

ZJSEE

浙江省电力学会标准

T/ZJSEE XXXX-YYYY

智慧水电厂一体化平台建设技术导则

Technical Guidelines Of Integrated Platform Construction for Smart Hydropower
Plant

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

浙江省电力学会 发布

目 次

1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 缩略语	2
5 设计原则	3
6 技术架构	3
7 基础设施	3
8 支撑环境	5
9 数据管理	8
10 公共组件	9
11 智能应用	8
12 性能要求	9
13 安全要求	12

前 言

本标准按照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。

为规范智慧水电厂一体化平台建设，明确技术要求，保证平台能有效支撑水电厂安全生产和经营管理，为平台建设提供标准化的技术指导，制定本标准。

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。

本标准由浙江省电力学会标准工作委员会提出并归口。

本标准起草单位：

本标准主要起草人：

本标准首次发布。

智慧水电厂一体化平台建设技术导则

1 范围

本导则规定了智慧水电厂一体化平台的设计原则、技术架构、基础设施、支撑环境、数据管理、公共组件、智能应用、性能要求、安全要求等。

本导则适用于水电厂一体化平台建设的技术架构和要求。

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 1.1-2020 标准化工作导则第1部分：标准的结构与编写

GB/T 40222-2021 智能水电厂技术导则

GB/T 22239 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 24294 信息安全技术

GB/T 30976.1 工业控制系统信息安全 第1部分：评估规范

GB/T 30976.2 工业控制系统信息安全 第2部分：验收规范

GB/T 32400 信息技术 云计算 概览与词汇

GB/T 20269 信息安全技术信息系统安全管理要求

GB/T 39264 智能水电厂一体化管理平台技术规范

GB/T 34982 云计算数据中心基本要求

DL/T 1547 智慧水电厂技术导则

DL/T 578 水电厂计算机监控系统基本技术条

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 基本概念

3.1.1 一体化平台

为水电厂运行和管理提供统一的数据管理、服务以及界面定制，实现数据共享、集中管控与协同互动的软硬件平台。

3.1.2 云计算

一种通过网络将可伸缩、弹性的共享物理和虚拟资源池以按需自服务的方式供应和管理的模式。

注：资源包括服务器、操作系统、网络、软件、应用和存储设备等。

3.1.3 智能发电

以一体化系统为基础，配置计算服务器、实时数据库服务器、智能控制器等资源，融合数据分析、智能计算引擎、先进控制、人工智能等技术，实现水电厂状态监测及诊断预警、多系统联动、智能控制与高效运行。

3.1.4 智慧管理 intelligent management

以云计算、大数据、物联网、移动应用、人工智能等技术为基础，实现电站设备、生产、运行、财务等内部数据资源，客户、市场、供应商等外部数据资源和集团、区域、厂站等上中下游数据资源的互联互通，通过构建企业安全、运行、经营等智能管理应用，赋能电厂精细化管理、柔性化服务和智慧化决策。

3.1.5 信息管理网 information management network

利用通信设备和线路将地理位置不同的具有独立功能的多台计算机及其外部设备连接起来，在网络操作系统，网络管理软件及网络通信协议的管理和协调下，实现资源共享和信息传递。

3.1.6 大数据 big data

一种规模大到在获取、存储、管理、分析方面超出了传统数据库软件工具能力范围的数据集合，具有海量的数据规模、快速的数据流转、多样的数据类型。

3.1.7 物联网 internet of things (IoT)

通过各种信息传感器、射频识别技术、全球定位系统、红外感应器、激光扫描器等各种装置与技术，实时采集任何需要监控、连接、互动的物体或过程，采集其声、光、热、电、力学、化学、生物、位置等各种需要的信息，通过各类可能的网络接入，实现普通物理对象的泛在连接，实现对物品和过程的智能化感知、识别和管理。

3.1.8 云基础实施 cloud infrastructure

云基础设施包括硬件资源层和资源抽象控制层。硬件资源层包括所有的物理计算资源，主要包括服务器（CPU、内存等）、存储组件（硬盘等）、网络组件（路由器、防火墙、交换机、网络链接和接口等）及其他物理计算基础元素。资源抽象控制层由部署在硬件资源之上，对物理硬件资源进行软件抽象的系统组件构成。

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件。

API: 应用程序编程接口 (Application Programming Interface)

SDK: 软件开发工具包 (Software Development Kit)

UI: 用户界面 (User Interface)

BIM: 建筑信息模型 (Building Information Modeling)

AI: 人工智能 (Artificial Intelligence)

IoT: 物联网 (internet of things)

5 设计原则

5.1 单一功能原则：一个基础功能只在一个微应用组件内实现；

5.2 高可扩展性原则：底层至上层的应用组件均遵循高可扩展性，可以实现动态扩容。

5.3 统一性原则：基于水电厂的规范，实现业务流程统一、工作标准统一、作业规范统一、管理程序统一、系统平台统一，符合企业整体要求。

5.4 安全、可靠性原则：依据信息化系统建设的安全防护管理要求。自身具备有效的认证、授权和审计机制，在权限分级和数据分类的基础上，能够对关键操作、敏感数据进行重点防护，同时对外部攻击和滥用具备一定的检测和防御能力。

