

ICS 27.160

CCS F12

T/CEC

中国电力企业联合会标准

T/CEC XXX

智慧水电厂建设技术规范

Technical code for smart hydropower plant construction

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

XXX 发布

目 次

前 言.....	3
1. 范围.....	4
2. 规范性引用文件.....	4
3. 定义与缩略语.....	5
4. 总体要求.....	6
5. 体系架构.....	7
5.1. 平台结构.....	7
5.2. 系统架构.....	9
5.3. 网络结构.....	9
5.4. 应用架构.....	10
6. 智慧基础建设.....	11
6.1. 基础环境建设.....	11
6.2. 监测及控制系统建设.....	11
6.2.1. 计算机监控系统.....	11
6.2.2. 调速器系统.....	12
6.2.3. 励磁系统.....	12
6.2.4. 继电保护系统.....	12
6.2.5. 直流电源系统.....	13
6.2.6. 机电设备监测系统.....	13
6.2.7. 大坝监测系统.....	13
6.2.8. 水库调度系统.....	13
6.2.9. 辅助控制系统.....	14
6.2.10. 闸门控制系统.....	14
6.2.11. 消防系统.....	14
6.2.12. 防水淹厂房系统.....	14
6.2.13. 安防系统.....	14
6.2.14. 作业管控系统.....	15
6.3. 电站数据中心.....	15
7. 智慧应用建设.....	16
7.1. 智慧运行.....	16
7.2. 智慧维护.....	16
7.3. 智慧安全.....	17
7.4. 智慧检修.....	18
7.5. 智慧大坝.....	18
7.6. 智慧水库.....	19
7.7. 智慧调度.....	19
7.8. 智慧物资、仓储.....	20
7.9. 智慧营销.....	20
7.10. 一体化平台建设.....	20
8. 智慧电厂的拓展建设.....	20
9. 评价.....	21
10. 附录.....	22

