

ICS 27.140
P 59
备案号: 53968-2016

DL

中华人民共和国电力行业标准

DL/T 1547 — 2016

智能水电厂技术导则

Technical guide for smart hydropower plant

2016-01-07 发布

2016-06-01 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 总则 3

5 系统结构 4

6 设备功能 4

7 系统功能 5

8 调试与验收 6

附录 A（资料性附录） 智能水电厂系统示意图 8

前 言

本标准依据 GB/T 1.1—2009《标准化工作导则 第1部分：标准的结构和编写》的规定制订。

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这些专利的责任。

本标准由中国电力企业联合会提出。

本标准由电力行业水电站自动化标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：国网电力科学研究院/南瑞集团公司、国网新源控股有限公司、国家电网公司、中国长江电力股份有限公司、中国水利水电科学研究院、中国水电顾问集团、华中科技大学。

本标准主要起草人：吴维宁、刘观标、路振刚、徐洁、李华、裴哲义、荆岫岩、王永潭、杨克、姚贵宇、宋旭峰、刘贵仁、许其品、郑健兵、张红芳、蔡卫江、徐麟、潘琳、王立勇、姜相东、赵宇、潘伟峰、高磊、芮钧、张琦雪、张永会、崔孝强、李平诗、罗仁彩、张毅、刘晓波、林峰、冯汉夫、周建中。

本标准为首次发布。

本标准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（北京白广路二条一号，100761）。

智能水电厂技术导则

1 范围

本标准规定了智能水电厂的基本要求、体系结构、功能要求及调试与验收要求。

本标准适用于智能水电厂规划、设计、调试、验收与维护。智能抽水蓄能电站、智能梯级水电站和智能水电站群可参照执行。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 17621 大中型水电站水库调度规范

GB/T 22482 水文情报预报规范

GB/T 28570 水轮发电机组状态在线监测系统技术导则

DL/Z 249 变压器油中溶解气体在线监测装置选用导则

DL/T 476 电力系统实时数据通信应用层协议

DL/T 489 大中型水轮发电机静止整流励磁系统及装置试验规程

DL/T 578 水电厂计算机监控系统基本技术条件

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 822 水电厂计算机监控系统试验验收规程

DL/T 860（所有部分）变电站通信网络和系统

DL/T 890（所有部分）能量管理系统应用程序接口（EMS-API）

DL/T 1085 水情自动测报系统技术条件

DL/T 1197 水轮发电机组状态在线监测系统技术条件

DL/T 5178 混凝土坝安全监测技术规范

DL/T 5209 混凝土坝安全监测资料整编规程

DL/T 5211 大坝安全监测自动化技术规范

DL/T 5256 土石坝安全监测资料整编规程

DL/T 5259 土石坝安全监测技术规范

NB/T 35002 水力发电厂工业电视系统设计规范

QX/T 61 地面气象观测规范 第 17 部分：自动气象站观测

SL 61 水文自动测报系统技术规范

SL 330 水情信息编码

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

智能水电厂 smart hydropower plant

适应智能电网源网协调要求，以信息数字化、通信网络化、集成标准化、运管一体化、业务互动化、运行最优化、决策智能化为特征，采用智能电子装置（IED）及智能设备，自动完成采集、测量、控制、

保护等基本功能,具备基于一体化平台的经济运行、在线分析评估决策支持、安全防护多系统联动等智能应用组件,实现生产运行安全可靠、经济高效、友好互动和绿色环保目标的水电厂。

3.2

智能电子装置 **intelligent electronic device (IED)**

一种基于微处理器技术的,具备数据采集、处理、传输以及控制指令传输与执行功能的电子装置。

3.3

智能组件 **intelligent component**

由测量、控制、监测、保护等若干智能电子装置集合而成,通过电缆或光纤与机电设备本体连接成的一个有机整体。通常运行于机电设备本体近旁。

3.4

合并单元 **merging unit**

对一次互感器传输过来的电气量进行合并和同步处理,并将处理后的数字信号按照特定格式转发给单元层设备使用的装置。

3.5

智能终端 **intelligent terminal**

采用电缆连接机电设备的传感器或执行元件,采用光纤连接保护、测控等二次设备,实现对机电设备的测量、控制等功能的智能组件,不包括合并单元。

3.6

智能设备 **intelligent device**

水电厂内各种机电设备本体与相应智能组件的有机结合体,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。

3.7

过程层 **process layer**

各类机电设备及其所属的智能组件以及独立的智能电子装置(IED),完成电力生产过程数据采集与指令执行。

3.8

单元层 **unit layer**

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的功能,与过程层设备通信。

3.9

厂站层 **station layer**

各类计算机、网络硬件设备以及一体化平台、智能应用组件,完成厂站级运行监视、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、水调值班室、计算机房等不同物理位置。