6 技术架构

智慧水电厂一体化云平台应包括基础设施、支持环境、数据管理、公共组件和智能应用五部分，另外明确了性能和安全的有关要求，总体架构如图 1 所示：



图 1 总体架构

7 基础设施

智慧水电厂一体化云平台整体架构中，基础设施提供网络、IT 和各类基础服务能力，为水电厂智能发电和智慧管理建设提供基础支撑，主要包括终端设备设施、网络基础设施和计算存储设备，所有设备应具备统一时间同步。终端设备设施主要包括电力生产设备、物联网设备等；网络基础设施包括组建生产控制区网络、信息管理区网络和工业无线专网所涉及的交换机、路由器、网络安全防护设备及配套的网络系统；计算存储设备包括服务器、磁盘阵列及配套的资源管理系统。

7.1 终端设备设施

智慧水电厂一体化平台的终端设备设施主要指实现设备状态感知的物联网设备（传感器），是平台数据的主要生产者，新增的终端传感设备应满足 Modbus、101、103、104、DL/T645、61850 等电力通讯协议要求。

7.2 网络基础设施

智慧电厂网络架构应遵循“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向加密、综合防护”的原则实现逻辑隔离和物理隔离，通过不同的网络分区形成生产控制网、管理信息网、工业无线专网等。一体化平台

的网络基础设施应实现跨区之间数据的稳定、可靠、安全交互，能够整合电厂其他各类生产系统的数据资源。平台主体部分宜部署在信息管理大区，并建议形成相对独立的服务器区网络，提升一体化平台的网络安全。

7.2.1 严格遵守《电力监控系统安全防护规定》的相关要求，采用架设隔离装置和防火墙设备，构建生产控制网、管理信息网和工业无线专网之间的可靠数据传输通道，应具备 LTE、5G、北斗、UWB 定位的数据接入能力。

7.2.2 平台内部交换机交换容量应达到 150Tbps，具备 48 端口以上万兆光/电接入能力，具备 96 端口以上千兆光/电接入能力，支持层次化 QoS、VPN 组播功能，支持基于硬件的故障检测机制，具有热补丁等功能。

7.3 计算存储设备

智慧水电厂一体化平台的计算存储设备主要包含实时数据库服务器、云计算服务器、云存储服务器等以及配套的资源管理系统。

7.3.1 实时数据库服务器

7.3.1.1 宜采用 SSD 固态硬盘，提升实时数据存储及访问效率，采用独立的磁盘冗余阵列（RAID），存储容量应 $\geq 4\text{TB}$ 。

7.3.1.2 宜配置为集群或高可用模式，应具备高扩展性、兼容性，满足未来系统扩展建设要求。

7.3.1.3 应配置四块网卡，至少包含两块千兆网卡。千兆网卡用于接入应用服务，另外两块网卡用于接入实时监控数据。

7.3.2 云计算服务器

7.3.2.1 宜采用多路多核 CPU 服务器，提升云平台的计算能力，应根据实际应用规模和承载的业务量配足 CPU 核数和内存大小，并且充分考虑冗余。

7.3.2.2 应满足云平台计算强度需求，应支持集群式架构，应配置 GPU，并且支持 GPU 多核并行计算。

7.3.2.3 应配置为集群模式，应具备高扩展性、兼容性，满足未来系统扩展建设要求。

7.3.2.4 应配置四块网卡，两块千兆网卡和两张万兆网卡。千兆网卡用于接入应用服务，万兆网卡用于集群内部的数据互联。

7.3.3 云存储服务器

7.3.3.1 宜足额配置服务器的存储资源，应根据实际应用规模和承载的业务量配置 SSD 固态硬盘或大容量机械硬盘。

7.3.3.2 应满足云平台存储需求，应支持集群式架构，应支持分布式存储系统，具备高扩展性、兼容性，满足未来系统扩展建设要求。

7.3.3.3 应配置四块网卡，两块千兆网卡和两张万兆网卡。千兆网卡用于接入应用服务，万兆网卡用于集群内部的数据互联。

8 支撑环境

通过虚拟化技术架构起来的云平台实现了对存储、计算、内存、网络等资源化，其可按照用户需求进行动态分配。用户不再是在传统的物理硬件资源上享受服务，而改变为在虚拟资源层上构建应用。智慧水电一体化云平台的支撑环境应包括数据中心支撑环境、软件开发支撑环境、机器学习支撑环境。