智慧水电厂建设技术规范

1. 范围

本规范规定了智慧水电厂体系架构、基础建设、应用建设和拓展建设的技术要求。

本规范适用于水电厂的智慧化建设。

2. 规范性引用文件

《中华人民共和国网络安全法》

GB 17621 大中型水电站水库调度规范

GB/T 36572 电力监控系统网络安全防护导则

GB/T 35707 水电厂标识系统编码导则

GB/T 40222 智能水电厂技术导则

GB/T 40221 智能水电厂经济运行系统技术条件

GB/T 50549 电厂标识系统编码标准

GB 50116 火灾自动报警系统设计规范

GB/T 50174 数据中心设计规范

GB / T 9652.1 水轮机调速系统技术条件

GB/T 7409.3 同步电机励磁系统 大中型同步发电机励磁系统技术要求

GB/T 14285 继电保护和安全自动装置技术规程

GB/T 19826 电力工程直流电源设备通用技术条件及安全要求

GB/T 22239 信息安全技术网络安全等级保护基本要求

GB/T 22240 信息安全技术网络安全等级保护定级指南

GB/T 30976 工业控制系统信息安全

GB/T 32919 信息安全技术 工业控制系统安全控制应用指南

GB/T 33007 工业通信网络 网络和系统安全 建立工业自动化和控制系统

GB/T 34960.5 信息技术服务治理第 5 部分：数据治理规范

GB/T 39264 智能水电厂一体化管控平台技术规范

GB/T 39324 智能水电厂主设备状态检修决策支持系统技术导则

GB/T 39565 智能水电厂防汛应急指挥系统技术规范

GB/T 39629 智能水电厂安全防护系统联动技术要求

GB/T 40234 智能水电厂公共信息模型技术要求

GB/T 40285 智能水电厂大坝安全分析评估系统技术规范

GB/T 39627 智能水电厂智能测控装置技术规范

GB/Z 25320 电力系统管理及其信息交换 数据和通信

NB/T 35001 梯级水电站水调自动化系统设计规范

NB/T 35008-2013 水力发电厂照明设计规范

DL/T 1666 水电站水调自动化系统技术条件

DL/T 5211 大坝安全监测自动化技术规范

DL/T 5344 电力光纤通信工程验收规范

DL/T 1547 智能水电厂技术导则

DL/T 5412 水力发电厂火灾自动报警系统设计规范

DL/T 563 水轮机电液调节系统及装置技术规程

DL/T 5044 电力工程直流电源系统设计技术规程

DL/T 578 水电厂计算机监控系统基本技术条件

DL/T 860.1 电力自动化通信网络和系统 第 1 部分：概论

DL/T 860.10 电力自动化通信网络和系统 第 10 部分：一致性测试

DL/T 860.71 电力自动化通信网络和系统 第 7-4 部分：基本通信结构 兼容逻辑节点类和数据类

DIL/T 860.7410 电力自动化通信网络和系统 第 7-410 部分：基本通信结构 水力发电厂监视与控制用通信

DL/T 860.81 电力自动化通信网络和系统 第 8-1 部分：特定通信服务映射（SCSM）-映射到 MMS（ISO 9506-1 和 ISO 9506-2）及 ISO/IEC 8802-3

SL 61 水文自动测报系统技术规范

YD/T 1641 互联网网络和业务服务质量技术要求

YD/T 1171 IP 网络技术要求 网络性能参数与指标

3. 定义与缩略语

下列定义适用于本文件。

3.1. 智能化 intelligent

以自动化、数字化、信息化为基础，利用物联网、人工智能等技术，使设备或系统具备自感知、自分析、自执行能力。

3.2. 智慧水电厂 smart hydropower plant

以自动化、数字化、信息化为基础，利用云计算、大数据、物联网、移动互联、人工智能等技术，具有自感知、自学习、自决策、自执行、自适应能力，替代人类完成电厂重复性工作，实现安全、稳定、高效、环保、经济运行的水电厂。

3.3. 一体化平台

为水电厂运行维护和生产管理构建的“流域/区域-水电站-智慧应用”分级一体化，用户界面个性化，实现数据共享、集中管控与协同互动的管理平台。根据需要配置，可分布部署于安全 I 区、安全 II 区、管理信息大区，部署在不同大区的应用子系统通过数据接口实现数据交互。

3.4. 智慧运行 smart operation

利用视觉识别设备、在线监测设备等多维传感，模拟量及视频流等多源数据融合分析、异常工况分类分级预警与响应交互、智能控制元器件等技术，通过自感知、自学习、自决策、自执行、自适应能力建设，实现水电厂运行生产无人化、智慧化。

3.5. 智慧维护 smart maintenance

通过系统功能开发，规范维护工作流程，强化维护工艺管控，提升维护工作安全保障；自主辨别、分析、判断并发起维护工作，提高维护工作效率。

3.6. 智慧检修 smart overhaul

对检修策划、检修过程、检修评价全过程感知、学习、决策；应用智能设备，规范检修工作流程，实现工艺标准、过程可视，决策结果可用，提升现场检修工作质量。

3.7. 智能设备设施 intelligent device

水电厂内用于机电设备现场数据感知、执行的设备设施，具有测量数字化、通信网络化、功能一体化和信息互动化特征。

3.8. 智能巡检 intelligent inspection

使用视频识别设备、声音、气体等传感器获取生产设备及现场环境数据，利用机理或者数据进行建模分析确定设备运行状态，实现对异常状态及风险隐患的智能识别。

3.9. 安全防卫（简称“安防”） safety-defend

以维护水电厂区内安全为目的，运用安全防范产品和其它相关产品所构成的安全防护系统，如入侵报警系统、视频安防监控系统、出入口控制系统、防爆安全检查系统等。

3.10. 网络安全防护 network security protection

通过有效介入控制保证系统访问、数据传输安全性的相关技术手段，主要包括物理安全分析技术、网络结构安全分析技术、系统安全分析技术、管理安全分析技术及其它的安全服务和安全机制策略。

