

随着国网公司“三集五大”，特别是“大运行”、“大检修”管理体系建设的逐步实施和智能变电站推广应用，辅助监控系统对变电站日常运维管理发挥着越来越重要的作用，其中安全保障方面的作用更显得尤为突出，本文将以辅助监控系统在变电站运维工作中的安全保障应用为侧重点展开探讨。

变电站辅助监控系统 安全运维应用探讨

概述

变电站辅助监控系统以自动化技术、计算机技术、网络通信技术、视频处理技术以及智能控制、视频联动、视频分析等技术为基础，实现对变电站主要电气设备、重要辅助设备及其周边环境进行全天候的监控，包括对变电站动力环境、视频图像、火灾报警、消防、照明、采暖通风、安防报警、门禁等进行在线监视和智能控制。辅助监控系统是提高变电站运行维护管理能力，实现电网的设备工况远程监视、远程操作辅助监视、现场工作行为监督、事故及障碍辅助分析、应急指挥及演练、安全警卫、各类专项检查等功能的统一、综合性平台，也是实现电网运行管理信息化和电力系统安全生产的重要技术手段。

随着国网公司“三集五大”，特别是“大运行”、“大检修”管理体系建设的逐步实施和智能变电站推广应用，辅助监控系统对变电站日常运维管理发挥着越来越重要的作用，其中安全保障方面的作用更显得尤为突出，本文将以辅助监控系统在变电站运维工作中的安全保障应用为侧重点展开探讨。

人员及作业安全

● 远程作业安全监护

变电站大多造成人员伤亡的安全事故都出现在现场作业过程中，所以针对作业过程的安全监护是非常有必要的，目前大部分运维单位针对作业的监护还是仅仅依赖现场监护人员进行，缺少远程监护手段，一旦现场监护人员疏忽大意，则容易发生安全事故。

通过变电站辅助监控系统，在现场主要设备区域和作业点附近安装高速可控摄像机，使运行管理人员在监控中心和各值班点远程就能够实时监视现场作业情况和人员状态，可以作为现场安全监管的一种备用手段。甚至可以给现场作业人员配备移动音视频终端，把现场情况实时传输回监控中心，监控中心管理人员可以通过语音对讲功能对现场作业进行技术指导和安全监护工作，大大地提升了设备、人员、作业的综合管控效率。

● 作业过程危险点分析及警示

变电站辅助监控系统可以建立以设备单元为基础的危险源数据库，将存在隐患的设备及可能出现的人身风险输入数据库中，在进行操作任务模拟时，根据操作项目、操作任务或手工输入等方式自动生成本次操作的危险点分析与预控措施，也可根据一定的模板形成电子预控单，在模拟完成后将这些危险点分析与预控措施结合电子操作票同时下传到手持终端上，在现场操作时，根据电子预控单对涉及到人身危险的操作细节给出语音提醒，保证人身及作业安全。

运行管理安全

● 运行场景可视化

目前绝大部分变电站均为无人值班变电站，现场设备的运行管理主要依赖运维中心进行远程监控管理，在这种管理模式下，如何让变电站辅助监控系统通过各种可视化手段保证运行管理安全变得尤为重要。变电站辅助监控系统通过在现场设备区域安装高速可控摄像机，采用视频联动跟踪技术，实现远方对就地设备的可视化管理，提升运行管理的安全性。

运行值班人员在远方监控中心进行设备遥控操作或现场有告警信号发生时，监视器上自动弹出现场相应设备和作业点的视频画面，运行人员可在监控中心第一时间了解到待操作设备或告警设备及区域的实时状况，一旦有异常发生，可根据具体情况作出及时处理，消除隐患，减少事故发生。在领导及相关专业人员需要随时关注现场情况时，也可以通过移动平板、智能手机等设备随时了解日常设备的运行状况及事故状态下的现场情况。对已发生的事故，也可以通过录像回放进行过程追溯，提高事故的分析效率和准确率。

