

基于物联网技术应用的 智慧配电管理系统方案

英格尔自动化（福建）有限公司
2019 年 09 月 26 日

一、 概述.....	2
二、 系统框架结构.....	5
三、 系统功能.....	6
3.1 系统组成	6
1. 电气设备状态监测系统：	6
2. 环境监控系统：	7
3. 一体化信息系统主控软件平台：（可选或者是直接上送国网配网平台）	7
3.2 电气设备状态监测系统功能简述：	7
开关柜门状态监测.....	7
智能防凝露.....	7
无线烟雾报警监测传感器.....	8
3.3 环境监控系统功能简述：	8
室内温湿度监控.....	9
无线水位监测（根据用户要求选配）	9
四、 ING- EAS 智慧配电保护测控终端	10
五、 典型配置.....	14

一、概述

本工程为晨曦·丽景公馆一期（A-05 地块）小区供配电改造工程，10KV 系统设高压柜 9

台(线路 7 台, 母联 1 台, PT 柜 2 台), 10KV 系统设高压中置柜, 采用固封极柱式真空断路器, 配英格尔公司自主研发的智慧配电终端, 为保证改造开闭所能达到现在国网提出的一二次设备融合的要求、实时保护、远程控制、实时监测、事前预警、事中报警、防范于未然、高效安全稳定运行的目标特制定以下方案:

电力设备的运行状态与自然环境的温湿度紧密相关, 所有设备都有其正常运行的环境温度湿度, 一旦温度或湿度超标, 将导致设备不能正常工作甚至出现故障, 进而引发事故, 造成大面积停电, 影响用户及生产的正常进行。所以, 实时监测电力设施的运行环境势在必行。通过在变电站及开关柜内安装无线温湿度传感器, 实时在线监测变电站及开关柜内温湿度状态, 通过在开关柜内加装制冷除湿装置, 智能控制柜内温湿度状态, 防止凝露现象发生, 保障电网设备安全运行。

近年来在推广状态检修的大背景下, 国内的电力设备在线监测技术发展势头有增无减, 无论是在线监测应用的规模还是在线监测技术水平, 与国外相比都不逊色。随着在线监测系统在变配电设备上的应用, 建立变配电房设备在线监测系统, 实现变配电房设备的实时状态监测, 能够实现变配电房设备由计划巡检向状态检修的转变, 能够及早发现安全隐患, 降低运维成本、减少事故损失。

本方案基于物联网、边缘计算技术的实施应用, **一套智慧配电终端(EAS)具有微机保护装置、DTU 的功能, 并将开关柜的温湿度采集和控制、铜排及电缆的温度采集和控制于一体, 真正达到国网智能电网一、二次设备融合的要求。**可对变配电设备全面实时获取运行状态信息、实时信息、融合处理等方面的综合应用与展示, 为电网运维管理提供更为全面的设备运行状态信息和更精确的管控工况信息, 以实现配电网信息化、自动化、互动化, 进一步提高配电网运维管理效率、提升综合服务水平提供信息支持。

该系统通过英格尔智慧配电终端 ING-EAS 的接口信号、开关状态信号、电气参数信号实现三遥功能。安装温湿度传感器、噪音探测器、无线母排测温装置等实现变配电室的动态环境参量监控功能。对巡检人员进行系统管理, 实现智能化运维管理。以满足变配电室智慧管理的需求。

基于物联网技术的 ING-EAS 英格尔智慧配电系统方案, 具备以下技术特点:

1. 监测更加全面

针对变配电室内的主要电力设备和动态环境, 如: 变压器、开关柜等提供全面有效的电气量监控方案, 对环境、工况, 温度、湿度、气体泄漏等进行全方位非电量监测。监控、监测数据获取更加全面, 为设备运行状态的分析诊断和运维提供全面有力的大数据支撑。