3.11. 集约化管理 intensive management

集中流域或区域电厂间的共性需求，以集成、节俭、高效为价值取向，通过软硬件系统的共享互通机制进行资源统一配置的管理模式。

3.12. 一体化经营 integration management

电力企业将水、火、风、光、储等业务领域的运作和管理集成为一个整体，从规划、建设、运营等方面进行整体设计，实现经营效益最大化。

3.13. 缩略语

AGC: Automatic Generation Control 自动发电控制

AVC: Automatic Voltage Control 自动电压控制

UWB: Ultra Wide Band 超带宽技术

VR: Virtual Reality 虚拟现实技术

AR: Augmented Reality 增强现实技术

4. 总体要求

智慧水电厂是一个实时的决策优化支持系统，采用高效的系统结构与安全的网络架构，通过数据信息自动感知、采集、交互，实现数据治理、分析、诊断功能，建立电厂生产业务智能控制模型，具备自学习、自适应、自优化功能，实现电厂无人值班、智慧化运维、智能化检修、集约化管理、一体化经营。

4.1. 智慧水电厂建设应遵循全面感知、真实分析、实时控制、持续优化的原则，逐步实现水电厂智慧化生产。

4.2. 智慧水电厂建设应总体规划，迭代推进，建设应具有前瞻性，满足多能源互补运行方式下的水电厂智慧化需要。

4.3. 流域型智慧水电厂应统一规划、统一标准、功能集约，注重已有监测仪器的挪位复用，注重硬件设备的集约化采购和维护管理，注重软件系统的复用和数据资产价值的实现。

4.4. 应逐步探索具有“高度自主可控、分级协同管理、数据融通联动、算法演进共享、应用个性配置、集约高效运行”特性的智慧水电厂建设与运行管理模式。

4.5. 已建水电厂应根据现场实际情况，在满足智慧化要求的前提下按照经济、实用的原则开展智慧化建设，新建智慧水电厂按照同步规划、同步设计、同步实施、同步运行的原则进行。在满足水电厂安全运行、生态调控、电力市场竞争等功能需求前提下，实现水能利用、经营效益的最大化。

4.6. 智慧水电厂宜使用大数据、人工智能、云边协同、无线定位、数字孪生等基础智能技术，电子围栏、人机交互、AR/VR 等智能应用技术作为智慧化的基础技术支撑；采用智能电子装置、传感器等实现数据自动采集，采用智能执行元件实现设备自动操作，采用 IEC61850 等通信协议标准，通过光纤、5G、wifi 等实现数据高效传输。

4.7. 智慧水电厂建设应统一开展数据治理，确立数据资产目录、数据标准、数据质量、数据安全，进行数据清洗，结合智慧水电厂生产、管理、物资、财务等系统建立统一的编码规则。数据治理应符合 GB/T50549、GB/T35707、GB/T34960.5 要求。

4.8. 智慧水电厂控制系统核心技术应自主可控，网络安全防护应满足《关键信息基础设施安全保护条例》、《电力监控系统安全防护总体方案》等相关要求，控制系统的建模应符合 GB/T 40234 要求。

4.9. 智慧水电厂建设应面向电厂所属设备设施、环境、安全、经营等的全生命周期智能管控，与建设阶段做好数据承接与业务协同，形成数据共享、集中管控与协同互动的全生命周期一体化平台。

4.10. 智慧水电厂建设综合考虑与电力营销、大坝、水能资源系统等国家和行业系统的对接问题。

4.11. 应增强水情测报、集控调度、智慧运维、大坝安全监控、智能建造、智慧管理等多业务系统间的数据交互和联动，确保数据统计口径一致。

4.12. 面向新建水电站建设智慧水电厂，应结合电站运行管理需求，对施工期监测仪表、BIM 模型、GIS 模型、基础监测数据等资产进行筛选和复用。

5. 体系架构

5.1. 平台结构

5.1.1. 智慧水电厂应建设面向服务的一体化平台承载业务功能，提供智能应用组件管理功能，按 IaaS 层、PaaS 层和 SaaS 层进行分层建设。各层功能说明如下：

IaaS 层（基础设施层）：为上层服务提供基础设施，包括服务器、网络、存储、虚拟机等。通过虚拟化技术动态地将服务器、存储等物理 IT 基础设施进行资源池化，从而对这些基础资源进行统一、弹性的管理。

a) PaaS 层（平台层）：基于 IaaS 层提供基础计算能力，以及应用开发所需的开发运行环境及工具，包括操作系统、数据库、运行库和中间件等。具备大数据平台、应用开发工具、容器服务、定位服务、3D 引擎、视频、AI 等通用 gPaaS 能力，同时具备行业模型分析、建模、系统优化、系统集成等面向应用的 aPaaS 能力。

b) SaaS 层（软件层）：基于 PaaS 层提供智慧电厂应用服务，智慧电厂应用是基于各种数据汇总、分析、挖掘之后开发的智能化应用，宜以云边结合的方式进行部署，并作为 SaaS 层提供服务。具体包括智慧运行、智慧维护、智慧检修、大坝管理等智慧应用模块。