● 视频分析智能化

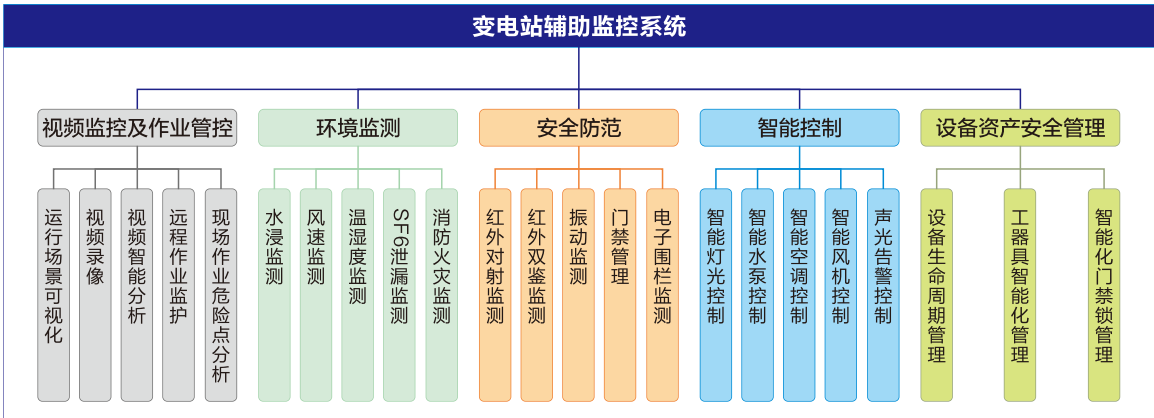
传统视频监控系统只能实时反映现场的视频图像和录像信息，并不能对前端的视频信息进行智能分析及安全预警，在运行管理安全方面还远远不能满足变电站运行人员的应用需求。随着变电站辅助监控系统中视频监控方面的应用需求越来越广，视频智能分析在运行管理安全方面的作用也逐步得到大家的关注，如设备状态的变化判断、指示灯的变化判断、人员行为异常判断、安全越界预警等等。这些技术的应用有的能够帮助远方操作人员对设备操作结果进行辅助判断，有的能够对危及设备或人身安全的现场状态提出预警，它们均可有效提升变电站日常的运行管理安全保障能力。

设备资产安全应用

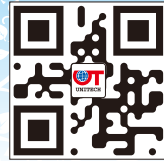
● 变电站设备生命周期管理

设备资产安全离不开安全、规范的设备生命周期管理工作，包含规划、投资、项目建设、运行维护与检修、试验、处置报废等内容，而设备状态监测是运行维护与检修阶段的重要技术手段之一，在无法进行实时监测的区域，辅助监控系统可采用智能手持终端在现场进行设备状态信息的采集、记录，代替传统的多种设备手工采集，纸张记录办法，能够有效的提高工作效率。

在设备巡检等工作中，发现新的或是已记录未消缺的缺陷，可利用手持终端进行缺陷记录、照片记录等工作，并对已记录的缺陷进行分级。如果缺陷会对设备操作造成一定的影响，将其纳入危险点库，为危险点预控提供依据。



微信二维码



网站二维码



让生活因电网安全更美好

新闻速递 News

优特科技通过 ISO9001、ISO14001、OHSAS18001监督审核



2015年2月4至6日，通标标准技术服务有限公司（SGS）对珠海优特电力科技股份有限公司进行了ISO9001、ISO14001、OHSAS18001管理体系监督审核。

审核组对管理者代表、流程与信息部、生产部、计划部、研发中心等进行现场审核后，对我公司管理体系的运行绩效给予了充分的肯定。

优特科技自成立以来，十分重视公司的产品质量和内部管理，建立了标准化、系统化的管理制度，实现经营管理的统筹规划、协调一致。我们相信只有与顾客、员工等相关方协同合作，才能打造综合竞争优势，实现多方共赢，最终为整个社会的持续发展做出贡献。

优特科技两产品获评广东省高新技术产品

根据《关于组织申报广东省2014年高新技术产品认定的通知》（粤高企协〔2014〕32号）的要求，经企业申报、专家评审等程序，2014年广东省高新技术产品认定评审工作已完成。珠海优特电力科技股份有限公司自主研发的“智能变电站微机型防止电气误操作系统”、“智能电网协调控制系统”两产品的技术创新性得到了政府专家的认可，被广东省高新技术企业协会认定为“广东省高新技术产品”。

广东省高新技术产品，是广东省实施产品技术战略的重要内容之一，是提高产品质量总体水平、企业开拓市场能力和产业整体素质的重要砝码，也是优化产业结构，增强经济发展后劲的强大动力。此次“高新技术产品”称号的认定，是对优特科技始终坚持自主创新的认可和鼓励。面向未来，优特科技将继续立足于“为电力自动化领域提供安全、可靠和易于操作的最佳解决方案”的使命，不断贴近用户，更好地服务社会。

● 工器具智能化管理

结合物联网和RFID识别技术，在每台设备及工器具上安装对应的识别标签，利用智能的工器具柜，对材料房内的工器具存、取和使用过程进行规范化、电子化管理。工器具柜内置无线扫描识别装置，自动扫描材料库内所有工器具的数量，对取走和归还自动化记录，并自动清点数量。同时，还可通过辅助监控系统实现所有工器具的台账管理、生命周期管理、试验（寿命）到期提醒告警等功能，实现规范化与智能化管理，保证工器具的使用安全。

● 智能化设备门锁管理

实现用一把智能钥匙对所有非防误类锁具（如箱门锁、柜门锁等）的智能门锁管理功能，钥匙权限可灵活设置，可按区域、电压等级、设备进行权限分配，可详细记录各种操作信息，并上传至辅助监控系统后台进行管理，使钥匙管理化繁为简，不必从一大串钥匙中大海捞针，有效解决变电站钥匙管理的难题。