8.1 数据中心支撑环境

数据中心是由网络、数据资源、应用系统、安全系统等各要素之间构成一个有机的整体，实现平台数据资源管理的联动和信息的及时监测、汇总与分析。数据中心支撑环境应支持实时计算、数据存储及管理、系统集成、数据分析、数据仓库、数据查询、检索、权限、控制、分布式协调、工作流协调、数据流处理等通用组件和服务，具体包括：

a) 应具备实时数据、关系型数据、分布式数据的读写能力。

b) 应具备生产现场实时数据采集和智能大数据管控中心的多层级平台支撑能力，生产现场实时数

据采集后写入现场实时数据库，经由专用通信线路将数据传输到智能大数据管控中心，智能大数据管控中心完成接收和实时处理后存入大数据分布式集群。

8.2 软件开发支撑环境

智慧水电一体化平台的软件开发支撑环境包括模块化的单体和微服务用于架构、模型驱动框架、后端微服务框架和前端框架。

8.2.1 模块化的单体和微服务应用架构

8.2.1.1 应用软件开发平台应具备完整基于模块化的 Web 应用架构体系和相关标准规范，支持平台各公共套件服务和基于平台实现的业务功能的模块化开发与运行机制，降低业务应用在设计、开发、部署和维护等各个阶段的成本。

8.2.1.2 应具备各应用间物理解耦能力，平台自身的公共套件服务组件和基于平台实现的业务系统功能组件均可按照不同粒度作为独立模块进行开发、部署与运行，模块项目之间物理隔离，每个模块都是完整、可运行的。

8.2.1.3 应具备通过依赖和服务引用进行模块交互，用户可以按照自身需求以配置方式控制模块交互范围。

8.2.1.4 平台应提供模块的全生命周期管理。开发期，可对模块进行动态更新和调试；运行期，可对模块动态安装、卸载和更新等。

8.2.1.5 每个模块宜具备独立管理各自的 Web 资源，既包括 HTML、JPG 等静态资源，也包括持久对象、Spring Bean 对象等动态资源，还可以配置单独的 Servlet 组件对象处理模块内的资源请求，实现模块级别的 Web 资源处理管理。

8.2.2 模型驱动框架

8.2.2.1 应用软件开发平台需支持模型驱动的开发框架，支持软件设计和模型的可视化、存储和交换。模型能够通过平台转换为可执行的代码或者 RIA 运行时库。

8.2.2.2 应提供图形化的模型图编辑器对业务实体、属性、关系、权限、持久化映射策略、DTO、枚举等类型业务对象进行建模和管理。

8.2.2.3 应提供业务对象模型建模与修改功能，支持开发人员前端快速生成前端和后端代码，自动生成相关菜单与权限。

8.2.2.4 应提供模型驱动引擎，基于业务对象模型生成项目的后端代码及配置文件，内容包括：HBM 映射文件、POJO、及 Hibernate 和 Spring 配置文件；同时提供业务对象模型物理文件解析和反解析功能，在运行时提供业务对象模型元数据访问、数据校验、通用业务对象查询等服务。

8.2.3 后端微服务框架

8.2.3.1 应用软件开发平台应支持微服务开发框架，能够提供路由网关、注册中心、服务监控、配置中心等能力，平台开发的微服务程序能够稳定运行在 Spring Cloud 等微服务架构原生运行环境中，平台需完整保留环境中的所有原生接口。

8.2.3.2 平台应支持微服务项目的创建、打包、发布，支持基于数据库表模型的快速微服务开发，支持微服务项目和前端展现项目的解耦，微服务项目和前端展现项目之间交互方式支持基于 restful 方式、基于 SOAP 的 Web Service 方式等多种通信方式，提供微服务自动化部署、实时监控、历史调用链监控回放、性能测试等工具。

8.3 机器学习支撑环境

智慧水电一体化平台的机器学习支撑环境应包括具有“自分析、自诊断、自管理、自趋优、自恢复、自学习、自提升”能力的人工智能算法机器学习开发的运行环境；支持自定义算法集扩展和算法集的平台集群部署的计算引擎；支持机器学习平台与数据平台数据同步的数据权限控制能力。