3.10

过程层网 **process layer network**

连接过程层设备与单元层设备的网络。

3.11

厂站层网 **station layer network**

连接单元层设备与厂站层设备的网络。

3.12

水电公共信息模型 **hydropower common information model (HCIM)**

依据 DL/T 860 和 DL/T 890 标准对水电厂机电设备、水工设施及逻辑控制功能进行统一定义模型。

3.13

数据中心 data center

存储并管理模型和数据的计算机软硬件设施,实现模型与数据的一体化管理,并对外提供统一的数据访问服务。

3.14

基础服务 basic service

提供消息通信、 workflow 管理、权限日志、数据计算分析、综合报警、任务调度、进程管理等各类后台服务功能。

3.15

基础应用 integrated application

实现计算机监控、水调自动化、大坝安全监测等水电厂基本业务功能以及业务间协同互动的应用组件集合,主要用于提供各类人机交互界面。

3.16

一体化平台 integrated platform

基于水电公共信息模型(HCIM)、插件式应用组件等技术,由数据中心、基础服务、基础应用构成,实现水电厂生产运行一体化管控的软件平台。

3.17

生产控制大区 production control zone

由控制区(安全区 I)和非控制区(安全区 II)组成。其中,控制区是指具有实时监控功能、纵向联结使用电力调度数据网的实时子网或专用通道的各业务系统构成的安全区域;非控制区是指在生产控制范围内由在线运行但不直接参与控制、纵向联结使用电力调度数据网的非实时子网的各业务系统构成的安全区域。

3.18

管理信息大区 management information zone

生产控制大区以外的电力企业管理业务系统的集合。

3.19

安全防护管理系统 security protection management system

监视安全防护设备实时状态,根据联动策略自动触发安全防护设备联动操作,为运行人员快速事件处理和关联设备操作提供支持的管理系统。

4 总则

4.1 系统应符合电力二次系统安全防护要求,采用分层分区架构,应实现安全分区、网络专用、横向隔离、纵向认证。

4.2 智能水电厂通信网络应由过程层网和厂站层网组成。其中,过程层网宜由冗余的 GOOSE 网和冗余的 SV 网组成。

4.3 过程层网应按照水电机组和开关站间隔划分子网。可采用多个交换机独立组网,或划分独立虚拟局域网(VLAN)实现逻辑隔离。过程层网应具备远程配置、监视、报警和维护功能。

4.4 厂站层网应具备远程配置、监视、报警和维护功能,生产控制大区厂站层网络设备单个元件故障不应造成系统全局性故障。

4.5 时间同步系统应全厂统一,同步对时信号取自同一信号源,满足智能电子装置(IED)及智能设备的对时要求。

4.6 水轮机、发电机、变压器、油水气等机电设备宜配置相应的智能组件。

4.7 智能水电厂宜采用电子式互感器测量电压及电流,宜采用数字式传感器测量非电气量。

- 4.8 智能设备、智能电子装置（IED）应遵守水电公共信息模型（HCIM）。生产控制大区智能电子装置（IED）宜实现即插即用功能，并具备自诊断及自恢复能力。
- 4.9 合并单元应适应常规互感器或电子式互感器信号的输入。
- 4.10 一体化平台应采用面向服务的软件架构，并提供智能应用组件管理功能。
- 4.11 智能水电厂宜配置经济运行、主设备状态检修决策支持、防汛决策支持与指挥调度、大坝安全分析评估与决策支持、安全防护管理等智能应用组件。
- 4.12 智能水电厂应建立通信总线，生产控制大区应采用 DL/T 860 标准 MMS 协议实现一体化平台与单元层设备通信，管理信息大区应采用 DL/T 890 标准 Web Service 规范实现一体化平台与外部系统通信。
- 4.13 厂站层网络故障时，单元层设备应能够独立运行且满足机组运行的基本要求。
- 4.14 “一厂多站”的水电厂生产控制大区厂站层网络宜采用 DL/T 860 标准 MMS 协议实现与下属电站单元层设备的直接通信，也可根据需要分别采用 DL/T 634.5104 标准和 DL 476 标准实现与下属电站安全 I 区和安全 II 区一体化平台的远动通信。
- 4.15 智能水电厂与电网电力调度控制中心调度控制系统之间的通信应符合 DL/T 634.5104 的要求，与电网电力调度控制中心水调自动化系统之间的通信应符合 DL 476 的要求，与水文和防汛部门之间的通信应符合 SL 330 的要求。