结束语

随着电网公司“大运行”、“大检修”管理模式的建设和推广，辅助监控系统在变电站运维管理中显得越来越重要，尤其在安全保障工作中起的作用尤为突出，不管是日常的运维管理、现场作业的监督指导、设备的安全管理和预警，还是事故后的处理和分析，变电站辅助监控系统都将起到不可或缺的作用。在保障变电站运维安全的同时，辅助监控系统应用还可以有效提高变电站运维管理的智能化、自动化、信息化水平，提升工作质量和效率，所以针对变电站辅助监控系统各种应用需求的深入挖掘和创新应用是非常有意义的。▲

为解决无人值班变电站锁种类繁多、钥匙管理混乱的问题，我公司研发的JOYO-E1智能锁具管理系统，实现了对变电站内所有非五防类锁具的集中管理。

JOYO-E1智能锁具管理系统及其应用分析

系统介绍

为解决无人值班变电站门锁种类繁多、钥匙管理混乱的问题，我公司研发的JOYO-E1智能锁具管理系统，实现了对变电站内所有非五防类锁具的集中管理。

如变电站内的各房间门、箱柜门、爬梯以及操作设备钥匙都需要集中统一管理，在发电厂除电气设备的相关钥匙外，还涉及汽机、锅炉、煤场等原动机及辅助设备的钥匙都需要进行统一管理。

在迈入21世纪信息时代后，各个厂站的钥匙管理还停留在上个世纪的水平，首先由值班员填写钥匙使用台帐，并由使用人亲自签名，然后才能从值班室的钥匙箱中找出钥匙盘或钥匙牌，再打开相关的房间门、柜门或箱门，才能进行工作。在整个工作过程中，自动化程度不高，产生了许多难追溯的中间环节，增加了管理难度，使得安全操作存在风险和隐患。

针对以上情况，珠海优特电力科技股份有限公司开发了JOYO-E1智能锁具管理系统，解决了钥匙管理的混乱、无序、难以追溯的问题，并结合了优特公司在防误锁具及操作管理方面多年的经验，采用授权开票和图形开票等多种方式，具有无序、重复的开锁特点，大大减轻了现场钥匙管理的工作量，显著提高了现场操作人员的工作效率。该系统具有如下主要特点：

- 具有严格的权限管理机制，防止非法使用。
- 自动生成开锁记录，可对历史开锁情况进行追溯。
- 具有图形、短信、授权等多种使用方式，满足不同地使用习惯。

系统组成



图1 JOYO-E1智能锁具管理系统结构图

JOYO-E1智能锁具管理系统由管理软件、钥匙、传输适配器（充电座）和锁具组成。

● 管理软件

用于存贮所有锁具信息以及开锁人员信息，生成开锁序列，并发送给钥匙。同时保存钥匙上传的开锁记录，便于浏览和查询。

● 钥匙

专用开锁钥匙，经过授权可开启所辖范围内的所有锁具。钥匙存放了所有的锁具信息，具备权限管理功能，可自动记录开锁全过程。

● 传输适配器

用于系统与钥匙之间的数据通信功能，同时具备钥匙的充电功能。

● 锁具系列

- 户外端子箱和机构箱、操作箱等，可选用挂锁、把手锁、平面锁。
- 户内的房间门、防盗门，根据原有锁具类型，选用插芯锁、盒锁。
- 户内防火门上的锁具，选用防火门锁。
- 户内屏柜的把手锁，选用连杆锁。

应用分析

随着信息化和智能化的发展，智能锁具管理系统作为智能化、信息化的一部分，可以横向和纵向整合到其他高级系统中，提供相关的服务，满足集成化要求，提高使用单位对设备的整体管理。我们做了如下几个方向讨论，供读者参考。

● 功能性扩展

由于门禁与智能锁具管理系统各具特点，门禁可实时状态检测，智能锁具管理系统施工简单。特别是在对通道门的管理上，相互有交叉的地方（如图2所示）。因此，把门禁系统和智能锁具管理系统进行整合，同时具有两个系统的特点，满足现场需求。



图2 功能扩展图

● 与其他系统整合

智能锁具管理系统可与其他系统进行整合，实现对锁

具的开关锁功能、开锁记录和人员权限控制。在加入到各种中、大型信息管理系统后，为实现系统高级应用功能提供数据依据。如图3所示。

智能锁具管理系统可以整合到中型信息管理系统——辅助监控系统中，作为辅助监控系统的子系统，实现对门禁、箱柜门锁等设备管理的统一监视；辅助监控系统随着企业信息化的不断演进，整合形成大型信息管理系统——电力资产管理系统，实现对电力系统中的各种电力设备和器材的综合管理，为运行、管理人员提供实时、正确的资产状况信息，保证电力企业的健康发展。



图3 系统整合图

● 应用领域扩展

智能锁具管理系统针对锁具的智能化管理，因此不具有行业限制，可以广泛应用于电力、工业自动化等多个领域（如图4所示），具有良好的多领域应用前景。



图4 应用领域图

结 论

JOYO-E1智能锁具管理系统实现了使用一把智能钥匙开启所有锁具的功能，既可广泛应用于供电系统内的发电厂、变电站、配电、工厂供电系统中，还可以应用于工矿企业、事业单位、机构单位中的普通门锁，为锁具的管理提供了信息化、智能化、科学化的平台，因此智能锁具管理系统具有广阔的发展前景，可大力推广。▲