2. 安装方式更加便捷, 方便现场改造安装施工。

系统配置的各类传感器均具有实时通信、低功耗、长寿命、小体积、易安装等特点, 方

便现场布设或改造施工, 部分传感器可在不影响配电房的正常运行情况下安装。

3. 支持配电房的远程运维, 降低运维成本。

可以实现对配电室电力设备和环境状况的远程在线监测和维护管理, 降低了配电室的运维成本。

参考标准与规范

Q/GDW168-2008 《输变电设备状态检修试验规程》

Q/GDW240-2008 《输变电设备在线监测系统技术导则》

GB1208电流互感器

GB311.1高压输变电设备的绝缘配合

GB50150电气装置安装工程电气设备交接试验标准

GB/T4109高压套管技术条件

DL727互感器运行检修导则

GB 50150电气装置安装工程电气设备交接试验标准

GB/T 11022高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

GB11032—2000交流无间隙金属氧化物避雷器

DL/T727-2000互感器运行检修导则

DL/T486-1996交流高压隔离开关和接地开关订货技术条件

DL/T804—2002交流电力系统金属氧化物避雷器使用导则

DL/T 402高压交流断路器订货技术条件

DL/593高压开关设备和控制设备标准的共用技术要求

国家电网公司 (2008) 269 号《输变电设备状态检修管理规定》

国家电网公司 《110 (66) KV~500KV 互感器检修规范》

国家电网公司 《国家电网公司十八项电网重大反事故措施》

国家电网公司 (2006) 512 号《变电站内运行管理规范》

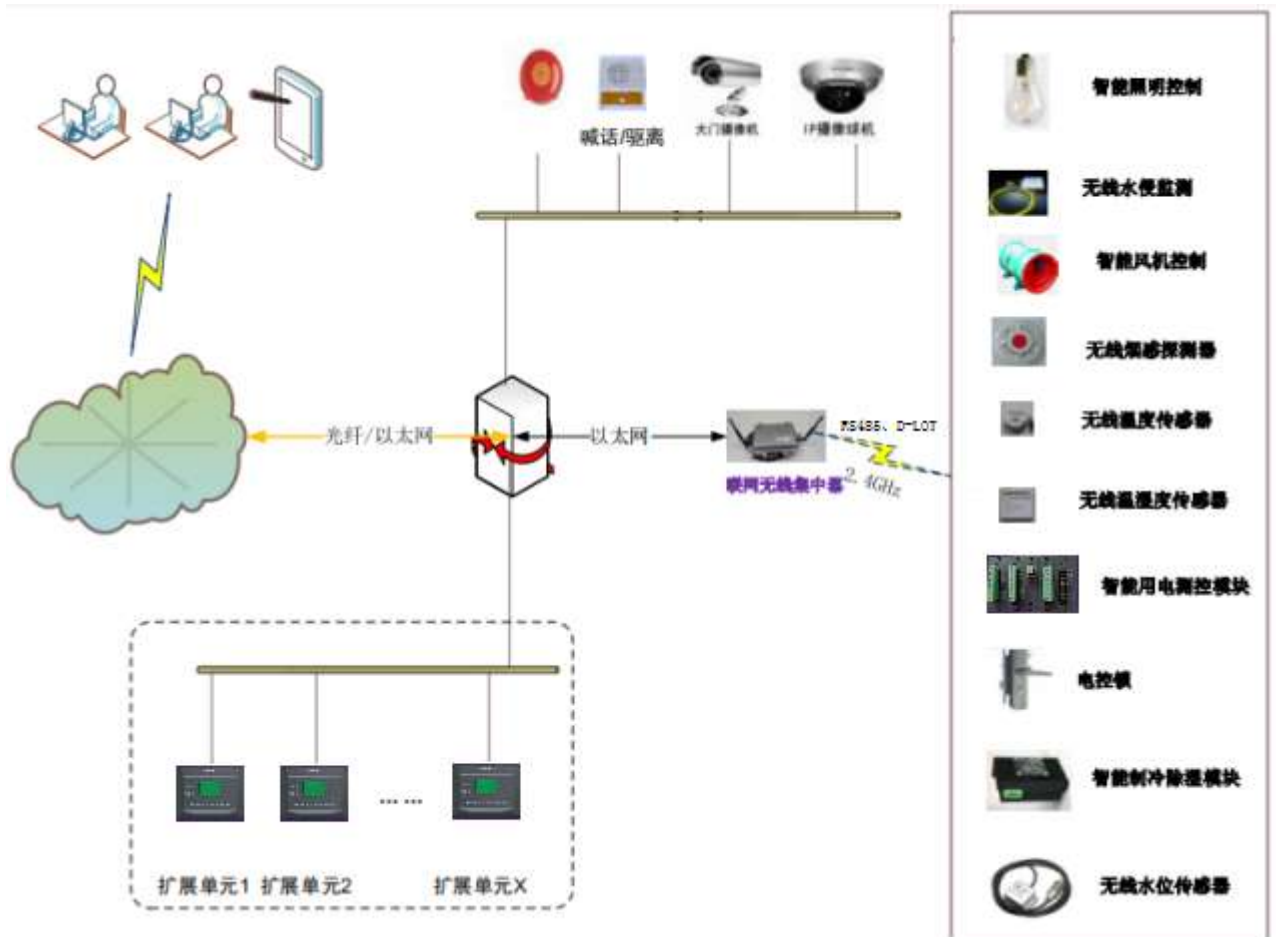
国家电网公司 电力安全工作规程(试行)及编制说明

国家电网公司 《交流高压断路器检修规范》

国家电网公司 《交流高压隔离开关检修规范》

二、系统框架结构

系统主要由感知层设备、传输层设备、存储运用服务器、应用管理软件等部分组成。系统的组成框图如下图所示:



感知层设备主要包括现场各种无线传感器节点组成, 这些传感器不依赖外部供电, 仅从环境或自备一次长寿命电池完成长时间 (5-10 年) 信息采集任务, 主要可以完成配网设备的工作温度、电压、电流变化等信息的采集, 同时还采集变配网工作的环境参数: 环境温湿度、水浸、水位、门窗开闭、盗窃、损毁等信息。感知层设备采集的信息采用统一格式化数据传输、汇聚节点, 这些格式化信息由其所属单个传感器自身的传感信息模型定义, 应用根据每个传感器的信息模型对格式化数据进行解析, 得到可用的现场实时信息。