智慧水电厂一体化平台的典型系统架构参见图 5.1：

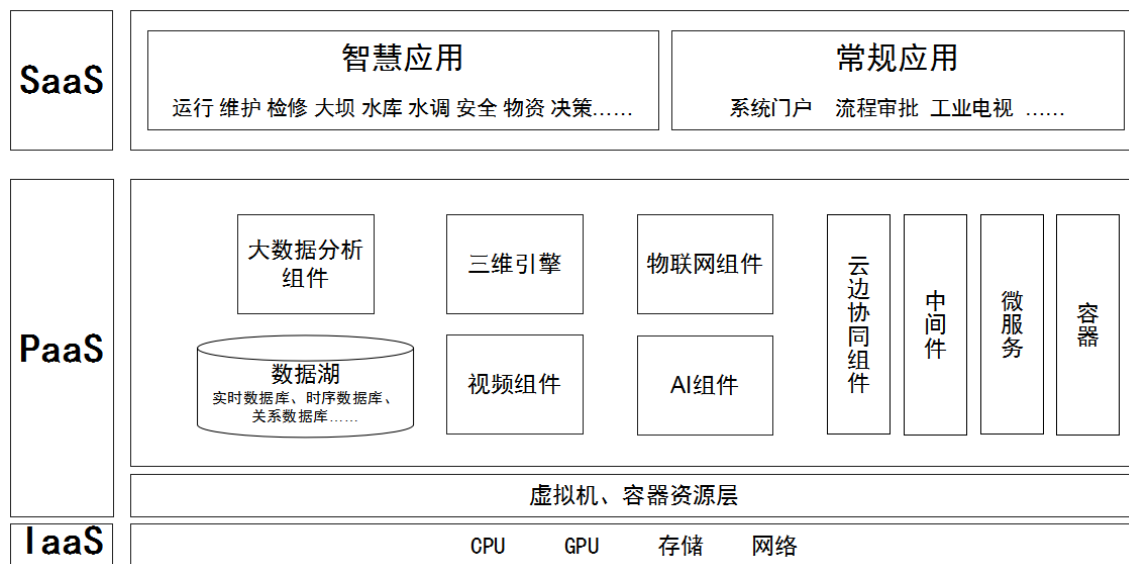


图 5.1 智慧水电厂一体化平台典型系统结构

5.1.2. 智慧水电厂一体化平台宜采用虚拟化方式部署，以资源池形式实现计算、存储、AI 等资源的集约、高效管理和按需分配。

5.1.3. 宜配置数据湖，以数据资源池的形式为智慧应用提供数据支撑服务。数据湖配置南向数据接口用于采集生产控制大区和管理信息大区的多源异构数据。配置北向数据接口，采用 ODBC 等主流标准数据接口为智慧应用提供数据访问和存储服务。

5.1.4. 数据湖宜组合配置关系型数据库、实时数据库、时序数据库等不同类型的数据库，以满足不同业务对数据读写速度、并发性能、压缩率等方面的个性化需求。

5.1.5. 平台中模块化宜部署智慧运行、智慧维护、智慧检修、智慧安防、智慧库坝、智慧物资等应用，实现运行、检修、维护等运维工作的自动化、智慧化，提升运行维护工作的精准性和工作效率，提高安全运行能力。

5.1.6. 智慧运行、智慧维护、智慧检修等应用模块需配置针对生产控制大区设备的控制或调节功

能，可在生产控制大区的厂站层部署一体化平台前置机，避免业务数据从管理信息大区向生产控制大区反向传输，并保证控制或调节的实效性。

5.1.7. 应对应用平台进行安全加固，具备防恶意代码措施，管理病毒特征库、木马库、规则库、补丁升级等事项；禁用 E-MAIL、WEB 服务，配置运维堡垒机、安全审计、日志审计、流量分析等系统。