8.3.1 运行环境要求

8.3.1.1 应具备高可靠性、高稳定性，对于特定模型的在线预估服务，在节点出现异常时不对系统服务造成影响，并支持负载均衡管理。

8.3.1.2 应采用分布式技术进行数据的处理与模型运算，具备 TB 级别数据处理能力，复杂特征模型在线

预估服务应具备毫秒级的性能响应。

8.3.1.3 应支持不停服务的集群扩展能力，在线预估服务支持不停服务的热迁移。

8.3.1.4 应具备对存储数据的压缩处理能力，并支持只有当计算过程中要用到该数据时才解压缩的功能。

8.3.2 计算引擎要求

8.3.2.1 应具备分布式运算能力，包含 SQL 模型、Graph 模型、高维度复杂模型以及场景的机器学习算法。

8.3.2.2 应具备基于参数服务器架构的计算能力、通信能力、存储能力优化设计能力。

8.3.2.3 应具备对 TB/PB 级数据的非实时分布式分析处理与模型训练能力，随着数据量上升，引擎运算效率接近线性增长，并确保在高效并行计算式快速收敛。

8.3.2.4 应具备实时线上数据处理能力，提供高性能实时标拼接、时序特征生成，支持分钟级数据更新与模型自学习，支持毫秒级响应的在线预估服务。

8.3.3 数据管理能力

8.3.3.1 应支持包括文本文件、CSV、Parquet、HDFS/Hive、JDBC 等多种常见数据类型和常见数据格式，也应支持压缩文件的开启、处理。

8.3.3.2 应支持基于 Web 方式的本地文件（包括但不限于图像、文本、语音、视频等）上传。文件传输接口应具备结构化、非结构化、半结构化数据的灵活迁移能力。

8.3.3.3 应支持查看任务状态、运行指标（数据量、速度、脏数据、进度等指标）、运行日志、脏数据等功能。

8.3.3.4 应支持数据同步流量控制功能，实现数据源的过载保护。

8.3.3.5 应具备最常用、最有效的数据处理过程（包括但不限于包括数据格式转换，数据表的简单及复杂拼接、数据表的分割和抽样，以及数据统计分析等）的封装能力。

8.3.3.6 应满足大数据环境下的数据挖掘样本仓库的可视化建模工具、数据查询、数据分析探索、分布式算法开发等要求。

8.3.3.7 应具备多应用、多实例的并发处理能力，同时具备隔离应用数据和程序的能力，能够让多个算法开发用户在一套平台上协同工作、管理数据。

9 数据管理

应构建统一的端、边、云的数据采集及管理体系，实现数据统一采集、统一存储、集中管理，有助于实现数据的资源化、集中化管控，发挥数据资产价值，构架企业上层智慧应用的基石，实现企业的数字化转型，以数字化驱动企业管理的智慧化。数据管理应具备数据采集、数据存储、数据计算、数据分析等的功能或组件，以满足智慧水电一体化平台建设的要求。

9.1 数据采集

数据采集是智慧水电一体化平台建设的基础，应满足以下条件：

- a) 应具备多源异构自适应采集、流程设计与采集运行可分离、全流程可视化监控功能。
- b) 应支持采集条件自定义，通过函数、策略、调度等方式配置采集规则。
- c) 应支持多租户隔离，实现不同租户之间的安全隔离。
- d) 应具备数据采集异常的断点续传，数据缓存等功能。
- e) 应支持数据治理服务，适应多场景、多变化的业务需求。

9.2 数据存储

智慧水电一体化平台建设中，数据存储的有效性和稳定性越显重要，应满足以下条件：

- a) 应支持实现贴源层数据、明细数据、轻度汇总数据和高度汇总数据的集中统一分区域管理。
- b) 应支持跨区域之间数据清洗、转换、流转。
- c) 应支持高并发低延时的数据处理。
- d) 应支持高速写入、读取、数据压缩。

e) 应支持分布式存储，数据存储空间动态扩展。

f) 应提供全面的时序数据计算函数，支持降采样、数据插值和聚合计算，满足各种复杂的业务数据查询场景。

9.3 数据计算

数据计算包括离线数据计算和实时数据计算，应满足以下条件：

a) 应支持计算任务在集群多节点之间的分发、调度和管理，支持计算规模可扩展的场景。

b) 应具备按照负载策略进行计算作业分发执行的能力。

c) 应具备多节点主从机制来避免传统调度系统容易出现单点故障。

d) 应通过可视化技术实现对计算程序的资源配置、作业管理、任务分发、过程监控、日志分析等操作。

e) 应支持异常情况的指标重算，补算等功能。

9.4 数据分析

数据分析通过不同的数据信息挖掘有用的数据，应满足以下条件：

a) 应进行非空检核、主键重复、非法代码清洗、非法值清洗、数据格式核验、记录数据检核。主要功能应具备脏数据处理、缺失值处理、错误数据处理等。

b) 应集成简单数学运算、统计、快速傅里叶变换、平滑和滤波、基线和峰值分析等通用方法，提高分析效率。

c) 应集成分类、估计、预测、相关性分组或关联规则、聚类、复杂数据类型挖掘的高级方法，使业务专家与平台能够紧密结合。

d) 应具备一套比较完备的指标管理规范，更好地对水电厂生产、管理、经营类数据进行统一管理，根据指标分类构建标准指标体系模型，指标编码即可根据标准指标体系层级路径自动生成编码。

e) 应具备打通各系统间指标关系，支持跨系统指标调用和数据查询。

f) 宜构建指标树，从多个维度对各类指标进行分析和管理的；利用大数据分析及相关机理知识，统一提供数据服务并进行数据预处理。

10 公共组件

应用软件开发平台应具可视化服务组件、权限支撑组件、流程开发组件、日志审计组件，以满足智慧水电一体化平台建设的要求。

10.1 可视化服务组件

应提供可视化的任务定义、任务执行步骤定义、任务执行组件定义、任务调度规则定义。支持基于规则解析的任务执行、运行预警、监控与分析。

10.2 权限支撑组件

应提供以标准的权限模型为基础，基于组织、角色的菜单资源管理和权限分配的权限组件。需满足多套应用同时进行用户菜单管理模式。

10.3 流程开发组件

10.3.1 应提供可视化配置的流程管理组件，流程管理组件需遵循 BPMN2.0 标准，流程采用微服务架构，支持跨系统的端到端流程贯通、流程回调、表单引擎等高级功能。流程开发及运行支撑组件需支持一级部署，业务应用以多租户的方式接入。