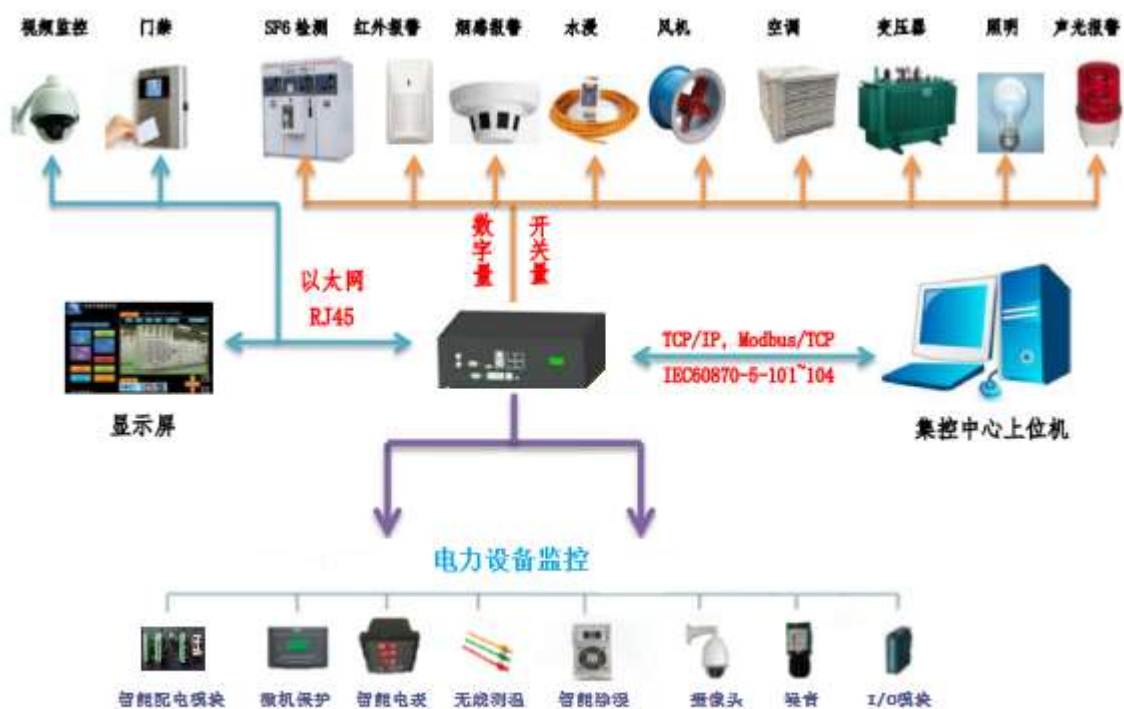
传输层设备汇聚节点 (无线数据传输基站) 负责各传感器节点的入网管理、网络维护、路由查找、传感器信息解密与再加密和格式化数据传输任务。汇聚节点具有自组网功能, 可以通过无线通讯技术及自组网方式实现多路径高可靠通信。汇聚节点采用国网 SM2 加密芯片加密, 可以通过以太网、LoRa 长距离无线控制网络、GPRS 和光纤完成与云平台的通信。

汇聚网关负责各汇聚节点的接入、汇聚信息解密、非格式化数据传感器信息接入 (多个个性化定制协议栈) 与格式化转换, 并完成传感器信息模型到部颁 104、101、IEC61850 信息模

型的转换与重定义、重建模。汇聚网关将获得的传感器信息归一化为部颁 104、101、IEC61850 信息模型将这些信息加密后发送到云服务器。

应用层设备主要包括云端存储服务器、应用服务器、传感器信息获取应用展示平台和应用管理软件等组成。存储服务器解密接收到的汇聚网关的信息,应用部颁 104、101、IEC61850 信息模型解析这些信息,并按部颁 104、101、IEC61850 信息格式统一存储,分发给各应用。应用服务器运行传感器信息获取展示平台,通过手机 APP 为全域用户提供信息展示应用,一流智慧配电自动化信息支持软件根据智慧配电自动化系统应用定制其所需的信息内容、通过信息交换总线将其所定制信息按规定的格式发送到智慧配电自动化平台,为智慧配电自动化提供可信的信息支持。

三、系统功能



3.1 系统组成

应用物联网技术构建统一的智能监测与辅助控制系统：该系统集成了电气设备状态监测子系统、环境监控子系统和后台信息管理平台，如下：

1. 电气设备状态监测系统：

开关柜综合在线监测子系统（温度、湿度等）。

智能用电终端监测子系统；

智能防凝露保护子系统；

2. 环境监控系统：

环境温湿度监测联动控制子系统；

环境有害气体在线监测子系统；

烟雾报警检测子系统；

水浸、水位传感管理子系统；

洁净通风控制子系统；

3. 一体化信息系统主控软件平台：（可选或者是直接上送国网配网平台）

后台信息处理、存储、展示软件；

信息汇聚主机、接入网关；

存储服务器与磁盘阵列；

应用服务器。

3.2 电气设备状态监测系统功能简述：

开关柜的内部过热现象已成为开关柜使用中的常见问题，由于开关柜体的密闭性，在一些负荷较重的地区，存在开关柜的温升超标问题。开关柜的温升超标，直接影响设备的安全稳定运行，而且，过热问题是一个不断发展的过程，如果不加以控制，过热程度会不断加剧，并对绝缘件的性能及设备寿命产生很大的影响。因此需要对开关柜温度进行实时监测，了解开关柜的运行状态。