优特科技

让生活
因电网安全更美好

防误系统

电力自动化

智能配电

辅助系统

钥匙一对多 开锁轻松多

JOYO-E1 智能锁具管理系统

JOYO-E1 智能锁具管理系统，只需一把智能钥匙，就可打开所有端子箱、机构箱、测控屏柜、爬梯、高压室、继保室等锁具，让您的操作轻装上阵，从此不必再从一大串钥匙中大海捞针，彻底解决变电站钥匙管理的难题。在方便操作的同时，还可以实现人员出入权限管理及开锁记录管理，是变电站内实用、安全、可靠的锁具管理工具。

指定开锁

分层集控

远程信息交互

人员权限

操作记录查询

设备数据

后备功能扩展

优特科技

让生活
因电网安全更美好

防误系统

电力自动化

智能配电

辅助系统

调控一体运行模式和运维一体化 管理模式的防误整体解决方案

JOYO-R卓越调控防误综合操作系统

随着调控一体化、运维一体化逐步实施，生产作业、电气操作模式发生了新的变化，调控一体化后，调管范围扩大，调度人员工作压力加大、繁忙程度增高，存在误调度、误遥控的风险；运维一体化后，检修人员需要完成变电站倒闸操作，面对多个无人值班变电站的复杂设备、不同的电气接线和设备类型，电气误操作事故发生的几率大大提高。JOYO-R卓越调控防误综合操作系统，针对“调控一体”运行模式设计，从区域电网生产作业、电气操作模式及操作全过程的防误需求考虑，将各个环节可能产生电气误操作风险因素纳入到防误体系中。实现从调度指令开出、分解、流转，到具体操作执行全过程的防误，有效地防止误调度、误遥控、误操作、不按调令操作等事故的发生。

全过程防误校验

智能拓扑防误

设备唯一操作权

调令绑定

潮流分析

站间闭锁

智能开票/语义解析

遥控操作强制闭锁

怎样利用技术手段实现调控一体化操作各环节的防误，满足防误操作全面性和强制性的要求，有效预控安全风险，确保“三集五大”体系安全平稳实施，是一个急需解决的问题。

调控一体运行模式下的防误工程应用案例

概述

目前，国网公司“三集五大”建设正在全面推进，其中“大运行”体系所建立的“调控一体化”运行管理模式，给倒闸操作方式带来了新的变化，也给防误操作带来了新的挑战。因此，怎样利用技术手段实现调控一体化操作各环节的防误，满足防误操作全面性和强制性的要求，有效预控安全风险，确保“三集五大”体系安全平稳实施，是一个急需解决的问题。

为满足某省电网变电站无人值守深化和提升的要求，某省电力公司提出了调控中心远方操作至冷备用的建设目标，项目相关人员通过对国网公司“大运行”、“大检修”实施方案的学习和理解，并对照目前该省调控系统生产组织形式、流程、安规、调规等方面内容进行了深入分析，提出以系统平台标准化、系统功能集成化、系统应用智能化为设计目标的解决方案。

系统方案

在现有调控技术支持系统稳态监控模型上扩展防误模型，在统一基础平台上开发防误应用，满足调度远方遥控操作到冷备用状态下的防误需求，对调度指令票、监控遥控操作票、调度下令、遥控操作的调控操作全过程提供网络拓扑防误、五防逻辑公式校验、二次设备防误校验的全方位防误校验。

为了更好实现集中监控防误需求，系统与变电站微机五防系统互联，获取临时接地线、网（柜）门、防误闭锁继电器的解/闭锁状态信息，构成完整统一的防误数据模型，实现了防误闭锁、操作预演、远控操作票、智能规则库、防误校验等调控所需的功能，提高调控操作的可靠性和安全性。

采用调控信息和防误信息统一单端维护和变电站防误逻辑“源端维护”技术，避免多点维护带来的人为误差，保证系统数据的一致性和可靠性，降低误调度、误操作的风险。

共享一体化调控操作技术支撑平台提供的消息总线、服务总线等标准通信方式，共享图形、模型、数据、消息、服务、流程流转、系统管理的标准化接口，实现一体化建模、一体化采集、一体化展示、一体化流程管控功能。

一体化防误模块作为省调D5000平台之上的一个标准服务，通过D5000平台提供的数据、消息、权限管理等支撑功能，提供标准D5000服务接口，纳入平台统一管理。功能逻辑关系如图1所示。

