

# 智能变电站辅助系统综合监控平台研究

赵英华, 赵卫庆, 朱家庆, 张明

(中交第一航务工程局有限公司)

**摘 要:** 为提升变电站的监测、集中管理与数据共享能力, 确保变电站运行的安全稳定与高效运维, 变电站引入了先进的辅助设备综合监控平台。该辅助设备监控系统综合运用了大数据、物联网、智能感知等先进技术, 并与电力调度系统紧密结合。系统主要涵盖辅助设备监控主机、就地模块、视频监控主机、工作站、服务器、电力监控设备等。在具体实施上, 系统对电力监控系统、火灾报警系统、安全防范系统、SF<sub>6</sub> 监测系统进行了深度融合。通过实时采集变电站电力及辅助设备运行数据, 对采集数据进行高效存储及动态分析, 对变电站运行状态进行实时监控, 对异常情况及时处置。通过引入智能变电站辅助系统监控平台, 实现了数据采集、运行监视、故障分析预警、智能联动管理的功能。

**关键词:** 综合监控平台; 变电站; 通信协议; 辅助系统

## 0 引言

近年来, 国内外学者对智能变电站及其辅助系统进行了广泛的研究。在智能变电站方面, 研究主要集中在设备智能化、系统集成化、运行自动化等方面。通过采用先进的传感器技术、通信技术、数据处理技术和人工智能技术, 智能变电站能够实现设备的实时监控、故障预警、远程控制和智能调度等功能, 显著提高电力系统的稳定性和可靠性。在辅助系统综合监控平台方面, 研究主要集中在平台架构设计、数据集成与处理、远程监控与故障诊断等方面。通过构建统一的数据采集与处理平台, 实现多源数据的融合与共享,

为电力系统的运行维护提供了有力的数据支持。同时, 通过引入远程监控与故障诊断技术, 实现了对电力设备的实时监控和故障预警, 有效降低了设备故障率, 提高了电力系统的运行效率。

本文针对 110 kV 变电站, 对其智能变电站辅助系统综合监控平台进行深入研究和探讨。通过综合运用计算机、远程动力和通信技术, 实现电力系统的调度自动化, 提高运行效率和可靠性。

