅱ区的安全。

- a) 正向物理隔离装置:用于安全Ⅰ区、安全Ⅱ区到管理信息大区单向数据传输。
- b) 反向物理隔离装置:用于管理信息大区的预测、优化数据的单向传输,实现风电机组的远程集中监控的需要。

6.1.5.3 平台应具有跨区数据同步功能,并满足以下要求:

- a) 数据同步周期和内容应可配置。
- b) 具备传输链路、传输状态监视功能。
- c) 具备传输链路中断恢复后自动恢复通信,并支持历史数据断点续传功能。

- d) 具备数据同步失败告警功能。
- e) 具备数据同步处理的日志查看功能。

6.1.6 数据管理

- 6.1.6.1 实行数据标准化管理，包括分级与分类管理、编码规范等；应形成统一的数据字典，应包括准确的数据中文名称及其代号、单位、所属级别和类别等。
- 6.1.6.2 满足不同应用对数据统一集中管理的要求。
- 6.1.6.3 具备风电场生产运行相关的数值、时间、事件序列、图像（片）、文本、多媒体等多种类型数据的存储和管理功能。
- 6.1.6.4 具备统一的数据及平台软件备份与恢复功能。
- 6.1.6.5 数据库的扩展应不影响一体化管控平台的正常运行。
- 6.1.6.6 数据库管理的安全控制和权限管理应符合以下要求：
 - a) 满足 GB/T 20273 的要求。
 - b) 设置数据库管理员口令并进行保密管理，具备口令定期修改提醒功能。
 - c) 执行用户管理和访问授权控制。
 - d) 通过角色与组来管理用户的数据库访问权限。

6.2 信息化服务

6.2.1 流程管理

- 6.2.1.1 提供图形化的流程设计工具，完成流程的编辑和发布。
- 6.2.1.2 具备处理流程的启动、选择、分支、循环、执行和停止功能，并提供调度和重定向接口。
- 6.2.1.3 实时查询流程的执行状态和执行明细，以及历史流程的执行记录和日志。

6.2.2 计算资源监管

- 6.2.2.1 监视和记录平台各种硬件资源的状态，包括计算机的 CPU 负荷、内存占用、磁盘空间占用、数据库空间占用及网络设备的状态、带宽占用情况等，并具备越限告警功能。
- 6.2.2.2 监视和记录各应用组件、服务的运行状态及资源占用情况等，并支持异常告警及异常恢复。

6.2.3 告警管理

- 6.2.3.1 统一接收并处理各安全分区有关应用的实时告警信息。
- 6.2.3.2 对告警信息、告警策略、告警方式进行组态。
- 6.2.3.3 具备单值或多值联合实时告警判断功能。
- 6.2.3.4 告警信息应自动产生并保存。
- 6.2.3.5 具备历史告警信息查询功能。
- 6.2.3.6 告警输出信息应直观、醒目。
- 6.2.3.7 告警信息应始终前端显示并能予以告警确认/复位。
- 6.2.3.8 未确认的和已确认的告警信息应有明显的区别。

6.2.4 信息服务

- 6.2.4.1 提供短信、微信、移动 App 推送等信息服务的统一收发功能。
- 6.2.4.2 具备日志查看功能。

6.2.5 权限管理

- 6.2.5.1 实现平台的用户、人机交互设备权限的分区统一管理。
- 6.2.5.2 具备为不同智能应用组件提供统一权限认证服务的功能。
- 6.2.5.3 具备应用软件、功能操作、数据访问等权限的设置功能。
- 6.2.5.4 具备用户访问和操作的记录与审查等功能。
- 6.2.5.5 不支持默认用户的登录。

6.2.6 日志服务

日志应包含应用日志、安全日志、Web 日志等，并满足下列要求：

- a) 日志应记录各应用的运行信息，包括运行状态、维护日志、数据修改等。
- b) 安全日志记录平台的启停、网络状态、用户登录注销、用户操作、系统维护等安全信息。
- c) Web 日志记录 Web 页面上的运行信息，包括访问主机、授权用户、访问时间、访问内容等。
- d) 日志应至少保存 6 个月，保存周期可配置。

6.2.7 人机交互

人机交互界面应符合以下要求：

- a) 具有各类图形、报表等组件，具备编辑、显示、打印等功能。
- b) 图形组件具有监视、控制、数据查询和分析等功能。
- c) 报表组件具有计算和统计分析等功能。
- d) 具备菜单自定义功能，支持各子菜单、多级菜单的自定义。