硬件架构

在硬件上，本项目采用了基于现有的省调调控一体化技术支持系统的硬件平台进行扩展配置和一体化部署，设备部署在安全Ⅰ区。硬件架构图如图2所示。

- 在调控中心增设4台服务器。2台服务器用于数据采集，互为备用，2台服务器用于操作防误，互为备用。
- 数据采集服务器：作为一体化智能防误功能的变电站微机五防系统信息采集功能硬件平台。
- 操作防误服务器：为系统软件提供防误数据处理及防误逻辑计算的硬件平台。
- 系统网络：共享省调控一体化技术支持系统的网络硬件资源和IP资源。
- 变电站防误工作站：利用变电站原有的防误工作站，升级变电站防误工作站程序，接入调度数据网。

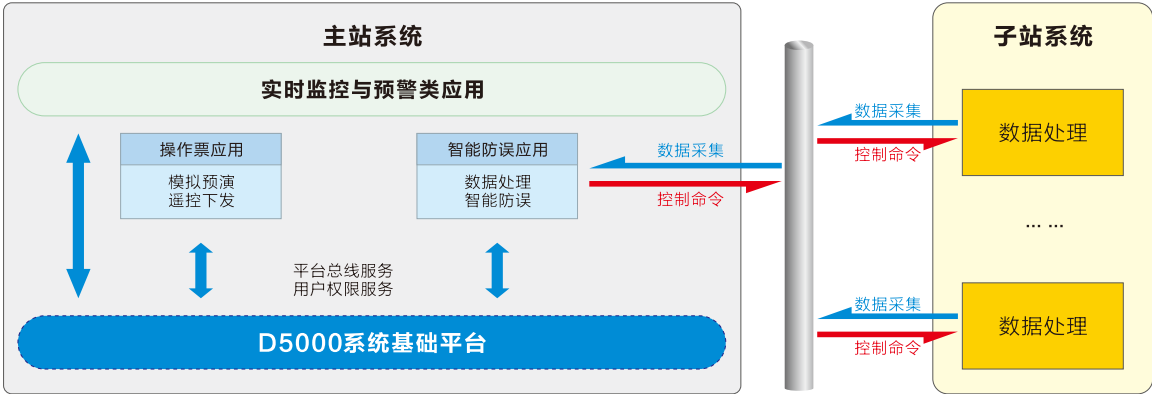


图1 系统方案图

软件架构

采用统一规划、统一标准、统一建设的原则，基于现有省调调控一体化技术支持系统的统一数据平台的架构和体系进行扩展升级（如图3所示）。

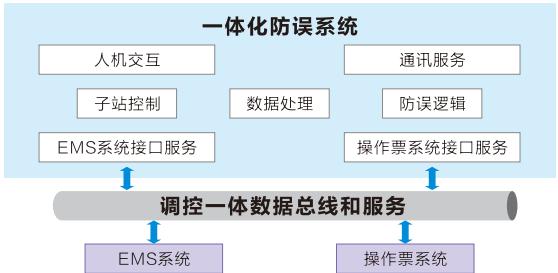


图3 软件架构图

一体化防误系统由数据处理、通讯服务、防误逻辑服务、子站控制、人机交互等功能模块组成。

- 数据处理应用主要是将防误、调度SCADA私有数据模型及实时数据整合成一套调度防误一体化数据模型及实时数据，共享在数据总线上。
- 通讯服务应用主要是采集调控数据和防误数据，并下传遥控解锁等信息。
- 防误逻辑应用作为调控一体系统平台上的一个标准的服务，为一体化防误系统、EMS系统、操作票系统提供防误判断服务接口。
- 子站控制主要是完成子站的管理功能，如唯一操作权管理、数据上传等；
- 人机交互应用主要提供独立软件交互界面，具备操作票模拟预演、防误信息查询等功能。

主要功能

（1）图模库一体化

系统完全共享调控技术支持系统的SCADA数据、模型及图形，基于一体化的电网一次模型，融合操作防误模型，实现模型、数据及图形源端维护，资源的合理配置和高效利用，提升系统安全性和可靠性。

（2）子站防误信息的采集

本项目制定了全省统一的子站与主站间的接口规范，提升信息采集的一致性，保证信息采集的准确性，采集内

容如下：

上行主要实现主站对防误信息的采集，包括地线、网门等虚遥信设备实时状态；设备解闭锁信息；子站防误逻辑公式；子站防误系统运行工况等。

下行主要实现主站对受控子站的控制命令下达，包括解锁命令、闭锁命令、唯一操作权获取等。

（3）基于“源端维护”模式的主站防误逻辑

实现防误逻辑公式和防误参数的主动召唤和同步更新，并采用模型驱动解析技术和可配置的语义转换方法，实现了调控防误主站逻辑公式的源端维护。自动生成防误主站逻辑规则库，减少维护工作量，杜绝了由于防误逻辑不一致带来的安全隐患。

（4）操作票模拟预演

通过对操作票系统开出的操作票在当前实时断面下进行模拟预演，每一步模拟预演都需通过主站的拓扑防误校验和逻辑公式防误校验，模拟预演通过后，形成正式操作票，才可以进行后续的遥控操作。