## 1 控制系统

用户站在运营同时还需接受上级电网调度, 纳入上级电网监管, 辅助设备监控系统拓扑架构图见图 1。

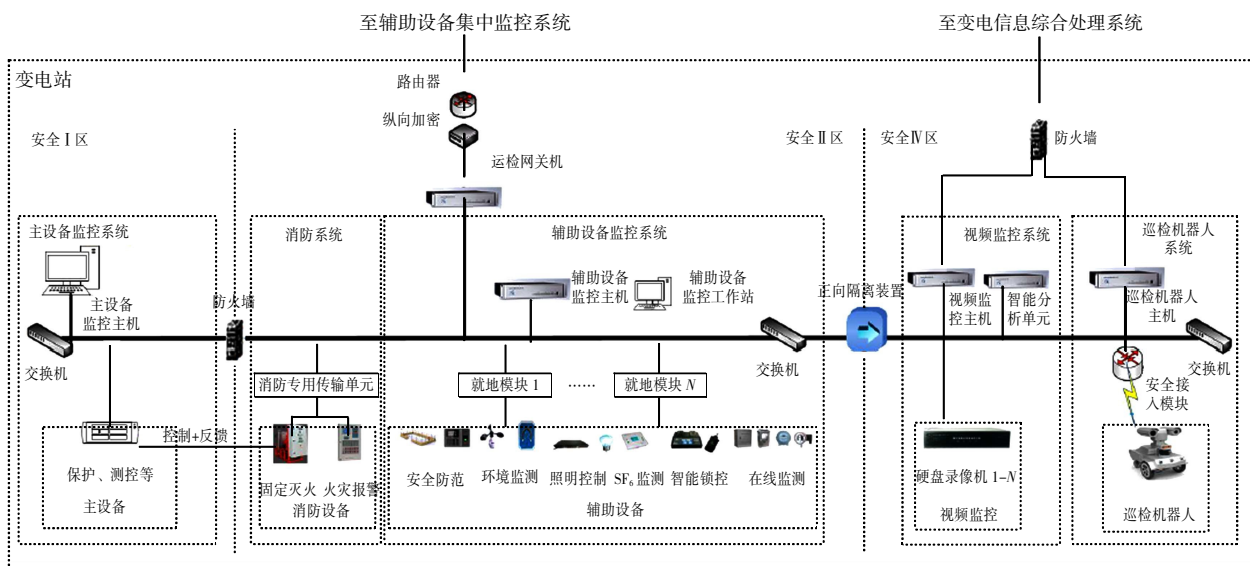


图 1 辅助设备监控系统拓扑架构图

根据工程实际并结合上级电网安全要求,将监控主机部署在安全Ⅰ区,通过安全Ⅰ区在线连接、消防、安全防范、环境监测、照明锁定控制等辅助装置信息进行控制。通过防火墙将安全Ⅰ区主要设备监控系统联动信息安全连接到隔离装置安全Ⅳ区影像监控主机上发送信息。配置图像监控主机接入安全Ⅳ区,安全Ⅳ区变电所工业摄像机图像监控信息,通过隔离装置实现图像联动辅助装置<sup>[1]</sup>。辅助监控系统和辅助设备在集中监控

系统之间,通过安全Ⅱ区部分管理数据通信网进行信息交流,安全Ⅳ区部分综合数据通信网进行信息交流。

2 辅助系统综合监控平台设计功能

1) 软件架构

辅助设备监测系统具有软件构架标准化、模式化设计包、软件构架良好的移植性、扩展性,可应用于不同规模的变电所。

辅助设备监控软件模块架构示意图见图 2。

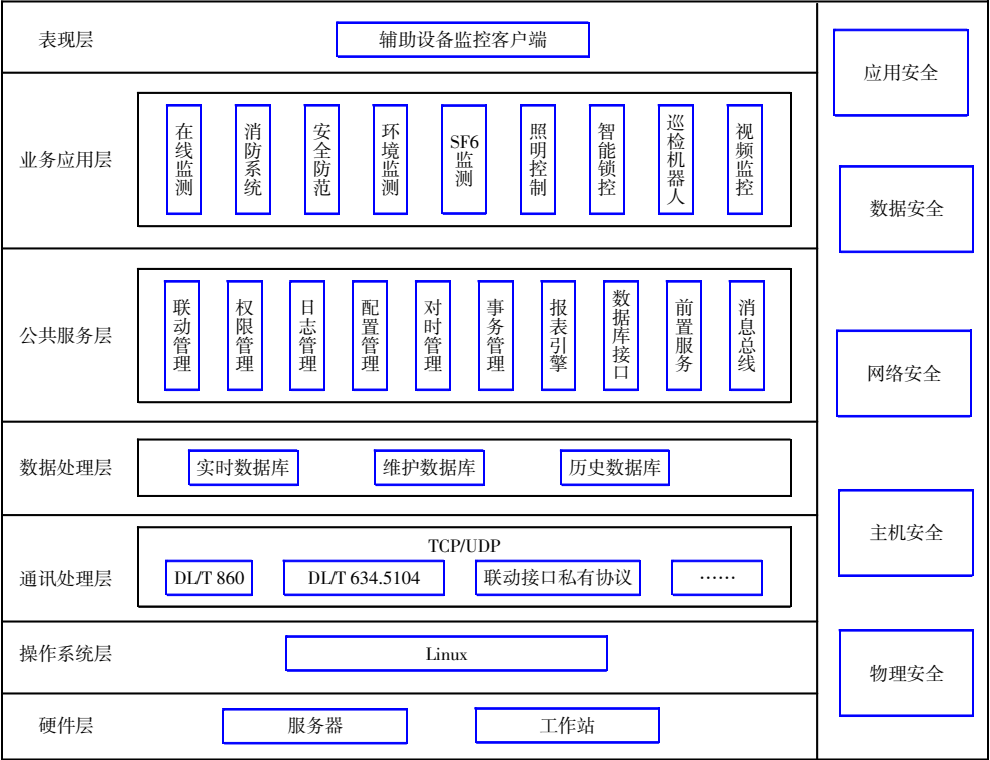


图 2 110 kV 变电站辅助设备监控软件模块架构示意图

2) 全站总览: 辅控子系统导航菜单, 厂站三维图和网络架构图, 变电站的运行信息、越限信息、联动信息及近期出现的一些异常设备信息。通过全站总览的信息展示可以直观看出哪些设备出现了问题, 点击界面左边的导航树, 在全站总览界面可以跳转进入到下一级页面的子页面。