10.3.2 支持流程完全的业务化建模与模拟运行，使得业务分析人员可以从业务角度从零开始梳理建模业务流程，并“立即”可以进行流程的模拟运行验证，快速识别、梳理流程，快速实现原型，持续优化流程。支持从业务建模后平滑过渡到流程设计和开发，技术人员业务建模工作的延续基础上实现流程细节设计和开发。即以“业务与技术一体化”方式快速准确实现业务流程。

10.3.3 应提供基于 HTML5 的拖拽式在线流程设计器，支持常用的 BPMN2.0 流程组件，包括开始、结束、任务、子流程、分支、并行等流程节点，支持复杂的条件判断。

10.3.4 应支持多种人工任务，流程任务控制：任务指派、代理、转派、跳转、特事特办、暂停、重启、撤销、单步回退、批量处理、任务超时、任务预警；流程任务处理：会签、平行会签、投票会签、通知等；流程任务跟踪监控：实时数据查询、图形化任务进展展示。

10.3.5 应支持跨系统的流程集成，不仅能够支持单个系统内的流程运行，还能够支持跨系统的流程流转，支持按照业务主线串接各个已有业务应用。

10.3.6 应支持表单引擎，提供表单引擎，提供基于 HTML5 在线表单设计器，支持与流程挂接。

10.4 日志审计组件

10.4.1 应具有日志采集、日志分析、日志存储和信息展示的功能。

10.4.2 应具有对每天日志中记录的信息进行审计和检查，对于日志中涉及到的重要信息，对其真实性与完整性进行考察。

11 智能应用

智慧水电厂一体化平台的智能应用应基于统一的数据中心资源环境，为水电厂的业务应用提供统一的信息化支撑环境，实现企业的智慧化管理。应建设覆盖电站安全、运行、设备、应急、经营、物资、风险、党建、行政管理等业务的管理体系，实现对全厂设备资产数字化、可视化、智能化的监控与管理，以及生产经营各环节的智能预测、智能分析、智能诊断、智能决策。根据应用功能划分为监视类、决策类、管理类应用，同时应具备配套的移动 APP 应用。

11.1 监视类

11.1.1 智慧水电厂一体化平台建设监视类智能应用应满足 GB/T 40222-2021、DL/T 1547、DL/T 578 要求。

11.1.2 基于数据平台、算法平台、人员定位、智能机器人等技术实现对所有运行设备的全过程监督、统计、查询、汇总、分析、深度挖掘，利用机器学习与人工智能技术，实现库坝在线安全监测、水雨情监测、机组状态监测与诊断、变电设备在线监测与诊断、其他智能监测、智能监盘、智能巡检、智能抄表等功能。

11.1.3 建立统一数据中心，实现各专业系统数据共享，在一体化云平台构建电厂主辅设备运行状态分析微应用，根据历史运行数据识别设备特征参数的变化规律，建立正常运行样本库，实现状态趋势分析、实时预警和告警等能力。

11.1.4 应建立统一的 BIM 地理信息模型，具备数据信息在 BIM 模型上进行关联展示。

11.2 决策类

11.2.1 平台应提供具有“自分析、自诊断、自管理、自趋优、自恢复、自学习、自提升”能力的人工智能算法平台，应涵盖从图像识别、大数据分析、机器学习等多种算法模型及常用的机器学习算法库；

11.2.2 基于物联网等技术，进行电厂人员、设备、物料等各方面全域数据、信息的实时采集和快速交换，通过系统集成，进行信息共享、资源整合，利用云计算、大数据、人工智能等技术手段，实现机器对于数据的自主运算、分析以及基于知识的自学习；

11.2.3 运用物联网技术与智能设备，使得数据获取更便捷、更准确，结合大数据分析、机器学习等技术，综合分析数据，实现对设备、物料等生产信息的智能分析；

11.2.4 辅助决策类应用算法应支持电厂水库洪水预报、大坝形变预报、设备异常诊断分析、电力负荷预测、跑冒滴漏现象等多种类型的智能应用，达到辅助决策的目的。

11.2.5 应支持多算法开发项目，满足电站不同应用需求，具备多用户权限管理、运行调试、运行日志输出、一站式机器学习体验、资源隔离等特定技术能力。

11.3 管理类

应具备生产、安全、业务等统一管理的功能，促进水电管理规范化和智能化。

11.3.1 生产计划管理应具备生产工作周计划管理、月计划管理、年计划管理、防汛年计划管理等功能。

11.3.2 安全管理采用三维建模、人员定位、电子围栏、生物识别、视频分析、门禁动态授权、移动智能

终端、大数据分析等先进的技术手段，进行“物防、人防、技防”全面智能化升级改造，实现事故链条物理闭锁、现场作业智能风险管控、风险辨识、实时违章告警等功能，规范运行和检修作业过程，强化管理人员上岗到位，夯实安全基础，保障安全生产，具备安全教育培训管理、安全检查管理、安全整改管理、安全工器具管理、应急管理、人员安全管控等功能。