6.3 智能应用

平台宜采用大数据、云计算、物联网、人工智能和 5G 等技术，提高风电场运行效率、降低运维成本、提升电网友好性。

6.3.1 发电运行智能应用

6.3.1.1 发电运行智能监视应采用数字孪生技术进行形象直观的运行监视，风电机组数字孪生体可通过运行数据与传感器数据实现与物理风机的状态同步，包括风轮转速、偏航位置、启停机状态等。

6.3.1.2 基于力学与动力学仿真技术，实现叶片、轮毂、机舱和塔筒等关键部件的载荷与形变的仿真软测量。

6.3.1.3 运行监控对整机及核心部件振动、腐蚀、应力变化等多源异构数据进行监测，实现运行参数信息、智能传感器信息、音视频图像信息的全面融合，实时判别设备运行情况，及时进行异常预警。

6.3.1.4 基于实时同步和存储的现场控制系统数据建立风电机组的在线性能分析和智能监盘模型，给出运行参数控制目标值，及参数偏离目标值的原因分析和调整策略。

6.3.1.5 自动分类统计风电机组性能异常和故障情况，通过计算电量损失、设备可利用率等指标评判机组运行性能和可靠性水平，自动生成运维策略。

6.3.1.6 控制系统通过运行数据，自动优化偏航对风策略、自动标定优化叶片零位角，根据当地环境数据自动优化最大风能跟踪段的增益系数，提升机组整体运行效率。

6.3.1.7 基于机组、系统、设备健康状态评估计算出风电机组实时发电功率上限值，给出负荷调整策略。

6.3.1.8 基于机组性能计算结果自动生成风电机组功率特性曲线，并根据电网全场有功负荷总指令、各机组出力情况和调节性能等，自动合理地进行风场最优负荷分配。

6.3.1.9 根据风电机组的运行约束和实际运行状态，对全场的无功计划需求进行分配，自动输出风电机组

组、SVG 等无功调节设备的无功调节目标指令。

6.3.1.10 采用智能传感器、RFID 射频技术、机器人、无人机等技术实现高危、高空、狭窄、密闭等区域的自动化智能巡检，提高巡检及时性与效率。

6.3.2 设备及检修维护智能应用

6.3.2.1 设备及检修智能应用应包括设备全生命周期管理、大部件管理、诊断及分析、故障预警、检修维护计划、检修维护方案、检修人员行为管理等内容。

6.3.2.2 具备风电机组及大部件设备选型、采购、安装、调试、运行、检修、改造、退役等阶段的信息的收集、分析、计划、决策等设备全生命周期管理功能。

6.3.2.3 采用数字孪生、大数据、人工智能等技术综合分析设备 SCADA、CMS 及其他传感器数据，结合试验、检修、故障等数据，建立设备健康状态诊断及故障预测模型，实现设备状态早期劣化诊断分析或故障预警。

6.3.2.4 综合年度生产目标、电网状态、功率预测、市场交易、设备状态评价结果等因素，自动计算设备可靠性、维修成本以及生产需求的最佳平衡点，自动生成检修维护计划，防止设备欠修和过修。

6.3.2.5 建立风电场检修维护知识库，根据设备监控和预警状态，自动推送检修维护建议，指导风电场各类检修维护工作。

6.3.2.6 基于维修决策和物资采购信息，分析预测设备未来备件需求，自动生成备件采购和储备计划，针对长期闲置的备件物资给出预警及处理意见。

6.3.3 安全管理智能应用

6.3.3.1 安全管理智能应用应包括消防安全、交通安全、自然灾害预防、网络和信息安全等内容。

6.3.3.2 通过移动定位、生物识别、视频分析、门禁动态授权、火灾报警等技术建立物联网感知体系，对进入场站区域的人员、车辆、船舶、设备进行自动备案，实现人员定位、电子围栏、现场作业、区域监控、设备监视、远程授权、智能告警、紧急逃生等方面一体化安全管控。

6.3.3.3 智能穿戴设备具备作业人员健康水平的监测、记录和疲劳预警功能，建立风电场人员档案数据库，对现场作业人员工作资质、作业经验以及健康状态进行综合风险识别、评估和预警。

6.3.3.4 智能两票系统采用人脸识别、指纹识别、视频监控技术与门禁、定位功能联动，确保仅授权人员进入重点区域执行工作，并实时监控进出记录。

6.3.3.5 智能消防系统基于报警和预警信号、由物理装置直接触发自动灭火装置，灭火装置应能覆盖整台机组、变压器、蓄电池等关键防火区域，具备联动管理功能，实现视频监控、电子围栏、智能门禁等多个模块的整合联动，自动或远程控制各种联动设备的启闭。