3) 全站报文: 包括对应信号的站端名称、时间、设备名称、事件内容、告警级别、所属子系统、操作结果。告警级别分为三级: 危急、一般、正常, 通过系统配置可对每个对应告警级别用不同的颜色表示, 且每条信息可以逐条确认。告警信息可按日期、时间、子系统、汇控柜、设备名称等信息查询过滤信息。

4) 越限信息: 主要包括信息对应的站端名

称、时间、设备名称、事件内容、当前测量值、越限范围、偏移量、所属子系统、操作结果。每条信息可以逐条确认。

5) 异常设备: 主要包括对应的站端名称、时间、设备名称、事件内容、所属子系统、操作结果。每条信息可以逐条确认。异常设备信息可按时间、子系统、设备名称等信息查询过滤信息。

6) 在线监测子系统: 主要有设备配置信息、设备故障信息、越限信息、异常设备。具备监测数据远方控制、状态告警等功能。

7) 消防系统: 主要包括消防设备的位置、布线、运行状态以及主要运行参数, 显示消防系统的运行信息, 保护设备状态、通信状态、火灾总告警、异常设备信息、消防管理信息。消防系统

监控具备对火灾报警确认；固定灭火系统的本地和远程启动、停止操作，手动、自动模式本地切换操作等功能。

8) 安全防范系统：主要包括系统的设备配置、异常设备，包含设备种类、设备数量和故障数量、系统的入侵信息。防入侵告警声光报警自动控制，触发时间可调，声光报警延时设置；电子围栏检修挂牌；门禁控制器设备配置修改、权限设置等远程或本地操作、紧急开门控制。

9) 环境监测：安全防范系统主要展示全站安全防范二维图和网络架构图切换、系统的设备配置、异常设备，包含设备种类、设备数量和故障数量、系统的入侵信息。安全防范系统可进行系统布防或撤防的本地和远方操作；防入侵告警声光报警自动控制，触发时间可调，声光报警延时设置；电子围栏检修挂牌。

10) SF<sub>6</sub> 监测：显示室内 SF<sub>6</sub> 气体泄露监测系统越限信息、异常设备。系统操作包括排风机的远程启动或停止控制、定时控制、检修挂牌；SF<sub>6</sub>、氧气浓度阈值告警配置，支持告警方式设置；SF<sub>6</sub> 告警，自动提示排风机启动、确认操作；SF<sub>6</sub> 告警，自动启动现场声光报警。

11) 照明控制：包含照明控制器、照明灯具以及开启的照明灯具数量、控制器正常以及故障数量、近期出现的异常设备。系统具备本地控制、区域控制、策略控制、定时控制、远方控制等多种照明回路控制方式。

12) 智能联动：包括智能联动时间、联动事件、联动状态以及联动事件类型确认时间、联动

设备、发起联动信号时间、联动结果反馈时间<sup>[2]</sup>、联动前设备状态、联动后设备状态、联动结果。系统具备主辅系统间联动和辅助设备监控子系统间联动管理：根据主变压器、断路器等一次设备的非电量告警信号，单体一次设备融合后的总告警信号，保护动作跳闸信号，辅助设备告警信号，联动开启灯光照明；启动现场声光报警；门禁紧急开门联动提示和确认、操作，方便火灾区域的人员逃生；现场空调、风机的开启或关闭联动提示和确认、操作。

13) 报表系统：报表工具以独立进程的形式运行，有“编辑状态”和“查询状态”2 种运行方式。“编辑状态”下可以进行报表的配置与组态，供报表设计人员使用；“查询状态”下可查询和打印报表，供一般运行人员使用。报表支持常规和特殊两大类型报表。常规报表用于循环数据，特殊报表用于事件类、设备类和综合类数据。其中常规报表又分为日报、月报、季报、半年报和年报 5 类。

### 3 辅助系统综合监控平台软硬件组成

#### 3.1 硬件系统配置原则

智能变电站辅助系统综合监控平台系统是分散结构，由符合国际标准的、普遍的、先进的、可靠的多台服务器、工作站、网络设备及相关设备组成，不同的应用可分散在不同节点，对一切应用服务进行冗余配备且分散部署，满足功能完善、性能稳定、维护方便的要求，在结构和功能上均实现分布式部署。设备配置充分考虑了容量、结构和功能设计的可扩展性。调度自动化系统网络拓扑图见图 3。