5.2. 系统架构

5.2.1. 宜采用分层分布式结构，按照网络安全分区要求横向划分为生产控制大区（包括安全 I 区、安全 II 区）和管理信息大区。根据功能组织和业务流向逻辑关系纵向划分为过程层、单元层和厂站层。各层的设备构成及功能定位如下：

a) 过程层：水电厂内各类设备设施及其所属智能组件以及独立的智能装置，完成电力生产过程数据、现场环境及人员数据和信息的采集与指令执行，与单元层、厂站层通信。

b) 单元层：各类智能化的现地监测、控制和保护设备，实现使用一个单元的数据并且作用于该单元机电设备，向下与过程层通信，向上与厂站层设备通信。可自主开展分析或上传数据至智慧应用层并接受其指令，根据分析结果或指令控制设备动作。

c) 厂站层：各类计算机、网络硬件设备以及一体化平台、智能应用组件，实现厂站级运行监视、预测预报、分析评估、自动发电控制、水资源优化调度等功能。厂站层设备可分布在中央控制室、值班室、计算机机房等物理位置，完成数据存储、分析、决策、指令下发。

5.2.2. 合并单元、智能终端、智能设备部署于过程层；继电保护、调速、励磁、稳定控制、现地控制、振摆保护、辅机控制、相量测量（PMU）、水情自动测报、设备状态监测、大坝安全监测等部署于单元层；自动发电控制、自动电压控制、计算机监控系统、智慧水电厂一体化平台等高级应用系统或综合管理平台部署于厂站层。