6.3.3.6 网络安全防护系统应对关键信息基础设施进行实时监测和状态感知，对网络安全状态进行监管、预测和追溯。

6.3.4 经营管理智能应用

6.3.4.1 根据电力市场供需、功率预测、设备状态、历史交易数据，建立负荷预测、成本预测、利润预测等算法模型，进一步给出最优交易策略，辅助交易员报量报价。

6.3.4.2 搭建电量预测、长短期风功率预测、单位成本预测、边际利润预测等预测模型，支持以利润预测为核心的收入预测、成本预测、边际预测、利润预测，实现基于预测的最佳经营决策。

6.3.4.3 支持风场利润的因素分析、杜邦分析、盈亏平衡分析和对标分析。

7 接口要求

平台的外部接口包括如下要求：

- a) 支持商用中间件、服务总线。
- b) 具备信息化服务接口的代理功能。
- c) 具备基于 TCP、Modbus 等协议的多种服务发布模式。
- d) 支持 Web service 等标准的数据访问服务。
- e) 具备实时的服务调用日志功能。
- f) 具备发布与管理信息化服务功能。

8 性能指标

8.1 可靠性指标

可靠性指标满足如下要求：

- a) 系统年可用率不小于 99.9%。
- b) 系统平均无故障时间 (MTBF) 不小于 20 000 h。

8.2 实时性指标

- 8.2.1 计算机监控应用应符合 NB/T 10321 的规定。
- 8.2.2 升压站的设备事件顺序记录分辨力 (SOE) 不大于 2 ms。
- 8.2.3 风电机组的设备事件顺序记录分辨力 (SOE) 不大于 5 ms。
- 8.2.4 事件顺序记录站间分辨力应小于 10 ms。
- 8.2.5 遥信变化传送时间不大于 3 s，遥控、遥调命令传送时间不大于 4 s。
- 8.2.6 Web 发布及移动应用的实时性指标应满足如下要求：
 - a) 单值实时类数据刷新时间不大于 5 s。
 - b) 单值非实时类数据刷新时间不大于 1 min。
 - c) 调用页面的实时响应时间不大于 5 s。

8.3 其他指标

应满足如下要求：

- a) 单值实时类数据从安全 II 区到管理信息大区的同步时间不大于 1 s。
- b) 单值非实时类数据从安全 II 区到管理信息大区的同步时间不大于 1 min。
- c) 整个平台对时精度误差不大于 1 ms。
- d) 热备用计算机切换时间：保证实时任务不中断。
- e) 冷备用计算机切换时间不大于 10 min。
- f) 网络正常负荷率不大于 20%，事故负荷率不大于 40%。
- g) 服务器 CPU 正常负荷率不大于 30%，事故负荷率不大于 50%。
- h) 其他计算机 CPU 平均负荷率不大于 35%。
- i) 所有计算机重载情况下，CPU 最大负载率不宜超过 70%。
- j) 在线运行的服务器内存平均占用量不大于 50%。
- k) 历史数据在线保存时间宜不少于 3 年。
- l) 平台支持的数据库点数宜不小于 100 万点，可扩充。
- m) 所有服务器磁盘容量至少应留有 20% 的备用容量。