5 系统结构

- 5.1 智能水电厂横向应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，生产控制大区纵向应划分为过程层、单元层和厂站层，管理信息大区纵向应划分为单元层和厂站层。可参照附录 A 的图 A.1 或图 A.2。
- 5.2 合并单元、智能终端、辅控单元等智能电子装置（IED）或智能设备应部署在过程层；现地控制、继电保护、稳定控制、振摆保护应部署在单元层；一体化平台以及智能应用组件应部署在厂站层。调速、励磁可部署在单元层，也可部署在过程层。可参照附录 A 的图 A.3 或图 A.4。
- 5.3 继电保护、稳定控制、现地控制、调速、励磁、振摆保护系统应部署在安全 I 区；主设备状态在线监测、水情自动测报系统应部署在安全 II 区；大坝安全监测、工业电视、门禁系统应部署在管理信息大区。具备保护功能的消防系统应部署在安全 I 区，不具备保护功能的消防系统应部署在管理信息大区。可参照附录 A 的图 A.1 或图 A.2。
- 5.4 自动发电控制（AGC）、自动电压控制（AVC）等智能应用组件应部署在安全 I 区；中长期水文预报、洪水预报、发电计划、防洪调度、风险分析、节能考核、保护信息管理、电能量计量、故障录波等智能应用组件应部署在安全 II 区；大坝安全分析评估与决策支持、防汛决策支持与指挥调度、主设备状态检修决策支持、安全防护管理等智能应用组件应部署在管理信息大区。可参照附录 A 的图 A.1 或图 A.2。

6 设备功能

6.1 监测设备功能

- 6.1.1 状态在线监测设备、水情测报系统采集和通信设备、大坝安全监测系统仪器设备、自动气象站采集和通信设备应支持智能水电厂通信总线。
- 6.1.2 机组状态在线监测设备应符合 GB/T 28570、DL/T 1197 的要求，变压器状态在线监测设备应符合 DL/Z 249 的要求，应实现对水电主设备运行过程中的振动、摆度、压力脉动、温度、局放等状态信息实时采集和在线监测，并进行初步分析诊断。
- 6.1.3 水情测报系统采集和通信设备应符合 GB/T 22482、DL/T 1085、SL 61、SL 330 的要求，应实现水雨情数据的采集、传输、处理、存储及相关维护管理功能。
- 6.1.4 大坝安全监测系统仪器设备应符合 DL/T 5178、DL/T 5211、DL/T 5259 的要求，应实现各安全监

测项目数据采集、传输、处理和存储功能，并具备设备故障报警及诊断功能。

6.1.5 自动气象站采集和通信设备应符合 QX/T 61 的要求，实现气象数据的采集、传输、处理、存储及相关维护管理功能。

6.1.6 工业电视系统应符合 NB/T 35002 的要求，并具备与其他系统协同联动的能力。

6.2 控制与保护设备功能

6.2.1 现地控制单元（LCU）应实现生产过程数据采集以及设备控制、调节功能，并满足 DL/T 578 的要求。

6.2.2 机组现地控制单元、调速、励磁和保护设备应满足机组控制及电网源网协调的技术要求。

6.2.3 调速、励磁、继电保护设备应具备独立的 IED 地址，并能够通过智能水电厂通信总线与过程层设备进行信息交互。

6.2.4 调速装置宜对转速、导叶开度、断路器信号进行直接采样，励磁装置宜对机端电压和断路器信号进行直接采样。

6.2.5 对于双重化配置的电气设备保护，每套保护系统装置均应功能独立完备、安全可靠，其信号输入、输出及二次回路等设备内除出口继电器外的任一元件损坏，不应引起保护误动作跳闸。