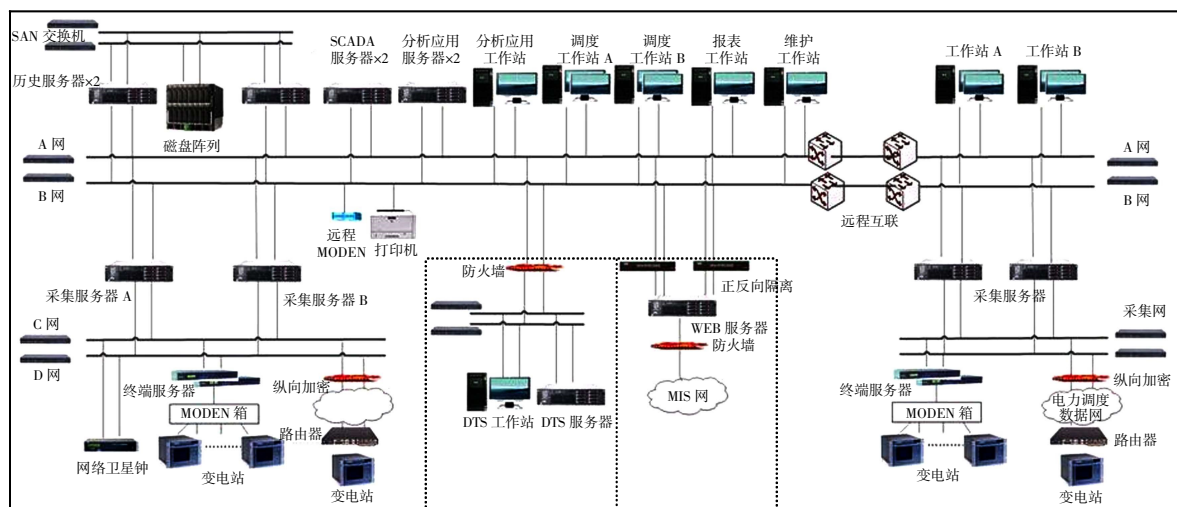


图 3 调度自动化系统网络拓扑图

3.2 服务器

所有服务器均采用冗双机余配置，提高系统的安全性，也可根据实际需要对部分类型的服务器进行合并。前置服务器数量根据广域采集模式调整。

服务器类型及主要功能见表 1。

表 1 服务器类型及主要功能

类型	主要功能
数据服务器	数据存储、统计和数据查询
采集服务器	集厂站端数据、接收电力调度数据网实时数据
SCADA 服务器	对采集的数据、信息等进行处理
分析应用服务器	实现网络分析、辅助决策等
DTS 服务器	实现培训仿真
WEB 服务器	实现信息发布等

3.3 工作站

工作站采用 PC 机或图形工作站，摆放在调度台内，方便维护管理。工作站包括调度员工作站，配置 2 台，采用双屏显示，主要功能是调度员的日常操作与监控；分析应用工作站 配置 2 台，主要实现网络分析、辅助决策等功能；维护或报表工作站，主要功能是日常的系统维护和报表打印等。

3.4 采集通讯系统

前置系统包括前置网络设备、支持双路独立电源输入的标准工业机柜和模拟通道板或数字通道板等部分，关键设备冗余配置；提供带有安全性措施的成组广播通信机制和使用 TCP/IP 进行通信的点对点通信机制。

3.5 网络系统

网络系统包括主干网、前置采集网以及Ⅲ区 Web 网；网络交换机端口除满足需求外，还留有备用；实现了实时监控、网络分析、培训仿真、辅助决策、调度计划等功能，满足电网运行监视全景化、安全分析智能化、调整控制前瞻化、运行评价动态化的需求，保证电网的安全。

3.6 软件配置原则

系统软件基于 SOA 架构、遵循分层构件化及应用模块化的设计原则，由以下组件组成：分布式管理中间件、数据库访问中间件、实时数据中间件、图形接口中间件、第三方接口中间件等，在平台提供的中间件的基础上，开发各种应用功能，实现应用在异构硬件平台及不同操作系统上