无线温度传感器由微功耗的 MCU、数字温度传感器、2.45HZ 数字 RF 收发器、耐高温锂亚电池、IP67 不锈钢外壳和天线组成。关键元器件全部采用经过验证的高可靠世界名牌产品。

开关柜门状态监测

配电室的工作区域有明确的划分，设专职人员负责，严禁非专职人进入工作区域，随意打开设备柜门。如对配电室这些主要的出入口及设备柜的柜门状态进行开关状态监测，无疑可以提高配电室整体的运维安全。

无线门开关主要由 MUC 微型控制单元、无线通信模块、电池及 ASA 外壳组成，配合永磁铁使用。依据霍尔效应的原理实现开关状态监测，主要用于实时在线监测门、窗、机柜柜门、井盖等的开、关状态，同时记录开关时间及开关次数。本产品灵敏度高成本低、安装简便等特点。

智能防凝露

电网中广泛使用开关柜、电气控制柜、端子箱、动力箱等各种电力和通讯设备。当柜内

空气湿度过高时, 会腐蚀开关线路, 使元器件接头部位的插件接触电阻增加, 进而导致设备功能失效和故障, 并可能使密封不好的元器件击穿。当电子元器件表面结露时, 会导致元器件短路, 很可能会损坏设备, 威胁到电网的安全运行。

在机柜内安装冷凝除湿装置, 通过将空气中的水分子冷凝成液态水并排出至封闭空间外部, 可有效降低空间气体湿度, 避免电子元器件表面结露, 降低绝缘器件的高压击穿风险, 提高器件的可靠性, 延长设备的实用寿命。

机柜冷凝除湿系统基于热电制冷技术和无线传感器网络技术, 实时监测工作环境温、湿度, 智能控制除湿; 结合功能完备的无线传感器网络平台, 用户可以实现手持机(手持移动终端)巡检和远程实时在线监测设备状态的目的。

机柜冷凝除湿装置能有效降低空间气体的湿度, 预防凝露现象发生, 它具有体积小、运行费用低、使用寿命长、可靠性高的特点, 广泛应用于开关柜、配电柜、端子箱等各类封闭柜体的除湿。