6.2.6 当采用电子式互感器时，应针对电子式互感器特点优化相关保护算法，提高保护性能。

6.2.7 保护装置宜直接采样、直接跳闸。

6.2.8 线路纵联保护、母线差动保护、发电机差动保护、变压器差动保护和发变组差动保护应适应常规互感器和电子式互感器混合使用的情况。

6.2.9 网络出现故障时，调速、励磁设备应能够保持机组稳定且满足手动控制机组的基本要求。

7 系统功能

7.1 一体化平台

7.1.1 应满足单个水电厂的监视与控制要求，应满足水电站群联合监视与控制要求。

7.1.2 应采用全厂统一的水电公共信息模型（HCIM），并提供全局模型访问功能。

7.1.3 数据中心应能满足分布式和集中式两种部署方式要求。

7.1.4 应具备跨安全区的数据信息同步功能，为不同安全区业务互动提供支撑。

7.1.5 应对外提供统一的数据访问接口，并具备实时数据和历史数据的通用访问功能。

7.1.6 应提供满足水电厂一体化管控要求的各类基础应用组件，人机界面可自由组态。

7.1.7 应具备应用组件部署、发布、运行与管理功能，并支持第三方组件集成。

7.2 智能应用组件

7.2.1 经济运行

7.2.1.1 应考虑各功能模块组合及部署方式，构建预报、调度、运行环节的协调互动机制，实现一体化经济运行功能。

7.2.1.2 应能够接收并处理水电厂水情、气象、防汛、大坝及机组运行等信息。

7.2.1.3 应具备水电厂自动发电控制（AGC）和自动电压控制（AVC）功能。

7.2.1.4 由多个水电站构成的智能水电厂应能够根据给定的总负荷对各水电站进行联合优化运行控制。