5.2.3. 智慧水电厂的系统结构、功能及设备部署层级关系参见下图 5.2：

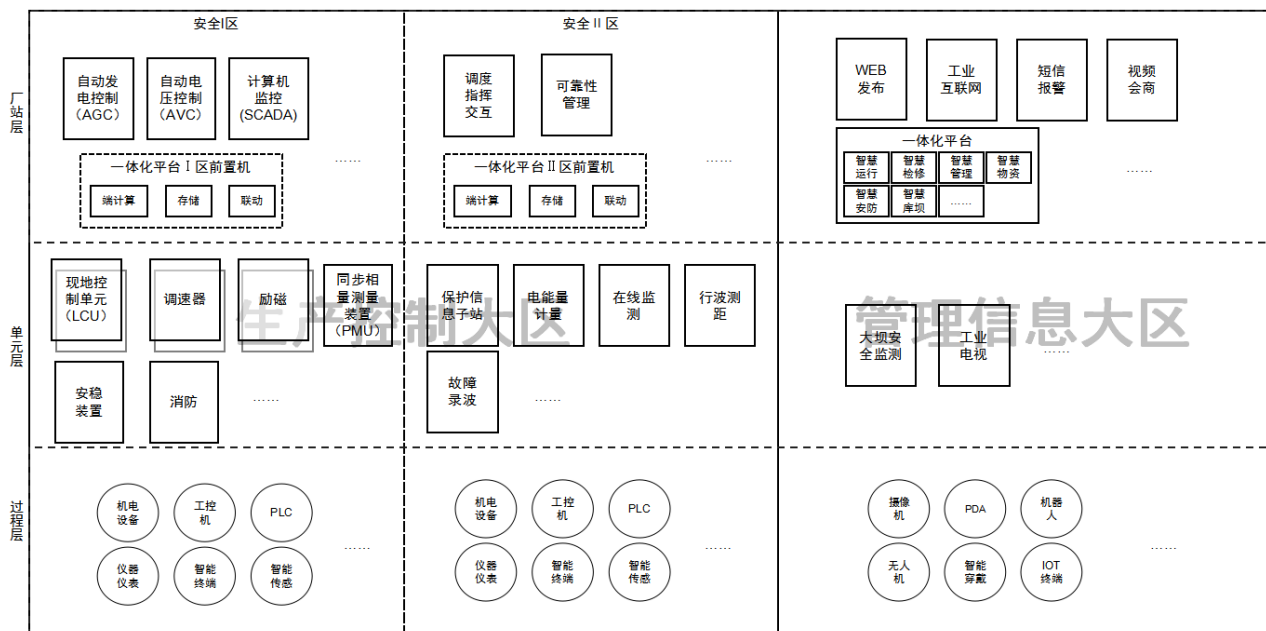


图 5.2 智慧水电厂典型系统结构

5.3. 网络结构

智慧水电厂的网络结构应满足生产管理业务大带宽、低时延、高可靠、全覆盖、海量连接的要求。网络容量等指标在满足各系统业务需要的基础上适当保留扩展性。网络安全应满足《关键信息基础设施安全保护条例》（中华人民共和国国务院令 第 745 号）、《电力监控系统安全防护总体方案》（国能安全〔2015〕36 号）、GB/T22239、GB/T22240、GB/T30976、GB/T32919、GB/T33007、GB/Z25320、GB/T36572 外，横向划分为生产控制大区和管理信息大区。生产控制大区分为控制区（安全 I 区）和非控制区（安全 II 区）；管理信息大区内部在不影响生产控制大区安全前提下可以根据企业要求划分不同安全区。

a) 应按照“安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证”原则部署网络安全防护设备，应用正向隔离、反向隔离、纵向加密、防火墙、安全接入区等技术，配置入侵检测及防御系统。同一安全分区不同业务系统的服务器统一部署边界防护设备。应部署态势感知系统，对网络安全状态感知、预测、追溯。

b) AGC、AVC、计算机监控、稳定控制、现地控制、调速、励磁、振摆保护、辅机控制、向量测量（PMU）等具备控制调节功能的业务部署于安全 I 区；设备状态监测、保护信息管理、电能量计量等业务部署于安全 II 区；大坝安全监测、视频监控、门禁控制、短信报警、视频会商部业务等部署于管理信息大区。具备保护功能的消防系统应部署于安全 I 区，无保护功能消防系统可部署于安全 III 区。

c) 智慧水电厂各生产控制大区业务系统应采用星形或环形等网络结构，核心业务系统宜采用双网结构。

d) 在满足网络安全要求前提下，智慧水电厂的网络规划可采用无线网络对有线网络的覆盖范围进行延伸和补充，应采用高强度的认证加密（如 WPA2+802.1x+CCMP 认证加密）技术做好无线终端的入网管理。生产控制大区采用无线网络传输方式时应通过安全区接入。