的分布式部署。

3.7 操作系统

采用 HP-UX\IBM-AIX\Solaris\RedHat 等操作系统，支持国产系统。

3.8 数据库

普通的商用关系数据库能够被当作历史数据库平台使用、网格模型、图形文件和参数存储平台使用。数据库一般选用国产数据库。

4 辅助系统综合监控平台设计的重点和难点

4.1 通信系统调试

辅助系统综合监控平台需要与主站通信，同时还需要将视频监控、安全防范、消防报警、通风系统、SF6 检测系统等接入进平台，涉及 TCP/IP、Modbus、MCB 等协议，硬件层面上还有根据协议产生的不同接口类型。由于各子系统所用通信协议及规约不同，同时子系统数量很多，要规划好中间转换协议开发的类型，同时要考虑不同接口类型的硬件转换设备，做到尽量统一。实际应用时将协议按 TCP/IP、Modbus、IEC61850<sup>[3]</sup>进行分类，最终实现以太网进行通信。

4.2 网络分区

辅助系统综合监控平台实际应用是在站端运行，不参与上级电网调度，从网络安全方面考虑，要合理进行分区，通过划分网络分区的方式将辅控平台规划到网络二区，不参与上级电网调度，同时在网络一区和网络二区间加设正反向隔离装置，实现软硬件同步隔离。

4.3 设备的选型

服务器、工作站、交换机、通信管理机、磁盘阵列等设备需要长期在线，才能保证平台系统的稳定运行，减少出现宕机及掉电情况的发生，同时当出现宕机或掉电情况时应保证数据及时备份，再次上电能及时恢复数据。

1) 监控平台设备选择

监控平台所有设备均采用双机冗余配置，配备双控制器及双电源，同时供电系统采用交直流电源系统供电，当供电主回路出现故障断电后可利用交直流电源系统进行供电。

2) 数据备份

监控平台采用双机冗余备份配置，可以对数据库中的所有信息进行备份，同时可以针对不同的历史数据设置备份周期，定期进行备份。当实时数据库服务器在离线时重新在线化时，系统会

自动地依靠关系数据库实现离线服务器的基础同步，再依靠主服务器实现正确的同步。

当关闭 2 个历史数据库服务器时，实时系统仍然可以持续工作 24 h 以上，如果历史数据库服务器恢复正常，就能够恢复结束期间的历史数据。通过数据追踪，可以大大提高系统运行稳定的可靠性。

## 5 结语

智能变电站辅助系统综合监控平台以“智能感知和智能控制”为核心，通过各种物联网技术，对全站主要电气设备、关键设备安装地点以及周围环境进行全天候状态监视和智能控制，完成环境、视频、火灾消防、采暖通风、照明、SF<sub>6</sub>、安全防范、门禁、变压器、配电、UPS 等子系统的数据采集和监控，实现集中管理和一体化集成联动，为变电站的安全生产提供可靠的保障，从而解决了变电站安全运营的“在控”、“可控”和“易控”等问题。

变电站辅助系统综合监控平台实现变电站“数据集成、业务协同、管理集中、资源共享”的

管理要求，实现信息的集中采集、集中传输、集中分析、集中应用，实现与其他系统的交互应用，从根本上消除产生“信息孤岛”的局面。

本研究完成的智能变电站辅助系统综合监控平台，能够较好地运用于大型变电站生产监控中，在一定程度上提高了变电站监管质量和工作效率。然而，当前研究仍存在一些不足之处。一方面，智能变电站及其辅助系统的研究主要集中在技术层面，对于其在实际运行中的性能评估和优化策略缺乏深入研究。另一方面，不同地区的电力系统具有不同的特点和需求，如何根据具体情况进行智能变电站及其辅助系统的定制化设计和优化仍需进一步探索。

## 参考文献：

- [1] 吴金宇,陶文伟,吴昊,等.智能变电站主动安全防御体系构建探索[J].电气自动化,2021,43(3):112-114,118.
- [2] 李建芳.基于大数据处理技术的智能变电站应用分析[J].现代工业经济和信息化,2021,11(12):100-101,113.
- [3] 祝尧涵.基于 IEC61850 的智能变电站通信网络分析[J].自动化应用,2022(12):91-93.