7.2.1.5 宜具备中长期水文预报、洪水预报、发电计划、防洪调度、风险分析、节能考核、水文预报精度评定功能，符合 GB 17621 的要求。

7.2.1.6 宜具备针对水库水位、电站出力、出库流量的调度方案仿真分析功能。

7.2.2 主设备状态检修决策支持

7.2.2.1 应实现水电厂主设备状态数据的采集、特征计算、实时监测、故障录波、性能试验记录及技术诊断。

7.2.2.2 应具备数据获取、数据处理、监测预警、状态分析、状态诊断、状态评价、状态预测、风险评估及决策建议等功能。

7.2.2.3 应建立设备状态主题数据库和设备状态健康履历，运用智能分析诊断方法实现设备的状态评估、故障诊断及状态预测。

7.2.2.4 应能够提供水力发电主设备状态历史数据、设备监测预警信号、设备状态评价结果、设备故障诊断结论及设备维修决策建议等信息。

7.2.2.5 应能够接收水力发电主设备状态监测信息及台账信息，分析诊断过程和结果可被外部系统调用。

7.2.3 防汛决策支持与指挥调度

7.2.3.1 应能够接收实时水雨情、气象、大坝监测和水工机械设施监测等信息。

7.2.3.2 应具备防汛信息管理、防汛值班管理和防汛决策支持三类基础功能，宜具备防汛指挥调度功能。

7.2.3.3 防汛信息管理应包括水雨情信息服务、防汛物资储备管理、防汛人员与队伍管理、防汛电话录音以及防汛信息短信发布功能。

7.2.3.4 防汛决策支持应包括防汛应急预警、洪水预报、防洪调度、防洪风险分析以及防汛会商功能。