e) 集中调度的流域型或跨流域水电企业宜建立云、边、端协同的架构体系。

5.4. 应用架构

智慧水电厂一体化平台应具备运维、库坝、安全、经营等业务应用板块，各板块从基础设施、基础业务系统、智慧应用三个层级进行建设：

a) 运维板块：建设智能传感、图像采集、数据中心、存储计算等基础设施及监控、辅控等智慧业务系统，形成智慧运维、智慧检修等应用。

b) 库坝板块：建设大坝传感、水雨传感等基础设施及水情测报、大坝监测等智慧业务系统，形成智慧水库、智慧大坝等应用。

c) 安全板块：建设网络防护、水火监测等基础设施及智慧安防、作业管控业务系统，形成智慧应急、智慧安全等应用。

d) 经营板块：建设射频识别、数据编码等基础设备及自动报表、经营分析等业务系统，形成智慧管理、智慧营销等应用。

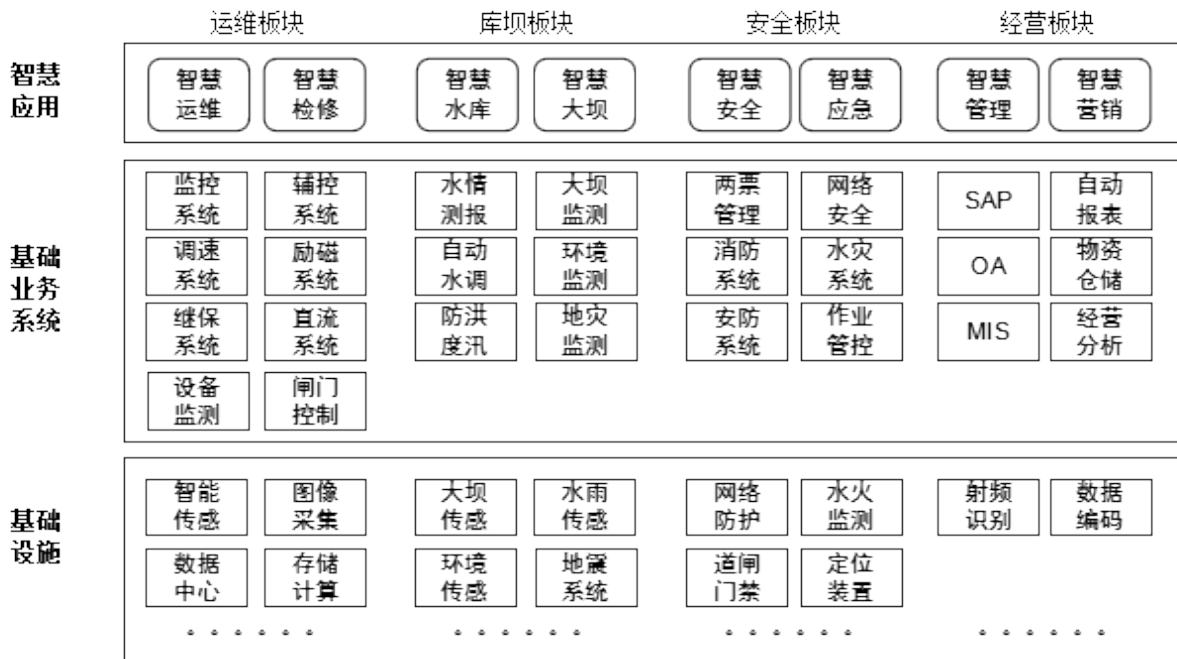


图 5.3 智慧水电站一体化平台典型应用架构

6. 智慧基础建设

6.1. 基础环境建设

a) 布置完善的专用 5G、工业 WiFi 等安全无线网络，网络信号覆盖厂房内主要设备区域、大坝及尾水区域。建设符合 DL/T5344、YD/T 1641、YD/T 1171 规范要求（如以光纤为主的骨干网络）用于固定装置信息及控制信息传输。

b) 建设具备定位、语音对讲功能的智能安全帽、智能胸牌等智能穿戴设备，机器人、无人机等智能移动设备用于现场管控、智能巡检、智能检测等工作。

c) 电厂设备布置应整齐合理，同一摄像装置覆盖区域内表计、阀门朝向一致。

d) 摄像装置应有效覆盖生产设备，可对表计、阀门、开关状态、指示灯、显示屏、廊道、水面区域、道路区域等有效监视，满足智慧电厂需要。实时图像分析要求高的场景宜布置具有 GPU 运算能力的前端摄像装置，边、端结合分析计算。

e) 建设基于 UWB、WiFi 或蓝牙、RFID 等技术的厂房内全覆盖的定位装置，主要设备区域不低于二维定位，廊道、风洞等区域可一维定位，室外区域宜采用北斗定位。

f) 基础设备设施建设完整，满足电厂智慧化要求。

6.2. 监测及控制系统建设

6.2.1. 计算机监控系统

a) 计算机监控系统实现对电厂调速器系统、励磁系统、辅机设备的协调控制，具备水电站生产自动化功能。

b) 计算机监控系统的功能、系统结构、技术性能指标应满足 GB/T 39627、GB/T 0

40222、DL/T578、DL/T5211 的规定。

- c) 采集生产实时数据，采用光纤进行数据传输。
- d) 实时数据处理、四遥通信、AGC、AVC、历史数据记录等核心功能模块应互相独立部署。
- e) 具备数据库、监控画面、报表、104 测点表、用户账户信息等数据在线一键同步功能。
- f) 有、无功调节宜采用通信方式完成，有功 PID 参数自适应水头变化。
- g) AGC 功能模块具备自动穿越振动区、自动规避非优运行区域、根据调度指令自动增减负荷、自动开停机等功能，应预留人为干预接口。
- h) 具备智能报警功能，可通过短信、移动终端、语音等多种方式报出。
- i) 配置调频辅助服务考核指标、AGC、AVC 考核技术指标自动分析功能模块。
- j) 具备自诊断功能，能够监视监控系统各装置运行工况，分析诊断故障部位，推送故障报告。
- k) 具备根据分析结果自主调控功能。
- l) 计算机监控系统宜具备数据自动备份、定值单自动生成、数据跨区摆渡等功能。
- m) 计算机监控系统宜配置生物特征识别双因子认证功能。