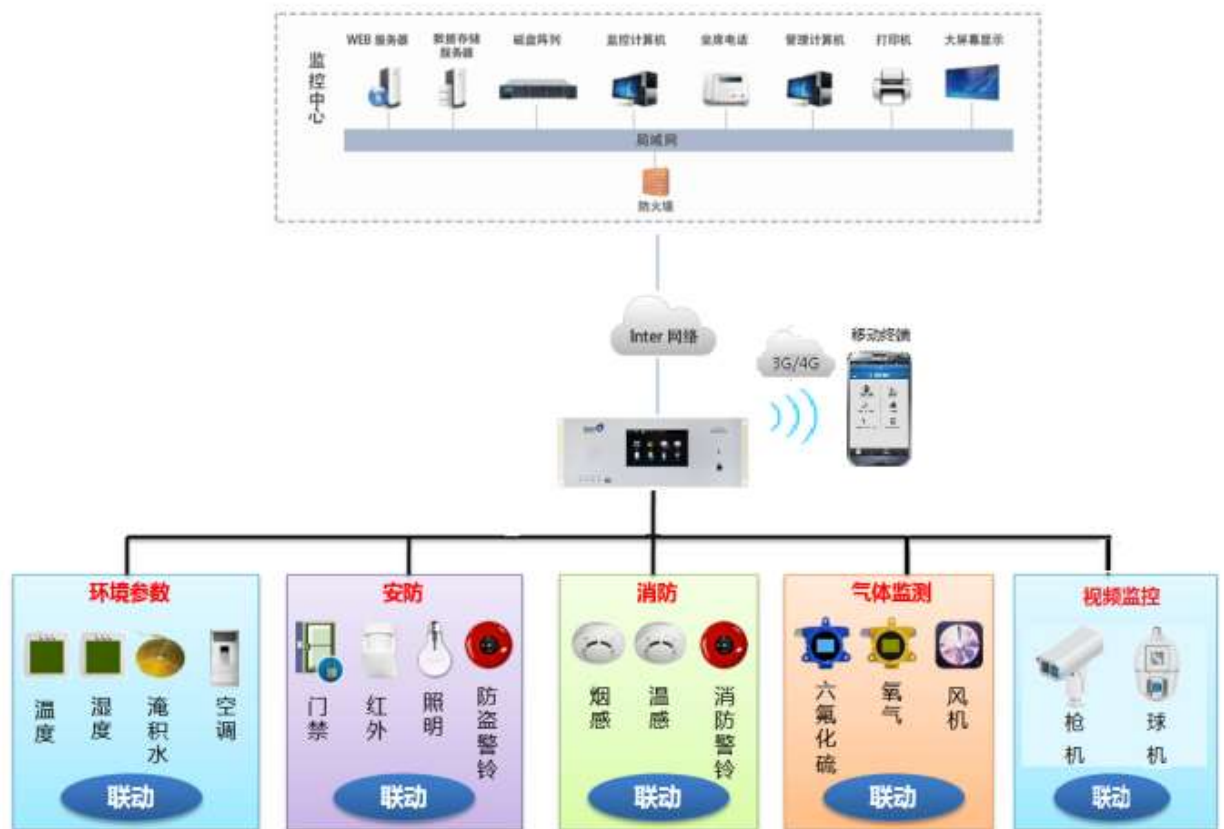
无线烟雾报警监测传感器

光电烟感传感器是通过监测烟雾的浓度来实现火灾防范的, 融入无线通信技术, 是一种技术先进, 工作稳定可靠的传感器, 被广泛运用到各种消防报警系统中。光电感烟探测器采用了现代工艺技术, 继电器控制输出, 已经通过各项标准认证。它能有效的对配电室区域提供火灾告警保护, 一旦发生险情将第一时间将告警信息发送至物联网信息平台。

3.3 环境监控系统功能简述:

对室内温度、湿度、淹积水情况实时监控, 可设置报警门限值, 检测数值达到报警值马上产生报警信息。具备联动功能, 根据现场监测数据情况可联动空调、加热器。

变配电室环境系统由监控主机、各种传感器、后台软件平台、移动终端平台构成, 如下图所示



环境监控系统结构框图

室内温湿度监控

通过布置的温湿度传感器，准确监测室内外温湿度情况，监测信息传送至主机和温湿度控制器。温湿度控制器可以根据预设的程序，根据室内外温湿度状况对空调、排风机进行控制；温湿度控制器也可以执行主机控制命令。

主机根据室内外的温湿度情况，自动控制通风系统和空调系统的切换运行。夏季，根据比较各空调区域的室内外焓差，若通风系统能满足室内温度要求则采用风机机械排风来排除室内余热；若通风系统不能满足室内温度要求则自动启动空调机，若布置有多台空调机，则根据室外气温逐台启动运行。冬季，若室内盘柜等散发的室内余热能使室内温度满足要求则空调自动停止运行；若室内余热不能使室内温度满足要求则自动启动空调系统。可调节空调温度、风向；可远程查询温湿度检测节点工作状态，精确定位系统故障，远程控制空调运行。

环境温湿度对配电房一、二次设备的运行工况有着极其重要的影响，因此对相应场所的环境温湿度监测和控制是必要的。

无线水位监测（根据用户要求选配）

本产品为浸入式静压水位传感器，采用隔离型扩散硅压力传感器，通过流体静力学原理测量水位，广泛适用于电缆井、电缆沟、水池、水井等场所水位的实时在线监测。

四、ING- EAS 智慧配电保护测控终端

ING-EAS 系列智慧配电终端是为了适应我国配电网自动化而研制的系列产品，应用于 10KV 等及以下的环网柜、开闭所、配电房或开关站等。ING-EAS 系列配电网自动化终端，可以采集配电网上的实时运行数据（遥测及遥信等）并对其处理及分析，通过通信通道将信息传送至配电网自动化子站或主站，同时接受来自子站或主站的控制命令。