7.2.3.5 防汛指挥调度应包括应急预案管理、防汛应急指挥以及防汛工作考评功能。

7.2.4 大坝安全分析评估与决策支持

7.2.4.1 系统功能、监测项目、资料内容与格式应满足 DL/T 5178、DL/T 5209、DL/T 5256 、DL/T 5259 的要求。

7.2.4.2 应具备监测成果数据各类图形、报表的组态、动态展示和打印功能。

7.2.4.3 应具备监测数据分析功能，并能创建监测量物理模型。分析方法应包括时空规律分析、对比统计分析和相关回归分析。

7.2.4.4 应具备监测量预测预报、监测成果数据异常判别、监测部位或监测断面异常识别、大坝整体安全状况综合评估及决策建议功能。

7.2.4.5 应对外提供大坝安全监测实时数据、历史数据、监测成果评价结论和预警信息、大坝安全分析与综合评估结论信息、大坝运行维护决策建议信息。

7.2.5 安全防护管理

7.2.5.1 安全防护系统均应具备现地硬接点联动功能，满足安全保障基本需求。

7.2.5.2 应提供多系统联动模式和联动策略配置工具。

7.2.5.3 宜实现现地控制、工业电视、消防、门禁、生产运行管理等系统的联动功能。

7.2.5.4 宜集中展示各安全防护系统的基础信息和实时信息。

8 调试与验收

8.1 调试

8.1.1 系统调试应按照 DL/T 489、DL/T 578、DL/T 1085、DL/T 5211 及相关标准规定执行。

8.1.2 应按照设备、单元、全厂的顺序依次进行调试。

8.1.3 应对正常工况和异常工况分别进行调试。