6.2.2. 调速器系统

- a) 调速器系统应满足 GB/T 39627、GB / T9652.1、DL/T 563 中相关要求。
- b) 配置电压、电流、功率变送器、压力、流量等监测设备感知采集调速器系统数据，采用光纤进行数据传输。
- c) 具备仿真调试模型，智能化开展调速器试验并自动记录试验过程并生成报告。
- d) 具备有功闭环调节功能。
- e) 系统在联网、孤岛方式下参数可自适应并稳定运行。
- f) 具备系统智能分析诊断功能，能够监视调速器系统各装置运行工况，分析诊断故障部位，并推送故障报告。

6.2.3. 励磁系统

- a) 励磁系统应满足 GB/T 39627、GB/T 7409.3 中相关要求。
- b) 配置电压、电流、功率变送器、温度测量等原件感知采集数据，采用光纤进行数据传输。
- c) 具备励磁系统一键式自动试验功能及仿真调试模型，能够自动记录试验过程并生成报告。
- d) 具备无功闭环调节功能。
- e) 对重要元件（灭磁开关触头、晶闸管、非线性电阻）温度实时监测。
- f) 具备系统智能故障自诊断及分析功能，能够监视励磁系统各装置运行工况，分析诊断故障部位，并推送故障报告。

6.2.4. 继电保护系统

- a) 继电保护应满足 GB/T 14285 中相关要求。
- b) 采用光纤进行数据传输。
- c) 具备保护动作分析功能，根据分析结果自动出具动作报告。

具备系统自诊断功能，能够监视继电保护及安自装置运行工况，分析诊断故障部位，并推送故障报告。

d) 具备压板监视及状态自动核对功能，根据一次设备状态、运行方式要求校验压板位置。

6.2.5. 直流电源系统

a) 直流电源系统应满足 GB/T 19826、DL/T 5044 中相关要求。

b) 采用光纤进行数据传输。

c) 具备在线监测功能，在线监测蓄电池单体电压、电流、内阻、温度等电池信息及交直流窜电，并可实时、定期分析。

d) 具备系统自诊断功能，能够监视直流系统各装置运行工况，分析诊断故障部位，并推送故障报告。

6.2.6. 机电设备监测系统

a) 应满足 GB/T 3962 的要求。

b) 水轮发电机、变压器、断路器、大容量电动机、励磁、调速器等主要机电设备配置在线监测系统，配置流量、压力、液位、温度、行程、开度、转速、声音、振动摆度、液体品质、气体监测元件，电压、电流、功率变送器、螺栓监测器、电能量采集器等感知元件，实时采集设备设施的状态数据。

c) 水轮发电机组在线监测系统应具备导叶开度、过机流量、振动、摆度、温度、气隙、局放、顶盖螺栓等监测分析功能。

d) 主变在线监测系统应具备油色谱、局放、接地电流、温度、振动、套管介损等监测分析功能。

e) GIS 在线监测系统应具备各气室气体成分监测分析功能。

f) 高压电缆在线监测应具备放电、绝缘、接地监测分析功能。

g) 根据数据产生频率、分析需求合理确定数据采样率。

6.2.7. 大坝监测系统

a) 应满足 GB/T 40285、DL/T 2096、DL/T 5211 的技术要求。

b) 根据工程特点设置完善的监测体系，采用内置与外置传感器配合监测。

c) 应实现用户管理、测点维护、公式设置等功能。

d) 应实现人工录入、格式导入、自动采集等信息录入功能。

e) 应具备异常报警推送功能，数据能够自动上传至大坝安全管理监督单位。

f) 应具备对监测系统获取的数据开展实时分析和诊断的功能。

g) 监测数据分析模型应具备持续迭代和优化功能。

6.2.8. 水库调度系统

a) 流域水电站宜构建水情测报系统、水调自动化系统、水库优化调度系统。配置水量、雨量等传感器获取天气数据。建设摄像装置、无人机等视觉识别设备对库岸边坡、大坝边坡、坝前、坝后、尾水、进水口等区域的设施进行图像数据采集分析。

b)

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/957132041133006135>

c)