（5）遥控业务流程的审计

结合调控一体运行管理模式，本项目实现了监控业务流程审计，包括业务流程控制、全过程防误判断、操作跟踪执行、操作完成结果查询、调控中心遥控操作与调度指令间技术关联等，以及追溯查询管理功能。

（6）站间闭锁功能

系统采用基于全网的拓扑防误，通过实时获取与本站设备有连接关系的设备状态，根据防误逻辑规则，判断本站设备是否能够操作，防止两个有联络设备的站之间操作时，出现本侧有负荷对侧挂接接地线或合接地刀、本侧有接地线或地刀对侧合刀闸等恶性事故的发生。

（7）防误信息展示

将子站的防误信息集中采集到调控中心，由调控中心集中显示出来，除完整显示一次主接线图设备状态信息外，还应明确显示临时接地线（地线状态、挂接位置、地线统计等）、网/柜门、二次压板、设备解/闭锁、子站设备运行工况等设备状态信息。

（8）智能防误规则库

智能防误规则库能满足利用设备特征进行设备功能类型的辨识，利用采集量进行设备运行状态的智能辨识，在智能推理模型基础上形成防误判断结论。同时，智能防误规则库能满足特殊方式下的手工设置。

总结

防误方式由原来的子站的防误规则延伸到了主站一体化防误，满足了区域电网当前及未来的调度防误需要，符合电力系统大运行体系的发展趋势。为调度监控人员准确掌握电网运行操作状况，为电网安全调度操作提供了强有力的技术支持。

系统已于2013年11月成功应用于某省调控中心，系统自上线运行以来，运行稳定、功能全面、界面友好；系统实现了一体化的调控远方遥控操作以及一体化的智能防误校验功能，满足该省电网调控中心操作至冷备用的业务要求，提升了全省电网调控操作技术水平。

2014年6月26日，系统作为“智能一体化调控操作技术系统研究与应用”项目重要子模块，通过中国电机工程学会组织的鉴定，总体达到了国际先进水平。▲

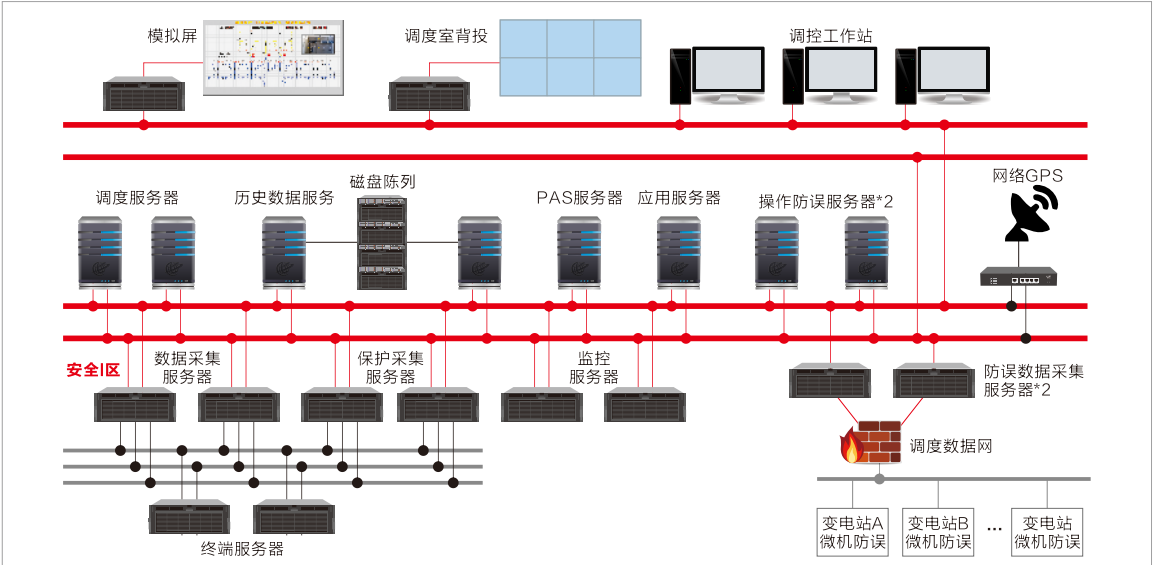


图2 硬件架构图

传统的故障指示器使用本相指示器的数据进行线路故障检测，无法准确地贴近线路故障时的电气特征，使得故障检测的准确性打了折扣。本文介绍一种新型故障指示器，比传统故障指示器增加了三相同步通信功能、无线公网通信功能和方向检测功能，提高了故障检测的准确性，并经过优化设计使功耗降至较低水平，本文讲述此类故障指示器低功耗实现方法。