ING-EAS 系列智慧配电终端采用高速 ARM 作为核心处理器，进行快速、全面的采样、故障监测与识别。具有标准化设计、安装和接线方便、调试简单、扩展网络容易、可靠性强、测量精度高等优点。

ING- EAS 智慧配电终端保护测控基本功能

1. 采集并向远方发送状态量，状态变位优先传送，支持馈线电压上限、下限告警功能，电流上限告警功能；
2. 采集正常交流电流与电压并向远方传送；
3. 接收并执行遥控命令或当地控制命令，以及返送校核，与各种类型重合器、断路器和负荷开关配合执行操作；
4. 采集馈线故障电流并向主站传送，能向主站上传 1 段或 2 段保护动作信息。过流故障或单相接地故障之后，记录相关的故障测量信息和故障特征信息。故障测量信息包括故障前、故障起始、故障结束以及故障后的电压、电流幅值及故障发生时间、持续时间；
5. 经扩展，具备开关在线测温、环境控制和自适应局域网功能；
6. 具备软硬件防误动措施，保证控制操作的可靠性。
7. 具有后备电源和外接后备电源的接口，其容量应能维持远方终端正常工作不小于 24 小时，当主电源故障时能自动无缝投入；
8. 采集和监视装置本身主要部件及后备电源的状态，故障时能传送报警信息；
9. 具有程序自诊断、自恢复功能；各装置模块具备运行、网络等状态指示灯；
10. 当地和远方可进行参数设置及校对功能；
11. 事件顺序记录功能；
12. 输入、输出回路具有安全防护措施；
13. 有远方和本地控制切换功能，支持开关的就地操作功能；

保护功能

1. 电流保护功能：电流保护包括三段式定时限过流、速断、定时速断、过流保护。定值和延时可设定。
2. 零序过流保护功能：可通过零序类型选择定/反时限。

3. 控制回路断线功能: 当接入装置中的断路器位置: 合位遥信和分位遥信同时为“1”或同时为“0”时, 装置经延时 10s 报控制故障。

遥信功能

1. 采集开关合、分状态量信息并向远方发送位置遥信。
2. 采集装置电源状态信息并向远方发送。
3. 采集设备故障、异常信息并向远方发送。
4. 遥测越限、过流、接地等故障信息上报。
5. 采集各种故障指示器接入状态量并向远方发送。
6. 可根据现场实际要求采集相关开关量并向远方发送;
7. 有功能独立的遥信插件, 容量可按需求配置(每路配置不少于 6 路遥信, 即具有 4 路遥控功能);
8. 分辨率小于 2 毫秒;
9. 软件防抖动时间 10-60000 毫秒可设。

遥测功能

1. 采集 A、B、C 三相电流和零序电流;
2. 采集三相交流电压和零序电压;
3. 采集后备电源电压;
4. 有功能独立的交流采样插件, 容量可按需求配置;
5. 电流输入标称值: 1A/5A 50Hz。
6. 电压电流采样精度: 0.5 级;
7. 有功、无功采样精度: 1 级;
8. 在标称输入值时, 每一回路的功率消耗小于 0.5VA;
9. 短期过量交流输入电流施加标称值的 2000% (标称值为 5A), 持续时间小于 1S, 系统工作正常。

遥控功能

1. 接收并执行遥控命令或当地控制命令, 并可返送校核, 能与各种类型重合器、断路器和负荷开关配合执行操作;
2. 分区保存主站和当地遥控记录;
3. 有功能独立的遥控插件, 容量可按需求配置;
4. 输出方式: 继电器常开接点;
5. 接点容量: DC48V , 10A。