11.3.2 基于数据平台，通过对计划过程管理保证经营目标实现，通过利润、电价、电量实时分析、指标管理、预算分析与管理、指标分析与管理、辅助决策等技术，实现精确地“实时成本”分析与“日利润”预测，可以在一定的期间范围内反映企业的经营成果；发挥各管理技术之间的协同作用，实现发电生产成本的预控与动态分析，提升电厂竞价上网分析报价能力，保证效益的最大化。具备生产经营分析、利润预测、竞价上网、节能环保等功能

11.3.3 借助智慧企业信息化、移动应用、大数据、全生命周期管理等技术及业务管理模型及方法，实现对物资柔性化库存管理，结合物资计划申报制度和平衡利库技术，全面降低库存成本，并借助人工智能、数据挖掘等手段推进物资管理的规范化、精细化、智能化。具备需求预测、计划管理、采购管理、仓储管理、合同管理、供应商评价、决策分析等功能。

11.4 移动应用

11.4.1 应具备实时数据和历史数据查询功能：水库大坝数据查询、主设备（机组、主变）信息查询、辅助设备（油、水、风系统）信息查询，信通专业信息查询等。

11.4.2 应具备生产管理功能：值班管理、计划管理、巡检管理、两票管理、异常缺陷管理、应急管理、告警管理等功能。

11.4.3 应具备业务管理功能：经营管理、物资管理、审批管理、综合管理等功能。

12 性能要求

智慧水电一体化平台应满足在一定数据压力下平稳运行。性能要求一般包括硬件设备性能要求、数据分析环境性能要求、智能控制环境性能要求以及通用性能要求。

12.1 数据性能要求

12.1.1 在网络异常的情况下，平台应支持数据断点缓存功能，待网络恢复后将数据断点补充和存储，保证数据的完整性。

12.1.2 应具备高度可靠和冗余能力，支持多节点分布式部署，单节点的局部故障不影响现场设备的正常运行。

12.1.3 应便于功能和硬件的扩充，同时充分保护应用资源，使系统能适应功能的增加和规模的扩充，并支持自诊断和恢复。

12.1.4 应具备人机接口界面友好、操作方便、简洁、灵活的应用特性，同时便于维护及二次开发。

12.1.5 通用性能指标应满足以下条件：

- a) 磁盘对于单个节点读取速度 $\geq 300\text{MB/s}$ 。
- b) 磁盘对于单个节点写入速度 $\geq 250\text{MB/s}$ 。
- c) 满足磁盘存储利用率 $\leq 85\%$ 。
- d) 物理服务器 CPU 利用率 $\leq 70\%$ 。内存利用率 $\leq 70\%$ 。
- e) 每台服务器扫描数据的性能 $\geq 1.5\text{GB/s}$ ，单台物理机需满足 1s 内扫描数千万条记录的能力。
- f) 流处理单节点吞吐量 ≥ 10 万条记录/s。
- g) 流处理的数据框架延迟 $\leq 2\text{s}$ 。

12.1.6 管理平台性能指标应满足以下条件：

- a) 单节点并发调度作业数量 > 50 个。
- b) 支持调度作业总数 > 10000 。
- c) 调度响应时间 $< 100\text{ms}$ 。
- d) 单节点作业全量分发时间 $< 2\text{s}$ 。

12.1.7 扩展性要求应满足以下条件：

- a) 应具备良好的可复用性，通过组件化设计，实现业务过程组件与业务流程的分离，实现业务过程组件的复用。
- b) 应具备高横向扩展性，满足业务数据量增大时的系统扩展要求，增加或减少物理资源时，原有应用可以不受影响，平滑扩容，无需修改。
- c) 应支持数据自动在集群中进行数据并行计算，来提供具有高扩展性和高性能的大型数据库架构。
- d) 应支持在不停机、不停服务情况下，进行线上单节点的磁盘扩展。

12.1.8 可用性要求应满足以下条件：

- a) 应具备容错处理机制，能够对操作人员的误操作进行提示。并可以监控系统的运行情况，提高平台的可靠性。
- b) 在系统出现问题时，应保证数据的完整性、可恢复性以及事务的完整性。
- c) 应满足采用多种平台容错手段，在数据丢失的情况下，可利用备份的数据在较短时间内进行恢复。
- d) 应采用高可靠设计架构，杜绝任何单点故障风险。
- e) 应采用分布式计算框架，实现资源的动态加减和黑名单等机制，硬件故障的 Failover 对应用透明。

12.1.9 兼容性要求应满足以下条件：

- a) 应具备高度的开源兼容性，具备跨版本、跨组件、不同数据格式、API、接口及程序的兼容机制。
- b) 应具备可靠的硬件兼容性，支持主流厂商的 X86 服务器平台，存储支持基于 X86 服务器平台的本地磁盘存储。
- c) 应具备操作系统的兼容性，支持 Linux 系列操作系统（64 位）的主要发布版本，支持数据平台的最新 JDK 版本。
- d) 应具备稳定的接口标准兼容性，支持多种数据库技术标准，支持与 MPP 数据库的数据互通接口。
- e) 应具备与平台相关的第三方工具兼容性，兼容主流数据库工具、报表工具、主流数据抽取 ETL 工具、数据挖掘工具。
- f) 应具备与当前统建平台的通信，有获取统建平台数据的能力。