具有三相同步通信功能的 低功耗故障指示器

智能电网配电线路，特别6~35kV 电压等级线路，是配电线路的故障高发线路。由于配电线路沿线地形复杂和分支多等因素，给沿线查找线路故障带来困难，尤其在雷雨天、夜间，故障查找更加困难。故障指示器作为配电线路故障定位的辅助手段，正在国内得到越来越广泛的应用，即便在配电自动化水平先进的发达国家也是如此。故障指示器作为户外高压线路在线运行设备，由于使用条件的限制，需要解决多项关键技术，比如：采样技术，取电技术，防雷设计等，低功耗技术也是其关键技术之一。充电电池由于存在充电次数有限，寿命较短的缺陷，一般不用于故障指示器，而一次性电池受限于体积、重量，容量有限，所以，降低指示器的功耗至关重要。据国家电网最新的技术规范，故障指示器应能正常工作8 年以上，对故障指示器的功耗提出了很高的要求。

传统的故障指示器，一般不具备通信功能，即使在有通信功能时，也不具备三相间数据同步的功能。只能使用本相故障指示器自身的采集数据进行故障判断，对于故障检测的准确性就打了折扣。

一种具有三相同步通信功能的故障指示器，可以将三相故障指示器的同步数据进行综合判断，对于线路电压电流进行交流采样，可以计算负荷电流和故障电流的功率方向，并且内置无线公网通信功能，其中，三相同步通信、交流采样、内置无线公网通信均是传统故障指示器所不具备的，需要精心设计，使功耗降低，以满足国网规范中对故障指示器使用年限的要求。

设计方案

每相故障指示器采集线路负荷电流、电压，并计算功率方向，对线路的短路、接地、下电、复电、断线等进行检测并告警，内置短距无线通信单元，其中A相故障指示器内置无线公网通信单元，三相指示器之间通过短距无线通信单元同步交换数据，告警检测采用三相的同步数据综合判断，故障信息与负荷信息等通过A相的无线公网通信单元传送至主站。由于通信、采样、计算均需消耗大量功耗，故障指示器采用负荷取电和大容量后备电池相结合，并对MCU、外设的运行方式、电源通断进行合理规划，使得功耗降低至理想水平。

装置优势

（1）三相间同步通信。三相间同步通信，对于提高短路路与接地故障告警的正确性意义重大。例如：小电流接地系统的单相接地发生时，接地相电压降低，另两相中，至少有一相的电压会升高，如果采用三相指示器的同步数据判断接地，比单相数据更符合接地特征，可以提高接地检测的准确性。

（2）内置通信终端。通信终端内置后，可以不必在柱上另外安装通信设备，减少了系统实施过程中的安装调试工作量，也大大减少系统运行过程中的维护成本。

（3）交流采样。电压电流采用交流采样，可以计算接地瞬间首半波相位差，可以计算故障电流功率方向，可以精确检测电流突变值，而这些都是直流采样无法办到的。

降低功耗原理

（1）优化运行方式

合理规划运行方式对降低功耗至关重要。对MCU和功耗较大的接口或外设，合理控制运行时间，最大限度减少全速运行的时间，空闲状态下，要么转入休眠态，要么关断外设或接口电源，要么降低运行速度。MCU仅在采样、通信、计算、操作输出时处于全速运行状态，其余时间进入休眠态，短距无线单元和无线公网单元的电源可以由程序控制，无通信时通信单元电源处于关断状态。在此时序控制下，不计无线公网通信单元功耗，整机功耗可在80uA左右。

（2）相间同步通信

与传统故障指示器相比，该故障指示器除具有交流采样的优点外，还采用三相同步数据进行故障检测，可以大大提高故障告警的准确性，为了降低三相故障指示器之间通信的功耗，特别设计了三相之间的同步通信。三相故障指示器通过短距无线通信模块实现同步通讯。短距无线通信模块在20s的同步间隔通信的情况下，功耗为30uA。

（3）负荷取电与电能存储

当线路上有负荷电流时，指示器通过负荷电流感应取电，可以极大地减轻自备电源的负担。负荷取电和电流、电压测量共用同一CT，分时进行采样与取电。CT二次电流能量转换后给装置供电，并可在不同的量程范围内对取电功率大小进行调整，电流、电压测量范围也可以进行选择，电流测量范围可以通过改变线圈匝数来实现，电压测量范围可以通过调整电路参数来实现。CT有完整的导磁回路，自身损耗小，转换效率高，且抗干扰能力强，即使一次线路负荷较小时也可取电以维持故障指示器供电，且电流、电压采样不受影响，也具有较高的采样精度。

故障指示器可以在负荷为3A时取到足以全速运行的电能，内置大容量超级电容储存剩余的电能，在负荷波动或突发功耗的情况下使用。只有在特殊的条件下才使用指示器自备电池。在负荷取电的情况下，自备电池的放电电流可以低至10μA以下。

功耗实验结果

对该故障指示器进行功耗实测，在库存态、小负荷（负荷小于3A）运行态、大负荷（负荷大于3A）运行态三种情况下，后备电池的实测平均放电电流分别为50μA、160μA和12μA。可见，负荷小于3A的情况下，由于负荷取电无法满足运行需求，耗费后备电池较多；负荷大于3A或库存时，后备电池的消耗低得多，完全可以达到国网企标的要求。