8.1.4 智能设备和智能电子装置（IED）应进行一致性测试、功能测试、性能测试，并进行不同设备之间的互操作性测试。

8.1.5 一体化平台应进行功能测试、性能测试以及不同业务之间的协同互动功能测试。

8.1.6 智能应用组件应利用仿真方法进行功能测试和性能测试。

8.2 验收

8.2.1 系统验收应按照 DL/T 822 及相关标准。

8.2.2 验收范围应包括网络系统、智能设备、智能电子装置（IED）、一体化平台以及智能应用组件。

8.2.3 智能设备及智能电子装置（IED）应具备 IEC 61850 一致性测试报告，宜具备互操作性测试报告。

8.2.4 应检查产品外观、设备配置和技术文件，确认设计、安装、操作、维护和试验五大类文档的完整性和正确性。

8.2.5 应详细记录验收过程中的缺陷和问题，满足问题处理和系统完善的需求。

附录 A
(资料性附录)
智能水电厂系统示意图

A.1 智能水电厂系统架构见图 A.1 和图 A.2。

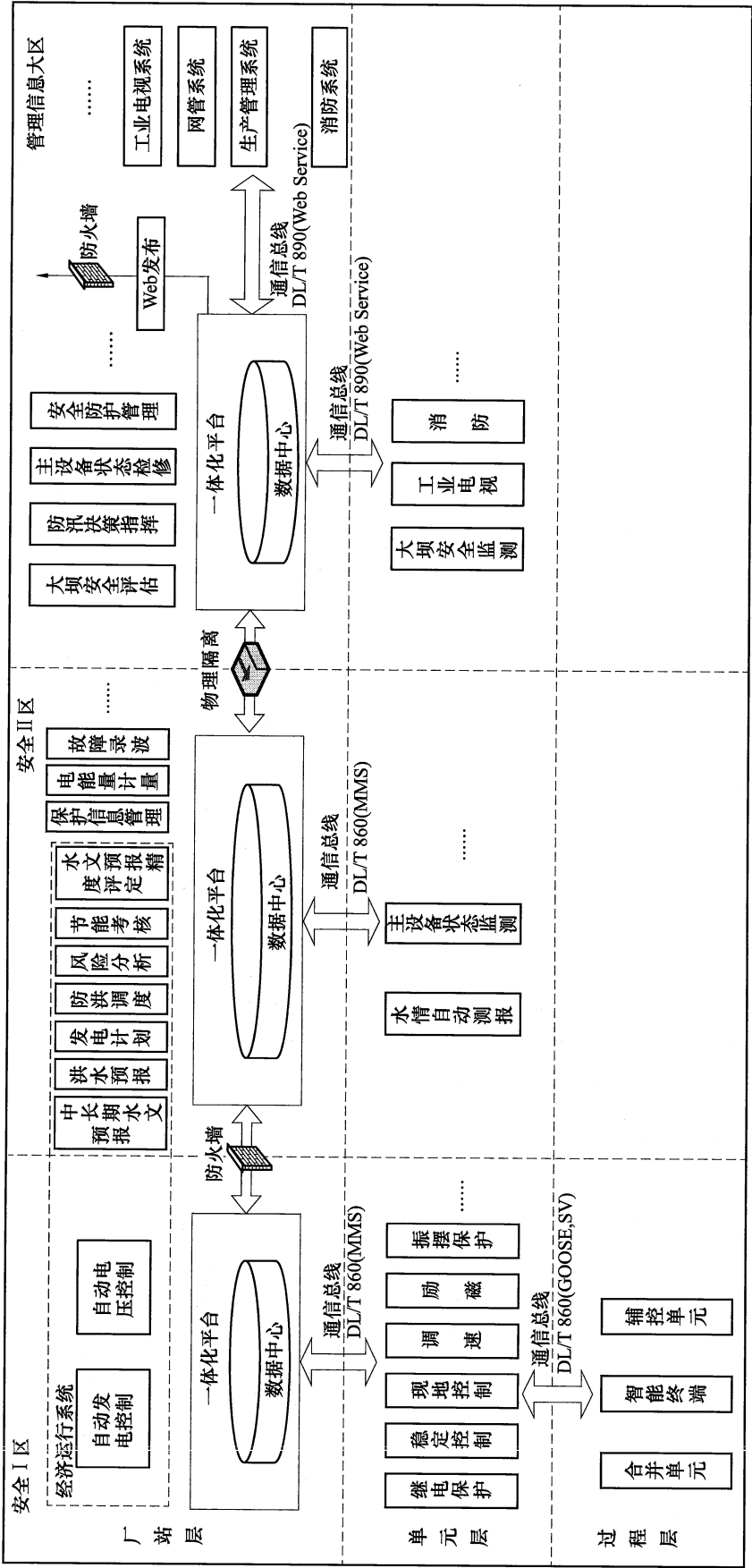


图 A.1 智能水电厂系统架构图（调速、励磁在单元层）

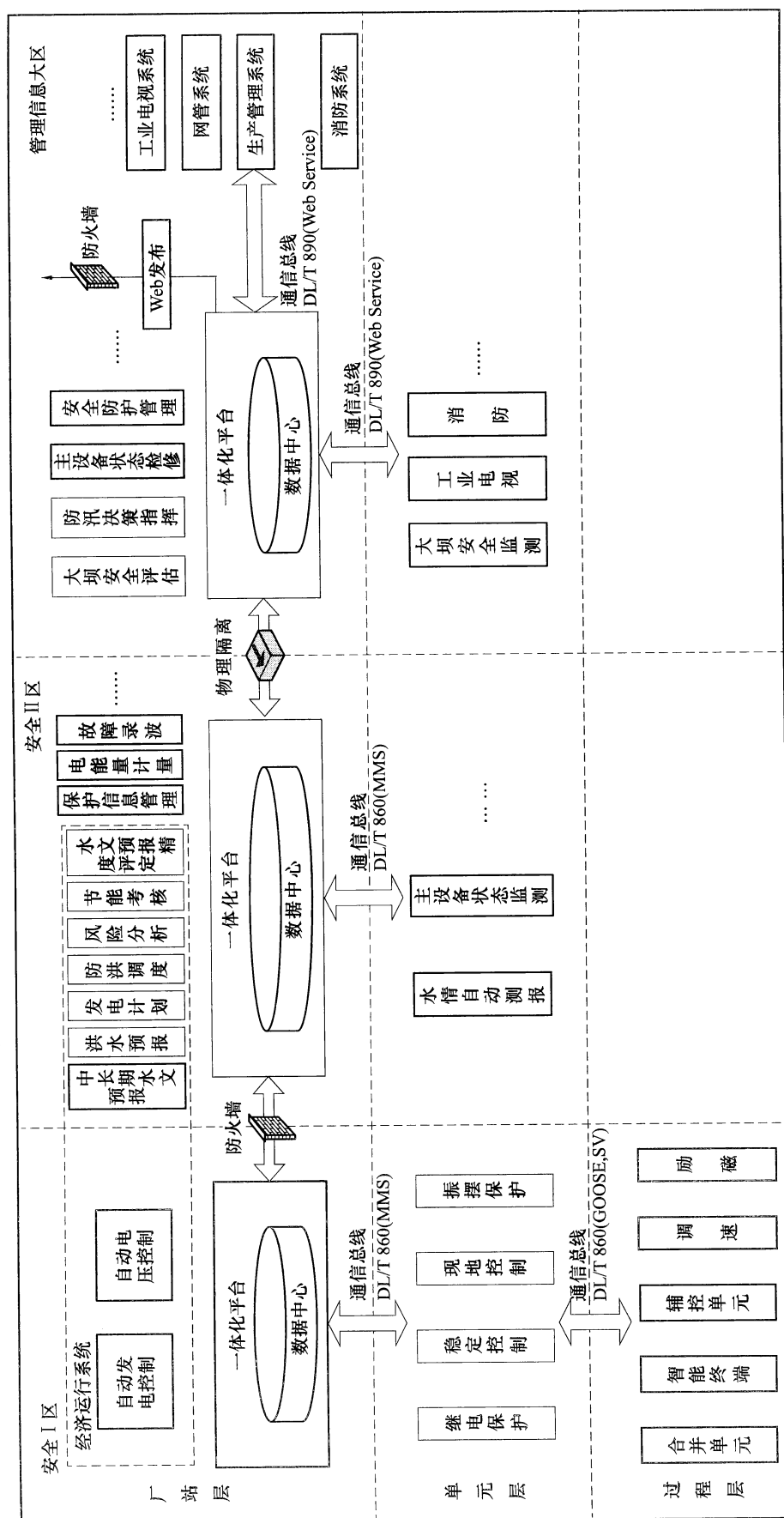


图 A.2 智能水电厂系统架构图（调速、励磁在过程层）

A.2 智能水电厂安全 I 区物理层次示意图见图A.3和图A.4。

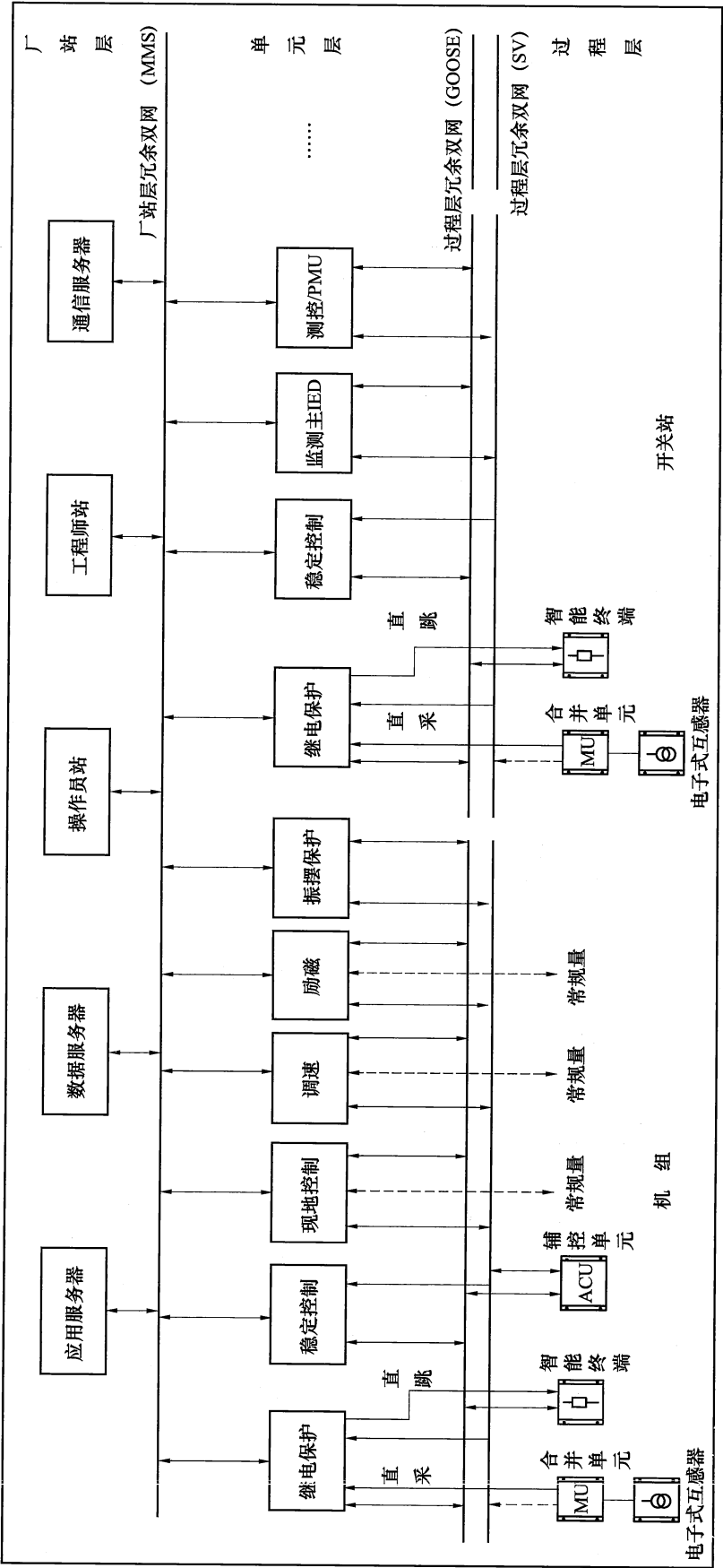


图 A.3 智能水电厂安全 I 区物理层次示意图 (调速、励磁在单元层)