12.1.10 可靠性要求应满足以下条件：

- a) 安全系统安全可靠，应保证 7×24h 的无安全事故运行。
- b) 应保证系统在运营过程中所管理的各种资料的信息安全。
- c) 应保证系统与其他相关系统信息交换过程的安全。
- d) 应支持统一集中的用户账户管理，账户存储具备 HA 高可用机制。

12.1.11 管理性要求应满足以下条件：

- a) 应支持一个物理集群中建立多个逻辑应用的要求，满足用户在同一物理资源池共享使用资源的需求，并能够进行资源的动态和静态分配。
- b) 应支持分层的资源和负载管理，支持整个集群的监控和管理，支持基于 Web 的管理。
- c) 集群应能够简易安装，提供向导式操作。
- d) 应提供 KPI 仪表盘，在单一主界面直观监控全局信息。
- e) 应具备对系统进行状态的实时监控，掌握系统状况。
- f) 应具备日志记录能力，详尽记录操作信息，同时支持日志分类过滤和搜索。

12.2 硬件设备类性能指标

12.2.1 服务器、网络及安全设备应至少具备标准业务接口数量 1 倍以上的接口扩展能力。

12.2.2 存储设备：固态硬盘（SSD）存储介质的 IOPS 应 ≥ 10 万。驱动器硬盘存储介质 IOPS 指标参考值应 ≥ 135 （rpm：15000）。

12.2.3 服务器、网络、安全类设备平均故障恢复时间应 $\leq 53\text{min}$ ，即年可用率 $\geq 99.99\%$ 。

12.2.4 服务器、网络、安全类设备平均故障间隔时间应 $\geq 120000\text{h}$ 。

12.2.5 核心业务、数据及计算服务器、网络设备应采用双机热备或负载均衡运行模式，确保服务器运行的高可靠性。

12.2.6 关键节点安全防护类设备应采用双机热备运行模式，确保运行的高可靠性、网络及数据的完全性。

12.2.7 常规控制器所配置的 CPU 应有足够的运算和 I/O 处理能力，在满足实际要求的控制扫描速率的基础上，在最大负荷运行时，负荷率 $\leq 60\%$ ，平均负荷率 $\leq 40\%$ 。对于特殊系统的负荷率要求，可根据相关标准或规程确定。

12.2.8 高级控制器应具有与常规控制器一致的扫描周期和负荷率要求、网络接口方式与可靠性设计，应保证主频 1GHz 以上，内存 1GB

12.3 数据分析环境性能指标

12.3.1 通用性能指标应满足以下条件：

- a) 大数据仓库全量数据磁盘扫描速度单个节点 $\geq 300\text{MB/s}$ 。
- b) 大数据仓库每节点写速度 $\geq 250\text{MB/s}$ （3 副本）。
- c) 流处理采用微批处理方式，单节点吞吐量 ≥ 10 万条记录/s。
- d) 流处理的数据框架延迟 $\leq 2\text{s}$ 。
- e) 单节点并发调度作业数量 > 50 个。
- f) 调度响应时间 $< 100\text{ms}$ 。
- g) 单节点作业全量分发时间 $< 2\text{s}$ 。

12.3.2 拓展性指标应满足以下条件：

a) 应具备高横向扩展性，满足业务数据量增大时的系统扩展要求，增加或减少物理资源时，原有应用可以不受影响，平滑扩容，无需修改应用。

b) 应支持不停机、不停服务情况下，进行线上单节点的磁盘扩展。

12.3.3 兼容性指标应满足以下条件：

a) 应具备可靠的硬件兼容性，支持主流厂商的 X86 服务器平台，存储支持基于 X86 服务器平台的本地磁盘存储。

b) 应具备操作系统的兼容性，支持 Linux 系列操作系统（64 位）的主要发布版本，支持大数据平台的最新 JDK 版本。

12.4 数据平台性能要求

12.4.1 通用性能指标应满足以下条件：

- a) 磁盘对于单个节点读取速度 $\geq 300\text{MB/s}$ 。
- b) 磁盘对于单个节点写入速度 $\geq 250\text{MB/s}$ 。
- c) 流处理单节点吞吐量 ≥ 10 万条记录/s。
- d) 流处理的数据框架延迟 $\leq 2\text{s}$ 。
- e) 单节点并发调度作业数量 > 50 个。
- f) 调度响应时间 $< 100\text{ms}$ 。
- g) 单节点作业全量分发时间 $< 2\text{s}$ 。