应用

该故障指示器已在数十个现场投入使用。自2013年3月份开始运行的故障指示器，其后备电池电压均未见明显下降，由此说明功耗处于理想的水平。在工程应用中，该故障指示器在故障定位和负荷采集方面发挥了良好的作用。

以某10kV线路为例，说明该故障指示器的现场应用效果。该线路安装了5套该故障指示器，每套故障指示器分为ABC三相，其中A相内置通信终端，与主站通过CDMA无线公网通信。线路正常运行时，主站接收故障指示器的负荷信息，形成日曲线和月曲线；线路发生故障时，主站接收故障指示器的线路故障信息，判断线路故障类型与位置，将故障区间告警窗口在显示器上弹出，并将故障定位区间短信发送至事先设定的手机上，使线路维护人员在线路发生故障后的一分钟内获得故障区间信息。线路主接线图如下：



图1 线路主接线图及故障指示器安装位置



图2 线路某分支负荷月曲线

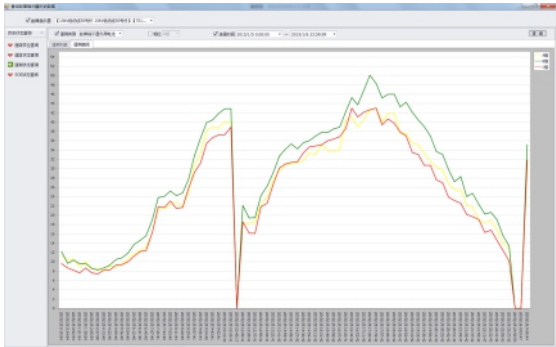


图3 线路某分支负荷日曲线

自2014年12月以来，该线路发生的故障均成功检测，并由主站告警，在第一时间发送短信至维护人员的手机。可见，采用三相故障指示器的同步数据进行综合故障检测，可以更准确地判断线路故障的电气特征，从而提高线路故障检测的成功率与准确性，实用效果良好。

表1 2014年12月20日以来线路故障信息

序号	线路故障信息
01	线路发生故障：B相短路 时间：2014年/12月/24日 10时:26分:10秒.217毫秒 位置：10kV杨坊线50号杆之后
02	线路发生故障：C相短路 时间：2014年/12月/24日 10时:27分:58秒.216毫秒 位置：10kV杨坊线枣木支线温家大屋分支线01号杆与10KV杨坊线枣木支线兴旺煤矿支线01号杆之间
03	线路发生故障：AB相短路 时间：2015年/01月/04日 15时:13分:58秒.000毫秒 位置：10kV杨坊线50号杆之后
04	线路发生故障：三相短路 时间：2015年/01月/04日 05时:31分:22秒.000毫秒 位置：10KV杨坊线枣木支线兴旺煤矿支线01号杆之后
05	线路发生故障：三相短路 时间：2015年/01月/05日 03时:50分:02秒.000毫秒 位置：10kV杨坊线枣木支线温家大屋分支线01号杆与10KV杨坊线枣木支线兴旺煤矿支线01号杆之间
06	线路发生故障：B相短路 时间：2015年/01月/09日 20时:18分:15秒.000毫秒 位置：10kV杨坊线50号杆之后
07	线路发生故障：C相短路 时间：2015年/01月/09日 20时:18分:15秒.000毫秒 位置：10KV杨坊线枣木支线兴旺煤矿支线01号杆之后



优特科技

让生活
因电网安全更美好



防误系统

电力自动化

智能配电

辅助系统

JOYO-D11故障定位系统

JOYO-D11故障定位系统由主站软件系统、前端数据采集系统、故障指示器、无线通讯几部分构成。主站软件工作站显示全部配网线路的信息，包括故障指示器、电缆、刀闸、开关、保险、环网柜、电缆分支箱、架空线路等全部配网运行设备的接线图。当线路发生故障时，故障指示器会将故障类型、感应电流、感应电压等信息以无线的方式发送到主站系统，主站系统将这些信息显示在接线图上，并给出报警及可能的故障位置，同时将故障信息发送到故障排查人员的特定手持终端上，方便检修人员现场故障排查。

■ 独特的故障检测技术

对于接地故障检测，在采集线路电流和电容电流的基础上，采集相对地电压，增加了电压和方向的判据，杜绝励磁涌流造成的误动，大幅提高接地检测的正确率。

■ 相间同步通信技术

相间同步通信可以在极低功耗的情况下实现相间信息交换，相间的同步信息用于接地、短路的辅助判断，如短路电流的相间比较、接地后相电压幅值与相位的变化等，给故障判断提供更多的综合的信息。

■ 免维护

故障指示器集成了RF和GPRS/CDMA通讯技术，实现本地通讯和无线远传功能，无需集中器，避免了传统的太阳能板、蓄电池、柱上安装的采集器等安装、维护的问题。

■ 电源技术

采用进口大容量一次性锂电池，配合CT取电，给超级电容充电，电容给RF无线通信模块和远距通信模块供电，不会消耗电池电量，在停电时由电池保证装置正常工作，无需维护，理论工作寿命达8~10年。