数据处理

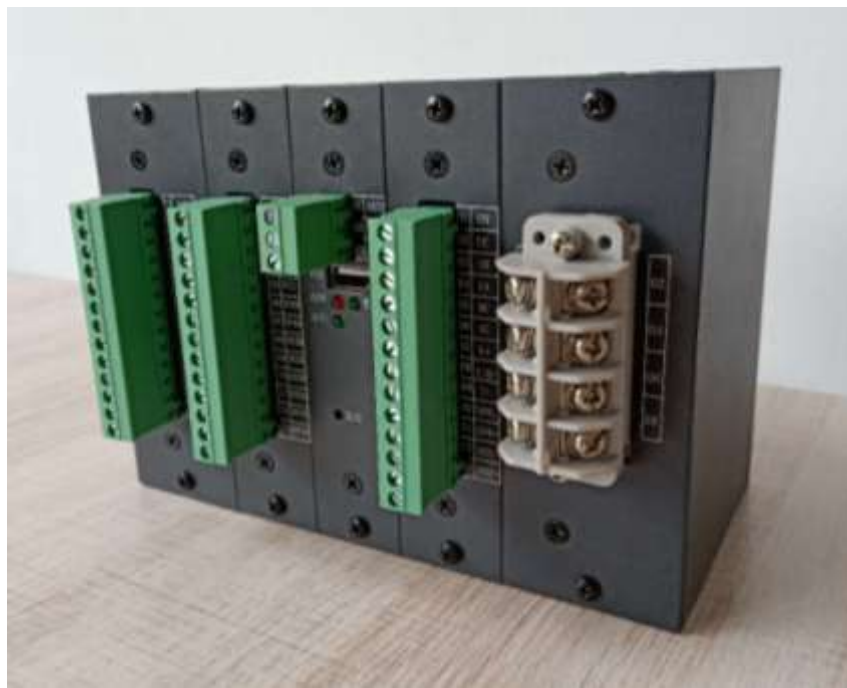
1. 根据参数设置, 选择越死区值的遥测变化数据, 采用主动或召唤方式上报;
2. 遥信变位按事件顺序记录 (SOE) 处理, 并将 SOE 信息主动上报;
3. 实现电压、电流、有功功率、功率因数等数据的存储, 存储容量大于 30 天 (按照每 5 分钟记录一次);
4. 事故遥信变位 SOE 等信息需当地存储, 存储容量大于 128 条;
5. 遥测越限、过流、接地等故障信息上报;
6. 记录电压、电流、功率等数据的极值;
7. 支持主站召唤全数据 (当前遥测值、遥信状态);
8. 支持主站召唤历史数据 (遥测定点记录、极值记录)。

通信要求

1. 通信协议满足: IEC60870-5-101 IEC60870-5-104 等协议。
2. 上级通信, 采用光缆通讯、载波通讯等通讯方式, 并预留有充足的安装空间供灵活应用, 支持 RS232、RS485、RJ45 接口, 备用上传接口, 一主一备冗余处理。
3. 下级通信采用 RS485、MODBUS 等现场总线方式, 下级通讯主要为接故障指示器、电缆测温、环境温度湿度采集监测模块。和配电线损采集模块(或其他智能模块)通过 IEC60870-5-101 规约通信。
4. 设备采用身份认证方式, 设备有唯一 MAC 地址, 避免接入设备地址冲突。

硬件平台

1. 要求采用 32 位微处理器系列芯片, 处理器性能 100MIPS;
2. 采用专用的 ARM 芯片;
3. 采用工业级元器件。
4. 智慧配电终端照片如下: 图一、智慧配电终端照片; 图二、手持终端的照片; 图三、智慧



配电终端安装环网柜上的照片

图一、智慧配电终端照片



图二、手持终端的照片



图三、智慧配电终端安装环网柜上的照片

五、典型配置