12.4.2 扩展性要求应满足以下条件：

a) 应具备高横向扩展性，满足业务数据量增大时的系统扩展要求，增加或减少物理资源时，原有应用可以不受影响，平滑扩容，无需修改应用。

b) 应支持不停机、不停服务情况下，进行线上单节点的磁盘扩展。

12.4.3 兼容性要求应满足以下条件：

a) 应具备可靠的硬件兼容性，支持主流厂商的 X86 服务器平台，存储支持基于 X86 服务器平台的本地磁盘存储。

b) 应具备操作系统的兼容性，支持 Linux 系列操作系统（64 位）的主要发布版本，支持大数据

平台的最新 JDK 版本。

13 安全要求

智慧水电一体化平台安全应包括基础设施安全、网络与信息安全、数据管理安全和平台应用安全。

13.1 基础设施安全要求

安全在云计算环境中更加重要，建设时应分四个方面来考虑：

a) 需要对接入用户和接入设备进行安全防护。对于接入用户，应通过 SSL VNP/IPSEC VPN/POTRAL 等手段对用户身份进行辨识确认，并分配访问权限；对于接入设备，需要通过客户端代理程序等手段对用户使用的接入设备进行安全判断，以防止存在木马病毒或不合规软件操作等问题；

b) 对网络防护安全系统进行设计时，应考虑是需要提供何种级别的业务安全防护，以及对处理性能的要求；

c) 虚拟化系统是计算资源必不可少的部分，应考虑在虚拟化方面进行安全防护；

d) 基础设施层应提供底层虚拟服务器环境为主要业务，对于应用防护不需要做过多考虑。

13.2 网络与信息安全

网络与信息安全应确保落实国家信息安全等级保护制度，按照国家网络安全等级保护的有关要求，坚持“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证、综合防护”的原则，实现智能发电、智慧管理内部逻辑隔离、平台间数据传输需通过电力专用横向单向安全隔离装置，保障智慧企业各级系统的安全。随着信息技术的高速发展，单纯依靠传统防护手段已无法应对复杂多样的网络环境和攻击手段，因此需要结合综合防护手段并充分利用大数据、人工智能、云计算等先进安全防护技术，提升网络安全综合防护的智能化水平，提高主动防御及应急处置能力。

13.2.1 网络架构完全遵循《网络安全等级保护基本要求》《电力监控系统安全防护规定》和《电力监控系统安全防护总体方案》的要求。

13.2.2 信息管理大区与集团公司统一互联网出口间依次部署上网行为管理、防火墙及 IPS 系统，从数据包的网络层至应用层进行检测，结合数据协议进行流量管控，对重点应用及流量提供 QOS。同时，IPS 依据规则对检测到的安全风险进行日志记录和报警，并与防火墙进行联动，防火墙动态生成访问控制规则，阻断攻击 IP 地址的网络访问。

13.2.3 网络架构的规划设计应符合高性能、标准化、安全稳定、经济实用和易管理维护的原则。

13.2.4 网络分为生产控制网、信息管理网和工业无线专网。通过时钟同步为各类数据提供统一的时间基准。

13.3 数据管理安全

数据管理安全分为数据本质的安全与数据防护的安全。各单位应实现对数据安全的全面预防与过程管理，包括：数据采集、存储、访问、处理、共享等的风险点，提供对数据全流程可配置、可控制、可管理保障能力。数据本质安全指采用现代密码算法对数据进行主动保护，如数据保密、数据完整性、双向强身份认证等。数据防护安全指采用现代信息存储手段对数据进行主动防护，如通过磁盘阵列、数据备份、异地容灾等手段保证数据的安全。

13.3.1 应实现库表授权管理，支持数据库级、表级及字段级的细粒度数据权限控制，对于可视化展现数据支持基于组织架构的行级数据权限控制。

13.3.2 应通过对多层级数据资产目录进行授权管理，实现基于用户或角色的数据访问权限控制功能，保证只有被授权的用户或角色可以访问整个目录下的数据表，实现统一的目录赋权和回收。

13.3.3 应对于生产电量、财务数据等重要机密数据单独设置数据存储区域，和其他的数据存储进行逻辑隔离。采用安全的密钥算法，对敏感信息进行加密存储，在数据抽取时完成解密，保证敏感信息落地即密文。

13.3.4 应定期进行备份数据恢复测试，测试应在测试环境中进行，确保实际备份数据的异机可恢复性，测试过程应做好记录及分析。

13.3.5 应支持统一集中的用户账户管理，账户存储具备 HA 高可用机制。

13.4 平台应用安全

13.4.1 平台应部署于经国家相关部门认证的安全加固操作系统上，采用用户名/强口令、动态口令、安全介质、生物识别、数字证书等至少一种措施，实现用户访问控制。

13.4.2 平台应用应在部署前应具备资质的检测机构的有效测试认证，测试认证内容包括但不限于整体安全检测、代码安全检测、功能检测。

13.4.3 应禁止远程运维云平台，对于内部远程访问业务系统的情况，应进行身份认证及权限控制，并采用会话认证、加密与抗抵赖、日志审计等安全机制。

13.4.4 应提供访问控制功能，依据安全策略，控制用户对文件、数据库表等的访问，重要操作应采用权限管理。

13.4.5 应具备覆盖每个用户的审计功能，对系统重要安全事件进行审计，审计记录应受到保护，避免受到未预期的删除、修改或覆盖。