附录 A
(资料性)
智能风电场一体化管控平台典型架构

A.1 智能风电场一体化管控平台典型硬件架构图参见图 A.1。

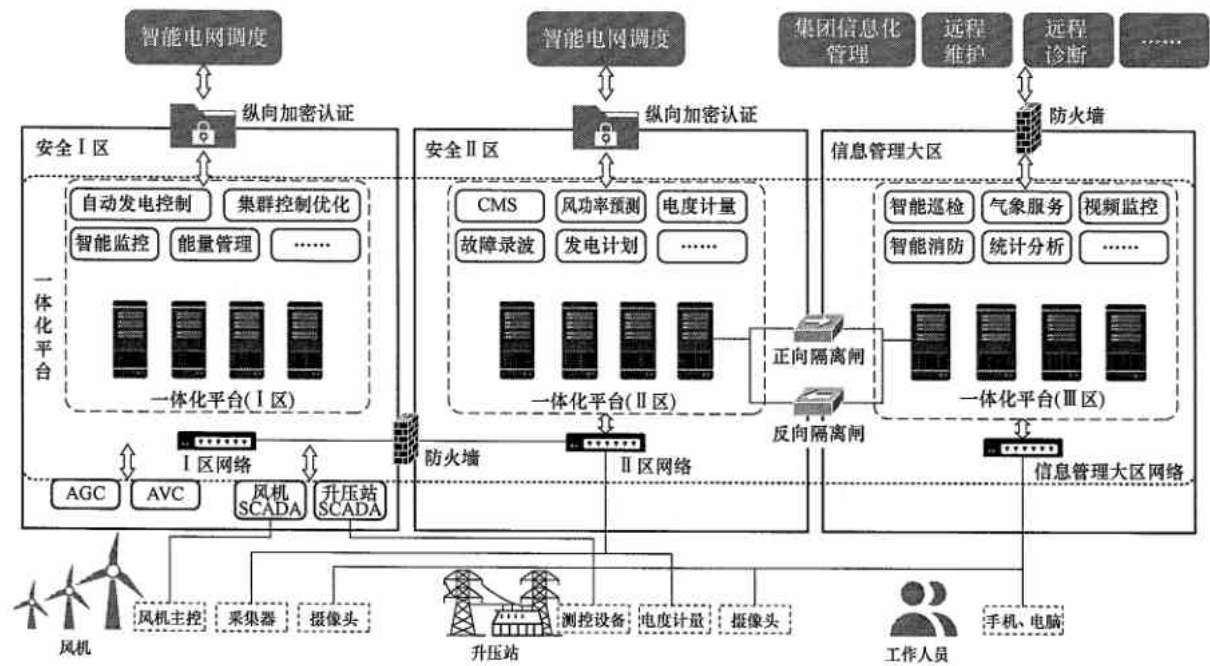


图 A.1 智能风电场一体化管控平台典型硬件架构图

A.2 智能风电场一体化管控平台软件架构图参见图 A.2。

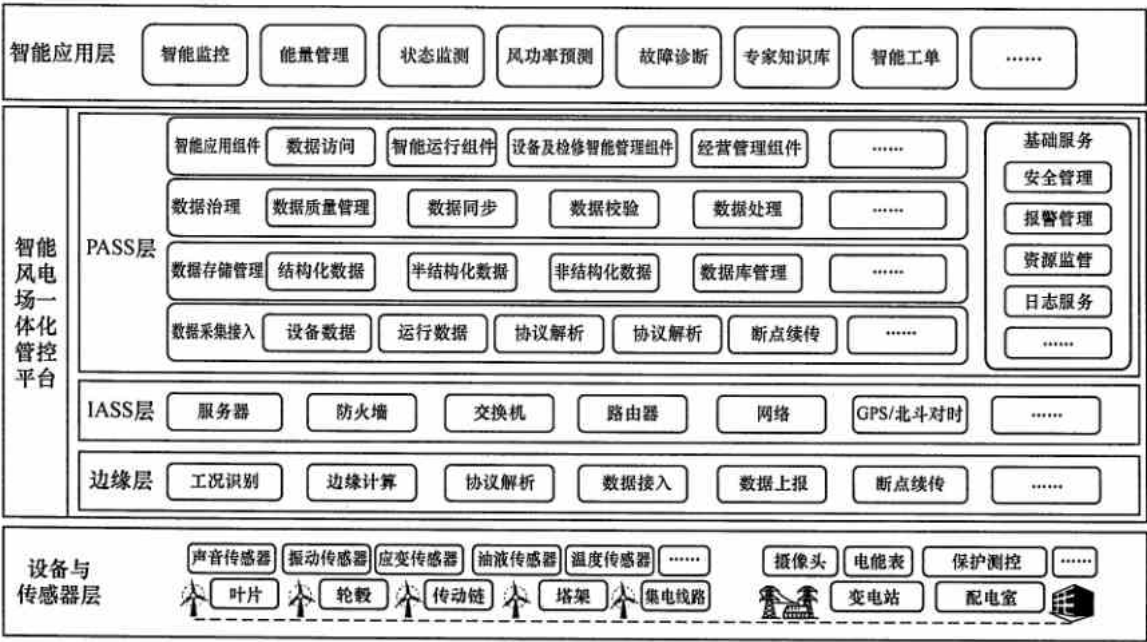


图 A.2 智能风电场一体化管控平台软件架构图

A.3 智能风电场常用系统通信接口建议见表 A.1。

表 A.1 智能风电场常用系统通信接口建议

序号	系统	所属安全区	通信接口	备注
1	风场监控系统（SCADA）	安全Ⅰ区	OPC UA、Modbus、IEC104	
2	无功电压控制	安全Ⅰ区	Modbus、IEC104	
3	发电功率控制	安全Ⅰ区	Modbus、IEC104	
4	升压站监控及继电保护	安全Ⅰ区	Modbus、IEC104	
5	故障录波	安全Ⅱ区	SFTP	
6	风功率预测	安全Ⅱ区	SFTP、IEC102	
7	电能量采集	安全Ⅱ区		
8	测风塔系统	信息管理大区	Modbus、IEC104	
9	状态监测系统	安全Ⅱ区	SFTP、JDBC	
10	天气预报系统	信息管理大区	SFTP	
11	智能工单系统	信息管理大区		
12	信息管理系统	信息管理大区		
13	视频安防监控	信息管理大区		