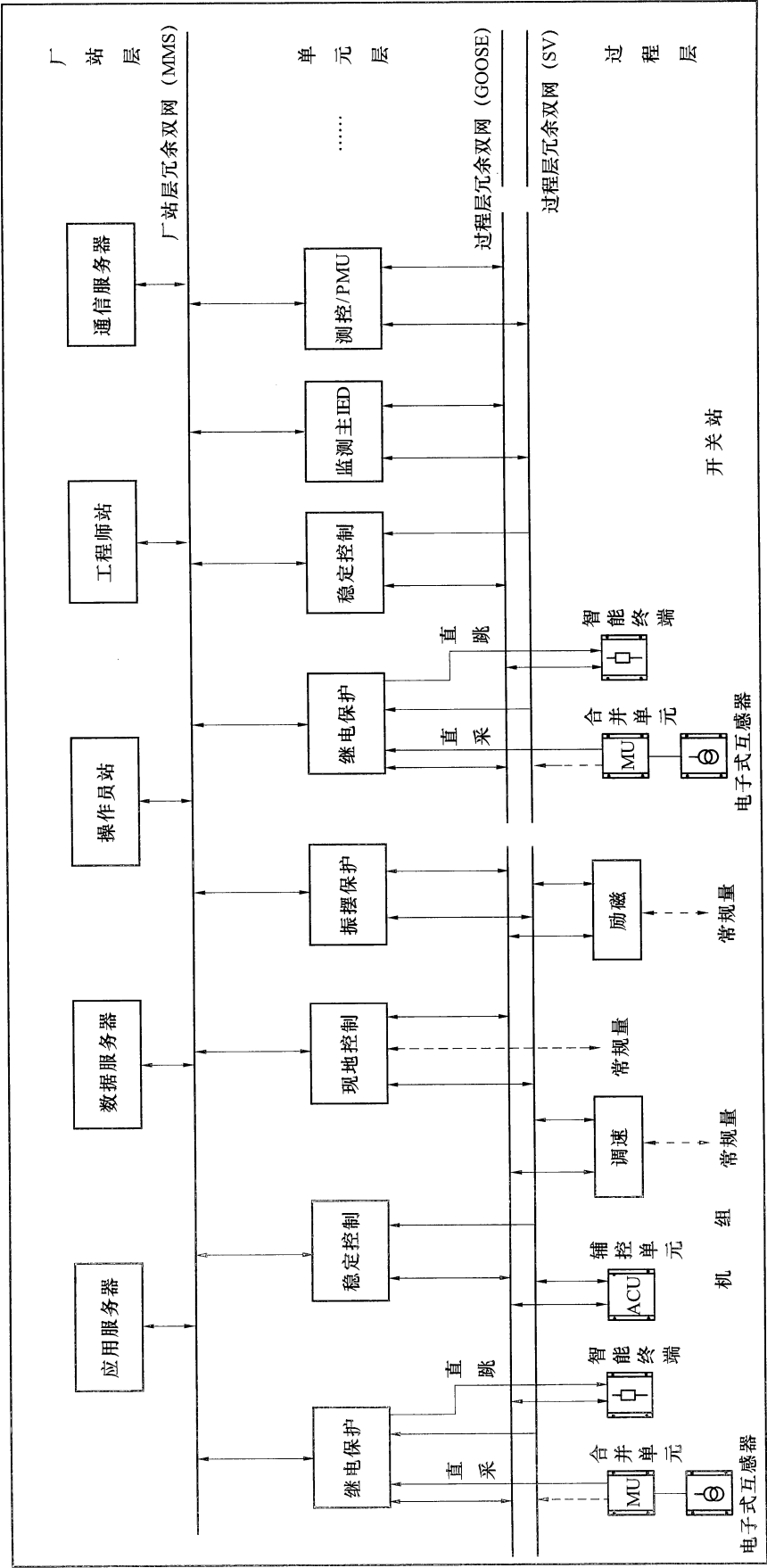


图 A.4 智能水电厂安全 I 区物理层次示意图 (调速、励磁在过程层)

中 华 人 民 共 和 国
电 力 行 业 标 准
智能水电厂技术导则

DL/T 1547 — 2016

*

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京传奇佳彩数码印刷有限公司印刷

*

2016年6月第一版 2016年6月北京第一次印刷

880毫米×1230毫米 16开本 1印张 24千字

印数 001—200册

*

统一书号 155123·3063 定价 9.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签，刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题，我社发行部负责退换

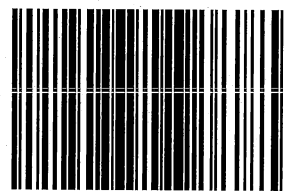
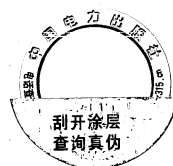
版 权 专 有 翻 印 必 究



中国电力出版社官方微信



掌上电力书屋



155123.3063

上架建议：水利水电工程/

水力发电